



FOR THE PEOPLE  
FOR EDVCATION  
FOR SCIENCE

LIBRARY  
OF  
THE AMERICAN MUSEUM  
OF  
NATURAL HISTORY









KUNGLIGA SVENSKA  
VETENSKAPSAKADEMIENS  
HANDLINGAR.

NY FÖLJD.

2-446-2795-21

FEMTIOFÖRSTA BANDET.



KUNGLIGA SVENSKA

VETENSKAPSAKADEMIENS

HANDLINGAR.

NY FÖLJD.

16-70976-Juno 6.

FEMTIOFÖRSTA BANDET.

UPPSALA 1913—1915

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

61—6191

## FEMTIOFÖRSTA BANDETS INNEHÅLL.

	Sid.
1. GÖTHLIN, G. F., Die doppelbrechenden Eigenschaften des Nervengewebes. Ihre Ursachen und ihre biologischen Konsequenzen. Mit 3 Tafeln . . . . .	1—92.
2. PETTERSSON, O., Klimatförändringar i historisk och förhistorisk tid. En studie i geofysik. Med 2 taflor . . . . .	1—81.
3. HALLE, T. G., Some mesozoic plant-bearing deposits in Patagonia and Tierra del Fuego and their floras. With 5 plates . . . . .	1—58.
4. SKOTTSBERG, C., Morphologische und embryologische Studien über die Myzodendraceen. Mit 1 Tafel . . . . .	1—34.
5. ZEIPEL, H. v., Recherches sur la constitution des amas globulaires. Avec 10 planches . . . . .	1—51.
6. ANTEVS, E., Die Gattungen Thinnfeldia Ett. und Dicroïdium Goth. Mit 5 Tafeln . . . . .	1—71.
7. —, Lepidopteris Ottonis (Göpp.) Schimp. and Antholithus Zeilleri Nath. With 3 plates . . . . .	1—18.
8. HILDEBRANDSSON, H. H., Quelques recherches sur les centres d'action de l'atmosphère. V (fin). Avec 13 planches . . . . .	1—16.
9. SKOTTSBERG, C., Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907—1909. IV. Studien über die Vegetation der Juan Fernandez-Inseln. Mit 7 Tafeln . . . . .	1—73.
10. ANTEVS, E., The Swedish species of Ptilozamites Nath. With 3 plates . . . . .	1—19.
11. MOLANDER, A. R., Northern and arctic invertebrates in the collection of the Swedish State Museum. VII. Alcyonacea. With 3 plates . . . . .	1—94.



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. No 1.

# DIE DOPPELBRUCHENDEN EIGENSCHAFTEN DES NERVENGEWEBES

IHRE URSACHEN UND IHRE BIOLOGISCHEN KONSEQUENZEN

VON

**G. F. GÖTHLIN**

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

MIT 3 TAFELN UND 1 FIGUR IM TEXTE

MITGETEILT AM 26. FEBRUAR 1913 DURCH A. GULLSTRAND UND J. E. JOHANSSON



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1913



## 1. Übersicht der Ergebnisse früherer Forschungen über die Doppelbrechung im Nervengewebe.

Doppelbrechende Eigenschaften organisierter Bildungen wurden zum erstenmal von D. BREWSTER<sup>1</sup> am Anfang des vorigen Jahrhunderts wahrgenommen und zwar u. a. an Haaren, Seiden- und Baumwollenfäden, Knorpel, Knochen, dem Gewebe der Augenlinse. Etwas später entdeckte BIOT,<sup>2</sup> dass verschiedene Stärkekörner doppelbrechend sind, und BOECK,<sup>3</sup> dass auch Muskel- und Sehnenfasern die Eigenschaft besitzen, das Licht doppelt zu brechen. Die erste Mitteilung über das Verhalten des Nervengewebes in polarisiertem Licht scheint diejenige zu sein, die CH. G. EHRENBURG<sup>4</sup> im Jahre 1849 macht. Er fand, dass die »Nervenröhren«, auch diejenigen des Menschen, doppelbrechend sind, nicht aber das »Nervenmark«.

Einen festen Grund erhielt die Lehre von dem Verhalten der Wirbeltiernerven in polarisiertem Licht durch die verdienstvollen Forschungen G. VALENTIN'S.<sup>5</sup> Im Gegensatz zu seinen Vorgängern verfügte er über ein Polarisationsmikroskop, in dem ein Gipsplättchen zwischen Polarisator und Objektisch eingeschoben werden konnte. Wenn er eine doppeltkonturierte Nervenfasern so im Polarisationsmikroskop über einem Gipsplättchen Rot I orientierte, dass die Längsrichtung der Nervenfasern parallel der Mittellinie des Gipsplättchens verlief, so konnte er folgendes wahrnehmen:

1) dass die Begrenzungshaut einer jeden Primitivfasern in dieser Lage verhältnismässig positiv wirkt, somit Additionsfarbe gibt (S. 296);

2) dass die markhaltige Nervenfasern selber in der soeben beschriebenen Lage eine verhältnismässig negative Wirkung ausübt, d. h. Subtraktionsfarbe gibt, die besonders an den Rändern der Primitivfasern hervortritt (S. 294) [V., der ein Anhänger der HENLE'schen Hypothese von der postmortalen Markgerinnung war, betont in

<sup>1</sup> Philosoph. Transact. of the Roy. Soc., London, for the year 1815, part 1, p. 34, 36 a. 38; *ibid.* 1816. part 2, p. 311—317.

<sup>2</sup> Compt. rend. de l'Acad. des scienc., Paris, tome 5, 1837, p. 905.

<sup>3</sup> Verhandl. d. skandinav. Naturforscher in Götheborg 1839, S. 107.

<sup>4</sup> Monatsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin, Febr. 1849, S. 64, 73 u. 75.

<sup>5</sup> G. VALENTIN: Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe in polarisirtem Licht, Leipzig 1861.

diesem Zusammenhange, »dass die Gerinnung des Markes die doppelt brechende Wirkung kräftiger hervortreten lässt« (S. 295)];

3) dass die Nervenfasern junger Embryonen, weil sich noch keine Markmassen abgelagert haben, in Bezug auf die Längsachse positiv wirken (S. 296).

Ausserdem machte VALENTIN die nachfolgenden Beobachtungen:

4) dass ein Querschnitt eines Menschennerven, den V. in Canadabalsam eingebettet über einem Gipsplättchen untersuchte, in keinem Azimute die Farbe des roten Gipsgrundes änderte (S. 297);

5) dass bei frischen Nerven, die elektrisch gereizt wurden, keine Veränderung in den optischen Eigenschaften während der Reizung wahrgenommen werden konnte (S. 298—299);

6) dass in Bezug auf die optischen Elastizitätsachsen Bindegewebsfasern und Muskelfasern sich gerade entgegengesetzt wie das Nervenmark verhalten, d. h. Additionsfarben geben in der Lage, wo das Nervengewebe Subtraktionsfarbe gibt, und umgekehrt (S. 294 u. 298);

7) dass in Bezug auf die optischen Elastizitätsachsen die Remak'schen Fasern sich wie Bindegewebsfasern verhalten (S. 301).

Zur Einbettung feuchter Gewebe für die Untersuchung in polarisiertem Licht empfiehlt VALENTIN Glyzerin (S. 169) und Glyzerin-Tannin (S. 300). Dabei nimmt er an, dass das Glyzerin nichts an der Doppelbrechung der Nerven ändert. Dieselbe Annahme haben auch spätere Autoren (v. EBNER, AMBRONN) gemacht. Auf eine Untersuchung in Glyzerin lässt es sich wahrscheinlich zurückführen, dass VALENTIN<sup>1</sup> an Flächenbildern der Netzhaut des Frosches Züge mit der für »markhaltige« Nerven charakteristischen Doppelbrechung in chromatisch polarisiertem Licht beobachtete. In Querschnitten von demselben Material sah er eine verhältnismässig positive Wirkung der Faserschichten.

Das Verhalten der Querschnitte der mit Markscheiden versehenen Nervenfasern in polarisiertem Licht wird von KLEBS<sup>2</sup> ganz anders als von VALENTIN angegeben. KLEBS fand, dass ein in Glyzerin eingebetteter Querschnitt eines mit Chromsäure gehärteten Rückenmarkes sehr charakteristische Interferenzbilder aufwies. Zwischen gekreuzten Nicols gab jeder Faserquerschnitt ein Interferenzkreuz, und wenn ein Gipsplättchen eingeschoben wurde, färbten sich die zwei der Mittellinie des Gipses entsprechenden hellen Quadranten in Additionsfarbe, die beiden gegenüberliegenden in Subtraktionsfarbe. Seine Bilder erklärt KLEBS in folgender Weise: »Es lässt sich diese Erscheinung, wie leicht ersichtlich, nur durch eine radiäre Anordnung der optischen Achsen der Marksubstanz erklären, und es folgt unmittelbar daraus die positive Eigenschaft derselben«. Die Elementarteile der Markscheide fasst KLEBS etwa in derselben Weise auf wie E. BRÜCKE seine »Disdiaklasten« im querstreiften Muskel. Dieser Hypothese von der kristallinen Natur der Markscheidenelemente schliesst sich kurz nachher W. KÜHNE<sup>3</sup> an. KLEBS erwähnt zuletzt folgendes: »Ganz dieselben

<sup>1</sup> Zeitschr. f. ration. Medicin, 3:te Reihe, Bd. 14, S. 134—136, 1862.

<sup>2</sup> Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. etz. Bd. 32, S. 181—182, 1865.

<sup>3</sup> W. KÜHNE: Lehrbuch der physiologischen Chemie, S. 339, Leipzig 1868.

Polarisationskreuze wie auf dem Nervenquerschnitt erhält man auch an dem in Tropfen ausgeflossenen Nerveninhalt».

VALENTIN hält die von KLEBS beschriebenen Bilder der Faserquerschnitte für Kunstprodukte. Die Kreuze am Querschnitte seien nur dann sichtbar, wenn das Mark durch sekundäre Veränderungen (z. B. Chromsäurehärtung) konzentrische Schichtung zeige.<sup>1</sup> Er hält das Nervenmark für negativ einachsig doppelbrechend mit seiner optischen Achse parallel der Längsrichtung der Nervenfasern.<sup>2</sup>

Gegenüber VALENTIN erwähnt V. v. EBNER,<sup>3</sup> dass er das KLEBS'sche Interferenzkreuz auch an dünnen Querschnitten vom Froschischiadicus beobachten konnte, die unmittelbar nach dem Tode des Tieres durch die Gefriermethode angefertigt waren. Weiterhin gibt v. EBNER an (S. 186), dass das Mark eines frisch in Äther zerzupften Nerven seine Doppelbrechung verliert. Er hat auch einige Versuche mit Evertibratennerven ausgeführt und in diesen Versuchen bei Nervensträngen von Würmern und Arthropoden eine positive Doppelbrechung mit längsgerichteter Achse gefunden (S. 191). Überdies hat v. EBNER eine Reihe von Dehnungs-, Torsions- und Kompressionsversuchen an weissen Nerven in polarisiertem Licht angestellt. Ein in entsprechendem Grade vertiefter Einblick in die optischen Verhältnisse der Nerven wird durch diese komplizierten Versuche kaum gewonnen.

Eine Entdeckung, die allerdings nicht in polarisiertem Licht gemacht worden, die aber für die hier vorliegende Untersuchung besonders interessant und wertvoll ist, war diejenige von G. RETZIUS,<sup>4</sup> dass auch bei den Evertibraten (*Palaemon squilla*, verschiedenen Repräsentanten der *Mysidæ*) Nervenfasern mit Markscheide vorkommen.<sup>5</sup>

Die bedeutendsten Arbeiten der letzten Jahrzehnte über das Verhalten des Nervengewebes in polarisiertem Licht sind die kurz nach einander erschienenen Arbeiten von ST. APATHY, B. FRIEDLÄNDER und H. AMBRONN.

APATHY,<sup>6</sup> der über die feinsten Strukturverhältnisse der Nervenfasern Angaben macht, äussert sich folgendermassen:

»Die Doppelbrechung der leitenden Substanz ist an sogenannten nackten Nervenfasern nicht weniger als an den sogenannten markhaltigen Nervenfasern und an den kleineren Ästen ebenso gut wie an grösseren Stämmen nachweisbar» (S. 626).

»Das Myelin kommt auch in der leitenden Substanz scheidenloser Nerven gleichmässig verteilt und in verhältnismässig grosser Menge vor» (S. 641).

»Die doppelte Lichtbrechung der Nervenfasern ist ausschliesslich dem Myelin zuzuschreiben» (S. 637).

»Es sind . . . nicht die Nervenprimitivfibrillen, welche das Licht doppelt

<sup>1</sup> Zit. nach v. EBNER (siehe unten).

<sup>2</sup> Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe etc. S. 298.

<sup>3</sup> V. v. EBNER: Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organisirter Substanzen, Leipzig 1882, S. 182.

<sup>4</sup> Biologiska Föreningens Förhandlingar 2 Dez. 1888, Stockholm, Bd. 1, S. 58—62.

<sup>5</sup> Später von APATHY auch für *Penaeus*, *Palinurus* und *Squilla mantis* angegeben.

<sup>6</sup> Biologisches Centralblatt, Bd. 9, Heft 17 u. 19—21, 1889.

brechen, denn diese sind bei gekreuzten Nicols dunkel; doppelbrechend ist die interfibrilläre Substanz und zwar das darin enthaltene Myelin.<sup>1</sup>

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben eine Notiz von APATHY, die sich an ähnliche Ansichten von VALENTIN und v. EBNER anlehnt:

»Die doppelte Lichtbrechung der Nervenfasern ohne Markscheide wird durch Stehen in Glyzerin ohne vorherige Fixierung *nur in dem Masse ganz allmählich alteriert*,<sup>2</sup> dass das gleichmässig in der leitenden Substanz verteilte Myelin in Form von Tropfen herauschmilzt, welche mit einander zusammenfliessend Myelinformationen bilden«. (S. 641).

Die Arbeit von B. FRIEDLÄNDER<sup>3</sup> gewinnt ihre grösste Bedeutung dadurch, dass in derselben die Struktur der bei verschiedenen Anneliden und Crustaceen vorkommenden sog. Kolossalfasern oder Neurochorde wesentlich aufgeklärt wird. FRIEDLÄNDER macht unter anderem eine ausführliche Mitteilung über das Verhalten der Neurochorde von Mastobranchus in chromatisch polarisiertem Licht.

»Die Neurochordscheide, bezw. der zähflüssige Anteil derselben, ist in hohem Grade doppelbrechend. Ein Neurochord, in ganz wenig Wasser oder Hämolymphe des Wurmes zwischen gekreuzten Nicols beobachtet, erscheint sehr deutlich mit hellen Konturen. Schaltet man ein Gipsplättchen, Rot erster Ordnung, ein, und dreht das Objekt so, dass die Längsachse des Neurochords gleichgerichtet ist mit der Hauptachse des Gipsplättchens, so erscheint die Neurochordwand intensiv gelb, gibt also die Subtraktionsfarbe, d. h. die grössere Achse der Elastizitätsellipse der Neurochordwand steht in diesem Fall senkrecht auf der Hauptachse des Gipsplättchens, mithin auch senkrecht zur Längsachse des Organs.»

Auch der Bauchstrang von Lumbricus wird von FRIEDLÄNDER in ähnlicher Weise untersucht:

»Betrachtet man zwischen gekreuzten Nicols und bei eingelegter Gipsplatte Rot I:er Ordnung ein Stückchen Bauchmark von Lumbricus, welches der Hauptachse des Gipsplättchens parallel gerichtet ist, so erscheint der Bauchstrang im allgemeinen in der Additionsfarbe lebhaft blau, während sich die Neurochorde, insbesondere die optischen Längsschnitte der Wandungen derselben, höchst frappant in der Subtraktionsfarbe gelb abheben.»

»Erwärmt man das Objekt etwa auf den Siedepunkt des Wassers, so ist diese optische Reaktion verschwunden, tritt aber mit der Abkühlung wieder ein.»

»Zieht man die fettartige Substanz der Neurochordwand mit absolutem Alkohol und Äther aus, so ist die rückbleibende Masse . . . zwar noch etwas doppelbrechend, aber sehr viel schwächer und im umgekehrten Sinne.»

<sup>1</sup> Bei den enormen Schwierigkeiten, die dem Beobachten in polarisiertem Licht unter sehr hohen Vergrösserungen entgegenstehen, muss man ernstlich bedauern, dass APATHY keine Angaben über das Instrument und die Methodik mitteilt, die eine solche Entdeckung wie die von ihm mit gesperrtem Druck wiedergegebene ermöglicht haben. Über die Folgerungen APATHY's ist es auch deshalb schwer, sich ein Urteil zu bilden, weil er im allgemeinen seine Resultate mitteilt, ohne anzugeben, wo die Untersuchung in polarisiertem Licht zur Verwendung gekommen ist und wo andere Methoden.

<sup>2</sup> Vom Ref. en kursiviert.

<sup>3</sup> Mitteil. aus d. zoolog. Station zu Neapel, Bd. 9, Heft 2, S. 205—265, 1889.

Die Beobachtungen FRIEDLÄNDER's münden in die Folgerung aus, dass die Neurochorde, wie übrigens schon FR. LEYDIG<sup>1</sup> ausgesprochen hat, nichts anders als riesige mit Markscheide ausgestatte Nervenfasern sind.

APATHY, der sie jedenfalls auch als Nervenfasern auffasst, macht geltend, dass die Neurochorde einer Markscheide auch entbehren können, und führt als Beispiel die Neurochorde der Hirudineen an, »in denen sich das Myelin bloss in der leitenden Substanz selbst befindet».

In der Arbeit von H. AMBRONN<sup>2</sup> werden zunächst einige früher gemachte Beobachtungen nachgeprüft und erweitert. Unter anderem weist er nach, dass die mit Markscheide ausgestatteten Nerven zwar, wie zuerst v. EBNER angegeben hat, unter der Einwirkung von Äther ihre charakteristischen doppelbrechenden Eigenschaften verlieren. Aber sie bleiben gemäss AMBRONN's Untersuchungen auch nach dieser Behandlung doppelbrechend, nur hat die Doppelbrechung den entgegengesetzten Charakter angenommen, d. h. sie stimmt in Bezug auf die optischen Achsen mit derjenigen von Bindegewebs- und Muskelfasern überein.

Ferner findet er, dass typische, mit Markscheide versehene Nervenfasern, welche etwa auf den Siedepunkt des Wassers in Glyzerin erwärmt werden — ebenso wie es FRIEDLÄNDER für die Mastobranchusneurochorde früher gefunden hat — ihre charakteristische Doppelbrechung verlieren und nunmehr eine schwache Wirkung in dem Sinne *positiver* Doppelbrechung ausüben. Lässt man das Präparat sich wieder abkühlen, so kehren nach AMBRONN die ursprünglichen Brechungsverhältnisse in ihrer vollen Stärke zurück.

Die zuletzt besprochenen Ergebnisse werden von AMBRONN zu Gunsten der von KLEBS<sup>3</sup> und KÜHNE<sup>4</sup> vertretenen Hypothese gedeutet, dass das Nervenmark kleinste Kristalle in regelmässiger Orientierung enthält, die bei der Erwärmung verflüssigt und bei der Abkühlung wieder regeneriert werden.

Besonders bedeutungsvoll ist ferner die AMBRONN'sche Arbeit dadurch geworden, dass er an genau angegebenen Material von Evertebraten das Verhalten der grauen Nerven in polarisiertem Licht untersucht. Leider hat er dabei nicht mitgeteilt, in welchen Einbettungsmitteln — ob in Körperlymphe des Tieres, in Meerwasser oder in Glyzerin — die Präparate sich während der Untersuchung befunden haben.

Bei einigen grauen Nerven hat er eine Reaktion in chromatisch polarisiertem Licht gefunden, die ganz ähnlich derjenigen von weissen Nerven ist, somit Subtraktionsfarbe, wenn die Faserrichtung parallel der Achse des Gipsplättchens verläuft, dagegen Additionsfarbe in der zur vorigen winkelrechten Lage. In diese Kategorie gehören: die Nerven in den Fühlern von *Phyllirhoë bucephala*; die Siphonalnerven einer *Venus*-Art; die Cerebro-Visceral-Commissuren einer *Cardium*-Art; die Nerven

<sup>1</sup> FR. LEYDIG: Vom Bau des thierischen Körpers [Handbuch der vergleich. Anatomie], Bd. I, S. 154—156, Tübingen 1864.

<sup>2</sup> Berichte d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig, Math.-phys. Classe, Bd. 42, S. 419—429, 1890.

<sup>3</sup> A. a. O.

<sup>4</sup> A. a. O.

in den Cirrhen und blattartigen Anhängseln von *Hermadion fragile*, endlich auch die Fasern des *N. olfactorius*.

Eine entgegengesetzte Reaktion, mit derjenigen des Bindegewebes und des Muskels übereinstimmend, gaben dagegen die in den Flügeln verschiedener Pteropoden-Arten befindlichen Nerven, ebenso die Extremitätennerven der Caprelliden.

Auf Grund seiner Beobachtungen spricht AMBRONN folgende Ansicht aus:

Sowohl in den markhaltigen wie in den marklosen Nerven ist, abgesehen von der sog. Schwann'schen Scheide, eine Grundsubstanz vorhanden, welche bei Abwesenheit von Myelin bezw. Lecithin normalerweise positive Doppelbrechung besitzt. Ist nun der optisch wirksame Körper in Form sehr kleiner, mit ihren optischen Achsen rädial, sonst aber untereinander gleichsinnig gelagerter Krystalle vorhanden, so wird dadurch die positive Doppelbrechung der Grundsubstanz verdeckt, und es tritt der umgekehrte Charakter ein. Je nach der Menge des vorhandenen Lecithins wird die Stärke der Doppelbrechung schwanken, und es kann auch der Fall eintreten, dass sich beide das Gleichgewicht halten oder gar die positive Doppelbrechung noch etwas überwiegt. Höchst wahrscheinlich sind alle Übergänge in dieser Beziehung vorhanden. Nach Behandlung mit Äther wird aber immer der positive Charakter der Grundsubstanz rein hervortreten.

Später haben AMBRONN und H. HELD<sup>1</sup> die Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht verwendet, um u. a. die Entwicklung von Markscheiden in den Sehnervenfasern der blindgeborenen Jungen von Katzen und Kaninchen zu verfolgen. Dabei wurden durch die ebengenannte Methode die Angaben von FLECHSIG, HELD u. A. bestätigt, dass die Markreifung in den motorischen Bahnen früher als in den sensorischen eintritt, sowie dass unter den letzteren die Fasern der Vestibularisbahn bei der Geburt schon ein gut entwickeltes Mark besitzen, während die Fasern des *N. opticus* (bei den betreffenden Tieren) zu dieser Zeit noch einer Markscheide entbehren.

In derselben Arbeit wird die Struktur des Geruchsnerven folgendermassen erörtert: »Wir haben mit Hilfe sehr starker Vergrösserungen die Struktur des Olfactorius (des Hechtes) zu lösen versucht. Es stellte sich dabei heraus, dass der *N. olfactorius* nicht gleichmässig über die ganze Fläche Subtraktionsfarbe zeigte, sondern aus einer grossen Anzahl ausserordentlich feiner markhaltiger Nervenröhren besteht, die sich in Form feiner orangefarbener, nahe an einander liegender Linien zeigten.» Durch diese Angabe bringen die Verff. neue Gründe für eine früher von TH. BOVERI<sup>2</sup> auf Grund von Weigert-Färbungen ausgesprochene, aber von GAD u. HEYMANS u. A. bestrittene Ansicht bei, dass die Fasern des *N. olfactorius* mit einer Markscheide ausgestattet sind.

<sup>1</sup> Berichte d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig, Mathem.-phys. Classe, Bd. 47, S. 38—51, 1895.

<sup>2</sup> Abhandl. d. kgl. bayerisch. Akad. d. Wissensch., Mathem.-phys. Classe, Bd. 15, S. 423—494, München 1886.

Es dürfte aus der mitgeteilten geschichtlichen Übersicht bereits erhellen, dass über die Anisotropie der mit Markscheide versehenen Nervenfasern ziemlich ausgedehnte Beobachtungen vorliegen. Nur muss die Frage, wie sich der optische Querschnitt dieser Fasern in chromatisch polarisiertem Licht verhält, — in Anbetracht der verschiedenen Angaben von einerseits VALENTIN, andererseits KLEBS und v. EBNER — noch als eine offene betrachtet werden. Die Entscheidung dieser Streitfrage ist aber deshalb wichtig, weil dadurch die theoretische Auffassung von der Markstruktur notwendigerweise beeinflusst werden muss. Übrigens harren auch andere Fragen bezüglich der *feineren* optischen Struktur der weissen Nervenfasern ihrer Lösung.

In Bezug auf das Verhalten der grauen, blassen, bisweilen auch als »marklos« bezeichneten Fasern in polarisiertem Licht sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft. Die vorliegenden Angaben gestatten kaum mehr als die Vermutung auszusprechen, dass einige derselben sich bezüglich der Achsenrichtungen des Elastizitätsellipsoids wie weisse Nerven, andere umgekehrt verhalten. Eine erneute Untersuchung auf diesem Gebiete ist um so eher geboten, als einerseits das Vorkommen einer dem »Myelin« ähnlichen Substanz bei mehreren blassen Nerven von verschiedenen Autoren (TH. BOVERI, ST. APATHY, B. FRIEDLÄNDER) behauptet worden ist, andererseits gerade die Doppelbrechung eine der charakteristischsten Eigenschaften des »Myelins« darstellt. Ein allgemeineres Interesse wird eine derartige Untersuchung besonders dann beanspruchen können, wenn sie zu einer vergleichend-physiologisch begründeten Auffassung von der Funktion des Nervenmarks und homologer Bildungen führen oder wenigstens eine solche anbahnen kann.

## 2. Untersuchungsmethode.

Das Material für die Untersuchungen ist Tieren entnommen, die unmittelbar vor der Präparation entweder auf mechanischem Wege oder durch Erstickung getötet oder durch narkotische Stoffe betäubt wurden. Während die Vertebraten stets in der zuerst angegebenen Weise behandelt wurden, war es für verschiedene Evertebraten notwendig, die beiden anderen Auswege zu ergreifen.

Betreffs vieler marinen Evertebraten wurde einfach der Umstand zu Hilfe genommen, dass die Tiere nach kurzem Aufenthalt in der Luft der Erstickung erliegen. Bei anderen, mehr zählebigen marinen Evertebraten kamen Betäubungsmittel zur Verwendung. Es musste dies geschehen, weil die Tiere im allgemeinen erst nach einer tiefgreifenden Zerstörung des Zentralnervensystems zu Grunde gehen, und weil gerade die Kommissuren des Zentralnervensystems für die Untersuchung besonders verwertbar sind. Die Betäubung geschah in solchen Fällen nach der Methode, die sich für die betreffende Tierspezies nach den Erfahrungen an der zoologischen Station zu Kristineberg am meisten bewährt hat.

Am häufigsten wurde die Betäubung so ausgeführt, dass das Tier in ein 4 Volumprozent Äthyläther enthaltendes Meerwasser eingetaucht wurde, bis alle sponta-

nen und reflektorischen Bewegungen erloschen waren. Sobald dies erreicht war, wurde die Präparation vorgenommen. Wo andere Methoden zur Verwendung gekommen sind, wird es in jedem besonderen Falle erwähnt werden.

Ein freipräparierter Nerv, der in reinen Äther eingelegt wird, bietet nach kurzer Zeit weitgehende Veränderungen seiner doppelbrechenden Eigenschaften dar. Es war daher selbstverständlich eine besondere Prüfung nötig, ob die Äthernarkose irgendwie die Doppelbrechung des in situ liegenden Nerven verändert. Es konnte aber bei den wiederholten Kontrollversuchen, die ich hierüber anstellte, nach der kurzdauernden Einwirkung, die nötig ist, um das Tier regungslos zu machen, kein Einfluss auf die doppelbrechenden Eigenschaften seiner Nerven nachgewiesen werden. Ob dasselbe auch für eine mehrere Stunden dauernde Ätherwasserbehandlung behauptet werden kann, ist zweifelhaft. Jedenfalls habe ich es nicht für nötig gehalten, dies zu untersuchen, da die Tiere im allgemeinen binnen zwanzig Minuten, die widerstandsfähigsten wenigstens im Laufe einer Stunde, gelähmt wurden.

Es ist an sich wahrscheinlich und besonders durch die eingehenden Untersuchungen v. EBNER's erwiesen, dass die mechanische Spannung, in der sich ein Nerv befindet, auf die Stärke seiner Doppelbrechung einwirkt. Will man in möglichst natürlichem Zustande die Doppelbrechung beobachten, so muss daher auch dafür Sorge getragen werden, dass die Spannungsverhältnisse des Organs bei der Untersuchung soviel wie irgend möglich mit denjenigen übereinstimmen, die bei dem lebenden Tiere herrschen. Aus der Literatur ist allerdings nicht zu entnehmen, dass frühere Untersucher zu diesem Zweck irgend welche Massregeln getroffen haben. Es dürfte daher eine Erörterung der meinigen nicht überflüssig sein.

Tiere, deren Körper sehr dehnbar ist, z. B. *Lumbricus*, *Hirudo*, *Pontobdella*, sind in der natürlichen Länge, auf die sie sich bei der Betäubung einstellen, mit Nadeln an einer Korkscheibe befestigt worden. Nachdem dann der Nervenstrang von den angrenzenden Geweben vollständig freipräpariert worden ist, wird ihm eine Stütze durch einen Bügel aus Silberdraht gegeben. Die Form des Bügels ist aus der Figur 1 ersichtlich; die Dicke des Silberdrahtes beträgt 0,5 Mm. Durch jede der beiden endständigen Ösen ist ein sehr dünner Seidenfaden gezogen und nachher an der Öse zugeknüpft. Von jedem Faden wird die eine Hälfte unter den Nervenstamm, der sich noch in seiner natürlichen Lage befindet, hinuntergeschoben. Der Nerv wird sodann an den Enden des Bügels festgeknüpft. Schliesslich werden der Nervenstamm ausserhalb der Ösen sowie die freien Fadenenden durchgeschnitten. Das zu untersuchende Präparat ist jetzt ohne Änderung seiner natürlichen Spannungsverhältnisse auf einen Rahmen von genügender Festigkeit aufgebunden.



Fig. 1.

Was die Einbettung des Präparats betrifft, so ist eine Untersuchung in der eigenen Körperlymphe des Tieres selbstverständlich den natürlichen Verhältnissen am meisten entsprechend. Für die Untersuchung an Vertebratennerven ist es auch immer möglich gewesen, eine genügende Menge von Blutserum oder Glaskörperfiltrat zu erhalten. Für die Einschliessung der an einem Silberbügel aufgebundenen Evertbratennerven ist dagegen eine genügende Menge Lymphe nicht immer vor-

handen gewesen. In solchen Fällen habe ich vielfach das Nervenpräparat in einer feuchten Kammer ohne Einbettungsflüssigkeit untersucht. Oder, als Ersatz für die Körperlymphe habe ich salinische Lösungen verwendet, entweder — wie bei den marinen Evertebraten — Meerwasser, oder — wie bei den Land- und Süßwasser-evertebraten — eine Clornatriumlösung von etwa demselben osmotischen Druck wie die Lymphe oder das Blut des Tieres.

Bisher ist von allen Untersuchern behauptet worden, dass Einschliessung in Glycerin die Doppelbrechung der Nerven nicht verändert. Da nun Glycerin ein sehr bequemes Einbettungsmittel ist, das überdies eine Aufhellung der Präparate bewirkt und daher bei der Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht die Interferenzfarben brillanter hervortreten lässt, nahm auch ich anfangs gern meine Zuflucht zu Glycerineinbettung. Mehrere Präparate von marinen Tieren wurden sogar nur in Glycerin beobachtet. Im Laufe meiner Untersuchungen stellte es sich aber bald heraus, dass entgegen der früher herrschenden Ansicht die Doppelbrechung der blassen Nerven durch die Glycerineinbettung in der Regel verändert wird und zwar nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ, d. h. in Bezug auf die *Art* der Anisotropie. Nachdem dies festgestellt worden, habe ich von jedem Material im allgemeinen wenigstens zwei Präparate untersucht, das eine in irgend einer der oben genannten serösen oder salinen Flüssigkeiten, das andere in Glycerin eingeschlossen. Um bei Einbettung der grauen Nerven in Glycerin mit einander vergleichbare Resultate zu erhalten, mussten die Ablesungen der Interferenzfarben nach etwa derselben Einwirkungszeit des Glycerins geschehen. Diese Zeit betrug in meinen Versuchen ungefähr 2 Stunden. Währenddessen verblieb das Präparat in einem Uhrgläschen, das eine ziemlich reichliche Menge Glycerin enthielt. Leider ist die Haltbarkeit der Präparate, auch derjenigen, die in Glycerin eingebettet sind, ziemlich beschränkt.

Die optischen Hilfsmittel, welche für die Analyse der doppelbrechenden Eigenschaften des Nervengewebes mir zur Verfügung standen, waren folgende. Das Mikroskop war von dem Zeiss'schen Typus II<sup>a</sup> und mit ausklappbarem Kondensator versehen. Die nötigen Vorrichtungen für Untersuchungen in parallelem polarisiertem Licht waren von derselben Firma geliefert. Die apochromatischen Objektive von der Brennweite 16 bzw. 8 mm. waren frei von schädlich wirkender Doppelbrechung, das letztere, um dieser Forderung völlig zu genügen, eigens für diese Untersuchung angefertigt. Von Kompensationsokularen verfügte ich über Nr. 2, 4, 6 und 12. Am meisten benutzte ich eine Kombination des Objektivs von 16 mm. Brennweite mit dem Kompensationsokular 4 (lineare Vergrößerung 62). Die nächste Abstufung der Vergrößerung wurde im allgemeinen so hergestellt, dass Kompensationsokular 4 gegen 12 vertauscht wurde (l. Vergr. 187). Für ganz subtile Beobachtungen kam Objektiv 8 mm nebst Okular 12 zur Verwendung (l. Vergr. 375). Die Benutzung noch stärkerer Vergrößerungen war nur in Einzelfällen und dann nur für die Untersuchung mit ungefärbtem Licht (d. h. ohne Gipsscheibe) erfolgreich.

Im allgemeinen wurde bei hellem Tageslicht gearbeitet, nur ganz ausnahmsweise bei künstlicher Beleuchtung mittelst einer Nernstlampe oder elektrischen Metallfadenslampe. Um Blendung und Beeinträchtigung der Bildschärfe durch fremdes Licht zu

vermeiden, geschah das Mikroskopieren hinter einem halbzyllindrischen, 1 Meter hohen, innen geschwärzten Pappschirme, in dem ein für die Beleuchtung des Mikroskopspiegels eben hinreichend grosses Fenster ausgeschnitten war.

Zwecks Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht konnte unter dem Objektisch und unmittelbar über dem Polarisator ein Gipsplättchen eingelegt werden. Es handelte sich immer um ein solches von Purpur<sup>1</sup>. Die Achsenbezeichnung des Gipsplättchens entsprach, wie ich durch besondere Versuche feststellte, der Richtung der kürzeren Achse der Schnittellipse der optischen Elastizitätsfläche (surface d'élasticité) nach FRESNEL, bezw. der Richtung der längeren Achse der Deformationsellipse<sup>1</sup> von NÄGELI und SCHWENDENER.<sup>2</sup> Wenn ich irgendwo der Kürze halber von einer »Achse des Gipsplättchens« spreche, wird darunter die eben beschriebene Richtung verstanden. Bei der Untersuchung wird bekanntlich das Gipsplättchen mit seiner Achsenmarke in einer zu den Polarisations Ebenen der beiden gekreuzten Nicols diagonalen Richtung eingelegt.

Jeder Nerv bzw. jedes Bündel von Nervenfasern hat eine bestimmte Längsrichtung, mit der auch die Richtung seiner organisierten leitenden Elementarteile annähernd übereinstimmt. Für die Analyse der Doppelbrechung, soweit sie in chromatisch polarisiertem Licht ausführbar ist, sind nun zwei Lagen des Objektes besonders wichtig: erstens die Lage, wo die Längsrichtung der Nervenfasern in derselben Diagonale wie die Achse des Gipsplättchens eingestellt wird; zweitens die Lage, wo die Längsrichtung der Fasern in der gegenüberliegenden Diagonale, also der längeren Achse der FRESNEL'schen Schnittellipse des Gipsplättchens parallel verläuft. Um diese beiden, in den Beschreibungen immer wiederkehrenden Lagen je mit einem Wort angeben zu können, schlage ich vor, die erste als *Paragonallage*, die zweite als *Epigonallage* des Objektes zu bezeichnen. Die entsprechenden Diagonalen, die sich im Zentrum des Sehfeldes unter rechten Winkeln kreuzen, bilden mit den orthogonalen Diametern je einen Winkel von 45°.

Wie aus der geschichtlichen Übersicht z. T. hervorgeht, verhalten sich parallel-faseriges Bindegewebe, elastische Fasern, Muskelfasern und Haarbildungen bei der Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht insofern gleich, als sie in Paragonallage Additionsfarben, in Epigonallage Subtraktionsfarben erzeugen. Diese sämtlichen faserigen Bildungen bestehen der Hauptsache nach aus Proteiden. Deshalb schlage ich vor, die durch eine solche Lage der optischen Achsen charakterisierte

<sup>1</sup> Dem Vorschlag von Nägeli und Schwendener dasjenige Ellipsoid, in das sich eine in einem isotropen Medium gedachte Hohlkugel durch die umformende Kraft eines geradlinigen Zuges bzw. Druckes verwandelt, als Elastizitätsellipsoid zu bezeichnen, kann ich nicht beitreten. Für das Glas, auf das sich die Ellipsoidkonstruktion von NÄGELI und SCHWENDENER bezieht, wird bei Dehnung die FRESNEL'sche Elastizitätsfläche ein in der Zugrichtung abgeplatteter, das NÄGELI-SCHWENDENER'sche Ellipsoid ein in derselben Richtung ausgezogener Rotationskörper. Einige Lehrbuchverfasser, z. B. CHWOLSON, setzen den Radius vector =  $\frac{1}{\sqrt{e}}$ , in welchem Ausdruck  $e$  die Ätherelastizität in der Richtung des betreffenden Radius bedeutet, und erhalten auf diese Weise ein Elastizitätsellipsoid, dessen längere Achse für das gedehnte Glas mit der längeren Achse des Deformationsellipsoids von NÄGELI und SCHWENDENER der Richtung nach zusammenfällt.

<sup>2</sup> C. NÄGELI u. S. SCHWENDENER: Das Mikroskop, 2:te Aufl., Leipzig 1877, S. 313—316.

Doppelbrechung *proteotrop*<sup>1</sup> zu nennen, wenn sie sich bei einer organisierten tierischen Bildung vorfindet. Ein mit Bezug auf die Orientierung der Achsen grösster und kleinster Elastizität völlig abweichendes Brechungsverhalten zeigen die Markscheiden der weissen Nervenfasern. Sie geben ausnahmslos in Paragonallage Subtraktionsfarben, in Epigonallage Additionsfarben. Ebenso verhält sich die Wandschicht der typischen aus der Markscheide sich entwickelnden Myelinformen, wenn sie zu langen Schläuchen auswachsen. Für den entsprechenden Typus der Doppelbrechung, den Verf. bei ziemlich umfassenden Beobachtungen an verschiedenen Organen und in verschiedenen Tierklassen ausser in dem Nervensystem nur in den distalen Teilen der Ruderplättchen einiger in *Syrupus sacchari* untersuchten Ctenophoren, sowie ganz schwach bei dem Neuroepithel des Sinneskörpers von *Bolina septentrionalis*, in derselben Flüssigkeit untersucht, gefunden hat, dürfte mit derselben Einschränkung<sup>2</sup> die Bezeichnung *myelotrop* eingeführt werden können.<sup>3</sup>

Spätere Erörterungen werden es ersichtlich machen, dass die betreffenden optischen Reaktionen wahrscheinlich in einer verschiedenen physikalisch-optischen Struktur einerseits der Proteidstoffe, andererseits gewisser sog. Lipoidsubstanzen (Glycerophosphatide, Cholesterin) begründet sind. Somit gibt myelotrope Doppelbrechung bei einer fibrillären animalen Bildung ein ziemlich zuverlässiges Kriterium dafür ab, dass Lipoider, besonders Glycerophosphatide oder Cholesterin, in der betreffenden Bildung reichlich vorkommen. Man könnte daher, vielleicht mit noch besserem Recht, den nämlichen Typus der Doppelbrechung auch als *lipotrop* bezeichnen.

Die Kosten für die zu der Untersuchung erforderlichen Instrumente sind teilweise durch eine Zuweisung von 300 Kronen aus dem A. FR. REGNELL'schen Fonds an der Universität Upsala bestritten worden.

### 3. Vergleichende Untersuchungen über die Anisotropie des Nervengewebes in verschiedenen Klassen des Tierreichs.

Die Beschreibung der diesbezüglichen Untersuchungen ist so angeordnet, dass unter dem Namen des Tieres als Rubrik die wichtigsten Beobachtungen angeführt werden, die an Material aus seinem Nervensystem gemacht worden sind. Die Tiere ihrerseits sind nach einer sinkenden Entwicklungsskala geordnet. Bezüglich der Systematik bin ich R. HERTWIG's Lehrbuch der Zoologie gefolgt.

<sup>1</sup> In dieser Arbeit, wo ja immer als bekannt vorausgesetzt werden kann, dass es sich um Untersuchungen in polarisiertem Licht handelt, werden auch die Ausdrücke *proteotrope* bzw. *myelotrope Reaktion* verwendet.

<sup>2</sup> D. h. dass es sich um eine organisierte tierische Bildung handelt.

<sup>3</sup> Übrigens muss hier die Aufmerksamkeit darauf gerichtet werden, dass eine solche Reaktion auch *vergetäuscht* werden kann, z. B. wenn eine in die Länge ausgezogene Bildung, wie viele Gefässe aus vorwiegend zirkulär verlaufenden Fasern von proteotroper Doppelbrechung aufgebaut sind.

### **Canis familiaris.**

*Geruchsschleimhaut*, in Glyzerin eingebettet. Eine grauliche Pigmentierung des Gewebes vermindert die Klarheit der Interferenzfarben bei Untersuchung über Gipsplättchen. Die zahlreichen Geruchsnervenbündel, die fast parallel die Schleimhaut durchziehen, zeigen, soweit sie im Mikroskop verfolgt werden können, myelotrope Doppelbrechung. Die dicksten Faserbündel geben in Epigonallage Gelb<sup>11</sup>. Mit abnehmender Dicke sinkt die Additionsfarbe; bei den feinsten Zügen, die sich unterscheiden lassen, ist sie purpurviolett.

An einigen Stellen, wo ein Nervenstamm beim Präparieren vermutlich einer Zerrung ausgesetzt gewesen ist, beobachtet man vollständige Lücken in der Kontinuität der Farbenreaktion. Die Interferenzfarbe sinkt längs einer scharfen Grenzlinie beispielsweise von Blaugrün<sup>11</sup> ohne Absätze herunter zur Bodenfarbe und beginnt wieder jenseits der Lücke ebenso unvermittelt.

*Fila olfactoria*, nach Einschliessung in Humor aqueus des Tieres beobachtet. Die präformierten Fäden zeigten myelotrope Doppelbrechung bis Indigo<sup>11</sup>. Ein Versuch, aus dem Material ein Zupfpräparat herzustellen, war erfolglos.

### **Felis domestica.**

Ein Stück aus dem *Mesenterium*. Das in einem Korkrahmen gespannte und in Glyzerin eingebettete Präparat enthält mehrere Vater-Pacinische Körper. Eine einzelne Nervenfasern konnte infolge der myelotropen Doppelbrechung ihrer Markscheide 41 mm weit in ihrer Bahn durch das Mesenterium mit Leichtigkeit verfolgt werden. Durch Beobachtung ohne Polarisationsapparat bei derselben Vergrößerung war die Natur der Faser nur unsicher festzustellen und ihre Bahn kaum zu erraten. Im Inneren der Vater-Pacinischen Körper verfolgt man die Auflösung der innervierenden Faser in spärliche dickere Zweige, deren myelotrope Doppelbrechung schwächer ist als bei der in die Hüllen noch nicht eingetretenen Nervenfasern.

### **Bos taurus.**

*Milznerven* eines Ochsen. Von dem von einer äusseren Bindegewebsscheide befreiten Nerven werden Zupfpräparate angefertigt, die sowohl in Humor aqueus als in Glyzerin untersucht werden. Völlig isolierte Remaksche Fasern geben in Humor aqueus proteotrope Reaktion. Die Additionsfarbe (Violett<sup>1</sup>) kann ohne merkbare Farbenton- oder Intensitätsveränderung über die ganze Breite der Faser hin verfolgt werden. In dem Inneren einzelner Fasern kann man, trotzdem die Randkontur geradlinig ist, aus einer charakteristischen Erscheinung auf die Gegenwart wellenförmig verlaufender doppelbrechender Bildungen schliessen. Die Erscheinung besteht

darin, dass die Fasern trotz ebener Kontur in Orthogonallage quergehende Bänder von abwechselnd gelber und violetter Farbe zeigen.

In Glycerinpräparaten ist die Doppelbrechung der Remakschen Fasern entschieden schwächer, so dass das Zeichen der Doppelbrechung bei Untersuchung einer einzelnen Faser nur mit Schwierigkeit festgestellt werden kann. Infolge dieses und anderer Umstände kommt indessen an den Glycerinpräparaten deutlicher als an den Humor-aqueus-Präparaten zur Erscheinung, dass der Milznerv auch andere nervöse Elemente enthält. Einen Typus bilden Fasern, die eine mit kürzerer oder längerer Unterbrechung wiederkehrende myelotrope Doppelbrechung zeigen, welche dem Anschein nach die ganze Dicke der Faser einnimmt. Der letztgenannte Effekt kann möglicherweise durch Schrumpfung bei der Einbettung in Glycerin hervorgerufen sein. Dieselben Fasern weisen mehrorts Verdickungen, wahrscheinlich entsprechend der Lage der Zellkerne, auf. Ein anderer Typus lässt sich als Fasern mit schwach entwickelter Markscheide unterscheiden, welche letztere in günstigstem Falle, wenn die Faser sich in Epigonallage befindet, als schmalste additionsfarbige Randlinien hervortritt.

Bezüglich des Inneren der eigentlichen Remakschen Fasern erhält man bei stärkerer Vergrößerung, wenn die Untersuchung in Humor aqueus zwischen gekreuzten Nicols ohne Gipsplättchen geschieht, den Eindruck, als wenn die anisotrope Substanz aus einer in der Längsrichtung der Faser ausgezogenen Materie feinsten Fäserchen bestände. TH. BOVERI hat angenommen, dass eine dem Myelin der Markscheide analoge Materie in geringer Menge sich in der Interfibrillarsubstanz der Remakschen Fasern fände. Da die positive Doppelbrechung der fraglichen Nervenfasern bei Einbettung in Glycerin sinkt, so ist das Vorkommen von Lipoiden innerhalb derselben recht wahrscheinlich. Genauer die Stelle anzugeben, wo die Lipoide vorkommen, erlaubt dagegen die Methode nicht infolge der allzu kleinen Dimensionen der Fasern.

Von dem Milznerv wird ein Strang von kaum 1 mm Dicke lospräpariert, auf den silbernen Bügel aufgebunden und in Glycerin eingebettet. Wenn nach einigen Stunden das Glycerin das Präparat vollständig durchdrungen hat, zeigt es sich, dass dieses proteotrop reagiert. Die höchste Interferenzfarbe ist Blaugrün<sup>11</sup>. Remaksche Fasern und Bindegewebe haben also ein bedeutendes Übergewicht über die in myelotroper Richtung wirkenden eingemischten Elemente.

### **Lepus cuniculus.**

*N. olfactorius.* Ein Versuch, Zupfpräparate in Glycerin zu erhalten. Kleinere Faserbündel zeigen starke myelotrope Reaktion. Wo ausnahmsweise eine vereinzelt Faser aus dem Zusammenhang mit den angrenzenden gelöst worden ist, gibt sie eine myelotroper Doppelbrechung entsprechende Interferenzfarbe, die auch in dem axialen Teil des optischen Längsschnitts der Faser beobachtet werden kann und dort nicht einmal schwächer zu sein scheint als an den Rändern (Vergr. 375 mal).

Sektor aus der *Netzhaut* eines albinotischen Kaninchens; das Präparat ist plan ausgebreitet und in Glycerin eingebettet. Von dem Eintritt des Sehnervs aus kann man der Hauptsache nach meridionale, während ihres Verlaufs sich in immer feinere

Zweige auflösende Nervenfaserbündel verfolgen, welche myelotrope Doppelbrechung von mässiger Stärke aufweisen. Weit nach der Peripherie hin, wo die Dicke der Nervenbündel auf weniger als  $\frac{1}{10}$  der an ihrem Anfang herrschenden heruntergegangen ist, lässt sich die Doppelbrechung bei den im Gewebe verlaufenden Elementen nicht mehr analysieren.

Gleichwie bei den Geruchsnervenfasern des Kaninchens kann auch bei den Nervenfasern der Netzhaut die myelotrope Doppelbrechung nicht ausschliesslich in den Randkonturen lokalisiert werden. Infolgedessen muss man für die Netzhautfasern annehmen, entweder dass, wenn die myelotrope Substanz eine äusserst dünne Schicht an der Oberfläche der einzelnen Faser bildet, diese Schicht der radiären Anordnung der optischen Achsen, wie sie die Markscheide kennzeichnet (vgl. Kap. 5), entbehrt, oder auch dass die fragliche Substanz auch im Inneren der einzelnen Faser vorkommt. Um zwischen diesen Möglichkeiten zu entscheiden, muss man zu anderen Untersuchungsmethoden greifen.

*N. sympathicus cervicalis* (Grenzstrang) zeigt in Humor aqueus eine schwache und ungleichmässige myelotrope Reaktion, die nirgends über Indigo<sup>11</sup> hinausgeht. Nachdem das Präparat in Glyzerin eingebettet worden ist und eine Stunde darin gelegen hat, ist die Farbe so gestiegen, dass sie an einigen Stellen Rosaorange<sup>11</sup> erreicht.

*N. sympathicus lumbalis* (Grenzstrang) in Humor aqueus erweist sich als deutlich zusammengesetzt aus Zügen mit unter einander dem Zeichen nach entgegengesetzter Doppelbrechung; einiges Übergewicht behalten die, welche proteotrope Reaktion zeigen. Ihre höchste Interferenzfarbe ist Blau<sup>11</sup>. Nach Einbettung in Glyzerin geht gleichzeitig mit der dabei eintretenden Schrumpfung die resultierende Doppelbrechung überall in myelotrope über, und die Farbe steigt stellenweise bis auf Gelb<sup>11</sup>.

*N. ischiadicus*: Der Nervenstamm wird aus einem unmittelbar zuvor getöteten Tier herauspräpariert. Im voraus sind aus einer ziemlich festen Gallerte (8% Gelatine), die mit Tusche gefärbt worden ist, viereckige Blöcke von 1 cm<sup>2</sup> Bodenfläche und 0,5 cm. Höhe ausgeschnitten worden. Ein Tunnel von geeigneter Weite wird in der senkrechten Achsenrichtung des Blockes ausgestanzt und durch denselben der Nervenstamm gezogen, der dann mittelst eines scharfen Rasiermessers in der Höhe der oberen und unteren Basalfläche abgeschnitten wird. Sogleich danach wird der Block mittelst flüssiger Kohlensäure zum Gefrieren gebracht, worauf mittelst Mikrotoms Querschnitte von der Dicke 30 bzw. 20  $\mu$  hergestellt werden. Die Schnitte werden sofort in Glyzerin eingebettet. Sobald geeignete Schnitte haben ausgewählt werden können, wird die Untersuchung bewerkstelligt, die mit eingeschobenem Gipsplättchen geschieht.

An Stellen, wo die Fasern mehr auseinander liegen und der Schnitt sie völlig transversal getroffen hat, sieht man die ringförmige Kontur der Markscheide. Ihre Dicke erscheint indessen grösser in diesen Präparaten als in den optischen Längsschnitten der Fasern desselben Nerven, wenn diese nach Isolierung in Glyzerin untersucht werden. In den bestgelungenen Faserquerschnitten sieht man (vgl. Taf. I, Fig. 2) einen dem Achsenzylinder entsprechenden zentralen runden Fleck, der die Bodenfarbe (Purpur<sup>1</sup>) behalten hat. Der Querschnitt der Markscheide zeigt überall

starke Anisotropie. Diese wird dadurch charakterisiert, dass, wenn ein einzelner Nervenfaserschnitt in den Mittelpunkt des Sehfeldes eingestellt ist, die Markscheide in den paragonalen Quadranten Additionsfarbe, in den epigonalen Subtraktionsfarbe zeigt. Innerhalb jedes einzelnen Quadranten herrscht die stärkste Abweichung von der Bodenfarbe in dem Radius, der seiner Bisektrix entspricht; von da aus findet eine sukzessive Annäherung an die Bodenfarbe statt, je mehr man sich den Orthogonaldurchmessern nähert. Die höchste Interferenzfarbe, die bei 30  $\mu$  dicken Schnitten beobachtet wurde, war  $\text{Blaugrün}^{\text{II}}$ .

Die oben beschriebenen Bilder, die an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig liessen, veranlassen mich, gegenüber VALENTIN denselben Standpunkt einzunehmen wie vorher KLEBS und v. EBNER. Und ich tue es mit um so grösserem Recht, als ich ganz besonders mein Augenmerk auf eine Fehlerquelle gerichtet habe, die v. EBNER in seiner Arbeit jedenfalls nicht erwähnt. Da der Inhalt der Markscheide flüssig, wenn auch von zäher Konsistenz ist, so geschieht es leicht, dass er an der Querschnittsoberfläche so stark hervorquillt, dass er über dem Achsenzylinder zusammenfliesst. Derartige Querschnittsbilder waren sogar am zahlreichsten vertreten. Bei ihnen ist natürlich die ursprüngliche Topographie der doppelbrechenden Schicht stark gestört. Auf solche Bilder habe ich keine Rücksicht genommen, sondern nur auf die zuerst beschriebenen. Indessen kann ja immer eingewendet werden, dass eine mechanische Störung auch bei den gelungensten Schnitten dieser Präparate bewirkt worden ist. Die grosse Regelmässigkeit in dem optischen Verhalten der untersuchten Querschnitte, sofern ihre Dünne hinreichend war, und das bei allen gelungenen Schnitten völlig gleichartige Aussehen zeugen jedoch davon, dass dieser Einwand überwiegend formeller Natur ist.

### **Rana esculenta et temporaria.**

*N. ischiadicus.* Zupfpräparate in Serum von derselben Tierart. Das Endoneurium ist proteotrop doppelbrechend. Infolge ihrer ausserordentlichen Dünne und der unmittelbaren Nachbarschaft des stark doppelbrechenden Markscheideninhalts kann das optische Verhalten der Schwannschen Scheide nicht an einer intakten Nervenfasern festgestellt werden. Gelingt es, durch eine mechanische Läsion den Markscheideninhalt zum Ausfliessen zu bringen, so tritt nunmehr die Schwannsche Scheide mit proteotroper Doppelbrechung hervor.

Die Markscheide selbst zeigt eine starke und typische myelotrope Doppelbrechung. Höchste Interferenzfarbe ist Blau<sup>II</sup> mit einem Stich in Grün<sup>II</sup>. Bei Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols ohne Gipsplättchen erscheint im allgemeinen der axiale Teil der Nervenfasern schwarz gleichwie der Boden des Sehfeldes. Jedoch behauptet sich betreffs des Achsenzylinders die grössere Empfindlichkeit der Untersuchungsmethode mit chromatisch polarisiertem Licht, vorausgesetzt dass die Beleuchtung ausgezeichnet ist, beispielsweise von leichten hellen Wolken an einem sonnigen Tage herkommt. Stellt man in Diagonallage unter solchen Beleuchtungsver-

hältnissen auf eine der dicksten Nervenfasern ein, die in einem in Serum oder Humor aqueus derselben Tierart eingebetteten Präparat angetroffen werden, und macht man bei 375facher Vergrößerung soweit als möglich scharfe Einstellung für die Achse der Nervenfaser, so wird man finden, dass zwar der stark doppelbrechende optische Längsschnitt der Markscheide nach innen zu durch eine ziemlich scharfe Linie begrenzt wird, dass sich aber nach innen von dieser Linie meistens eine Zone von bedeutend niedrigerer, in axialer Richtung allmählich vertonender Interferenzfarbe unterscheiden lässt. Untersucht man eine grössere Anzahl Fasern, so wird man ferner stets solche finden, bei denen in dem axialen Teil des optischen Längsschnitts der Faser die Reaktion in eine proteotrope umschlägt. Es kann hierin ja das proteotrope Verhalten der Henleschen und der Schwannschen Scheide zum Ausdruck kommen. In einigen Fällen habe ich aber deutlich beobachtet, dass die Ursache eine andere gewesen ist. Während die axiale proteotrope Doppelbrechung in den ersten Minuten nach der Einbettung des Präparats im allgemeinen mehr diffus schien, differenzierte sich, wenn die Beobachtung eine Stunde oder länger fortgesetzt wurde, in vielen Fasern an derselben Stelle ein meistens wellenförmig innerhalb des Achsenzylinderraums verlaufender Streifen heraus, dessen Breite geringer als die des Achsenzylinders, und dessen Reaktion unzweifelhaft proteotrop war.

Die Abweichung in Farbenton von der Bodenfarbe war jedoch bei dem eben beschriebenen Streifen so gering, dass sie nicht ohne Übertreibung im Bilde wiederzugeben sein dürfte. Zuweilen, wenn der Markscheideninhalt an einer lädierten Stelle ausgeflossen war, kam indessen die fragliche Struktur besser zum Ausdruck. Solche Bilder fand ich an einem Zupfpräparat, dessen Einbettung zufälligerweise in isotonischer Kadmiumsulfatlösung<sup>1</sup> geschehen war. Taf. 3, Fig. 6 gibt ein Bild von diesem Präparat wieder. Das Specimen, das dem Bilde zugrunde liegt, ist indessen nicht als vollgiltiges Beweismaterial zu betrachten, denn Kadmiumsulfat fällt sowohl Eiweiss als Phosphatide und kann also Veränderungen des Grades der Doppelbrechung bei den betreffenden Bildungen herbeigeführt haben, das Bild besitzt aber seine Bedeutung, da es als eine etwas übertriebene Kopie dessen betrachtet werden kann, was ich in einigen Fällen bei in Serum oder Humor aqueus eingebetteten, soweit ich habe finden können, morphologisch unveränderten Nervenfasern habe beobachten können.

Ich habe angenommen, dass der fragliche Streifen schwächster proteotroper Reaktion durch eine Anhäufung von Fibrillen innerhalb eines begrenzten Gebietes des Achsenzylinders entsteht. Die Bilder scheinen mir zu beweisen, dass der Fibrillenapparat in der weissen Nervenfaser proteotrop ist und ein Gerüst von Proteiden enthält. Ob die einzelne Fibrille proteotrope Reaktion besitzt, ist bereits schwieriger zu entscheiden, denn es wäre ja wenigstens denkbar, dass die beobachtete proteotrope Doppelbrechung des Streifens in ihrer Gesamtheit von einer Interfibrillarsubstanz herrührt, die innerhalb des fibrillenführenden Gebietes selbst anders be-

<sup>1</sup> 6 g kristallisiertes CdSO<sub>4</sub> wurden in Wasser auf 100 cem. gelöst. Der Gefrierpunkt der Lösung wurde zu — 0,48° bestimmt.

schaffen ist als ausserhalb desselben, wo sie sich als isotrop erweist. Doch hat eine Annahme wie die letztgenannte sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Die Beobachtung selbst scheint mir jedenfalls unvereinbar mit APATHY'S Angabe zu sein, dass die Fibrillen isotrop sind und die Interfibrillarsubstanz myelinhaltig ist, denn wäre diese Auffassung richtig, so würde innerhalb des Achsenzylinders nie eine andere Doppelbrechung als eine myelotrope vorkommen können.

Eine gewisse Aufmerksamkeit verdienen die Brechungsverhältnisse bei den Ranvierschen Schnürringen. Kehren wir in der Beschreibung zu dem Zupfpräparat in Humor aqueus zurück. Bei den Ranvierschen Schnürringen biegt sich der Markscheidenmantel unter Beibehaltung oder unbedeutender Abnahme seiner Dicke einwärts nach der Achse der Faser hin und erhält also hier einen Verlauf, der sich immer mehr dem transversalen nähert. Die Lage der optischen Achsen im Verhältnis zum Tangentialplan der Markschicht ist bei diesen einwärtsgebogenen Partien dieselbe wie bei der Scheide in der Mitte des Segments. Befindet sich die Nervenfasern in Epigonallage, so leuchtet also der transversalste einwärtsgebogene Teil gelb, während der geradzylindrische Teil im Segment klarblau ist (Taf. 1, Fig. 3). Stellt man soweit als möglich mitten auf die Achse der Faser ein, so findet man bei dieser transversalen Markscheidenpartie einen axialen Defekt, durch welchen der Achsenzylinder hindurchgeht. Bei tieferer oder höherer Einstellung sieht man den Streifen zwar nicht selten kontinuierlich, sein axial in der Faser gelegener Teil erscheint dann aber verschwommen. Da eine ganz entsprechende, spiegelbildartig zur ersteren orientierte Strukturbildung das Markscheidensegment, das auf der anderen Seite des Schnürrings liegt, abschliesst, so entstehen also bei jedem Schnürring zwei transversale Streifen von oben geschilderter Beschaffenheit. Zwischen ihnen liegt ein Raum, der in den Präparaten ungefähr so breit wie einer der doppelbrechenden Streifen ist, von denen er begrenzt wird, und durch diesen Raum sieht man den Achsenzylinder unbedeckt von einer Markscheide hinziehen. Besondere Aufmerksamkeit ist der Untersuchung dieser relativ nackten Partie des Achsenzylinders zugewandt worden. Infolge des Umstandes, dass ihre Oberflächenprojektion allzu geringe räumliche Ausdehnung besitzt, sind jedoch ihre optischen Eigenschaften äusserst schwer zu beurteilen. Zwischen gekreuzten Nicols ohne Gipsplättchen erscheint sie dunkel wie der Hintergrund des Sehfeldes. Wenn nach Einschieben eines Gipsplättchens eine Farbenveränderung innerhalb des Gebietes ahnungsweise hervortritt, so geschieht dies in der Richtung auf proteotrope Doppelbrechung hin.

Die Grenzschicht zwischen den Lantermannschen Segmenten, die hier wie immer je nach dem Dehnungsgrade in verschiedenen Fasern verschieden stark hervortritt — in manchen überhaupt nicht nachweisbar, in anderen linear, in wieder anderen in der Form wirklicher »Spalten« in der Markscheide — zeigt sich, wenn ihre Breite für eine optische Analyse hinreichend ist, isotrop oder proteotrop (vgl. Taf. 1, Fig. 3) in Bezug auf die Längsrichtung der Nervenfasern. Übrigens ist in dem einzelnen Markscheidensegment die Anordnung der optischen Achsen nicht überall geometrisch gleichförmig wie in einem festen Kristall. Sie wird sichtlich etwas durch die Einteilung in Lantermannsche Segmente gestört. Man merkt dies deutlich, wenn bei einer 375fachen Vergrösserung eine Faser, die Lantermannsche Inzisuren zeigt, in

Orthogonallage über dem Gipsplättchen eingestellt wird. Geht man nun mit dem Blick der Faser entlang, so wird man mehrorts gewahr werden, dass additive und subtraktive Farben einander innerhalb der Markscheide ablösen, auch wenn die Aussenkontur derselben gerade ist.

### **Esox lucius.**

*N. olfactorius.* Zupfpräparat in Humor aqueus desselben Tieres. Auch kleine Bündel, bestehend aus 4—5 Nervenfasern, zeigen eine myelotrope Doppelbrechung, die jedoch schwach ist. Die Additionsfarbe übersteigt nicht Violett<sup>1</sup>. Zwischen den Nervenfaserbündeln treten dünnere Bindegewebsbündel mit preteotroper Reaktion hervor.

Bei der einzelnen Nervenfaser findet sich die myelotrope Reaktion in der ganzen Breite der Faser. Eine Verstärkung in der Randzone habe ich wenigstens der Regel nach nicht beobachten können. Liegen zwei Fasern in der Ebene des Objektglases und in unmittelbarer Berührung mit einander, so ist zwischen ihnen eine Grenzlinie von proteotroper Reaktion (Neurilemm?) zu sehen.

Zupfpräparat in Glyzerin. Die Doppelbrechung ist stärker myelotrop als im vorhergehenden Präparat. Der in Epigonallage violette Farbenton der einzelnen Faser zeigt eine in die Augen fallende Längsstreifigkeit in der ganzen Breite der Faser. Die myelotrope Reaktion rührt offenbar von einer Substanz her, die in parallelen Zügen angeordnet ist.

Da nur geringe Aussicht besteht, durch Untersuchung von Querschnitten in polarisiertem Licht die Struktur der Geruchsnervenfasern festzustellen, so sei es mir erlaubt, stattdessen zur Deutung der oben beschriebenen Bilder die schönen Beschreibungen und Abbildungen heranzuziehen, die TH. BOVERI<sup>1</sup> von Querschnitten desselben Materials gegeben hat. Nach BOVERI enthält jede Nervenfaser eine grosse Anzahl in ziemlich regelmässigem Abstände von einander liegender Fibrillen, deren jede von einer Scheide umgeben ist, welche sich mit OsO<sub>4</sub> dunkelgrau und bei Weigertscher Färbung blau färbt. Höchst wahrscheinlich ist es die Substanz dieser Scheiden, die präformiert myelotrope Doppelbrechung zeigt. Ob jede Fibrille im Verein mit ihrer myelotrop doppelbrechenden Scheide als einer ausserordentlich feinen markhaltigen Nervenröhre homolog zu betrachten ist, wie es AMBRONN und HELD<sup>2</sup> tun, ist eigentlich eine entwicklungsgeschichtliche Frage. Die Behauptung von GAD und HEYMANS,<sup>3</sup> dass man aus dem Tractus olfactorius keine Myelinformationen erhalten kann, ist entschieden falsch. Ich habe die schönsten Myelinformationen sich aus einem in isotonischer Lösung von CdSO<sub>4</sub> aufbewahrten Riechnerven des Hechtes entwickeln sehen. Ich kann hinzufügen, dass in solchen Präparaten zuletzt eine Auskristallisierung von Cholesterintafeln beobachtet wurde, was darauf hindeuten scheint, dass die myelogene Substanz in diesem Nerven besonders cholesterinreich ist.

<sup>1</sup> A. a. O., S. 489—493 und Fig. 21.

<sup>2</sup> A. a. O., S. 48.

<sup>3</sup> A. a. O., S. 544.

### **Acanthias vulgaris.**

*Tractus olfactorius* (Nervenstrang zwischen Gehirn und dem Grunde der Riechgrube): Zupfpräparat in Humor aqueus desselben Tieres. Bei allen Nervenfasern, dünneren sowohl als dickeren, ist eine scharf begrenzte, schmale Randzone von myelotroper Doppelbrechung wahrzunehmen. Die Gegenwart einer Markscheide ist somit unzweifelhaft. Höchste Additionsfarbe der Markscheide der dickeren Fasern ist Violett<sup>1</sup>.

In dem Präparat kommt bei vielen Fasern ein variköses Aussehen vor. Auch zeigen die Markscheiden eine Tendenz, mit einander zusammenzufließen unter Bildung von geräumigen Blasen, deren Wand in ihrem optischen Längsschnitt bei paragonaler Einstellung Subtraktionsfarbe, bei epigonaler Einstellung Additionsfarbe aufweist. An vielen Stellen nimmt man auch ähnliche aber kleinere, freiliegende Blasen wahr, die sich wohl von den Nervenfasern abgeschnürt haben und deren Wand nach Art des typischen »Myelins« in den paragonalen Quadranten additionsfarbig, in den epigonalen Quadranten subtraktionsfarbig erscheint.

*Retina.* Entbehrt des schwarzen Pigments und ist deshalb ein sehr günstiges Untersuchungsobjekt. Sektorförmige Stücke zeigten nach Einbettung in Glycerin ungefähr dasselbe Bild, wie es bei albinotischen Kaninchen (S. 15 u. 16) beschrieben worden ist, nur dass die myelotrope Doppelbrechung der radiären Nervenfasernzüge, zum Teil wohl infolge der geringeren Grösse des Auges, bei *Acanthias* schwächer war.

### **Raja clavata.**

*Tractus olfactorius* und *Retina* wurden untersucht. Die Bilder in polarisiertem Licht stimmten aufs allernächste mit denen überein, die für *Acanthias* beschrieben worden sind.

### **Petromyzon fluviatilis.**

Zupfpräparat aus dem vorderen Aste des *Nervus trigeminus*, eingebettet in Serum desselben Tieres. Schon ohne Polarisationsanordnung tritt ein scharfer Unterschied hervor zwischen einem oberflächlichen, stark lichtbrechenden, aber durchsichtigen und homogenen Gebiet der Faser und einem axialen Gebiet mit schwächerer Lichtbrechung, geringerer Durchsichtigkeit und daher matterem Aussehen. Der Kürze halber sei ersteres als die kortikale, letzteres als die axiale Zone bezeichnet. In den grössten und besterhaltenen Fasern des Präparats habe ich bei 750facher Vergrößerung ohne Polarisationsrichtungen auf kleinere Strecken hin den axialen Teil in parallele Züge von alternierend stärkerer und schwächerer Lichtbrechung auflösen können — eine besonders von P. SCHIEFFERDECKER<sup>1</sup> hervorgehobene Struktur, die die Anwesenheit von Fibrillen ahnen lässt.

<sup>1</sup> P. SCHIEFFERDECKER u. A. KOSSEL: Gewebelehre, Bd. II, S. 202—204, Braunschweig 1891.

Wird die Untersuchung in polarisiertem Licht ohne Gipsplättchen und bei einer geringeren Vergrößerung fortgesetzt, so konstatiert man das Vorhandensein einer verhältnismässig schwachen Doppelbrechung, die hauptsächlich in der kortikalen Zone hervortritt. In der axialen Zone ist die Doppelbrechung äusserst schwach; die Auslöschungsrichtung entspricht für beide Zonen der Orientierung der Faser in einer der Orthogonaldurchmesser. Eine weitere Analyse der axialen Zone bei dieser Anordnung erweist sich als nicht möglich. Aus dem Vergleich mit dem gewöhnlichen mikroskopischen Bilde erhält man den Eindruck, dass der Unterschied in der lichtbrechenden Kraft zwischen Fibrillensubstanz und Interfibrillarsubstanz grösser sein muss als der Unterschied der Doppelbrechung bei denselben Substanzen.

Zwischen gekreuzten Nicols ohne Gipsplättchen zeigt der Teil der Nervenfasern, der hier dessen kortikale Zone genannt worden ist, Eigenschaften, die an eine Markscheide erinnern. Versäumte man es, die Lage des langen und des kurzen Durchmessers der Fresnel'schen Schnittellipse zu kontrollieren, so könnte man sehr wohl zu der Vorstellung kommen, dass die Nervenfasern bei Petromyzon mit Markscheiden versehen seien, solchen aber von einer Substanz, die viel schwächer doppelbrechend ist als gewöhnliches Nervenmark, und deren Doppelbrechung ausserdem bei Einbettung in Glycerin abnimmt. Bei Einschieben des Gipsplättchens schwinden indessen alle Gedanken an eine gleichartige optische Struktur, indem nun die Doppelbrechung innerhalb der Zone sich als proteotrop erweist und die fragliche Bildung sich somit in optischer Hinsicht wie eine aussergewöhnlich dicke Schwannsche Scheide verhält. Doch ist es nicht ausgeschlossen, dass diese kortikale Zone, obwohl aus Proteiden aufgebaut, in funktioneller Hinsicht Anknüpfungspunkte an die Markscheide der weissen Nerven darbieten kann.

Bei schmalen Fasern kann die proteotrope Reaktion, obwohl geschwächt, auch innerhalb der axialen Zone verfolgt werden. Bei einer Anzahl Fasern von mittlerem Kaliber zeigt es sich, dass keine Farbenreaktion innerhalb der axialen Zone über dem Gipsplättchen eintritt. Bei den grössten Fasern schliesslich wird stattdessen in derselben Zone eine schwächste myelotrope Doppelbrechung merkbar. Das verschiedene Verhalten von Fasern verschiedener Dicke dürfte so zu deuten sein, dass die Doppelbrechung bei der kortikalen und die bei der axialen Zone zwar dieselbe Polarität, aber entgegengesetztes Vorzeichen haben, und dass die Dicke der ersteren Zone nicht in derselben Proportion wie die Dicke der Faser, sondern langsamer wächst.

*Hinterer Teil des Rückenmarks.* Versuch ein Zupfpräparat in Serum zu erhalten. Isolierung einzelner Fasern erweist sich als unausführbar ohne starkes Zerren, das wahrscheinlich ihre Struktur stört. Bei Bündeln von Nervenfasern erscheint die Doppelbrechung schwach, proteotrop.

Die Proteide, auf deren Gegenwart die proteotrope Doppelbrechung bei der kortikalen Zone der Nervenfasern des Tieres beruht, dürften Träger der zäh-elastischen Konsistenz sein, die, wie bereits JOHANNES MÜLLER<sup>1</sup> erwähnt hat, das Rücken-

<sup>1</sup> JOHANNES W. MÜLLER: Vergleichende Anatomie der Myxinoiden etc., III Neurologie, S. 207 in Physik. Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, gelesen 1838, gedruckt 1840.

mark bei Petromyzon und den übrigen Cyclostomen scharf von der bei anderen Tieren gewöhnlichen unterscheidet.

*Nervenstrang von N. trigeminus*, auf Silberbügel aufgebunden. Ohne jede Einbettung zeigt das Präparat proteotrope Doppelbrechung, die in einem zentralen Strange, welcher den grösseren Teil der Dicke des Nerven einnimmt, bis zu Blaugrün<sup>II</sup> ansteigt. Nach Einbettung in Glyzerin sinkt die Farbe bei dem fraglichen zentralen Strange und ist nach 2 Stunden dort in myelotrope umgeschlagen. Dieser Umschlag ist indessen transitorisch, und am folgenden Tage gibt der Nerv durch seine ganze Dicke hindurch wiederum proteotrope Reaktion, obwohl nun eine sehr schwache (höchste Interferenzfarbe Violett<sup>I</sup>).

Ein *strangförmiges Präparat aus dem hinteren Teile des Rückenmarks*, das auf dieselbe Weise zubereitet und eingebettet worden ist, verhält sich gleichartig, nur mit dem Unterschiede, dass die vorübergehende myelotrope Reaktion eine Dauer von etwas mehr als vierundzwanzig Stunden besitzt und hier bei zwei, einigermaßen symmetrisch in den beiden Rückenmarkshälften belegenen Zügen vorhanden ist.

Ein *strangförmiges Trigemini-Präparat* wird in Syrupus sacchari eingebettet. Die proteotrope Reaktion sinkt auch hier von Blaugrün<sup>II</sup> auf Violett<sup>I</sup>, aber ohne ein Zwischenstadium myelotroper Reaktion.

Die bei den ebenerwähnten 3 Präparaten beobachtete bedeutende Senkung (Blaugrün<sup>II</sup>-Violett<sup>I</sup>) der proteotropen Doppelbrechung nach Einbettung in Glyzerin bezw. Syrupus sacchari ist auffallend. Bei gewöhnlichem Bindegewebe, z. B. bei Sehnensträngen von den Zehbeugern des Frosches, wurde nichts Entsprechendes beobachtet, wenn sie in die ebenerwähnten wasserabsorbierenden Flüssigkeiten eingebettet wurden. Dass es dagegen bei den Nervenstämmen des Neunauges der Fall ist, dürfte als Zeichen der Gegenwart einer von proteotropen Bildungen verdeckten, an sich nach dem Zusatz von Zuckersyrup myelotrop reagierenden Substanz zu deuten sein. Darf man diesen Gesichtspunkt anlegen, so würde von bisher untersuchten Präparaten nur der Milznerv vom Ochsen noch ärmer an derartiger Substanz als die Petromyzonnerven sein.

### **Myxine glutinosa.**

Ein Strangpräparat aus dem hinteren Teil des *Rückenmarks*, eingebettet in Glyzerin, zeigte, als es 6 Stdn. später untersucht wurde, schwach myelotrope Reaktion bis hinauf zu Blau<sup>II</sup>. Das Präparat wurde nach 14 Tagen wiederum geprüft. Die Reaktion war jetzt nur bei einzelnen Zügen vorhanden, und die Farbe war auf Violett<sup>I</sup> herabgegangen.

*Segmentalnerven* in Glyzerin zeigten proteotrope Doppelbrechung.

*Nervus vagus*, Strangpräparat in Glyzerin, zeigte durch einander gemischte myelotrope und proteotrope Züge; die ersteren waren im Übergewicht.

### **Tinea sp.**

Das *Bauchmark*, eingebettet in Glycerin, zeigt ein zentrales Bündel von myelotroper Doppelbrechung.

### **Chrysopa perla.**

Die Nervenstämme in den durchsichtigen Flügeln des lebenden Tieres zeigen, wo ihre Dicke hinreichend ist, eine manifeste myelotrope Doppelbrechung. Besonders deutlich tritt diese bei einem Nerven hervor, der von der Flügelbasis aus, durch 2 starke Chitinleisten geschützt, nach einer Gruppe kolbenförmiger, an anisotroper Substanz sehr reicher Sinnesorgane, hinzieht, die ein in durchfallendem Licht etwas dunkleres Gebiet an dem konvexen Rande jedes Flügels einnehmen. Leichter und weiter können die Flügelnerven auf Grund ihrer Doppelbrechung verfolgt werden, wenn der abgeschnittene Flügel zuvor einen Tag lang mit Glycerin behandelt worden ist.

### **Locusta viridis.**

Der Nervenstrang, der in der Pulpa der langen Fühler des Tieres verläuft, zeigt nach Einbettung in Glycerin myelotrope Doppelbrechung.

Das Bauchmark des Tieres wird am Silberbügel befestigt und, in 0,7% ige NaCl-Lösung eingebettet, untersucht. Die Doppelbrechung desselben ist schwach und proteotrop; höchste Interferenzfarbe Violett<sup>1</sup>. Dasselbe Präparat wird in ein Uhrglas, das reines wasserfreies Glycerin enthält, überführt. Hierin geht die Doppelbrechung nach wenigen Minuten bei zwei Strängen, die durch die ganze Länge des Bauchmarks symmetrisch die Ganglien mit einander verbinden und den Längskommissuren oder Konnektiven entsprechen, in eine myelotrope über. Auch in den Ganglien selbst fällt die hauptsächliche Orientierung der optischen Achsen mit derjenigen der Kommissurstränge zusammen. Gleichzeitig beobachtet man, dass das Bauchmark in dem Glycerin an Dicke abnimmt. Nach  $\frac{1}{2}$  Stunde ist die Additionsfarbe der Kommissurstränge Blau<sup>11</sup>. Später geht die transversale Schrumpfung zurück, und im Zusammenhang hiermit sinkt die Interferenzfarbe etwas, so dass sie nach einer Woche Violett<sup>1</sup> ist (Taf. 3, Fig. 8). Bei Einbettung eines ähnlichen Präparats in Syrupus sacchari wurde gleichfalls ein Umschlagen des Vorzeichens der Doppelbrechung beobachtet. Werden eine Anzahl derartiger Präparate längere Zeit hindurch beobachtet, so findet man unter ihnen dann und wann solche, bei denen die myelotrop doppelbrechende Substanz zu Schollen von unregelmässiger Form zusammenläuft, welche nicht desto weniger Zeichen einer regelmässigen optischen Orientierung aufweisen, indem sie in Additionsfarbe erscheinen, wenn der Strang sich in Epigonallage befindet. Derartige Schollen können eine bedeutend grössere Breite einnehmen, als wie sie einer

einzelnen Nervenfasern entspricht. Aus dem mikroskopischen Bilde erhält man den Eindruck, dass die Anhäufungen interstitiell, d. h. in der Grenzschiebt zwischen den Nervenfasern, auftreten.

Der *Hauptnervenstamm des Springbeines*, der gleichfalls in natürlichem Zustande proteotrop doppelbrechend ist, ändert in derselben Weise bei Einbettung in Syrupus sacchari das Vorzeichen der Doppelbrechung und verhält sich nunmehr myelotrop mit Additionsfarben zwischen Blau<sup>II</sup> und Gelblichgrün<sup>II</sup>. Eine gleichartige Reaktion — Blau<sup>II</sup> — wurde bei Einbettung in Glyzerin erhalten.

### **Aeschna juncea.**

*Bauchmark*, untersucht in Glyzerin, zeigt myelotrope Reaktion bis hinauf zu Blaugrün<sup>II</sup>. In frischbereitetem Präparat treten einzelne Stränge mit einer mehr gesättigten und höheren Interferenzfarbe hervor. Bei fortgesetzter Aufbewahrung gleichen sich indessen alle schärferen Gegensätze aus, und die Farbenreaktion innerhalb des Stranges wird mehr diffus.

### **Palaemon Squilla.**

*Äussere Antenne*: In Glyzerin eingebettet, zeigt diese Antenne in chromatisch polarisiertem Licht ein prachtvolles Bild von dem Verlauf der Nervenfasern innerhalb derselben (Taf. I, Fig. 1). In dem Stiel der Antenne verläuft ein geschlossenes Nervenbündel, das stark myelotrope Reaktion (Grünblau<sup>II</sup>) gibt. In der Antennengeissel zerteilt es sich büschelartig in eine Anzahl dünner paralleler Züge, deren Doppelbrechung in entsprechendem Grade schwächer, aber immer noch myelotrop ist. Die myelotrope Reaktion kann durch den grösseren Teil der Länge der Geissel hindurch verfolgt werden; sie durchläuft, wenn die Antenne in Epigonallage sich befindet, in zentrifugaler Richtung die Farbenskala Blau<sup>II</sup>—Indigo<sup>II</sup>—Violett<sup>I</sup>. Dann wird die Farbe allmählich infolge der proteotropen Eigenschaften der Chitinschale übertönt. — Ein ähnliches, jedoch sehr verwaschenes Bild wird in dem basalen Teil eines solchen Präparates erhalten, wenn in Meerwasser anstatt in Glyzerin eingelegt wird.

*Zupfpräparat aus dem Bauchmark*. Die einzelnen Fasern geben sowohl bei Einbettung in Körperflüssigkeit wie in Glyzerin distinkt myelotrope Reaktion. Die Nervenfasern zeigen wechselnde Dicke. Bei den gröberen kommt die starke myelotrope Doppelbrechung nur in der Randzone vor ganz wie bei den mit Markscheide versehenen Nervenfasern der Vertebraten. Je feiner die Fasern, um so schmaler wird der Zwischenraum zwischen ihren doppelbrechenden Randzonen. Die allerfeinsten Fasern sehen in den Glyzerinpräparaten nahezu aus wie solide Myelinstränge, was sich indessen als eine Folge der Schrumpfung im Glyzerin herausstellt.

*Bauchmark*, an Silberbügel aufgebunden und im Zustande natürlicher Durchfeuchtung untersucht. Das Präparat ist sehr stark doppelbrechend. In Paragonallage tritt fast bis zum Rande hin als Subtraktionsfarbe Eisengrau<sup>I</sup> auf. In Epigonallage geht der Anstieg der Interferenzfarben von den Rändern nach dem axialen Teile hin

so rasch vor sich, dass er kaum verfolgt werden kann. Ganz sicher überschreitet die höchste Interferenzfarbe Gelb<sup>II</sup>. Axial werden purpurfarbene Flecke (Purpur<sup>II</sup>?) beobachtet. — Nach Einbettung des Präparats in Glyzerin lässt sich die Farbenskala leichter verfolgen, und es stellt sich heraus, dass sie bei Indigo<sup>III</sup> kulminiert.

### **Pandalus borealis.**

*Aufgebundenes Bauchmark.* Mächtige myelotrope Doppelbrechung. Hauptsächliche Additionsfarbe in Epigonallage ist Gelb<sup>II</sup>.

Zupfpräparate von dem Bauchmark haben dasselbe Aussehen wie bei Palaemon.

Innerhalb der *Antennen* ist die myelotrope Doppelbrechung der Nervenzüge noch stärker als bei Palaemon. Doch dürfte die bedeutendere Grösse der Antennen hierbei die Hauptrolle spielen.

### **Crangon vulgaris.**

*Zupfpräparat von dem Bauchmark,* in Körperflüssigkeit untersucht. In grossen Teilen des Präparats unterscheidet man Markscheiden, d. h. eine deutliche äusserste Schicht mit stark myelotroper Doppelbrechung, bei jeder einzigen Nervenfasern. Einige Fasern zeichnen sich durch ungewöhnliche Weite aus. Bei einem 73 mm langen Tier wurden z. B. mehrere Nervenfasern gemessen, deren Durchmesser mehr als 30  $\mu$  betrug. Diese Fasern verhielten sich sonst bezüglich der Doppelbrechung wie die übrigen. Derartige grosse Nervenfasern wurden auch bei Palaemon und Pandalus beobachtet.

Von sämtlichen Zupfpräparaten aus dem Bauchmarke der Garnelen gilt, dass keine Lantermanschen Einkerbungen beobachtet wurden. Bei in Körperflüssigkeit eingebetteten Zupfpräparaten vom Nervensystem der Garnelen zeigten die Markscheiden verschiedener Nervenfasern eine ausgesprochene Neigung, sich mit einander unter Bildung von Blasen mit Myelinwand zusammenzuschweissen. Dieses Verhalten hängt wohl mit dem Umstande zusammen, dass die betreffenden Fasern, wie zuerst G. RETZIUS<sup>1</sup> für Palaemon nachgewiesen hat, einer Schwannschen Scheide entbehren.

### **Hippolyte sp.**

Ein an Silberbügel aufgebundenes und in Körperflüssigkeit eingebettetes *Bauchmark* zeigt in Epigonallage in seinen axialen Teilen Gelb<sup>II</sup>—Orange<sup>II</sup> sowie an den Rändern Blau<sup>II</sup>.

*Zupfpräparate des Bauchmarks* werden in Körperflüssigkeit untersucht. Die Nervenfasern erweisen sich auch bei Hippolyte als myelotrop, die Mehrzahl mit deutlicher Markscheide ausgestattet; im allgemeinen ist jedoch ihr Kaliber geringer als bei Palaemon, Pandalus und Crangon. Riesige Nervenfasern (> 25  $\mu$  im Durch-

<sup>1</sup> G. RETZIUS: Biologische Untersuchungen, Neue Folge, Bd 1, S. 42, 1890.

messer) wie bei den 3 letztgenannten wurden bei Hippolyte nicht beobachtet. Die Neigung der Markscheiden, sich mit einander zusammenzuschweissen und Myelinblasen zu bilden, war dagegen hier ebenso stark ausgesprochen.

### Homarus gammarus.

Mehrere *strangförmige*, auf Silberbügel aufgebundene *Präparate* wurden in Glycerin untersucht und zeigten sämtlich myelotrope Reaktion:

1. Kaudaler Teil des Bauchmarks: In Epigonallage erscheint innerhalb einer oberflächlichen Zone, die violettgefärbt ist, ein Hauptstrang in Blau<sup>II</sup>—Orangerot<sup>II</sup>.

2. Einer von den Seitennerven aus dem kaudalen Teil des Bauchmarks. In Epigonallage Blau<sup>II</sup>—Gelb<sup>II</sup>.

3. Der Hauptnerv der grossen Schere wurde zuerst in Körperflüssigkeit untersucht und zeigte hier proteotrope Doppelbrechung, in Paragonallage hauptsächlich Violett<sup>I</sup>. Danach wurde das Präparat in Glycerin übergeführt. Die Doppelbrechung wird hier myelotrop und die hauptsächlichste Interferenzfarbe in Epigonallage Gelbgrün<sup>II</sup>.

Ferner wurden untersucht:

*Zupfpräparate von dem grossen Scherennerv*, eingebettet in Körperflüssigkeit. Die isolierten Fasern zeigen in ihrem Inneren eine in den deutlichsten Bildern längsstrierte proteotrope Doppelbrechung. Die Randkontur, die in einigen Fasern schärfer, in anderen weniger deutlich hervortritt, zeigt über dem Gipsplättchen keine deutliche Reaktion.

Ähnliche Zupfpräparate in Glycerin: Die Randkontur der einzelnen Faser ist hier deutlich myelotrop doppelbrechend, ohne dass jedoch die sehr schmale Zone, die diese Eigenschaft besitzt, so scharf abgegrenzt ist, wie es bei Anwesenheit einer wirklichen Markscheide der Fall ist. In diesem Präparat gibt dafür der Achsenzylinder keine ausgeprägte Reaktion über dem Gipsplättchen.

Nach einmonatiger Aufbewahrung haben sich mehrorts in der Randkontur der Nervenfasern doppelbrechende Schollen gebildet, wahrscheinlich Anhäufungen der Substanz, die die myelotrope Reaktion verursacht. Die Schollen selbst leuchten noch in Epigonallage der Faser, gleichwie es jene Substanz tat, mit Additionsfarbe.

### Astacus fluviatilis.

An Material von diesem Tier wurde zum erstenmal das Dasein von doppelbrechenden Nerven mit »metatropen« Eigenschaften beobachtet, unter welchem letzterem Ausdruck ich verstehe, dass der Nerv in Serum (von demselben Tiere) proteotrop doppelbrechend ist, dagegen aber, nachdem er in Glycerin übergeführt worden, eine Doppelbrechung von entgegengesetztem Vorzeichen, d. h. myelotrope, annimmt.

*Der Hauptnerv der grossen Schere*: In unverändertem Zustand untersucht, zeigt er proteotrope Doppelbrechung; höchste Additionsfarbe Blaugrün<sup>II</sup>. Nachdem dasselbe

Präparat in wasserfreies Glycerin eingebettet worden, findet man, dass die Doppelbrechung in myelotrope umschlägt und zwar so stark myelotrope, dass die erreichte höchste Interferenzfarbe Gelbgrün<sup>II</sup> ist. Nach 12-stündiger Aufbewahrung in Glycerin, während welcher Zeit der Nerv die eben beschriebenen Eigenschaften behalten hat, wird er in ein Gefäss mit 0,7 %iger NaCl-Lösung gebracht. Hierbei bildet sich die Reaktion allmählich wieder in eine schwach proteotrope zurück, gleichzeitig wird aber das Präparat merklich trübe. Bei erneuter Überführung des Nerven in Glycerin kehrt die myelotrope Doppelbrechung zurück.

Dass es kein chemischer Prozess seitens des Glycerins, sondern ausschliesslich die physikalischen und wahrscheinlich besonders die wasseranziehenden Eigenschaften desselben sind, die es veranlassen, dass die ursprünglich proteotrope Reaktion bei Gegenwart desselben in die myelotrope übergeht, ergibt sich aus folgendem Kontrollversuch.

Der Scherenerv eines ebenso grossen Krebses wird statt in Glycerin in Syrupus sacchari eingebettet. Auch in dieser Einbettungsflüssigkeit nimmt der Nerv myelotrope Reaktion an. Nach einer Stunde ist in Epigonallage die hauptsächliche Interferenzfarbe Gelbgrün<sup>II</sup>.

Um festzustellen, welcher Glyceringehalt bei der Einbettungsflüssigkeit erforderlich ist, um zu bewirken, dass die Doppelbrechung in myelotrope umschlägt, wurden Kontrollversuche ausgeführt mit Einbettung des Scherenerven in

- |      |   |      |             |     |      |   |   |      |           |
|------|---|------|-------------|-----|------|---|---|------|-----------|
| I.   | 1 | Vol. | NaCl-Lösung | von | 1,4% | + | 1 | Vol. | Glycerin, |
| II.  | 2 | »    | »           | »   | »    | + | 1 | »    | »         |
| III. | 4 | »    | »           | »   | »    | + | 1 | »    | »         |

In den betreffenden Präparaten traten folgende optische Reaktionen ein:

I. Vollständiger Umschlag zu myelotroper Doppelbrechung; Additionsfarbe klares Blau<sup>II</sup>.

II. Der Hauptsache nach myelotrope Reaktion — Blau<sup>II</sup> — aber an der Oberfläche des Nerven beobachtet man eine Schicht (Bindegewebe?) mit proteotroper Reaktion.

III. Das Präparat zeigt der Hauptsache nach proteotrope Doppelbrechung, ist aber von einigen Zügen von schwach myelotroper Beschaffenheit durchzogen. In Epigonallage also Gelb<sup>I</sup> mit spärlichen Zügen von Violett<sup>I</sup>.

In Präparat II wie auch in dem Präparat, das in Syrupus sacchari eingelegt worden war, verblasste nach und nach die schon anfangs ziemlich diffuse Interferenzfarbe des Gewebes. Gleichzeitig wurden in den Präparaten strichähnliche oder unregelmässig geformte Aggregate ausgefällt, in denen andauernd eine im Verhältnis zu der eigenen Längsrichtung des Präparats myelotrope Orientierung der optischen Achsen vorlag. Dass bei diesem Nerven eine besondere Substanz die Unterlage für die myelotrope Doppelbrechung bildet, ergibt sich mit grosser Deutlichkeit aus diesen Bildern. Auch erhält man den bestimmten Eindruck, dass die fragliche Substanz in solchen Präparaten sich an der Oberfläche von oder sogar zwischen den Nervenfasern befindet (vgl. Taf. 2, Fig. 4).

Der folgende Versuch wurde in der Absicht angestellt, die Eigenschaften der fraglichen Substanz in einem frischbereiteten Präparat zu studieren. Ein aufgebundenes frisches Scherenervpräparat, in Glyzerin eingebettet, wird dem mechanischen Drucke seitens eines quer über den Nervenstamm gelegten abgerundeten Holzstückchens ausgesetzt. An der gedrückten Stelle verschwindet die myelotrope Struktur bis auf minimale Inseln. Dagegen steigt nicht die Interferenzfarbe sichtbar in den angrenzenden Teilen der Nervenfasern. Wird das Gipsplättchen weggenommen, so sieht man zwischen gekreuzten Nicols die Neurilemmen zum grössten Teil an der gedrückten Stelle erhalten. Es handelt sich also um eine Substanz, die sich nicht unter Beibehaltung der optischen Struktur in der Längsrichtung der Fasern verschieben lässt. Ihre myelotrope Doppelbrechung tritt erst hervor, nachdem die Substanz infolge Wasserverlustes und damit zusammenhängender Schrumpfung eine gleichförmige Orientierung ihrer doppelbrechenden Partikeln angenommen hat, sie wird aber in demselben Masse aufgehoben, wie mechanische Eingriffe diese Orientierung stören. Die Substanz ist an der Oberfläche der Nervenfasern belegen, ist nicht mit der das Neurilemma bildenden identisch und scheint die Rolle von einer Art Kitt zu spielen, der die in einem Nervenstamm neben einander verlaufenden Nervenfasern zusammenhält und in Ermangelung einer wahren sog. Markscheide wahrscheinlich auch zu ihrer funktionellen Isolierung beiträgt.

*Bauchmark*, aufgebunden und eingebettet in Glyzerin. Die Partien, innerhalb deren die Nervenfasern am dichtesten gehäuft sind, zeigen eine starke myelotrope Doppelbrechung. Innerhalb der Ganglien kann man dank dieser Reaktion, gestützt auf die Interferenzfarbe, alle mächtigeren Nervenbahnen verfolgen. Infolge des überwiegend longitudinalen Verlaufes dieser letzteren auch im Inneren der Ganglien steigt die Farbe innerhalb derselben bei Epigonallage des Bauchmarks stellenweise bis auf Orangerot<sup>II</sup>, während die Kommissurstränge der Hauptsache nach Blaugrün<sup>II</sup> und die von den Ganglien abgehenden Seitenäste nach Einstellung in Epigonallage Blau<sup>II</sup> zeigen.

### **Carcinus Maenas.**

Das Bauchganglion mit davon ausgehenden Nerven, eingebettet in Glyzerin. Die Doppelbrechung ist bei den Nervenstämmen des Präparats myelotrop, aber etwas schwächer als bei den Macruren; im allgemeinen nicht höhere Interferenzfarbe als Blau<sup>II</sup>.

Ein *Nervenstamm*, der die grosse Schere versorgt, eingebettet in seröse Flüssigkeit, zeigte schwach proteotrope Reaktion.

*Zupfpräparat* in Glyzerin. Bei völlig isolierten Fasern ist die Doppelbrechung so schwach, dass ihr Vorzeichen nicht bestimmt werden kann. Auch wenn eine Anzahl Fasern neben einander in einfacher Schicht liegen und eine myelotrope Beschaffenheit der Doppelbrechung hervortritt, ist sie zu schwach, um mit Sicherheit in einem bestimmten Teil der Nervenfasern lokalisiert werden zu können.

### Meganyctiphanes norvegica.

*Antennengeißel*: Man sieht in dem weichen Gewebe der Geißel parallele Züge, ähnlich der entsprechenden Nervenaustrittsstellen bei Palaemon; die Art ihrer Doppelbrechung lässt sich aber quer durch die Chitinschale hindurch, deren positive Doppelbrechung stark überwiegt, schwer erkennen.

Das *Bauchmark*, in Meerwasser eingebettet, zeigt in einem im übrigen schwach proteotropen Gewebe 2—4 besonders weite Röhren, deren Wand durch eine starke myelotrope Doppelbrechung absticht.

Ein ähnliches Präparat, in Acetas kalicius eingebettet, verdarb bald, wobei aus den Wänden der ebenerwähnten »Kolossalfasern« typische Myelinschläuche sowie doppelbrechende Kugeln mit Additionsfarbe in den paragonalen, Subtraktionsfarbe in den epigonalen Sektoren hervorzuschauen.

Bauchmark, eingebettet in Glycerin. Die Kolossalfasern treten hier besonders durch ihre starke Doppelbrechung, Blaugrün<sup>II</sup> bis Gelbgrün<sup>II</sup>, hervor (vgl. Taf. 2, Fig. 5). Das umgebende Nervengewebe gibt im Glycerinpräparat eine schwach myelotrope Reaktion — der Hauptsache nach Violett<sup>I</sup>. In Zupfpräparaten waren unter den Elementen des letzterwähnten Gewebes keine mit nachweisbaren Markcheiden aufzufinden. Eine völlige Isolierung der Kolossalfasern gelang nicht.

### Caprella sp. (linearis?).

Wurde untersucht, weil es eines der wenigen Objekte ist, die von AMBRONN studiert worden sind und auch in der Nordsee erhalten werden können.

In den äusseren Antennen finden sich feinste Züge, die bei dem lebenden Tiere proteotrope, nach Einbettung in Glycerin aber eine allerdings sehr schwache myelotrope Doppelbrechung zeigen.

Der stark doppelbrechende Chitinpanzer machte Beobachtungen an den Beinerven unmöglich.

### Balanus sp.

Ein Exemplar, dessen Durchmesser an der Basis 34 mm betrug. Jeder lange *Rankenfuss* des Tieres schliesst, wenn er in Meerwasser beobachtet wird, nach der konkaven Seite hin ein stark proteotropes Muskelbündel sowie nach der konvexen Seite hin ein dünneres und schmäleres doppelbrechendes Bündel von schwach proteotroper Reaktion ein. Nach Einbettung in Glycerin nimmt das letztgenannte Bündel, das aller Wahrscheinlichkeit nach die Hauptnervenbahn des Rankenfusses darstellt, eine sehr schwache myelotrope Reaktion an. Die Additionsfarbe übersteigt nicht Violett<sup>I</sup>. Die Reaktion ist auch so unbeständig, dass sie zuweilen schon nach 24 Stunden ganz verwischt ist.

Versuche, in Schnitten aus dem übrigen Körper des Tieres, nachdem sie in Glyzerin eingebettet, unter der reichlichen Muskulatur Züge mit myelotroper Doppelbrechung zu finden, fielen negativ aus.

### Rossia Oweni.

Die Tiere wurden durch Ersticken an der Luft getötet.

*Nervenstamm eines Tentakels*; das Präparat dicht am Ursprunge aus dem Ganglion entnommen. Einbettung in Körperflüssigkeit. Geringe Doppelbrechung von unbestimmter oder schwach proteotroper Beschaffenheit. Nach Überführung des Präparats in Glyzerin stark myelotrope Reaktion: Indigo<sup>II</sup>—Orange<sup>II</sup>, je nach der Dicke des Präparats. (Der Körper des Tieres mass 8 cm an Länge, die Tentakeln nicht eingerechnet.)

*Fibrae opticae* in Serum. Sehr dünne Bündel zeigen neutrales Verhalten über Gipsplättchen; etwas gröbere zeigen eine schwächst myelotrope Doppelbrechung.

Ein ähnliches Präparat in Glyzerin giebt in Epigonallage höhere Interferenzfarben. Auch recht dünne Bündel kommen in Blau<sup>II</sup> gefärbt vor. Markscheiden treten bei den einzelnen Fasern nicht hervor.

*Kommissurnerv* zwischen Gangl. viscerales und Gangl. stellatum. Ein Strangpräparat verhielt sich auf dieselbe Weise wie der Nervenstamm für den Tentakel.

Versuch eines Zupfpräparats von derselben Kommissur; Untersuchung in Körperflüssigkeit. Die Nervenfasern selbst scheinen sich hier neutral über Gipsplättchen und ihrer ganzen Breite nach gleichmässig zu verhalten. Mehrorts zwischen ihnen kommen dünne Bindegewebsbalken von proteotroper Reaktion vor. Durch die Gegenwart derselben wird größeren Bündeln eine ganz schwach proteotrope Doppelbrechung verliehen.

### Arion ater.

Eine *Visceralkommissur*: aufgebundenes Strangpräparat in Glyzerin. Innerhalb einer verhältnismässig mächtigen Hülle von proteotroper Doppelbrechung kommt ein im grössten Teile seines Verlaufes einheitlicher und scharf begrenzter Strang vor, dessen myelotrope Doppelbrechung Blau<sup>II</sup>—Hellgrün<sup>II</sup> erreicht. (Das untersuchte Tierexemplar hatte eine Länge von 4,5 cm.)

In einem Zupfpräparat vom Pedalnerven in Glyzerin kommen nirgends Bilder vor, welche die Deutung fordern, dass die myelotrope Reaktion an die Oberfläche der Nervenfaser gebunden ist.

### Aplysia punctata.

Unteres *Schlundganglion* nebst Ästen zum Hinterkörper des Tieres. In Glyzerin eingebettet, zeigen die letzteren einen axialen Strang von myelotroper Doppelbrechung.

Die entsprechende Interferenzfarbe, in Epigonallage Violett<sup>I</sup>—Blau<sup>II</sup>, erscheint mit einer feinsten longitudinalen Striierung. Um das myelotrope Bündel herum eine Hülle von proteotroper Reaktion. Wird der Nerv nicht aufgebunden gehalten, sondern darf er frei sich zusammenziehen, so nimmt er in der Regel ein querstreifiges Aussehen an. In Orthogonallage weist er dann Querstreifen von abwechselnd Additions- und Subtraktionsfarbe zum Zeichen davon auf, dass die doppelbrechenden Elemente sich in regelmässige Wellen gelegt haben.

Bei einem ähnlichen, in Meerwasser eingebetteten Gangliennervenstrangpräparat ist die Doppelbrechung durch die ganze Dicke des Nervenstammes hindurch schwach proteotrop.

### ***Mya arenaria.***

Aufgebundene Präparate des Nervenstammes, der das Cerebral- mit dem Visceralganglion verbindet; Einbettungsflüssigkeit Glycerin. Myelotrope Doppelbrechung; höchste Interferenzfarbe Blaugrün<sup>II</sup>—Grün<sup>II</sup>. In einem Präparat ist der Nervenstamm an zwei Stellen beim Präparieren von der Pinzette erfasst worden. An beiden Stellen liegen nun scharfe Unterbrechungen in der myelotropen Reaktion vor. Sichtlich ist die Substanz, die dieser zugrunde liegt, von einer sehr plastischen Beschaffenheit.

In Zupfpräparaten von demselben Nervenstamm werden nirgends Bilder beobachtet, die eine ausschliessliche Lokalisierung der myelotropen Doppelbrechung in einem bestimmten Teil der Nervenfasern ermöglichen.

### ***Scrobicularia* sp.**

Das Tier wurde mittelst Tabaksinfusion betäubt, wonach die Siphonen abgeschnitten und in Glycerin eingebettet wurden. In dem ziemlich gut durchsichtigen Präparat waren keine Elemente mit myelotroper Reaktion wahrzunehmen.

### ***Stichopus tremula.***

Ein Herauspräparieren der Radialstämme des Nervensystems, welche auf der Innenseite des Hautmuskelschlauchs verlaufen, misslang. In versuchsweise mit einem Rasiermesser hergestellten Längsschnitten, entsprechend der für die Radialstämme angegebenen Lage und in Glycerin eingebettet, wurden keine Gewebselemente mit myelotroper Doppelbrechung angetroffen. Die Untersuchung muss mit besseren technischen Hilfsmitteln fortgesetzt werden.

### **Echinus esculentus.**

Isolierung der Radiärnerven wurde versucht, misslang aber. Stattdessen wurden Radiärgefässe nebst dem nächstliegenden Gewebe ihrer ganzen Länge nach herausdissekiert; der so losgelöste Gewebestreifen wurde in seiner Gesamtheit in Glycerin eingebettet. Man nimmt in dem Gewebe Züge -- zweifellos den Radiärnerven entsprechend -- von schwach myelotroper Reaktion wahr. Die Additionsfarbe ist im allgemeinen Violett<sup>I</sup>, steigt ausnahmsweise bis Blau<sup>II</sup>.

### **Asterias rubens.**

Ein äusserst kleines Exemplar -- Durchmesser 5 mm -- ganz in Glycerin eingebettet. Ein prachtvolles Bild wird von dem Ringnerven erhalten, der bei einer schwachen Vergrösserung ganz in das Sehfeld fällt. Der Ringnerv zeigt deutliche myelotrope Doppelbrechung, Additionsfarben in den paragonalen Sektoren des Sehfeldes, Subtraktionsfarben in den epigonalen. Das Verhalten der Ambulacralnerven ist bei dem Präparat infolge der starken Doppelbrechung der Ambulacralplatten nicht zu beobachten.

*Ambulacralnerv* eines sehr grossen Tieres, aufgebunden auf Silberdrahtbügel und eingebettet in Glycerin. Er erscheint stark myelotrop doppelbrechend; Additionsfarbe Blaugrün<sup>II</sup>—Gelb<sup>II</sup>. Indessen liegt in Wirklichkeit ein summierter optischer Effekt von den Nervenfasern selbst und sie zirkulär umspinnenden Bindegewebelementen vor. Wenn der Ambulacralnerv in dem Epigonaldurchmesser liegt und selbst Additionsfarbe gibt, so liegen nämlich die zirkulären Elemente in dem Paragonaldurchmesser und geben gleichfalls Additionsfarbe. Von seiner Bindegewebshülle befreit würde der Nervenstamm somit eine niedrigere Interferenzfarbe zeigen.

### **Terebratulina caput serpentis.**

Infolge der Kleinheit und des verwickelten Baues des Tieres konnte nicht ein Nervenstamm herauspräpariert werden. Stattdessen wurden Schnitte von den Weichteilen des Tieres, nachdem sie von der Schale gelöst worden waren, hergestellt. Die Schnitte wurden in chromatisch polarisiertem Licht untersucht, nachdem sie 36 Stunden lang in Glycerin eingebettet gelegen hatten. In den Schnitten wurden spärliche langgestreckte Züge von myelotroper Doppelbrechung entdeckt. In Anbetracht dessen, dass ich mit vereinzelt Ausnahmen (vgl. S. 13) niemals diese Form von Doppelbrechung bei anderen weichen Tiergeweben als solchen, die dem Nervensystem angehörten, beobachtet habe, dürfte es höchst wahrscheinlich sein, dass die fraglichen Züge wirklich Nervenstränge gewesen sind.

### **Ciona instestinalis.**

Um anwendbare Präparate zu erhalten, muss das Tier durch Betäubung schlaff gemacht werden. Dies wurde durch Überführen des Tieres in höchstens 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> Essigsäure enthaltendes Meerwasser<sup>1</sup> bewirkt. Ob diese Flüssigkeit sich indifferent den doppelbrechenden Bildungen gegenüber verhält, ist zweifelhaft. Der Mantel wurde wegpräpariert, und nach Aufschneiden von der Ingestionsöffnung aus wurde ein platt ausgebreitetes Präparat von der Kiemendarmwand in Glycerin hergestellt. In polarisiertem Licht entsteht ein so starker Effekt von zirkularen und longitudinalen, einander kreuzenden glatten Muskelfasern proteotroper Reaktion, dass die Nervenlemente sich wenig geltend machen können. Das meistens birnen- oder spindelförmige Ganglion ist zwar doppelbrechend aber mit sehr geringer Prävalenz bestimmter Achsenrichtungen. Stellt man die längere Achse des Ganglienkörpers in Epigonallage ein, so erhöht das Ganglion in seiner ganzen Ausdehnung, wenn es spindelförmig ist, in seiner engeren Hälfte, wenn es birnenförmig ist, ganz schwach die Interferenzfarbe des Gipsplättchens. Die von dem Ganglion abgehenden Zweige, deren Doppelbrechung so wenig hervortritt, dass sie kaum ihrer Art nach bestimmbar erscheint, verlieren sich bald unter den mächtigen proteotropen Muskelzügen der Kiemendarmwand.

### **Hirudo medicinalis.**

Das *Bauchmark*, aus dem ventralen Blutgefäss herauspräpariert und auf Silberdrahtbügel aufgebunden. Einbettung in Glycerin. Ist myelotrop doppelbrechend. Additionsfarbe im allgemeinen Indigo<sup>II</sup>.

### **Pontobdella muricata.**

Das *Bauchmark* eines ca. 12 cm langen Exemplars, aufgebunden und in Glycerin eingebettet. Die Doppelbrechung ist schwach und nicht homogen. Soweit sie myelotrop ist, hält sich die Additionsfarbe im allgemeinen innerhalb des Violetten und erreicht nur ausnahmsweise und für ganz kurze Strecken Indigo<sup>II</sup>. Indessen enthält das *Bauchmark* auch spärliche Züge, die mit grosser Wahrscheinlichkeit auch nervöser Natur sind, deren Doppelbrechung aber proteotrop ist. — Dass APATHY in *Pontobdella* ein besonders günstiges Objekt für den Nachweis des Vorkommens von »Myelin« bei sog. »marklosen« Nerven gefunden hat, erscheint eigentümlich, da das *Bauchmark* des Tieres, der optischen Reaktion nach zu urteilen, im Gegenteil sehr arm an myelogener Substanz ist.

### **Lumbricus agricola.**

Das Tier wurde in 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Alkohol enthaltendem Wasser betäubt. Das aufgebundene *Bauchmark* wird zuerst in 0,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>iger Chlornatriumlösung untersucht. Der

<sup>1</sup> Die auf der zoologischen Station bei Kristineberg für die Vorbereitung des Tieres zur Konservierung angewandte Methode.

Strang gibt in Epigonallage der Hauptsache nach Subtraktionsfarbe, Hellgelb<sup>1</sup>—Gelblichweiss<sup>1</sup>. Einige wenige längsgehende Züge, deren Bedeutung in dem etwas trüben Präparat nicht näher festgestellt werden kann, behalten indessen die Purpurfarbe des Hintergrundes.

Dasselbe Bauchmark wird dann in Glyzerin übergeführt. Nachdem dieses vollständig das Präparat durchdrungen hat, erweist sich die Doppelbrechung in der ganzen Breite des Bauchmarks als myelotrop. Die grosse Mehrzahl von Elementen zeigt eine Additionsfarbe entsprechend Indigo<sup>11</sup>—Blau<sup>11</sup>, ausserdem werden aber in den übrigen Elementen des Bauchmarks eingebettet 3 »Kolossalfasern« beobachtet, deren Wandkonturen durch grellere und höhere Interferenzfarbe — hauptsächlich Grün<sup>11</sup>—Grüngelb<sup>11</sup> — abstechen. Zweifellos war es die Anwesenheit dieser Kolossalfasern, die das Vorkommen von Zügen mit Farbe des Hintergrundes bei dem in saliner Flüssigkeit eingebetteten Präparat veranlasste. Auch dort muss die Wandschicht der Kolossalfasern myelotrope Reaktion gehabt haben. Sonst könnte sie nicht die proteotrope Doppelbrechung der über- und unterliegenden Elemente kompensieren.

### Tomopteris helgolandica.

Diese durchsichtige planktonische Annelide wurde zuerst lebend in einer Schicht von Meerwasser untersucht. In den langen *Fühlercirren* kommt als Gerüst eine Borste in der Form eines axialen, scharf umschriebenen Strangs vor, der in dem lebenden Tiere proteotrop doppelbrechend ist. Das diesen Strang zunächst umgebende Gewebe enthält, besonders an der Seite, wo ein hohes Cylinderepithel das Organ an der Oberfläche bekleidet, schon in diesem Präparat undeutlich begrenzte Züge von einer sehr schwach myelotropen Doppelbrechung.

Das Tier wird später zwischen zwei Objektgläsern in Glyzerin eingebettet. Unter dem Einfluss der Entwässerung geht die Doppelbrechung des runden axialen Strangs allmählich in myelotrope über; die Additionsfarbe wird jetzt im allgemeinen Violett<sup>1</sup>. Auch die *allgemeine Hautbedeckung* erscheint, sobald ihr optischer Längsschnitt in dem Epigonaldurchmesser orientiert ist, in Additionsfarben, so dass die Deutung nahe liegt, dass diese Schicht bei dem Versuchstier reich an Nervenfasern ist, die der Oberfläche parallel verlaufen. Wird die Längsachse des Tieres epigonal eingestellt, so erscheint, im Gegensatz zu den von der Längsmuskulatur der Körperwand und des Darmes herrührenden tiefen Subtraktionsfarben, an jeder Seite nahe an der Mittellinie des Körpers ein etwas undeutlich sich abhebender Strang, dessen Interferenzfarbe dem Purpur<sup>1</sup> viel näher liegt oder diese Farbe sogar erreicht. Diese beiden Stränge, die ihrer Lage nach den *Konnektiven* entsprechen, haben somit eine myelotrope Achsenrichtung und zeigen mit regelmässigen, dem Abstand zweier Parapodienpaare entsprechenden Intervallen spindelförmige Auftreibungen. Endlich kommen auch am Schwanzende des Tieres einige fächerförmig ausstrahlende myelotrope Züge vor, deren Zusammenhang mit den soeben erwähnten Strängen in dem Präparat nicht zu verfolgen ist.

### **Botriocephalus latus.**

Ein frisches Exemplar aus menschlichem Darm. Etwa 40 Proglottiden von einer Breite zwischen 4 und 10 mm werden zuerst in einem Gefäss mit wasserfreiem Glycerin ausgewässert und dann, in eben dieser Flüssigkeit eingebettet, untersucht. Mit besonderer Aufmerksamkeit wird die dem freien Rande der Proglottiden nächstliegende Zone geprüft, wo den Literaturangaben nach eine längsgehende Nervenbahn durch die Proglottidenreihe hin verlaufen soll. Aber weder dort noch anderwärts kann eine durch ihre Doppelbrechung als Nervenstrang identifizierbare Bildung entdeckt werden. Gewisse Faltenbildungen des Integuments des Tieres simulierten myelotrop doppelbrechende longitudinale Züge von unregelmässigem Verlauf.

### **Bolina septentrionalis.**

Die doppelbrechenden Bildungen des lebenden Tieres (glatte Muskelfasern, Cilien, Ruderplättchen) sind alle proteotrop. In Glycerin zerfließt das Tier. Stattdessen wird Einbettung in Syrupus sacchari auf folgende Weise vorgenommen. Das Tier wird in ein Uhrglas übergeführt, das zur Hälfte mit Meerwasser gefüllt ist. Längs dem Umkreise des Uhrglases lässt man Syrupus sacchari von verschiedenen Seiten her tropfenweise in das Meerwasser niederfließen und in dieses diffundieren. Ist das Uhrglas gefüllt, so wird so viel Flüssigkeit abpipettiert, dass nur die Hälfte zurückbleibt. Aufs neue wird Syrupus sacchari tropfenweise zugesetzt, um in die Flüssigkeit zu diffundieren. Auf diese Weise wird fortgefahren, bis das Präparat in nahezu unvermischem Syrupus sacchari eingebettet ist.

Ein solches Präparat zeigt die sehr bemerkenswerte Erscheinung, dass der distale Teil der Ruderplättchen (ca.  $\frac{9}{10}$  von der Länge der einzelnen Cilie) eine schwach myelotrope Doppelbrechung annimmt, während die Basis proteotrop verbleibt. Der erstgenannte Teil dürfte daher Cholesterin, möglicherweise auch Glycerophosphatide, in nicht unbedeutender Menge enthalten (vgl. Kap. 5). Im Gewebe der die Ruderplättchen tragenden Meridianstreifen konnten, wenn die Ruderplättchen abgefallen oder entfernt worden waren, ziemlich diffuse Züge von einer schwächst myelotropen Doppelbrechung beobachtet werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Statocyste am aboralen Pole des Tieres zugewandt. Es wurde festgestellt, dass keine Züge von myelotroper Doppelbrechung von dem umgebenden Gewebe aus nach diesem Organ hin verfolgt werden können. Dagegen zeigte es sich, dass das cylindrische Epithel selbst, das die Grube auskleidet, in welcher die Statolithen liegen, eine zwar schwache, aber völlig deutliche myelotrope Reaktion über dem Gipsplättchen aufwies, d. h. Additionsfarbe gab, wenn die Längsachse der betreffenden Epithelzellen in den Epigonaldurchmesser eingestellt wurde.

### **Sagartia viduata.**

Nur die Tentakeln waren für eine Untersuchung durchsichtig genug. Nach Einbettung in Glycerin geprüft, zeigten sie keine Gewebselemente, bei denen eine nennenswerte Doppelbrechung mit den angewandten optischen Hilfsmitteln nachzuweisen gewesen wäre.

### **Cyanea capillata.**

Fast unpigmentierte Exemplare wurden ausgewählt. Sektoren der Umbrella, ein jeder einen Randkörper enthaltend, wurden ausgeschnitten und teils in Glyzerin, teils in Syrupus sacchari auf dieselbe Weise eingebettet, wie oben unter *Bolina* beschrieben wurde. Im Anschluss an den Randkörper wurde in den Präparaten keine Spur von myelotrop doppelbrechenden Zügen entdeckt. Ebenso wenig waren solche am Rande der Umbrella wahrzunehmen.

### **Tiara pileata.**

Direkt und lebend in Meerwasser untersucht, zeigte das Tier von doppelbrechenden Bildungen nur proteotrope, besonders reichlich in den Tentakeln (Muskel-fasern). Bei in Glyzerin eingebetteten Exemplaren wurden dagegen am Rande des Medusenkörpers in dem Gewebe, das die Tentakelbasen mit einander verbindet, dem Rande parallel verlaufende Streifen von schwächst myelotroper Doppelbrechung beobachtet.

### **Polypengeneration von Plumularia pinnata und Antennularia antennina.**

Der Polypenstiel zeigt eine in den jüngeren Ästen schwache, in den älteren Ästen stärkere Doppelbrechung, gleich als wenn er aus positiv einachsigen Bildungen zusammengesetzt wäre, deren optische Achse mit der Längsrichtung des Stiels zusammenfällt. In den kleinen Polypen werden nach Einbettung in Glyzerin keine Züge von proteotroper oder myelotroper Doppelbrechung wahrgenommen. Überhaupt lässt sich bei diesen Tieren mit den hier angewandten Hilfsmitteln zur Untersuchung in polarisiertem Licht kein Nervensystem nachweisen.

Ein grosser und sehr wichtiger Teil der Untersuchungen, deren Ergebnisse in diesem Kapitel vorgelegt worden sind, ist an der zoologischen Station von Kristineberg in Schweden im Sommer 1910 ausgeführt worden, und ich benutze mit Freuden die Gelegenheit, dem Präfekten der Station, Herrn Professor Dr. HJ. THÉEL, der mir dort in liebenswürdigster Weise einen Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt hat, meinen ehrebetigen Dank auszusprechen. Zu nicht minder grossem Dank bin ich dem Vorsteher der Station, Herrn Doktor HJ. ÖSTERGREN, verpflichtet, der durch das grösste Entgegenkommen bei der Beschaffung von Untersuchungsmaterial, in vielen Fällen auch durch Bestimmung der Tierart, in hohem Grade meine Arbeit gefördert hat.

#### 4. Das »Myelin« und die bisherigen Ansichten über seine chemische Natur.

Der Name *Myelin* stammt von R. VIRCHOW<sup>1</sup> und wurde von ihm einer schon früher von S. DRUMMOND<sup>2</sup> erwähnten Substanz oder Klasse von Substanzen beigelegt, deren Gegenwart nicht nur im Nervensystem, sondern auch in der Milz, in gelatinös infiltrierten Lungen, in Eiter u. s. w. von VIRCHOW nachgewiesen wurde. Folgende Beschreibung der Eigenschaften des Myelins entlehne ich der VIRCHOW'schen Mitteilung. Am meisten charakterisiert sich diese Substanz durch den eigentümlichen matten Glanz und die sonderbaren Figuren, die sie bildet.<sup>3</sup> Ein heller axialer Teil ist von breiten, doppelten, scharfen Konturen umgeben, deren äussere dunkler als die innere ist. Alle hierhergehörigen Gebilde bestehen aus einer zähflüssigen Masse. Die Substanz ist in heissem Alkohol leicht löslich und scheidet sich schon beim Erkalten zum Teil aus, während ein anderer Teil noch gelöst bleibt. In Wasser quillt sie in einem ungewöhnlichen Masse auf, in etwas ähnlicher Weise wie Stärkemehl in heissem Wasser. Gerade in diesem aufgequollenen Zustande zeigt sie ihre charakteristischen morphologischen Eigenschaften. Äther, Chloroform und Terpentinöl lösen sie mit Leichtigkeit auf. Chromsäure macht die Masse gelb, hart und starr. Schwefelsäure färbt sie bei sehr konzentrierter Einwirkung rot, zuweilen violett.

Seine Beschreibung des neu benannten Stoffes, des Markstoffs oder Myelins, beendet VIRCHOW mit folgender Mahnung: »Mag man dabei immerhin den Gedanken festhalten, dass dies kein einfacher Körper ist.«

Wenige Jahre nach der Mitteilung VIRCHOW's wurde die starke Doppelbrechung des Myelins auch zwischen gekreuzten Nicols von C. METTENHEIMER<sup>4</sup> wahrgenommen. Später wurde von KLEBS<sup>5</sup> beobachtet, dass Tropfen von ausgeflossenem Nerveninhalt, zwischen gekreuzten Nicols über dem Gipsplättchen untersucht, ein Interferenzkreuz geben, in dem zwei Sektoren, die zur Achse des Gipsplättchens parallel stehen, Additionsfarben, die zwei mit ihnen alternierenden Sektoren Subtraktionsfarben zeigen.

Spätere Entdeckungen haben es immer schwieriger gemacht, die Eigenschaft des Myelins als einer chemisch definierten Substanz aufrecht zu erhalten, denn es hat sich herausgestellt, dass ganz verschiedene Substanzmischungen zu derartigen Myelinformen Anlass geben können. Um nur einige bekannte Beispiele zu erwähnen, so entdeckte R. BENEKE,<sup>6</sup> dass eine ziemlich konzentrierte Seifenlösung, mit Cholesterin versetzt, in Berührung mit Wasser Myelinformen gibt; ADAMI und ASCHOFF<sup>7</sup> fanden,

<sup>1</sup> Archiv f. patholog. Anatom. u. Physiol. etz. Bd. 6, S. 562—572, 1854.

<sup>2</sup> Monthly Journal, jan. 1852, p. 573, zit. nach VIRCHOW.

<sup>3</sup> Vgl. hierüber die ausführliche Beschreibung des Originals.

<sup>4</sup> Correspondenzblatt des Vereins f. gemeinschaftliche Arbeiten zur Förderung d. wissenschaftl. Heilkunde, 7. Febr. 1858. Der ganze Artikel ist in BENEKE's Monographie (s. unten S. 40) abgedruckt.

<sup>5</sup> l. c. pag. 182.

<sup>6</sup> Correspondenzblatt des Vereins f. gemeinschaftliche Arbeiten zur Förderung d. wissenschaftl. Heilkunde. Ser. II, Bd. 2, S. 379, 1866, zit. nach NEUBAUER.

<sup>7</sup> Proceed. of the Royal Soc. London, Ser. B, vol. 78, p. 366—367, 1906.

dass ölsaures Cholin sich ebenso gegenüber Wasser verhält, und NEUBAUER<sup>1</sup> gibt sogar an, dass ein so einfacher Körper wie ölsaures Ammonium die genannte Eigenschaft besitzt.

Heutzutage ist der Ausdruck Myelin ein sehr unbestimmter geworden. Viele Umstände haben dazu beigetragen.

So hat aus unbekanntem Gründen THUDICUM<sup>2</sup> den Namen Myelin als Bezeichnung für ein Phosphatid angewandt, das er angeblich aus der weissen Materie des Gehirns isoliert hat. Ferner wird der Ausdruck Myelin häufig verwendet, um ganz speziell die zähflüssige Materie zu bezeichnen, welche die Hauptmasse des Markscheideninhalts der doppeltkonturierten Nervenfasern darstellt. Mehrere Autoren sprechen daher von Myelinscheide statt Markscheide. Es wird dadurch zwar der VIRCHOW'sche Begriff sehr eingeeengt; eine nennenswerte Begriffsverwirrung kann aus dieser Verwendungsweise jedoch kaum entstehen.

Schlimmer verhält es sich mit der Metamorphose, die der Begriff Myelin bei den Nervenhistologen durchzumachen droht. Nachdem man, hauptsächlich durch die Arbeiten von MAX SCHULTZE<sup>3</sup> und L. RANVIER,<sup>4</sup> in der Überosmiumsäure ein bequemes Färbungsmittel für die Markscheide kennen gelernt hatte, entstand eine Tendenz, die Gegenwart von »Myelin« im Nervengewebe nach dem Ausfallen dieser Färbungsprozedur zu beurteilen. Infolgedessen verstehen die Histologen nunmehr nicht selten unter Myelin eine im Nervengewebe vorkommende Substanz, die sich bei einer in vorschriftsmässiger Weise ausgeführten Behandlung mit Überosmiumsäure in bestimmter Weise färbt. Nun ist es aber durchaus nicht einwandfrei bewiesen, dass diejenige Substanz, die bei der Osmiumbehandlung eine Schwarzfärbung verursacht, auch im Stande ist, zu doppelbrechenden Myelinformen Anlass zu geben. Noch weniger kann man sich für eine solche Annahme auf aprioristische Gründe berufen. Denn das Triolein z. B. wird durch die Osmiumbehandlung geschwärzt, ohne die charakteristischen Eigenschaften des Myelins zu besitzen, und dasjenige chemische Individuum der Markscheide, dessen Doppelbrechung am hochgradigsten ist, d. h. das Cholesterin, wird durch Osmiumsäurebehandlung nicht geschwärzt. Wie grosser Spielraum übrigens bei jener Auffassungsweise der Willkür gestattet wird, geht zur Genüge aus der Art und Weise hervor, wie verschiedene Histologen die Osmiumreaktion bei dem Geruchsnerve des Hechtes beurteilen. Während BOVERI,<sup>5</sup> der allerdings die Unzulänglichkeit der Osmiummethode bei diesem Material klar hervorhebt, die Reaktion als positiv ansieht, finden die meisten Beobachter, dass die Färbung nicht »schwarz genug« ausfällt, um auf die Gegenwart von Myelin schliessen zu lassen.

Wenn es somit erstens notwendig scheint, den ursprünglichen *Substanz*-Begriff Myelin fallen zu lassen, wenn es ferner unzulässig ist, das Myelin mit dem durch OsO<sub>4</sub> färbbaren Prinzip des Nervengewebes ohne weiteres zu identifizieren, was soll

<sup>1</sup> Zeitschr. f. analyt. Chemie, Jahrg. 6, S. 189–195, 1867.

<sup>2</sup> L. THUDICUM: Die chemische Konstitution des Gehirns des Menschen u. der Tiere, Tübingen 1901, S. 156.

<sup>3</sup> S. STRICKER: Handbuch der Lehre von den Geweben, Leipzig 1871. S. 111.

<sup>4</sup> L. RANVIER: Leçons sur l'histologie du système nerveux, Paris 1878.

<sup>5</sup> Abhandl. d. kgl. bayerisch. Akad. d. Wissensch. Mathem.-phys. Classe, Bd. 15, S. 487, München 1886.

man dann gegenwärtig unter Myelin verstehen? Auf diese Frage scheint mir die Antwort etwa folgendermassen abgefasst werden zu können. Die Bezeichnung *Myelinformationen* oder *Myelinformen* mag für jene von VIRCHOW genau beschriebenen, blasenförmigen, schlauchförmigen oder mehr bizarr geformten Gebilde beibehalten werden, die durch Expansion in Verbindung mit Intussuszeption entstehen und eine zähflüssige, doppelbrechende Grenzschiebt rings um einen wahrscheinlich mehr dünnflüssigen axialen Inhalt besitzen. Ferner dürfte es angemessen sein, einem Vorschlage von O. PERTIK gemäss alle die Substanzen, aus denen sich solche Myelinformationen entwickeln können, unter der Bezeichnung *myelinogene Substanzen* zu vereinigen. Für diese myelinogenen Substanzen haben wir in dem flüssigen Inhalt der Nervenmarkscheide einen klassischen Repräsentanten. Man könnte ihn *Myelinogen* sensu stricto nennen, sofern man es nicht vorzieht, ohne auf den darin liegenden Verstoss gegen die Logik zu achten, ihn kurzum als *Myelin* zu bezeichnen.

Im Laufe der Zeit hat sich immer wieder das Bestreben geltend gemacht, die *chemische* Zusammensetzung des Myelins zu enträtseln. Schon VIRCHOW hatte dieser Frage seine Aufmerksamkeit gewidmet, findet aber, dass die typischen Eigenschaften des Myelins bei keinem zu dieser Zeit bekannten chemischen Individuum vorkommen. BENEKE,<sup>2</sup> der Myelin aus einem alkoholischen Erbsenextrakt darstellte und somit sein Vorkommen auch im Pflanzenreich nachwies, gibt an, dass überall, wo sich das Myelin findet, das Cholesterin einen integrierenden Bestandteil der dasselbe liefernden Substanz bildet. Er schliesst daraus: »Ohne Cholesterin kein Myelin«. Er hätte sich dabei auch auf die doppelbrechenden Eigenschaften des Cholesterins berufen können, denn diese waren schon damals bekannt.<sup>3</sup>

Bei zunehmender Entwicklung der Gehirnchemie wurde aus der weissen Nervensubstanz ausser dem Cholesterin eine steigende Anzahl von mehr oder weniger reinen Stoffen (besonders Phosphatide sowie Cerebroside) isoliert, welche ihrerseits für die myelinogenen Eigenschaften verantwortlich gemacht werden konnten. So beschreibt LIEBREICH,<sup>4</sup> dass er aus einer alkoholischen Lösung seines Protagonen, wenn sie ausserdem Fettsäuren und Neurin enthielt, bei Berührung mit Wasser cholesterinfreie Myelintropfen erhalten hat, und er schliesst seine Mitteilung hierüber folgendermassen: »Aus dem Angeführten geht hervor, dass die mikroskopische Beobachtung an den Myelinformen zwar keinen sicheren Schluss über das Vorhandensein des Protagonen zulässt; mit Wahrscheinlichkeit wird sich aber überall dort, wo die Myelinformen erwiesen, das Protagon auf chemischem Wege darstellen lassen«.

Von GAD und HEYMANS<sup>5</sup> wurde die Aufmerksamkeit zum ersten Mal auf eine

<sup>1</sup> Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 19, S. 191, 1881.

<sup>2</sup> G. M. R. BENEKE: Cholesterin im Pflanzenreich gefunden. Annal. d. Chem. u. Pharmac., Bd. 122, S. 249—255, 1862.

IDEM: Studien über das Vorkommen, die Verbreitung und die Funktion von Gallenbestandtheilen in den thier. u. pflanzl. Organismen. Giessen 1862, S. 70 u. 116.

IDEM: Arch. d. Vereins etz. f. wissensch. Heilkunde, Serie II, Bd. 2, S. 379, 1866.

<sup>3</sup> Vgl. z. B. G. VALENTIN: Die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe in polarisirtem Licht, Leipzig 1861, S. 197.

<sup>4</sup> Zeitschr. f. analyt. Chemie, Bd. 4, S. 173—176, 1865.

<sup>5</sup> Arch. f. (Anat. u.) Physiol. Jahrg. 1890, S. 530—550.

weitgehende Ähnlichkeit gerichtet, die zwischen dem aus Eigelb hergestellten Lecithin einerseits und einer aus dem Alkoholextrakt der Nerven durch fraktionierte Lösung erhaltenen Substanz andererseits besteht, insofern beide Substanzen sich mit Osmiumsäure färben und in Wasser aufquellen. Die genannten Forscher sprechen die Ansicht aus, dass die myelinbildenden Eigenschaften des Nervenmarks an die Gegenwart von Lecithin gebunden sind: »Myelin ist Lecithin in freiem Zustand oder in loser chemischer Bindung».

H. AMBRONN<sup>1</sup> sucht diese Ansicht weiter zu begründen. Er findet, dass Lecithin aus Eidotter<sup>2</sup> unter Einwirkung von Wasser nicht nur zu Myelinformationen Anlass gibt, sondern dass diese auch mit Rücksicht auf die *Art* ihrer Doppelbrechung mit den aus der Markscheide entstehenden übereinstimmen.

In einer verdienstvollen Arbeit »On myelin, myelin bodies etc. of the organism« entwickeln J. G. ADAMI und L. ASCHOFF<sup>3</sup> eine zum Teil von der oben geschilderten abweichende Auffassung von dem Begriff Myelin, wie aus nachfolgendem Zitate hervorgeht: »A very characteristic property of a large number<sup>4</sup> of myelin bodies is that of double refraction«. Sie rechnen mithin zu den Myelinformationen auch Gebilde, deren Grenzschicht einfachbrechend ist. Nach meiner Auffassung wären solche Bildungen als *myelinoide* zu bezeichnen. Jedenfalls muss die Forderung aufrechterhalten werden, dass alles Myelin doppelbrechend ist, wobei natürlich zugestanden werden muss, dass bei feiner Verteilung des Stoffes im einzelnen Falle Schwierigkeiten entstehen können, die Doppelbrechung nachzuweisen.

Die eben genannten Forscher wollten von einem pathologisch-physiologischen Gesichtspunkt die Natur derjenigen doppelbrechenden Tropfen ermitteln, die unter verschiedenen, z. T. pathologischen Verhältnissen in den zellulären Gewebselementen auftreten. Daher ihre etwas spezielle Fragestellung: Mit welchen Substanzen können solche doppelbrechenden Tropfen erhalten werden? Die Beantwortung dieser Frage ist aber entschieden von Bedeutung auch für die Forschung nach den Ursachen der Doppelbrechung im Nervengewebe. Es ist ADAMI und ASCHOFF gelungen, die Bildung doppelbrechender Tropfen aus folgenden Substanzen nachzuweisen: öl-, palmitin-, stearin- und buttersaures Cholesterin; Lecithin + Cholesterin; Lecithin nach vorausgegangener Einwirkung von Ammoniak, Kaliumhydroxyd oder Natriumhydroxyd. Mit Bezug auf das Lecithin äussern sich die Verff. folgendermassen: »We are still uncertain, whether pure lecithin<sup>5</sup> forms spherocrystals; it has all the characters of a crystalline fluid; but . . . we have uniformly failed to develop the globular anisotropic state».

Ihre Ansicht über die Struktur des Myelins haben sie leider nicht ebenso klar

<sup>1</sup> Bericht. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Klasse, Bd. 42, S. 424—426, Leipzig 1890.

<sup>2</sup> Der Autor gibt nicht an, wie sein Lecithin hergestellt worden ist. GAD u. HEYMANS beschreiben dagegen die Methode, nach der sie »Lecithin« aus Nervengewebe gewonnen haben; cholesterinfrei kann es nach ihrer Methode allerdings nicht erhalten werden.

<sup>3</sup> Proceedings of the Royal Society, London. Ser. B, vol. 78, p. 361, 1906.

<sup>4</sup> Kursiviert vom Referenten.

<sup>5</sup> Die Verff. verwendeten für ihre Versuche Riedels lecithol.

ausgesprochen. Ich zitiere folgende Auseinandersetzung, der sie ein besonderes Gewicht beilegen: »The only crystalline fluids known, which are in the intermediate state<sup>1</sup> at the room temperature, are certain of the oleic acid compounds . . . . Hence we may, it would seem, confidently conclude, that fatty acid is an essential constituent of 'myelin', and that of the fatty acids oleic acid plays the most important part».

O. ROSENHEIM und CHR. TEBB,<sup>2</sup> die wie mehrere andere Forscher die einheitliche Natur des »Protogons» nicht anerkennen, isolierten aus dem Protogon einen phosphorreichen Körper, den sie mit dem Sphingomyelin von THUDICUM identifizieren. Dieses Sphingomyelin untersuchten sie in der von O. LEHMANN für kristallinische Flüssigkeiten angegebenen Weise bei verschiedenen Temperaturen mit dem Polarisationsmikroskop. Wurde das Präparat erhitzt, so entstand eine isotrope Schmelze, die bei nachheriger Abkühlung sich in Sphärokristalle umwandelte, welche sich zwischen gekreuzten Nicols als helle runde Gebilde mit dunklem Kreuz von dem schwarzen Grunde abhoben.

Kürzlich hat R. KAWAMURA<sup>3</sup> auch mit Rücksicht auf ihre myelinogenen Eigenschaften mehrere aus dem Gehirn dargestellte Lipotide, die z. T. aus bekannten Laboratorien hervorgegangen waren, mikroskopisch untersucht. Unter diesen befanden sich das Kephalin, das Sphingomyelin und das Cerebrosid »Phrenosin«, alle von ROSENHEIM dargestellt. Von Kephalin wurden Myelinformationen erhalten. Die beiden letztgenannten Stoffe zeigten nach der Angabe KAWAMURA's Neigung zur Myelinbildung. Auch reines Cholesterin soll dieselbe Eigenschaft aufgewiesen haben.

Werfen wir schliesslich einen Rückblick auf unsere nunmehr beendete geschichtliche Übersicht, so dürfte aus derselben zur Genüge hervorgehen, dass im Laufe der Zeit beinahe alle Lipotide, die man aus Nervengewebe und weisser Hirnsubstanz isoliert hat, als mutmassliche Ursachen der Myelinbildung in den Kreis der Betrachtungen über das Myelin gezogen worden sind: von BENEKE das Cholesterin, von LIEBREICH das Protogon, von GAD u. HEYMANS sowie AMBRONN das Lecithin; überdies hat KAWAMURA dem Kephalin, dem Sphingomyelin und dem »Phrenosin« myelinbildende Eigenschaften zugeschrieben.

Trotz der z. T. sehr verdienstvollen Untersuchungen der soeben erwähnten und anderer Forscher muss zugestanden werden, dass wir noch nicht mit Bestimmtheit angeben können, welches oder welche chemischen Individuen die myelinogenen Eigenschaften des flüssigen Inhalts der Markscheide eigentlich bedingen, weil ein strikter Beweis für die Richtigkeit irgend einer der ausgesprochenen Ansichten bisher nicht erbracht worden ist. Mehrere von den zitierten Auseinandersetzungen, die sich speziell mit dem Nervenmyelin beschäftigen, leiden an einer gewissen Einseitigkeit; eine Substanz tritt schon von Anfang an in den Vordergrund der Betrachtungen, die übrigen werden ungenügend berücksichtigt. Auch hat kein Forscher ein *in op-*

<sup>1</sup> d. h. fliegend und dennoch anisotrop sind (Ref.).

<sup>2</sup> Quarterl. Journ. of experim. Physiol. Vol. 1, p. 303, 1908.

<sup>3</sup> R. KAWAMURA: Die Cholesterinverfettung, Jena 1911, S. 3—23.

*tischer Hinsicht genügend charakterisiertes Myelin dargestellt,*<sup>1</sup> das von lauter aus Nervengewebe oder weisser Gehirnmasse *in möglichst reiner Form* isolierten Stoffen so zu sagen synthetisch aufgebaut war. Endlich sind wir noch weit davon entfernt, die feinere Struktur und die Ursachen der Anisotropie des Nervenmyelins völlig zu kennen.

Es kann daher, zumal die Frage nach der physikalisch-chemischen Struktur der Markscheide und ihres Inhalts eine für die Nervenphysik sehr wichtige ist, kaum unnütz sein, sie nochmals mit den vereinigten Hilfsmitteln der Chemie und der Polarisationsoptik anzugreifen.

## 5. Experimentelle und theoretische Forschungen nach den Ursachen der Anisotropie der Markscheide und der Myelinformen von neurogenem Ursprung.

Unter den anisotropen Bildungen, die sich im Nervensystem finden, hat die Markscheide der weissen Nervenfasern die höchste Entwicklung erreicht. Sie ist ferner für eine eingehende Untersuchung deshalb geeignet, weil Nervenfasern mit Markscheide die Hauptmasse der weissen Gehirnsubstanz ausmachen und daher Material zur Darstellung der in der Markscheide enthaltenen Substanzen in grösserem Massstabe leicht erhältlich ist. Diese müssen nämlich zuerst isoliert werden, damit ein eingehendes analytisches Studium der Doppelbrechung möglich sei. Aus erwähnten beiden Gründen wurden die Untersuchungen des Verf.'s zunächst auf die Erforschung der Ursachen der Doppelbrechung eben in der Markscheide gerichtet.

Eine unter den Schwierigkeiten, auf die man hierbei stösst, ist die, dass die Gehirncemie noch nicht so weit gediehen ist, dass alle in der Markscheide vorkommenden chemischen Individuen isoliert werden können. Ferner ist es betreffs einiger Substanzen, die isoliert worden sind, nicht über jeden Zweifel erhaben, dass durch bisher angegebene Methoden chemische Reinheit wirklich erreicht worden ist. Dies trifft z. B. für die aus dem Nervensystem dargestellten Phosphatide zu. Welche Ansprüche auf chemische Reinheit die von mir aus Hirnsubstanz dargestellten Lecithin- und Kephalinfraktionen erfüllen können, dürfte doch angesichts der nachfolgenden genauen Angaben über ihre Herstellung ersichtlich oder wenigstens der Nachprüfung zugänglich sein. Für eine andere Gruppe Substanzen, die Cerebroside, findet sich bisher nur ein Repräsentant, THIERFELDER's Cerebron, das in reinem Zustande dargestellt werden kann. Es ist auch isoliert und als Typus für die Cerebroside überhaupt betrachtet worden.

Das Rohmaterial bei der Darstellung bildete eine möglichst rein weisse Substanz des Gehirns vor kurzem getöteter Ochsen. Soweit die Verhältnisse es gestatteten, ist die Darstellung auf fraktionierte Herauslösung bzw. Fällung mit indifferenten Flüssigkeiten (Aceton, Äther, Alkohol, Pyridin) gegründet worden. Ich hatte ur-

<sup>1</sup> Die Feststellung KAWAMURA's, dass eine Substanz in Myelinformen auftritt und Doppelbrechung aufweist, ohne dass indessen die *Art* derselben genauer angegeben wird, ist nicht genügend.

sprünglich die Absicht, eine Serie Extraktionen nach dem von S. FRÄNKEL<sup>1</sup> angegebenen Verfahren auszuführen, und stellte auch eine solche Serie dar. Das Resultat fiel indessen nicht nach Erwarten aus. Es zeigte sich nämlich, dass die von FRÄNKEL empfohlene Extraktion mit warmem Aceton zu einem sehr reichlichen Extraktprodukt führte, das die heterogensten Substanzen enthielt und sich daher wenig zu fortgesetzter Fraktionierung eignete.<sup>2</sup> Da die Behandlung mit warmem Aceton nach FRÄNKEL's Verfahren in ein frühes Stadium fällt, so ergab sich bei dem in ziemlich grossem Massstabe angelegten Extrahierungsunternehmen als einzige völlig anwendbare Ausbeute das Rohcholesterin, das bei der einleitenden Extrahierung mit kaltem Aceton erhalten wurde.

Bei der Verarbeitung dieses Rohcholesterins zu reinem Cholesterin wurde folgendermassen verfahren. Der Acetonextrakt von weisser Gehirnschubstanz darf spontan bei Zimmertemperatur abdunsten. Allmählich, wenn die Lösung sich konzentriert, fallen Cholesterintafeln aus. Diese werden durch Filtrieren des Kristallbreis abgetrennt. Das Filtrat lässt man weiter abdunsten, bis von neuem Kristallisierung eintritt, und die Filtrierprozedur wird wiederholt. Der letzte Rückstand von Acetonlösung wird dagegen nicht auf Cholesterin verarbeitet, denn er ist durch fremde Beimischungen verunreinigt und stellt nach dem Abdunsten des Acetons eine mit Cholesterintafeln erfüllte, spärliche, klebrige Masse von gelbbrauner Farbe dar, welche unter anderem organisch gebundenen Phosphor enthält.

Das gesammelte Rohcholesterin wird in siedehissem absolutem Alkohol gelöst und danach durch Abkühlen der Alkohollösung zu erneuter Auskristallisierung gebracht. Die aus Alkohol auskristallisierte, durch Filtrieren abgetrennte Kristallmasse wird mit frisch zubereiteter alkoholischer Kalilauge gekocht, die nach RÖHMANN's Vorschrift aus 28 g KOH + 35 cm<sup>3</sup> Wasser + absolutem Alkohol bis zu 1 Liter erhalten worden ist. Danach wird auf Wasserbad zur Trockne eingedampft. Der Rückstand wird mit Äther extrahiert. Filtrieren und Abdunsten des Äthers. Der Ätherextrakt wird in einer geringen Menge absoluten Alkohols in Wärme gelöst und die Lösung auf — 15° abgekühlt. Der Kristallbrei wird auf ein Filter gegossen und die Mutterlauge bei niedriger Temperatur ablaufen gelassen. Die auf dem Filter nach Ablauf und Abdunsten des Alkohols zurückbleibenden Kristallhäutchen haben das Cholesterinpräparat gebildet, mit dem die nachfolgenden Untersuchungen ausgeführt worden sind. Das Präparat ist noch heute (Nov. 1912), nach einjähriger Aufbewahrung in dunklem Gefäss, blendend weiss.

Für die übrigen Darstellungen fand ich es vorteilhaft, eine Fraktionierungsmethode anzuwenden, die, wie ich später gefunden habe, in vielen Beziehungen mit

<sup>1</sup> Biochem. Zeitschr., Bd. 19, S. 257—258, 1909.

<sup>2</sup> Die Erklärung hierfür kann möglicherweise die sein, dass ich für die Extrahierung nur über einen Soxhletschen Extraktionsapparat von der Grösse verfügte, wie er in den Laboratorien gewöhnlich vorkommt, während FRÄNKEL's Extraktionsapparat von ungewöhnlichen Dimensionen gewesen zu sein scheint. Vielleicht hat aus letztangeführter Ursache das nach Kondensierung zurückkehrende Aceton in FRÄNKEL's Versuchen mit »warmem Aceton« eine ziemlich niedrige Temperatur gehabt. FRÄNKEL gibt selbst nicht die ungefähre Temperatur des zurückkehrenden Acetondestillats an.

einer von O. ROSENHEIM und CHR. TEBB<sup>1</sup> angegebenen übereinstimmt. Mein Verfahren war folgendes. Die aus 5 Ochsengehirnen durch sorgfältige Dissektion<sup>2</sup> herauspräparierte weisse Substanz liess ich verschiedenemal durch eine Fleischmühle hindurchgehen. 192 g auf diese Weise erhaltenen Hirnbreis wurden in einem geräumigen Glastopf mit 500 cm<sup>3</sup> Aceton (Merck's »pro analysi») versetzt. Unter wiederholtem Umrühren mittelst Glasstabs wurde 24 Stunden lang extrahiert, worauf das Aceton abdekantiert und abfiltriert und neue 500 cm<sup>3</sup> Aceton zugefüllt wurden. Auf diese Weise wurde 4 mal nach einander in dunklem Zimmer bei Zimmertemperatur mit neuen 500 cm<sup>3</sup> Aceton extrahiert. Nach der letzten Extraktion wurde filtriert, worauf ich die Hirnmasse auspresste und schliesslich noch anhaftendes Aceton nach Ausbreiten der Masse in dünner Schicht sich verflüchtigen liess.

Der Hirnbrei, der auf die geschilderte Weise die Acetonextrahierung durchgemacht hatte, wurde dann auf ähnliche Weise in Dunkelzimmer und bei Zimmertemperatur viermal mittelst je 500 cm<sup>3</sup> Äthyläther<sup>3</sup> mindestens 24 Stunden lang extrahiert. Die 4. Ätherportion ergab bei Abdunsten eine Extraktmenge, die weniger als 0,5 g betrug. Die trockenen Extrakte 1, 2 und 3 wogen zusammen 9,34 g. Dieses Extrakt bildete das Rohmaterial für die Darstellung der Glycerophosphatide.

Das rückständige, von allen Ätherdämpfen befreite Gehirnpulver wurde in zwei Portionen geteilt: die eine wurde zur Darstellung von »Protagon» sowie von Cerebron nach THIERFELDER, die andere zur Darstellung von Sphingomyelin nach ROSENHEIM und TEBB benutzt.

Die weitere Fraktionierung der Glycerophosphatide aus dem Ätherextrakt ging folgendermassen vor sich. Der Ätherextrakt, passend verteilt, wurde in ein Extraktionsgefäss zusammen mit 250 cm<sup>3</sup> absolutem Alkohol gebracht und mit diesem 15 Stunden lang unter wiederholter Umschüttelung bei 37—40° digeriert, worauf der Alkohol durch Warmtrichter abfiltriert wurde. Mit neuem Alkohol in derselben Menge wurde der Rückstand noch einmal auf ähnliche Weise digeriert.

Die alkoholischen Filtrate werden bei 40° abgedunstet, bis aller Alkoholgeruch verschwunden ist. Der Rückstand ist dann klebrig, honiggelb und hat typischen »Lecithingeruch». Er wird in einen 70 cm<sup>3</sup> haltenden Schüttelzylinder gebracht, in den ausserdem 10 cm<sup>3</sup> reines Chloroform gegossen werden. In dieser Flüssigkeit löst sich die Masse leicht zu einer klaren Lösung. Durch Zusatz von Aceton bis auf 50 cm<sup>3</sup> wird ein Niederschlag hervorgerufen, der bei Umschütteln sich vollständig an den Wänden des Gefässes absetzt. Das Aceton wird abdekantiert, worauf die zurückbleibende klebrige Wandschicht von neuem durch Zusatz von 5 cm<sup>3</sup> Chloroform und Schütteln gelöst wird. Die Chloroformlösung wird in einer kleinen Glasschale abgedunstet, wobei ein hellgelber, für das Auge in den einzelnen Teilen völlig gleichartiger, aber etwas opaker Rückstand von der Konsistenz weichen Wachses entsteht. Im

<sup>1</sup> Proceedings of the Physiological Society, July 9, 1910.

<sup>2</sup> Vgl. G. F. GÖTHLIN: Untersuchungen über Kapazität, Isolationswiderstand usw. bei den Nervenfasern im Corpus callosum des Rindes. Pflüg. Arch., Bd. 133, S. 91.

<sup>3</sup> Mit Rücksicht auf die Oxydabilität des Kephals wäre es, wie Verf. später gefunden hat, wahrscheinlich vorteilhafter gewesen, hier Petroleumäther zu benutzen.

Folgenden wird er als die Lecithinfraktion der Glycerophosphatide der weissen Hirnsubstanz bezeichnet. Ihr Gewicht betrug 1,314 g.

Der Rest des primären Ätherextrakts, der nicht bei Digestion mit absolutem Alkohol in Lösung gegangen ist, wird auf folgende Weise verarbeitet. Er befindet sich bei Beginn der Arbeit in einem Schüttelzylinder, der bis zu 250 cm<sup>3</sup> graduiert ist, und haftet hier als eine klebrige Masse den Wänden des Zylinders an. Um sie in Lösung zu bringen, werden 30 cm<sup>3</sup> Äthyläther<sup>1</sup> hinzugegossen. Nach fleissigem Schütteln entsteht eine opake Lösung. Diese wird mit Aceton (zur Entfernung von Cholesterin) bis zum Volumen 250 cm<sup>3</sup> versetzt, wobei sich ein voluminöser Niederschlag bildet. Nach längerem Umschütteln lässt man den Niederschlag sich auf den Boden absetzen, worauf die darüberstehende opake Lösung mittelst Pipette entfernt wird. Weitere 2 Male wird die Extraktion mit neuen 250 cm<sup>3</sup> Aceton unter gründlichem Umschütteln wiederholt. Die letzte Schüttelflüssigkeit ist fast klar.

Nachdem der so gewaschene Niederschlag auf das Filter genommen und alles Aceton abgedunstet ist, wird der Niederschlag nebst 50 cm<sup>3</sup> Äthyläther in einen Schüttelzylinder gebracht. Trotz langdauerndem kräftigem Umschütteln wird die Lösung nicht klar. Sie wird daher Filtrieren unterzogen, wobei ein klares Filtrat entsteht, das dann in einen anderen Schüttelzylinder übergeführt wird. Hier wird die Ätherlösung mit absolutem Alkohol bis zu 250 cm<sup>3</sup> gefällt. Die Schüttelflüssigkeit ist, nachdem der Niederschlag sich abgesetzt hat, stark opak. Sie wird mittelst Pipette entfernt. Noch weitere zwei Male wird das Schütteln mit gleichgrossen neuen Quantitäten absolutem Alkohol wiederholt. Schliesslich ist die Schüttelflüssigkeit fast ganz klar. Der auf das Filter genommene weisse Rückstand wird durch spontanes Abdunsten von Alkohol befreit. Frühere Erfahrungen haben mich gelehrt, dass diese Kephalinfraktion der Glycerophosphatide des Gehirns nicht im Exsikkator getrocknet werden darf, da sie dabei bald eine gelbbraune Färbung annimmt. Ich liess somit das Präparat die Spuren von Feuchtigkeit behalten, die beim Verdunsten des Alkohols aus der Luft aufgenommen wurden; das Präparat war infolgedessen während der ersten Tage noch klebrig; es wog in diesem Zustande 1,454 g.

Aus den angeführten Gewichtszahlen für Ausgangsmaterial, Ätherextrakt sowie Lecithinfraktion und Kephalinfraktion geht klar hervor, dass höchst bedeutende Verluste bei einer solchen fraktionierten Lösung bzw. Ausfällung von Glycerophosphatiden, wie sie hier vorgenommen worden ist, stattfinden. Die Verluste beruhen zu einem wesentlichen Teile darauf, dass, wenn man beispielsweise eine Ätherlösung von Kephalin mit Alkohol fällt, nicht nur eine Fällung von Kephalin, sondern auch eine kolloidale Lösung von Kephalin in dem ätherhaltigen Alkohol entsteht.

Sind die Verluste bei einer derartigen Darstellung gross, so dürften dafür — und das ist für die hier fraglichen Untersuchungen äusserst wichtig — die betreffenden Phosphatidfraktionen im höchstmöglichen Grade von Cholesterin befreit sein. Es zeigte sich auch, dass, wenn 2 cg von der Kephalin- bzw. der Lecithinfraktion in

<sup>1</sup> Es wäre wahrscheinlich vorteilhafter gewesen, hier Chloroform anzuwenden, wovon eine geringere Menge nötig ist, um eine klare Lösung zu erhalten.

1 cm<sup>3</sup> Chloroform gelöst und mit der Lösung SALKOWSKI's<sup>1</sup> Reaktion ausgeführt wurde, diese vollständig negativ ausfiel. Wurde dagegen eine gleichstark konzentrierte Lösung von dem primären Ätherextrakt hergestellt, so nahm das Chloroform eine schwache Rosafärbung an.

Ein Teil des Hirnpulvers, das die beschriebenen Aceton- und Äthylätherextraktionen durchgemacht hat, wird auf »Protagon» und Cerebron verarbeitet. Das Pulver wird zweimal bei 45° mit 85%igem Alkohol extrahiert. Filtration in Wärme und Abkühlung auf 0° in Schneebad; neues Filtrieren, worauf die Fällung in einen Extraktionszylinder gebracht wird, in welchem sie 4 auf einander folgenden gründlichen Extraktionen, jedesmal mit 200 cm<sup>3</sup> Äthyläther, unterzogen wird.<sup>2</sup> Den Äther von der letzten Extraktion her lässt man von der abfiltrierten Fällung abdunsten, worauf diese zweimal aus warmem 85%igem Alkohol umkristallisiert wird.

Was bei der zweiten Umkristallisierung sich absetzt und also das Protagon der Autoren darstellen sollte, wird, in seine Mutterlauge eingebettet, unter dem Polarisationsmikroskop untersucht. Hierbei zeigt es sich, dass die Fällung aus zwei völlig verschiedenen Arten von Formelementen besteht. Das eine bildet isotrope Kügelchen oder Bläschen, vereinzelt oder zu unregelmässigen Gruppen gehäuft. Das andere ist dagegen stark doppelbrechend und besteht aus einzelnen oder zu welligen und geschlängelten, rosenkranzförmigen Bildungen zusammengefügtten kleinen Sphärokristallen. Der einzelne Sphärokristall ist oft unvollständig entwickelt. Hier und da im Sehfeld können ausser den eben beschriebenen ursprünglichen Formtypen auch Mischformen von isotropen Kugeln und doppelbrechenden Sphärokristallen beobachtet werden.

Die Bilder des Protagon im Polarisationsmikroskop sind, wie aus meiner Beschreibung hervorgeht, derart, dass ich mich nicht der nunmehr wohl im allgemeinen aufgegebenen, kürzlich aber von W. CRAMER<sup>3</sup> wiederum verteidigten Ansicht anschliessen kann, wonach diese Substanz ein einheitliches chemisches Individuum wäre.

Dass die isotropen Kügelchen in dem Protagonpräparat aus Cerebrosid bestehen, erschien mir schon in diesem Stadium der Untersuchung wahrscheinlich. Ich nahm daher von diesem gereinigten Protagon 2,6 g ab und verwendete es als Rohmaterial für die Darstellung von Cerebron. Hierbei wurde bis ins Einzelste der Beschreibung der Darstellungsmethode gefolgt, die von KITAGAWA und THIERFELDER<sup>4</sup> geliefert worden ist. Das schliessliche Cerebronpräparat war ein schneeweisses, trockenes Pulver, das bei Kontrollprüfung, die von Herrn Professor Dr. C. TH. MÖRNER gütigst ausgeführt wurde, als phosphorfrei befunden wurde.

Als das Cerebron seine letzte Auskristallisierung aus einer Mischung von 90 Vol.-Proz. Methylalkohol und 10 Vol.-Proz. Chloroform durchgemacht hatte, wurde, bevor noch ein Eintrocknen stattgefunden hatte, das Verhalten desselben in polarisiertem Licht untersucht. Ein an Formelementen reicher Tropfen wurde dem Bo-

<sup>1</sup> Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 6, S. 207, 1872.

<sup>2</sup> Wahrscheinlich löst Äther etwas von der Substanz selbst, denn auch die 4. Schüttelflüssigkeit gab mit Überschuss von Wasser eine schwache Opaleszenz.

<sup>3</sup> E. ABDERHALDEN: Biochemisches Handlexikon, Bd. 3, Art. Protagon, Berlin 1911.

<sup>4</sup> Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. 30, S. 542 u. f., 1900.

densatz entnommen und auf ein Objektglas gebracht. Nachdem ein grosser Teil der Mutterlauge abgedunstet war, wurde reines Glyzerin hinzugesetzt und ein Deckglas darübergelegt. Bei Untersuchung im Polarisationsmikroskop erwiesen sich die Formelemente zwar als unter einander verschieden gross, sie hatten aber alle eine übereinstimmende Struktur. Die Kontur war rund, zeigte aber meistens Einschnürungen, bald meridional angeordnet, ungefähr wie bei gewissen Tomatenfrüchten, bald mehr unregelmässige wie bei Maulbeeren. In ihrem Verhalten gegen polarisiertes Licht zeigten sie eine sehr schwache Doppelbrechung, dadurch charakterisiert, dass bei Untersuchung über Gipsplättchen die paragonalen Quadranten der Kugel eine unbedeutende Erhöhung, die epigonalen eine Senkung der Farbe gegenüber der Bodenfarbe aufwiesen. In beiden Arten von Quadranten kamen mehrorts entsprechend den Einschnürungen radiäre Streifen von einer Farbe vor, die etwas näher der Bodenfarbe lag. Alle Farbenshattierungen waren so schwach, dass sie sich kaum ohne Übertreibungen hatten abbilden lassen.

Ein anderer Teil von dem Rückstand des mit Aceton und Äthyläther erschöpften Hirnpulvers wurde nach ROSENHEIM und TEBB<sup>1</sup> mit Pyridin behufs Darstellung von Sphingomyelin behandelt. Das Sphingomyelin wurde, obgleich nicht in chemisch reinem Zustande, in Sphärokristallen erhalten, die in ihrer typischsten Entwicklung über Gips das Bild zeigen, wie es Taf. III, Fig. 9 wiedergibt. Die Hauptstrahlen in dem Sphärokristall zeigen also eine federförmige Verzweigung. Infolgedessen erhält der entstehende Kristallstern einen sehr verwickelten optischen Bau.

Durch zum Teil recht zeitraubende Darstellungen direkt aus dem Nervensystem hatte ich demnach für die Zwecke einer qualitativen Analyse der doppelbrechenden und eventuell myelinogenen Eigenschaften hinreichende Mengen Cholesterin, alkohol-lösliche Glycerophosphatide, in Alkohol unlösliche Glycerophosphatide, Cerebron sowie Sphingomyelin erhalten.

Es besitzt auf diesem frühen Stadium der Untersuchung ein gewisses Interesse, einen Vergleich zwischen der Doppelbrechung bei den Präparaten selbst anzustellen, bevor weitere Massnahmen mit ihnen getroffen werden. Wenn auch wirkliche Messungen nicht ausgeführt worden sind, so dürfte doch schon auf Grund der Höhe der Interferenzfarben bei Untersuchung über Gipsplättchen dies und jenes sich aussagen lassen. Unter allen Substanzen imponieren Cholesterin und Sphingomyelin entschieden als die stärkst doppelbrechenden. Bei den Cholesterinkristallen ist die Doppelbrechung nicht nur regelmässiger, indem jede Cholesterintafel konstante Auslöschungsrichtungen aufweist, sondern sie macht auch den entschiedenen Eindruck, stärker zu sein als bei dem Sphingomyelin. Cerebron, auf die hier angegebene Weise kristallisiert, ist dagegen äusserst schwach doppelbrechend. Was schliesslich die beiden Fraktionen von Glycerophosphatiden betrifft, so versuchte ich ihrer feineren optischen Struktur auf folgende Weise näher zu kommen. Eine geeignete Menge Substanz wird in Chloroform gelöst (beispielsweise 1 cg in  $\frac{1}{2}$  cm<sup>3</sup>), das dann auf ein Objektglas gegossen wird. Das Chloroform lässt man spontan verdunsten, wobei eine Membran

<sup>1</sup> Journal of Physiology, Vol. 38 u. 41.

aus dem Phosphatid entsteht, die im Polarisationsmikroskop über Gipsplättchen untersucht wird.

Wurde die Membran aus der Kephalinfraktion auf die eben angegebene Weise untersucht, so erwies sie sich noch bei der höchsten ausnutzbaren Vergrößerung (375fach) als homogen. Die Membran aus der Lecithinfraktion zeigte sich dagegen bei derselben Prüfung deutlich kristallinisch, d. h. anstatt des purpurfarbenen Grundes sah man eine Mosaik von bald gelben, bald violetten—blauvioletten Partikeln. Die durch die Partikelgrösse bedingte Körnigkeit war ausserordentlich fein, wo die Membran am dünnsten war, gröber dagegen, wo die Membran dick war.

Bevor die Ursachen der Doppelbrechung in der Markscheide selbst zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht wurden, schien es dem Verf. angebracht, festzustellen, welche der isolierten Substanzen anwesend sein müssen, damit die für das »Myelin« charakteristischen doppelbrechenden Kugeln und die Myelinformen entstehen sollen. Diese Bildungen spiegeln nämlich eben durch die Art ihrer Doppelbrechung eine für den flüssigen Markscheideninhalt sehr charakteristische physikalische Struktur wieder.

Wegen der grossen Neigung der geöffneten Markscheide, Myelinformen bei Wasserzusatz zu entwickeln, wurde der Anfang mit einer Prüfung des Verhaltens sämtlicher Substanzen gegen Wasser in der genannten Hinsicht gemacht. Eine Schicht der Substanz wurde auf einem Objektglas ausgestrichen. Ein Tropfen Aqua destillata oder Glycerinwasser<sup>1</sup> sowie ein Deckglas wurden darübergelegt. Das Präparat wurde bei passender Vergrößerung in chromatisch polarisiertem Licht betrachtet. Dabei ergaben Cholesterin, Cerebron und Sphingomyelin sämtlich negatives Resultat: keine Myelinformen bildeten sich. Nicht einmal eine »Neigung zu Myelinbildung«, wie sie nach KAWAMURA (a. a. O., S. 15—17) alle die genannten Substanzen aufweisen sollen, wurde beobachtet.

Bei Zusatz eines grossen Tropfens Aqua destillata zu einem Ausstreichpräparat der Lecithinfraktion zerfloss die Masse in wenigen Minuten zu einer unzähligen Menge sehr schwach doppelbrechender Myelinschläuche. Der Verlauf des ganzen Prozesses war zu stürmisch, als dass man Details hätte beobachten können. Wurde dagegen ein ganz kleiner Tropfen Wasser oder ein Tropfen Glycerinwasser hinzugesetzt, so entwickelten sich nach einigen Augenblicken sowohl doppelbrechende Kügelchen als auch typische, stark doppelbrechende Myelinformen. Über Gips untersucht, zeigen die ersteren, die übrigens oft nur Kügelchen vortäuschen und in Wirklichkeit kurze Myelinformen sind, deren Längsachse mit der Sehlinie zusammenfällt, und die noch durch einen Stiel mit der Phosphatidmembran zusammenhängen, die äusserst charakteristische Eigenschaft, dass sie in den paragonalen Quadranten die Bodenfarbe erhöhen, in den epigonalen dieselbe senken. Die schlauchförmigen Myelinbildungen zeigen, wenn ihre Längsachse dem Epigonaldurchmesser parallel ist, additionsfarbige Ränder, wenn sie im Paragonaldurchmesser verlaufen, dagegen substraktionsfarbige

<sup>1</sup> Mit Glycerinwasser ist in dieser Arbeit eine Mischung von gleichen Volumina reinem Glycerin (Pharm. Brit. 31° Bé.) und Aqua destillata gemeint.

Ränder, während in beiden Fällen oft eine schmälere oder breitere axiale Partie die Bodenfarbe beibehält.

Aus dem Versuch geht unzweideutig hervor, dass durch behutsame Einwirkung von Wasser auf die Lecithinfraktion der Glycerophosphatide des Gehirns Bilder entstehen, die im Polarisationsmikroskop sich in keiner Weise von denen unterscheiden, welche auftreten, wenn aus irgend einem Anlass der Inhalt einer Markscheide in den Gewebssaft ausfließt. Diese Fraktion von Glycerophosphatiden hat also zweifellos myelinogene Eigenschaften.

Bei Prüfung der Kephalinfraktion in der fraglichen Hinsicht musste infolge der abweichenden Konsistenz in der Weise verfahren werden, dass man eine Chloroformlösung der Substanz zuerst auf einem Objektglas abdunsten liess. Dabei entstand eine Membran, die mit Wasser angefeuchtet und mit einem Deckglas bedeckt wurde. Bei dem Wasserzusatz wachsen wie durch einen Zauberschlag eine Menge prachtvoll doppelbrechender Kügelchen von derselben optischen Struktur hervor, wie sie für die Lecithinfraktion angegeben wurde. Allmählich entstehen auch mehr schlauchartige Myelinformen. Man kann bei genauem Achtgeben ihre Entwicklung aus den ebenerwähnten »Kügelchen« verfolgen, die sicherlich in den meisten Fällen optische Querschnitte von vertikalgerichteten Myelinformen in statu nascenti gewesen sind. Auch die Kephalinfraktion der Glycerophosphatide ist demnach ohne alle Frage mit »myelinogenen« Eigenschaften ausgestattet.

In beiden Fällen ist für die Entwicklung der Myelinformen die Gegenwart von Wasser notwendig. Verfolgt man den Entwicklungsverlauf, so wird man finden, dass die Doppelbrechung der Myelinformen am stärksten bei einem ganz unbedeutenden Wassergehalt ist und mit steigender Wasserimbibition und Ausdehnung abnimmt. Wenn, wie betreffs der Lecithinfraktion, die Wirkung von reinem Wasser zu gewaltsam ist, kann man durch Glycerinzusatz zum Wasser schönere und haltbarere Bilder erhalten. Das Glycerin wirkt, wenigstens in dem gewählten Beispiel, hauptsächlich dadurch, dass es den reaktiven Einfluss des Wassers mildert.

Bei einer stärkeren Einwirkung von Wasser, als wie sie für den Bestand der Myelinformen günstig ist, werden die Schläuche mehr und mehr ausgedehnt und dünnwandig. Mehrorts verkleben sie mit einander zu einer charakteristischen »Schaumstruktur«, bei der die einzelnen Balken auch weiter noch die Eigentümlichkeit beibehalten, die die Wandschicht der Myelinschläuche auszeichnete, dass sie nämlich in dem optischen Längsschnitt Additionsfarbe in Epigonallage und Subtraktionsfarbe in Paragonallage zeigen. Bei stärkster Wassereinwirkung zerfließt die ganze Struktur zu einer körnigen Masse.

Ob die Wechselwirkung zwischen Glycerophosphatid und Wasser, die die Voraussetzung für das Auftreten der Myelinformen bildet, ausschliesslich physikalischer Natur ist, lässt sich schwerlich durch mikroskopische Beobachtungen entscheiden. Da aber doch die mikroskopischen Untersuchungen zeigen, dass Myelinbildung vor sich gehen kann, auch wenn die zur Verfügung stehende Wassermenge minimal ist, so erscheint es zum mindesten höchst unwahrscheinlich, dass eine chemische Reaktion oder Zersetzung des Phosphatids dabei stattfinden muss. Dass bei stärkerer Einwirkung von

Wasser auf die Phosphatide Desintegration eintritt, ist von den Chemikern schon seit lange betont worden. Die Feststellung der hierzu erforderlichen Wasserproportion ist ja auch eigentlich eine Aufgabe für die Chemie.

Der einzige sichere Unterschied, der zwischen den beiden Fraktionen rücksichtlich der Myelinbildung hat beobachtet werden können, besteht darin, dass die Lecithinfraktion Myelinformen schon unter dem Einfluss einer so milden Wasserwirkung zu entwickeln vermag, dass das Kephalin bei derselben sich noch indifferent verhält. Man kann sich davon in der Weise überzeugen, dass man die Einwirkung prüft, welche Wasser mit sukzessiv steigendem Glyzeringehalt auf die trockenen Substanzen ausübt.

Die für den Markscheideninhalt charakteristische Myelinbildung geht demnach von den Glycerophosphatiden aus, und keine andere organische Substanz als Glycerophosphatid braucht neben Wasser anwesend zu sein, um die charakteristische Doppelbrechung zustande kommen zu lassen. Das Resultat ist um so bemerkenswerter, als man auf Grund der stark doppelbrechenden Eigenschaften des Cholesterins, wenn es in Kristallform vorhanden ist, sowie des reichlichen Vorkommens desselben in weisser Nervensubstanz unleugbar hätte erwarten können, dass es eine wichtige Rolle bei der Hervorbringung der Myelinformen spielen würde, die vor allem durch ihre starke Doppelbrechung frappieren. Auch dürfte von einigen der Einwand erhoben werden, dass die dargestellten Phosphatide, obwohl SALKOWSKI'S Cholesterinreaktion mit ihnen negativ ausfällt, gleichwohl Spuren von Cholesterin enthalten können, und dass diese Spuren von Bedeutung für die Entstehung der Doppelbrechung der Myelinformen gewesen sind.

Den letzteren Einwand glaube ich am besten durch folgenden Versuch entkräften zu können. In 1 cm<sup>3</sup> reinem Chloroform werden 1 cg Phosphatid und 1 cg reines Cholesterin gelöst. Derartige Lösungen werden von den beiden Fraktionen der Glycerophosphatide hergestellt. Die Lösungen werden über je ein Objektglas gegossen und das Chloroform bei einer Temperatur von 35° abdunsten gelassen. Die gebildeten Membranen werden im Polarisationsmikroskop mit eingelegtem Gipsplättchen untersucht. Die Membran der Lecithinfraktion zeigt in ihrer kristallinischen Masse mehrorts eingesprengte runde aber undeutlich begrenzte Flecke mit von der Bodenfarbe abweichendem Farbenspiel. Bei genauerer Prüfung ergibt sich, dass diese Flecke in der Ebene der Membran abgeplatteten, in ihrer regelmässigen Entwicklung mehr oder weniger gestörten Sphärokristallen entsprechen, die alle die Eigentümlichkeit aufweisen, dass sie Interferenzkreuze von einer, verglichen mit den Myelinkügelchen, umgekehrten Farbenverteilung zeigen. In den paragonalen Sektoren ist die Farbe gelb, in den epigonalen violett—indigo. Die auf dieselbe Weise hergestellte und untersuchte Membran der Kephalinfraktion enthält in bedeutend reicherer Anzahl<sup>1</sup> gleichartige, aber etwas deutlicher entwickelte sphärokristallische Plaques. In den dickeren Partien der Membran kommen sogar grosse Gebiete vor, die aus einer einzigen zusammenhängenden Mosaik derartiger Plaques bestehen.

<sup>1</sup> Ein Vergleich zwischen den beiden Präparaten zeigt auch, dass Cholesterin in bedeutend höherem Grade löslich in der lecithinartigen als in der kephalinartigen Substanz ist.

Aus dieser Beobachtung geht hervor, dass, wenn das Cholesterin in einer Mischung mit Glycerophosphatiden bei der Entwicklung von Kristallaggregaten dominieren darf, die optische Struktur dieser letzteren eine andere wird und in gewissem Grade umgekehrt ausfällt wie bei den typischen Myelinkügelchen. Man könnte die Verschiedenheit dahin verdeutlichen, dass das Cholesterinaggregat über dem Gipsplättchen dasselbe Farbenspiel hervorruft wie ein aus einachsigen, optisch negativen, radiär gestellten Prismen zusammengesetzter Sphärokristall, während der Myelintropfen, wie bereits KLEBS hervorgehoben hat, dasselbe Farbenspiel aufweist, wie es ein Sphärokristall aus optisch positiven, radiär gestellten Prismen liefern würde. Schon dies scheint sicher dagegen zu sprechen, dass das Cholesterin die typische Doppelbrechung in den Myelinkügelchen verursachen sollte. Und noch unwahrscheinlicher wird es dadurch, dass — wenigstens bezüglich der Kephalinfraktion — eine reichliche Beimischung von Cholesterin der Myelinbildung geradezu entgegenwirkt. In der Membran, die aus gleichen Teilen Kephalinfraktion und Cholesterin bestand, kam es bei 5-stündiger Einwirkung von Aqua destillata nur zu einer rudimentären Myelinbildung, während ein auf dieselbe Weise behandeltes Präparat der ungemischten Kephalinfraktion schon binnen einer Stunde vollständig in Myelinformen zerflossen war. In dem erstgenannten Präparat traten auch im weiteren Verlaufe keine völlig entwickelten Myelinbilder auf. Stattdessen geschah es, dass das Cholesterin allmählich Kristallwasser aufnahm und eine reichliche Menge Cholesterintafeln sich absetzten.

Da die Glycerophosphatide sehr zusammengesetzte Körper sind, deren Spaltungsprodukte wenigstens teilweise bekannt sind, besteht die Möglichkeit, nachzuforschen, welches der in ihnen enthaltenen Radikale dem Phosphatidmolekül die myelinogenen Eigenschaften erteilt. Die Glycerinphosphorsäure erwies sich als nicht solche Eigenschaften besitzend, und das war wohl auch kaum zu erwarten. Auch konnte Verf. nicht beobachten, was KAWAMURA angibt, dass Cholin mit Wasser zur Entstehung von Myelinformen führt. Cholinglycerophosphat wurde gleichfalls ohne Erfolg daraufhin geprüft. Bei Versuchen mit Cholinoleat — bei Zimmertemperatur hergestellt aus Cholin<sup>1</sup> und Ölsäure<sup>1</sup> von E. Merck — bestätigte sich ADAMI's und ASCHOFF's Angabe, dass diese Substanz mit Wasser Myelinformen geben kann. Solche bildeten sich indes ziemlich spärlich und träge, und man hatte, wenigstens bei meinen Präparaten, auch nicht den Eindruck, dass sie völlig dieselbe plastische Konsistenz wie Myelinformen der Glycerophosphatide hatten. Die Orientierung ihres optischen Elastizitätsellipsoids war jedoch, wie eine Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht ergab, die für Myelin charakteristische. Sodann bestätigte sich auch NEUBAUER's Angabe, dass Ammoniumoleat Myelinformen mit Wasser bildet. Die Ähnlichkeit zwischen der Myelinbildung von Ammoniumoleat und der von Glycerophosphatiden war in der Tat schlagend. Zu der Angabe NEUBAUER's kann ich auch hinzufügen, dass das Verhalten der doppelbrechenden Bildungen über Gipsplättchen in keiner Weise von demjenigen abwich, das für die Glycerophosphatide beschrieben worden ist.

<sup>1</sup> Obwohl die Präparate die besten waren, die von dieser Firma erhalten werden können, kann Verf. nicht deren Reinheit garantieren. Eine Verunreinigung des Cholins mit Ammoniak würde offenbar in diesem Falle die Entstehung rudimentärer Myelinformen veranlassen können.

Die Resultate anderer Forscher und meine eigenen machen es höchst wahrscheinlich, dass es das Ölsäureradikal ist, das die myelinogenen Eigenschaften in das Lecithinmolekül einführt. In dem Kephalinmolekül dürfte die entsprechende ungesättigte Säure — THUDICUM'S Kephalsäure — dieselbe Rolle spielen. Das Sphingomyelin, das auch zu den Phosphatiden gehört, enthält weder Glycerin noch, soweit bisher bekannt, ungesättigte Fettsäuren und besitzt auch keine myelinogenen Eigenschaften. Mit allen Restriktionen, die durch unsere noch sehr lückenhaften Kenntnisse von der Zusammensetzung der Phosphatide geboten sind, dürfte es gegenwärtig als wahrscheinlich anzusehen sein, dass die myelinogenen Eigenschaften unter den Phosphatiden als eine Gruppenreaktion Glycerophosphatiden mit ungesättigten Fettsäuren zukommen.

Hinzuzufügen ist schliesslich, dass in dem primären Acetonextrakt von Hirnmasse kleine Mengen eines Phosphatids sich finden, dessen chemische Verhältnisse ich nicht näher untersucht habe, das aber myelinogene Eigenschaften besitzt.

Die Myelinformen müssen, solange sie wohlabgegrenzte Bildungen darstellen, die sich in der umgebenden Flüssigkeit schwebend erhalten, unter dem Einfluss der komprimierenden Kraft stehen, die infolge der Kohäsion von ihrer Oberflächenschicht ausgeht. Im Hinblick hierauf kam dem Verf. der Gedanke, dass ein derartiger allseitiger, von der Oberfläche nach dem Zentrum hin gerichteter Druck zu einer Doppelbrechung von der regelmässigen Beschaffenheit, wie sie in den Myelintröpfchen vorliegt, müsste Anlass geben können.

Anfänglich schien wohl der Annahme einer solchen Ursache für die Doppelbrechung bei den Myelintröpfchen ein unüberwindliches Hindernis entgegenzustehen. Durch BREWSTER'S,<sup>1</sup> SEEBECK'S, DOVE'S, AMBRONN'S u. a. Untersuchungen ist festgestellt worden, dass, wenn Glas, Kristalle des regulären Systems, Gelatine einem Zusammendrücken in bestimmter Richtung ausgesetzt werden, bei ihnen eine Doppelbrechung von derselben Beschaffenheit wie in einem optisch einachsigen negativen Kristall entsteht, dessen optische Achse mit der Richtung des ausgeübten Druckes zusammenfällt. Sollte nun ein Myelinkügelchen durch die Einwirkung eines radiär gerichteten Druckes doppelbrechend werden, so sollte man nach der obengenannten Regel erwarten, dass es im Polarisationsmikroskop über einem Gipsplättchen in seinen paragonalen Quadranten die Bodenfarbe senken, in seinen epigonalen dieselbe erhöhen wird. Indessen ist bei den Myelinkügelchen gerade das Gegenteil der Fall.

Nur unter der Voraussetzung, dass die Substanz in den Myelinformen auf eine vollkommen abweichende und der für die oben aufgezählten entgegengesetzten Weise reagiert, wäre die fragliche Erklärungsmöglichkeit denkbar.

Diese Überlegung gab dem Verf. Anlass, das Verhalten der myelinogenen Substanzen unter der Einwirkung von Dehnung und Druck zu prüfen. Das Verfahren bei dieser Untersuchung musste natürlich der Konsistenz der zur Prüfung vorliegenden Substanzen angepasst werden. Bei den Glycerophosphatiden und Oleaten ging ich folgendermassen zuwege. Die Substanz wurde in einem indifferenten Lösungs-

<sup>1</sup> Philosoph. Transact. of the Roy. Soc. of London 1816, part 1, p. 156—178.

mittel, Chloroform oder absolutem Alkohol, gelöst, worauf ich eine solche Menge der Lösung auf einem Objektglase abdunsten liess, dass die Membran eine Dicke von ungefähr 0,1 mm aufwies. Mit Hilfe eines Hornkamms mit stumpf abgerundeten Zähnen wurde über die Membran eine Serie einander und der Längsseite des Objektglases paralleler Striche gezogen. Wo ein Zahn passiert, übt er gleich einem Schneepfluge auf den nächstliegenden Teil der Membran einen Druck transversal zur Strichrichtung, ausserdem aber auch, da ja die Substanz klebrig ist, in gewissem Grade eine Dehnung derselben in der Strichrichtung selbst aus.

Man möchte erwarten, dass die optische Wirkung des Druckes bzw. der Dehnung aufhören wird, sobald diese selbst aufhören. Für die hier fraglichen Substanzen erwies sich dies indessen nicht als zutreffend. Wurde nachher ein Strich über dem Gipsplättchen in einer der Diagonalen eingestellt, so zeigten nunmehr die Ränder des Striches eine von der Bodenfarbe abweichende Farbe. Während aber bei einem Glasgitter, wenn es in chromatisch polarisiertem Licht betrachtet wird, die Ränder der Gitterstriche, falls sie überhaupt die Bodenfarbe verändern, Additionsfarbe zeigen, wenn die Richtung des Striches mit der der Gipsachse zusammenfällt, verhielten sich die oben angeführten myelinogenen Substanzen auf entgegengesetzte Weise: sie zeigten in derselben Lage Subtraktionsfarbe. Ihre optischen Eigenschaften werden also durch Dehnung bzw. Druck in einer Richtung verändert, die in Bezug auf die Orientierung des optischen Elastizitätsellipsoids gerade entgegengesetzt der des Glases ist. Man könnte dies auch so ausdrücken, dass die optische Deformungsreaktion der myelinbildenden Substanzen negatives Vorzeichen aufweist im Vergleich zum Glase, dessen Reaktion dann willkürlich als typisch und positiv angenommen wird.

Bei den diesbezüglichen Versuchen wurden auch vergleichshalber einige andere Substanzen von ähnlicher Konsistenz geprüft. Gewöhnliche Kaliseife gab gleichfalls einen Strich von negativer Polarität, und die Stärke der Reaktion wetteiferte mit der der Glycerophosphatide. Butterfett zeigte dagegen überhaupt nicht oder nur ahnungsweise die fragliche Reaktion.

Erst nachdem die Untersuchung bis zu diesem Punkte gediehen war, entnahm ich aus der Literatur, dass bereits frühere Forschungen wichtige Resultate betreffs Substanzen mit anomalem Verhalten gegen Dehnung und Druck ergeben hatten. Schon 1853 hat D. BREWSTER<sup>1</sup> für die Prüfung selbst eine Methode, nicht unähnlich der von mir vorgeschlagenen, angegeben, die überdies den Vorteil besitzt, auf eine grössere Anzahl Stoffe anwendbar zu sein. Die zu prüfende Substanz wird mittelst eines polierten, elastischen Messers auf Glas in einer bestimmten Richtung gestrichen, wobei gleichzeitig mit der Messerklinge ein Druck gegen das Glas ausgeübt wird. Bei derartigen Präparaten, beispielsweise von Talg, Kakaobutter und Palmitinsäure, fand BREWSTER, dass »the lines thus formed, examined in the polariscope, exhibit regular neutral and depolarizing axes«. BREWSTER betont jedoch, dass dieses Phänomen im

<sup>1</sup> On the production of crystalline structure in crystallized powders by compression and traction. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, vol. 3, 1853, S. 178—180.

Prinzip nicht demjenigen gleichzustellen ist, wenn in einem festen Körper, z. B. Glas, Doppelbrechung durch Dehnung oder Druck hervorgerufen wird. Wie im Folgenden sich zeigen wird, ist dies eine Auffassung, an die auch Verf. sich anschliessen muss.

In seinen »Optisch-akustischen Versuchen« (Prag 1873) gibt MACH an, dass syrupdicke Metaphosphorsäure umgekehrt wie Glas bei Dehnung und Druck reagiert. SCHWENDENER, AMBRONN und KUNDT haben jedoch bei Prüfung diese Beobachtung nicht bestätigen können. Dagegen haben AMBRONN<sup>1</sup> und auch Verf. durchaus die Richtigkeit einer Angabe von v. EBNER<sup>2</sup> bestätigen können, dass mit Wasser gequollenes Kirschgummi sich in optischer Hinsicht bei Zug wie gedrücktes und bei Druck wie gezogenes Glas verhält. H. AMBRONN<sup>3</sup> hat ferner, wie auch unabhängig von ihm Verf., die Beobachtung gemacht, dass die in mehreren Wachssorten, Stearin, Talg, Schweinefett vorkommenden nadelförmigen Kristalle über dem Gipsplättchen in Subtraktionsfarben erscheinen, wenn ihre Längsrichtung mit dem Paragonaldurchmesser zusammenfällt. Wir haben auch gefunden, dass dieselben Substanzen bei Ausstreichen auf einem Objektglas nach BREWSTER sich anomal verhalten, so dass sie Subtraktionsfarben geben, wenn die Strichrichtung mit der Achse des Gipsplättchens zusammenfällt. AMBRONN hat auf dieselbe Weise<sup>4</sup> sogar Cholesterin sowie aus Eidotter dargestelltes »Lecithin« in der erwähnten Hinsicht geprüft und gefunden, dass bei Ausstreichen in einer bestimmten Richtung ersteres einen Strich von positiver Polarität gibt, während letzteres einen Strich von negativer Polarität gibt, d. h. sich in der Weise verhält, wie auch Verf. hier sowohl für die Lecithinfraktion wie für die Kephalinfraktion der Glycerophosphatide des Gehirns mit seiner eigenen Methode nachgewiesen hat.

Nach Kenntnisaufnahme von BREWSTER's Verfahren führte ich an den trocken pulverförmigen Substanzen vom Gehirn her Prüfungen mit Ausstreichpräparaten nach seiner Methode aus. Dabei stellte es sich heraus, dass das Sphingomyelin dasselbe anomale Verhalten wie die Glycerophosphatide zeigte; doch bedurfte es recht grosser Geschicklichkeit, um schöne Präparate herzustellen. Trockenes Cholesterin reagierte in Übereinstimmung mit AMBRONN's Angabe wie Glas. In Ausstreichpräparaten von Cerebron gelang es überhaupt nicht, eine Polarität, sei es positive oder negative, zu entdecken. Überhaupt sprechen meine Beobachtungen an Cerebron dafür, dass die Cerebroside eine so untergeordnete Rolle bei der Doppelbrechung im Nervensystem spielen, dass ihre Gegenwart, sogar in reichlicher Menge, in isotropen oder undeutlich anisotropen Zellteilen, beispielsweise in dem Axoplasma der weissen Nerven, nicht auf optischem Wege ausgeschlossen werden kann.

Inwieweit können nun die im Vorstehenden zusammengestellten Beobachtungen uns Aufschluss geben über die Struktur der Myelintropfen und die Ursache ihrer Doppelbrechung? Vor allem wird durch diese Untersuchungen das wichtigste Hindernis

<sup>1</sup> Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. 7, 1889, S. 103—114.

<sup>2</sup> V. v. EBNER: Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organisirter Substanzen, Leipzig 1882, S. 28—30.

<sup>3</sup> Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. 6, 1888, S. 226—230.

<sup>4</sup> Ber. d. kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Leipzig, mathem.-phys. Classe, Bd. 42, 1890, S. 419—429.

für die Annahme eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Oberflächendruck und Doppelbrechung beseitigt. Eben die Substanzen, die sich als Myelinformenbildner erwiesen haben, verhalten sich nämlich gegenüber Dehnung und Druck in einer solchen Weise, dass sie unter dem Einfluss des Oberflächendrucks doppelbrechende Eigenschaften von dem Typus annehmen würden, wie er in Wirklichkeit bei den Myelintropfen vorliegt.

Ex analogia dürfte auch ein anderer interessanter Schluss aus den Versuchen zu ziehen sein. Es ist bemerkenswert, und, wie erwähnt, hat bereits AMBRONN einmal darauf hingewiesen, dass die meisten Substanzen, die Striche von negativer Polarität geben, in chromatisch polarisiertem Licht sich als kristallinisch erweisen. Um den Zusammenhang zwischen kristallinischer Struktur und anomaler optischer Reaktion gegen Dehnung und Druck klarzulegen, möchte ich noch folgendes anführen. Sind die Kristallpartikeln gross genug, um der Form nach bestimmt werden zu können, wie das z. B. bei dem Präparat »Adeps suillus« der schwedischen Pharmakopöe der Fall ist, so findet man, dass sie Nadeln bilden, bei denen die längere Achse des Fresnelschen Elastizitätsellipsoids mit der eigenen Längsrichtung der Nadeln zusammenfällt. Eine Membran aus Adeps suillus, die sich aus einer Chloroformlösung auf einem Objektglase absetzt, wird derartige in einem im übrigen isotropen Fett eingestreute Nadeln enthalten, die in allen möglichen Richtungen orientiert sind, ohne dass eine vorherrscht. Werden nun in der oben angegebenen Weise parallele Striche in der fraglichen Membran gezogen, so kann man mit Leichtigkeit konstatieren, dass an jeder Stelle, wo die anomale Reaktion des Strichrandes auftritt, eine grössere Anzahl von Kristallnadeln auf mechanischem Wege so gerichtet worden sind, dass ihre Längsachse nunmehr dem Strich parallel verläuft, und es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass diese mechanische Einstellung der Kristallnadeln in der Tat die Ursache der anomalen Reaktion ist. In einer Membran aus Adeps suillus wird daher die fragliche optische Reaktion diskontinuierlich. Sie bleibt überall da aus, wo der Strich durch Teile der Membran geht, in denen keine Nadeln zu entdecken sind.

Wir können Präparate wählen, in denen die Kristallnadeln zwar noch in einer isotropen Masse eingebettet vorkommen, der Anzahl nach aber reichlicher und der Grösse nach kleiner sind als in Adeps suillus. Die Diskontinuität in der optischen Reaktion tritt dann auch weniger hervor. Wenn ein isotropes Bindemittel fehlt<sup>1</sup> und die kristallinen Partikeln so klein sind, dass ihre Form nicht, wenigstens nicht in der Masse selbst, bestimmt werden kann, so erscheint die Membran, wie es bei der Lecithinfraktion der Glycerophosphatide des Gehirns geschah, im Polarisationsmikroskop über dem Gipsplättchen als ein sehr feinkörniges polychromes Raster, und die optische Deformierungsreaktion in den Strichrändern ist vollkommen kontinuierlich.

Findet man nun, wie es bei der Kephalinfraktion der Fall ist, eine Substanz, die mit der letzterwähnten sehr verwandt ist, deren Membran aber mittelst des

<sup>1</sup> Verf. ist in Wirklichkeit nicht völlig berechtigt, bezüglich der Glycerophosphatide das absolute Fehlen eines Bindemittels anzunehmen, denn die Präparate waren nicht im Vakuum behandelt worden, die Anwesenheit von Spuren des letzten Lösungsmittels kann also nicht ausgeschlossen werden.

Polarisationsmikroskops nicht mehr in kristallinische Partikeln aufgelöst werden kann, während die Ränder der Striche in der Membran dieselbe negative Polarität zeigen wie das Hirnlecithin, so liegt jedenfalls der Analogieschluss äusserst nahe, dass auch das Hirnkephalin eine kristallinische Struktur besitzt, dass aber die kristallinischen Partikeln bei dieser Substanz so klein sind, dass ihre Dimensionen ausserhalb der Grenzen des Auflösungsvermögens des Mikroskops liegen. Die Richtigkeit oder Unrichtigkeit des Schlusses hängt ja wesentlich davon ab, ob ein anomales Verhalten gegen Dehnung und Druck im allgemeinen auf kristallinischer Struktur beruht, eine Frage, die in der Physik bisher nicht bearbeitet, viel weniger denn gelöst worden ist.

Auf der Anwesenheit kristallinischer Partikeln beruht also meiner Ansicht nach letzthin die Doppelbrechung bei den Myelinformen, und diese Partikeln stellen sich auf eine bestimmte Weise unter dem Einflusse des regelmässigen Druckes ein, der infolge der Kohäsionskraft von der Oberfläche des Myelintropfens ausgeht, und der senkrecht im Verhältnis zu dieser Oberfläche gegen das Innere des Tropfens gerichtet ist. In gleicher Weise, wie die kristallinischen nadelförmigen Partikeln in der Objektglasmembran von »Adeps suillus« sich senkrecht gegen den Druck des Kammzahnes einstellen, der den Strich in der Membran hervorbringt, stellen sich auch meines Erachtens ähnliche kristallinische nadelförmige oder abgeplattete Partikeln in der Myelinsubstanz mit ihrer Längsachse senkrecht gegen die in den Myelintropfen vorherrschende radiäre Druckrichtung ein.

Ein Myelintropfen erhält gemäss dieser Auffassung eine ausgeprägte Struktur. Er verhält sich, als wäre er aus einer grossen Anzahl über einander gelagerter Kugelschalen zusammengesetzt, die sämtlich derartige tangential eingelagerte nadelförmige Kristalle enthalten. Da keine besonderen Annahmen bezüglich der Längsachse dieser nadelförmigen Partikeln gemacht werden, ausser dass sie stets tangential verläuft, so kann sehr wohl ein Oberflächenelement einer solchen Kugelschale bei Betrachtung in der Richtung der Normalen vorherrschende optische Achsen entbehren. Dagegen muss jeder optische Querschnitt einer solchen Kugelschale reguläre Doppelbrechung aufweisen und über dem Gipsplättchen in verschiedenen Partien die Bodenfarbe in demselben Sinne verändern, wie eine mit ihrer Längsachse in der Schnittlinie eingelagerte Kristallnadel von dem beschriebenen Typus es tun würde. Die Bodenfarbe wird also in den paragonalen Quadranten des ringförmigen Schnittes erhöht und in den epigonalen Quadranten gesenkt, während sie sich dagegen in den Orthogonaldurchmessern selbst nicht verändert. Man erhält somit durch die Summationswirkung zwischen sämtlichen Kugelschalen in dem optischen Querschnitt eines frei schwebenden Myelintropfens das Interferenzkreuz, das als typisch für denselben beschrieben worden ist.

Für die Ausbildung der Struktur, die den Myelintropfen ihre charakteristische Doppelbrechung verleiht, ist, wie bereits betont worden, die Gegenwart einer geringen Menge Wassers<sup>1</sup> unentbehrlich. Ob man einen Tropfen von eben beschriebenem Typus zu den »flüssigen Kristallen« rechnen soll oder nicht, ist Geschmackssache. Jedenfalls

<sup>1</sup> Ob es Myelinformen mit anderem flüssigem Bindemittel gibt, dürfte noch nicht klargestellt sein.

kann er als solcher nicht denjenigen chemischen Individuen gleichgestellt werden, die, wie z. B. p-Azoxyphenetol, ohne jedes Bindemittel an sich selbst innerhalb eines bestimmten Temperaturintervalls eine flüssige, kristallinische Struktur besitzen. Dagegen kann das Myelin mit allem Fug als eine kristallinische Flüssigkeit bezeichnet werden. Die Mischbarkeit der myelinogenen Substanz mit Wasser und die grössere oder geringere jeweils vorhandene Wassermenge sind zweifellos Faktoren von der grössten Bedeutung für die myelinbildenden Eigenschaften im einzelnen Falle. Dass die Wassermenge unzureichend ist, um die Homogenität der Substanz zu stören, gross genug aber, um die kristallinischen Partikeln leichtbeweglich im Verhältnis zu einander zu machen, scheint die Hauptsache zu sein.

Es erübrigt nun, die gemachten Beobachtungen für die Erklärung der Doppelbrechung im Nervengewebe und zwar zunächst in der Markscheide, wo sie am stärksten ausgeprägt ist, zu verwerten.

Es sind eigentlich nur 2 Hypothesen bezüglich der Entstehung von Doppelbrechung in den Geweben, die heutzutage Berücksichtigung verdienen: die Spannungshypothese und die Hypothese einer kristallinischen Struktur.

Die Spannungshypothese hat ihre hervorragendsten Vertreter in D. BREWSTER und V. v. EBNER gehabt. Nach dieser Hypothese ist die Doppelbrechung in den Geweben eine sekundäre Folge daselbst herrschender Spannungszustände, Zustände der Dehnung oder Zustände des Drucks. In Übereinstimmung hiermit führt BREWSTER,<sup>1</sup> nachdem er (1816) die Doppelbrechung in der Kristalllinse der Fische beschrieben, als Ursache dieser Doppelbrechung an, »that the central nucleus and the external coat are in a state of dilatation, while the intermediate coats are in a state of contraction».

v. EBNER'S Ansicht über die Entstehung der Doppelbrechung in der Markscheide gebe ich hier mit seinen eigenen Worten wieder.<sup>2</sup> »Die Doppelbrechung des Nervenmarks ist mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Intussuszeptionswachstum zurückzuführen. Die von RANVIER konstatierte Tatsache, dass bei sich entwickelnden, markhaltigen Nervenfasern die Zwischenringsegmente 5 bis 6 mal kürzer sind als bei ausgebildeten Nervenfasern, lässt sich im Sinne des Intussuszeptionswachstums deuten . . . ».

Die andere Hypothese erklärt die Doppelbrechung in den Geweben durch die Annahme, dass diese eine kristallinische Struktur besitzen. Die fragliche Hypothese scheint zum erstenmal von EHRENBURG zur Erklärung der Doppelbrechung der Stärkemehlkörner aufgestellt worden zu sein. Er sagt:<sup>3</sup> »Den Erscheinungen zufolge würde ich geneigt sein, mir das Amylum in den Stärkemehlkörnern und die doppelt lichtbrechende Substanz in den Pflanzenschuppen als in einem sehr fein kristallinischen Zustande geordnet zu denken, etwa so wie bei Erbsensteinen, Perlen die Kalknadeln konzentrisch geordnet sind». Es war dieselbe Hypothese, die später die Grundlage

<sup>1</sup> Philosophical Transactions of the Royal Society for the year 1816, part 1, p. 315—316.

<sup>2</sup> V. v. EBNER: Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organisierter Substanzen, Leipzig 1882, S. 232.

<sup>3</sup> Monatsber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Februar 1849, S. 60.

für E. BRÜCKE's Darstellung von der Zusammensetzung des doppelbrechenden Gerüsts der quergestreiften Muskelzelle aus Elementarteilen mit Kristallstruktur bildete, welche BRÜCKE, der Ausdrucksweise von ERASMUS BARTHOLINUS für den isländischen Kalkspat folgend, auch im Muskel mit dem Namen Disdiaklasten bezeichnete. Nicht lange danach wurde die Doppelbrechung der Markscheide als auf einer kristallinen Struktur beruhend erklärt. KLEBS nahm nämlich an, dass sie einachsige, positiv doppelbrechende Kristalle mit radiärer Anordnung enthält, und führte als Beweis für seine Ansicht an, 1) dass bei einer mit Markscheide ausgerüsteten Nervenfasern in Diagonallage zwischen gekreuzten Nicols nur die Randkontur hell erscheint, während die zentralen Teile dunkel sind, und 2) dass, wenn der Querschnitt einer solchen Nervenfasern nach Einschaltung eines Gipsplättchens geprüft wird, die beiden Quadranten, die von der Achse des Gipsplättchens halbiert werden, in Additionsfarbe, die beiden anderen in Subtraktionsfarbe erscheinen. Die letztgenannten Bilder hatte er aber nicht an frischen, sondern an in Chromsäure gehärteten Nervenfasern beobachtet.

Die Erklärung, die v. EBNER für die Entstehung der Doppelbrechung in der Markscheide gibt, dürfte nunmehr wenigen einleuchten. Im besonderen ist die Anwendung der für die mehr konsistenten Stärkemehlkörner und die Pflanzenzellmembranen aufgestellten Intussuszeptionstheorie NÄGEL's auf die Markscheide mit ihrem flüssigen Inhalt unbegreiflich.

Dagegen erscheint die Hypothese einer kristallinen Struktur des Markscheideninhalts entschieden besser begründet. Das Bild einer Fasern aus einem weissen Nerven in Diagonallage zwischen gekreuzten Nicols wird, wie bereits beschrieben, dadurch gekennzeichnet, dass seine Randpartie, die dem meridionalen optischen Längsschnitt der Markscheide entspricht, starke Doppelbrechung zeigt. Nach innen davon kommt eine Zone mit schwächerer und nur bei stärkerer Vergrößerung wahrnehmbarer, in axialer Richtung abnehmender Doppelbrechung und zu innerst ein Feld, das bei Untersuchung mittelst schwacher Vergrößerung seinem Aussehen nach nicht von dem des Bodenfeldes abweicht, also wenn auch nicht vollständig, so doch nahezu isotrop sein muss. Nur eine sehr regelmässige Struktur kann zur Entstehung eines derartigen Bildes führen.

Denkt man sich das Experiment durchgeführt, dass eine ihres Inhaltes entleerte Markscheide mit einer Substanz von derselben kristallinen Struktur gefüllt würde, wie sie in Myelintropfen von Glycerophosphatiden herrscht, nimmt man ferner an, dass die Substanz in ihrer neuen hohlzylindrischen Form infolge der Kohäsionskraft unter dem Einfluss eines ähnlichen Oberflächendrucks stände wie in den Myelintropfen, so muss in Wirklichkeit, damit die reguläre Doppelbrechung der Markscheide zustande kommen soll, noch eine Bedingung erfüllt sein. Und die Bedingung ist die, dass bei den einzelnen kristallinen Partikeln die optische Achse radiär steht. Nur unter dieser Voraussetzung kann der axiale Teil des optischen Längsschnitts der Fasern praktisch frei von Doppelbrechung sein. Es sei hier nebenbei bemerkt, dass eine solche Einstellung der einzelnen Partikelchen mit ihrer optischen

Achse senkrecht zur freien Oberfläche, wie O. LEHMANN<sup>1</sup> gefunden hat, unter den sog. fließenden Kristallen ein gewöhnliches Vorkommnis ist.

Durch Versuche habe ich mich davon überzeugt, dass das Gehirnlecithin mit beinahe seiner halben Gewichtsmenge Cholesterin so innig mischbar ist, wenn man beide in Chloroform löst und dann das Lösungsmittel abdunsten lässt, dass auch mikroskopisch keine Kristalle von Cholesterin nunmehr wahrnehmbar sind. Das Kephalin besitzt dagegen ein entschieden geringeres Vermögen, sich mit Cholesterin homogen zu mischen. Um das Cholesterin in feinsten Verteilung zu halten, dürfte daher die Hauptmasse des in weisser Gehirnsubstanz vorkommenden Lecithins in den Markscheiden in Anspruch genommen werden. Ferner, infolge ihrer Eigenschaft, sowohl mit Cholesterin als mit kleinen Mengen Wasser mischbar zu sein, werden die Glycerophosphatide das hauptsächlichliche Bind- oder Lösungsmittel der Markscheide. Es wird dann vielleicht weniger befremden, dass sie auch den Typus der Doppelbrechung bei dem Markscheideninhalt in seiner Gesamtheit bestimmen. Die radiäre Einstellung der optischen Achse der Kristallpartikeln, die in der Markscheide vorausgesetzt werden muss, ist vielleicht schon bei einem Myelintropfen aus Lecithin bzw. Kephalin vorhanden. Nur ist es unmöglich, eine solche Annahme zu beweisen, denn in dieser Beziehung gewährt das Verhalten der Interferenzfarben eines Tropfens über dem Gipsplättchen keinen sicheren Anhalt. Dagegen muss unwidersprechlich die radiäre Orientierung der optischen Achsen bei den schlauchförmigen Myelinformationen vorliegen, welche dieselbe Eigentümlichkeit wie die Markscheide zeigen, in dem axialen Teil ihres optischen Längsschnitts sich zu verhalten, als wären sie isotrop. Und derartige Bilder können auch von einem möglichst reinen Gehirnlecithin bzw. Gehirnkephalin erhalten werden.

Einen hinsichtlich der Doppelbrechung qualitativen Unterschied zwischen Myelintropfen, die auf mechanischem Wege aus einer Markscheide ausgepresst worden, und Myelintropfen, die durch Wassereinwirkung auf das reinste, aus dem Gehirn dargestellte Lecithin bzw. Kephalin erhalten worden, habe ich auch nicht beobachten können. Dieser Umstand ist um so bemerkenswerter, als die ersteren ausser Lecithin und dem in optischer Hinsicht sehr nahestehenden Kephalin andere Lipide (Cholesterin, Sphingomyelin) enthalten, die selbst die Eigenschaft besitzen, wohlentwickelte Kristalle bilden zu können.

Nach der von O. LEHMANN<sup>2</sup> entwickelten Anschauungsweise wäre wohl der Markscheideninhalt als ein flüssiger Mischkristall zu bezeichnen. In LEHMANN'S Beispiel für flüssige Mischkristalle — einer Mischung von Methoxizimtsäure und p-Methoxybenzaldehyd — handelt es sich um zwei Substanzen, die die Mischung konstituieren. Bei der Markscheide dagegen liegt Anlass zu der Annahme vor, dass die flüssig-kristallinische Mischung mindestens fünf Substanzen enthält, und dass unter ihnen sich auch solche befinden (Cholesterin, Sphingomyelin, Wasser), die auf eigene Hand zwar Kristalle, nicht aber flüssige Kristalle bilden können. Die Glycerophosphatide, die gerade die letztgenannte Fähigkeit besitzen, sind infolgedessen diejenigen, die die Doppelbrechung bei der fließenden Mischung beherrschen, d. h. sie haben,

<sup>1</sup> O. LEHMANN: Flüssige Kristalle, Leipzig 1904, S. 47.

<sup>2</sup> Annalen d. Physik, 4. Folge, Bd. 16, S. 160—165, 1905.

um auch weiter LEHMANN's Ausdrucksweise anzuwenden, die grösste molekulare Richtkraft.

Bezüglich der Orientierung der kristallinen Partikeln mehr auszusagen, als dass die Achse ihres Elastizitätsellipsoids innerhalb der intakten Markscheide radiär eingestellt ist, dürfte auf Grund der bisher angestellten Beobachtungen nicht angingig sein. Und besonders darf man sich durch diese notwendige Annahme nicht zu der zurzeit vollkommen unbewiesenen Annahme verleiten lassen, dass die Längsachse derselben Partikeln radiär steht. Denn gleichwie das optische Längsschnittbild können auch die Querschnittbilder, die ich (S. 17) von *N. ischiadicus* des Kaninchens beschrieben und (Taf. I, Fig. 2) wiedergegeben habe, trotz ihrer sehr an Sphärokristalle erinnernden Interferenzkreuze, durchaus ebensowohl durch tangentielle wie durch radiäre Einlagerung langgestreckter kristallinischer Elemente entstehen, sofern nur der Bedingung genügt ist, dass die optische Achse dieser Elemente radiär steht.

Im Hinblick auf die Kristallform des Ammoniumoleats und die weitgehenden Analogien, die zwischen einem Myelinschlauch von Ammoniumoleat und der Markscheide bestehen, halte ich sogar die tangentielle Lagerung der Längsachsen der Partikeln in der Markscheide für wahrscheinlicher. In dieser Beziehung weicht meine Auffassung von der von KLEBS vertretenen ab. Und erschüttert wird sie nicht durch den Hinweis darauf, dass es J. MAC CARTHY<sup>1</sup> und E. A. SCHÄFER<sup>2</sup> gelungen ist, durch Einwirkung gewisser Härtingsreagentien (chromsaures Ammoniak, Pikrinsäure) bei der Markscheide eine Struktur wie von radiär eingelagerten Stäbchen hervorzubringen. Denn müsste Rücksicht auf alle die Bilder genommen werden, welche entstehen, wenn die Markscheide eiweissfällenden, fettlösenden, reduzierenden, oxydierenden u. a. Reagentien ausgesetzt wird, so würde die Vorstellung von dem Bau der Markscheide zu einem Kompromiss von allen denkbaren Strukturen werden.

Die Beobachtungen betreffs der Doppelbrechung der Markscheide haben also zu einer Auffassung geführt, die sich in Kürze folgendermassen resümieren lässt.

Der flüssige Inhalt der Markscheide reagiert anomal, d. h. auf entgegengesetzte Weise wie Glas, gegen Dehnung und Druck. Dies Verhalten hängt damit zusammen, dass die in ihr enthaltenen Glycerophosphatide bei der kleinen Menge Wasser, die in der Markscheide vorkommt, eine kristallinische Struktur besitzen. Das vorhandene Wasser ist zunächst als Kristallwasser zu betrachten und bildet zusammen mit den Glycerophosphatiden eine kristallinische Flüssigkeit, die als ein allgemeines Bind- oder Lösungsmittel für die übrigen Lipotide der Markscheide dient. Die einzelne Kristallpartikel der Mischung verhält sich, als wäre sie optisch positiv und einachsrig. In dem hohlzylindrischen Raum, den die Substanz ausfüllt, steht sie unter Einfluss eines auf der Kohäsionskraft beruhenden Oberflächendrucks. Unter der Einwirkung dieses im grossen und ganzen radiär gerichteten Druckes und unter dem Einfluss der Richtkraft, welche die kristallinen Partikeln in der Flüssigkeit auf einander

<sup>1</sup> Quarterl. Journal of microsc. Science, 1875, p. 377.

<sup>2</sup> QUAIN's Anatomy, 10th ed., Vol. 1, Pt. 2, p. 314.

ausüben, entsteht und erhält sich eine regelmässige Orientierung dieser Partikeln, die hauptsächlich darin zum Ausdruck kommt, dass ihre optische Achse sich radiär im Verhältnis zu der Achse der Nervenfasern einstellt.

Die bei einigen Garneelen (Palaemon, Crangon, Pandalus, Hippolyte u. a.) vorkommenden Nervenfasern mit Markscheide zeigen hinsichtlich der Doppelbrechung innerhalb der letzteren in allen Hauptsachen Übereinstimmung mit den Verhältnissen bei den Vertebraten. Ein Umstand, der betreffs der 3 ersten als Beispiel gewählten Krustentiere meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, wäre vielleicht nebenbei anzuführen. Ihr Bauchmark enthält nämlich nicht wenige Fasern, bei denen die Weite des Achsenzylinders im Verhältnis zur Dicke der Markscheide grösser ist, als ich es jemals bei den Wirbeltieren beobachtet habe.

Auch die sog. »Neurochorde«, die in dem Bauchmark u. a. bei mehreren Anneliden angetroffen werden, haben eine myelotrop doppelbrechende Scheide, die vom optischen Gesichtspunkt aus in keiner anderen Weise sich von einer Markscheide unterscheidet, als dass sie bei unvorsichtigem Präparieren sich gern in Falten legt und dadurch Anlass zu eigentümlichen und für den uneingeweihten Untersucher schwer zu deutenden Bildern gibt. Eine präformiert vorkommende »Entartung« dieser Neurochorde von der sonderbaren Art, wie sie H. EISIG<sup>1</sup> für Mastobranchus und andere Capitelliden beschreibt, habe ich bei ganz frischem Untersuchungsmaterial von Neurochorden nicht beobachtet.

## 6. Die Doppelbrechung in den grauen Nerven und in dem Achsenzylinder der weissen Nerven.

Wo es möglich ist, mit dem blossen Auge oder unter der Lupe einen Zug grauer Nervenfasern zu verfolgen, kann man auch bei Untersuchung im Polarisationsmikroskop feststellen, dass er doppelbrechende Eigenschaften besitzt. Im Vergleich mit den weissen Nerven ist jedoch die Doppelbrechung bei den grauen schwach, und wenn man in einem Evertrebratenorganismus ein parallelfaseriges Gewebe findet, das durch starke Doppelbrechung die Aufmerksamkeit auf sich zieht, so handelt es sich in der Regel nicht um Nerven, sondern um Muskulatur, glatte oder quergestreifte. Eine frappante Ausnahme von dieser Regel bilden allerdings diejenigen Evertrebratenerven, die mit einer Markscheide ausgestattet sind.

Die wichtigste Ursache dafür, dass die Doppelbrechung der grauen Nerven, quantitativ gesehen, unbedeutend ist, liegt in der Abwesenheit von Markscheiden. Eine andere Ursache, auf die bereits H. AMBRONN hingewiesen hat, ist die, dass in den grauen Nerven zwei doppelbrechende Gewebssysteme rücksichtlich des Effekts der Doppelbrechung einander entgegenwirken, indem das eine System eine positive

<sup>1</sup> Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 16te Monographie, Die Capitelliden, Berlin 1887, S. 214.

Polarität in der Längsachse des Nerven hat, meiner Bezeichnung nach proteotrop ist, während das andere eine negative Polarität in derselben Richtung hat, myelotrop ist. Ein ähnliches Verhältnis herrscht zwar insofern auch bei den weissen Nerven, als bei Bindegewebsstützapparat und Neurilemma die Doppelbrechung von entgegengesetztem Zeichen wie die der Markscheide ist, die letztere bleibt aber doch als die mächtigste stets in unbestrittenem Übergewicht.

Untersucht man dagegen einen typischen grauen Nerven, beispielsweise den Scherennerven von *Astacus fluviatilis*, ohne jede Einbettung oder in Körperflüssigkeit von demselben Tier eingebettet, so wird man in chromatisch polarisiertem Licht konstatieren können, dass seine Doppelbrechung proteotrop ist. Und in gleicher Weise verhalten sich bis auf einige Ausnahmen die Nerven, die von Alters her das Epitheton grau oder — eine äusserst unglücklich gewählte Bezeichnung — »marklos« tragen. Die wichtigsten Ausnahmen von der Regel sind folgende. Der N. olfactorius bei den Wirbeltieren bis herab zu den Selachiern ist in natürlichem Zustande schwach myelotrop doppelbrechend. Ebenso verhalten sich bei einigen Insekten, z. B. bei *Chrysopa perla*, die gröberen Nervenstämme, die in den trockenen, membranartigen Flügeln verlaufen. In den Nerven gewisser hochstehender Evertebraten, beispielsweise denen bei *Rossia*, halten zwei doppelbrechende Systeme von entgegengesetztem Vorzeichen einander so nahe das Gleichgewicht, dass in manchen Zügen die proteotropen, in anderen Zügen desselben Nerven die myelotropen Elemente vorherrschen. Die resultierende Doppelbrechung ist minimal und ihrem Vorzeichen nach kaum bestimmbar. Endlich wird bei einigen Evertebratenstämmen mit sehr beschränkter Beweglichkeit (vgl. S. 65) Doppelbrechung der Nerven Elemente im Polarisationsmikroskop überhaupt nicht beobachtet.

Die übrigen grauen Nerven, die in natürlichem Zustande proteotrop doppelbrechend sind, können also in einem lebenden Gewebe nicht durch ihre Doppelbrechung von Bindegewebe, Muskeln oder elastischem Gewebe unterschieden werden. Führt man indessen das Experiment aus, einen solchen Nerv oder das Gewebe, worin er vorkommt, in eine Flüssigkeit einzubetten, die mit indifferentem Verhalten im übrigen die Eigenschaft vereinigt, dem Gewebe Wasser zu entziehen, nämlich in Syrupus sacchari oder Glycerin, so wird man in den meisten Fällen Zeuge eines eigentümlichen Schauspieles. *Von der Oberfläche des Nerven ausgehend und nach seinem Inneren zu fortschreitend, geht in der neuen Einbettungsflüssigkeit eine sukzessive Umwandlung der Doppelbrechung von proteotrop zu myelotrop vor sich.* Auf Taf. 3 gibt Fig. 7 das Bauchmark von *Locusta viridis* wieder, wie es sich in natürlichem Zustande und bei Untersuchung über dem Gipsplättchen in Epigonallage annimmt. Fig. 8 dagegen zeigt ein gleichartiges Präparat bei Untersuchung in derselben Lage, aber nach Einbettung in Glycerin. Die fragliche Reaktion, die ich nie bei irgend einer Form von reinem Bindegewebe oder Muskelgewebe beobachtet habe, ist für die grauen Nerven so gut wie spezifisch (vgl. S. 13 u. 72).

Für grobe Nerven, z. B. den Scherennerv des Hummers, nimmt die Entwässerung in einer etwa 10 cm<sup>3</sup> wasserfreies Glycerin enthaltenden Schale unter dann und wann vorgenommener Lageveränderung des Präparats eine Zeit von ungefähr

einer halben Stunde in Anspruch. Bei feinen Nervenstämmen, z. B. dem Springbeinernerv von *Locusta viridis*, geht die Umwandlung in kürzerer Zeit als 2 Minuten vor sich.

Wenn die Entwässerung vor sich gegangen ist, meistens unter sichtbarer Schrumpfung des Nervenstranges in seiner Querrichtung, und wenn das Gewebe bis zu einem gewissen Grade mit der neuen Flüssigkeit durchtränkt worden ist, kann man je nach der Beschaffenheit des Materials eine Reihe bemerkenswerter Beobachtungen anstellen. Bei Nervenstämmen, die, wie das meistens der Fall ist, in einer Bindegewebsscheide eingeschlossen sind, findet man, dass eine schmale Randzone ihre proteotrope Reaktion nicht ändert (Taf. 3, Fig. 8). Liegt zur Untersuchung ein Bauchmark vor, bei welchem ursprünglich paarige Längskommissuren durch Bindegewebe locker verlötet sind, so werden in dem Inneren des Präparats nach Entwässerung und Glycerinimbibition die beiden aus Nervelementen zusammengesetzten Stränge sich von den umgebenden Stützgeweben durch ihre grell myelotrope Reaktion abheben. In dem Rückenmark der Cyclostomen treten in Glycerinpräparaten symmetrisch belegene Bahnen von stärkerer und dauerhafterer myelotroper Doppelbrechung hervor, als wie sie sonst in deren Rückenmark vorkommt. In den gröberen Stämmen von *N. sympathicus* der Vertebraten findet man zwar nach Glycerineinbettung der Hauptsache nach myelotrope Reaktion über dem Gipsplättchen, in einigen Zügen aber ist sie stärker, in anderen schwächer, und vereinzelte Züge können sich neutral oder sogar proteotrop trotz der Glycerineinwirkung verhalten.

Bei den homogen gebauten grauen Nerven kommen hinsichtlich der Doppelbrechung Repräsentanten für nicht weniger als vier verschiedene Typen vor. Für den einen Typus, der bereits in natürlichem Zustande myelotrope Doppelbrechung zeigt, schlage ich die Benennung manifest myelotrope graue Nerven vor. Für den zweiten Typus, der in natürlichem Zustande proteotrop, nach Einbettung in Glycerin aber myelotrop doppelbrechend ist, sei die Bezeichnung metatrophe graue Nerven vorgeschlagen. Der dritte Typus, dem ich den Namen stabil proteotrope graue Nerven geben möchte, zeigt gleich dem Bindegewebe proteotrope Doppelbrechung sowohl in natürlichem Zustande als nach Einbettung in Glycerin. Bei dem vierten Typus, den atropen grauen Nerven, lässt sich weder in natürlichem Zustande, noch nach Einbettung in Glycerin eine dermassen ausgeprägte Doppelbrechung nachweisen, dass ihr Vorzeichen mit dem Polarisationsmikroskop bestimmbar ist.

Auf Grund ihrer doppelbrechenden Eigenschaften lassen sämtliche Nerven, graue wie weisse, sich also in folgende Gruppen einteilen, von deren Umfang die nachstehenden Bemerkungen eine Vorstellung geben:

#### I. Manifest myelo- oder lipotrope Nerven.

Die Doppelbrechung ist sowohl in natürlichem Zustand als nach Einbettung in Glycerin myelotrop.

Alle Nerven, welche aus Fasern mit Markscheide aufgebaut sind. Zu dieser Gruppe gehören auch die Nervenfasern bei den Garneelen *Palaemon*, *Crangon*, *Pandalus*, *Hippolyte* und *Athanas*, die »Neurochorde« bei vielen Anneliden, beispielsweise *Lumbricus*, sowie bei einigen

## II. Metatrophe Nerven.

Die Doppelbrechung ist in natürlichem Zustand proteotrop oder ihrem Charakter nach unbestimmt, nach Einbettung in Glycerin dagegen myelotrop.

## III. Stabil proteotrope Nerven.

Die Doppelbrechung ist sowohl in natürlichem Zustand als nach Einbettung in Glycerin proteotrop.

## IV. Atrope Nerven.

Zeigen weder in natürlichem Zustand, noch nach Einbettung in Glycerin deutliche Doppelbrechung.

## V. Heterotrope Nerven.

In einem Stamm verlaufen nebeneinander Nervenzüge, die zwei oder mehreren der vier oben genannten Kategorien zugehören.

Schizopoden, z. B. *Meganyctiphanes*. Auch die Riechnerven der Vertebraten bis herab zu den Selachiern sind manifest myelotrop. Ebenso die Flügelnerve bei mehreren Insekten.

Hierher gehören: die Mehrzahl grauer Nerven bei den höheren Evertebraten; die Nervenstämme in der Netzhaut der Vertebraten; überhaupt Verzweigungen weisser Nervenfasern, nachdem sie ihre Markscheide verloren haben.

Die sog. Remakschen Fasern in dem sympathischen Nervensystem der Vertebraten. Einige Nervenstämme bei den Cyclostomen. Vereinzelte Nervenbahnen bei den Evertebraten (vgl. z. B. *Pontobdella*).

Die leitenden Nerven-elemente bei vielen niederen, unbeweglichen oder sessilen Evertebraten, z. B. bei Bandwürmern, Hydroidpolypen u. Anthozoen.

Die meisten Stämme des sympathischen Nervensystems der Wirbeltiere (Mischung von manifest myelotropen, metatropen und stabil proteotropen Fasern). Das Bauchmark bei einigen Anneliden und Schizopoden (Mischung von manifest myelotropen »Neurochorden« und metatropen Fasern kleinerer Dimensionen) u. s. w.

Der vorstehenden Übersicht dürften einige Erklärungen beizufügen sein. Die Riechnerven der höheren Wirbeltiere haben zwar einen von den weissen Nerven abweichenden Bau, was unter anderem darin zum Ausdruck kommt, dass nicht eine grosse Anzahl Fibrillen in einem Achsenzylinder vereinigt sind, sondern stattdessen die einzelnen Fibrillen in Mark eingebettet liegen.<sup>1</sup> In der obigen Einteilung gehören sie indessen derselben Klasse an wie die weissen Nerven, da die myelotrope Doppelbrechung auch bei den Riechnerven präformiert ist und insofern mit der der Markscheide übereinstimmt. Dass die myelotrope Substanz in dem Riechnerven des Hechtes, wie AMBRONN und HELD<sup>2</sup> angeben, sich im Polarisationsmikroskop in Markscheidern auflösen lässt, davon habe ich mich allerdings nicht überzeugen können. Dagegen habe ich solche Bilder bei den *Tractus olfactorii* der Selachier gefunden.

<sup>1</sup> Vgl. TH. BOVERI, a. a. O.

<sup>2</sup> Berichte d. kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig. Math.-phys. Classe, Bd. 47, S. 48, 1895.

Ferner kann es bemerkenswert erscheinen, dass in der Gruppe I keine Nerven aus dem Tierstamm der Mollusken vertreten sind, obwohl AMBRONN für mehrere Beispiele eben aus dem Nervensystem dieses Tierstammes die Existenz einer Doppelbrechung angegeben hat, die in meinem System als manifest myelotrop zu bezeichnen wäre. Von AMBRONN's Material, das dem Golf von Neapel entstammte, sind weder Phyllirhoë noch Hermadion an der schwedischen Küste zu erhalten. Dagegen habe ich die Cerebro-Visceral-Kommissur von Cardium untersucht, entgegen der Angabe AMBRONN's aber sie in natürlichem Zustande proteotrop doppelbrechend gefunden. Nach Einbettung in Glyzerin wird sie dagegen myelotrop, gehört also der Gruppe II. Denkbar wäre ja indessen, dass AMBRONN, der die erst von mir entdeckte Umwandlung des Vorzeichens der Doppelbrechung in Glyzerin nicht gekannt hat, sein Präparat eben in Glyzerin untersucht und dann die Beobachtung auf den Nerven im natürlichen Zustande übertragen hat.

Falls es völlig »marklose« Nerven gibt — eine Frage, über die ich mich nicht zu äussern wage — würden sie in obigem Schema ihren Platz unter den Gruppen III und IV finden. Spontan auftretende Myelinformen sind zwar ziemlich selten bei Untersuchung grauer Nerven anzutreffen, weit seltener, als man es nach APATHY's Darstellung der Sache erwarten sollte, allein einerseits haben die chemischen Analysen, die an Material von grauen Nerven ausgeführt worden sind, gezeigt, dass auch diese Nerven Kephalin, Lecithin, Cholesterin und Cerebroside enthalten,<sup>1</sup> andererseits können mittelst eingedunsteten Alkoholätherextrakts von so gut wie jedem in hinreichender Menge zur Verfügung stehenden grauen Nerven Myelinformen erhalten werden. Es dürfte also kaum möglich sein, die Gegenwart der Hauptbestandteile des flüssigen Markscheideninhaltes bei den sog. »marklosen« Nerven zu leugnen, wenngleich ihre absolute Menge hier offenbar spärlicher ist. Eine Opposition gegen die buchstäbliche Auffassung des Begriffs »markloser« Nerv liegt übrigens in nuce bereits in einigen früheren Bemerkungen von KLEBS, BOVERI und APATHY.

Das metatrophe Verhalten, das bei grauen Nerven von Tieren der verschiedensten Tierklassen bis zu den Hydromedusen hinab beobachtet worden ist, wird natürlich durch eine seitens des Glyzerins hervorgerufene Veränderung im Inneren des Nervenstammes verursacht. Unsere nächste Aufgabe ist es, zu untersuchen, wo diese Veränderung lokalisiert ist, und worin sie besteht.

Festzustellen, welche von den Strukturbildungen des Nervenstamms an der metatropen Reaktion teilnehmen, hat sich als eine sehr schwer zu lösende Aufgabe erwiesen. Betrachtet man den mit Glyzerin behandelten Nervenstamm in seiner Gesamtheit in Epigonallage, so nimmt man eine diffuse Additionsfarbe wahr. Gelingt es einzelne Nervenfasern zu isolieren, so erscheint ihre Doppelbrechung so ausserordentlich schwach, dass sie nur ausnahmsweise einer Analyse zugänglich ist. Aus demselben Anlass gewähren Gefrierquerschnitte von den betreffenden Nerven wenig Aufschluss. Die Untersuchungsmethoden, die am nächsten liegen, versagen also. Ein Zufall, wie es scheint, kam mir zu Hilfe. Bei den Nerven einiger Arthropoden,

<sup>1</sup> Vgl. FR. FALK, Biochem. Zeitschr., Bd. 13, S. 170, 1908.

darunter *Astacus* und *Locusta*, zeigte es sich, dass bei längerer Aufbewahrung in Zuckersirup oder Glyzerin eingebetteter Präparate eine Veränderung von sehr charakteristischer Beschaffenheit eintrat. Während die myelotrope Doppelbrechung in dem Präparat im übrigen schwächer wurde, zog sie sich gleichsam zusammen zu unregelmässig geformten, im Inneren des Nerven eingesprengten Substanzinseln, deren Form und besonders deren oft der Dicke mehrerer Nervenfasern entsprechende Breiteangaben, dass sie in den Zwischenräumen zwischen den Nervenfasern lagen (vgl. Taf. 2, Fig. 4). Diese Substanzinseln behielten andauernd die Polarität und die Lage der Fresnel'schen Schnittellipse, die die myelotrope Reaktion auszeichnet, bei. Aus diesen mehrmals angestellten Beobachtungen zog ich zwei Schlüsse. Die fraglichen Nerven enthalten eine besondere Substanz, welche Träger der sekundär myelotropen Doppelbrechung ist, und diese Substanz kommt in den Zwischenräumen zwischen den Nervenfasern oder in der Randkontur derselben vor. An in Glyzerin eingebetteten Zupfpräparaten von dem grossen Scherenerven des Hummers konnte auch (vgl. S. 27) mit voller Sicherheit konstatiert werden, dass die sekundär myelotrope Doppelbrechung der Randkontur der einzelnen Nervenfaser angehört.

Bei den genannten Arthropoden scheint es also unzweifelhaft, dass die fragliche Substanz eine Oberflächenschicht der einzelnen Nervenfasern oder eine Kittmasse zwischen denselben bildet. Da Beobachtungen gleich den oben wiedergegebenen ihrer zeitraubenden Beschaffenheit wegen nicht an Material von verschiedenen Tierklassen ausgeführt worden sind, so steht noch der Beweis aus, dass in den metatropen Nerven im allgemeinen die sekundär myelotrope Doppelbrechung in derselben Weise lokalisiert ist wie bei den Arthropoden. Andererseits sprechen keine Beobachtungen, die ich gemacht habe, gegen die Annahme, dass auch in anderen Klassen des Tierreichs ihre Topographie die nämliche ist.

Wenn auch in diesem einzelnen Punkte einige Unsicherheit obwalten kann, so ist es wohl erlaubt, in den metatropen Nerven ganz allgemein eine derartige Substanz anzunehmen, innerhalb welcher die Fresnel'sche Schnittellipse nach der Einwirkung des Glyzerins dieselbe Lage im Verhältnis zum optischen Längsschnitt des Nerven einnimmt, wie es bei der Markscheide der Fall ist. Auch kann wohl daran nicht gezweifelt werden, dass, wo die Glyzerineinbettung unter im übrigen gleichen Verhältnissen eine stärkere myelotrope Doppelbrechung hervorruft, die Menge der obenerwähnten Substanz grösser ist.

Über die chemische Natur dieser doppelbrechenden Substanz geben die folgenden Beobachtungen Aufschluss. Wird ein grauer Nerv, der sonst ein metatropes Verhalten aufweist, zuerst mit lipoidlösenden Reagentien (Alkohol-Äther, Alkohol, Pyridin, Aceton) während hinreichend langer Zeit — je nach der Art des Lösungsmittels und der Dicke des Nerven zwischen 2 Stunden und 2 Tagen wechselnd — behandelt und dann in Glyzerin oder Zuckersirup eingebettet, so tritt keine metatrophe Umwandlung ein. Die Doppelbrechung eines so behandelten Nerven bleibt andauernd proteotrop. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass die in dem Nerven enthaltenen Lipide für die metatrophe Reaktion ausschlaggebend sind.

Die nächste Frage, die es zu beantworten gilt, ist die, ob bei metatropen Ner-

ven die Substanz, die in Glycerin- und Zuckersiruppräparaten an die Markscheide erinnernde optische Eigenschaften entwickelt, auch in der völlig intakten Nervenfasern dieselbe optische Polarität besitzt, oder ob diese als eine Folge eben der Einbettung mit dem dadurch bedingten Wasserverlust entsteht.

Die erstere Alternative wäre nur möglich unter der Voraussetzung, dass die Einbettung in Glycerin eine höchst bedeutende Herabsetzung der Doppelbrechung der proteotropen Elemente verursacht. Durch Versuche mit anderen proteotropen Geweben habe ich gefunden, dass zwar eine geringe Herabsetzung der Doppelbrechung nicht ungewöhnlich ist, wenn lockeres Bindegewebe in Glycerin eingebettet wird, dass diese Herabsetzung aber sehr unbedeutend ist und nicht genügt, um auch nur annähernd die Metatropie der grauen Nerven erklären zu können. Straffes Bindegewebe und Muskeln zeigen überhaupt keine solche Herabsetzung. Es ist demnach ganz unwahrscheinlich, dass die Erklärung in dieser ersten Alternative zu suchen ist. Es bleibt somit nur die zweite Alternative übrig, d. h. dass eine in natürlichem Zustande wenig oder gar nicht doppelbrechende Materie infolge der Einbettung in Glycerin eine ausgesprochen myelotrope Doppelbrechung annimmt.

Dies angenommen, bedarf es doch immer einer besonderen Erklärung, warum die Lipoidsubstanz nicht in natürlichem Zustande, wohl aber nach Einbettung in Glycerin das Licht in regelmässiger Weise doppelt bricht. Was zunächst die Abwesenheit der Doppelbrechung im unversehrten Nerven betrifft, so würde sie selbstverständlich sein unter der sehr wahrscheinlichen Annahme, dass bei dem dann herrschenden grösseren Wassergehalt die Lipide sich in kolloidalem Zustande befinden. Nicht ganz so einfach lässt sich erklären, warum Einbettung in Glycerin die nämliche Substanz doppelbrechend und zwar myelotrop doppelbrechend macht. Versuche, die ich mit Dehnung grauer Nerven unter gleichzeitiger Beobachtung der Interferenzfarbe im Polarisationsmikroskop ausgeführt, haben gezeigt, dass eine vermehrte Längsspannung des Nerven, wenn er sich in einem Zustande von natürlicher Wasserdurchtränkung befindet, nicht eine Umwandlung seiner Doppelbrechung in myelotrope verursachen kann. Nun erfährt aber der lockere graue Nerv bei Einbettung in Glycerin gleichzeitig eine Entwässerung, die mit einer sichtbaren Schrumpfung in transversaler Richtung einhergeht. Der Nervenstamm, inklusive die in ihm befindliche Lipoidmaterie, wird dabei einem transversalen Schrumpfungsdruk ausgesetzt. Unter dem Einfluss des nach und nach eintretenden Wasserverlustes und des gleichzeitig stattfindenden querverrichteten Druckes werden etwa im Nerven vorhandene Glycerophosphatide, wie in Kap. 5 eingehend auseinandergesetzt worden ist, eine anomale optische Reaktion dem Druck gegenüber zeigen. Die Glycerophosphatide, deren Gegenwart in grauen Nerven zwar bisher nur durch vereinzelte chemische Analysen direkt erwiesen ist, nehmen somit unzweifelhaft an der metatropen Reaktion teil.

Da aber auch nach Erschöpfung des Nerven mit Aceton, das weder Lecithin, noch Kephalin, wohl aber Cholesterin löst, die metatrophe Reaktion gleichfalls vermisst wird, so ist eine für die Entstehung dieser Reaktion bedeutungsvolle Rolle auch dem Cholesterin zuzuschreiben.

Das in Glycerin äusserst schwer lösliche Cholesterin hat unter einer Reihe an-

derer Kristalltypen auch einen stäbchen- oder nadelförmigen, in welchem die Orientierung des Elastizitätsellipsoids eine solche ist, dass eine Ausfällung derartiger Nadeln in den langgestreckten Spatien des Nerven die Doppelbrechung in myelotropem Sinne ändern muss. Ich machte zum erstenmal Bekanntschaft mit diesen »Bakuliten« oder Stäbchen von Cholesterin in einem Glycerinpräparat, das auf folgende Weise aus dem Acetonextrakt von Ochsenhirn bereitet wurde. 1 cm<sup>3</sup> dieses letzteren Extrakts wurde in einer kleinen Mensur über 4 cm<sup>3</sup> wasserfreiem Glycerin geschichtet, worauf 7 Tropfen Aqua destillata (um eine klare Flüssigkeit zu erhalten) hinzugesetzt wurden. Unter wiederholtem Umstülpen der Mensur wurden die Flüssigkeiten gemischt, wobei jedoch Luftblasen entstanden. Nachdem die Mensur einige Stunden hindurch gestanden hatte und die Luftblasen an die Oberfläche gestiegen waren, wurde ein Tropfen der Flüssigkeit auf ein Objektglas genommen und mit einem Deckgläschen bedeckt, ohne eingerahmt zu werden. Nach 1—2 Tagen, während welcher Zeit das Aceton an den Rändern des Deckgläschens verdunstet, zeigt es sich, dass ein solches Präparat die prachtvollsten Bilder von bald liniengeraden »Bakuliten« (vgl. Taf. 3, Fig. 10), bald in sanften Bogen verlaufenden »Trichiten« von Cholesterin enthält. Diese Kristalle oder Kristallite weisen regelmässige Auslöschungsrichtungen auf, die mit ihrer Orientierung in einem der zwei Orthogonaldurchmesser zusammenfallen. Wird ein solches Stäbchen seiner Längsrichtung nach in den Epigonaldurchmesser eingestellt, so entstehen Additionsfarben, wird es ebenso in den Paragonaldurchmesser eingestellt, so entstehen Subtraktionsfarben. Es erfüllt also die Bedingungen, die für einen Kristall aufgestellt werden müssen, der das metatrophe Verhalten der grauen Nerven gegenüber Glycerin soll erklären können. Der grösseren Sicherheit wegen habe ich Nadeln auf ähnliche Weise aus einer Acetonlösung von chemisch reinem Cholesterin dargestellt und dabei ihr optisches Verhalten als dasselbe befunden. »Trichite« habe ich indessen in solchen Präparaten nicht beobachtet. Nach O. LEHMANN<sup>1</sup> bildet eine dickflüssige Beschaffenheit der Lösung wie hier infolge der Gegenwart des Glycerins eine generelle Ursache für die Entstehung von Kristalliten.

Übrigens verdient hier als beachtenswert erwähnt zu werden, dass bereits die kolloidal gelösten Cholesterinpartikeln bei Betrachtung im Ultramikroskop mit Polarisationsokular, welche Untersuchung Herr Professor TH. SVEDBERG die Freundlichkeit hatte, an einer von mir bereiteten kolloidalen Cholesterinlösung auszuführen, sich so verhalten, als besässen sie eine von der sphärischen stark abweichende Form. Ich selber hatte bereits eine Vermutung in dieser Richtung im Hinblick auf eine äusserst auffällige Eigenschaft dieser kolloidalen Cholesterinlösungen gehegt, die nämlich, bei Umschütteln schillernde, schlierenartig bewegliche Lichtreflexe auszusenden. Es war in Wirklichkeit diese Eigenschaft, die die Prüfung im Ultramikroskop veranlasste.

Die letzterwähnte Eigenschaft der kolloidalen Cholesterinpartikeln lässt es sogar denkbar erscheinen, dass bereits das infolge Wasserverlusts eintretende transversale Schrumpfen langgestreckter Spatien im Nervenstamme, die kolloidales Cholesterin ent-

<sup>1</sup> Zeitschr. f. Krystallogr. u. Mineralogie, Bd. 1, S. 493—494, 1877.

halten, feinste Partikeln dieser Substanz mit einer zuerst willkürlichen Orientierung in eine gesetzmässige mit entschiedener Polarität in der Längsrichtung des Nerven zwingen könnte. Weitere Stützen für eine derartige Vermutung lassen sich indessen zurzeit nicht erbringen.

Es sei nun die Erklärung des Verlaufes im Einzelnen die eine oder die andere, die Gegenwart von Cholesterin in den grauen Nerven ist jedenfalls eine der Ursachen der metatropen Reaktion. Da die Reaktion von mir bei grauen Nerven in allen Stämmen von Metazoen bis zu den Cölenteraten herab hat beobachtet werden können, ist es auch von Interesse, dass CHARLES DORÉE<sup>1</sup> Cholesterin oder mit Cholesterin sehr nahe verwandte Substanzen aus den Tierstämmen der Arthropoden, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Cölenteraten angehörenden Organismen hat darstellen können.

Schliesslich dürfte der Gedanke nicht ganz abzuweisen sein, dass ein zu der metatropen Reaktion in den Nerven, wo sie auftritt, beitragendes Moment darin gesucht werden kann, dass besonders bei lockerem Bindegewebe, zu welchem Typus das Stützgewebe in diesen Nerven gerechnet werden kann, bei Imbibition mit Glycerin die Doppelbrechung, wie bereits erwähnt, eine gewisse Tendenz zur Abschwächung zeigt.

Es scheint, als wenn die Untersuchung in polarisiertem Licht in gewissem Grade auch dazu beitragen kann, die Struktur der eigentlichen Leitungsbahn für die nervösen Impulse, d. h. des Achsenzylinders, festzustellen. Was die mit Markscheide versehene Nervenfasern betrifft, so sind die Beobachtungen bezüglich des Achsenzylinders bereits auf S. 17—18 beschrieben worden. Grössere Aussichten auf sichere Beobachtungen erwartete ich von der Untersuchungsmethode in Bezug auf Nervenfasern ohne Markscheide. Ich bezweifle aber, dass es auch nur bei diesen möglich ist, — wie APATHY das angibt — die optische Reaktion bei der einzelnen Neurofibrille festzustellen. Der Methode sind doch gewisse Grenzen gezogen, wenn nicht anders, so durch das Unvermögen des Auges, kleine Abstufungen der Lichtstärke und des Farbentons bei Flächen zu unterscheiden, welche ohnehin an der Schwelle des Wahrnehmbaren liegen. Beobachtungen über Doppelbrechung bei Neurofibrillen und Interfibrillarsubstanz behaupte also wenigstens ich nicht anders als auf indirektem Wege angestellt zu haben.

Untersucht man ein in Körperflüssigkeit eingebettetes Zupfpräparat von dem grossen Scherenerven des Hummers, so findet man, dass das Innere der Nervenfasern proteotrope Reaktion zeigt. Zwischen gekreuzten Nicols ohne Gipsplättchen sieht man bei der Nervenfaser in günstigen Fällen und in völlig frisch zubereiteten Präparaten eine Struktur in Form feinsten, teilweise dem Anschein nach verfilzter, heller, längsgehender Linien auf einem dunkleren Grunde. Auf eine gewisse Schwierigkeit stösst es, festzustellen, ob diese Struktur wirklich im Inneren der Faser vorhanden ist und nicht auf einer Streifigkeit in der Oberflächenschicht der Faser beruht. Bei hinreichend groben Nervenfasern gelingt es jedoch, sicher die Struktur

<sup>1</sup> The Biochemical Journal, Vol. 4, 1909, S. 72—106.

im Inneren der Faser zu lokalisieren. Günstigstenfalls kann man sogar über dem Gipsplättchen im Inneren der Nervenfasern in Paragonallage feinste proteotrope Stränge unterscheiden, die ich für meinen Teil im Hinblick auf die Analogie mit den fibrillären Bildungen des Bindegewebes als Bündel von Neurofibrillen identifizieren möchte. Stellt man hiermit die Tatsache zusammen, dass bei Fasern des N. ischiadicus des Frosches unter verschiedenen Verhältnissen (vgl. S. 18) ein proteotropes längsgestreiftes Band im Inneren des Achsenzylinders beobachtet worden ist, so kann mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit gesagt werden, dass bei diesen beiden Arten von Nervenfasern die Neurofibrillen schwach proteotrop doppelbrechend sind. Aus diesem Umstande schliesse ich wiederum, dass die Fibrillen ein Gerüst von Proteidnatur enthalten.

Was die Interfibrillarsubstanz betrifft, so wurde bei keinem der obenerwähnten beiden Untersuchungsobjekte eine Beobachtung gemacht, die für das Vorkommen von Doppelbrechung bei derselben sprechen könnte. Schwieriger ist es, eine solche bei den, wie es scheint, von dem gewöhnlichen Typus ganz abweichenden Nervenfasern von *Petromyzon fluviatilis* auszuschliessen. Die von mir als kortikal bezeichnete Zone der Nervenfasern dieses Tieres besitzt mit Rücksicht auf Lichtbrechung und topographische Lage, wie bereits erwähnt, eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der Markscheide anderer Vertebratennerven, aber ihre stabil proteotrope Doppelbrechung zeugt zur Genüge davon, dass sie aus einer Proteidmaterie aufgebaut ist. Nach innen von dieser Zone beginnt das, was dem Achsenzylinder entspricht. Bei den allergrössten Fasern, aber nur bei ihnen, habe ich den Achsenzylinder in völlig frischem Zustande ausserordentlich schwach myelotrop doppelbrechend gefunden. Es kann dies entweder so gedeutet werden, dass die Fibrillen hier in einer doppelbrechenden und schon in natürlichem Zustande myelotropen Interfibrillarsubstanz eingebettet sind, wodurch für diesen Fall APATHY's Angabe bezüglich des Myelingehalts der Interfibrillarsubstanz bestätigt werden könnte, oder auch so, dass die Fibrillen selbst in diesem Falle (an ihrer Oberfläche?) eine schwächst myelotrope Doppelbrechung haben. Welche der beiden Erklärungen in Wirklichkeit die richtige ist, muss ich hier unentschieden lassen. Auch bei den Nervenfasern der Mollusken kann ich die Möglichkeit, dass APATHY's Auffassung betreffs einer »myelin«-haltigen Interfibrillarsubstanz das Richtige trifft, nicht ausschliessen.

Übrigens dürfte es völlig gerechtfertigt sein, im allgemeinen in der Interfibrillarsubstanz die Gegenwart von Lipoiden anzunehmen. Nur bin ich nicht überzeugt davon, dass ihre Gegenwart mit Notwendigkeit die Interfibrillarsubstanz doppelbrechend macht. Das Lipoid, für dessen Vorkommen im Achsenzylinder die grösste Wahrscheinlichkeit besteht, ist das Kephalin. Sein Vermögen, mit Wasser kolloidale Lösungen zu geben, ist nämlich bedeutend grösser als das des Lecithins.<sup>1</sup> Sollte das

<sup>1</sup> Wurden 0,1 g Gehirnkephalin in 5 cm<sup>3</sup> Äther gelöst, dann unter Umschütteln 20 cm<sup>3</sup> Aqua destillata hinzugesetzt und der Äther bei 30° C. zum Verdunsten gebracht, so blieb alles Kephalin in kolloidaler Lösung zurück. Wurde ganz derselbe Versuch mit 0,1 g Gehirnlécithin angestellt, so bildete nach der Verdunstung des Äthers die Hauptmasse der Substanz ungelöste Flocken im Wasser. Möglicherweise blieb ausserdem ein geringer Teil in kolloidaler Lösung.

Kephalin ausserdem, wie aus THUDICUM's<sup>1</sup> Analysen hervorzugehen scheint, in Übereinstimmung mit dem von ERLANDSEN<sup>2</sup> aus dem Herzmuskel dargestellten Cuorin ein bedeutendes Vermögen besitzen, Sauerstoff zu binden und aufzuspeichern, so könnte diese Eigenschaft wohl kaum irgendwo besser zur Anwendung kommen als dort, wo die raschesten chemischen Reaktionen der Natur der Sache nach vor sich gehen müssen, d. h. im Anschluss an die Fibrillen. Das Kephalin würde somit, wenn die Angaben THUDICUM's bestätigt werden, von der grössten Bedeutung für die Atmungsvorgänge innerhalb des Achsenzylinders sein, und es erscheint aus demselben Grunde die Vermutung naheliegend, dass es eine wichtige Rolle bei dem lokal oxydativen Prozesse spielt, der der sog. vitalen Methylenblaufärbung des Nervensystems zu Grunde liegt.

## 7. Biologische Konsequenzen der Doppelbrechung im Nervengewebe.

Nur ausnahmsweise kommt den optischen Eigenschaften eines Nerven an und für sich biologische Bedeutung zu. Das wichtigste Beispiel hierfür findet man in der Netzhaut der Vertebraten, woselbst eine Schicht von Nervenfasern vor der Stäbchen- und Zapfenschicht liegt und von dem zu den Endorganen vordringenden Lichte passiert werden muss. Eine Erwägung der Bedeutung, welche die Doppelbrechung der retinalen Nervenfaserschicht für das Sehen eventuell besitzen kann, sei indessen einer künftigen Arbeit vorbehalten, in welcher Verf. über ausgeführte Messungen der Stärke der Doppelbrechung bei Formelementen des Nervensystems berichten wird.

Die Mehrzahl der Schlüsse, die aus dem Vorkommen und der Beschaffenheit der Doppelbrechung im Nervensystem gezogen werden können, sind ihrer Natur nach mehr indirekt. Man findet in den doppelbrechenden Eigenschaften Anhaltspunkte, um die Struktur des Nerven in anderen Hinsichten zu verstehen, und die Untersuchungsmethode erhält dadurch einen allgemeinbiologischen Wert.

Als eines der Resultate der vorliegenden Arbeit ergibt sich, dass entgegen den früheren Behauptungen von VALENTIN, v. EBNER u. a. die meisten grauen Nerven bis hinab in den Stamm der Cölenteraten auf eine charakteristische Weise das Vorzeichen der Doppelbrechung ändern, wenn sie in die wasserabsorbierenden, im übrigen aber indifferenten Flüssigkeiten Glycerin oder Syrupus sacchari eingebettet werden. Diese Änderung des Zeichens der Doppelbrechung, von mir metatropische Reaktion in polarisiertem Licht genannt, ist ein so exklusives Kennzeichen für Nervengewebe und Hilfsorgane des Nervensystems (vgl. S. 35 das Verhalten der Borste in den Fühlercirren von Tomopteris und S. 36 das Verhalten des Neuroepithels in der Statocyste von Bolina), und die Art und Weise ihrer Hervorrufung ist so einfach, dass sie bei vergleichend biologischen Forschungen von beträchtlichem Nutzen werden muss, besonders um feine graue Nerven bei den Evertebraten schnell zu identifizieren und sie von parallelfaserigem Gewebe der Binde substanzgruppe bzw. von glatter Muskulatur

<sup>1</sup> L. THUDICUM: Chemische Konstitution des Gehirns, Tübingen 1901, S. 128 u. 138.

<sup>2</sup> Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 51, 1907, S. 102.

zu unterscheiden. Die hierzu erforderliche Einbettung in eine der erwähnten Flüssigkeiten, die nach Stellung der Diagnose aufs neue ausgewaschen werden kann, dürfte in vielen Fällen nicht einmal einer darauffolgenden histologischen Untersuchung desselben Gewebstückes Hindernisse in den Weg legen.

Die Ursache der metatropen Reaktion habe ich, wie im vorhergehenden Kapitel näher geschildert worden, in einer durch den Schrumpfungsdruck hervorgerufenen anomalen optischen Druckreaktion der im Nerven vorhandenen Glycerophosphate, sowie in einer ebenfalls durch die transversale Schrumpfung veranlassten Parallellagerung von Cholesterinpartikeln zu finden geglaubt, sei es dass hierbei das Cholesterin als feinste Kristalle ausgefällt wird, oder dass kolloidal gelöste Partikeln desselben mit einer von der sphärischen stark abweichenden Form (vgl. S. 69) eine bestimmte polare Orientierung erfahren. Da das Lecithin, nach meinen Befunden, ein gutes Lösungsmittel für Cholesterin ist, indem es von diesem beinahe die Hälfte seines eigenen Gewichts in homogener Mischung aufnimmt, während dagegen eine kolloidale wässrige Lösung von Cholesterin nicht annähernd so konzentriert erhalten werden kann, so dürfte das Cholesterin in den grauen Nerven zusammen mit Lecithin oder nahe verwandten Phosphatiden und von ihnen in kolloidaler Lösung gehalten vorkommen. Vorausgesetzt, dass die obigen Annahmen richtig sind, ist umgekehrt die metatrophe Doppelbrechung gleichzeitig eine Reaktion auf Cholesterin und auf das selektive Lösungsmittel des Cholesterins, das oder die betreffenden Phosphate. An Empfindlichkeit dürfte diese Reaktion den zugänglichen chemischen Bestimmungsmethoden beträchtlich überlegen sein, vor denen sie ausserdem den Vorteil voraus hat, dass es in vielen Fällen möglich ist, sie im Mikroskop auf die Gewebelemente scharf zu lokalisieren, in welchen die Substanzen vorkommen.

Da Cholesterin und Phosphate in den weissen Nerven Hauptbestandteile der Markscheide ausmachen, erhebt sich ungesucht die Frage, ob die gleichen Substanzen in den grauen Nerven einer Strukturbildung angehören, die eine derjenigen der Markscheide der weissen Nerven entsprechende Funktion hat. Ein allgemeingiltiges Urteil in dieser Frage dürfte ohne sehr umfängliche Untersuchungen auch mittelst anderer Methoden als der vorliegenden nicht gefällt werden können. Für die Untersuchung in polarisiertem Licht habe ich gefunden, dass eines der günstigsten Untersuchungsobjekte zur Beantwortung der oben aufgestellten Frage in den Nerven des Hummers vorliegt. Die Nervenfasern dieses Tieres, beispielsweise diejenigen des grossen Scherenerven, sind unzweifelhaft nach dem Typus der grauen Nervenfasern gebaut.

An Zupfpräparaten dieses Materials, in Glycerin eingebettet, erweisen sich sowohl bei einzelnen Fasern als besonders bei Fasern, die zu zweien oder dreien zusammenliegen, die Randkonturen als deutlich myelotrop doppelbrechend. Hier kommt also myelotrope Substanz an einem der Markscheide homologen Platze vor. Dass gerade diese Präparate sehr leicht die eben angegebene Lokalisierung der Doppelbrechung erlauben, kann zwar ein Zeichen dafür sein, dass unter den grauen Nerven die des Hummers eine besonders hohe Organisation besitzen, der hauptsächlich Grund ist aber wohl der, dass die Nervenfasern des Hummers ungewöhnlich grob sind, und

ein Grund zu der Annahme, dass ihre Struktur prinzipiell von der anderer grauer Nerven abweichen sollte, liegt nicht vor.

Zupfpräparate von lebenden grauen Nerven kleinerer Tiere anzufertigen, ist mit grösster Schwierigkeit verknüpft, und gelingt es, so ist die Doppelbrechung der völlig isolierten Nervenfasern so schwach, dass sie in der Regel nicht ihrem Vorzeichen nach, viel weniger denn ihrer Lokalisation nach bestimmt werden kann. Man ist dann ausschliesslich auf solche Bilder angewiesen, wo zwei bis drei Fasern noch ihren Zusammenhang mit einander behalten und in natürlicher gegenseitiger Lage in der Ebene des Objektglases eingestellt beobachtet werden können. Es wird unter solchen Umständen öfters beobachtet, dass eine myelotrope Doppelbrechung an den Grenzen zwischen den Fasern auftritt.

Das häufige Vorkommen derartiger Bilder hat neben anderen, bereits (S. 66 u. 67) erwähnten Gründen mich zu der Auffassung geführt, dass der Prozess, der zu einem Umschlag der Doppelbrechung bei den metatropen Nerven führt, hauptsächlich in der Grenzschicht zwischen den Nervenfasern vor sich geht, und dass hier also gleichsam eine Kittsubstanz aus cholesterin- und glycerophosphatidhaltiger Lipoidmaterie vorkommt. Es scheint auch, als wenn eine natürliche Lage der Fasern zu einander günstig für die Entstehung der Reaktion wäre, während dagegen die vollständige Isolierung einer Nervenfasern die Reaktion abschwächt. Es liegt übrigens einermassen in der Natur der Sache, dass eine gleichförmige Orientierung nadelförmiger kristallinischer Partikeln leichter in einem langgestreckten kapillaren Spaltenraum eintreffen wird als auf einer freien, gekrümmten Fläche.

Wenn die eben beschriebene Lokalisierung auch für die Mehrzahl der metatropen Nerven gilt, so wage ich es doch nicht, sie für alle solche Nerven als Norm aufzustellen. Um im einzelnen Falle sicher zu sein, bedarf es im allgemeinen der Kontrolle durch andere Methoden. Wenn z. B. die Sehnervenfasern, nachdem sie ihre Markscheide verloren haben, in die Netzhaut eingetreten und nunmehr höchstens spurweise doppelbrechend geworden sind, so erscheint auch in den Glycerinpräparaten ihre Doppelbrechung so diffus, dass eine Lagebestimmung der myelotropen Substanz während des Verlaufs der Fasern durch das unveränderte Gewebe mit dem Polarisationsmikroskop nicht ausführbar ist. Von eben diesen retinalen Sehnervverzweigungen hat eigentümlicherweise KLEBS vor nahezu 50 Jahren vorausgesagt, dass sie myelinartige Substanz enthalten müssten. Erst bei meinen Untersuchungen hat sich aber die Gegenwart dieser Substanz durch das metatrope Verhalten der fraglichen Nervenverzweigungen in polarisiertem Licht sicher zu erkennen gegeben.

Bei den stabil proteotropen Nerven kann durch Untersuchung in polarisiertem Licht keine der Markscheide deutlich homologe Bildung nachgewiesen werden. Die Möglichkeit, dass die Interfibrillarsubstanz bei den zu dieser Gruppe gehörigen Nervenfasern von Petromyzon myelotrope Doppelbrechung aufweist, ist bereits oben (S. 71) erörtert worden. Die von BOVERI beobachtete schwache Osmiumfärbung der Interfibrillarsubstanz Remak'scher Fasern kann gleichfalls durch Lipide hervorgerufen worden sein. Wenn also bei den stabil proteotropen Nerven wirklich eine Spur von einer dem Myelin der weissen Nerven homologen Substanz vorhanden ist, so ist sie

zunächst in der Interfibrillarsubstanz zu suchen. Bekanntlich hat APATHY — meines Erachtens mit Unrecht — diese Auffassung auch betreffs der Nerven als allgemeingültig aufgestellt, die ich metatrop genannt habe.

Gewisse biologische Konsequenzen ergeben sich daraus, dass die Fasern vieler metatroper grauer Nerven sichtlich mit einer Grenzschiicht ausgestattet sind, die mit der Markscheide der weissen Nervenfasern homologisiert werden kann. Verf. hat früher gezeigt,<sup>1</sup> dass die Markscheide schwachen elektromotorischen Kräften gegenüber sich wie ein relativer Isolator verhält. Gewisse theoretische Gründe, die diese Schlussfolgerung stützten, sind von der Beschaffenheit, dass sie auch auf eine Kittsubstanz aus Cholesterin und Phosphatiden Anwendung finden können. Eine Materie, in welcher ein Phosphatid das Lösungsmittel bildet, kann in Anbetracht der niedrigen Dielektrizitätskonstante dieser Substanz<sup>2</sup> gemäss der NERNST'schen Auffassung von den Ursachen der elektrolytischen Dissoziation<sup>3</sup> höchstens eine Spur von galvanischem Leitungsvermögen aufweisen. Eine solche Materie kann daher als Isolierungsmittel dienen.

Wenn aber auch die Materie, die die Fasern in einem grauen Nervenstamm verkittet, und die Materie in der Markscheide der weissen Nervenfasern nahe übereinstimmende chemische Zusammensetzung haben, und wenn auch ihre Topographie in beiden Fällen im grossen und ganzen übereinstimmt, so findet sich doch ausser der Verschiedenheit bezüglich der Mächtigkeit noch andere vom funktionellen Gesichtspunkt aus wichtige Unterschiede zwischen beiden.

Jede Markscheide gehört nur einer Nervenfasern an, und jede Nervenfasern mit Markscheide ist ausserhalb ihres Neurilemms von einer wenn auch noch so dünnen Schicht von Lymphe oder Gewebssaft umspült. Hierdurch erhält die einzelne Fasern in dem weissen Nerven Ähnlichkeit mit einem in Flüssigkeit versenkten Kabelleiter. Im Inneren des Kabelleiters, d. h. in dem Achsenzylinder, entstehende elektromotorische Kräfte können zwar durch die Isolierungsschiicht hindurch elektromotorische Kräfte ausserhalb der Markscheide induzieren, diese werden aber durch die umspülende leitende Saftmasse ausgeglichen. In dem weissen Nerven ist demnach die leitende Flüssigkeitsschiicht zwischen den Fasern in Wirklichkeit eine wichtige Bedingung für das, was man in der Physiologie unter einer isolierten oder unabhängigen Leitung seitens der einzelnen Nervenfasern versteht, d. h. für das Vermögen der letzteren, Impulse weiterzuleiten, ohne dass benachbarte Fasern dadurch beeinflusst werden. Es ist ganz sicher kein Zufall, dass die Lymphbahnen eine so hohe Entwicklung bei den vom funktionellen Gesichtspunkt aus höchst organisierten Nerven erhalten haben, wie das unter anderem so unzweideutig aus A. KEY's und G. RETZIUS' grossartiger Arbeit: Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes (Stockholm 1875) hervorgeht.

Die Vorteile für die unabhängige Leitung, die eine dicke Isolierungsschiicht und

<sup>1</sup> G. F. GÖTHLIN: Untersuchungen über Kapazität etc. bei den Nervenfasern im Corpus callosum des Rindes. Pflüg. Arch., Bd. 133, 1910, S. 112—124.

<sup>2</sup> A. a. O., S. 95.

<sup>3</sup> A. a. O., S. 111—113.

eine die Fasern von einander trennende Flüssigkeitsschicht mit sich bringen, können nicht in gleichem Grade bei Nerven vorhanden sein, deren Lipoidhülle auf eine sehr dünne Oberflächenschicht und, wo mehrere Fasern neben einander herlaufen, auf eine Art Kittschicht zwischen denselben reduziert ist. Gleichwohl folgt aus der zweifellos geringeren Isolierung nicht, dass die grauen Nerven für ihren Zweck unzureichend isoliert wären. Ein Beispiel wird das Gegenteil zeigen. Das Gesicht ist bei den Säugetieren ein Sinn, der mit scharfem Lokalisationsvermögen ausgestattet ist. Für das Prinzip der unabhängigen Leitung muss also bei der Leitungsbahn dieses Sinnes ziemlich gut Sorge getragen sein.<sup>1</sup> Da die entsprechenden Nervenimpulse eine nicht unbeträchtliche Strecke von Neuronen ohne Markscheide passieren müssen, die sich in nächster Nähe von anderen, ähnlichen Neuronenstücken befinden, so ergibt sich hieraus mit Notwendigkeit, dass das Prinzip einer unabhängigen Leitung in der nötigen Ausdehnung ohne die Gegenwart einer distinkten Markscheide aufrechterhalten werden kann. Durch welche besonderen Eigenschaften der Impulse dies erreicht werden kann, ist zwar noch nicht festgestellt, es ist aber klar, dass die elektrischen Vorgänge in einem Nervenimpuls von der Art — mit geringerer und langsamer fluktuierender elektromotorischer Kraft ausgerüstet, dafür aber von längerer Dauer — sein können, dass sie an und für sich geringere Ansprüche an die Isolierungsvorrichtungen stellen. Höchst wahrscheinlich ist es wohl, dass eben durch einen in dieser Richtung abweichenden Typus des Impulses die ganz oder teilweise grauen Nerven imstande sind, den Ansprüchen des Organismus auf unabhängige Leitung zu genügen. Die Mehrzahl grauer Nerven ist, meine ich also, für in der Zeit mehr ausgedehnte Stromschwankungen eingerichtet, während die weissen Nervenfasern sich derart eingerichtet haben, dass sie auch eine Fortleitung schnell wiederholter kurzer Stromstöße besorgen können.

Noch in einer anderen wichtigen Hinsicht herrscht ein offenbarer Unterschied in dem Verhalten der myelogenen Substanz bei weissen und grauen Nerven. Bei den ersteren kommt sie bereits während des Lebens in einer sehr regelmässigen optischen Orientierung, vergleichbar mit derjenigen in einem doppelbrechenden Kristall, vor. Bei den letzteren dagegen fehlt eine entsprechende Anordnung, denn die in ihrer Weise regelmässige optische Orientierung, die in den Glyzerinpräparaten vorhanden ist, scheint nicht präformiert zu sein, sondern unter dem Einfluss des Entwässerungsprozesses zustande zu kommen.

Die bemerkenswert starke<sup>2</sup> Doppelbrechung, die präformiert in der Markscheide vorhanden ist, bildet das sichtbare Zeichen einer Struktur, deren funktionelle Konsequenzen für den Nerven es festzustellen gilt. Ich habe bereits früher darauf aufmerksam gemacht, dass die Dielektrizitätskonstante der Markscheide Bedeutung für

<sup>1</sup> Dass die isolierte Leitung eben in den retinalen Verzweigungen des Sehnerven dennoch nicht ideal ist, zeigt die Gegenwart des sog. Neuroaktionsphosphens im Schapparat des menschlichen Auges (vgl. besonders H. GERTZ, Skand. Arch. f. Physiol., Bd. 19, 1907, S. 381 ff. u. Bd. 21, 1909, S. 315 ff.).

<sup>2</sup> Messungen über die Stärke der Doppelbrechung bei der Markscheide, die ich unter Benutzung von BABINET's Kompensatorokular an Fasern des N. ischiadicus des Frosches ausgeführt, aber noch nicht veröffentlicht habe, zeigen, dass die Doppelbrechung der natürlichen Markscheidensubstanz bedeutend stärker als die des Quarzes ist, nicht aber dieselbe Stärke wie beim Kalkspat erreicht.

die Eigenschaft der Nervenfasern als Kapazitätsleiter hat und dadurch auf die Leitungsgeschwindigkeit des Nerven für Stromstöße einwirkt. Nun ist Anisotropie von einer Verschiedenheit der Dielektrizitätskonstanten in verschiedenen Richtungen begleitet, und in den anisotropen Körpern, für die sowohl Brechungsindex als auch Dielektrizitätskonstante bestimmt worden sind, zeigen beide feste Beziehungen zu einander. Eine Möglichkeit eröffnet sich also dafür, dass eine genauere Kenntnis der Art der Anisotropie in der Markscheide einen Anhalt abgeben wird für die Kenntnis der relativen Grösse der Dielektrizitätskonstante in verschiedenen Richtungen. Leider sind jedoch die notwendigen allgemeinphysikalischen Vorarbeiten betreffs der Beziehungen zwischen Dielektrizitätskonstante und Brechungsindex in anisotropen Körpern nicht genügend weit vorgeschritten, um sichere Schlüsse betreffs der Markscheide darauf gründen zu können.

An dem positiv einachsigen Quarz sind Messungen von J. CURIE<sup>1</sup> und von R. FELLINGER<sup>2</sup> unter Anwendung vollständig verschiedener Untersuchungsmethoden ausgeführt worden. Diese Messungen haben zu insofern übereinstimmenden Resultaten geführt, als es sich gezeigt hat, dass der Quarz eine grössere Dielektrizitätskonstante parallel mit der optischen Achse als senkrecht zu derselben aufweist. Die betreffenden Zahlen für D waren

	CURIE	FELLINGER
Quarz    zur optischen Achse	4,55	5,056
⊥ » » »	4,49	4,695

Diese vereinzelt beobachteten Verhältnisse an Kristallmaterial betreffs des Verhältnisses zwischen Brechungsindex und Dielektrizitätskonstante auf die Markscheide zu übertragen, könnte wohl kaum in Frage kommen, wenn nicht die MAXWELL'sche Theorie eine ziemlich feste Stütze dafür abgäbe, dass übereinstimmende Verhältnisse stattfinden. Auf Grund der Lage des optischen Elastizitätsellipsoids in der Markscheide erwartet man bei der Theorie gemässer Anwendung der Resultate der angeführten Kristalluntersuchungen auf die Markscheide, dass die Richtung des grössten dielektrischen Vermögens radiär, die Richtung des kleinsten dielektrischen Vermögens tangential ist.

Die Anisotropie sollte in Übereinstimmung damit die Konsequenz nach sich ziehen, dass die Kapazität der Markscheide etwas grösser wird, als wenn sie aus isotroper Materie aufgebaut wäre, deren Brechungsindex eine Durchschnittszahl für die Brechungsindizes der Markscheide in verschiedenen Richtungen wäre. Verf. hat früher mittelst DRUDE's Methode vergleichende Bestimmungen über das dielektrische Vermögen bei ausgeschnittenen Blöcken vom Corpus callosum teils parallel, teils senkrecht zur Faserrichtung ausgeführt.<sup>3</sup> Mittelst dieser Untersuchungsmethode wurde kein nennenswerter Unterschied in beiden Fällen erhalten, es ist aber zu beachten, dass die Gegenwart des Gewebssaftes mit seinem hohen dielektrischen Vermögen bei

<sup>1</sup> Annales de chim. et d. phys., ser. VI, tome 17, p. 419, 1889.

<sup>2</sup> Annal. d. Physik, 4te Folge, Bd. 7, S. 355, 1902.

<sup>3</sup> A. a. O., S. 105.

diesen Versuchen ein beträchtliches Hindernis für den Nachweis so geringer Unterschiede, wie sie hier in Frage kommen können, bildete.

Da indessen nicht so sehr die doch immer geringe Variation des dielektrischen Vermögens in verschiedenen Richtungen, sondern vor allem die absolute Grössenordnung desselben es ist, die nebst der Dicke der Scheide für die Kapazität der letzteren bestimmend ist, so darf die Bedeutung davon, dass die Dielektrizitätskonstante nach obiger Analogie ein Maximum in radiärer Richtung der Markscheide hat, nicht sonderlich hoch eingeschätzt werden.

Viel höher sind dann die Konsequenzen der kristallinen Struktur für das Isolierungsvermögen der Markscheide zu schätzen. Besonders durch die kristallinische Struktur wird es sehr wahrscheinlich gemacht, dass das in der Markscheide vorhandene Wasser als Kristallwasser gebunden ist. Bekanntlich können Kristalle als Kristallwasser sogar mehr Wasser enthalten als dem eigenen Gewicht des kristallisierten Stoffes entspricht. Dabei zeigen sie für elektromotorische Kräfte von kleiner Grössenordnung eine weit geringere galvanische Leitfähigkeit, als wenn dieselbe Wassermenge als Lösungswasser vorhanden wäre.

Verf. hat in früheren Arbeiten der Frage, wie die äusserste Grenzschicht einer Nervenzelle im allgemeinen ohne Behinderung des notwendigen Stoffwechsels isolierende Eigenschaften soll aufrechterhalten können,<sup>1</sup> dann speziell der Frage nach dem Verhalten der Markscheide mit Rücksicht auf galvanische Leitung<sup>2</sup> besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Bei der letzteren Untersuchung zeigte es sich, dass die Markscheide bei den intakten Nervenfasern des Corpus callosum vom Ochsen wirklich isolierende Eigenschaften gegenüber elektromotorischen Kräften von der Grössenordnung, wie sie innerhalb des Achsenzylinders während des Lebens vorkommen können, besitzt. Dagegen missglückten die Versuche des Verf.'s, durch Extraktion eine Substanz zu erhalten, die ihrer physikalischen Struktur nach auch in Bezug auf galvanische Isolierung mit dem natürlichen Inhalt der Markscheide übereinstimmt, — sehr erklärlich, da ein derartiger Extrakt nicht die regelmässig kristallinische Struktur nachzuahmen vermag, die die Markscheide von Natur besitzt.

Es dürfte angezeigt sein, in diesem Zusammenhange auf eine andere denkbare Konsequenz der kristallinen Struktur der Markscheide hinzuweisen. Bei der Einwirkung mechanisch deformierender Kräfte auf feste Kristalle entwickeln diese elektromotorische Kräfte. Die Erscheinung ist unter dem Namen Piezoelektrizität bekannt. J. und P. CURIE<sup>3</sup> haben Piezoelektrizität dadurch nachgewiesen, dass sie aus Kristallen ausgesägte Stäbe und Platten einer Dehnung oder einem Druck aussetzten. RÖNTGEN<sup>4</sup> hat die Entstehung derselben bei Torsion zylindrischer Quarzstäbe demonstriert. Die Grössenordnung der entstehenden elektrischen Spannung hat sich bei gegebener Druckrichtung als proportional dem Druck erwiesen. RIECKE und VOIGT,<sup>5</sup>

<sup>1</sup> G. F. GÖTHLIN: Om den funktionella betydelsen af dielektriska och elektrolytiska mediers topiska anordning i den mörghaltiga nerven. Upsala Läkaref. Förhandl., N. F., Bd. 7, S. 128—131 (1901).

<sup>2</sup> Pflügers Arch., Bd. 133, S. 111—129 (1910).

<sup>3</sup> Compt. rend. de l'Acad., Paris, tomes 91 et 92, 1880—81.

<sup>4</sup> Wiedem. Ann. d. Physik, Bd. 39, 1890, S. 16—24.

<sup>5</sup> Nachrichten d. kgl. Gesellsch. d. Wissensch., math.-phys. Klasse, Göttingen 1891, S. 252—253.

die weitläufige theoretische wie auch experimentelle Untersuchungen über die Piezoelektrizität anstellten, haben das Verhältnis zwischen Druck und elektrischer Spannung bei Turmalin bestimmt. Sie fanden, dass die entwickelte elektrische Spannung bei einem Druck von 1 kg betrug: in einer Achse 0,0205; in einer anderen 0,061; in einer dritten 0,172 Volt.

Soviel ich weiss, sind bisher die sog. flüssigen Kristalle nicht rücksichtlich des Vermögens, Piezoelektrizität zu entwickeln, untersucht worden. Ein prinzipielles Hindernis, dass sie in dieser Hinsicht sich den festen Kristallen ähnlich verhalten sollten, liegt nicht vor, wenn man auch infolge ihrer Konsistenz erwarten muss, besondere Verhältnisse bei ihnen vorzufinden.

Erstlich ist, um einen solchen Kristall zu deformieren — und die Deformierung ist es ja, durch die der Druck die elektromotorische Kraft hervorruft — ein ausserordentlich viel geringerer Druck erforderlich, als um einen festen Kristall zu deformieren. Zweitens ist in einer Kristallmaterie, die in Übereinstimmung mit der Markscheidensubstanz Kristallwasser enthält, die Isolierung weniger gut als in einem Quarzstabe und die Möglichkeit für die Piezoelektrizität, sich auf die Umgebung geltend zu machen, infolgedessen auch geringer.

Dank dem regelmässig kristallinen Bau der Markscheide muss man jedenfalls mit der Möglichkeit rechnen, dass eine mechanische Deformierung derselben auf piezoelektrischem Wege den spezifisch leitenden Apparat in dem Achsenzylinder reizen könnte. Die mechanische Reizbarkeit des Nerven ist bekanntlich ein Stein des Anstosses für alle Theorien des Nervenimpulses gewesen. Es lässt sich mit Fug sagen, dass es keiner Theorie gelungen ist, eine annehmbare, vielweniger eine erschöpfende Erklärung derselben zu liefern. Zwar hat man eingesehen, dass, wenn eine mechanische Reizung zu Desintegration führt, so dass z. B. Fibrillen lädiert oder zerrissen, Markscheiden eröffnet werden usw., man in erster Linie sich zu denken hat, dass chemische Reaktionen zwischen auf traumatischem Wege zusammengebrachten Substanzen mit chemischer Affinität zu einander eintreten. Für den mechanischen Reizeffekt aber, der sich beispielsweise nach dem Vorgange von LANGENDORFF durch den intermittierenden Zug einer schwingenden Stimmgabel an einem freigelegten Nerven erzielen lässt, ohne dass eine Läsion des Nerven stattzufinden scheint, gleichwie auch für den Reizeffekt bei leichtester Berührung, Spannung oder Entspannung der Endorgane, deren natürliche Funktion es ist, mechanischen Druck und mechanische Spannungen in nervöse Impulse umzusetzen, sowie endlich für den nämlichen Effekt bei den Endorganen (z. B. des Gehörsinns, des statischen Sinns), die durch Flüssigkeitsbewegungen erregt werden, hat es bisher an einer annehmbaren Erklärung gefehlt. In Anbetracht der Tatsache, dass in den taktilen Endorganen, wenigstens soweit ich sie untersucht habe, doppelbrechende Bildungen vorkommen und dass (z. B. in den Sinnesorganen der Flügel von *Chrysopa perla*; vgl. S. 24) die Doppelbrechung sogar hochgradig sein kann, verdient die hier aufgeworfene Frage eine eingehendere Behandlung, und Verf. behält sich eine experimentelle Bearbeitung derselben nach den hier angegebenen Richtlinien vor.

Wäre dem so, dass eine starke Deformierung der Markscheiden auf piezoelek-

trischem Wege zur Entstehung elektromotorischer Kräfte führen könnte, so wäre dadurch die Notwendigkeit für die weissen Nerven aller lebhaft beweglichen Körperteile, Ranvier'sche Schnürringe zu besitzen, verständlich gemacht. Durch die Gegenwart der Schnürringe würde dem vorgebeugt werden, dass in den beweglichen Körperteilen eine Deformierung der Internodien entstände, gross genug, um die piezoelektrische Reizschwelle zu überschreiten. Eine wichtige Rolle würde hierbei auch der Umstand spielen, dass jede Faser gleichsam in einem mit Flüssigkeit erfüllten Tunnel gleitet. In den Nervenbahnen des Rückenmarks und Gehirns, wo die Inzisuren fehlen, ist durch allgemeine mechanische Vorrichtungen (Schutz durch das Skelett) eine derartige Deformierung ausgeschlossen, die Inzisuren demnach von diesem Gesichtspunkt aus unnötig. Dass die Gegenwart Ranvier'scher Inzisuren lediglich durch den Mangel an Biegsamkeit bei den Internodien notwendig gemacht würde, hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich, wenn man sieht, welche starken Biegungen eine markhaltige Nervenfasern in einem Zupfpräparat auch innerhalb der Internodien beschreiben kann, ohne dass ihre äussere Integrität dadurch gestört wird.

Es ist bereits oben (S. 70 u. 71) betont worden, dass bei dem Fibrillenapparat sowohl in weissen wie in grauen Nervenfasern ein Gerüst mit proteotroper Doppelbrechung vorhanden ist, die, allem nach zu urteilen, den Fibrillen selbst zukommt, und dass ich aus diesem Grunde nicht der Ansicht APATHY's beitreten kann, dass die Fibrillen isotrop seien. Ob die Doppelbrechung, die dem Fibrillenskelett eignet, durch eine kristallähnliche Struktur verursacht wird, oder ob sie auf mechanischen Spannungszuständen beruht, muss dahingestellt bleiben. Die erstere Erklärung ist wenigstens bisher durch keine Befunde ausgeschlossen. Man kann daher nicht a priori leugnen, dass eine Deformierung, z. B. Dehnung, der Fibrillen zur Entstehung von Piezoelektrizität führen könnte, wenn auch die Annahme selbst bei dem gegenwärtigen Stande der Dinge etwas abenteuerlich erscheint.

Obwohl ich, wenigstens für eine grosse Zahl der metatropen Nerven, die Richtigkeit von APATHY's Angabe bestreite, dass die Interfibrillarsubstanz der grauen Nerven eine in physikalischer und funktioneller Hinsicht dem Markscheidenmyelin homologe Materie enthält, so gebe ich doch gern zu, dass der Achsenzylinder auch dieser Nerven Lipoide enthält. Ihr physikalischer Zustand ist aber ein anderer als bei dem Markscheidenmyelin und sichert ihnen im lebenden Nerven keine Doppelbrechung der Art zu, wie sie dem Markscheidenmyelin zukommt. Dagegen kann ich nicht die Möglichkeit ausschliessen, dass, wenn die metatropen Nerven in Glycerin eingebettet werden, auch die Lipoide ihres Achsenzylinders in einen physikalischen Zustand übergeführt werden, in welchem sie in einem gewissen Grade neben der oberflächlichen Lipoidschicht zu der myelotropen Reaktion beitragen. Einige Präparate von Molluskennerven erwecken jedenfalls stark den Eindruck, dass es sich bei ihnen auf die letzterwähnte Weise verhält.

Was schliesslich die stabil proteotropen Petromyzonnerven betrifft, so wage ich für sie, wie bereits erwähnt, nicht ganz APATHY's Angabe über das Vorhandensein einer myelinhaltigen Interfibrillarsubstanz zu bestreiten. Meine eigene Auffassung ist jedoch, dass bei diesen Nerven eine Proteidscheide, eine Art hypertrophischen

Neurilemms, die Funktion übernommen hat, die bei den weissen Nerven der Markscheide zukommt.

Da ja in Glycerinpräparaten von in chromatisch polarisiertem Licht über Gipsplättchen untersuchten Nerven der totale doppelbrechende Effekt der myelotropen Bestandteile des Nerven hervortritt, so kann umgekehrt die Stärke der Doppelbrechung bei dieser Untersuchung bis zu einem gewissen Grade einen Massstab für den Lipoidgehalt des betreffenden Nerven abgeben. Es ist dies zwar, streng genommen, nur der Fall, wenn keine anderen Elemente in dem Gewebe vorkommen, die doppelbrechende Eigenschaften besitzen. Nadeln von Fettsäuren und ihren Alkalisalzen, die in Epigonallage gleichfalls mit Additionsfarbe hervortreten und daher irreführend wirken könnten, dürften in frischen Präparaten vom Nervensystem, wenn überhaupt, so nur als Stoffwechselprodukte und in ganz untergeordneter Menge vorkommen. Dagegen enthalten die Nerven, und zwar in ziemlich reichlicher Menge, proteotrope Bestandteile, diese kommen aber in wahrscheinlich nicht sehr wechselnder Menge in verschiedenen Nerven vor. Es lässt sich daher mit einer gewissen Approximation sagen, dass, wenn auf die Dicke der untersuchten Schicht gebührende Rücksicht genommen wird, die Höhe der Interferenzfarbe des mit Glycerin entwässerten Nerven, wenn er in Epigonallage beobachtet wird, dem Lipoidgehalt des Nerven entspricht. Im Hinblick hierauf ist oben in Kapitel 3 im allgemeinen angegeben worden, welche Interferenzfarben bei dem einzelnen Nerven in den Glycerinpräparaten beobachtet worden sind.

Trotz ihres approximativen Charakters scheint mir die oben angeführte Methode, die Lipoidmenge in den Nerven zu schätzen, ein sehr wertvolles Hilfsmittel für die vergleichende Nervenbiologie zu sein. Meiner Auffassung nach hängt der Lipoidgehalt eines Nerven in der Weise mit der Funktion des Nerven zusammen, dass die Hauptmasse der Lipide im Verein mit dem Neurilemm, wo ein solches vorkommt, die Leitungsbahn für die elektromotorischen Kräfte, die das Vordringen des Nervenimpulses im Achsenzylinder begleiten, nach aussen hin isoliert. Zu dieser Auffassung gelangt man ungezwungen, wenn man einerseits mein oben angeführtes Untersuchungsergebnis, dass der Fibrillenapparat, der unbedingt im Dienste der Leitung steht, proteotrop doppelbrechend ist, und andererseits die von AMBRONN und HELD an Katzenembryonen gemachte interessante Beobachtung zusammenstellt, dass die myelotrope Doppelbrechung der einzelnen Nervenbahn sich bei dem Fötus bzw. dem neugeborenen Tier rasch zu der Zeit entwickelt, wo die fragliche Nervenbahn in aktive Funktion zu treten beginnt. Eine zweckmässige Einrichtung des Nervensystems setzt übrigens offenbar voraus, dass, je grössere elektromotorische Kräfte im Achsenzylinder auftreten, und je rascher sie fluktuieren, um so reichlicher und vollkommener die Isolierungssubstanz unter im übrigen gleichen Verhältnissen sein muss. Von allgemeinbiologischem und teleologischem Gesichtspunkt aus führt die fragliche Auffassung also zu der Annahme, dass, wenn der Lipoidgehalt eines Nerven sich als gross erweist, das Bedürfnis nach Isolation in demselben gross ist, während wiederum ein geringer Lipoidgehalt von einem unbedeutenden Isolierungsbedürfnis zeugt.<sup>1</sup> Auf Grund dessen kann man bei

<sup>1</sup> Eine augenscheinliche Ausnahme von dieser Regel bilden die in vielen Hinsichten abweichenden Nerven bei den Cyclostomen, bei denen die Lipide eine zweifelhafte Rolle für die Isolierung spielen.

Kenntnis des Lipoidgehalts eines Nerven gewisse Vermutungen über die Art der Impulse aussprechen, für welche er als Leitungsbahn dient.

Der höchste Lipoidgehalt kommt ohne Frage denjenigen Nerven zu, die eine manifest myelotrope Doppelbrechung zeigen, und er ist um so höher, je höhere Interferenzfarbe sie in Epigonallage bei gegebener Schichtdicke zeigen. Danach in der Reihenfolge kommt die ganze Skala metatropen Nerven, die erst in Glycerin myelotrop doppelbrechend werden. Die lipoidreichsten metatropen Nerven, die ich untersucht habe, geben in einer Schichtdicke von 1 mm in Epigonallage Orange<sup>II</sup>; die lipoidärmsten erhöhen in derselben Lage die Bodenfarbe gerade bis auf Violett<sup>I</sup>. Am niedrigsten schliesslich bezüglich des Gehalts an isolierenden Lipoiden stehen unter den Nerven, die merkbar doppelbrechend sind, die stabil proteotropen, bei denen der wahrscheinlich doch vorkommende Lipoidgehalt nicht einmal nach der durch die Glycerinbehandlung hervorgerufenen Orientierung die mit entgegengesetztem Vorzeichen ausgerüstete Gesamtdoppelbrechung des Fibrillenapparats und der bindegewebigen Stützsubstanz zu kompensieren vermag.

Flinke Bewegungen setzen grössere elektromotorische Veränderungen in den Nervenbahnen in der Zeiteinheit voraus als träge Bewegungen. Es ist wahr, dass flinke Bewegungen zunächst flinke Organe für die Bewegung, d. h. flinke Muskeln, voraussetzen, diese letzteren würden aber nie diese Eigenschaft an den Tag legen können, wenn nicht die Nervenimpulse auch dieselbe besässen. Die Flinkheit einer Bewegung ist keineswegs gleichbedeutend mit ihrer Schnelligkeit, ganz besonders nicht, wenn es sich um Fortbewegungen des ganzen Tieres handelt. Dass eine Bewegung flink ist, bedeutet, dass ihre Impulszeit klein ist. Und unter Impulszeit verstehe ich dabei diejenige Zeit, die zwischen dem Augenblick, wo ein Bewegungsimpuls in einer motorischen Ganglienzelle entsteht, und dem Augenblick, wo die entsprechende Muskulatur sich in Bewegung zu setzen beginnt, verfliesst. Die Impulszeit, so verstanden, ist der Hauptsache nach ein Ausdruck für die Leitungsgeschwindigkeit in der motorischen Nervenbahn. Das ist dagegen nicht der Fall bei der Geschwindigkeit der resultierenden Bewegung. Diese hängt ausser von der Flinkheit der Muskeln noch von ganz anderen Faktoren ab: von dem äusseren Widerstande (Luft oder Wasser), den die Bewegung zu überwinden hat, von der mehr oder weniger zweckmässigen Kombination oder Iteration der Bewegungen (z. B. die Schlängelbewegung vieler marinen Würmer, der Flug der Insekten) und, wenn es sich um Bewegungen des ganzen Tieres handelt, auch von der Körperform desselben.

Bei einer Hummel beispielsweise kann die Impulszeit verhältnismässig lang sein und ist sie es wahrscheinlich auch, ohne dass dies herabsetzend auf die erzielte Fluggeschwindigkeit des Tieres zu wirken braucht, die sehr bedeutend ist. Vorausgesetzt, dass der Takt ein für allemal bestimmt ist, in welchem das Ganglion die einzelnen Impulse gleich einer fortlaufenden Salve nach den Flügelmuskeln hin entsendet, so werden die Impulse auch mit ständig demselben Intervall den Flügelmuskelapparat erreichen, die Impulszeit mag lang oder kurz sein. Der wirkliche Beginn der Bewegung tritt aber im ersteren Falle langsam, im letzteren Falle schnell ein, m. a. W. die Bewegung wird in beiden Fällen schnell, aber nur im letzteren Falle flink.

Es bedarf zweifellos eines umsichtigen Urteils, um im Einzelfalle aus den Bewegungen eines Tieres einen Schluss auf ihren Flinkheitsgrad, d. h. auf die Länge der Impulszeit zu ziehen, andererseits aber kann bei einem Vergleich zwischen den Extremen kein Zweifel obwalten. Das ist z. B. innerhalb der Gruppe der Hydroidpolypen bei einem Vergleich zwischen der festsitzenden Polypengeneration und der frei beweglichen Medusengeneration der Fall. Bei der erstgenannten habe ich an meinem freilich etwas knappen Untersuchungsmaterial (Antennularia, Plumularia) nirgends das Vorkommen myelotroper Substanzzüge entdecken können, während dagegen ziemlich schöne Bilder hiervon bei einigen frei schwimmenden Hydromedusen (z. B. *Tiara*) erhalten werden.

Das gleiche Verhältnis ist auch bei den Würmern festzustellen. Einige von mir untersuchte Typen lassen sich hinsichtlich der Flinkheit der Bewegungen in folgende Reihe ordnen:

- Lumbricus agricola* (in seiner Fluchtbewegung)
- Hirudo medicinalis*
- Pontobdella muricata*
- Botriocephalus latus* (unbeweglich).

Von diesen enthält das Bauchmark von *Lumbricus* allein Nervenfasern mit Markscheide (Neurochorde). Bei etwa gleichgrossen Exemplaren von *Hirudo* und *Pontobdella* zeigte das Bauchmark in Glyzerin und in Epigonallage bei ersterer Indigo<sup>1</sup>, bei letzterer neben überwiegendem Violett<sup>1</sup> auch Züge von proteotroper Reaktion. In Glyzerinpräparaten von *Botriocephalus* waren keinerlei myelotrope Züge an der Stelle, wo der Angabe nach die Nervenstränge verlaufen sollen, zu entdecken.

Meine Beobachtungen an den drei genannten Anneliden über epigonale Interferenzfarben erlauben doch nicht völlig einwandfreie Schlüsse über den relativen Lipoidgehalt, weil ihr Bauchmark, wie FR. LEYDIG<sup>1</sup> entdeckt hat, auch Muskulatur enthält und zwar bei den verschiedenen Gattungen in etwas verschiedener Menge, so dass z. B. das Bauchmark von *Lumbricus* nach LEYDIG mehr davon enthält als das Bauchmark von *Hirudo*.

Die günstigsten Bedingungen, um den Zusammenhang zwischen dem Lipoidgehalt der Nerven und der Flinkheit der Bewegungen zu studieren, fand ich bei den Crustaceen. Am höchsten innerhalb dieser Klasse hinsichtlich sowohl der Flinkheit der Bewegungen als auch des Lipoidgehalts des Nervensystems stehen einige der gewöhnlichsten Garnelengattungen (*Crangon*, *Palaemon*, *Pandalus*). Ihre Nervenfasern sind mit Markscheide ausgestattet; das Bauchmark gibt in Epigonallage über einem Purpur<sup>1</sup> entsprechenden Gipsplättchen Additionsfarben der 3. Ordnung. Und wer es versucht hat, eines von diesen Tieren einzufangen, weiss, dass die Bewegungen in Bezug auf Flinkheit nichts zu wünschen übrig lassen.

*Hippolyte*, eine nahverwandte Garnelengattung, deren Bauchmark Additionsfarben von nur der 2. Ordnung gab, und deren einzelne Nervenfasern von feinerem

<sup>1</sup> FR. LEYDIG: Vom Bau des tierischen Körpers. Bd. 1, S. 150, Tübingen 1864.

Kaliber sowie mit dünneren und dem entsprechend schwächer doppelbrechenden Markscheiden ausgestattet waren, schien auch ihre Bewegungen mit etwas geringerer Flinkheit als die obengenannten Gattungen auszuführen.

Als Typus von Crustaceen mit beschränkterer Flinkheit der Bewegungen kann der gewöhnliche Flusskrebs angeführt werden. Seine Nerven sind nicht wie die der Garnelen manifest myelotrop, sondern metatrop. Der Scherennerv eines Krebses gibt, wenn er an Dicke ungefähr dem Bauchmark eines ausgewachsenen Palaemon entspricht, nach Einbettung in Glyzerin bei epigonaler Einstellung Gelbgrün<sup>11</sup>.

Als Typus für Crustaceen mit trägen Bewegungen möchte ich Balanus nennen. Der Nerv in den beweglichsten Teilen dieses Tieres, d. h. den Rankenfüssen, gab bei einem ungewöhnlich grossen Exemplar nach Einbettung in Glyzerin und in Epigonallage keine höhere Additionsfarbe als Violett<sup>1</sup>.

Bei den parasitisch lebenden unbeweglichen Crustaceen, z. B. Sacculina, würde wahrscheinlich, wenn Nervenzüge überhaupt herauspräpariert werden könnten, diese gleich den Botriocephalusnerven nicht einmal nach Einbettung in Glyzerin Spuren myelotroper Doppelbrechung zeigen.

Von einzelnen augenfälligen Ausnahmen absehend (z. B. Krötentiere, Cyclostomen), bei denen der Einfluss auch anderer Faktoren zu Tage tritt, habe ich im grossen und ganzen bei meinen Untersuchungen gefunden, dass ein Parallelismus zwischen dem Lipoidgehalt der motorischen Nerven und der Flinkheit der Bewegungen des Tieres besteht. Dadurch erhält Bestätigung und sogar weitgehendere Bedeutung ein Satz, den ich in einer früheren Arbeit<sup>1</sup> auszusprechen Veranlassung gehabt habe: »Überall, wo es von Wichtigkeit ist, eine grosse Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Nerven zu erreichen, werden die Nervenfasern markhaltig«. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass die Natur noch über ein Mittel verfügt, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Nervenimpulses zu erhöhen, nämlich eine Vermehrung der Weite des Achsenzylinders. Trotz mittelmässigen Lipoidgehalts ist so die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Nervenprozesses im Hummernerven ziemlich bedeutend — 10-12 m/sek. bei einer Temperatur von 18—20° C. (L. FRÉDERICQ et G. VANDEVELDE)<sup>2</sup> —, wahrscheinlich deshalb, weil der Achsenzylinder hier beträchtlich weit ist und demnach geringen Leitungswiderstand darbietet. Bei vielen Insekten, insbesondere auch bei Locusta, hat LEYDIG<sup>3</sup> weite helle Nervenröhren entdeckt, die meiner Meinung nach durch ihre Weite den Verdacht erregen, dass sie als schneller leitende Nervenbahnen fungieren. Gegenüber dem Hummernerven ist im N. olfactorius des Hechtes, obwohl er ein manifest myelotroper Nerv ist, die Geschwindigkeit des Nervenprinzips sehr gering — 16-24 cm/sek. bei 20° C. (S. GARTEN,<sup>4</sup> G. FR. NICOLAI)<sup>5</sup> —, wahrscheinlich weil infolge der strukturellen Eigentümlichkeiten dieses

<sup>1</sup> G. F. GÖTHLIN: Untersuchungen über Kapazität usw. bei den Nervenfasern im Corpus callosum des Rindes. Pflüg. Arch., Bd. 133, 1910, S. 144.

<sup>2</sup> Compt. rend. de l'Acad. Paris, Tome 91, p. 239—240 (1880).

<sup>3</sup> a. a. O. S. 224.

<sup>4</sup> Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. 77, S. 485 (1899).

<sup>5</sup> Ebenda, Bd. 85, S. 75 (1901).

Nerven (vgl. Kap. 3, S. 20) die für jede einzelne Fibrille geschlossene elementare Leitungsbahn in diesem Nerven einen enormen Leitungswiderstand darbietet.

Bei den oben als Beispiel gewählten Garnelengattungen, die den flinksten existierenden Tierarten angehören, hat die Natur zu beiden angeführten Mitteln gegriffen. Die Nervenfasern sind mit wohlentwickelten Markscheiden ausgestattet, sind also gut isolierte Kabelleiter von relativ geringer Kapazität, ausserdem ist der Achsenzylinder im Verhältnis zur Länge der Neuronen ungewöhnlich weit, der Leitungswiderstand im leitenden Kern des Kabels also verhältnismässig klein.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich die Aufmerksamkeit auf eine von vielen Forschern verkannte Art von Nervenfasern lenken, die sog. Neurochorde in dem Bauchmark gewisser Evertibraten. Absichtlich beschränke ich hier die Bezeichnung auf Bildungen von diesem Typus, die mit einer vollentwickelten Markhülle versehen sind, wie das unter anderem bei *Meganyctiphanes norvegica* und *Lumbricus agricola* der Fall ist.

H. EISIG<sup>1</sup> hat für *Mastobranchus* einen Zusammenhang zwischen den Neurochorden und gewissen exzeptionell grossen Ganglienzellen im Bauchmark des Tieres, von ihm Neurochordzellen genannt, angegeben, und auch bei *Lumbricus* sind die Neurochorde von FRIEDLÄNDER bis zu Ganglienzellen im Bauchmark hin verfolgt worden. Bei *Meganyctiphanes* habe ich selber Abzweigungen der Neurochorde zu wenigstens 2 thorakalen und wenigstens 3 abdominalen Ganglienknoten gesehen.

Neurochorde sind bei meinen Untersuchungen besonders in der Gruppe der Schizopoden aufgefunden und zwar nicht nur bei der Gattung *Meganyctiphanes*, sondern auch bei den Gattungen *Praunus* (*P. flexuosus*) und *Hemimysis* (*H. lamornæ*). Die Bewegungen dieser und wohl auch der anderen Schizopoden sind nun von zweierlei Art und die beiden Bewegungsarten besonders durch ihren Flinkheitsgrad verschieden. Die Verschiedenheit lässt sich bei dem in Flachwasser lebenden *Praunus flexuosus* am einfachsten studieren und kommt bei ihm auch besonders schön zum Ausdruck.

Unter gewöhnlichen Umständen bewegt sich das Tier mit mässiger Geschwindigkeit vorwärts oder hält es sich im Wasser schwebend durch mehr oder weniger energische schwimmende Bewegungen seiner zahlreichen Spaltfüsse. Ein Zuschauer kann dabei die Vorwärtsbewegung bequem mit den Augen verfolgen. Wird aber das Tier irgendwie durch unerwartete Verhältnisse, z. B. Hinabführen eines Fingers in seine Nachbarschaft, erregt, so »schiess« es mit so aussergewöhnlicher Schnelligkeit nach rückwärts, dass man die Bahn unterwegs mit den Augen nicht verfolgen kann. Diese schnellende Bewegung wird durch eine plötzliche Vorwärtsbeugung des Schwanzes ausgelöst.

Die minimale Impulszeit dieser »Schiessbewegung« der Schizopoden setzt eine nervöse Leitungsbahn von sehr hoher Leitungsgeschwindigkeit voraus. Nun besitzen aber gerade die Neurochorde in hohem Grade die Eigenschaften, die nach der Kabeltheorie einer Bahn von geschwinder Leitung zukommen müssen: sie haben eine Markscheide von ziemlich bedeutender Dicke, und sie haben einen zentralen Kanal von

<sup>1</sup> Fauna u. Flora des Golfes v. Neapel. 16te Monographie, H. EISIG: Die Capitelliden, Berlin 1887, S. 217.

verhältnismässig bedeutender Weite, erfüllt mit Flüssigkeit und demnach geringen Leitungswiderstand darbietend. Durch ihren Bau geben sich somit die Neurochorde als zweckmässige Werkzeuge für derartige schnelle Impulse an. Es wird da kaum erstaunlich erscheinen, dass ich gerade die Neurochorde dieser Tiere als Leitungsbahnen für die motorischen Impulse zur Schiessbewegung auffasse.

Schiessbewegungen ähnlicher Art sieht man aber auch bei den Garnelen und den Copepoden. Bei den Garnelen lenken die früher (vgl. S. 26) erwähnten sehr weiten Nervenröhren, die »Kolossalfasern«, die Aufmerksamkeit auf sich als zweckmässige Organe für die Fortleitung der entsprechenden Impulse. Unter den Copepoden habe ich bisher nur einen gefunden, dessen Grösse ein Herauspräparieren und Isolieren der Nerven Elemente erlaubte. Auch bei diesem Tier, *Euchæta norvegica*, dessen Länge nur 8 mm beträgt, fanden sich zwar nicht Neurochorde, wohl aber Nervenfasern mit Markscheide.

Überhaupt, bei Garnelen, Schizopoden und Copepoden, welche die erwähnte hüpfende oder schiessende Fluchtbewegung ausführen, sind, soweit die Körpergrösse genügt, um ihr Nervensystem einer Prüfung in polarisiertem Licht zu unterziehen, entweder Neurochorde oder kleinere, ebenfalls mit Markscheide ausgestattete Nervenfasern angetroffen worden.

In diesem Umstande liegt, wie es scheint, eine weitere Stütze für die von mir seit lange aus physikalischen Gründen vertretene Auffassung, dass die mit Markscheiden ausgestatteten Nervenfasern für die Fortleitung besonders schneller Impulse ausdifferenziert worden sind.

Eine der meinigen ähnliche Hypothese betreffs der Funktion der Neurochorde hat, wie ich später gefunden, B. FRIEDLÄNDER<sup>1</sup> für die Anneliden aufgestellt, ohne indessen seine Ansicht näher zu motivieren. Es sei jedoch gern zugegeben, dass die fragliche Hypothese noch sehr wohl der festeren Grundlage bedarf, die eine grössere Anzahl Beobachtungen und physiologische Versuche an einer Reihe von Tierarten, die dieses Sondermerkmal innerhalb ihres Nervensystems besitzen, verleihen können. Eine solche Untersuchung wäre aus allgemeinbiologischem Gesichtspunkt sehr wünschenswert.

## 8. Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung.

Einige der Untersuchungsergebnisse haben nur einen entfernteren Zusammenhang mit dem Hauptthema; so vereinzelte Beobachtungen an kolloidalen Lösungen von Cholesterin (S. 69), Képhalin und Lecithin vom Gehirn (S. 71, Fussnote), die Angabe über verschiedene Mischbarkeit der zwei letztgenannten Phosphatide mit Cholesterin (S. 51), die Feststellung zweier hinsichtlich der Doppelbrechung verschiedener Formelemente in kristallisiertem »Protagon« (S. 47) usw.

Andere Ergebnisse, beispielsweise detaillierte Beschreibungen von mikroskopischen Strukturbildern [Ranviersche Schnürringe (S. 19), Lantermannsche Einkerbungen

<sup>1</sup> Mitteilungen a. d. Zool. Station zu Neapel, Bd. 9, 1889—91, S. 262—263.

(S. 19, 20 u. 26), Querschnitte von weissen Nervenfasern (S. 16 u. 17) usw.] in polarisiertem Licht, sind nicht von einer solchen Beschaffenheit, dass sie kurz referiert werden können.

An die übrigen Ergebnisse der Untersuchung, die sich zu einer Wiedergabe in gedrängter Form eignen, wird noch einmal in nachstehender Zusammenfassung erinnert. Zuvor seien hier nochmals einige für das Verständnis derselben notwendige neue Begriffe definiert.

Wird bei der Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht ein parallelfaseriges Gewebe, z. B. ein Nerv, mit seiner Faserrichtung in derselben Diagonale wie die gewöhnlich kurz als »Achse« bezeichnete Richtung des Gipsplättchens eingestellt, so spreche ich von einer *paragonalen* Orientierung (Paragonallage) des betreffenden Objekts. Legt man wiederum ein Gewebe derselben Art oder ein langgestrecktes Gewebelement mit seiner Längsrichtung in der entgegengesetzten Diagonale, so wird von einer *epigonalen* Orientierung (Epigonallage) derselben gesprochen.

Wenn eine organisierte Bildung in Paragonallage Additionsfarben hervorruft, wie z. B. die wesentlich aus Proteiden bestehenden Bindegewebsfibrillen und Muskelfasern, nennt Verf. die entsprechende Doppelbrechung *proteotrop*. Entstehen dagegen in Epigonallage Additionsfarben wie bei der Markscheide der weissen Nervenfasern, so wird die entsprechende Art der Doppelbrechung als *myelotrop* bezeichnet.

### Zusammenfassung.

1. *Myelinbildende Eigenschaften*, d. h. die Fähigkeit, Kugeln und Schläuche von derselben physikalisch-optischen Struktur zu bilden, die den herausfliessenden Markscheideninhalt charakterisiert, besitzen unter den in der Markscheide vorkommenden Substanzen die *Glycerophosphatide*. Dagegen kommt eine *myelinbildende Fähigkeit* weder dem reinen *Cholesterin*, noch dem *Sphingomyelin*, noch dem *Cerebron* zu. Die myelinbildenden Eigenschaften der *Glycerophosphatide* scheinen an in ihren Molekülen vorhandene ungesättigte Fettsäureradikale gebunden zu sein.

2. *Die Markscheide* verdankt ihre Doppelbrechung einer *kristallinen Struktur*. Die Gegenwart der *Glycerophosphatide* bewirkt die charakteristische Art der Doppelbrechung des Markscheideninhalts. Massgebend für den doppelbrechenden Effekt ist erstens, dass die genannten *Phosphatide* mit einer geringen Menge in der Markscheide vorhandenen Wassers (wahrscheinlich als *Kristallwasser* gebunden) den Charakter von *kristallinen Flüssigkeiten* annehmen, zweitens dass sie wegen ihrer grossen molekularen *Richtkraft* unter Beibehaltung ihres eigenartigen *kristallinisch-flüssigen* Zustandes und der entsprechenden Doppelbrechung noch andere *kristalloide Substanzen*, darunter *Cholesterin*, aufnehmen bzw. auflösen können, drittens dass sie in optischer Hinsicht *anomal*, d. h. entgegengesetzt wie *Glas*, gegen *Dehnung* und *Druck* reagieren, und viertens dass sie als *Inhalt der Markscheide* sich unter dem Einfluss eines von der *Kohäsionskraft* herrührenden *Oberflächendrucks* befinden.

3. Denkt man sich eine *surface d'élasticité* im Sinne *Fresnels* irgendwo in der *Markscheide* konstruiert, so liegt die kürzeste *Achse* dieser (annähernd *ellipsoidischen*)

*Fläche in einer radiären Richtung der Nervenfasern.* Die Markscheide verhält sich demnach, wie früher KLEBS und v. EBNER entgegen VALENTIN angegeben haben, als ob sie aus positiv einachsigen Partikelchen aufgebaut wäre, die je mit ihrer optischen Achse radiär im Normalquerschnitt der Faser eingestellt sind.

4. In Analogie mit Messungen von J. CURIE sowie von R. FELLINGER an Quarz würde, falls in der Markscheide eine ähnliche Beziehung wie im Quarzkristall zwischen Brechungsindex und Dielektrizitätskonstante vorläge, die radiäre Richtung des Markscheidenmantels zugleich die Richtung der grössten Dielektrizitätskonstante sein.

5. *Infolge der kristallinen Struktur der Markscheide besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass Deformierungen, die dieselbe treffen, piezoelektrische Erscheinungen auslösen werden;* sogar bezüglich der Fibrillen, deren Doppelbrechung ihrer Ursache nach bislang unerklärt ist, lässt sich ein ähnlicher Gedanke nicht a priori abweisen. Wenn durch fortgesetzte Forschungen der Nachweis dafür erbracht wird, dass Strukturteile des Nervensystems Piezoelektrizität entwickeln können, so liegen die wichtigen Konsequenzen hiervon für die Erklärung der Reizbarkeit von Nerven und gewissen Nervenendorganen (taktilen und akustischen Endorganen sowie Endorganen der Statocysten) durch schwache, nicht desintegrierende mechanische Reize offen zu Tage.

6. *Der Neurofibrillenapparat — untersucht an frischen Nervenfasern des N. ischiadicus beim Frosche wie auch des Hauptnerven der grossen Schere beim Hummer — zeigt eine sehr schwache proteotrope Doppelbrechung und besteht demnach aus einem Gerüst von Proteidnatur.*

7. Zufolge seiner Fähigkeit, in kolloidalen Wasserlösungen von weit grösserer Konzentration als das Lecithin auftreten zu können, scheint das Kephalin unter den beiden Hauptphosphatiden des Nervensystems für das Axoplasma am besten geeignet zu sein. Wegen seiner Eigenschaft, Sauerstoff aufzuspeichern zu können (THURDICHUM), dürfte es eine Rolle spielen bei dem Sauerstoffumsatz der die Nervenimpulse leitenden Elemente.

8. Die Doppelbrechung des Neurilemms sowie sämtlicher Bindegewebsscheiden im Nervenstamm ist proteotrop, wie es schon VALENTIN angegeben hat.

9. Die Doppelbrechung der weissen Nerven wird, wenigstens der Art nach, nicht durch Einbettung in Glycerin verändert. *Entgegen der Behauptung VALENTINS und aller späteren Forscher wird dagegen die Doppelbrechung der grauen Nerven der Regel nach durch Einbettung in Glycerin (oder Syrupus sacchari) verändert und zwar nicht nur quantitativ, sondern in der Mehrzahl der Fälle sogar qualitativ.*

10. *Je nach ihrem Verhalten in polarisiertem Licht einerseits in natürlichem Zustande, andererseits nach Einbettung in Glycerin können die Nerven in folgende Gruppen eingeteilt werden:*

- I. *Manifest myelotrope,*
- II. *Metatrope,*
- III. *Stabil proteotrope,*
- IV. *Atrope,*
- V. *Heterotrope.* (Näheres s. S. 64—65).

Der N. olfactorius der Vertebraten bis herab zu den Selachiern ist ein manifest myelotroper Nerv, d. h. seine Doppelbrechung ist in natürlichem Zustande myelotrop.

Die Gruppe II, der u. a. die Mehrzahl der Evertebratennerven sowie die Verzweigungen der weissen Nerven nach Schwund ihrer Markscheide angehören, zeichnet sich dadurch aus, dass die Doppelbrechung, die im Zustande natürlicher Durchfeuchtung oder nach Einbettung in Lymphe proteotrop oder unbestimmt ist, nach Überführung in Glycerin in eine myelotrope umschlägt. Diese Reaktion in polarisiertem Licht wird vom Verf. als *metatrop* bezeichnet.

Die Gruppe III, in der die Doppelbrechung sowohl im natürlichen Zustande wie nach Überführung in Glycerin proteotrop ist, umfasst u. a. die eigentlichen sog. Remak'schen Fasern.

Die Gruppe IV ist besonders bei sessilen oder ganz unbeweglichen Evertebraten vertreten.

11. Ein metatropes Verhalten habe ich trotz Untersuchung vieler Gewebe von allerlei Evertebraten ausser bei Nerven und gewissen Hilfsorganen des Nervensystems nur bei den Ruderplättchen der Ctenophoren (vgl. Bolina, S. 36) beobachtet. Die metatrophe Reaktion in polarisiertem Licht kann daher als ein sehr bequemes und besonders bei den Evertebraten verwendbares Hilfsmittel dienen, um sehr feine graue Nerven zu identifizieren. Im Nervensystem frei beweglicher Tiere wird sie in allen Evertebratenstämmen bis herab zu den Coelenteraten angetroffen.

12. Nach vorausgegangener Erschöpfung der betreffenden Nerven mit lipidlösenden Reagentien (Alkohol-Äther, Alkohol, Pyridin, Aceton) bleibt die metatrophe Reaktion aus.

13. Ursache des metatropen Verhaltens sind die im Nerven vorkommenden Glycerophosphatide und Cholesterin, die ersteren weil sie den transversalen Schrumpfungsdruck durch die ihnen eigenartige anomale optische Druckreaktion beantworten, letzteres entweder weil es in der Form langgestreckter, kolloidal gelöster Partikelchen vorkommt, die in den kapillären Spaltenräumen des Nerven eine gleichsinnige Orientierung bei der Schrumpfung erfahren, oder weil es infolge der Entwässerung und Glycerinimbibition als feinste, ebenso orientierte, nadelförmige Kristallite ausfällt.

14. Bei vielen, wenn auch nicht allen metatropen Nerven bilden die Lipide in erster Linie eine dünne Schicht an der Oberfläche der Fasern. Diese schwach entwickelte Lipoidschicht ist in Bezug auf isolierende Eigenschaften wohl mit der Markscheide der weissen Nerven zu homologisieren, nur entbehrt sie im natürlichen Zustande die hochentwickelte optische Struktur der Markscheide.

15. Die Einteilung in markhaltige und marklose Nervenfasern in dem bisher gebräuchlichen Umfange dieser Ausdrücke ist irreführend, weil eine dem Mark, wenigstens in chemischer Hinsicht entsprechende Substanz bei vielen »marklosen« Nervenfasern dieselbe oberflächliche Lage einnimmt wie die Markscheide bei den »markhaltigen«. — Die älteren Bezeichnungen *blassrandige* bzw. *dunkelrandige* Nervenfasern sind viel besser begründet. Die Dunkelrandigkeit ist eben eine Folge der präformierten regelmässigen Doppelbrechung der oberflächlichen Lipoidhülle.

16. *In der Klasse der Crustaceen begegnet man einer allmählich stattfindenden phylogenetischen Entwicklung von blassrandigen (»marklosen«) bis zu dunkelrandigen (»markhaltigen«) Nervenfasern. In der Klasse der Cyclostomen begegnet man einer Weiterentwicklung der blassen Nervenfasern in einer anderen Richtung und zwar derart, dass sie mit dicken, wasserarmen und doppelbrechenden Proteidscheiden versehen worden sind.*

17. *Bei den »Neurochorden« im Bauchmark der Schizopoden zeigt die Wand im optischen Längsschnitt dieselbe Art von Doppelbrechung wie eine gewöhnliche Markscheide. Bei Untersuchung an frischem Material hat Verf. nie bei den Neurochorden der Schizopoden den unregelmässigen Bau gefunden, den EISIG bei den Capitelliden beschreibt. Die Gründe, die man bisher gegen ihre Funktion als Nervenfasern angeführt hat, sind hinfällig. In Anbetracht ihrer Struktur und Anordnung ist es wahrscheinlich, dass die Neurochorde der Schizopoden als sehr rasch leitende Bahnen für die motorischen Impulse dienen, welche die »schiessenden« Fluchtbewegungen dieser Tiere auslösen.*

18. Wenn man die Flinkheit der Bewegungen und die Struktur der Nervenfasern bei den Garnelen, Schizopoden und Copepoden mit den entsprechenden Eigenschaften der übrigen Crustaceen vergleicht, so bestätigt sich die früher von dem Verf. physikalisch begründete Auffassung, dass eine Ausdifferenzierung von Markscheiden bei den Nervenfasern zu stande kommt, um die Fortleitung besonders schneller Impulse zu ermöglichen.

19. Bei vergleichenden Untersuchungen ergibt sich, dass wenigstens in zwei Evertebratengruppen (Crustaceen, Würmern), welche Repräsentanten von sehr verschiedenem Flinkheitsgrade aufweisen, überhaupt der Gehalt der leitenden Bahnen des Nervensystems an Lipoiden, wie er sich durch Untersuchung in chromatisch polarisiertem Licht schätzen lässt, im grossen und ganzen in direktem Verhältnis zur Flinkheit der Bewegungen des Tieres steht.

## Tafelerklärung.

Sämtliche Bilder sind in chromatisch polarisiertem Licht über einem Gipsplättchen von Purpur<sup>I</sup> erhalten. Neben einigen Figuren ist zum besseren Verständnis die Richtung der kurzen Achse der Fresnel'schen Schnittellipse des Gipsplättchens durch einen Pfeil angegeben.

### Tafel I.

Fig. 1. Basaler Teil einer äusseren Antenne von *Palaemon Squilla*. Einbettung in Glycerin. Epigonale (vgl. Text S. 12) Einstellung. P = proximal eintretender Nervenstamm. D = distal verlaufende parallele Nervenzüge von verschiedener Mächtigkeit. C = Chitinschale der Antenne. Vergrößerung 102.

Fig. 2. Nervenfaserschnitte aus einem 20  $\mu$  dicken Gefrierschnitt des Nervus ischiadicus beim Kaninchen. Einbettung in Glycerin. Vergrößerung 685.

Fig. 3. Eine Nervenfasern aus dem Nervus ischiadicus beim Frosch. Einbettung in Glycerin. Epigonale Einstellung. Im Verlauf der Faser sieht man einen Ranvier'schen Schnürring sowie Lantermann'sche Einkerbungen. Vergrößerung 228.

### Tafel II.

Fig. 4. Hauptnerv zur grossen Schere vom Flusskrebs, nach Einbettung in Syrupus sacchari während eines Monats aufbewahrt. In Epigonallage gemalt. Vergrößerung 80.

Fig. 5. Bauchmark von *Meganyctiphanes norvegica*. Einbettung in Glycerin. Epigonale Einstellung. K = Neurochorde. P = in den Bindegewebshüllen des Bauchmarks zerstreut liegende, pigmentierte Zellen. Vergrößerung 80.

### Tafel III.

Fig. 6. Nervenfasern aus einem Zupfpräparat vom Nervus ischiadicus beim Frosch. Einbettung in  $\text{CdSO}_4$ -Lösung von 6%. Der Inhalt der Markscheide ist eine Strecke weit herausgeschlüpft. Der Fibrillenapparat stellt hier einen proteotropen (vgl. Text. S. 12-13) Strang dar, den man z. T. (unten in der Figur) auch an Stellen mit teilweise erhaltenem Markscheideninhalt verfolgen kann. Vergrößerung 450.

Fig. 7. Ein Stück des Bauchmarks von *Locusta viridis*. Einbettung in NaCl-Lösung von 0,7%. Einstellung in Epigonallage. T = Tracheen. Vergrößerung 110.

Fig. 8. Ein Stück desselben Bauchmarks, in Glyzerin eingebettet. Orientierung in Epigonallage. In der Tafel gibt der Farbenton der Kommissurstränge nicht genau denjenigen des Originalpräparats wieder. Er sollte, statt grauviolett, mehr *blauviolett* sein. B = proteotrope Bindegewebsscheide. T = Tracheen. Vergrößerung 110.

Fig. 9. Ein Sphärokristall von Sphingomyelin in chromatisch polarisiertem Licht. Achsenrichtung des Gipsplättchens durch einen Pfeil angegeben. Vergrößerung 575.

Fig. 10. Nadelförmige Kristallite von Cholesterin, aus einem mit Aceton bereiteten Hirnextrakt durch Mischung mit wasserhaltigem Glyzerin und Verdampfen des Acetons dargestellt (vgl. Text S. 69). Achsenrichtung des Gipsplättchens durch den nebenstehenden Pfeil markiert. Vergrößerung 735.

### Berichtigung:

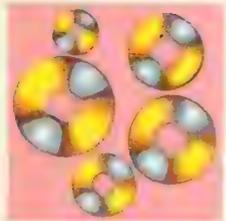
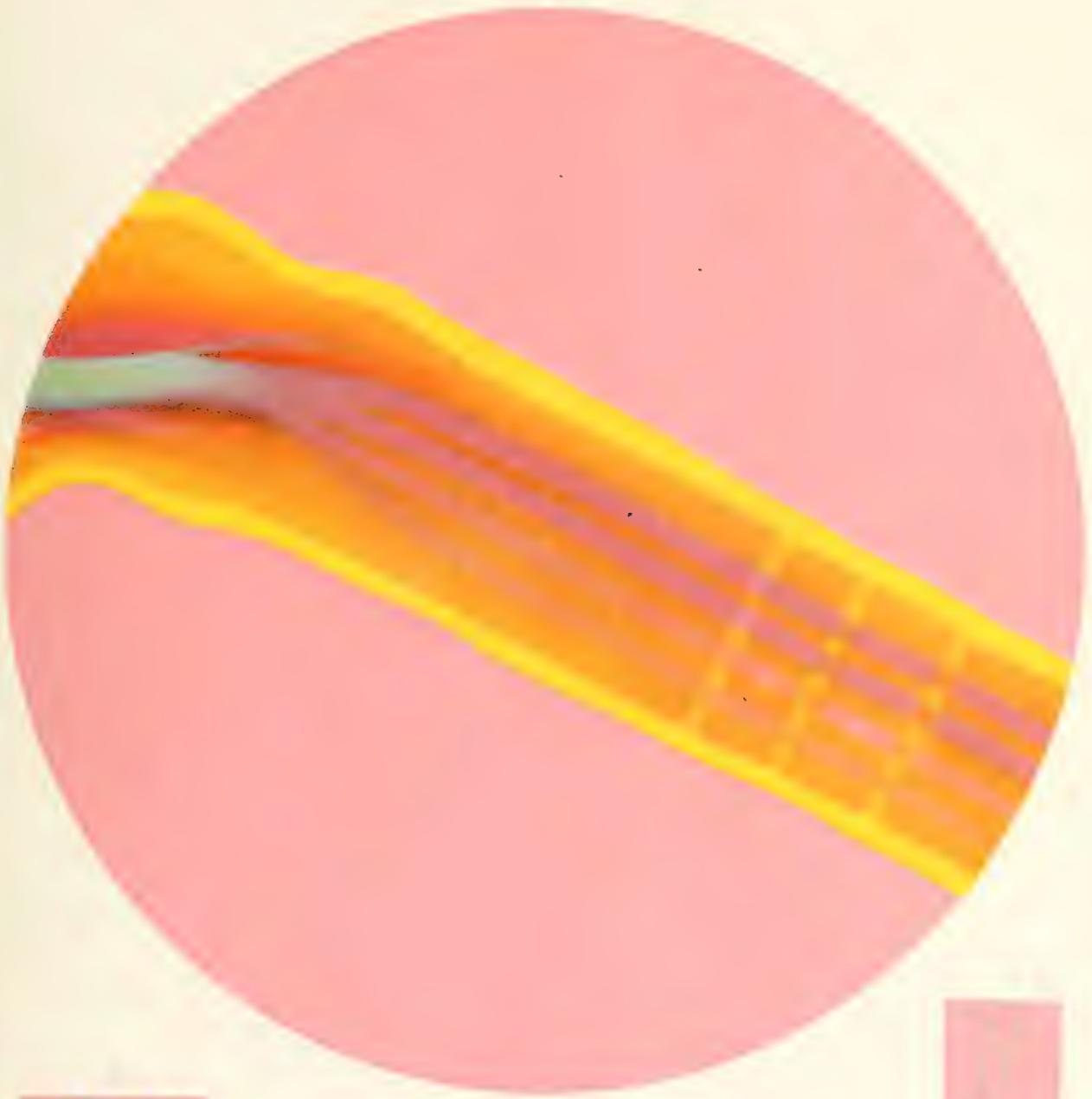
Seite 35, 20. Zeile v. oben, steht: zunächst; lies: unmittelbar.

Seite 40, 5. Zeile v. oben, steht: Intussuszeption; lies: Imbibition.

### Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
1. Übersicht der Ergebnisse früherer Forschungen über die Doppelbrechung im Nervengewebe . . . . .	3
2. Untersuchungsmethode . . . . .	9
3. Vergleichende Untersuchungen über die Anisotropie des Nervengewebes in verschiedenen Klassen des Tierreichs . . . . .	13
4. Das »Myelin« und die bisherigen Ansichten über seine chemische Natur . . . . .	38
5. Experimentelle und theoretische Forschungen nach den Ursachen der Anisotropie der Markscheide und der Myelinformen von neurogenem Ursprung . . . . .	43
6. Die Doppelbrechung in den grauen Nerven und in dem Achsenzylinder der weissen Nerven . . . . .	62
7. Biologische Konsequenzen der Doppelbrechung im Nervengewebe . . . . .	72
8. Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung . . . . .	86

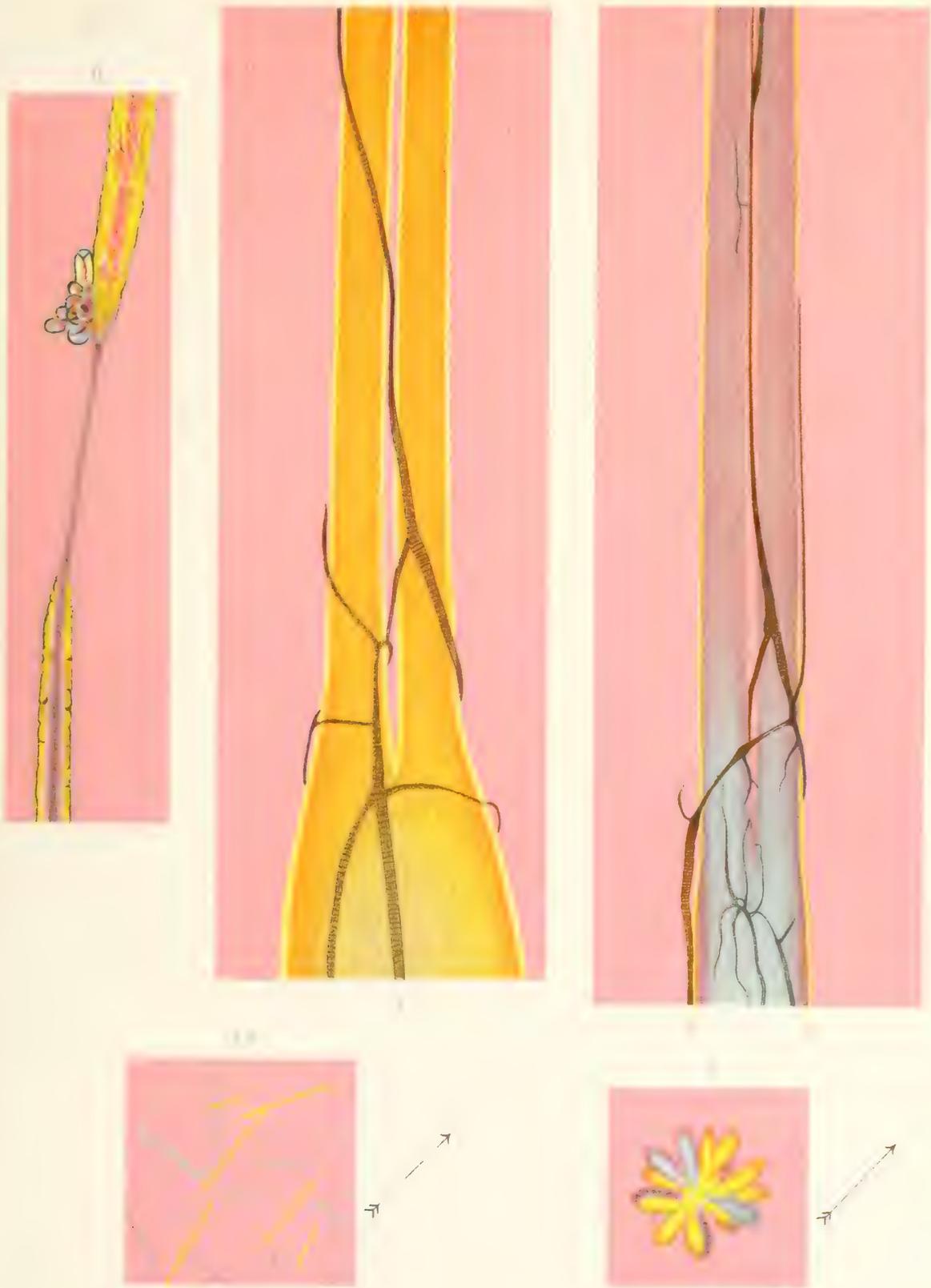
Tryckt den 10 september 1913.













KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. No 2.

# KLIMATFÖRÄNDRINGAR

I HISTORISK OCH FÖRHISTORISK TID

EN STUDIE I GEOFYSIK

AF

O. PETTERSSON



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1913



## Inledning.

Under de sista århundradena af medeltiden inträffade en följd af sociala och politiska förändringar inom hela den då kända världen, hvilka synas hafva haft till bakgrund naturföreteelser af ovanlig och våldsamt art, som förtjäna att närmare studeras. Bland sådana företeelser må nämnas: polarisens blockad af Islands och Grönlands kuster, inträffandet af täta vulkaniska utbrott på Island och i hafvet omkring Island, de våldsamma stormfloderna på Nordsjöns och Östersjöns område, isläggnngen af Östersjön och Kattegat under vissa vintrar samt upphörandet af det stora Hanseatiska sillfisket, som bedrifvits i Östersjön och i Öresund under den tidigare medeltiden. Alla dessa företeelser kunna följas genom häfderna, hvilka tillika lämna en bild af dåtidens sociala och ekonomiska samfundslif, som i hög grad påverkats af häftiga klimatiska växlingar och missväxtår med deras vanliga följder, nöd och epidemiska sjukdomar.

Medeltidsannalerna antyda icke, att man tänkt sig att något sammanhang finnes mellan dessa fenomen, hvilka hvar för sig skildras på sagohäfdernas och klosterkrönikans ordknappa vis. I de isländska annalerna återkomma oupphörligt referat af naturkatastrofer på 1200- och 1300-talet sådana som:

»hallæri micit vm allt land — hafis vmhuerfis Island — landskialfte mikill vm allt land — elldz uppkoma j Heklu fialli — elldayar — myrkr mikit sva at fal sol — bolnasott — mandaudi —» m. m.

Samtidigt härmed inträffade på Europas fastland stormfloder och öfversvämningar samt isvintrar af oerhörd stränghet såsom t. ex. 1322—23, hvarom berättas i Olai Magni historia:

»ait Albertus Crantzius diligentissimus omnium regionum scriptor: anno MCCCXXIII gelidissimo frigore constringebatur mare ut pedestri itinere per glaciem de littore Lubicensi in Daniam & in Prussiam mare transiretur, dispositis per loca opportuna in glacie hospicii — —» etc.

Om samma vinter berättas i Cronica Guthilandorum, att man kunde köra på isen mellan Sverige och Gottland.

I nyare tid har man, särskildt i vårt land, ägnat ganska mycken uppmärksamhet åt dessa berättelser om klimatväxlingar under medeltiden. Man har naturligtvis börjat med att sammanställa de historiska data som finnas. Jag hänvisar härom

till trenne bekanta svenska framställningar: EHRENHEIM's tal vid presidiets nedläggande i K. V. A. 1824 »Om klimaternas rörlighet»; kapitlet om klimatförändringar p. 562—572 i ARRHENII Lehrbuch der kosmischen Physik, och N. EKHOLM's<sup>1</sup> afhandling On the variations of climate etc. Det historiska material, som finnes, är mycket rikare, än man i allmänhet föreställer sig, och är endast till någon del utgifvet, såsom t. ex. de 10 isländska Annalserierna genom G. STORM samt HENNIG's sammanställning »Katalog bemerkenswerther Witterungserscheinungen von den ältesten Zeiten bis zum Jahre 1800».<sup>2</sup> De ännu outgifna danska och norska källskrifterna äro under bearbetning, de förstnämnda af kapten C. J. SPEERSCHNEIDER vid danska Meteorologiska Institutet och de senare af docent E. BULL i Kristiania.

Den härskande åsikten bland meteorologer och geografer om dessa naturföreteelser har intill allra senaste tid varit: att de gamla berättelserna äro opålitliga och öfverdrifna samt att någon egentlig förändring i klimatet icke inträffat under historisk tid. Betecknande för denna ståndpunkt är NANSEN's utsago uti: Paa ski over Grönland: »Naturforholdene ved Grönland var i hele Middelalderen noget nær desamme som de er den dag idag». Samma uppfattning genomgår äfven NANSEN's senaste arbete »Nord i Taakeheimen».

På sista tiden har en annan åsikt börjat göra sig gällande, i Sverige representerad af EKHOLM, SERNANDER m. fl.; i Tyskland af BRÜCKNER; i Amerika af E. HUNTINGTON.

EKHOLM är benägen att antaga möjligheten af att en klimatförändring inträffat inom den skandinaviska norden sedan medeltiden, hvilken skulle bestått uti en öfvergång ifrån ett mera kontinentalt till ett mera maritimt klimat. Om verkligen en klimatförändring af sekulär period inträffat, så böra de sista spåren däraf kunna konstateras äfven af meteorologien, emedan man äger några observationsserier öfver temperatur och nederbörd utförda med tillförlitliga instrument, som sträcka sig något mer än ett och ett halft sekel tillbaka från vår tid. Efterdyningarna af den förmodade klimatförändringen för 600—700 år sedan borde kunna spåras uti förändringar af medeltemperaturen och nederbörden i Stockholm, Lund, Köpenhamn, Petersburg o. s. v., om man jämför dem med förhållandena i 18:de och 19:de seklet samt med de äldsta serier af iakttagelser som finnas, nämligen Tyko Brahes, som utfördes på ön Hven i Öresund under slutet af 16:de seklet. Resultaten af en sådan jämförelse, som utförts af EKHOLM, skola senare omnämnas.

ELLSWORTH HUNTINGTON har angripit problemet från arkeologisk synpunkt. Under vidsträckta resor i Centralasien och de inre delarna af Nordamerika har han studerat spåren af steppsjöarnas utbredning och utsinande, sådana de återstå i form af strandterrasser från forna öfversvämningsserier och i nu öfvergifna ruinstäder vid deras stränder, hvilka ödelagts under inträffande torkperioder. De klimatväxlingar som i Europa samt på Grönland och Island åstadkommit stormfloder, öfversvämningar och isblockader, hafva i det inre af kontinenterna uppenbarat sig såsom förhärjande torkperioder, hvilka tvingat befolkningen till utvandring. HUNTINGTON

<sup>1</sup> Quarterly Journal of the R. Meteorol. Soc. 1901 January. Se äfven Ymer 1889 p. 400.

<sup>2</sup> Abh. d. Kgl. Preuss. Meteorol. Inst. Bd. II no 4 [prisskrift].

anser, att såväl tartarernas infall i Kina och i Europa i 13:de och 14:de århundradet som aztekernas invandring från Norra Amerika till Mexiko i 14:de århundradet förorsakats af dylika klimatväxlingar.

Rörande klimatförändringarna i länderna vid Atlantens västra och norra sida, Amerika, Grönland och Island, har man emellertid inga observationer från äldre tid. Här har man endast sagohäfdernas utsagor att hålla sig till. Andra afdelningen af denna afhandling skall ägnas åt en granskning af deras innehåll.

Innan resultatet af denna granskning framläggas, torde något böra yttras om den synpunkt, hvarifrån författaren utgått. Enligt min uppfattning häntyda berättelserna om klimatväxlingarna både vid Europas kuster och på Island och Grönland under medeltiden på, att en förändring försiggått uti *vattencirkulationen* och *isförhållandena* i Atlantiska oceanen. Några geologiska förändringar, som skulle kunnat inverka på klimatet, hafva icke försiggått under de senaste 600—700 åren; och den inverkning, som jordens uppodling, skogarnas uthuggning, träskmarkernas torrläggning och flodernas reglering otvifvelaktigt utöfvat, äro alltför ringa för att kunna läggas till grund för en förklaring af de fenomen hvarom här är fråga. Själfva arten af de katastrofer hvarom häfderna berätta, t. ex. stormfloderna, öfversvämningarna, isblockaden af öppna kuststräckor, och å andra sidan isläggningen af öppna hafsområden, visa hän på rubbningar uti vattencirkulationen, hvilkas yttersta anledning måste sökas i kosmiska orsaker.

Jag skall i andra afdelningen framlägga de bevis härför, som kunna hämtas från länderna på Atlantiska oceanens västra sida, Grönland, Island och Norra Amerika, för att i en följande afdelning behandla företeelserna i Europas haf och kustländer. I första afdelningen skall jag söka framställa orsakerna till klimatväxlingarna.

Mina egna arbeten med undersökningen af hafvet och erfarenheterna från det internationella samarbete, som pågått i 12 år, hafva tillåtit mig att följa förändringarna, som inträffat uti de svenska hafven sedan 1891 och mitt samarbete med G. EKMAN, hvilken redan 1876 i förening med A. W. CRONANDER, och 1877 tillsammans med F. L. EKMAN undersökte Östersjön och Kattegat samt därjämte ensam gjorde de första grundläggande undersökningarna öfver förhållandena vid Bohuskusten under den nuvarande sillfiskeperiodens första år 1877—1879, har lämnat material till bedömning af orsaken till dessa förändringar, hvilka visat sig vara af periodisk natur och ytterst bero af kosmiska orsaker, nämligen af variationer uti den ebb- och flodbildande kraft, som solen och månen utöfva på oceanens vatten. Jag har äfven funnit, att den tidvattenbildande<sup>1</sup> kraften har sekulära periodiska variationer och att ett absolut maximum inträffade för omkring 500 år sedan, föregånget och efterföljdt af en rad sekundära maxima och minima under de föregående och efterföljande sekulerna.

För studiet af periodiciteten uti hafvets vattencirkulation och dess beroende af den tidvattenbildande kraften, erbjuda de haf, som omgifva Sverige de gynnsammaste

<sup>1</sup> I stället för uttrycket »ebb- och flodbildande kraft» användes i det följande, i brist på ett lämpligt språkligt uttryck för den ändring uti gravitationen som sol och måne utöfva på jordens hydrosfär förkortningen: »tidvattenbildande kraft».

villkor som existera på jorden. Tidvattensrörelserna, som i våra haf äro obetydliga och nästan omärkliga i ytan, återfinnas *under* hafsytan, i gränslagret mellan ytvattnet och djupvattnet, uti ofantligt förstorad skala i form af undervattensvågor, hvilka intränga i Östersjön, i hvars mynningar den halfdagliga flodvågen i gränslagret upptäcktes vid den svenska expeditionen i Augusti 1907 till Belten och Öresund, äfvensom i vår största fjord, Gullmarfjorden, hvarest sedan 4 år de stora flodböljorna af det parallaktiska tidvattnet dagligen registreras. Min ställning såsom ledare af den Svenska Hydrografisk-biologiska Kommissionens undersökningar har tillåtit mig att rikta arbetena vid Bornö station på dessa uppgifter och att erhålla bistånd af specialister vid lösningen af vissa problem af matematisk och astronomisk art, hvilka lågo utom min räckvidd. Dessa arbeten äro särskildt utgifna i kommissionens skrifter af J. W. SANDSTRÖM, N. ZEILON, HANS PETTERSSON, GUSTAF STRÖMBERG o. a. Observationsmaterialet, hvilket jag lyckats erhålla genom för ändamålet konstruerade automatiska instrument och genom analyser utförda af assistenten V. SÖDERBERG, är så stort, att det icke kan in extenso införas.<sup>1</sup> Alla iakttagelser förvaras i Bornö stations arkiv, hvarifrån de kunna utlämnas till specialister för pröfning.

Redaktionen af resultaten har äfven kräft andras hjälp, emedan resultaten hvila på sammanställningen af hydrografiska iakttagelser med historiska fakta, hvilka jag inhämtat, dels genom studiet af källskrifter, dels genom personliga meddelanden, som lämnats mig muntligt och skriftligt af historici och arkeologer samt språkforskare i in- och utlandet. Antalet af de personer, som lämnat sådana upplysningar, är allt för stort att här uppräknas. Jag har emellertid i hvarje speciellt fall i texten angifvit mina sagesmän och jag har hvarje gång vid nedskrifvandet af deras namn känt en liflig tacksamhet för de upplysningar, som så beredvilligt lämnats.

<sup>1</sup> Ensamt utläggningen af den 4-åriga serien af undervattensvågor, som iakttagits vid Bornö station, har erfordrat öfver 10,000 titreringsanalyser.

## I.

### Kosmiska orsaker till klimatförändringar af kortare period.

Uti inledningen har omnämnts, att en af de företeelser, som särskildt framhållas uti de gamla krönikorna, är stormfloderna på Nordsjöns och Östersjöns kuster under medeltiden. Under dess sista århundraden tyckas dessa hafva varit oerhördt våldsamma och hafva inträffat vida oftare än i nutiden.

Stormflodens förhärjande verkningar bero på två samverkande orsaker: högt vattenstånd och stark vind. Huruvida starkare vindar än vanligt förekommit under denna tid, kan nu icke afgöras. Däremot finnas grundade skäl att antaga, att vattenståndet under de ifrågavarande århundradena vid vissa tider och framför allt på vintern uppnått en exceptionell höjd för att vid andra tider af året sjunka till lägre nivå än vanligt, eller med andra ord, att flodvågens amplitud (»the range of the tide») vid denna tid uppnått ett absolut maximum. Jag stöder detta påstående på följande fakta.

Solens och månens tidvattenbildande kraft, hvilken ytterst bestämmer flodvågens amplitud, ökas — hvad våra latituder beträffar — med deras deklination och jordnärhet och uppnår sin största effekt, när hvardera af de båda himlakropparna samtidigt uppnå sitt maximum (af deklination och jordnärhet).

För solen inträffade detta omkring 1328 (enligt professor BOHLIN's beräkning) då jordens perihelium inföll på samma dag som vintersolståndet. Solens tidvattenbildande kraft måste alltså hafva haft ett absolut maximum vid tiden för vintersolståndet omkring 600 år tillbaka.

Månbanans nod- och apsidlinje sammanfalla (*i medeltal*) på en viss dag hvart tredje år. Denna dag faller f. n. i genomsnitt på den 26 september. 1796 föll den på 19 oktober och vid slutet af 1300-talet på i det närmaste samma dag som vintersolståndet. Man inser vid en blick på följande figur, som schematiskt framställer månbanans lägen vid vintersolståndstiden under en 9-årsperiod vid tiden omkring slutet af 1300- eller början af 1400-talet, att månen (vid nymåne) med sannolikhet, åtminstone hvart nionde år, kom att intaga en ställning närmare solen vid vintersolståndet än den under de närmaste årtusendena intager. Vid fullmåne kom både sol och måne att stå närmare jorden och utöfva mäktigare störning uti dess gravitation än eljest.

Månbanans läge med apsidaxeln i ekliptikan pekande mot solen antydes medelst ellipsen  $\alpha_1$ . Efter 3 år har apsidaxeln roterat  $3 \times 40.^\circ 645 = 121.^\circ 935$  åt ena hållet [ $40.^\circ 645$  årligen] och nodaxeln  $3 \times 19.^\circ 355 = 58.^\circ 065$  åt andra hållet [ $19.^\circ 355$  årligen]. De äro alltså ånyo öfverens och bilda *nod-apsid* i läget  $\alpha_{III}$ . Efter 6 år intager nodapsiden läget  $\alpha_{VI}$  och efter 9 år läget  $\alpha_{IX}$ . I detta läge pekar emellertid nodapsiden ej mer rätt på solen vid periheliet utan gör med den ursprungliga riktningen, som den intog vid periheliet för 9 år sedan, en vinkel af  $5^\circ.8$ . Efter 18 år är vinkeln  $11.^\circ 6$ , efter 36 år  $23^\circ$  o. s. v.

Det är klart, att sannolikheten för att månen under sitt omlopp i banan skall komma närmast jorden och utöfva sin största verkan samtidigt med att solen (i jor-

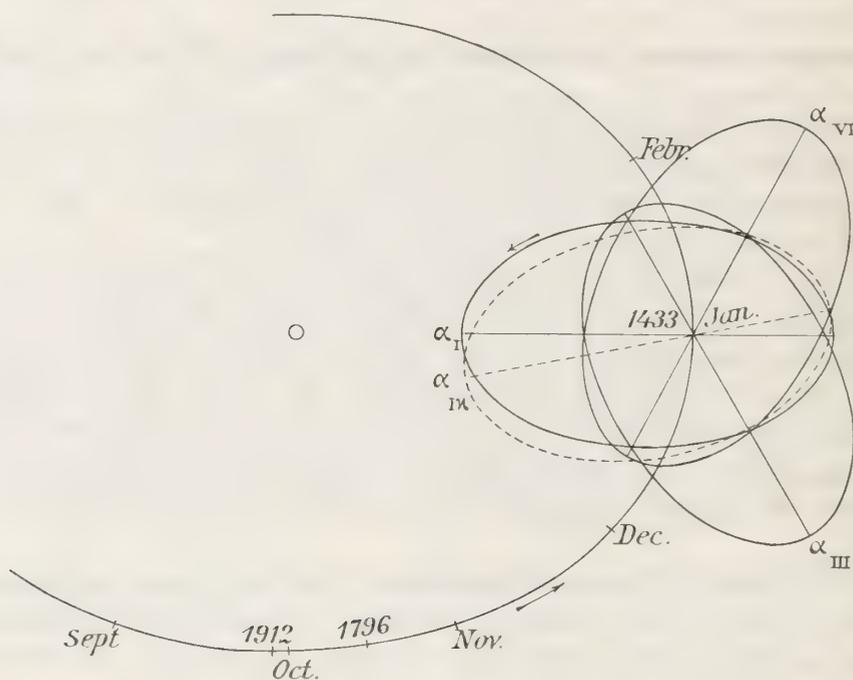


Fig. 1.

dens perihelium) utöfvar sin största verkan, är störst vid tidpunkten för en sådan konstellation som den, hvilken representeras å figuren med  $\alpha_1$ . Maximum af den tidvattenbildande kraft som solen och månen utöfva på jordens yta inträffar vid *fullmåne* under denna konstellation (som figuren utvisar). Vid *nymåne* skulle den störning, som jord och måne i förening utöfva på solens fotosfär och corona, uppnå sitt maximum. Båda maxima äro absoluta maxima, hvilka icke återkomma i sin fulla kraft förrän c:a två årtusenden förlupit, ehuru väl under mellantiderna sekundära maxima infalla. Situationen kan betecknas med uttrycket *perihelium-nod-apsid*.

Enligt min egen beräkning i första hand af tiden för det senaste inträffandet af perihelium-nod-apsid skulle detta skett 1369. Perioden skulle ej vara fullt 2000 år. Då det emellertid syntes viktigt att noggrannare bestämma tidpunkten och perioden samt att kvantitativt beräkna den tidvattenbildande kraftens variation, anmodade jag amanuensen vid Stockholms observatorium G. STRÖMBERG att revidera beräkningen

af tiden med användande af de nyaste värdena på månkonstanterna samt fil. lic. H. PETTERSSON att verkställa kvantitativ beräkning af variationen af störningen i gravitationen.

Herr STRÖMBERG's beräkning angaf året 1433 e. Kr. såsom den sökta tidpunkten för senaste perihelium-nod-apsid. Herr STRÖMBERG's afhandlingar publiceras i Sv. Hydr. Biol. Komm:s skrifter.

Herr PETTERSSON's redogörelse för variationen är publicerad uti det internationella Rådets för hafsforskning Publications de Circonstance N:o 65 under titel: »Long-periodic variations of the tide-generating force», hvarur jag här citerar några data. Af STRÖMBERG's och PETTERSSON's arbeten framgår: att den tidvattenbildande kraftens absoluta maxima inträffa i grannskapet af åren

3600 f. Kr. 2000 f. Kr. 350 f. Kr. 1433 e. Kr. 3300 e. Kr. o. s. v.

eller med mellantider af c:a 18 sekler (mellantiderna äro icke exakt lika långa).

Mellan två dylika tidpunkter för absoluta maxima af den tidvattenbildande kraften inträffa maxima af lägre ordning, hvilka äro desto kraftigare utvecklade, ju närmare de falla intill ett absolut maximum. Bestämmande för uppträdandet af dylika lägre ordningens maxima är inträffandet af de två constellationerna nod-perihelium och apsidperihelium. Dessa koincidenser inträffa med mellantider, som oscillera mellan 84 och 93 år (= sekundära maxima). Mindre fullständig blir koincidensen hvar 9:de år (tertiära maxima). Slutligen åstadkommer apsidlinjens närhet till linjen jord—sol vid periheliet, att den tidvattenbildande kraften uppnår ännu svagare maxima mellan två terciära maxima d. v. s. mellan 4:de och 5:te året efter eller före ett terciärt maximum.

Amplituderna för dessa olika perioder har approximativt beräknats:

för de sekundära (84—93 års perioden)	till 2.0 ‰
» » terciära (9-års perioden)	» 2.1 ‰
» 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> års perioden	» 13.0 ‰

då man tager det absoluta maximets värde på kraften till enhet.

Vid beräkningen af dessa värden har månbanans excentricitet satts konstant. Excentriciteten ändras emellertid genom solens inverkan och är störst, då apsidlinjen sammanfaller med riktningen mot solen och allra störst då apsidlinjen vid jordens perihelium faller i riktningen af jordbanans storaxel. De absoluta maxima utmärkas därför af stor excentricitet af månbanan och *förstärkas* genom excentricitetens tillväxt. Månen kommer i perigeum närmare jorden, apogeum längre från jorden och närmare solen. Det har visat sig omöjligt på grund af den komplicerade naturen af månens störningar att åstadkomma någon exakt uppskattning af excentricitetens inverkan på valören af den tidvattenbildande kraftens maximum för 5—600 år sedan.<sup>1</sup>

I motsats till de nämnda maximiåren 3500, 2100, 350 f. Kr., 1433 och 3300 e. Kr. stå de mellanliggande tidpunkterna 2800, 1200 f. Kr. samt 550 och 2400 e. Kr., då *perihelium-nod-apsid*-konstellationen öfvergått i den motsatta: *aphelium-nod-apsid*.

<sup>1</sup> Inflytandet af excentricitetens variation är betydligt och kan uppgå till 59 ‰. (Se H. PETTERSSON's arbete l. c.)

Skulle man grafiskt representera den tidvattenbildande kraftens variationer medelst en fortlöpande kurva, så skulle denna närmast få konturen af en rad stora oceanvågor, hvilkas högsta toppar följa efter hvarandra med mellantider af ett par årtusenden, medan böljans kamm dessutom krusas af en mångfald mindre vågsystem af kortare perioder, hvart och ett med sina vågtoppar och vågdalar. Hos alla vågsystemen är amplituden störst i närheten af de stora maxima 1433 e. Kr., 350 f. Kr., 2000 f. Kr. o. s. v., och minst i närheten af minimipunkterna 530 e. Kr., 1200 f. Kr. o. s. v. Skillnaden mellan springflod och nipflod, och i allmänhet mellan hafvets nivå vid ebb och flod och under sommar och vinter, måste också vara störst vid maxima och minst vid minima. Denna skillnad uti tidvattnet i ytan behöfver icke hafva varit särdeles stor för att kunna åstadkomma förstörande verkningar på en låg kust kringgårdad af sanddyner, ty sådana sandvallar, som uppbyggts genom vågor-  
nas inverkan på stranden under århundraden af svag ebb och flod, kunna under loppet af några följande sekler med växande flodböljor hafva försvagats («underminerats»), så att de bilda ett labilt skyddsvärn, som genombrytes vid en ringa tillväxt uti de förstörande krafterna.<sup>1</sup>



Fig. 2. Kraftens variation.

Om erfarenheten visar, att tiderna för de absoluta maxima varit utmärkta af katastrofer sådana som stormfloder, utbrott af is från polarhafven samt i klimatiskt afseende utaf skarpa omväxlingar mellan köld och värme, torra och nederbörd — hvilket skall prövas i det följande — kan man vänta att finna ett motsatt förhållande under minimitiderna.

Då det gäller att anställa en sådan pröfning och jämförelse, är det framför allt på hafvet man har att rikta sin uppmärksamhet, emedan hafsvattnet lyder inflytandet af den tidvattenbildande kraften på ett vida tydligare sätt än atmosfären och den fasta jordskorpan. Hvad man kan vänta vid tiden för dylika absoluta maxima af den tidvattenbildande kraften är:

*i hafsytan:* starkare tidvattensfenomen med större flodböljor och större skillnad mellan spring- och nipflod, hvilket kan förorsaka dammbrott och öfversvämning af grunda kuststräckor;

*i gränslagret* (där ett lättare vattenskikt öfverlagrar saltare vattenlager, såsom

<sup>1</sup> Själva förstörelsen, »dammbrottet», verkställes naturligtvis hufvudsakligen genom orkanen, som verkar tillsammans med springfloden. Att det måste finnas ett nära samband mellan dessa, har jag visat uti ett föregående arbete: Über die Wahrscheinlichkeiten von periodischen und unperiodischen Schwankungen in dem atlantischen Strome etc. Häftet II af Svenska Hydr. Biol. Komm:s Skrifter. De stora flodböljorna hafva nämligen förmågan att framkalla störningar uti atmosfären, som liksom hafvet består af lager skiktade ofvanpå hvarandra. Det är underligt, att man icke mera beaktat sambandet mellan dessa fenomen, oaktadt erfarenheten visar, att stora springfloder oftast åtföljas af stormar [»dagjämningsstormar», »stormflod» o. s. v.].

öfverallt är fallet i arktiska haf samt i Skagerack, Kattegat och Östersjön): starka pulsationer hos underströmmen, hvilka yttra sig i form af undervattensvågor, som bryta in i sund och hafsvikar på liknande sätt som de af oss observerade »månsvågorna» i Stora Belt, Kattegat och i Gullmarfjorden.

Vidstående diagram, som är reproduceradt efter ett automatiskt verkande instruments kurva, visar huru stora undervattensvågor af ända till 25 och 30 meters höjd inbryta i fjorden. Dessa vågor framgå i gränslagret mellan ytlagret i fjorden, som består af »baltiskt» vatten, och de undre saltare vattenlagren, hvilka ömsevis höja och sänka sin nivå, hvarvid ytlagret blir tunnare eller tjockare.

Instrumentet består af en flottör af tunt kopparbleck, fylld med 500 liter vatten, som är så balanserad, att han flyter icke på ytan utan i själfva det ofvannämnda gränslagret och deltagar uti samt uppritar diagrammet efter dess rörelser.<sup>1</sup>

Dessa rörelser i gränslagret äro ett tydligt tidvattensfenomen, hvars karaktär hittills undgått uppmärksamhet. Men det måste lämnas ofgjordt, om det skall hänföras under rubriken *vågrörelse* eller »*seiche*». I hvarje fall är det en oscillation af vattenlagren som icke är lokal, d. v. s. uppstår inne uti fjorden själf, emedan den har en period af 13—14 dygn (eller 7 dygn) eller lyder månens perioder, under det att den längsta egensvängning som fjordens vatten kan utföra har perioden 1 timme 49 minuter för ytseichen och 2—3 dygn för den uninodala seichen hos djupvattnet.<sup>2</sup> Det är sannolikt, att dessa undervattensvågor bildas genom den oceaniska tidvattensböljans anslag mot de stora undervattensbankarna i nordliga Atlanten t. ex. Färö—Shetlandbanken eller Nordsjöbanken vid 60:de breddgraden, där den reser sig ur ishafvets djup, ungefär på samma sätt som undervattensvågorna i följande experiment af d:r N. ZEILON. Man ser, huru den ankommande vågen brytes emot en vall, som representerar underhafsbanken, så att vattenkaskader tränga öfver bankens krön och fortsätta sitt lopp längs

<sup>1</sup> Flottören är upphängd från en brygga af 12 meters längd, som utgår från en klippa, invid hvilken vattendjupet är 33 meter.

<sup>2</sup> Se härom N. ZEILON: On the Seiches of the Gullmar Fjord. Sv. Hydrogr. Kommissionens Skrifter V.

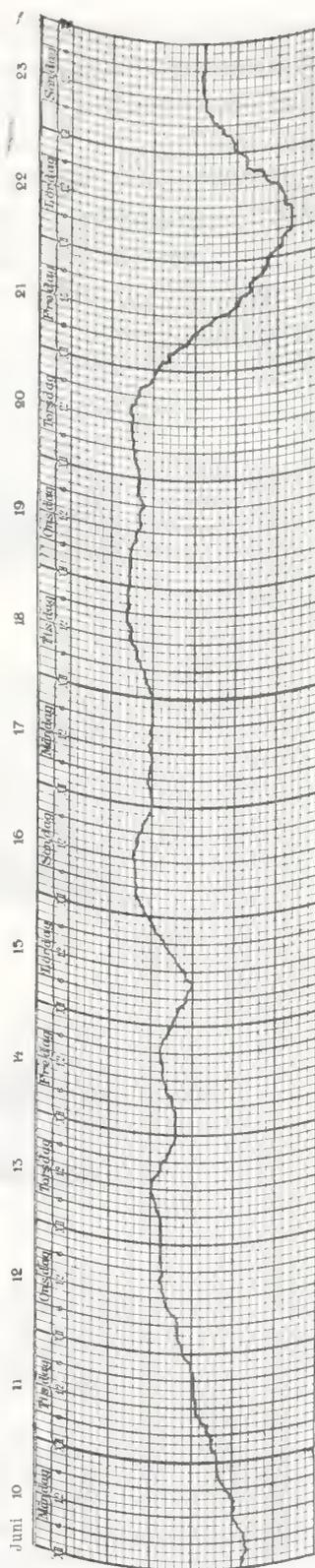


Fig. 3.

hafsbottnen på andra sidan såsom s. k. solitärvågor. Enligt ZEILON's utredning bibehålla sådana undervattensvågor den ursprungliga vågrörelsens period, ehuru de föröfrigt modifieras i våglängd, fas och amplitud. Innehåller den ursprungliga vågrörelsen flera perioder, såsom är fallet med tidvattnet, så kunna vissa af dessa förkvävas, under det andra utvecklas och blifva dominerande. Summan af vågrörelsens energi blir naturligtvis densamma, men den kan fördela sig i olika grad på de inducerade vågsystemen. Detta tycks vara fallet med undervattensvågorna i Kattegat, där det dagliga tidvattnets böljor, hvilka äro mest framträdande i ytan, träda



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

tillbaka för de långperiodiska tidvattensvågorna [»månvågorna»], hvilka uppträda med en alldeles oväntadt stor amplitud, så att skillnaden mellan vågkammarna och vågdalarna inuti Gullmarfjorden kan uppgå till nära 30 meter och minst lika mycket vid Skagens fyrskepp.

När dylika vattenberg i gränsytan bryta in i Gullmarfjorden, visar sig detta såsom en inströmning i de undre lagren vid 33 meters djup och utströmning af ytvattnet, hvilka strömmar mätas genom två stora propellerhjul, hvilkas utslag direkt tryckas i tabellform (cm/sec) af ett automatiskt verkande instrument, anbragt i stationens vindsvåning. Anordningarna behöfva icke närmare beskrivas.

Strömhastigheten hos undervattnet, som tränger in, då dylika »månvågor», som diagrammet utvisar från november 1910 inbryta i fjorden, kan uppgå till 8—17 cm/sec. Det utgående ytvattnet har alltid större hastighet t. ex. 18—26 cm/sec. När undervattensvågen sjunker, gå strömmarna i motsatt led.

De starkaste strömmar af detta slag som hittills observerats uppträdde den 16 och 17 november 1910 vid den situation diagrammet visar. Undervattensvågen, som hade inkommit under de 3 föregående dagarna, sjönk mer än 25 meter inom loppet af 24 timmar. Den astronomiska konstellation, som förorsakade detta, var den totala månförmörkelsen natten mellan d. 16—17 november, eller med andra ord inträffandet af full-måne samt perigeum och nodapsid hos månbanan, en konstella-

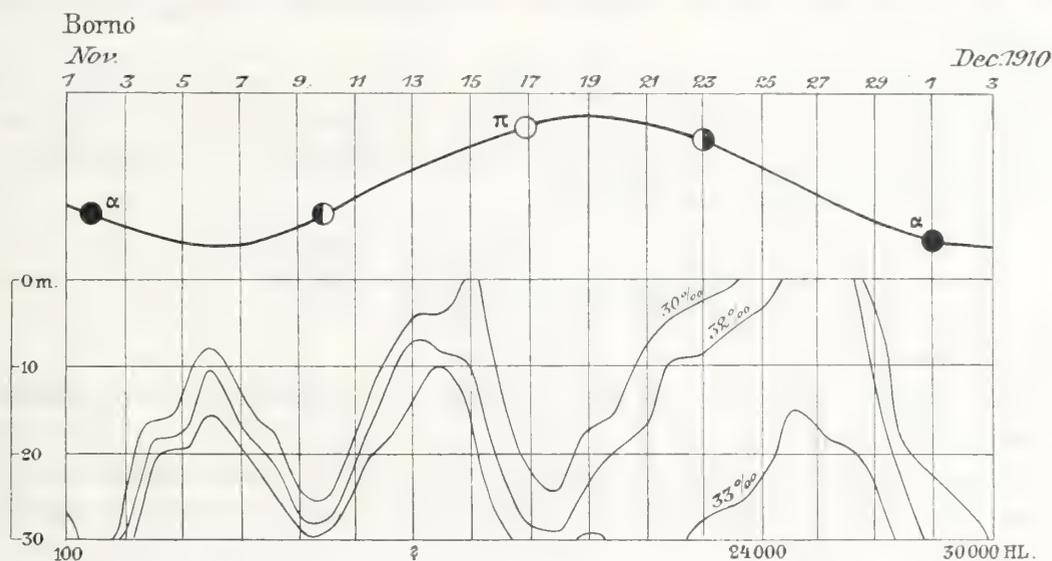


Fig. 7. Diagram af novembervågor 1910.

tion, hvilken i regeln befunnits vara åtföljd af stark »ebb» hos månvägorna i Gullmarfjorden under de 4 $\frac{1}{2}$  år dessa vågor varit under daglig observation.<sup>1</sup>

Redan detta exempel visar, att undervattensvågorna icke äro tillfälliga vattenrörelser, förorsakade af meteorologiska orsaker<sup>2</sup> såsom lufttrycksförändringar, vindar o. s. v.

<sup>1</sup> Diagrammet visar undervattnets höjning och sänkning under oktober och november månader 1910 vid Bornö i Gullmarfjorden. Den öfversta linjen representerar månens faser och deklination samt apogeum och perigeum. De undre linjerna äro hafsvattnets isohaliner. Höjningen och sänkningen är alltid mera oregelbunden vid Skagen, till följd af de starka strömsättningarna, än inne uti Gullmarfjorden.

<sup>2</sup> När detta fenomen först blef känt genom en uppsats i Publications de Circonstance N:o 47 »Gezeiten-ähnliche Bewegung des Tiefenwassers» 1910, ställde sig flera af den hydrografiska forskningens ledare, såsom professor KRÜMMEL m. fl., afvisande mot tanken, att de af mig observerade undervattensvågorna skulle vara tidvattensfenomen (se KRÜMMEL's Ozeanographie II). KRÜMMEL säger: att för enhvar, som känner teorien för tidvattensfenomenet, måste det vara klart, att den s. k. parallaktiska tidvattensvågen, hvilken är så föga framträdande i hafsytan, ej kan uppträda med sådan mäktighet hos undervattnet. Han förbisåg den omständigheten, att friktionen verkar annorlunda i gränsytan mellan två vattenlager än i gränsytan mellan vattentytan och luften, och att vågrörelserna af kort period, som dominera i den sistnämnda gränsytan, kunna

Det afgörande beviset för deras natur af tidvattensfenomen är emellertid, att dessa vågrörelser återkomma under en följd af år på motsvarande tid, så att mån-  
vågorna från 1909 uppträda ånyo och kunna igenkännas uti vågserierna 1910 och 1911. Detta sker likväl icke så, att en våg, som observerats t. ex. den 7 febr. 1909, åter visar sig den 7 febr. 1910 och 1911. Utan vågorna uppträda 10—11 dygn tidigare ett följande år mot ett föregående, såsom synes af omstående diagram (p. 16 o. 17), hvilket framställer mån-  
vågorna i Gullmarfjorden under de 3 vintrarna 1909 (då de dagliga observationerna börjades), 1910 och 1911, ordnade så, att vågen den 7 febr. 1909 står rätt öfver vågen den 29 jan. 1910 och (i andra diagrammet) denna sistnämnda våg rätt öfver vågen den 19 jan. 1911. Ordnas vågserierna med denna förskjutning, synes analogien tydligt. Detta förhållande förvånade mig först, tills jag fann den enkla förklaringen.

Månåret är 10 dygn kortare än solåret. Det omfattar 12 synodiska mån-  
lopp, hvarje af 29.531 dygn och 13 tropiska deklinationsperioder, hvarje af 27.399 dygn. Alltså: efter nära 355 dygn återkommer samma månfas och månen uppnår nästan samma nordliga eller sydliga deklination.

$$\begin{aligned} 12 \times 29.531 \text{ (synodiska omlopp)} &= 354.57 \text{ dygn} \\ 13 \times 27.399 \text{ (deklinationsperioden)} &= 355.18 \text{ »} \end{aligned}$$

Häraf framgår:

1. att månens fas och månens deklination hafva inflytande på rörelserna i hafvets gränsskikt;
2. att om månens synodiska omloppsperiod och dess deklinationsperiod vid en viss tid på året samverka uti att framkalla en våg i undervattnet på något ställe i

dämpas i den förstnämnda, medan de långperiodiska rörelserna fortleva, så länge vågorna röra sig öfver djupt vatten.

WEDDERBOURN, som funnit vissa temperaturoscillationer uti insjöar, hvilka sannolikt förorsakas af vinden, använde utan vidare samma förklaring icke blott på de stora mån-  
vågorna i Kattegat utan äfven på den dagliga tidvattensböljan i gränssytan mellan ytströmmen och underströmmen, som jag upptäckte 1907 i Stora Belt och som konstaterats under 3 följande år af de svenska expeditionerna. Han förnekar, att någotdera af dessa fenomen är af tidvattensnatur: de äro »temperature-seiches», framkallade af tillfälliga orsaker. Att de äga tidvattensperioder (den ena halfdygns, den andra 2-veckorsperioden) förklarar W. så: att egensvängningar af just dessa perioder borde uppstå i vattenmassan, ifall man lämpligen afgränsar vattenområdenas utsträckning, hvilket han äfven gör. På detta sätt skulle man kunna bortförklara alla tidvattensfenomen. Att de uppträda i fortsatt följd, dygn efter dygn, år efter år och likväl skulle förorsakas af tillfälliga anledningar och icke af en periodiskt verkande orsak, är en sak, som W. icke kan förklara.

KRÜMMEL och PENCK, som betvivlade att kosmiska orsaker här spelade någon roll, förmådde general CARP att ombord å Fehmerbelts fyrskipp i Östersjön undersöka, om »mån-  
vågorna i Gullmarfjorden» existerade. CARP fann under 14 dygns undersökning — märkvärdigt nog — att stora rörelser hos undervattnet med 14 dygns mellantid inträffade, och var på grund därpå först benägen att antaga, att undervattnet spelade samma roll inom Östersjön, som jag funnit i Gullmarfjorden. Men då under de 14 dygn, hans försök räckte, äfven en lufttrycksförändring inträffat, som erbjöd en möjlighet för en annan förklaringsgrund, så föredrog han denna, isynnerhet som han icke funnit vid granskning af observationerna vid de danska fyrskippen i södra Kattegat, Anholts Knob o. s. v., att undervattnet höjt sin nivå där på samma tider, då jag observerat mån-  
vågors inträffande i Gullmarfjorden. Han slöt därpå, att »mån-  
vågorna» måste vara lokala rörelser förorsakade af tillfälliga meteorologiska växlingar (alldeles som WEDDERBOURN).

En skara recensenter i tyska journaler hafva skyndat att acceptera CARP's förklaring, hvilken alltså torde få anses representera den vetenskapliga världens omdöme tillsvidare i frågan.

hafvet, så kan man endast för ett visst tidsintervall på ömse sidor om epoken vänta, att nya vågor regelbundet skola visa sig hvar 14:de dag (eller hvar 7:de). En eller annan månad före och efter epoken måste de båda månperiodernas inflytande motverka hvarandra (d. v. s. söka att framkalla 2 skilda vågtoppar i stället för en gemensam), emedan en periodiskt verkande orsak, som har 12 perioder på ett månar, icke kan samverka under årets alla månader med en annan, som har 13 perioder på samma tidsrymd, 355 dygn. Den regelbundna vågbildningen kan ej väntas fortfara under hela året.

3. Däremot kan den väntas återkomma vid samma tid nästa månar, ehuru med någon förändring, alldenstund de båda månperioderna icke fullt slå in med hvarandra efter 355 dygn, utan efter ett års förlopp skiljt sig åt med 0.61 dygn. Diskrepansen blir i själfva verket ännu större, emedan vi ej räknat med inflytandet af den 3:dje månperioden, den anomalistiska, hvilken är 27.65 dygn och tenderar att åstadkomma en förskjutning inom vågserien från ett år till ett annat af 7 dygn i stället för 10. Därtill kommer, att denna månperiod är i högre grad än de andra underkastad störningar.

Alla dessa omständigheter måste verka så, att endast under gynnsamma omständigheter, när 2 månperioder samverka, väl definierade »månvågor» kunna väntas uppkomma, åtskilda af 14 eller 7 dygns mellantid under någon tid af ett och samma år; och vidare: att en repetition af vågserien kan väntas uppträda vid samma tid nästa månar (d. v. s. med 10 dygns förskjutning inom solåret) ehuru väl i något förändrad form; vidare, att en repetition äfven kan inträffa under det tredje året i ännu mera förändrad form — men att därefter analogien mellan vågserierna kan väntas upphöra, såsom äfven skedde vintern 1912. Man jämföre de 3 vågserierna i diagrammet!

Härmed äro vi inne på ett märkligt förhållande, som hittills icke beaktats, men som inträffar med *alla* fenomen af kosmiskt ursprung, hvaruti månperioderna och den tidbildande kraften spela in, nämligen:

*att hvarje sådan periodisk företeelse endast har en begränsad lifslängd.* Perioden »slites ut» till följd af den inre bristen på öfverensstämmelse mellan de olika månperioderna. En annan följd är den,

*att ingen periodisk företeelse, som beror på den tidbildande kraften, återkommer på identiskt lika vis inom ändliga tider.* Den repeteras tillnärmelsevis ett visst antal gånger, tills den försvinner, och en ny kombination af perioderna gör sig gällande.

Dessa korollarier torde synas oväntade för den, som vant sig att betrakta kosmiska fenomen såsom kännetecknade af oföränderligt varaktig periodicitet. Man anser i allmänhet en företeelses periodiska natur endast kunna konstateras genom dess regelbundna återkommande under obegränsad tid och söker, när dess periodicitet skall studeras genom harmonisk analys, att lägga till grund för analysen en så lång serie iakttagelser som möjligt. Så har man t. ex. gjort med solfläckarnas frekvens, med vattenståndsobservationer, med nederbörden, medeltemperaturen på en ort o. s. v. Det förhåller sig emellertid så, att ett naturfenomen mycket väl kan vara af lagbundet periodisk natur utan att därför hafva en obegränsad lifslängd.

Vi hafva sett, att recurrensen hos månvågorna, som räckte under 1909, 1910 och 1911, upphörde därefter, emedan de 3 månperioderna, som i början verkade gemen-

### Diagram af Korresponderande Månvågor

observerade i Gullmarfjorden vintrarne 1909 samt 1909—10 och 1910—11.

Den streckade linjen representerar den dagliga variationen af solens och månens tidbildande kraft vid Bornös breddgrad.

50000 H L, 35000 H L o. s. v. angifva sillfångsten i Kattegat under veckan.

I fig. 9 äro de korresponderande mån vågorna betecknade med bokstäfver.

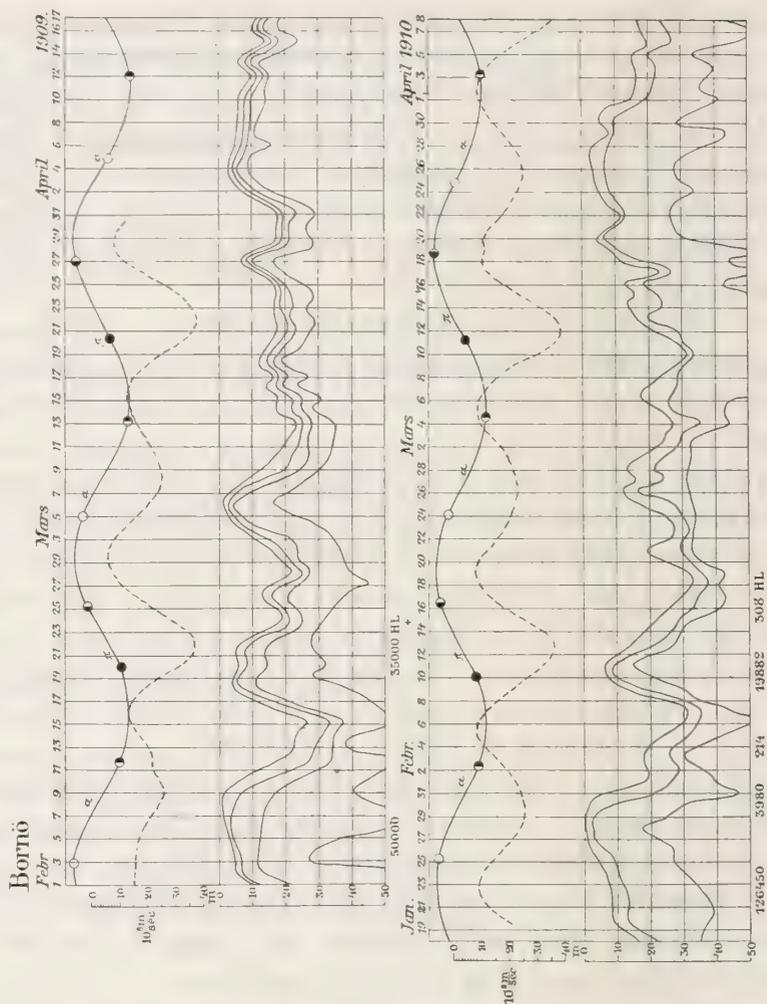


Fig. 8.

samt till att frambringa vågtoppar och vågdalar under en viss årstid (vintern), efter 3 års tid motverkade hvarandra. Visserligen utöfvar hvarje månperiod fortfarande sitt inflytande men icke längre i konsonans utan i dissonans med de öfriga. De stora mån vågorna upplösas i smärre toppar, hvilka följa hvarandra skenbart oregel-mässigt, icke alltid med 14 dygns utan med kortare mellantider, hvarigenom dessa böljor icke längre kunna åtskiljas från de kortare tidvattensböljorna och från de lokala undervattensseicherna i fjordens gränslager. Om detta gränslager alltid hade samma läge, och specifika vikten hos ytlagret och underlagret vore densamma, och om vidare fjordens trösklar utöfvade samma inverkan på de kortvariga böljorna som på de långvariga, så borde genom harmonisk analys böljeserien kunna rekonstrueras med månperioderna såsom basis för räkningen och med desto bättre resultat, ju längre obser-vationstiden varit. Detta har försökts men misslyckats, alldeles såsom var att vänta.<sup>1</sup> Vid harmonisk analys efter månperioderna 29.531, 27.55 och 27.39 dygn af mån vågs-erien under 3 1/2 år, hvilken grafiskt återgifves i häfte V af Sv. Hydrogr. Biol.

<sup>1</sup> Ett härmed analogt fall omnämnes i O. PETTERSSON's afhandling: »The connection between hydrographical and meteorological phenomena». Quarterly Journ. R. Met. Soc. July 1912.

Komm:s Skrifter, visade det sig, sedan först de lokala kortperiodiska vågbildningarna eliminerats genom utjämning med 3 dygns media, att fenomenet visserligen stod

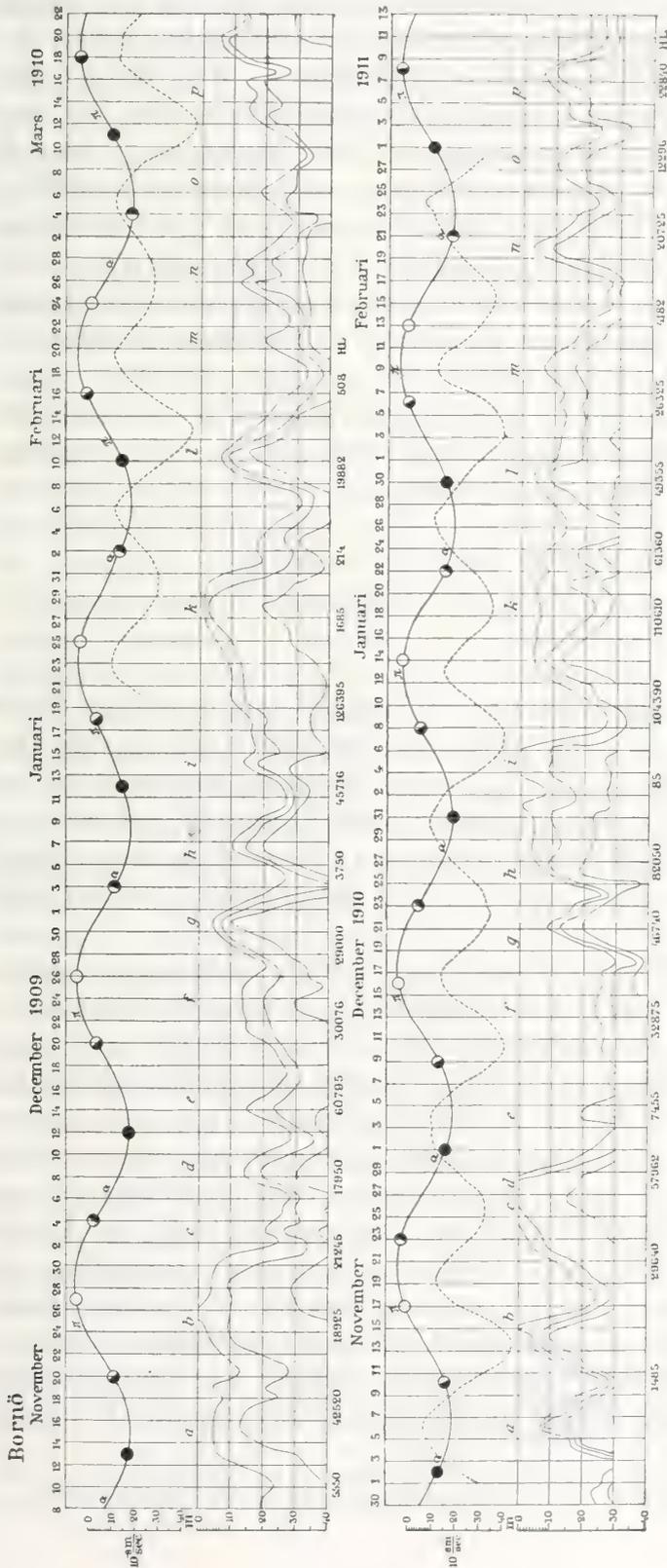


Fig. 9.

under inflytande af månperioderna, men att kurvan icke kunde utjännas till en horisontal linje genom dylika räkneoperationer. Anledningen till, att den harmoniska analysen, som vanligt i dylika fall, gaf ett otydligt resultat, skall framläggas i det följande. Månvågorna äro undervattensböljor i hafvets gränsskikt och äro beroende af alla de omständigheter, som inverka på gränsvågor. Om hafsvattnet blefve homogent, skulle hela fenomenet försvinna. De antaga karaktären af kaskader, eller bränningar, då de träffa undervattensbankar och trösklar, och om dessa trösklar räcka upp till eller öfver den nivå, hvaruti gränslagret ligger — hvilket just är fallet i Kattegats mellersta och sydliga del — upplösas oceanens tidvattensvågor genom otaliga *fasbrott* alldeles som flodvågen i ytan, där den träffar på motstånd. M. a. o., mediets beskaffenhet sätter en gräns för användningen af den analytiska metoden.

Jag gjorde denna erfarenhet om den analytiska metodens begränsning först på ett annat område, nämligen vid försöket att rekonstruera solfläcksfrekvenskurvan för 150 år medelst harmonisk analys. Det befanns, att solfläckskurvan icke kunde rekonstrueras med någon bestämd period såsom basis för längre tid än c:a 34 år. Därefter inträdde en ny periodicitet. Vid granskning af litteraturen i ämnet för de

senaste åren fann jag, att SCHUSTER förut gjort alldeles samma erfarenhet vid behandlingen af samma problem. Han fann, att *ingen enda period var genomgående dominerande uti solfläcksfrekvensen; en period uppträdde under en viss tid och ersattes därefter af en annan.* Han urskilde en hel mängd dylika perioder såsom 4.7 år, 8.34 år, 13.5 år och slutligen den viktigaste af alla, 11.125-årsperioden. Han säger:<sup>1</sup> »the existence of a number of definite periods can not be doubted whatever we may think of their numerical relationship. The recurrence of the maximum activity of each period seems to take place with an accuracy which may be equal to that of orbital revolution *but the characteristic property of these periods is the great variability of the activity.* M. a. o.: perioderna efterträda hvarandra. Den ena uppträder i full aktivitet, när den andras inflytande på fenomenet aftager eller upphör (blir latent). Man har uti solfläckarnas och månvägornas (se p. 16 och 17) recurrens exempel på periodiska fenomen af kortvarig lifslängd.

Fenomenens (förmörkelseernas) recurrens uti Sarosperioderna är den mest utpräglade och varaktigaste bland de grupper af fenomen, som bero på månperioderna. Koincidensen mellan månperioderna i Saros är följande:

223 synodiska månperioder	= 6,585.32 dygn	Saros:
242 drakonitiska »	= 6,585.34 »	= 18 år 11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> dygn
239 anomalistiska »	= 6,585.55 »	

Den tropiska månperioden fogar sig icke lika fullständigt som de öfriga i Saros. Till följd af den i öfrigt höggradiga öfverensstämmelsen får emellertid förmörkelsefenomenets period »Saros» en lång lifslängd. En månförmörkelse repeteras 48—49 gånger i regelbunden följd och med endast obetydlig förskjutning till tid och rum 865<sup>1</sup>/<sub>2</sub> år, en gång under loppet af 223 månader eller 19 förmörkelseår (af 346.62 dygn); en solförmörkelse repeteras 68 till 75 gånger, tills dess lifslängd utlupit efter 1260 år.

Den långa »lifslängden» hos förmörkelseserierna, hvilken varit bekant sedan uråldriga tider i Kaldéen och Kina, har troligtvis infört föreställningen om en obegränsadt fortsatt periodicitet hos alla fenomen, som bero af celesta orsaker, och ligger till grund för den härskande uppfattningen: att man medelst harmonisk analys bör kunna på teoretisk väg rekonstruera hvarje företeelse i naturen, som skall kunna erkännas såsom periodisk, med desto större noggrannhet ju längre observationsserier man har att tillgå. Man har genom att uppställa för stränga fordringar på varaktigheten kommit att anse en hel del af de fenomen, som meteorologien och hydrografien studera, för oregelbundna och tillfälliga, hvilka i grunden äro lagbundna och periodiska, ehuru periodiciteten är begränsad till mycket kort tid. För meteorologen liksom för hydrografen, som försöker sammanställa en serie iakttagelser, skymtar oupphörligt en lagbundenhet, en periodicitet, fram; men fullföljer han iakttagelserna under lång tid, förloras ledtråden, perioden blir otydlig och tyckes upplösa sig i andra

<sup>1</sup> A. SCHUSTER: On the periodicities of sunspots. Proc. R. Soc. Vol. CCVI. A 403 p. 95. (1906).

perioder ungefär som en hafsvåg, som man följer med blicken, upplöser sig i andra vågsystem. Och dock tviflar ingen på, att hvarje vattenpartikel utför sin orbitalrörelse strängt periodiskt ehuru efter en mycket komplicerad period.

En analys af den tidvattenbildande kraftens växlingar visar, att den varierar efter en mycket komplicerad period. Ej mindre komplicerad måste dess verkan på hafvet och atmosfären vara. Det medel man använder för att rekonstruera komplicerade perioder, nämligen addition af ett antal sinusfunktioner med fasta koefficienter till en Fouriersk serie, förutsätter, att hvar och en af de periodiskt verkande orsakerna verkar *ständigt* och *lika* genom tiderna, hvilket icke är fallet med konstellationerna af sol, jord och måne i deras verkan på solens fotosfär och corona samt på jordens hydrosfär och atmosfär.

För de fenomen, som man ej med harmoniska analysens hjälp<sup>1</sup> kan inränga såsom periodiska, har man ett annat fack i reserv. De betecknas nämligen såsom tillfälliga och elimineras ur räkningen medelst de vanliga meteorologiska utjämningsmetoderna genom medeltal under användande af minsta kvadratmetoden, hvilken förutsätter, att företeelserna äro absolut oberoende af hvarandra. Härigenom försvinner sammanhanget mellan ett antal hydrografiska och meteorologiska företeelser och man inrymmer åt tillfälligheten och slumpen en otillbörligt stor roll. Både individualiteten hos ett fenomen och dess släktskap med andra liknande företeelser underkännas genom att låta det representeras af ett medeltal, hvilket är det exakta uttrycket för en situation, som naturen egentligen icke känner till.

Dessa båda metoder, harmoniska analyser och medeltalberäkningar, användas numera ganska exklusivt och schablonmässigt inom hydrografien. Min mening är icke att de skulle uteslutas i något enda fall, där de med någon rätt och fördel kunna användas, utan att påpeka, att de äro i själfva verket ganska ofullkomliga analytiska instrument i naturforskarens hand, med hvilka man icke kan gripa och uppfatta sambandet mellan vissa grupper af företeelser. Sambandet mellan de stora rörelserna i hafvets gränslager och månperioderna kunde icke ådagaläggas med hjälp af den harmoniska analysen när den 3<sup>1/2</sup>-åriga serien af dagliga observationer å månvägorna analyserades med månperioderna till basis, ehuru det framträder med full klarhet af diagrammen å p. 16 och 17, hvilka icke äro annat än *situationsbilder* af de dagliga observationerna, som sammanställts med hvarandra.

Den hydrografiska forskningen i Sverige, som ledts af G. EKMAN och mig, har från början haft på sitt program att söka åstadkomma sådana ögonblicksbilder af situationen i hafvet under en följd af år och under olika årstider, i ändamål att studera periodiciteten uti den oceaniska cirkulationen och utfinna dess orsaker. Sådana synoptiska sammanställningar utfördes under åren 1891—1899 öfver Nordsjöns, Kat-

<sup>1</sup> Å andra sidan måste ju den harmoniska analysen omfatta en så lång tidrymd, att flera perioder hinna att utlöpa — ju flera desto bättre. För periodiska fenomen af kort lifslängd — hvarpå månvägorna äro exempel — måste den gifva otydliga resultat, hvilket också var fallet. Det är antagligt, att en hel del fenomen, som bero af månperioder och alltså till sin natur äro periodiska — t. ex. växlingarna af högt och lågt lufttryck o. s. v. — men hafva mycket kort lifslängd, därför att det medium hvaruti de utspelas förändras (t. ex. skiktningen uti atmosfären), *icke äro tillfälliga och oberäkneliga*, fastän de synas vara så och behandlas såsom sådana uti meteorologernas medeltalsberäkningar.

tegats och Skagerracks tillstånd fyra gånger om året, hvarvid samarbete erhöles med den danska kommissionen, hvilket för några år, 1893—1894, utsträcktes till andra länder och vid Stockholmskonferensen upptogs såsom hufvudmoment på dess hydrografiska program (terminfärderna).

En annan synoptisk sammanställning var den, som utfördes genom iakttagelser under hvarje månad af åren 1897—98 öfver Atlantens ytvatten, dess temperatur, salthalt och planktonlif.<sup>1</sup>

Att den synoptiska arbetsmetoden är nyttig och rent af oundgänglig just genom dess förmåga att orientera och upptäcka sambandet mellan olika grupper af företeelser, t. ex. planktonlifvets och fisklifvets samband med hafsvattnets salthalt, temperatur och strömningar, framgår af det förhållande, att den erhållit rekommendation af 3 geografiska kongresser, i London, Berlin och Rom [för den blifvande orienterande rekognosceringen af Atlanten], samt att den upptagits på den italiensk-österrikiska Adriaforskningens program efter Stockholmskonferensens mönster. Så mycket mera är det att beklaga, att terminfärderna (alltför tidigt!) upphört inom den internationella hafsforskningen och att man åtnöjer sig med noggranna uträkningar af medeltal ur de för detta ändamål alltför korta iakttagelseperioderna. Lyckligtvis har den fiskeribiologiska undersökningen, som bedrifves på ett mindre abstrakt sätt, gifvit så glänsande resultat, att detta uppväger bristen på resultat af allmänna intresse på andra arbetsfält.

Det problem, som alltifrån början syns de svenska hydrograferna erbjuda det största intresset, är periodiciteten i den oceaniska cirkulationen och dess orsaker. I det föregående har visats, att orsaken till ett af de periodiska fenomenen, nämligen rörelserna i hafvets gränsskikt, hvilka jag här betecknat såsom »månvågor», äro förorsakade af kosmiska orsaker, som måste sökas i månperiodernas växling. Nyare undersökningar, dels af den danska kommissionen med Thor, dels af MICHAEL SARS' expeditionen 1910 i Gibraltarsundet, visa att undervattensvågor af samma art men vida större dimensioner än dem vi funnit i Stora Belt och i Skagerack, uppträda vid oceanens trösklar, t. ex. vid Färö—Island och Wyville Thomsonbanken.

De kunna anses för den oceaniska flodvågens bränningar mot undervattensbankarna i hafvet, hvilka uppträda med hög amplitud och göra vattenutbytet mellan det atlantiska systemets olika bassiner till ett *pulsatoriskt fenomen* i takt med tidvattnets perioder. De undervattensbränningar, som intränga i Kattegat, måste emellertid upplösa sig i oregelbundna hvirfvelrörelser, då de träffa de ställen, där den djupa rännan uppgrundas, såsom vid Anholt, eller där den öfvergår i ett system af trånga kanaler, såsom fallet är vid 57° 10' lat. i Kattegat. Gränslagret, hvori de framgå, kilar ut mot fasta hafsbotten i dessa trakter. Då general CARP förnekar mån vågornas existens, emedan de icke kunnat med visshet påträffas i sydliga Kattegat samt *inuti Östersjön(!)*, så torde han ställa allt för stora anspråk på tidvattensfenomenens fortplantningsmöjligheter. De ställen, där de kunna studeras i våra farvatten, torde inskränka sig till Skagen och Gullmarfjorden samt möjligen Kristiania-

<sup>1</sup> P. T. CLEVE, G. EKMAN och O. PETTERSSON: Les variations annuelles de l'eau de surface de l'océan Atlantique. Göteborg 1901.

fjorden, ehuru därifrån ännu intet är bekant. De kunna endast träffas, där vattnet är *djupt* och *skiktadt*. Framför större underhafsbankar måste de upplösa sig i bränningar liksom ytvågor göra. Sillstimmen, som medfölja dessa kaskader<sup>1</sup>, stanna i de flesta fall vid den punkt, där vågrörelsen brytes i Kattegat, men kunna vid tider af särdeles intensiv underström och vågrörelse medfölja öfver Kattegats södra platå och måste då samlas tillhopa vid sunden, där strömtrådarna löpa tillsammans. I det följande skall visas, att så måste varit förhållandet under århundradena från 1100 till 1600 e. Kr., då maximet af den tidvattenbildande kraften inträffade och det stora hanseatiska sillfisket existerade i Öresund, hvaraf nu blott svaga efterdyningar uppträda i form af rikligare fiske vissa år vid Skånes kust och i Stora Belt.

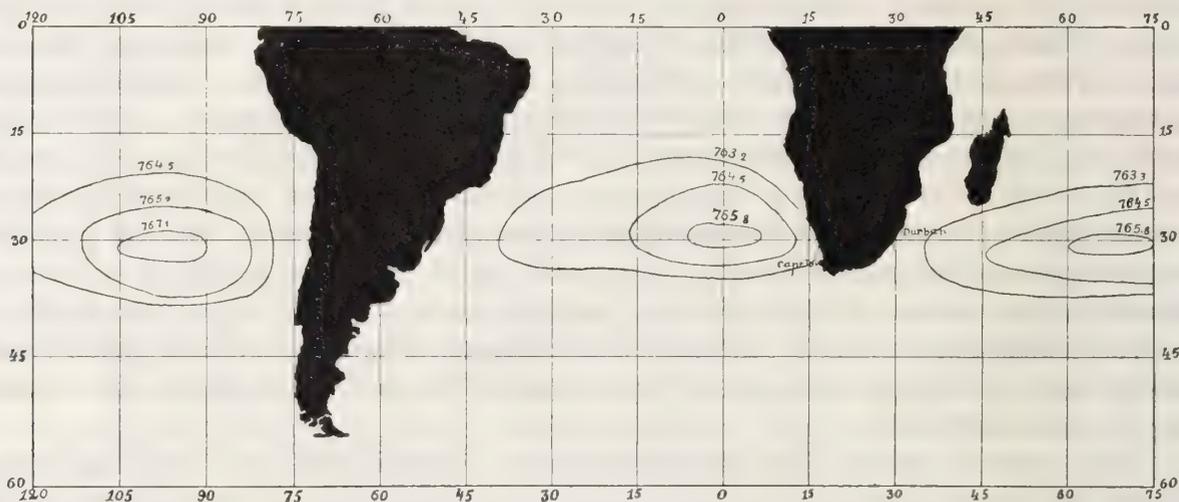
Under tider af maxima måste äfven undervattensvågorna, som ingå i polarbassinen, hvaraf NANSEN först fann spåren uti oregelbundna växlingar af temperaturen i några hundra meters djup hos den golfströmsgren som ingår i polarhavvet, vara större och kunna framkalla islossning därifrån, som yppar sig uti ökning af drifisen i den arktiska ytströmmen, under det isen i polarbassinen under minimtiden ej vidare påverkas underifrån af varma undervattensvågor, utan i stället långsamt tillväxer i tjocklek genom afkylningen från atmosfären, som endast långsamt genomtränger istäcket. Det är en känd sak, att utbrott (»outbursts») af drifis från polarhafven förekomma periodvis, och det kan gifva anledning till eftertanke, att det sista stora utbrottet af isberg från den antarktiska isbarriären, hvilket kulminerade omkring 1894—95, inföll under en konstellation af sol och måne, hvilken jag i det föregående betecknat såsom »perihelium-apsid», samt under en period af maximumdeklinations hos månen, hvilket allt kan karakteriseras såsom ett sekundärt maximum hos den tidbildande kraften. 1912, då den arktiska strömmen medförde exceptionellt stora ismassor mot Newfoundland, inföll återigen en liknande konstellation jämte maximum af måndeklinations.

Min uppgift uti de följande afdelningarna blir att tillse, om de förändringar, som den tidbildande kraftens variation medför uti den oceaniska cirkulationen, varit åtföljda af några verkningar på klimatet, särskildt under tider af maxima och minima. Endast sådana klimatiska förändringar, hvilka kunna tänkas stå i sammanhang med hafvets tillstånd, upptagas här till diskussion, ehuru jag visst icke anser det uteslutet, att månperioderna äfven direkt skulle kunna utlösa förändringar i atmosfärens tillstånd. Min undersökning har icke sträckt sig längre än till de fenomen, uti hvilka växelverkan mellan haf och atmosfär kan spåras. Rörelserna i hafvets gränsskikt följa tydligt månperioderna, oberoende af årstiderna. Men atmosfärens beroende af månperioderna störes i högsta grad af värmets och solstrålningens växlingar på fastlandet. Amanuensen STRÖMBERG har, utgående från det samband mellan månkonstellationerna och rörelserna i hafvet som han fått erfarenhet af under de astronomiska beräkningar han utfört på Bornö och i Stockholm för Sv. Hydr. Biol. Kommissionens räkning, gjort ett försök att genom utvidgning af harmoniska analysen konstatera sambandet mellan månperioderna och medeltemperaturen i Stockholm.

<sup>1</sup> Se fångstiffrorna för sillfisket under månvägornas diagram, p. 16 och 17.

Jag antager, att den punkt, där månperiodernas inverkan på atmosfären helst bör studeras, bör sökas på södra hemisfären, där oceanens inflytande öfverväger hvarje annat.

Den månperiod, hvars inflytande på den tidbildande kraften i hafvets gränsskikt tydligast framträder, är deklinationsperioden ( $D = 18.6$  år.) Under denna tid uppnår månen en gång sin högsta deklination  $28^{\circ} 30'$ . Ungefär vid denna latitud, norr och söder om ekvatorn, existerar ett bälte af högt lufttryck, hvilket är regelbundet utbildadt öfver alla oceanerna på södra hemisfären, men oregelbundet i den norra, där kontinenternas ojämna uppvärmning och afkylning genom solstrålningen stör den jämna lufttrycksfördelning som hafvets inflytande framkallar. På södra hemisfären verkar också Australiens kontinentala inflytande störande, men öfver Sydafrika och Sydamerika dominerar hafvets inflytande på lufttrycket, i det barometermaximet sträcker sig från hafvet tvärs öfver landet såsom synes af vidstående skiss (efter A. BUCHAN).



Det som nu skall undersökas är frågan, huruvida månens deklinationsperiod utöfvar något inflytande på läget af detta lufttrycksmaximum. Detta är en utomordentligt viktig fråga för Sydafrikas klimat, ty bältet själf medför torka och regnbrist, men söder om bältet har man »the cloud belt» eller södra hemisfärens antipassadregion med skyar, storm och regn.

ROWSON har offentliggjort mycket viktiga undersökningar öfver bältets förflyttningar, hvilka äga rum regelbundet med en periodicitet af omkr. 19 år. ROWSON nämner ej i sin afhandling: The anticyclonic belt of the Southern Hemisphere (Quarterly Journ. of the R. Met. Soc. July 1908), att han anser, att man här har för sig en månperiod — måhända af hänsyn till den kända oviljan bland meteorologer att medgifva, att månen kan utöfva någon verkan på väderleken —, men det framgår af hans följande afhandlingar,<sup>1</sup> att han måste hafva insett den verkliga innebörden af det fenomen han beskriver.

<sup>1</sup> Se Rowson: Analysis of Greenwich barometrical observations from 1879 to 1890, with special reference to the declination of the sun and moon. Quarterly Journ. R. Met. Soc. N:o 97. Jan. 1896.

Bältet sträcker sig från Atlanten tvärs öfver Sydafrika och oscillerar mellan 34° S. lat., som är dess sydligaste position (Capstadens breddgrad), till 24<sup>1</sup>/<sub>2</sub> S. lat.

*Amplituden hos bältets oscillation under 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> år är alltså ungefär lika stor som amplituden af månens deklinationsändring under 9.3 år.*

Mellan dessa gränser har det oscillerat på följande vis:

	Latitud	År	Period omkr.
Nordligt läge	24° 30' S	1855, 1874, 1893	19 år
Medelläge	29° 15' S	1850, 1859, 1869, 1878, 1888, 1898	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »
Sydligt läge	34° S	1845, 1865, 1884, 1903	19 »

Det kan tilläggas, att alldeles liknande oscillationer af det anticykloniska bältet ha konstaterats i Australien af RUSSEL<sup>1</sup> och för Sydamerika af J. W. S. LOCKYER.<sup>2</sup> Härigenom inträffar, att Durban, som är beläget på 30° S, har fått starka regnperioder de år, då anticyklonbältet kommit norr därom,

	1845	1874	1893	i medeltal
Durbans regnmängd:	82.82 inches	55.06 inches	71.27 inches	39.37 inches

under det Cap, som ligger på 34° S lat., fått regnperioder 1850, 1859, 1869, 1878 och 1888, då bältet passerat sitt medelläge 5° norr om Cap (på nordgående och på sydgående), och torra perioder de år, då bältet intagit sin sydligaste ställning, såsom t. ex 1884.

Ett af dessa år är särskildt märkvärdigt, nämligen 1893, med anledning af det stora utbrott af isberg, som drefvo upp ända till 40 breddgraden. 1893, 94 och 95 bildar maximumepoken för denna islossning från den antarktiska isbarriären.<sup>3</sup> *Märkligt är äfven, att detta år är ett år af maximumdeklination hos månen och af ett sekundärt maximum af den tidvattenbildande kraften. 1894 inträffade apsid-perihelium* liksom äfven 18 år därefter, 1912, då ett stort utbrott af is ifrån de arktiska regionerna inträffade.

Från dessa utbrott af is från polartrakterna i nyaste tid vid ett sekundärt maximum af den tidvattenbildande kraften, öfvergår jag i den nu följande afdelningen att skildra ett utbrott i ännu vida större skala, som inträffade vid tiden för det absoluta maximet vid medeltidens slut i Grönlandshafvet, hvilket förorsakade den grönländska nordbokoloniens undergång samt medförde ett afbrott och nedgång uti den på 1100-talet så blomstrande isländska kulturen.

<sup>1</sup> H. C. RUSSEL: Proc. Royal Soc. New. S. Wales 1896.

<sup>2</sup> J. W. S. LOCKYER: Royal Soc. Proc. 78, 1906 p. 43.

<sup>3</sup> Se härom iskartorna i O. PETTERSSON'S »Über Meeresströmungen», p. 52. Veröffentl. des Inst. f. Meereskunde. Heft. 12, 1908.

### Isberg i södra oceanen 1888 och 1895.

Under 1888 träffades inga isberg i södra Atlanten uti den vanliga skeppsleden mellan Cap och Australien. Under 1893—1895 måste segelleden omläggas på grund af stora grupper af isberg som framträngde till 40:de breddgraden.

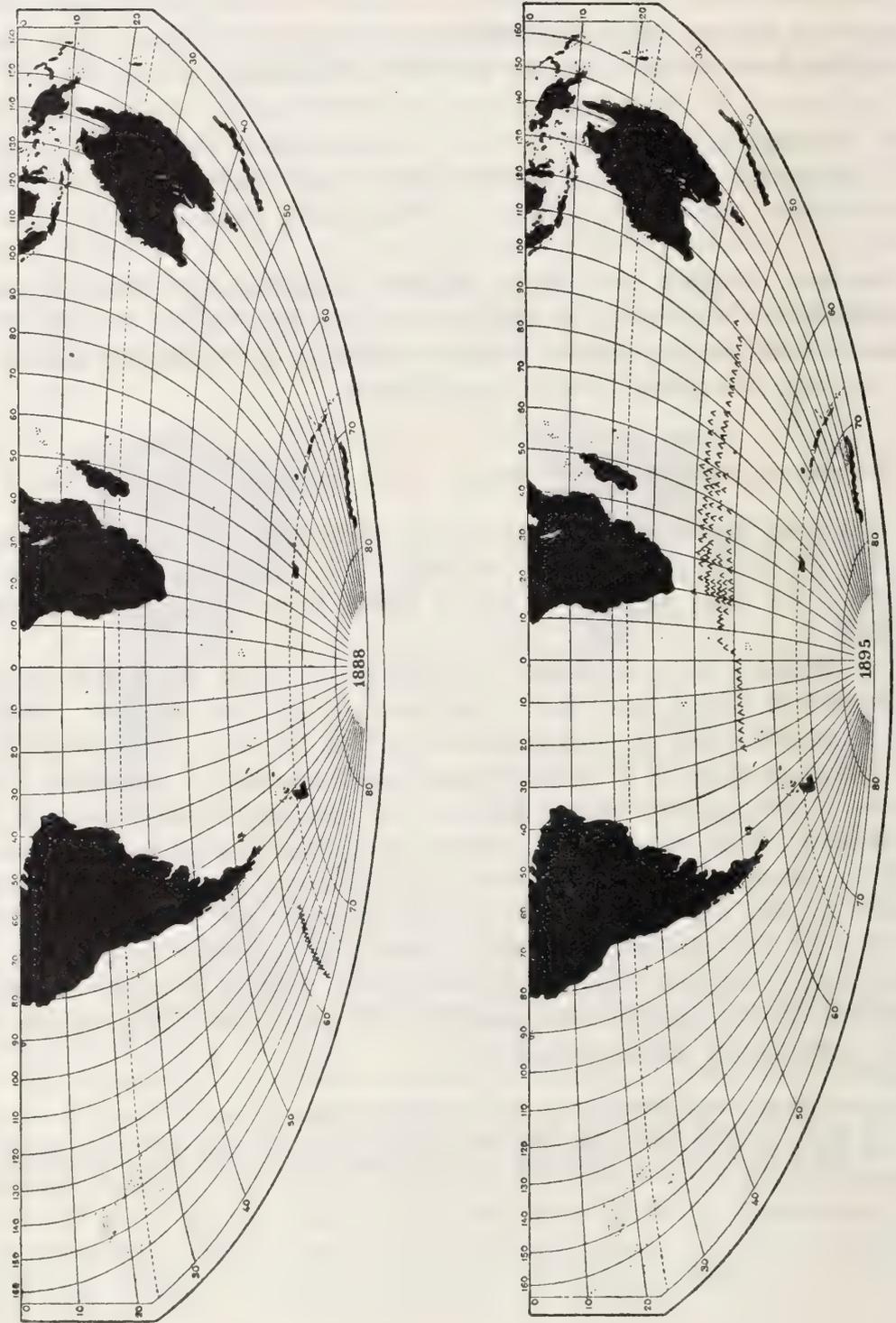


Fig. 10.

## II.

## Island och Grönland under medeltiden.

## A. Island.

Den första underrättelse från medeltiden vi äga om Islands naturförhållanden är nedskrifven af munken DICUIL i Irland år 825, efter en berättelse af några irländska andliga, som 30 år förut, alltså vid slutet af sjuhundratalet, besökt Island (»Thyle»). Vid denna tid, d. v. s. ett århundrade före norrmännens kolonisation af Island, var ön besökt och delvis bebodd af irländare. Dessa benämnas i sagorna »Papar», hvilket häntyder på, att en del af dem varit eremiter eller munkar och att före Landnamstiden förbindelsen upprätthölls mellan moderlandets kloster och anakoreterna på ön Thyle, såsom Island då benämndes. DICUIL refererar de underrättelser om ön, som han erhållit af sina kolleger, hvilka hade vistats på ön från februari till augusti, och tillfogar: »till följe häraf tror jag, att de författare (PLINIUS, SOLINUS m. fl.), som skrifvit, att där skulle finnas ett fruset haf (mare concretum) omkring Thyle, ljugit eller misstagit sig, alldenstund de som seglade befunnit sig på ön vid den naturliga årstiden för stark köld . . . Men efter en dags resa från ön mot nord funno de ett tillfruset haf (congelatum mare).»

De flesta geografer i nutiden utgå, liksom NANSEN, från den förutsättningen, att Islands klimat icke ändrat sig i historisk tid. För att förlika denna åsikt med DICUIL's berättelse om öns klimat, måste NANSEN antaga, att med ön Thyle menats någon trakt af norska kusten vid ungefär samma breddgrad som Islands, t. ex. kusten utanför Romsdalen. NANSEN säger: »Alle opbevarte meddelelser om Thule passer paa Norge, men ikke paa noget andet Land.» Jag har för min del svårt att förstå, hvarför icke DICUIL's berättelse om Thyle kan få gälla för hvad den utger sig för att vara, nämligen en skildring af ett besök, som irländska munkar aflagt hos sina ordensbröder därstädes, som, efter hvad man faktiskt känner, då för tiden lefde på Island, antingen som eremiter eller som missionärer,<sup>1</sup> bland keltiska kolonister, som

<sup>1</sup> Denna hypotes är framställd af NANSEN, i Nord i Taakeheimen. NANSENS åsikt, att »Dicuils Thyle är Norge» (se p. 46 i Taakeheimen), synes stå i strid med hans senare diskussion af DICUIL's berättelse å p. 127, hvarest det heter: »Dicuil's beretning om Iernes opdagelse av Island bekræftes ved de islandske sagaer», hvarpå han

slagit sig ner därstädes. Någon anledning att segla till Norge hade munkarna icke, ty man känner icke till att irländska anakoreter eller missionärer haft sin verksamhet i detta land på 700- och 800-talet, och om man vill antaga att de vind-drifvits till Norges kust, t. ex. till trakten af Romsdalen, så måste man fråga sig, huru de efter en dags segling mot norr från Romsdalskusten kunde träffa på ett isfyllt haf — en fråga, som blir svår att besvara för den, som liksom NANSEN utgår från förutsättningen om klimatets oföränderlighet under historisk tid.

Uti de isländska berättelserna tillskrifves upptäckten af ön vanligen Ingolf 874 (ARE FRODE, *Islaendingabók* 1120—1130).

»Ingolf byggde söder i Reykiavik (år 870). På den tiden var Island bevuxet med skog mellan fjäll och strand. Då funnos där kristna män, som norrmännen kalla Papar . . .»

Före Ingolf skulle dock ön hafva besökts af Gardar Svavarson, som var född i Sverige, efter hvilken ön fick namnet »Gardarsholm» (enligt TJODRIK MUNK's *Historia de Antiquitate regum Norwegiensium*, omkr. 1180, och Sturlas *Landnamabók* omkr. 1250). Det heter: »Gardar seglade omkring landet och visade att det var en ö. Han var om vintern på nordkanten i Husavik i Skialfande och byggde där hus (år 864 enl. ARNGRIM JONSSON). Om våren, då han var klar att gå till sjös, dref en båt från honom . . . Gardar for till Norge och prisade högeligen landet. Efter honom blef landet kalladt Gardarsholm, och det fanns då skog från fjäll till strand.» På bergen fanns snö, hvarför Island äfven benämndes Snölandet. Namnet Island fick ön af en tredje viking, Floki Vilgerdason. Han seglade söder om ön och tog land på nordvästliga sidan till Vatsfjord. »Våren var ganska kall. Då gick Floki norrut på fjället och såg en fjord, som var full af hafsiss. Därför kallade de landet Island.»

Detta är den enda utsaga från Landnamstiden jag funnit om, att hafsisen från polarströmmen nått fram ända till Island. Ingenstädes säges, att drifisen varit till hinders för de gamla nordboarnas segling till och från ön. Då drifisen är orsaken till missväxtår på Island måste den omständigheten, att ön ej, såsom nu är fallet, vissa år var underkastad blockad af polarströmmens is i mer eller mindre utsträck-

citerar ARE FRODE's berättelse om de irländska Paparna, som flydde från Island, då norrmännen koloniserade. »Det er ogsaa nævnt i engelske böker, at paa den tid blev der seilt mellem landene (d. e. mellem Island og Britannien)». Af äldre författares utläggningar rörande Pytheas resor omkr. 325 före Kr. till Thule, citerar NANSEN följande, hvilka synas väl öfverensstämma med DICUI's beskrifning på hafvet norr om Island:

STRABO: Thule som Pytheas sier ligger 6 dagsreiser norr for Brittannike og er nær det sammenløpne hav (pepegoia thalatta, d. e. Ishavet).

PLINIUS: Efter en dags seillads fra Thule blir det hav (mare concretum) af nogen kaldt cronium.

SOLINUS I: Længere ute end Thule møter vi det træge og faste hav (pigrum et concretum mare).

SOLINUS II: Fra Orkaderne like til Tyle er fem dagers og fem nætters Seillads. Men Tyle er frugtbart og rigt på sent modnende frugter. Indbyggerne der lever fra vårens begyndelse med sit fae og nærer sig av urter og melk; for vinteren opbevarer de træernes frugter. Kvinderne har de faelles, et fast egteskab findes icke.

Hur NANSEN söker bringa detta att träffa in på norska förhållanden, kan läsas på p. 124. Här må endast bemärkas, att i berättelserna om Island på den tidigare vikingatiden före 900 nämnes intet om att hafsisen någonsin omgifvit ön. Den träffades först efter ett dygns segling från öns nordsida. Däremot bestriides icke, att Pytheas på sin färd omkring 1,200 år förut, gjort bekantskap med hafsisen i nordliga Atlanten (»mare pigrum et concretum»). Orsaken till denna skenbara motsägelse uti häfdernas berättelser skall senare diskuteras.

ning, hafva verkat gynnsamt på åkerbruk och boskapsskötsel på ön, äfven om klimatet ej varit mycket olikt det, som nu härskar under isfria år.

A. JONSSON [1593] anför exempel på, att de första invånarna på Island lyckats väl i odlingen af spannmål och hänvisar på, att det fanns lagstadganden angående inbärgning af säden.<sup>1</sup> Ortsnamn äro ofta tagna från åkerbruket: »hence from the fields there are proper names of certayne places . . . all which are manifest tokens of the tillage of the ground amongst the first Islanders which also even unto this day, I heare, is practised by some Inhabitants of South Island but with less increase, the ground and temper of the ayre degenerating from the first goodness thereof after so many ages . . .»

ARNGRIM JONSSON, som var samtidig med BJÖRN JONSSON, hyste alltså icke den nutida åsikten, att de klimatiska förhållandena på Island förblifvit sig lika från öns första bebyggande på 800-talet och till hans tid, d. v. s. slutet af 1500-talet. Vilja vi följa gången af klimatförsämringen hafva vi att gå till de isländska annalerna samt THORODDSEN's bekanta skrift »Den Grönländska drifisen vid Island» (i Ymer), hvaruti det heter:

»Drivisen orsakar Islands missväxtår. Nordlandet är i synnerhet utsatt för isen och här är det endast sällan man ej vid en eller annan tid af året, på ett eller annat sätt, har känning af dess obehagliga närhet. I de äldre Isländska annalerna omtalas drifisen ofta, men blott då den haft en särskildt skadlig inverkan på landet . . .»

»Ehuru det i de äldre annalerna och sagorna flerstädes talas om väderleksförhållanden, har jag dock icke kunnat finna, att den årliga isdriften till Islands kuster blifvit omtalad förr än i det 13:de århundradet.»

Från detta trettonde århundrade började Island blockeras af den grönländska drifisen i en utsträckning, som vida öfverträffar hvad som äger rum i vår tid,<sup>2</sup> ehuru väl äfven nu blockad af nordkusten genom drifis är en vanlig företeelse, hvilken vissa år, ehuru sällan, kan sträcka sig äfven till östkusten och sydkusten. Väst-

<sup>1</sup> PURCHAS, his Pilgrimes, published 1670.

<sup>2</sup> Klimatet på Island försämrades naturligtvis i hög grad under denna period af isår. Under tiden 800 till omkring 1250, synes man icke hafva haft någon olägenhet i klimatiskt afseende på Island. Men från 1291 till 1348 inföll en svår period. Af dessa 58 år voro åtminstone 29 fruktansvärda missväxtår (»hallæri micit vm allt land»), enligt G. STORR's »Islændske Annaler indtil 1578».

De upprepade isblockaderna kring Islands kuster voro emellertid icke ensamt skulden till de olyckliga förhållandena på ön under dessa sekler, hvartill äfven de vulkaniska utbrotten, jordbäfningarna och askregnet samt öfversvämningarna bidrogo. Under vikingatiden var ön förskonad från sådana olyckor, hvilka synas hafva börjat ungefär samtidigt med isblockaderna och nådde sin höjd vid Heklas utbrott år 1300, hvarom det heter: »Eldr hit i Heklufelli och landskialfti fyrir sunna land ok myrkr vidda vm herut ok sandfall mikit. Eldrinn var vppi nær vij manadi.» Den vulkaniska utbrottsperioden under 1300-talet föregicks af en serie jordbäfningar under 1200-talet och inleddes af vulkaniska utbrott under hafvet samt uppkomsten af vulkaniska öar i trakten af Reykianæs, »Eldeyar», 1211, 1226, 1231, 1238, 1240.

Efter 13:de århundradet hafva såväl isblockader som vulkaniska utbrott och jordbäfningar återkommit under hvarje århundrade, men periodvis och med lugnare mellantider. Under 1700- och 1800-talet hade man ånyo en tid af intensiv vulkanisk verksamhet och samtidigt isblockader. THORODDSEN yttrar: »Was bekanntlich den allergrössten Einfluss auf die isländischen Klimaperioden hat, ist das grönländische Treibeis. Im 19:ten Jahrhundert war ungefähr jedes vierte oder fünfte Jahr eisfrei (Island, Peterm.-Mitt. Ergänz.-bd 1904).»

kusten är i vår tid nästan alltid isfri till följd af Irminger-strömmens inverkan. THORODDSEN uppräknar de värsta isåren, begynnande på:

År 1233:<sup>1</sup> låg drifisen vid landet hela sommaren.

1260:<sup>2</sup> Drifis omkring hela Island, så att hvarenda fjord fylldes däraf.

1279:<sup>3</sup> mycket sträng köld om vintern och så mycket is, att man kunde köra flera mil ut från landet, isen blef liggande till fram på sommaren, och i många fisklägen kunde man ej komma ut för att fiska.

1290—91: Is norr om landet hela sommaren, nära 15 alnar tjock.

1306: Drifis vid Nordlandet nästan hela sommaren.

1320: Våren kallades »isvåren», drifis vid östlandet ända till Sjoa, isen dref bort vid påsken.

1347—48: mycken is. Hafvet frös till omkring hela landet så, att man kunde rida från det ena näset till det andra.

1360: Drifisen låg vid landet till den 24 augusti.

1375: Drifisen låg vid landet till den 17 juni — — —.

Sådan isblockad, hvilken var okänd under vikingatiden, har sedermera förekommit flera gånger i hvarje århundrade och har naturligtvis verkat nedsättande på Islands odling. För att gifva ett begrepp om, hvad ett isår vill säga, må THORODDSEN'S beskrifning på isåret 1695 här anföras:

»Drifisen omslöt hela landet, med undantag af Snefellsnæs, hvilket är utan exempel i historien. På de flesta ställen fanns den i sådan mängd, att man icke från de högsta fjäll kunde se öppet vatten, och handelsfartygen kunde icke komma till landet. Isen dref från nordlandet till östlandet, därifrån mot söder, och i april var den redan vid Thorlakshavn, hvarifrån den fortsatte sin väg ända till Hitaros. Från nordväst dref isen förbi Latrabjerg in i Bredebugten. I början af maj kunde man gå eller rida utanför alla nordlandets fjordar».

Man kan ej underlåta att sammanställa denna serie af isår, som började på 1200-talet, med hvad som berättas i de svenska häfderna (t. ex. i *Scriptores rerum Suecicarum*), om de hårda isvintrarna i den skandinaviska norden på 1200- och 1300-talet, hvarvid upprepade gånger hände att Östersjön tillfrös mellan Sverige, Danmark och Tyskland. Vidare vill jag i det följande sammanställa berättelserna om isåren vid Island med IVAR BÅRDSSON'S bekanta beskrifning öfver den förändring, som vid den tiden måste vidtagas med segelkursen från Island till Grönland, hvilken daterar sig från den tid, då IVAR BÅRDSSON var syssloman i Grönlands Östra bygd 1341 — och upptecknades af BJÖRN JONSSON (1574—1656) i hans Grönlands Annaler.

Grönlands isförhållanden sammanhännga nämligen på det närmaste med Islands, och det framträngande af isen från Nordbotn på 12—1300-talet, hvarom BÅRDSSON talar, hade en ännu mera afgörande betydelse för nordmännen på Grönland, hvilkas kolonier härjades och afstängdes från moderlandet, västbygden omkring 1342 och östbygden omkring 1418. Jag vill vid skildringen af denna katastrof, hvarom så mycket skrivits, först framställa min åsikt om orsaken till isblockaden af Grönland vid slutet af medeltiden och därefter i detalj framlägga grunderna för densamma.

<sup>1</sup> Första notisen om is har jag funnit i *Annales regii*. Den lyder så: mclv: »is mikill».

<sup>2</sup> Skall vara 1261. I *Ann. reg. står*: mclxi »Hafis umhvarfiss Island». Mellan 1145 och 1233 finnes intet meddelande i annalerna om hafsis kring Island. Från midten af 13:de arhundradet börja de stora isblockaderna.

<sup>3</sup> Äfven 1275 var isår; »Kringdi hafis nær vm allt Island» (*GOTTSCHALK'S Ann.*).

### Isförhållandena och klimattförändringarna på Grönland.

Vid Grönlands östra och nordöstra kust har man, äfven i sago- och vikingatiden, haft en isförande ström men icke någon som i utsträckning och i sin betydelse för sjöfarten kan jämföras med nutidens. Detta förklarar jag genom en lifligare vattencirkulation uti Irmingerhafvet. Den gren af Golfströmmen, som är känd såsom Irmingerströmmen, böjer enligt Danska Ingolfexpeditionens undersökning af mot väster och sydväst med en stor del af sin vattenmassa vid tröskeln till Danmarkssundet och följer såsom sydgående underström Grönlands ostkust, hvarest den bildar underlaget åt den längs kusten framflytande isförande strömmen. Detta varma underlag har enligt AXEL HAMBERG's undersökning 1883 en temperatur af 3°—4°. Polarströmmens is smältes till större del af värmets underifrån, och allteftersom Irmingerströmmens västliga gren är mer eller mindre utvecklad, finner man Grönlands ostkust söder om Cap Dan (65½° Lat.), mer eller mindre omgifven af drifis, hvilken böjer af söder om Cap Farvel och samlar sig utanför sydöstra sidan af Grönland (Julianehaabs distrikt), hvarest för 8—900 år sedan de isländska kolonisterna funno ett isfritt haf, hvilket nu däremot hela sommaren är afspärradt af ismassor, hvilka samlas där, emedan den varma strömmen (Irmingerströmmen) på östra sidan af Grönland i nutiden icke är tillräckligt utvecklad för att smälta drifisen, innan den uppnår Cap Farvel.

HAMBERG's tvärsnitt genom denna ström, hvilket är taget under ett ovanligt isfritt år (1883), visar, huru issmältningsfenomenet måste tänkas försiggå söder om Danmarkssundet.

En ringa ökning af underlagrets temperatur, eller en starkare tillströmning af Golfströmsvatten så att underlagrets nivå höjes, eller en starkare oscillation i gränsvytan mellan vattenlagren, som bringar det varma och salta golfströmsvattnet i lifligare kontakt med polarströmmens vatten som flyter ovanpå, var tillräcklig för att skingra drifisen, så att trakten kring Cap Farvel blef isfri och de djupa sunden vid Grönlands sydspets<sup>1</sup> höllos öppna, hvilka, som vi strax skola se, spelade en viktig roll vid de gamla nordbornas färder till Grönland. Det varma vattnet tillhörande Irmingerströmmen, hvilket smälter drifisen, kommer till Grönlands östkust österifrån vid Cap Dans latitud såsom underström. Vid samma latitud spridas äfven de genom Danmarkssundet hopträngda ismassorna öfver en vidare yta, tillfölje af kustens formation. Dessa båda omständigheter: isens spridning och underströmmens verkan, som med ännu oförminskadt energiinnehåll sätter tvärs öfver från Island mot Grönland, göra att Angmangsaliktrakten (Cap Dan) är lättare tillgänglig än Grönlands sydspets österifrån. NORDENSKIÖLD var den förste, som i nyare tid drog fördel af

<sup>1</sup> Grönlands sydligaste del utgöres, som bekant, af en arkipelag, hvarpå Cap Farvel är beläget. Ur navigationssynpunkt betraktas nu Cap Farvel såsom Grönlands sydspets, emedan ingen genomfart finnes norr om Cap Farvel, hvarest sunden nu äro fyllda af drifis. Helt annorlunda uppfattas situationen i de isländska länderna, där det heter, att »Herjolfsnæs är sydligast» i Grönlands österbygd (se p. 36).

detta förhållande, då han 1883 med Sofia genombröt det svaga isbandet utanför Cap Dan och ankrade i Kung Oscars Hamn<sup>1</sup> (vid lat. 65° 35').

Den omständigheten, att Irmingerströmmen för tusen år sedan var starkare utvecklad än nu, medförde två viktiga följder:

1) den grönländska östbygdens klimat var mildare än nu, emedan hafvet framför densamma var isfritt, under det att Julianehaabs distrikt nu har inlandsisen bakom och hafsisen framför sig;

2) då ingen tillförsel af is från östra sidan rundt om Cap Farvel till Davis Street ägde rum, var äfven Baffins Bay och den därifrån utgående Labradorströmmen relativt isfri, hvilket i sin ordning inverkade på Newfoundland och Norra Amerikas klimat. Det är äfven sannolikt, att den varma underström, som nu går genom Davis sund, på den tiden var starkare utvecklad än nu, liksom Irmingerströmmen på Grönlands östra sida och de västra golfströmsgrenarna öfverhufvud; *att med ett ord: polarisen smälte vid högre breddgrad än den för närvarande gör.*

Mot slutet af medeltiden inträdde en förändring i dessa förhållanden, hvilken endast kan förklaras därigenom, att den oceaniska cirkulationen tilltog i intensitet. Dylika förändringar i oceanens vattencirkulation måste naturligtvis märkas mest i själfva gränsgebieten, där Golfströmmens yttersta utlöpare (såsom i Kattegat och i Östersjön, i Baffinsviken och vid Grönlands sydspets) äro i konflikt med strömmar af nordligare ursprung. Det är otänkbart att ett stationärt tillstånd, som räcker i årtusenden, kan existera i sådana trakter af hafvet. Äfven i nutiden är tillståndet i dessa haf — särskildt hvad isförhållandena beträffar — ytterst växlande från år till år. Man har vid Grönland goda isår och dåliga isår. Jag skall i det följande först gifva ett exempel på isförhållandena i sydligaste Grönland under ett godt isår såsom 1883, då NORDENSKIÖLD med ångaren Sofia landade vid Fredriksdal och inträngde från väster uti sunden norr om Cap Farvel, hvilka ej varit trafikerade af europeiska fartyg sedan sagotiden, och därpå ett exempel på isförhållandena och navigationen under ett dåligt isår, såsom år 1903, efter den danske arkeologen BRUUN's beskrifning.

Sedan skall en jämförelse göras mellan dessa förhållanden och förhållandena för tusen år sedan, då Island och Grönland först bebyggdes och Amerika upptäcktes af nordmännen.

Nu för tiden är östkusten af Grönland från 65° lat. till och med Cap Farvel, så godt som alldeles otillgänglig. Packisen kan visserligen i goda isår bilda en ganska smal isrand längs kusten, men tillvaron af denna isgördel, som packas tätt intill kusten så snart vinden blåser ditåt, gör kusten under sådana år kanske ändå otillgängligare än under svåra isår, då hafvet utanför kusten visserligen är milsviadt uppfyllt af en mäktig drifmassa, hvilken dock vanligen lämnar en ränna med smult vatten öppen närmast kusten. Denna ränna begagnade de danska expeditio-

<sup>1</sup> NORDENSKIÖLD yttrar (p. 403 i Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland 1883): »Min reseplan var att på våren gå fram efter Ivar Bårdssons kursföreskrift. Denna var: att segla rätt i vester från Island: *der ligger Gunnbjörnskår*». I det följande skall visas, att NORDENSKIÖLD också fann sagornas Gunnbjörnskår på det af BÅRDSSON angifna stället.

nera under GRAAH, HOLM och GARDE m. fl. och äfven NANSEN för att komma norrut till den punkt, där NANSEN började sin isvandring, sedan han landat på drifisen och dragit sina båtar öfver densamma, alldeles som man enligt Kungaspegeln gjorde *i nödfall* på 1200-talet. Ty det lider intet tvifvel, att äfven för 6—700 ar sedan ett framträngande till Grönlands östkust kunde tidvis vara omöjligt eller farligt, ifall man råkade ut för ett dåligt isår, hvilket emellertid icke hörde till regeln under vikingatiden, såsom nu är fallet. Sunden mellan Cap Farvel och Grönlands fastland äro numera alltid, trots de starka tidvattenströmmarna, stängda af drifis som pressas in i deras östra mynningar från isströmmen utanför. Väster om Cap Farvel är den stora mot sydväst öppna bukt, vid hvilken den gamla östbygden var belägen, nu för tiden blockerad af drifisen österifrån under sommaren, så att den nuvarande kolonien vid denna kust, Julianehaab, icke kan anlöpas förr än på sensommaren och i de flesta fall måste uppnås på omvägar, såsom visas af kartan, i hvilken farlederna äro utprickade.<sup>1</sup>

NORDENSKIÖLD kunde tillfölje af ovanligt gynnsamma isförhållanden inkomma till Julianehaab redan den 17 juni 1883, men vanligtvis måste man vänta till sent på sommaren och då söka in till kusten genom det glesnande isbandet på den nordligaste vägen genom Nunarsiutsundet för att på inomskärsleden framkomma till Julianehaab m. fl. orter ända till den sydligaste nu bebodda kolonien Fredriksdal. Därifrån framträngde WALLÖE's, GIESECKE's, GRAAH's, HOLM's och GARDE's expeditioner med eskimåbåtar genom de innanför Cap Farvel belägna sunden: Ikerasak, Ikek, Tunua, Kipsisak m. fl. (se kartan), hvilka, ehuru de icke uppmätts, befunnos farbara ända till sina östliga mynningar, hvarest drifisen mötte. Samma öde hade NORDENSKIÖLD, trots det goda isåret, då han i augusti nämnda år, 1883, ånyo inträngde till Julianehaab och Fredriksdal samt därifrån i de inre fjordarna i den gamla Östra bygden och i sunden norr om Cap Farvel (»Eggertz ö»), men måste vända för ishinder utan att komma fram till östsidan. Sådana äro isförhållandena nu för tiden under ett gynnsamt isår. Huru navigationen måste ske under ett dåligt isår, kan man finna dels af iskartorna<sup>2</sup> från 1903, dels af beskrifningen öfver en resa i arkeologiskt syfte till dessa distrikt nämnda sommar af kapten D. BRUN (Geol. Tidsskr., 17 Bind, pag. 187):

»Ogsaa for os laa Cap Farvel indhyllt i Taage (i slutet af maj 1903). Vi stevnede ind i Davis Strædet hvor vi snart mødte Storisen . . . efter at have passeret Cap Farvel følger man Iskanten indtil man tidligst syd for Nunarsuit kan komme igennem Isen. Omtrent syd for dette Forbjerg foretager man derfor en vending, i det man i en Bue søger ind langs Land . . .» Kommendör NORMAN säger: »Øst for Cap Farvel presser Isen stadig paa Kysten, saa at det maa betragtes som en Umulighed at komme til denne fra Syd. Vest for Cap Farvel presser Isen ogsaa en Deel af Aaret mod Land och vanskeliggør Seiladsen, men i Reglen gælder dette dog kun

<sup>1</sup> På grund af uttryckt önskan af direktionen för Grönländska handeln, som haft godheten utlåna sjökortet, har jag vid denna utprickning utlämnat alla detaljer, såsom skär och mindre öar, och endast uppdragit den allmänna kustlinjen och den allmänna riktningen af farlederna.

<sup>2</sup> Iskartor för Grönlandshavet utgifvas årligen af Dansk Meteorologisk Institut.

om Havnene ved Julianehaab bugten; thi saa snart Nunarsuit (Cap Desolation) er passeret, begynder Strømmen at skære ud fra Land og Isen at sprede sig saameget, at i slemme Isaar og efter vedholden Kuling af Paalandsvind Seiladsen derved ikke besværes.»

Om man jämför dessa beskrifningar från vår tid, med de gamla isländska sagorna, så framträder olikheten mellan nutidens och forntidens isförhållanden tydligt. ERIK RÖDE's upptäcktsfärd till Grönland beskrifves på följande vis:

»Erik kom fra Havet til Land vid Midjökelen og det Sted som kaldes Blaaserk. Derfra tog han langs med Kysten mod syd for at erfare om Landet der var beboeligt. Det første Aar overvintrede han paa Eriksö. I det næst følgende Foraar drog han til Eriksfjord og tog sig der Bostad. Den Sommer reiste han til den Vestlige Ubygd. Den anden Vinter opholdt han sig på Eriksholme ved Hvarfsgnipa. Men den tredje Sommer drog han nordpaa lige til Snefjeld og in i Rafnsfjorden, da mente han at Eriksfjordens inderste Vig var lige over for det Sted han var kommen til. Han vendte da tilbage og var tredje Vinteren på Eriksö i munden af Eriksfjord. . . .»

Man kan icke tänka sig möjligheten, att Erik skulle hafva kunnat göra dessa upptäcktsfärder utan att möta de största hinder af isen, om isförhållandena på hans tid i bukten vid Julianehaab varit sådana som de äro nu för tiden, t. ex. sådana de framställas i de danska iskartorna från 1903 eller t. o. m. i NORDENSKIÖLD's beskrifningar från det goda isåret 1883. Ifall det på hans tid existerat drifis i dessa trakter, så omnämnes den icke i sagan. Och detta är ett genomgående drag för sagorna från vikingatiden.

Då jag icke ansåg min kännedom om de isländska sagorna tillräcklig för att på egen auktoritet framställa detta påstående, vände jag mig till professor FINNUR JONSSON i Köbenhavn med förfrågan, huruvida det öfverensstämde med hans erfarenhet. Professor JONSSON's åsikt framgår af följande bref, hvaraf jag med hans tillåtelse meddelar ett utdrag:

Herr Professor O. Pettersson.

»Med hensyn til Deres spørgsmål kan jeg kun svare, at i kilderne om Vinlandsrejserne nævnes is ikke med et ord. De rejser til Vinland fra Grönland, som om der aldrig var tale om ishindringer. Ja, der er i det hele aldrig antydning af sådanne ved kysten af den gamle Österbygd. Fra nutidsforhold at dømme har dette altid været mig pafaldende. Kolonisationen fra Ikigait (Herjólfsnes) op til Eriksfjord har altid syntes mig naturligst under den forudsætning, at man uden (videre) vanskeligheder kunde fra søen komme ind i de enkelte fjorde. Langt mindre sandsynligt har det syntes mig, at kolonisationen skulde været gået ud fra Eriksfjorden *over land* mot syd til Ikigait. Efter nutidsforhold måtte man dog tænke sig dette snarest. — — —»

G. BRYNJULFSSON har i ett föredrag i Nordisk Oldskrifts förening 1871 påpekat, att de grönländska kolonisternas färder till jaktmarkerna i Baffinsbay icke heller hindrades i anmärkningsvärd grad af is. I Nordr-setudrápa (från omkr. 1100) omnämnes icke ishinder i dessa nordliga trakter, men väl faror från vind och böljor. I dessa trakter hade nordmännen två fångstplatser: Greipar och Furðustrandir, söder därom vidtog Helluland. Han påminner om den runsten, som påträffats på en ö 4 mil norr om Upernivik, hvilken upprestes af Erling Sivattsson »Löverdag for Gangdag» (d. 25 april) 1135, alltså vid en årstid då platsen numera kan anses otillgänglig.

(Därvid är dock att märka, att tolkningen af denna run-inskrift är omstridd.) Fran 1266 eller 1271 talas i BJÖRN JONSSON's referat af Hauksboken (men icke i Hauksboken sådan den nu existerar), om en äfventyrlig färd upp till Smiths sund och vidare till ett öppet haf. Ej förrän vid Smiths sund (Krogstjordsheden?) paträffades eskimåer. Deras invasion i Grönland tyckes alltså ej hafva börjat förrän med 1300-talet eller slutet af 1200-talet.

Om man granskar häfdernas utsagor i deras tidsföljd, skall man finna det anmärkningsvärdt,

1) att i de egentliga sagorna från 900-talet till 1100-talets slut, det aldrig nämnes, att de gamle nordmännen råkat ut för ishinder vid sina resor till östbygden, då ännu den gamla segelleden, *Erikstefnan*, följdes, och att Erik själf öfvervintrat på öarne i Julianehaabsbukten 3 vintrar å rad,<sup>1</sup> och hvarje sommar därifrån företagit resor i trakten för att undersöka landet, hvilket icke kan förklaras utan genom att antaga, att polarströmmens is på den tiden icke nådde fram till Grönlands sydspets och västsida;

2) att i Kungsspegeln, som författades på 1200-talets midt, omtalas att mycken is ute på hafvet möter den som seglar mot Grönland, hvarför varnas mot ett för tidigt angörande af Grönlands östkust, *utan att dock någon ny segelled anbefalles.*<sup>2</sup>

Den enda berättelse om *isberg* i hafvet, som jag påträffat i den äldre litteraturen, finnes i Kungaspegeln och lyder så:

»Det gives end et andet slags is i det Hav (Grönlandshafvet), som er af anden Dannelse og som kaldes Faldjökler («Falljaccia» i grundtexten) af Grönländarne. Den er af en saadan skikkelse som om et höjt Fjæld stod op af Havet og den blandes aldrig med anden Is men holder sig for sig selv.» När man tänker på den roll, isbergen i hafvet spela i alla nutida resandes berättelser från Grönland, måste man draga den slutsats, att isbergen från Nordhafvet varit ganska sällsynta gäster vid Grönlands södra kust under vikingatiden. Den västgrönländska grenen af polarströmmen tyckes på den tiden hafva varit lika fri för isberg, som den östisländska polarströmmen är nu för tiden.

Annorlunda var det dock på en del af ostkusten. Äfven på 1000-talet var Grönlands östkust en ödebygd, hvarest enstaka fredlösa kolonister slagit sig ned, och hvilken det var farligt att anlöpa på grund af is, som till en del drifvit ned från Danmarksundet och delvis bildats genom kalfning af gletscherna vid kusten. Floamannasagan (författad före 1245) berättar om Thorgils, en islänning som reste till Grönland för att besöka Erik Röde omkring 998, men förliste på östkusten (i Grönlands Hist. Mindesmärke antages, att han kommit i land öfver isen vid ungefär 63<sup>1</sup>/<sub>2</sub>° latitud), hvarest han gästfritt mottogs af en fredlös landsman, Rolf, som slagit sig ned därstädes. Efter många äfventyr lyckades Thorgils och Rolf i en båt komma söderut till ett sund, som ledde till Österbygden. Sagan har härom:

»þeir fara sudr fyrir land ok koma i fiord og lögdu í lægi»,

<sup>1</sup> eller åtminstone två vintrar; se härom FINNUR JONSSON: Grönlands gamle Topografi efter Kilderne. i XX häftet af Meddelelser om Grönland, p. 270.

<sup>2</sup> detta skedde 100 år senare enligt IVAR BÄRDSSON.

hvilket af kommentatorn i Gr. Hist. Mindesm. tolkas så, att de foro »förbi *landsspetsen*», hvarmed han menar Cap Farvel. Denna tolkning är alldeles godtycklig. Sundet kan likaväl hafva varit det närmaste, Ikek, eller Allumlengri, som något af de aflägsnare sunden väster om Cap Farvel. Sagan berättar vidare, att då de lågo för ankar sågo de ett skepp, hvilket seglade in i fjorden från hafvet och hade samma kurs som de. Det var Thorgils fosterfader och styffader, Thorsten Hvide, som hade rest från Norge och Island för att uppsöka honom. De följdes sedan åt till Erik Röde.

3) att 150 år senare, på IVAR BÅRDSSON's tid, vid slutet af 1300-talet, den gamla segelleden helt och hållet öfvergifvits och kursen då för tiden sattes mot sydväst för att undvika isen. Dessa utsagor af trovärdiga författare från skilda tider gifva en bild af försämringen af isförhållandena vid Grönland, hvilken gradvis fortgick under några sekel, tills polarströmmen slutligen under 13:de och 14:de århundradet med sina ismassor tidvis omhvärfde både Island och Grönland och blockerade äfven västkusten af det sistnämnda landet sommartiden.

Under alla följande århundraden har östkusten förblifvit otillgänglig, och alla expeditioner, som utsändts för att återfinna östbygden, hafva misslyckats.<sup>1</sup>

Angående Eriks färd från hans första landkänning vid »Midjökeln och det ställe som kallas Blåserk» och ankomsten till vinterkvarteret vid Eriksö, meddelar den handskrift jag följt endast: att han reste längs med kusten sydöfver. Därvid kan tvifvel uppstå, huruvida han tog vägen rundt om Cap Farvel eller genom något af sunden norr om Eggertz ö. Ifall det får antagas, att dessa sund voro navigabla, är det antagligt, att Erik skulle seglat igenom dem, eftersom det säges, att han ville undersöka om landet där kunde bebyggas.

Det gifves en mängd varianter och olika läsarter till Erik Rödes saga. Den öfversättning, som här följts, är tagen ur Grönlands Historiska Mindesmärker. II. p. 686. Däri felas det tillägg, som finnes i de nyare versionerna: »hann sigldi vestr um Hvarf».<sup>2</sup> I de äldsta handskrifter säges alltså icke att Erik kringseglade Hvarf. Hvad detta har att betyda, finner man af den uppgift om Eriks segelkurs, den s. k. Eriksstefna, som BJÖRN JONSSON i sina Annaler citerar efter en urgammal urkund: «Grœnlandiæ vetus chorographia à afgömlu kveri», Gr. Hist. Mindesm. III p. 226. Den innehåller troligen den äldsta segelanvisning för Grönlandsfarten som existerar, och BJÖRN JONSSON har genom ett tillägg, som han gjort (»dit kom Erik den Röde längst» etc.), visat, att den gamla urkunden just har afseende på Eriksstefna. Äfven denna handskrift har olika läsarter, och dessa läsarter, som angifvas uti Glossarierna till detta kapitel i Gr. Hist. Mindesmärker, äro för den följande framställningen af sådan vikt, att jag anhållit att genom förmedling af bibliotekarien d:r KAALUND få

<sup>1</sup> Men det är betecknande, att de allesamman satte kurs på östkusten i afsikt att komma in där samt att på alla kartor från 1600-talet Grönlands sydspets framställes genomskuren af två sund (se p. 51).

<sup>2</sup> Detta har man ansett skulle betyda, att han seglade rundt om Cap Farvel (hvilket man ansåg vara Hvarf, intill dess FINNUR JONSSON visade, att de gamles Hvarf var beläget väster om Cap Farvel på ön Semersok). Äfven om läsarten »han seglade väster om Hvarf» skulle vara den riktiga, hindrar detta oss icke att antaga, att Erik seglat in till Östbygden genom sunden norr om Eggertz ö, alldenstund med Hvarf icke menas Cap Farvel utan Cap Egede. Han kunde hafva seglat igenom ett af dessa sund norr om Cap Farvel och derefter dublerat Hvarf (Cap Egede).

taga ett facsimile-fotogram af originalet, d. v. s. BJÖRN JONSSON's afskrift af den »urgamla urkunden».

Svöndlandia velis chorogiffur  
 a aggombu kveru  
 vrantud heyr. i utsmun. Syndst  
 er hæröls nes. En höps-grjppa  
 naft þ vestan. þaing ad kom-  
 eyrekin h m Randi lenggt og hett  
 þa kom þ botu eyreks þid. þ er  
 starna er hafhverf heit a ans-  
 tan verdu tali. þa sval sind:  
 þa drang ey. þa Solvadalni  
 þan er byggd anstast. þa tupa:  
 þior þa metradalns. þa fer:  
 in þis þid tekia. þa hellig ey. og  
 hellig ey þior þa kenis þior  
 þu er tekim. þa hrak þior  
 Lind-ey. Syllenda ap eyreks þid.  
 þa Alþra þior. þa siglin þior. tekia  
 þra þior. þa geing. þa h m f.  
 ap hargin þid. þa herna þior. þa þun  
 þun þior. þa er þis stoll. þa verid  
 þa vera i botu eyreks þid. þa  
 eyreks þid tekia. ap h m geing anst =  
 kars þior. þa hargin þior.  
 hval ey. þior. H-f. H-f. H-f.  
 ur dymesi. þa isa þior. þa ap gin =  
 gin ubi blis þ. þa stranda f. þa  
 er mid þior. naft byggd. þa h m  
 elva-liollu þ. anar dym. þa þuall =  
 þior. Steins. þ. Þing þors þ. þa er  
 Vidaga lald

Fig. 11.

Det kritiska stället i denna text är orden:

»þar er stjarna, er Hafhverf heitir».

Det finnes tre möjligheter att tolka dessa ord.

1. Den kanoniska översättningen i Gr. Hist. Mind. är grundad på antagandet, att ordet stjarna är felaktigt afskrifvet och att i det gamla pergamentet i stället

skulle funnits ordet »straumr», ström. Denna hafsström skulle hafva haft namnet Hafhverf, hvilket onekligen passar mycket väl på trakten af Cap Farvel. En blick på kartan visar, att Grönlands sydspets utgöres af en arkipelag af stora öar, bland hvilka den ö, »Eggertz ö», hvarpå Cap Farvel är belägen, är den yttersta. Denna ö omgifves af starka strömmar och hvirflar i hafvet både vid sydsidan och ännu mer vid nordsidan som vetter mot sunden Ikek och Tunua, uti hvilka sund tidvattensströmmarna framgå med sådan våldsamt, att isblocken sättas i hvirflande rörelser, hvilka af den danske upptäcktsresanden kapten HOLM skildras såsom »malströmmar».<sup>1</sup>

HOLM reste i båt från Ilua den 1 juli 1881 genom sundet Ikerasak, som är 2 (danska) mil långt. Isen satte med rifvande fart genom sundet. Man tog sig fram genom att ligga i lä af en udde och begagnade tillfället, då en räna öppnade sig mellan isstyckena, »thi ligesaa hurtig som den aabnede sig, lukkede den sig igen. Med stigende Vande löb strömmen SV paa og med faldende Vande Nordpaa. Intet Öjeblik var Vandet og dermed Isen i Ro.» Därpå rodde han genom det breda sundet Ikek och genom Tunua, hvarom yttras: »Store Malstrømme i Tunua». På återvägen passerade han yttre sidan af Eggertz ö i lugnt väder, och fann strax väster om Cap Farvel, utanför fjorden Kangia, äfvenledes starka »malströmmar» i hafvet.

2. Den andra tolkningen finnes angifven i glossarierna till Chorographia vetus etc., i Grönl. Hist. Mindesm., och går äfven ut ifrån föreställningen, att ordet stjarna är felskrifvet. I originalet skulle stått i stället för stjarna orden »stjörn á (= styrning mot). Texten lyder då så:

»Grönland vetter mot sydväst, sydligast är Herjulfsnäs . . . etc. etc. . . . Man skall styra på (det ställe), som kallas Hafhverf på östsidan af landet, därefter Spalsund, därefter Drangö, så (kommer) Sölvadal, som är den östligaste bygden . . . etc. etc.»

3. Den tredje tolkningen skulle vara att låta texten gå och gälla sådan den är utan alla förbättringar. Texten lyder då i öfversättning sålunda:

»Grönland vetter mot sydväst, sydligast är Herjulfsnäs, men Hvarfsgnipa närmast väster därom. (Dit kom Erik den Röde längst och sade då, att han var kommen utanför det innersta af Eriksfjord). Där finnes en stjarna (= sjömärke) på det ställe, som kallas Hafhverf, på landets östra sida; därefter Spalsund, därefter Drangö, så (kommer) Sölvadal, som är den östligaste bygden, därpå Tofafjord, därpå Melrakkanes, därpå Herjulfsnäs kyrka» o. s. v.

Ifall BJÖRN JONSSON's kopia af den urgamla handskriften skulle vara oriktig och behöfva ändras — hvilket jag för min del icke anser — är konjekturen n:o 2 stjörn á i stället för stjarna utan tvifvel den mest sannolika och enklaste. Acceperas den tolkningen, synes det vara alldeles klart, att handskriften innehåller nyckeln till Eriksstefnans gåta. Ty den naturligaste vägen att taga för Erik, som kom norr ifrån och reste mot söder för att se om det nya landet kunde bebyggas, var just att styra på Hafhverf vid östsidan af landet (»er Hafhverf heitir a austanverdu landi»). därpå taga in genom det första sund, som öppnade sig inåt, Spalsund, förbi

<sup>1</sup> HOLM: Geografisk Undersøgelse af Grönlands Sydlige Del. 1881. Medd. fra Grönland. 4—6 Bd. Se för öfrigt FINNUR JONSSON's karta i XX häftet af samma verk.

Drangö till Sölvadal o. s. v. Denna sista afstickare till Iluafjordens inre, hvar-est senare den stora bygden vid Skage och Sölvadal uppstod, är visserligen ingen genväg för den som vill komma fram till Herjolfsnäs, hvilket kunde uppnåttas kortast genom sundet vid Pamiagdhluk (den väg NÖRDENSKIÖLD gick 1883). Men för Erik, som icke kände landet utan for på upptäcktsresa, var det en naturlig sak att söka tränga fram inåt sundet, som öppnade sig mot den stora fjorden Ilua. Denna läsart, »stjörn á», vore måhända den gynnsammaste för att vindicera den hypotes jag framställt, men jag har under de två år jag sysselsatt mig med att genomgå den gamla geografiska litteraturen om Grönland, Island och Amerika, fått ett så lifligt intryck af de gamla sagornas trovärdighet, att jag föresatt mig att lata öfverallt sagans ord gälla sådana de äro utan ändringar. Det gäller att förstå deras mening, icke att ändra deras text.<sup>1</sup>

Hvad slags sjömärke som menats med stjarna kan naturligtvis endast blifva föremål för gissningar. Enklast är att tänka sig, att man i den grönländska koloniens blomstringstid, då liflig förbindelse fanns med Island och Norge, Irland m. fl., uppsatt ett sjömärke med stjärnformig kontur på någon ö vid mynningen af sundet Ikek, som utgjorde den största inseglingsleden österifrån till Östbygden. Enligt den utredning som här lämnas, voro sunden norr om Eggertz ö (Cap Farvel) på 1000-talet isfria och navigabla. Ikek är med säkerhet identiskt med Spalsund, till hvilket man kom näst efter att man angjort märket vid Hafhverf (»stjarna»). Att ett sjömärke funnits någonstädes i denna trakt, under den tid kolonien existerade, är antagligt, emedan man har bevis på att, efter att kolonien förstörts på 1400-talet, ett annat sjömärke uppsattes på det höga berget Hvitserk vid ostkusten af ståthållaren på Island, DIDRIK PINING (1478), för att varna sjöfarande för Grönlands kust, emedan eskimåerna, efter att hafva förstört kolonien, idkade sjöröfveri vid de gamla segellederna. I afseende på de historiska dokument häröfver, som upptäckts af BJÖRNBO och L. BOBÉ i Köbenhavn 1909, må anföras följande kartor, som aftryckts från NANSEN'S Taakeheimen, p. 380 o. 381.

På GOURMONT'S karta ser man Island med Hekla m. m. och Snefellsnäs, den vanligaste utfartsorten till Grönland; och midt emot Island berget Hvitserk, med en kompass-stjärna och inskriften »Mons excelsus Witzerc appellatus in cujus summitate index Marinus factus est a duobus piratis Pininge & Pothorst in nautarum protectionem a Grundtlandia.»<sup>2</sup>

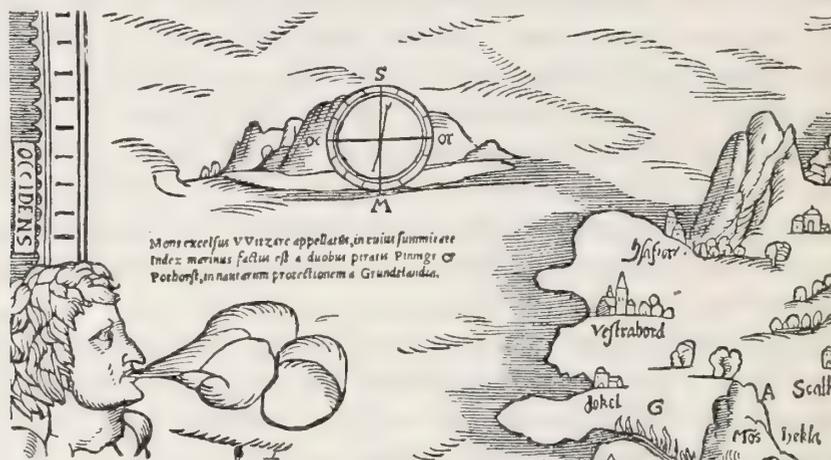
Pining och Pothorst benämnas pirater, emedan de själfva sedermera misstänktes och dömdes för kaperi.

Belägenheten af det höga berget Hvitserk, hvarpå det nya sjömärket skulle hafva stått, och som i alla seglationsanvisningar angifves såsom första landmärket vid färden till Grönland, har utgjort ett tvisteämne för historici och geografer. Den författare som i vår tid mest bidragit till utredningen af de grönländska koloniernas belägenhet, FINNUR JONSSON, anser att med Hvitserk menas själfva Cap Farvel. Jag

<sup>1</sup> Professor FINNUR JONSSON, som haft godheten genomläsa manuskriptet till denna afhandling, delar åsikten att texten ej skall ändras. Han finner konjekturen, att stiarna skulle vara en felskrifning för straum, ur språklig synpunkt osannolik samt likaså den sinnrika konjekturen stjörn á.

<sup>2</sup> OLAUS MAGNUS har förlagt sjömärket på en ö utanför Grönlands ostkust.

kan icke dela hans åsikt utan anser att, då Hvitserk, eller som det i äldsta tider torde kallats, »Blåserk», uttryckligen angifves såsom ett *högt berg* och i senare urkund »en *jökel*», d. v. s. ett *isklädt berg*, måste därmed afses någon af de högsta



(de Gourmonts karta.)

Fig. 12.

nunatakkerna, som uppstiga ur landisen norr om Cap Farvel. Därom skall senare ordas vid diskussionen af de urkunder, som handla om seglings-kurserna från Island och Norge till Grönland. Men jag finner det betydelsefullt, att äfven FINNUR JONSSON vill förlägga Hvitserk i närheten af de sund som leda till österbygden.



De Pygmæis Gruntlandæ, &amp; rupe Huitfark.

(Olai Magni karta.)

Fig. 13.

Man är nu för tiden benägen att underskatta sjöförbindelserna och samfärdsmedlen till sjöss under äldre tider. Denna åsikt har man fått skäl att modifiera, sedan MONTELIUS<sup>1</sup> framdragit nya och öfverraskande fakta som visa, att redan ett tusen år *före* vikingatiden en liflig handelsförbindelse öfver Nordsjön, ägde rum mel-

<sup>1</sup> O. MONTELIUS, *Handeln i forna dagar*. Nordisk Tidskrift 1908.

lan England och Sverige samt Danmark. Hvad förhållandena på Erik Rödes tid beträffar, så visa sagorna, att nationalkaraktären hos var folkas var densamma som nu, ej minst i fråga om emigrationslusten. Under tionde och elfte århundradena pågick en stark utvandring till Island och Grönland. Det låg i Erik Rödes intresse att gynna denna emigration. Året efter Erik Rödes återkomst var en hel flotta af 25 vikingaskepp med kolonister ombord på väg mot Grönland. De medförde boskap, hustimmer och husgeråd. Hvarje skepp kan antagas hafva medfört 30—40 personer. I Grönlands Östbygd anlades efterhand 190 gårdar, 12 kyrkor, 2 kloster och ett biskopssäte. I Västerbygden, som var mindre betydlig, hade man 90 gårdar. Den europeiska kulturen på Grönland gick under vid slutet af 1300- och början af 1400-talet genom en invasion af landets urinnevanare. Västbygdens kolonister fördrefvos och emigrerade, antagligen till Amerika,<sup>1</sup> kvarlämnande sin boskap ute på fälten utanför de öfvergifna bostäderna. I detta tillstånd fann sysslomannen på biskopsgården Gardar, IVAR BÅRDSSON, Västbygden vid sin ämbetsresa dit 1342. Östbygdens kolonister dukade under efter flera skiftande strider efter 1418. Deras bostäder och kyrkor ödelades med eld och brand, hvarom ruinerna ännu bära vittne (enligt FINNUR JONSSON). De sista kolonisterna i Österbygden drogo sig, enligt bland eskimåerna ännu gängse traditioner, undan till östsidan och utrotades, hvarefter inkräkterna synas hafva börjat bedrifva sjöfverri genom att öfverfalla och sänka engelska, portugisiska och holländska fartyg, som besökte sydgrönländska kusten för hvalfångst och fiske.

Eskimåernas framträngande får icke betraktas sasom något vanligt röfvertåg utan som en folkvandring söderut, förorsakad — liksom alla stora folkvandringar — af tvingande naturnödvändighet, som stod i sammanhang med klimatförändringen vid isens framträngande. Eskimåerna äro för sin jakt och fiske hänvisade till sådana kuster af de arktiska hafven, där spridd is förekommer, d. v. s. där hafvet är öppet om än fylldt med spridda isfält under en stor del af året, emedan sälar och hvalrossar ej kunna lefva där hafvet är alldeles istäckt. Orsaken till de gynnsamma klimatiska och isförhållandena under vikingatiden var, enligt den här framställda hypotesen, att isen i de arktiska hafven smälte vid högre latituder än nu på grund af golfströmsgrenarnas verksamhet. Grönlands urinnevanare höllo till under dessa tider i nordligare trakter af Grönland samt Nordamerika. Då klimatförsämringen inträdde och deras förut öppna jaktmarker på hafvet i nord tillfröso eller fylldes med packis, måste de söka sig lämpligare områden. De funno dessa i de af nordborna koloniserade distrikten och fördrefvo kolonisterna. NANSEN har på subjektiva grunder förkastat häfdernas berättelse om eskimåernas våldsamma framfart, emedan den eskimåiska befolkningen sedan nära 200 år, eller alltsedan EGEDE'S tid, är bekant för sitt blida och fredliga skaplygne. Emellertid var uppfattningen på 15—1600-talet en helt annan, hvilket man äfven finner vid en blick på OLAI MAGNI karta. LA PEYRÈRE skildrar dem i sin Relation de Groenland (1647) såsom falska och vilda. Eröfringståget på 1300-talet tyckes ha framkallat andra sidor af folkkaraktären än

<sup>1</sup> Se GISLE ODDSON'S Annaler 1637.

dem man nu känner. De öfverlevande af HUDSON's tredje expedition 1610—12 blefvo lömskt öfverfallna på en ö af eskimåerna och mördade. På Christian den I:s tid ansågos de som sjöröfvare, hvilka i sina skinnkanoter smögo sig fram till de utländska fiskefartygen och borrade dem i sank.

Af vissa yttranden af BJÖRN JONSSON kan man sluta, att nordmännen med uppmärksamhet och misstroende följde den pågående folkrörelsen i Nordgrönland, hvilken synes hafva börjat mot slutet af 1200-talet.

Ståthållaren på Island säges hafva velat varna sjöfarande genom att anbringa ett nytt stjärnformigt märke på en vidt synlig bergstopp, Hvitserk, i närheten.

Eskimåerna synas nämligen hafva tagit till utgångspunkt för sitt sjöröfveri de gamla utfartslederna på östkusten, hvilka nu blefvo farliga, ej blott genom drifisens påträngning, utan äfven till följd af de eskimåiska kajakmännens öfverfall. Deras kajakfärder hafva faktiskt — huru underbart det än må förekomma oss — sträckt sig ända till Europa, emedan man i Norge och i Skottland på öppna hafvet flera gånger infångat kajakmän med deras skinnbåtar,<sup>1</sup> fiskredskap och vapen, hvaraf rester ännu förvaras i museer.

Sådant är det resultat, som framgår ur de gamla urkunderna vid ordagrann tolkning utan textförbättringar. Dessa resultat blifva begripliga endast, om man medger möjligheten af att isförhållandena betydligt förändrats under historisk tid.

Vare sig man låter den ursprungliga texten gälla eller accepterar läsarten *stjörn á* kommer man till samma resultat, nämligen: att den beskriver Erik den Rödes kurs vid hans upptäcktsfärd, hvilken under de första århundradena efter Grönlands kolonisering följdes af de sjöfarande. »Eriksstefna» ledde den, som ankom från ost och nordost, att söka första landkänningen af den stora jökeln Blåserk (sedan benämnd Hvitserk), att taga in genom arkipelagen vid Grönlands sydspets, hvarest de stora malströmmarna funnos (»Hafhverf»), med ledning af ett där uppsatt sjömärke (stjarna) in till den östligaste stora bygden i Grönlands Eystri-byggd, Skage och Sölvadal vid Iluafjorden, genom Spalsund (Ikek) förbi Drangö, därefter genom Tofafjord till Grönlands förnämsta hamn och handelsplats, Sand vid Herjulfsnäs, därefter förbi den höga udden Hvarfsgnipa på ön Semersok, hvarest leden böjde af mot de stora inre fjordarna, Eriksfjord m. fl., i hufvudbygden.

Sådan är min hypotes. Jag skall nu i detalj granska ortnamnen i texten och visa, att man kan identifiera dem med nu kända, ända ifrån »Hafhverf a austanverdu landi» till »Hvarfsgnipa», som af FINNUR JONSSON bevisats vara Cap Egede eller Kangek på ön Semersoks sydspets. För att kunna göra detta, måste jag hänvisa till F. JONSSON's karta öfver Eystri-Byggd i Groenaland i 20:de häftet af Meddelelser från Grönland (se kartan).

Det fanns i forntiden två navigabla sund,<sup>2</sup> som den från öster eller nordost kommande seglaren kunde begagna såsom farleder till Östbygden. Det ena är det

<sup>1</sup> Scottish Geogr. Mag. 1912. Jan.

<sup>2</sup> Det obetydliga sundet Kipingajak, som, enligt HOLM's beskrifning, endast är 10 fot bredt, kan väl knappast hafva begagnats som segelled af vikingaskeppen.

8–9 danska mil långa Allumlengri,<sup>1</sup> hvilket man utan svårighet redan på grund af namnet kan identifiera med det nuvarande Ikerasarsuak. Sundet, som man uppgifves skola passera efter angöringen af Havhverf, måste då vara det breda Ikek som således utgör Eriksstefnans *Spalsund* (»på Spalsund»). Därefter kom man förbi Drangey. FINNUR JONSSON förmodar att man på grund af det betecknande namnet (Drangey = en hög spetsig ö) skulle lyckas att identifiera Drangey. Det tyckes ej heller vara möjligt att misstaga sig på dess belägenhet, om man granskar det danska sjökortets höjdkurvor på öarna i dessa sund (se kartan). Först må NORDENSKIÖLD'S beskrifning på dessa sund här omnämnas. Han yttrar, p. 404 i Den andra Dicksonska Expeditionen till Grönland 1883, följande:

»Naturen var här utomordentligt storartad. De smala sunden omgäfvos af höga berg, som vittrat sönder i otaliga spetsiga, nu nästan snöfria, ofta ruin- eller fästningslika bergtoppar, bakom hvilka här och där det blåhvita krönet af en längre inat landet belägen isbrä skymtade fram.»

Att döma af sundens och öarnas topografi torde man kunna identifiera Eriksstefnans *Drangey* med den ö, som bildar västra stranden af sundet mellan Ikek och Iluafjorden, hvarest, såsom höjdkurvorna på kartan angifva, en spetsig bergtopp »Umiagsiut» af 2,790 fots höjd reser sig brant ur hafvet.

*Sölvadalr* återfinnes på JONSSON'S karta vid Iluafjorden. *Tofafjorden* likaledes och slutligen *Herjolfsnäs* med kyrkan, där det nuvarande Igikait med Fredriksdal är beläget.

Fjordarne i österbygden norr om Cap Farvel omnämnas också i en annan urkund, nämligen i IVAR BÅRDSSON'S Grönlands beskrifning, men i omvänd ordning från väster mot öster. Beskrifningen lyder, efter den af F. JONSSON meddelade texten, sålunda: efter att hafva omnämnt Herjolfsnäs och dess hamnplats Sand nämnes:

”Item denn österby som er udj Grönland ligger rett for östen wed Herjolfsnæs och heder Shagafioer dett er enn stoer bye.<sup>2</sup>”

”Item langt öster aff Shagefioerd ligger enn fiord och er icke bygt som heder Berrefjord, och framle i fiorden ligger ett langt reff thuertt for indgangen, saa att ingen store sbiff maa der indkomme, vden daa stoer ström er, och tha nar stoer ström löber, löber der utallige hualle, i den samme Berrefjord wantter aldrig fiske, vdi den samme fiord er allmindelig huaellfisherj och dog mett bicopens loff thj fiordenn ligger till dombfierden, och vdi den fiord ligger en stoer hödöll, en huaells hödöll och förste södenn gaar ud da löber all huallfishen i then samme hödöll”

”Item öster lenger fraa forsbrefne Berrigefjord<sup>3</sup> ligger enn fiord som heder Allumlengre

<sup>1</sup> GRAAH förmodar, att Allumlengri skulle vara den gamla Berrefjord, emedan den är grund vid sin mynning, hvilket säges vara fallet med Berrefjord. Detta är oriktigt; Berrefjord kan, såsom snart skall visas, med full säkerhet identifieras med det nuvarande Itivdiak, hvilket GRAAH icke berest, och namnet Allumlengri passar icke på något annat af sunden än Ikerasarsuak.

<sup>2</sup> Sölvadalr och kolonien vid Skagsudden i Iluafjorden, utgjorde ännu på BÅRDSSON'S (1342) tid en stor bygd, den östligaste i Grönland. Ruiner äro funna ända uppe under jöklarne vid innersta viken af denna fjord (Ilu), från hvilken vägen är lätt öfver bergen både till Vatsdal vid Ketilsfjordens rikt bebyggda platser och till den stora vid östkusten utmynnande fjorden Kangerdlugssuatsiak, vid hvilken missionär Brodbeck 1881 fann den östligaste hittills anträffade ruinen af nordboarnes bostäder vid Narssak på 60° 30' lat.

<sup>3</sup> Dessa uppgifter jämte den orienterande beskrifningen af sundet Allumlengri med dess på gräsbete rika stränder ger en öfversikt af den gamla österbygdens utsträckning österut. Viktigast är dock att denna bygd

hand er möd vden före och megett bredere inden till hand er saa lang att ingen wed ennde paa hannem hand haffner ingen ström i sig, hand er fulld med smaa hollme der ehr noch fugle och egh der er flett land paa bade sider woritt med grönnt gress, saa langt som nogenn mand der faar."

"Item öfter lenger till isbergen ligger en haffen som heder Finsbuder, saa fallit, fordi att i St. Oloffs bröd der ett schiff, som allmindig rögte ganger end vdi dag vdi Grönland att oppaa det schib war St. Oloffs sma suendt, och hand druchnede der med de andre och de som da efter leffde, groffue der neder de döde och reste der op store sten fors paa de dödes graffuer och de stande en vdi dagh.

Item öfter lenger till isbergen liger en stoer öe som heder Kaardöe, ther er allmännigh jagtvedtschaff effter huide biörne, och da med bispens orloff thi den öe hörer dombfierchen till, da er indted öfter lenger, da mand kan see, vden is och sne bade till land och vand."

*Finsbudir*, hamnen vid östkusten, har ännu icke kunnat återfinnas. Den synes hafva varit ganska besökt på 1000-talet men mest begagnats såsom nödhamn, dit man inbärgade skeppsbrutna besättningar och liken af skeppsbrutna från den farliga norra delen af östkusten, såsom t. ex. var fallet med skeppet som förde Olof den heliges hofman. I sagan om Lik-Lodin heter det: »Lika-Lodin tok öknavnet sit derav, at han ofte om sommeren ransaket de nordlige ubygdter og förte til kirken de mandelik som han fandt i huler og bergheller hvartil de var kommet fra isene eller skibbrudd men hos dem laa jevnlig ristade runer om alle haendelserne ved deres uheld og lidelser». Sålunda berättas i en annan saga om Lik-Lodin, att han hade fört Finn Fegins och hans besättnings lik från »*Finnbodarne östanför jöklerne på Grönland*». I NANSEN'S referat p. 217, hvarifrån notisen hämtats, angifves att detta skulle hafva händt något före Harald Hårdrådes fall 1066. Liknande berättelser finnas om skeppsbrott vid östkusten nära jökeln Hvitserk från 1100-talet (Einar Sokkason 1129, Ingimund 1189). Finnbudir har sannolikt varit hvad vi nu för tiden skulle kalla en uthamn, belägen norr om östra inloppen till sunden Allumlengri och Spalsund i närheten af berget Hvitserk. Att den äfven tjänade till hamn för handelsfartyg så sent som vid 1100-talets slut, finner man af berättelsen om Asmund Kastanrazi som anlöpte Finnsbudir 1189 på resa till Island. Det är svårt att förstå deras ståndpunkt som, med dessa vittnesbörd för ögonen från forntiden å ena sidan och med kännedom om hela östkustens absoluta otillgänglighet i nutiden å den andra sidan, påstå »att isförhållandena och klimatet på Grönland äro desamma nu som fordom»!

Denna *ortsbeskrifning* af IVAR BÅRDSSON kompletterar den urgamla handskriftens *seglings-anvisning* och gifver en visserligen icke fullständig men ganska tydlig upplysning om den gamla östbygdens utsträckning mot öster och om några af infarterna till denna bygd såsom t. ex. sunden Allumlengri och Berefjord. Denna sistnämnda kan nu med fullkomlig säkerhet identifieras med sundet Itivdliak genom uppgifterna ifrån HOLM'S resa år 1881. HOLM meddelar: »paa Östsiden af den store Ö der ligger

---

hade en hamn, *Finnbudir vid själfva östkusten*, hvilket emellertid tyckes hafva varit farlig att anlöpa på BÅRDSSON'S tid, då »isen hade kommit från Nordbotn» i sådan myckenhet, att den gamla segelleden »Eriksstefna» hade öfvergifvits och vägen måst förläggas utanför storisen vid Cap Farvel.

öst för Ilua<sup>1</sup> findes et beboet sted der heter Igdlorsuatsikit. Herfra gaar et sund nord i. Det er smalt og begrendset af mægtige steile Fjelde med vildt forrevne Takker og Spidser i de mest forbausende Former. Den nordligste Ende af dette Sund spærres tværs over af en Dæmning, Itivdliak, der bestaar av butkantede Sten og falder tör ved Lavvande. Här uti denna smala fjord som går rätt mot nord mellan de två öarna väster om Eggertz ö hafva vi alltså IVAR BÅRDSSON's Berefjord med dess ref, som hindrade de stora skeppen att inkomma utom vid springflod. Eftersom detta samma stora ref ännu i dag, enligt HOLM, ligger torrt vid ebbtid,<sup>2</sup> kan man sluta, att sydkusten af Grönland icke på 500 år undergått nagon nämnvärd höjning eller sänkning sedan IVAR BÅRDSSON's tid. I geografiskt afseende äro sunden sådana de fordom varit, men i hydrografiskt afseende har förhållandet ändrat sig, hvilket man kan finna af fiskeriförhållandena förr och nu.

Enligt A. JENSEN finnas i nästan alla Sydgrönlands fjordar hälle fisk, röding, lodda och hajar samt en särskild torskart, fjordtorsk. Däremot uppträda vandringslaxen, häljeflundran och hafstorsken (*Gadus Calliaris*) endast såsom gäster på vissa

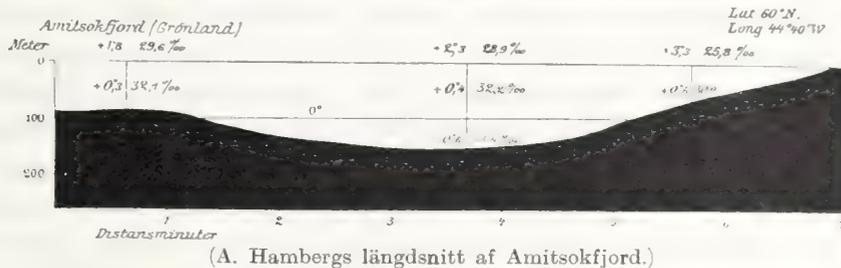


Fig. 14.

bankar utanför Grönlands kust och i de fjordar, där det varma vattnet från de djupare lagren i Davis sund kunna intränga. I Sydgrönlands fjordar finnes den förstnämnda gruppen af fiskar, men icke hafstorsk och häljeflundra, emedan polarströmmens af isen afkylda vatten dominerar på djupet. 1883 gjordes en undersökning af AXEL HAMBERG i en fjord Amitsok straxt norr om Fredriksdal. Ofvanstående längdgenomsnitt af fjorden visar dess tillstånd i augusti.

I fjordar af sådan hydrografisk typ kunna icke våra boreala fiskar lefva. Då man nu har underrättelser om att ett stort fiske af torsk bedrefs i forntiden i österbygden och t. o. m. vid Gunbjörnskär, kan man antaga att isförhållandena då voro gynnsammare.

Jag kommer nu till isförhållandenas inverkan på Grönlands klimat.

Efter drifisens framträngande förbi Cap Farvel till västkusten af Grönland befinna sig de forna väst- och östbygderna mellan två is-regioner under sommaren: inlandsisen och hafsisen. Det är klart att denna orsak ensam är tillräcklig att förklara den olikhet man finner mellan Grönlands gamla klimat och det nu härskande. Den som utgår från antagandet, att allting nu är som fordom, såsom NANSEN och andra gjort, ledes lätt af en sådan åsikt att betvifla trovärdigheten af de gamla

<sup>1</sup> Med Ilua menas här en handelsplats på sydkusten (se kartan), icke fjorden af samma namn.

<sup>2</sup> Itivdliak är alltså snarare att anse för en fjord än ett sund.

urkundernas utsaga om landets fruktbarhet och odling. Så finner t. ex. NANSEN i IVAR BÅRDSSON's utsaga:

»item vdi Grönland kommir aldrih store stormeveder» »item sne kommer megen udj Grönland, der er icke saa kalldt som i Issland eller Norge, der voxer paa høye fielliden och nedre vnder de aaldes (eller oldenn, d. e. Træfrugt; e. l. oldnorsk: aldin) frugt saa store som nogre eble och goede att ede, ther voxer den beste huede som veree maa» innehåller den ena orimligheten värre än den andra, föreställningar som NANSEN anser hafva uppstått genom sammanblandning med berättelserna om Vinland.

Om man besinnar att Grönlands Österbygd ligger på samma breddgrad som Sognefjord och Hardangerfjord i Norge, och att det inne i Sognefjord och Söndfjord finnas gårdar som ligga omedelbart under den största gletscher, Jostedalsbraeen, som finnes i Europa, men det oaktadt årligen skörda de bästa trädfrukter (äpplen, körsbär m. m.), så finner man, att BÅRDSSON's utsaga icke innebär någon orimlighet hvad det inre af den grönländska östbygden beträffar, hvars fruktbarhet äfven under nuvarande omständigheter väckt resandes såsom NORDENSKIÖLD's o. a. förvåning. På den tid då endast inlandsisen bakom bygden existerade men intet isband framför kusten måste dessa bygders klimat liknat fjordarnes på Norges västkust. Visserligen får man icke af klimatets likhet sluta till att vegetationen och djurlifvet varit desamma i Grönland och i Norge på vikingatiden, ty detta beror på invandringen eller inplanteringen af växt- och djurformer från yttre världen. I detta afseende var Grönland ojämförligt sämre lottadt än Norge på grund af sitt geografiskt afskilda läge. För tusen år sedan hade alla våra vanliga skogsträd utom granen redan hunnit invandra till Norges västkust under det endast björken blifvit hemmastadd i Grönland (och Island). Man har ingen anledning antaga, att de gamle nordboarne tänkt på plantering af skogsträd, men man kan med visshet antaga, att i alla länder där munkkloster anlagts, fruktträd inplanterats och trädgårdsskötsel bedrifvits med ifver och skicklighet. Därför är BÅRDSSON's utsaga, att där under de höga fjällen växte träd som buro stora äpplen goda att äta, fullt trovärdig. Då det berättas att urinvånarne på Island också lifnärde sig om vintern af trädfrukt som de odlat under sommaren, bör man erinra att dessa urinnevånare voro kristna munkar och anakoreter, hvilka från sitt hemland Irland voro väl förtrogna med trädgårdsskötsel, och att de klimatiska förhållandena på Island på 700-talet, då den ofta återkommande isblockaden af kusten ej ännu börjat, torde hafva varit helt andra än nu, ehuru väl Island med hänsyn särskildt till fruktodling troligen varit vida sämre lottadt än Grönland, som hade ett mycket mera skyddadt läge.

Hvad spannmålsodlingen beträffar måste man yttra sig med försiktighet, emedan den beror ej endast på klimatet i allmänhet utan på lokala förhållanden såsom nattfroster o. s. v. Det är antagligt att det gamla Grönland ej varit särdeles lämpligt för spannmålsodling, men att i vissa trakter äfven hvete af bästa beskaffenhet kunnat växa. Redan om Erik Röde nämnes i sagan att brist på korn till malt förekom, och Kongaspegeln, som medger att säd odlas på Grönland, anser likväl att detta ej skett allmänt utan att kolonisterna i allmänhet varit hänvisade till utländsk import för att fylla sina behof af spannmål och byggnadsvirke.

Men ifråga om betesmarker har Grönland utan tvifvel varit lika väl lottadt som något af de nordiska länderna och kreatursuppfödning jämte fiske synes hafva gifvit kolonisterna riklig utkomst tills isblockaden framför kusten dref bort fiskstimmen från deras lekplatser och förkortade vegetationstiden så, att boskapen maste stallfordras under större delen af året.<sup>1</sup> Verknigen däraf kan bäst märkas på det nuvarande tillståndet. Kreatursbesättningen i Grönland uppgår troligen ej till ett hundratal djur f. n. oaktadt det ekonomiska tillståndet är i starkt uppgående och befolkningen minst lika talrik som under vikingatiden. På 1780-talet fanns troligen icke ett enda exemplar af släktet *Bos taurus* på Grönland (enl. CRANTZ).

Kommendör HOLM, som under flera år studerat förhållandena i Julianehaabs distrikt och besökt omkring 100 ruingrupper efter gamla nordmannabostäder, yttrar härom:

»Om sommaren har der i omegnen af alle de store Ruingrupper været rigelig Foder for større Flokker Koer og Faar, men hvorledes man i hine Tider har kunnet samle tilstrækkeligt Vinterfoder til Kreaturerne synes vanskeligt at forstaa naar man ikke vil antage at Klimatet tidligere har været mildere saa at Kreaturerne have kunnet gaa ude i længere Tid af Aaret end nu er Tilfældet. At Isdriften langs Kysten er tiltaget i den historiske Tid nævnes i gamle Beretninger og synes at være en nødvendig Betingelse for Forstaaelsen af hvorledes de gamle Nordboer har kunnet besejle det nuværende Julianehaabs Distrikt, og man vil endvidere ikke kunne benægte at denne Is der nu ligger overalt udenfor denne Del af Landet betydelig forøger Veirligets Strængthed.»

En annan följd af klimatförsämringen genom isblockaden, hvarpå man icke varit uppmärksam, är att inlandsisen under en längre tid tyckes hafva ryckt framåt,<sup>2</sup> så att några af de gamla ruingrupperna blifvit begrafda under istäcket. Arkeologen kapten BRUNN har upptäckt nordboruiner, som ligga ytterst svårtillgängligt inklämda mellan gletscher och elfvar. Frågan hvarför man byggt gårdar på sådana platser kanske kan besvaras salunda: att läget efteråt försämrats genom gletschers framryckande. I det innersta af Iluafjorden fann HOLM 4 ruiner alldeles under gletschern och eskimåerna visste berätta, att under dessa gletscher en hel bygd med ruiner, en kyrkogård m. m. ligga begrafda. Då man ännu på långt när icke återfunnit alla de bygder med kyrkor o. s. v. som uppräknas i den gamla Chorografien synes det icke vara omöjligt, att en del af den gamla österbygden under de förflutna 500 åren hunnit döljas af den framryckande inlandsisen. En egendomlig omständighet, nämligen den under tidernas lopp inträffade förväxlingen af namnen på landmärkena vid

<sup>1</sup> Förkortningen af vegetationsperioden gällde våren och sommaren, icke hösten. Vid Igalikofjorden kan boskapen ofta gå ute på bete ända till jul.

Kungaspegeln meddelar, att det fanns stora och goda gårdar på Grönland, där folket håller mycken boskap och får och drifver stor smör- och osttillverkning. Vi måste tänka oss det forna Grönland såsom ett kustland med stora fjordar liksom Norge, med öppet isfritt haf utanför och med jämförelsevis varmt vatten på kustbanken på de ställen där denna var så grund, att det kunde uppvärmas af solen. Detta sker äfven nu i en viss grad på eftersommaren, och då infinna sig stim af torsk och hälljetundra. Men afkylningen från driftisen hindrar nu för tiden torsken att begagna dessa bankar (hellelundrebanken, Fyllas bank m. fl.) till lekplatser, hvilket där- emot antagligen var fallet i forntiden.

<sup>2</sup> I nuvarande tid har man vissa anledningar att tro att den går tillbaka.

Grönlands östkust, Hvitserk och Blåserk, kan måhända finna sin förklaring i detta sammanhang. NANSEN yttrar p. 223 härom:

»Værre er det med de to navne Blaaserk og Hvitserk som særlig i senere tid kom til at bli de hyppigst nævnte. De er ofte blit blandet sammen og forvexlet, og mens Blåserkr nævnes i de ældste kilder, blir navnet Hvitserkr mer og mer almindelig i yngre kilder. Ofte har nyere forfattere opfattet dem som staaende i et visst motsætningsforhold til hinanden i det den ene skulde betegne en mørk brøe eller fjeldtop og det andet en hvid, hvilket jo ogsaa kunde forekomme naturlig. Men det er paafaldende, at mens alene Blaserkr nævnes i de ældste kilder som Landnavna (og Eirik Raudes saga i Hauksbók) så forsvinder det snart næsten helt fra literaturen og fortrænges av Hvitserkr som först nævnes i håndskrifter fra det 14 århundrede og senere; og i håndskriftet (A. M. 557 qv.) fra 15 århundrede av Eirik Raudes saga (likesom i andre sene utdrag av samme saga), står det Hvitserkr istedenfor Blåserkr. Ikke i noget islandsk håndskrift har jeg fundet begge navne brukt samtidig, det er enten det ene eller det andet, og ingenstedes findes begge omtalt som to forskjellige steder på Grönlands kyst. Det tör derfor være noget forhastet når man hittil uten videre har gåt ut fra at det skulde være to »fjeld», det ene et stykke nord på Grönlands östkyst mens det andet skulde ligge nær Cap Farvel. Allerede tidlig opfattedes de som fjeld.»

Gåtans förklaring synes vara denna:

Hvitserk, det höga berget, som var landkänning af Grönland och i senare tid bar ett sjömärke »för att varna de sjöfarande för Grönland», var efter allas mening beläget i närheten af Cap Farvel<sup>1</sup> — enligt FINNUR JONSSON's mening var det identiskt med Cap Farvel. Som bekant, är sydspetsen af Grönland äfven nuförtiden icke täckt af is, men straxt norr om det nordligaste sundet, Allumlengri, i den sydgrönländska arkipelagen, vidtager ett vildt alplandskap med några af de högsta fjälltoppar som finnas på hela östkusten, hvilka numera mest äro snötäckta och torde omgifvas, väl icke af själfva inlandsisen, men af mer och mindre sammanhängande gletscher. I denna trakt har man efter min mening att söka de gamla sagornas Blåserk, hvilket på Erik Rödes tid med skäl benämndes så, *emedan det då ännu ej var omgifvet af is och snö*, hvilket inträffade några århundraden senare under isblockadens och klimatförsämringens inflytande och förorsakade att namnet Blåserk (blå = svart) förändrades till »Hvitserk».

Blåserk, alias Hvitserk, spelar en viktig roll i alla de gamla segelanvisningarne, emedan den var landmärke af Grönland.

Erik Röde hade för afsikt att uppsöka Gunbjörnskär. Han kom från hafvet till land vid Midjökeln (eller »Mikla»jökeln) och det ställe som kallas Blåserk. I BJÖRN JONSSON's afskrift heter det:

”item fraa Sneffeljnes aff Island som er staðist till Grönland 2 dage thou netters segling rett i wester att Jeylle och da ligger Gunbjörnshier rett paa mittvegen emellum Grönland och Island.”

<sup>1</sup> I IVAR BÄRDSSON's beskrifning kallas Hvitserk »ett höitt Bergh, nær Hvarf...»

Liksom öfverallt i det föregående låta vi urkundens ord gälla sådana de äro<sup>1</sup> och finna då, att med Gunbjörnskär måste afses ögruppen kring Cap Dan, hvilken ligger nästan rätt i väster från Snefellsnes på Island (Cap Dan ligger på 65° 36' och Snefellsnes på 64° 50' lat.). Enligt BÅRDSSON's uppgift skulle vikingaskeppen med segel (och rodd) behöfva 2 dygn för att tillryggalägga denna distans. Lika lång tid skulle man behöfva för att ifrån Gunbjörnskär som låg »rett paa mittvegen» uppnå Grönlands bygd. Man skulle då komma till trakten mellan 60:de och 61:sta breddgraden vid Grönlands ostkust, hvarest den gamla Eystribygd begynte. Man hade då passerat den stora jökeln Puisortok<sup>2</sup> på 62:dra breddgraden och det något sydligare belägna höga berget Bläserk som då ännu ej var isklädt. Därmed befann man sig vid resans mål, nämligen framför Spalsund (Ikek), som var östra inloppet till österbygden.

”Thette war gammelt seyling” (IVAR BÅRDSSON).

Därmed synes den mycket omskrifna Eriksstefnans gåta vara löst. Vi hafva nu att tillse huru de gamla märkena förlikas med den nya leden.

”en nu er kommen is vdaff landnord botne saea ner forschreffne sber att ingen vden liffs fare denn gamble leed seyle som her effter höres” — —

”item de som segle ville vdaff Betgen rettledes till Grönmland och komme icke till Island da skulle de seyle rett vdi wester . . . og saa med forenewnte westelede sball hand komme vnder det høye land vdi Grönmland som heter Suarff, enn dag tillformu för mand fand se forsbrefne Suarff sball hand se ett andet høitt bergh som heder Suidserch ennd vnder fornewnte thou fiellid som Suarff heder och Suidserch liger edt nes som heder Serrioldz nes och der wed liger en haffen som heder Sand allmindelig haffen for Normend och Rjõbmend.”

Det finnes ett i senare tid gjordt tillägg till IVAR BÅRDSSON's beskrifning på den nya leden från Island till Grönland af följande lydelse (Gr. Hist. Mind. III, p. 491):

”item er mand sonden fra Breedefjord i Island liggendis, da sball hand prise Wester saa laenge (indtil) han seer Suidserch i Grönland och siden prise Sydwest, saa laenge (indtil) fornesnte Suidserch staar i Norden; saa maa mand med Guds Sjielp friligen söge Grönland foruden stor fare for Is og med Guds Sjielp finder da Eriksfjorden.”

Äfven på denna segelled möta vi Hvitserk såsom landmärke. Meningen är: Man skall segla söder om Island, om man kommer från Norge, och styra mot väster, tills man får sikte på det höga berget Hvitserk och bringa detta i nord, därpå skall man styra mot nordväst på det höga berget Hvarf, som är en dagsresa längre bort

<sup>1</sup> Förvirringen angående belägenheten af Hvitserk och Gunbjörnskär har uppstått därigenom, att man icke tänkt på möjligheten, att man i forntiden på två vägar kunde inkomma i östbygden, nämligen dels från östra, dels från västra sidan. Om man utgår från den åsikten, att Erik nödvändigt måste kringsegla Cap Farvel för att uppnå Herjolfsnes, blir uppgiften att Gunbjörnskär lag »rett mittvegs» mellan Island och Grönland obegriplig.

<sup>2</sup> Denna är antagligen Midt-jökeln eller den »Mikla» (stora) Jökeln som Erik fann. Den utgör ett landmärke från sjön, på hvilket man icke kan misstaga sig när man seglar Eriks led. NANSEN har på sin tid en förtoning däraf tagen under hans Grönlandsfärd 1888. NORDENSKIÖLD beskrifver utsikten öfver denna del af östkusten sålunda:

»på eftermiddagen (vid 62° 15' Lat.) hade vi en härlig utsikt öfver alplandet vid kusten. Det bildades af vilda bergskedjor med isfyllda dalar och snötäckta bergstoppar, hvilka helt säkert madde en höjd af ett par tusen meter.»

än Hvitserk. Mellan (»vnder») dessa båda höga landmärken ligger Herjolfsnes och Sand. Kommer man från Island skall man styra mot väster ett dygn, därpå böja af mot sydväst för att undvika isen som ligger kring Gunbjörnskär tills man får landkänning af Hvitserk, därpå är det en dags segling mot nordväst till Hvarf o. s. v. Svårigheten ligger uti att förstå, huru ett och samma berg, Hvitserk, kunnat bilda landkänning för *båda* kurserna, den gamla och den nya. BÅRDSSON's uppgift, att Herjolfsnes ligger midt emellan båda bergen, Hvarf och Hvitserk, har fått FINNUR JONSSON att antaga att Hvitserk är själfva Cap Farvel. Detta kan ej vara riktigt, om man tager höjdförhållandena med i räkningen. Cap Farvel är visserligen en ganska hög klippa (c:a 900 fot) och skulle utgöra ett godt landmärke i och för sig om det hade lägre bakgrund, och ifall man skulle segla nära förbi densamma. Men



Fig. 15. Cap Farvel.  
Efter fotografi af Löjtnant Kjellström.

den faller alldeles undan, såsom synes af förtoningen å sjökortet, i jämförelse med de höga bergen på Christian IV:s ö och Grönlands fastland bakom, hvilka visserligen äro belägna c:a 30 engelska mil norr om Cap Farvel men på grund af sin höjd (de äro de högsta i hela Sydgrönland, omkring 5 à 6,000 fot höga<sup>1</sup>) måste synas för seglaren söderifrån på en distans af omkr. 150 kilometer, där Cap Farvel ännu ej höjt sig öfver horisonten. Och man måste antaga, att segelanvisningen för den nya leden, som upptogs för att undvika isen, förutsätter, att seglaren håller sig på vederbörligt afstånd från Cap Farvel, som är omgifvet af malströmmar och i senare tid äfven af

<sup>1</sup> T. ex. fjället Igdlorsak som är 5,830 fot högt.

I GARDE's Kursanvisning för Grönlands Beseiling heter det:

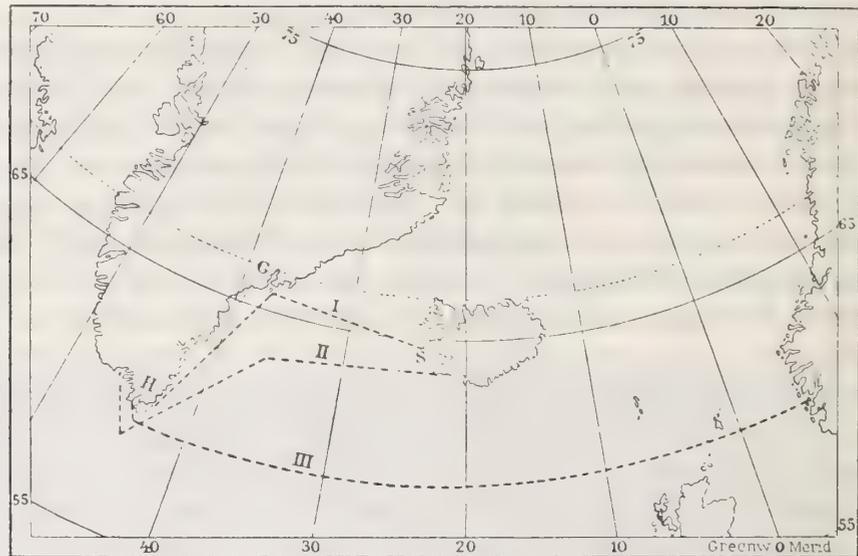
»Selve Kap Farvel kan ikke ses paa lang Astand da det kun er 900 Fod højt. Landet Nord derfor bestaar derimod af stejle forrevne skjønne Fjelde paa intil 7—8000 Fods højde der kunne ses helt ned til 50<sup>1</sup>/<sub>2</sub>° Bredde.»

drifis. Man förstår, att tillägget till BÅRDSSON's segelanvisning: att man skall bringa det höga berget Hvitserk i nord, innan man styr upp efter västkusten med kurs på Hvarf och Eriksfjord, är grundad på erfarenhet.

De många öfriga segelanvisningar till Grönland som finnas upptagna i Gr. Hist. Mindesm. stämma ganska väl öfverens med dessa, men de äro fragmentariska och oklara till följd af ovissa uppgifter om distanser och om farten (luger söes: o. s. v.) och förtjäna ej vitsord emot BÅRDSSON's och BJÖRN JONSSON's, som äro så klara och rediga, att de skulle kunna begagnas än i dag, ifall förhållandena vore sådana som i forntiden. Nu äro sunden i den sydgrönländska arkipelagen uppfyllda af is. Därmed är den gamla leden »Eriksstefna» stängd. Och Cap Farvel är nu så omgifven af drifis och inhöljd i dimma och stormskyar, att den sällan kommer i sikte. Ännu sällsyntare torde det vara att alplandet bortom Cap Farvel kan siktas söderifran, åtminstone på så nära håll som förtoningen angifver. Icke heller gar det an att numera styra kurs direkt på Hvarfsgnipa (Cap Egede) och gå in till Herjolfsnäs, det nuvarande Fredriksdal, som är så oåtkomligt att NORDENSKIÖLD's fartyg, Sofia, af missionärerna ansågs vara det första skepp från Europa som ankrat i hamnen sedan oldtiden (se p. 391 i Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland). Det landmärke man nu skall styra på är Cap Desolation för att därefter genom sundet Tor-sukatak vid Nunarsuit och andra inre sund leta sig fram innanför isgördeln till den gamla Österbygdens fjordar (se kartorna å p. 50).

Det finnes emellertid en uppgift som förtjänar närmare granskning, nämligen BJÖRN JONSSON's beskrifning (i Gripla) på de tre jöklarne på Grönlands ostkust: »till den ena jökeln hade ingen undersökt (naturligtvis den nordligaste), till den andra är en månads färd, till den tredje en veckas; den är närmast bygden, den heter Hvitserk, där viker landet mot nord». GISLE BRYNJULFSSON har förklaradt detta ställe sålunda, att BJÖRN JONSSON icke afsett härmed någon färd från Island (med de snabbseglande vikingaskeppen), utan en färd med roddbåtar från den sydligaste delen af Österbygden mot öster och norr. Med sådan lägenhet beräknar BRYNJULFSSON att man hinner omkring 30 eng. mil om dagen och alltså efter en vecka bör kunna uppnå Puisortokgletschern, hvilken BRYNJULFSSON håller för att vara Hvitserk. Äfven om man med grönländska roddbåtar skulle kunna i smult vatten göra så långa dagsresor som 30 mil, så räcker enligt GRAAH's, GIESECKE's, HOLM's m. fl. erfarenhet icke en vecka till för att från Ilua eller Fredriksdal framtränga genom sunden till östkusten vid 60° och därifrån nordöfver till Puisortokgletschern på 62° 10'. Därtill fordras snarare 6 veckor än 6 dagar under nuvarande förhållanden. Om man också med BRYNJULFSSON antager, att isförhållandena mellan Cap Farvel och Puisortok varit bättre på BJÖRN JONSSON's tid än nu, så att man roende kunde uppnå 62:dra breddgraden från Ilua på 6 dagar, så slår likväl icke alls Griplas beskrifning in på Hvitserk, ty det heter: »den är närmast bygden, der viker landet mot Nord», hvilket icke kan sägas vara fallet vid Puisortok. Däremot passar Griplas beskrifning in på höglandet mellan sundet Allumlengri och fjorden Kangerdluksuatsiak, hvarest de högsta bergtopparne i hela Sydgrönland ligga. Om man förutsätter isfritt vatten, skulle man mycket väl kunna på en vecka uppnå östkusten utanför detta alpland

vid  $60^{\circ}$ — $60^{\circ} 15'$  lat. roende från Ilua genom något af sunden Ikek eller Allumlengri. Där, vid östra mynningen af sunden, »viker kusten verkligen mot Nord».



Gamla segelleder till Grönland 1000—1200. I. Eriks stefna (S = Snefelsnæs, G = Gunbjörnskär). II och III. Segelleder angifna af Ivar Bårdsson 1200—1400.

Fig. 16.

Det är äfven betydelsefullt, att alla expeditioner som under 15:de, 16:de och 17:de århundradet utsändes för att uppsöka de förlorade bygderna alltid försökte och hade instruktioner att intränga dit från östsidan af Grönland samt att på kartorna



Nuvarande segelled till Grönland ( $\triangle$  = grupper af isberg sommaren 1893).

Fig. 17.

öfver Grönland från 15—1600-talen, t. ex. på THORLACII karta, de två sunden mellan Cap Farvel och Grönlands fastland spela en stor roll. Dessa kartor äro så godt som betydelselösa för det problem som sysselsätter oss här, och sedan de två sunden förväx-lats med de af FROBISHER upptäckta infarterna på Amerikas kust, har en ofruktbar

diskussion om dessa gamla kartor uppstått bland geograferna, hvilken här förbigås. Men själfva den omständighet, att man på dessa kartor tecknat in två sund genom Grönlands sydspets, har betydelse, emedan den visar, att traditionen från Eriksstefna om infartslederna från Grönlands östkust till den gamla Österbygden fortlevat genom flera århundraden, länge sedan dessa infarter stängts af isen från Nordbotn.

Konturlinierna af en dylik karta från 1600-talet, som af HANS PETERSSON påträffats i British Museums Arkiv meddelas här.

Det är tydligt, att äfven isförhållandena i Davis sund och Baffins bay på vikingatiden måste varit olika de nuvarande. Den grönländska isströmmen bidrager årligen med en betydlig kontingent till drifisen i Davis sund. Om denna uteblir måste ismängden därstädes liksom äfven i Labradorströmmen minskas. Därtill kommer att en minskning uti polarströmmens ismassor endast kan härleda sig från en jämnare värmetransport medelst golfströmsgrenarne, och att äfven den gren, hvilken går uppåt Davis sund, måste hafva deltagit uti denna värmetransport till de arktiska trakterna. Vi hafva alltså a priori skäl att antaga, att Labradorströmmen icke varit isförande eller åtminstone icke isförande<sup>1</sup> i samma grad nu som under medeltiden. Man finner också denna slutsats bekräftad af det märkliga förhållandet, att i sagorna om Vinlandsfärderna och i urkunderna därom från år 1000 till medeltidens slut icke ett ord nämnes om ishinder, som stört samtrafiken mellan Grönland och Amerika.<sup>2</sup> Det är otänkbart, att de grönländska kolonisterna skulle hafva kunnat landa på Labradors och Newfoundlands kust utan att hafva kommit i kontakt med drifisen och isbergen i Labradorströmmen om förhållandena liknat nutidens.



A map of the regions & countries round the North Pole by JOHN SELLER, Hydrographer to the King. (van Loos Atlas 1666.

Fig. 18.

Den absoluta tystnad som häfderna iakttaga härom väcker eftertanke, i synnerhet när man finner att berättelserna om CABOT, som upptäckte Newfoundland 1497, icke heller omnämna is eller ishindring. I de berättelser som finnas om den yngre SEBASTIAN CABOT's resor 1508—9 till Amerikas kust (men anses mera osäkra) säges att han framträngt ända till 60° lat. Man fann där stora öar af is (isberg) och en mängd is i hafvet öfver 100 famnars djup (d. v. s. man befann sig i Labradorströmmen). Men vid en senare resa 1516 eller 17 säges han ha framträngt ända till 67½° d. 20 juni och funnit där öppet vatten utan ishinder. Detta är en af anledningarna till att NANSEN, som finner det oförklarligt att isen vid Newfoundland icke omnämns i samband med den äldre CABOT's resa, betviflar att SEBASTIAN CABOT någonsin företagit sina resor i dessa trakter 1516 eller 1517.

Det må förhålla sig huru som helst därmed; visst är likväl, att underrättelserna om is utanför Amerikas kust börja framkomma först på 1500-talet, ehuru förbindelsen med Nordamerika existerat redan på 1000-talet, och minnesmärken därom finnas

<sup>1</sup> Sådana uttryck i sagorna som: »jag klöf den kalla strömmen» o. d. bevisa icke att man seglat genom isfyllda farvatten, ty kalla hafsströmmar hade man naturligtvis äfven på vikingatiden kring Island och Grönland.

<sup>2</sup> Se härom FINNUR JONSSON's yttrande å p. 32.

i den äldre litteraturen, hvars tystnad i fråga om isförhållandena, dimman m. m. i de amerikanska farvattnen skulle vara alldeles oförklarliga, i händelse Labradorströmmen under dessa sekler haft samma karaktär som den nu har.

Först från 1500-talets början ingå berättelser om is i de amerikanska farvattnen, 1501 ifrån CORTE REALES resor (till Newfoundland), 1534 (till St. Lorenzo-viken) samt från FROBISHER'S 1576—1578 och DAVIE'S 1585—1587. Underrättelserna om is från denna tid äro emellertid sparsamma och i allmänhet tyckes upptäcktsfärderna längs Amerikas kust under 1500-talet icke hafva varit hindrade af is, under det däremot Grönlands östkust på den tiden redan var blockerad däraf och alldeles otillgänglig. På 1600-talet inträder en förändring häruti och man finner i berättelser om HUDSON'S 3:dje och sista resa beskrifningar om is och ishinder som låta oss förstå, att förhållandena börjat närma sig nutidens, åtminstone vid Labradors kuster. En anmärkningsvärd omständighet är emellertid, att HUDSON vid sitt framträngande öfver Newfoundlandbanken vid 44°—45°, hvarest han lodade och fiskade,<sup>1</sup> ej förefann någon is på banken. Vidare att han vid sitt framträngande mot sydväst mot New Brunswick, Nova Scotia och den amerikanska kusten öfverallt fann vädret mycket varmt, landet utomordentligt fruktbart och bevuxet med *vinrankor* med »goodly grapes», rosenträd o. s. v. Med indianerna förde han omväxlande strid och byteshandel, hvarvid erhöles »greene tobacco», »Indian Wheate and Maize whereof they make good bread» o. s. v. Ifall de gamla grönländarnes Vinlandsfärder sträckt sig förbi Newfoundland (Markland?) mot sydost, såsom G. STORM anses hafva visat, så finnes intet hinder från klimatets sida, att ju icke sagans berättelse om vinet och hvetet kan vara sann.

Frågan om Vinland och dess produkter har i senare tid ytterligare komplicerats, dels genom den amerikanske professor FERNALD'S arbete, hvaruti sagornas Vinland förlägges till Labrador och drufvorna förvandlas till tranbär,<sup>2</sup> hvetet till strandråg<sup>3</sup> o. s. v., dels<sup>4</sup> genom NANSEN'S framställning i kap. 14 i Taakeheimen, hvarest NANSEN låter de isländska sagornas innehåll drunkna i MOLTKE MOE'S fabelvärld.

<sup>1</sup> Fisket vid Newfoundland kom i gång redan kort efter CABOT'S upptäckt af landet 1477.

<sup>2</sup> »red cranberries».

<sup>3</sup> »strandgræs».

<sup>4</sup> Här är icke platsen att diskutera frågan om Vinlands produkter men jag måste framhålla, att från klimatets sida något hinder ej kan finnas för att verkliga drufvor af de 3 i N. Amerika inhemska vinranksorterna kunde hafva påträffats af Leif och hans folk.

Om man har föreställningen att de gamla vikingarne tagit tranbär för drufvor, så har man väl ej skäl misstänka, att HUDSON och hans folk 600 år senare varit lika oerfarna.

Hvetet erfordrar följande klimatiska villkor: en vegetationstid från groningen till mognaden af c:a 108 dygn (i Ottawa i Canada) till 137 dygn (i Alaska). Groningen kan icke försiggå vid lägre temperatur än 5° C. och minst 1,100 »dagsgrader» erfordras. Dessa villkor uppfyllas nu för tiden i N. Amerika äfven i Nova Scotia. Hvetegränsen går öfver Lake Superior och S. Lorenzo-viken. Labrador uppfyller icke dessa villkor och icke heller det nuvarande Sydgrönland; huruvida under de klimatförhållanden som rådde före isblockadens inträdande hvetedodling i Sydgrönland varit möjlig, kan icke bestämdt afgöras men är alls icke otroligt. (Enl. F. T. MUSTEAD'S: The climatic limits of wheat cultivation with special reference to N. America. Geogr. Journ. 1911.)

## III.

**Klimatförändringar i länderna vid Atlantens östra sida vid medeltidens slut.**

Förändringarna, som under medeltidens sista århundraden inträffade i norra Europa, visade sig hufvudsakligen genom

A. Stormfloder i Nordsjön och Östersjön.

B. Isläggning af Östersjön och Kattegat under vissa vintrar.

C. Sillfiskets förflyttning från Östersjön och Öresund till norra Kattegat, Skagerak och Nordsjön.

Den följande framställningen skall visa, att dessa fenomen äro periodiska verkningar af den tidvattenbildande kraftens variation, hvilka skola återkomma i framtiden likavisst som de inträffat förut i historisk och förhistorisk tid.

## A.

**Stormfloder.**

Under fjortonde århundradet inträffade ej mindre än 19 stora stormfloder på Nordsjökusten af sådan våldsamt och med så förhärjande verkningar, att de sakna motstycke i senare tid. Det är anmärkningsvärdt, att 18 af dem inträffade under vintern d. v. s. mellan höst- och vårdagjämningen och oftast, såsom man kan se af följande förteckning, som är hämtad ur R. HENNIG's Katalog bemerkenswerther Witterungserreignisse von der ältesten Zeit bis zum Jahre 1800, *nära tiden för vintersolståndet*.

Holland hade redan under den tidigare medeltiden varit utsatt för en omgestaltning, hvilken dock ej ensamt förorsakades af våldsamma stormfloder utan jämväl af markens beskaffenhet och den omständigheten, att kusten är stadd i långsamt sjunkande. Därtill kommo öfversvämningar af floderna som bortförde den lösa jorden i torfmossar. Inre delen af Zuidersee utgjordes nämligen på romartiden af en grund insjö, Lacus Flevo, hvars stränder vidgades genom erosion af floderna. Därtill kom stormflodernas angrepp på hafsstranden. Massdiep vid Helder bildades sålunda redan i 5:te eller 6:te århundradet. Under den senare medeltiden härjades

kusten af stormfloder 1170, 1237, 1250, 1287, 1395, 1400, bland hvilka trenne utmärkte sig genom sina förstörande verkningar. 1170 genombröts landtungan mellan Nordholland och Friesland, 1250 utvidgade hafvet sitt område till Enkhuizen därigenom att landet omkring den nuvarande ön Wieringen uppslukades, därpå följde slutakten 1287, hvilken af HENNIG beskrifves sålunda: »1287, 14 Dez; — ausserordentlich schwere Sturmflut der Nordsee wobei mehr als 80,000 Menschen umkamen. Das Meer bricht in den s. g. Lacus Flevo durch und bildet so die heutige Zuidersee. Gleichzeitig Sturmflut in Norfolk und Suffolk.»

Alldenstund den nyare geografiska forskningen har benägenhet att betvifla de gamla krönikornas berättelser, hvilka i flera fall visat sig öfverdrifna och osäkra i afseende på årtal o. s. v., har jag vändt mig till professor E. VAN EVERDINGEN i De Bilt för att erhålla belysande uppgifter ifrån annat håll än krönike-litteraturen. Professor VAN EVERDINGEN har godhetsfullt meddelat följande angående Holland:

Es darf als feststehend angenommen werden:

1. Die Bildung der Zuidersee fängt schon sehr frühe an. Schon 333 wird von einer Sturmflut gesprochen welche zwischen Texel und Wieringen grössere Schaden hergerichtet haben soll; 839 wütete ein Sturm bei dem ganz Friesland überflutet wurde und ein sehr bekannter Wald bei Vollenhoven fortgeführt wurde; bei der Flut des 1 Novembers 1170 (se ofvan) stieg das Wasser sehr hoch im *südlichen* Teil der jetzigen Zuidersee.

Aber bei diesen Fluten wurde nicht direkt ein Meer gebildet — bald nachher strömte das Wasser zurück oder wurden die überfluteten Landteile neu eingedeicht; nach 1255 soll man nur mit Hülfe eines Springstockes von Enkhuizen nach Stavoren zu Fuss gegangen sein (se ofvan: 1250). Erst viel später ist ein wirkliches Meer gebildet: etwa 1395 soll man angefangen haben südlich von Enkhuizen Schiffahrt zu treiben.

2. Wirklich glaubenswürdige Nachrichten über Verschwinden von Dörfern und Umkommen von Menschen sind kaum vorhanden. Gerade weil schon seit der Römerzeit eine offene Verbindung des Lacus Flevo mit der Nordsee bestanden haben soll und die Chroniken jedenfalls über zahllose Sturmfluten berichten, kann man auch kaum glauben dass die vorsichtigen Holländer ihre Wohnstätten an so gefährlichen Stellen gegründet haben sollten.

3. 1251 wird von keiner friesischen Chronik erwähnt, 1250 aber von vielen.

4. Die Entstehung der Dollart ist nur teilweise Naturkräfte zu verdanken — ein Krieg bei dem Schleusen zerstört wurden hat 1413 die Katastrophe herbeigeführt.

5. Ramaer nimmt entschieden an dass der Boden unseres Vaterlandes sich allmählich gesenkt hat und dass dies besonders in Zeeland grosse Landverluste herbeigeführt hat.»

Äfven om man bortser från de måhända öfverdrifna berättelserna om stormfloder, som uppslukat städer och byar och medfört enorma förluster af människolif, framgår det af allt, att den holländska kusten varit utsatt för förstöring genom flera samverkande orsaker under medeltiden och att de stora stormfloderna på 1100-, 1200- och 1300-talen markera slutkatastroferna i förstöringen, ehuru väl de icke ensamma frambragt den.

Under det fjortonde århundradet var den friesiska och schleswigska kusten i synnerhet utsatt för dylika förstörelser. Det finnes härom en rik litteratur från nyare tid. Ur det senast utgifna arbetet härom må följande<sup>1</sup> citeras:

»Wahrscheinlich bildeten die (Friesischen) Inseln in alten Zeiten eine zusammenhängende Dünenkette nur durchflossen von den grösseren Flüssen. Der ganzen Bodengestaltung bei den friesischen Inseln und im ausgedehnten Wassergebiet ist nach Krümmel erst durch die Gezeitenströmung der charakteristische Typ aufge-

<sup>1</sup> H. Poppen: Die Sandbänke an der Küste der deutschen Bucht. Ann. d. Hydrographie 1912 VI, p. 255.

druckt worden (Peterm. Mitt. 1889, s. 129 ff.). Die säkulare Senkung, von der die Dargschichten unter der Marsch und die submarinen Wälder und Moore Zeugnis ablegen, so wie der, nach Browne an der Schwelle der historischen Zeit, nach Walther vor 6,000 bis 8,000 Jahren, erfolgte Durchbruch des anglo-französischen Isthmus, ferner der stärkere Fluthwechsel, der ja erst nach diesem Ereigniss besonders in die Erscheinung tritt, machten ihre verheerenden Einwirkungen auf die Dünenkette geltend» — — —

Enligt krönikornas utsago omformades Nordsjöns södra och östra kust genom stormfloder under 14:de århundradet och erhöj sin nuvarande gestalt.

Den 16 januari 1300 uppslukades hälften af ön Helgoland samt flera andra öar af hafvet. Samma öde undergick ön Borkum 16 jan. 1362 genom en stormflod, som omformade de Friesiska öarne till deras nuvarande kustkontur och tillika förstörde Wendingstadt på ön Sylt med 30 kyrksocknar. I HENNIG's Katalog bemerkenswerther Witterungsereignisse von der ältesten Zeit bis zum Jahre 1800 uppräknas följande stormfloder i Nordsjön och Östersjön under detta sekel.

1300. 16. Jan. Helgolands förstöring (se ofvan).  
 1304. 1. Nov. Ungeheure Sturmflut der Ostsee, die Insel Ruden wird von Rügen losgerissen.  
 1304. 25. Nov. Grosse Sturmflut in der Nordsee.  
 1313. 22. Oct. » » » »  
 1320. 30. Nov. » » » » Ostsee.  
 1324. Sehr grosse Sturmflut der Nordsee und Überschwemmungen im Rhein, Maas und Themsegebiet.  
 1336. 27.—28. Oct. Ungeheurer Sturm in Mittel-Europa und grosse Sturmfluth der Nordsee.  
 1337. Sehr grosse Sturmflut der Nordsee. Die Holländische Stadt Rungholt und 14 kleinere Ortschaften werden vom Meer verschlungen.  
 1356. 6. Dez. Grosse Sturmflut im Flandrischen Zeeland.  
 1357. 25. Dez. Grosse Sturmflut der Nordsee.  
 1361. 12 Jan. » » » »  
 1362. 16. Jan. Ungeheure Sturmflut der Nordsee besonders in Ostfriesland und Schleswig, die erste grosse »Manntränke«. (Om Wendingstadts och Borkums öde, se ofvan.)  
 1367. 6. Dez. Grosse Sturmflut der Nordsee.  
 1368. 12. Nov. In Friesischen Zeeland grosse Sturmflut.  
 1370. 16 Jan. In Ostfriesland grosse Sturmflut.  
 1372. ? Grosse Sturmflut in Ostfriesland.  
 1373. 9 Okt. Sehr grosse Sturmflut der Nordsee.  
 1374. ? Sehr grosse Sturmflut der Ostsee, Überschwemmungen.  
 1375. 16. Juni. Grosse Sturmflut der Nordsee.  
 1377. 15. u. 16. Nov. Grosse Sturmflut der Nordsee wobei 30 Kirchspiele zu Grunde gehen.  
 1380. ? Sturmflut in Friesland.  
 1387. 17. Dez. Grosse Sturmflut in Friesland.

## B & C.

### Östersjöns och Kattegats isläggning under vissa vintrar och det Hanseatiska sillfiskets uppblomstring under medeltiden.

Dessa båda företeelser äro af största vikt för den, som söker utfinna anledningen till klimatväxlingarna i historisk tid. För detta ändamål gäller det i första rummet att konstatera realiteten af fenomenet genom att granska och jämföra de

uppgifter som finnas därom, hvilka äro synnerligt många men i flera fall behäftade med motsägelser i afseende på tiden för isläggnings inträffande, dess omfattning m. m. I allmänhet synes det hos vår tids människor, som vant sig att betrakta klimatets växlingar såsom alldeles oregelbundna och oberäkneliga, finnas benägenhet att betvifla de uppgifter, som förekomma i de gamla krönikorna om 1300—1400-talets hårda isvintrar, om de då och då inträffande heta somrarne och förskjutningar af de klimatiska årstiderna, samt växlingarne mellan torra och oerhördt riklig nederbörd med öfversvämningar m. m., så snart dessa uppgifter synas gå utöfver gränserna för de hvardagliga erfarenheterna. Man antager, att man i forntiden öfverdrifvit klimatets växlingar, emedan man var mindre i stånd att skydda sig för deras inflytande än nu. Man antager, att i en tid, då skeppsfarten om vintern i allmänhet inställdes, isförhållandena i hafvet bedömdes efter hvad man kunde öfverskåda från kusterna.<sup>1</sup> Hvad det ymniga sillfisket i Öresund beträffar, så hänvisar man på det faktum, att äfven i nutiden vissa år ett ganska rikligt fiske drifves om hösten vid Skånes kust, och menar, att det förhållit sig på samma sätt under medeltiden, och att man endast öfverdrifvit fångstuppegifterna från den tiden.

Enligt min mening ligger nyckeln till klimatförändringens gåta uti utredningen af Östersjöns tillstånd under medeltiden. Uppgifterna därom äro så många och spridda i en mängd krönikor och senare gjorda sammanställningar och referat af krönikor, att det måste blifva en speciell uppgift att kritiskt granska detta material.

Intresset för den historiska klimatologien väcktes i Frankrike genom *ALAGO*<sup>2</sup> och i Sverige genom *EHRENHEIM*'s berömda tal vid presidiets nedläggande i Vetenskapsakademien 1824. Den egentliga vetenskapliga bearbetningen af materialet från Sverige börjades af *RUBENSON* och har fortsatts af *N. EKHOLM*, som i 5:te kapitlet af sin afhandling »Om klimatets ändringar och dess orsaker» lämnat den fullständiga öfversikt i ämnet som finnes under titeln »Klimatväxlingar under historisk tid, särskildt i nordvästra Europa». *EKHOLM*<sup>3</sup> inleder denna framställning sålunda:

»Det återstår nu att betrakta klimatets växlingar under historisk tid. Här finna vi visserligen ett rikare material af iakttagelser än förut men på samma gång en sådan brist på ordning och lagbundenhet, att det för närvarande synes nästan omöjligt att få öfversikt och sammanhang i de mångskiftande företeelserna. Här ser man ej skogen för träd. Först under de sista hundra eller hundrafemtio åren sedan regelbundna väderleksiakttagelser började anställas blir öfversikten lättare, men då är åter tiden så kort, att fördenskull inga säkra slutsatser kunna dragas.»

Materialet, hvarpå sådana slutsatser kunna grundas, är alltså enligt *EKHOLM*: dels historiska urkunder, en källa som flödar rikligt men oregelbundet och otillförlitligt ända ifrån äldsta tider, och dels verkliga väderleksiakttagelser, hvilka icke nå längre tillbaka än 150 år. Vår kunskap om klimatväxlingarne under medeltiden komma alltså i sista hand väsentligen att hvila på historiska uppgifter. Då det an-

<sup>1</sup> På samma sätt bedöma *NANSEN*, *BJÖRNBO* m. fl. nyare författare Grönlands klimat och isförhållandena i Grönlandshafvet under medeltiden efter grundsatsen: allt är nu som i forntiden.

<sup>2</sup> *Oeuvres completes*. Paris. 1858.

<sup>3</sup> *Ymer* 1899. H. 4, p. 387.

märkts mot dessas tillförlitlighet, att krönikeskrifvarne i flera fall nedskrifvit sina berättelser efter hörsagor eller, liksom deras referenter i nyare tid, afskrifvit hvarandras notiser, har jag funnit skäl att söka insamla nya dokument och koncentrera efterforskningen på en viss fraga, nämligen Östersjöns tillstånd, emedan man, ifall uppgifterna rörande dess isläggning och sillfisket därstädes befinnas hvila på faktiska förhållanden, kan med absolut visshet sluta till, att hydrografiska förändringar inom vattencirkulationen i våra haf inträffat, och söka deras orsaker. Jag fann, att man i den isländska, den svenska och framför allt i den danska historiska litteraturen kan hämta material till jämförelse och kritik af uppgifterna härom. I det följande finnes en sammanställning af uppgifter, som jag erhållit dels direkt dels genom litteraturanvisningar af svenska kännare af vår medeltid såsom riksbibliotekarien DAHLGREN och professor STAVENOW. I Danmark har kapten C. J. SPEERSCHNEIDER vid meteorologiska institutionen åstadkommit en rikhaltig samling af data rörande Östersjöns isförhållanden. Jag har haft tillfälle att jämföra det historiska material jag själf insamlat med kapten SPEERSCHNEIDER's och funnit, att åtskilliga af de äldre uppgifterna afskrifvits felaktigt och äro behäftade med namnförväxlingar. Kapten S. har särskildt fäst uppmärksamheten vid, att uppgifterna om isläggnings af Skagerack i själfva verket röra Kattegat, emedan man i äldre tider icke skilde noga på dessa hafsområden. Då det i de isländska annalerna heter: att under en vinter vargar rände öfver isen mellan Norge och Danmark, eller när det i Diarium Minoritum Wisbyensium finnes antecknadt 1296: »congelatum est mare tanto rigore ut eqvitari poterat de Opslo ad Jutiam», så menas därmed sannolikt ej, att samfärdseln öfver det frusna hafvet ägde rum direkt mellan Kristiania och Skagen utan någonstädes mellan bohuslänska kusten och Jutland. Om också uppgifterna om Nordsjöns eller Skageraks tillfrysning ej kunna tagas fullt efter orden, så är däremot isläggnings af Östersjön, som så ofta inträffade under medeltiden, ett faktum, som ej kan bortförklaras eller betvivlas. Då det stora material, som kapten SPEERSCHNEIDER samlat häröfver, snart kommer att utgifvas, behöfver jag här endast meddela uppgifterna för några år, som kunna anses representativa för isvintrarne under medeltiden.<sup>1</sup>

1296.

Ur krönikorna om händelserna detta år har professor STAVENOW lämnat följande utdrag:

I chronologia vetus [261—1430, sammanhängande från omkr. 1250]. År 1296: congelatum est mare.

I chronologia anonymi veteris [826—1415]. År 1296: congelatum est mare tanto frigore ut eqvitari poterat de Opslo ad Jutiam.

Ordagrant samma notis återfinnes i Wisbykalendariet, Diarium Minoritum Wisbyensium (scriptores rerum Suecicarum medii ævi), hvilket torde vara en afskrift, emedan årtalet är orätt citeradt 1294 i st. f. 1296. I anledning af en konjektur att krönikeskrifvarne med uttrycket »ad Jutiam» skulle hafva menat: att man från norska kusten, t. ex. från Bohuslän, ridit ett stycke öfver isen närmast kusten i riktning mot Jutland utan att likväl komma dit, har jag förelagt en auktoritet i medeltidslatin, lektor J. BERGMAN, frågan, huruvida en sådan tolkning af uttrycket »ad Jutiam» är möjlig ur språklig synpunkt. Herr BERGMAN anser en dylik tolkning (ad = versus) i föreliggande fall vara omöjlig och meningslös. Han skrifer:

»Klosterkrönikörens ord kunna omöjligen betyda annat än från Oslo till Jutland, så vidt icke Jutia kan ha någon annan betydelse, hvilket synes vara uteslutet . . . För öfrigt visar motsatsen *de — ad* ovillkorligen på utgångspunkt och mål.»

<sup>1</sup> För den närvarande diskussionen gäller det framför allt att afgöra om fenomenet verkligen ägt rum flera gånger under 1300-talet; huru ofta det inträffat kan bli föremål för senare utredning.

1306. Östersjöns isläggning under vintern 1306—7 är ett välbekant historiskt faktum som ej kan betvivlas. I de historiska läroböckerna skildras vintern sålunda: Hårdare vinter än det året hade man ej på länge upplefvat. Hela Östersjön låg tillfrusen från Lifland och Finska viken ända till Sundet. Där skall isen hafva varit 15 alnar tjock, och under 14 veckor skall den hafva bildat en fast brygga mellan Sverige och de danska öarne. Kriget mellan Sven Estridsson och hertigarne afbröts af kolden.

I diarium Minoritorum Wisbyensium finnes antecknad: »fuit hiemps maximus ita quod mare inter Olandiam et Estoniam exstitit congelatum» (enl. STAVENOW).

Uti de isländska annalerna (Annales regii) och Skalhólts ann. m. fl. har jag funnit följande beskrifning öfver isvintern 1306, hvilken sträckte sig ej blott till Östersjön utan äfven till hafvet kring Island:

»1306. Hafiss fyrir Nordanland um allt sumar XV alna harr. Frost sva mikit i Þyversku landi ok i Franz sem þa er stera lagi eru i Noregi ok menn gengv af Ravdstock til Danmerkr yfir Eyrassvinnnd.»

1323.

Från vintern 1322—1323 finnas de talrikaste underrättelserna om en medeltida isvinter på Östersjön. Kapten SPEERSCHNEIDER har tillåtit mig ur hans samling af meteorologiskt historiskt material citera allt, som han påträffat i danska och tyska urkunder om denna vinter.

Isförhold i Vinteren 1322—1323 (SPEERSCHNEIDER):

I OLAUS MAGNUS Historie fortælles, at det var saa stærk en Kulde, at man gik over Isen fra den lybske Kyst til Danmark og at der var oprettet Herberger paa Isen.

Baade HENNIG (Katalog bemerkenswerther Witterungserreignisse, Berlin 1904) og MANSÁ (Folkesygdomme og Sundhetspleiens Historie i Danmark. Köbhvn 1873) siger, at Vinteren begyndte  $\frac{30}{11}$  1322 og varede til midt i Fasten 1323. PETER OLSEN siger at den strængeste Kulde var i Marts. HVIDFELDT (Scriptores rer. Dan. II, 528) fortæller at der var almindelig Landevej over Bæltet fra Kyndelsmisse  $\frac{2}{2}$  i 6 Uger og at Drost. Herr Lauritz, red fra Taarborg derover med den sjællandske Magt. PFAFF (Über den strengen Winter etc. Kiel 1809) taler om en streng Vinter og at man endnu d.  $\frac{28}{2}$  kunde køre og ride fra Tyskland til Danmark og fra Lübeck til Danzig over Östersöen. ARAGO (Œuvres completes) siger derefter, at man kunde ride fra Danmark til Danzig. Han har rimeligvis misforstaaet Efterretningerne.

MANSÁ siger, at hele Östersöen mellem Danmark, Venden og Fehmern frös til. STRELOW (Cronica Guthilandorum Köbhvn. 1633) siger, at man kunde køre paa Isen mellem Sverige og Gulland.

Citat:

A. De frigoribus autem illius Germaniæ seu Gothicis maris plura meminit Albertus Crantzius, diligentissimus omnium regionum scriptor. Ait enim: anno 1323 gelidissimo frigore constringebatur mare ut pedestri itinere per glaciem de littore Lubicensi in Daniam & in Prussiam mare transiretur dispositis per loca opportuna in glacie hospiciis (OLAUS MAGNUS' historie 1555).

B. Erat autem 1323 quum gelidissimo frigore mare constringeretur ut pedestri per glaciem itinere de littore nostro in Daniam inque Prussiam mare transiretur dispositis per opportuna loca in glacie hospitiis, si quid commentibus intervenisset (Albertus Krantzius Francof. 1580).

C. Via communis erat ambulantiibus et equitantiibus in multitudine super glaciem per passagium maris Baltici eundo et redeundo quasi per continuum sex septimanarum spatium circa purificationis Mariæ virginis similiter per passagia inter Seelandiam et proximos partes Slaviæ (Appendix ad incerti annales Danarum).

D. Mellem Norge, England og Flandern (fra havnen Liven i sistnævnte Land) frös Skibene midt i havet ind i Isen, saa at Købmændene over denne besøgte hverandre; da Isen brød op blev næsten alle de Skibe reddede som var indefrosne sønder paa, men faa blev i Behold af dem der var indefrosne Nord paa. (Suhm a St. XI.61).

Kapten SPEERSCHNEIDER sammanfattar sitt intryck af isvintern 1322—23 sålunda:

»Vintern har været stræng og begyndt tidlig. Fra  $\frac{2}{2}$  og til over Midten af Marts har der ligget Is i Kattegat, Belthafvet og den vestlige Östersö; man har gaaet over Store Belt og Femerbelt, rimeligvis ogsaa Sundet. Der har i det mindste været Is langs hele den tyske Östersökyst langt ud, samt Is mellem Sverige og Gulland.»

»Ogsaa i de sydlige Lande var Vinteren streng. HENNIG siger, at det adriatiske haf var tilfrosset, ARAGO at vinteren var haard i Frankrig og Italien.»

»Dette viser at de haarde Isförhold dengang ligesom nu hovedsagelig kom mellem  $\frac{1}{2}$  og c:a  $\frac{15}{3}$ .»

1394.

»Fra Vendens kyst kunde man gaa til Danmark og Sverige» (citat från kapten SPEERSCHNEIDER's anteckningar).

1407.

»var en af de koldeste Vintre. Havet mellem Danmark og Sverige lagde til» (citat ur kapten S:s anteckningar).

Om vintern 1407—8 finnes antecknad i HENNIG's Katalog: Der grosse Winter von 11 Nov. bis 27 Jan. in England v. 11 Dezember bis 2 Jan. Alle Flüsse tragen die schwersten Lastwagen, über den gefrorenen Skagerak (Kattegat?) laufen die Wölfe von Norwegen nach Jütland. Seit 3 Jan. veranlasst plötzlich starkes Tauwetter in

England grosse Überschwemmungen. 28 Jan. plötzlich Tauwetter in ganz Mittel-Europa wodurch sehr grosse Überschwemmungen hervorgerufen wurden.

1418.

I *chronologia vetusta* (1298—1473) finnes enligt STAVENOW antecknad: »Anno MCCCCXVIII. Hiemps erat nimis aspera et mare salsum fuit congelatum ita quod homines transierunt intra Alemanniam et Daniam videlicet Gezör et Rostock.»

1423.

I en anonym annalskrift betecknad: Märkvärdiga händelser i Sverige 1220—1552, finnes antecknad enligt STAVENOW: år 1423 var så stark vinter, att Östersjön var belagd med is, så att man kunde med häst och släde fara skeppsleden från Danzig till Lybeck och från Pommern till Danmark».

1460.

I HENNIG's Katalog: Ausserordentlich strenger Winter bis 20 März. Die Ostsee friert vollständig zu so dass man zu Fuss über das Eis von Lübeck und Stralsund nach Norwegen (Dänemark?), von Reval nach Schweden gehen kann. Die Donau und andere Flüsse vom 13 Jan. bis 11 März derart zugefroren dass sie die schwersten Wagen tragen kann.

Äfven från 16:de seklet har man underrättelser om sådan isläggning af Östersjön, att man på isen kunnat färdas mellan tyska och danska kusterna, men dylikt inträffade därefter allt mera sällan, och vintern 1636 har ansetts vara den sista vinter, då Östersjön var tillfrusen mellan Skåne och Bornholm. I ofvanstående referat har jag endast medtagit originalanteckningar, som jag icke funnit vara utgifna och sammanställda förut. I HENNIG's katalog finnas flera notiser af liknande innehåll, t. ex. rörande isvintern 1318—1319, hvarom det heter: »Strenger Winter, alle grosse Flüsse auch der Po zugefroren 20 Tage lang derart dass sie Wagen trugen» m. m. Det är emellertid icke meningen att här anföra och granska alla uppgifter om isvintrar som inträffat under denna tid, oaktadt ämnet är af stort intresse och förtjänar en uttömmande granskning, hvilken ej torde uteblifva. Min afsikt är endast att konstatera fenomenets realitet och vinna en öfverblick öfver den tidsperiod, inom hvilken det haft sin största frekvens. Jag finner då, att isläggningsen af Östersjön inträffat oftast under de sista århundradena af medeltiden. De kalla vintrarnas period tyckes hafva börjat på 1200-talet<sup>1</sup> och kulminerat i 14:de seklet. Året 1322—23 kan betraktas såsom typiskt för dessa företeelser då, efter våldsamma öfversvämningar af Rhen, Rhone m. fl. floder under sommaren 1322 i juni och följande månader, den stränga vintern inträffade i slutet af november, hvilken i början af 1323 isbelade Östersjön och delar af södra Nordsjön samt för öfrigt hemsökte större delen af Europa och efterföljdes af en hel rad stränga vintrar.<sup>2</sup> Efter dessa följde i regeln förhärjande öfversvämningar, då floderna öfverstego sina bräddar. Ej mindre än 55 sådana fall omtalas i krönikorna under 1300-talet. Under andra år, såsom 1304 och 1328, inträffade åter utomordentligt milda vintrar samt heta och torra somrar såsom 1387, 1393 m. fl. Hela detta århundrade var utmärkt af extrema klimatiska omväxlingar i Atlantiska oceanens östra kustländer, hvilka, såsom jag visat i den föregående afdelningen, motsvaras af liknande företeelser på Island och vid Grönlands kuster. Hvilket inflytande detta hade på årsväxten och de ekonomiska förhållandena i den skandinaviska norden skall senare nämnas.

<sup>1</sup> Man erinrar sig Svärdsriddarnes tåg öfver isen till Ösel med en här af 20,000 man för att förstöra sjöfvarnästena på Ösel. Omslaget från sydlig vind med regnväder till så hård vinter, att Östersjön betäcktes med spegelblank is, inträffade vid jultiden 1225.

<sup>2</sup> T. ex. 1325, 1334, 1341, 1344, 1346, 1354, 1359 o. s. v. (efter HENNIG).

Östersjöns isläggning under stränga vintrar tyckes alltså hafva haft sin största frekvens på 1300-talet eller rättare under de sista århundradena af medeltiden och har därefter aftagit så, att under de sista 3 århundradena någon isläggning af Östersjön icke inträffat. Aftagandet i isvintrarnes frekvens har skett så, att de inträffat med allt längre mellantider och allt sällsyntare. Isvintrarnes period har likväl sträckt sina efterdyningar ända in i de senaste århundradena i form af isläggning vid Östersjöns kuster, ispackning i Öresund, uppträdandet af drifismassor i Kattegat o. s. v. under enstaka vintrar, ej minst i de sista decennierna. Företeelsen gör intryck af ett periodiskt fenomen af komplex period, hvilken kulminerat för c:a 6—700 år sedan. Huruvida isläggning af Östersjön inträffat före kulminationen t. ex. under vikingatiden och vid den historiska tidens början 800—900 e. Kr. kan ej afgöras, men det synes sannolikt att så icke skett, emedan sagohäfderna icke haft något att förtälja därom<sup>1</sup> lika litet som de isländska häfderna omförmäla något om ishinder för sjöfarten vid västra sidan af Atlanten under den tiden.

Det är anmärkningsvärdt, att isvintrarnes maximifrekvens inträffade samtidigt med de stora stormflodernas period och samtidigt med det absoluta maximum af solens och månens tidvattenbildande kraft, hvilket enligt det föregående inföll vid början af 1400-talet. Därtill kommer att ett annat fenomen, hvilket, såsom senare skall visas, står i närmaste sammanhang med Östersjöns tillfrysning, nämligen den årliga invandringen af hafssill till Östersjön och Öresund samt det s. k. Hanseatiska sillfisket, hade sin maximiperiod på 1100- till 1500-talet och sedermera aftog.

Sammanfattar man allt hvad som i häfderna berättas om isvintrarne under medeltiden och början af nyare tiden, får man följande bild af tillståndet:

*Det har funnits en tidsperiod, ungefär 6—700 år före vår tid, då såväl Östersjön som sunden och Kattegat tillfröso och betäcktes af ett sammanhängande istäcke som kunde trafikeras under vissa vintrar. De tillfällen då detta inträffade voro talrikast under 13:de, 14:de och 15:de århundradena och upphöra under 1600-talet. Under de senaste 250 åren har Östersjön icke tillfrusit.*

Man får emellertid af detta förhållande icke utan vidare draga den slutsatsen, att vintrarne under de senaste århundradena i *genomsnitt* blifvit mindre stränga än under medeltiden. Det är möjligt och t. o. m. troligt att så är fallet; men denna klimatförbättring, hvilken skulle betyda Östersjöländernas öfvergång från ett kontinentalt till ett mera maritimt klimat måste, om den skall erkännas såsom ett meteorologiskt faktum, bevisas af andra grunder, ty *Östersjöns tillfrysning beror, såsom skall visas i det följande, på hydrografiska icke på meteorologiska orsaker, ehuru väl fenomenet mycket väl kan hafva inverkat på klimatet.*

Östersjöns vatten (likasom Kattegats och Skageracks) är skiktadt. Det öfversta vattenskiktet i södra samt mellersta och västra Östersjön har en ganska jämn och likformig salthalt, som växlar mellan 7 ‰ och 9 ‰. Dess fryspunkt ligger omkring  $-0.35^{\circ}$  och dess täthetsmaximum mer än  $1^{\circ}$  ofvan fryspunkten. Hvarje vattenpartikel i ytan, som om vintern afkyles i beröring med den kallare luften, sjunker ned

<sup>1</sup> Den första underrättelsen om isläggning af hafvet har man från SEMUND FRODE. Enligt hans berättelse frös hafvet mellan Danmark och Norge 1048. (Citeradt af C. J. SPEERSCHNEIDER.)

till lagrets undre gräns, under det en annan som är lättare och varmare intager dess plats i ytan och i sin ordning afkyles. På detta sätt afkyles genom konvektion hela ytlagrets vattenmassa under hösten och vintern till mellan 1 à 2 grader öfver 0°, men till följd af vattenlagrets betydliga tjocklek inom den egentliga Östersjön (40—50 meter) och till följd af vattenmassornas rörlighet och den lifliga omsättning i horisontal led, som äger rum inom västra Östersjön och Belthafvet, hinner ej konvektionen afkyla ytlagret till dess fryspunkt under vinterns lopp. I februari—mars har afkylningsprocessen hunnit längst men stannar vid en temperatur af något öfver + 1° C. i stränga och något öfver + 2° i milda vintrar.

Någon isbildning, som skulle täcka Belthafvets eller södra Östersjöns yta med ett sammanhängande istäcke, kan ej uppstå så länge ytlagret har den mäktighet det har nu för tiden. För att isläggning skall uppstå — utom vid stränderna och i grunda vikar — är det en nödvändig förutsättning att ytskiktet, hvaruti isen skall bildas, blir *tunnare*, hvilket icke kan ske utom på det sätt, att underlagret eller bottenvattnet i Östersjön inflödar rikligare genom Sundet och Belten och höjer sin nivå. Östersjön skulle då tillfrysa lika lätt som en grund insjö eller en af Kattegats fjordar, hvarest ett tunt lager af färskare vatten hvilat på mäktiga skikt af salt och varmt vatten från oceanen. Under det att dessa fjordar, t. ex. Gullmarfjorden och Kristianiafjordens inre delar, hvarje år tillfrysa, häller sig Östersjön sedan nära 300 år tillbaka öppen äfven under de kallaste vintrar.

När det nu är bevisligt, att Östersjön för 600 år sedan ganska ofta tillfrös, så att man kunde trafikera isen mellan Danmark och Tysklands kust, ja t. o. m. de stora vidderna mellan Sverige, Gotland och Estland, så tvingas man till den slutsats, att underströmmen af salt vatten från oceanen på den tiden måste hafva flödat rikligare in genom sunden och Belten än nu samt fyllt Östersjöns djupa bäcken med saltare vatten till högre nivå än där nu finnes. Under sådana förhållanden kunde Östersjön tillfrysa i ytan under stränga vintrar. Ett sådant tillstånd skulle man kunna frambringa genom att fördjupa farlederna i Öresund några meter,<sup>1</sup> och den förklaringsgrund som först erbjuder sig är: att Öresund och Belten under medeltiden varit djupare än nu och lämnat friare tillträde åt underströmmen.

Jag har omsorgsfullt granskat detta alternativ på de två vägar en sådan granskning kan ske, nämligen dels genom att radfråga de geologer som sysselsatt sig med Östersjöns nivåförhållanden, såsom MUNTHE, SERANDER och DE GEER, och dels genom att granska de äldsta sjökort, som finnas öfver Öresund i Kgl. Danska Söarkivet. Dessa sistnämnda gå ej längre tillbaka än 17:de århundradet och de lod-

<sup>1</sup> Öresunds båda djuprännor Drogden och Flintrännen äro på sina grundaste ställen endast 7 meter djupa. Detta gör, att under vanliga förhållanden, särskildt om sommaren, underströmmen ej kan öfverstiga Öresunds tröskel utan ingår genom Stora Belt. Öresund är alltså hufvudsakligen en utfartsväg för det färska ytvattnet i Östersjön. Det finnes likväl tillfällen, då oceanens påträngning blir så stark, att Kattegatvattnet rinner in i Östersjön genom Öresund liksom Östersjövattnet vid vissa tillfällen vid uppsjö, rinner in i Malaren genom Stockholmsström. Sådana tillfällen inträffa i synnerhet under hösten och vintern, då oceanens påträngning i allmänhet är starkast. Vattnet vid botten af Östersjöns första bäcken mellan Rügen och Skåne får då sin starkaste salt-halt. De internationella undersökningarna hafva ådagalagt, att bottenvattnet i denna afdelning under vintern till största delen består af vatten från Kattegat som *kaskadvis* (»uppsjö») inströmmat genom Öresund. (RUPPIX, GEHRCKE m. fl.)

ningar, som däruti finnas utsatta, visa ungefär samma djupförhållande mellan Skåne och Själland som de nutida sjökorten.

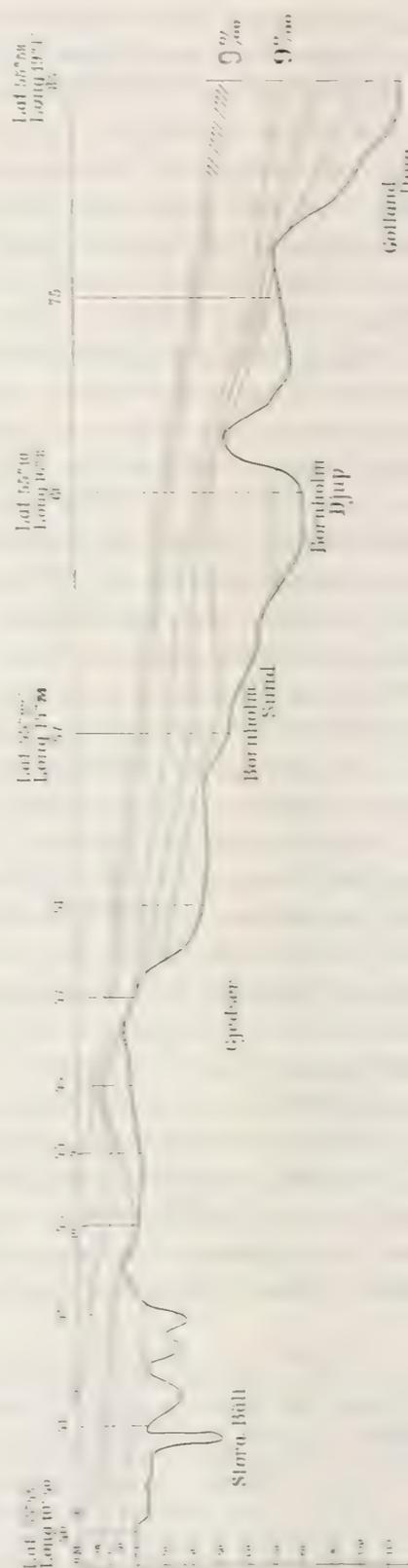
För kvartärgeologien utgöra Östersjöns trösklar vid sundet och Belten själfva utgångspunkten för bedömandet af de postglaciala förändringarnas inverkan på hydrografien. De talrika och noggranna mätningar, som finnas af de subfossila aflagringarna och af strandterrasserna på Själlands och Skånes kust, hafva gifvit följande resultat.

Under Littorinahafvets epok var Öresund 5 meter djupare än nu. Saltvatten från oceanen kunde alltså intränga i Östersjön mera obehindradt då för tiden än nu, hvilket inverkade på det hydrografiska tillståndet och på djurlifvet i Östersjön, som då var ganska olikt nutidens.<sup>1</sup> MUNTHER har efter molluskfaunans forna och nuvarande utbredning uppdragit gränserna för salthalten i Östersjöns yta (isohalinerna) under Littorinatiden. Jämför man MUNTHER'S ytkarta med den som jag utlagt för nutiden efter F. L. EKMAN'S observationer 1877, finner man hvilken inverkan en lifligare kommunikation med oceanen genom trösklarnes sänkning utöfvat på Östersjöns hydrografi. Tillståndet i Östersjön omkring Gotland under Littorinatiden motsvarade ungefär sydligaste Kattegats i nutiden.

Efter Littorinaepokens maximum, som inträffade före bronsålderns början, under kjökkenmördingarnes tid, alltså omkring 3,500—4,000 år före vår tid, inträdde en landhöjning som minskade Öresunds djup till ungefär det nuvarande. Denna landhöjning var i det närmaste fullbordad vid bronstidens slut 600—500 f. Kr. Därefter, alltså under de senaste 2,500 åren, har Öresunds botten endast höjt sig obetydligt, omkr. 0.25 meter.

Då alltså Östersjöns förändring från medeltidens slut till nuvarande tid icke kan bero på geologiska omständigheter, så måste den tillskrivas

<sup>1</sup> Litteraturen i detta ämne är utomordentligt vidlyftig. Här kunna endast de allmännaste resultaten meddelas sådana de framgå af R. SERNANDER'S sammanställning i Postglaciale Klimaschwankungen im Skandinavischen Norden. Gerlands Beiträge zur Geophysik. XI Bd. 4 Heft. och: Om den postglaciala värmetiden. och: Det baltiska hafvets fauna. Geol. Fören:s i Stockh. Förhandl. Maj 1911).



hydrografiska förhållanden, och man tvingas till den slutsats, att den salta underströmmen under medeltiden har varit mera intensiv än nu, så att underlagret i Östersjön stått vid högre nivå och ytlagret varit tunnare, hvarigenom det vid inträffande kalla vintrar kunnat frysa. Någon annan förklaring gifves icke.

Hurudant var Östersjöns tillstånd vid den tid, då isläggning under kalla vintrar understundom kunde inträffa? På grundval af de svenska undersökningarne kan man besvara den frågan.

Fig. 19 framställer isohalinernas läge i västra Östersjön, sådant det fanns af L. F. EKMAN i augusti 1877. Man ser, att det salta blandningsvatten som bildats i Kattegat och Belten genast efter att det inkommit i Östersjön afrinner längs botten till det stora bäckenet öster om Bornholm, hvilket underströmmen nu för tiden ej förmår fylla till högre nivå än 40—50 meter från ytan norr och öster om Bornholm och 60—70 meter från ytan i det stora bäckenet öster om Gottland. Om underströmmen ökades så, att det salta vattnets nivå höjdes c:a 9—10 meter omkring Bornholm, så skulle Östersjön kunna tillfrysa såsom skedde på 1300- och 1400-talen. Följande tabell innehåller resultaten af 3 lodningar vid stationen S, öster om Bornholm, där djupet är 95 meter och ytskiktet, som innehåller vatten af likformig salt-halt (7.25 ‰), är 50 meter tjockt.

Djup	15 augusti 1904		5 november 1904		15 mars 1905	
	55° 21' Lat. N. 15° 39' Long. O.		55° 20' Lat. N. 15° 30' Long. O.		55° 20' Lat. N. 15° 30' Long. O.	
	Temperatur	Salthalt	Temperatur	Salthalt	Temperatur	Salthalt
0 m.	15°.09 C.	7.29 ‰	10°.3 C.	7.29 ‰	2°.2 C.	7.39 ‰
10 »	14°.61 »	7.25 »	10°.23 »	7.27 »	2°.12 »	7.39 »
20 »	14°.60 »	7.25 »	10°.23 »	7.28 »	2°.08 »	7.43 »
30 »	13°.40 »	7.25 »	10°.23 »	7.29 »	2°.15 »	7.56 »
40 »	4°.70 »	7.32 »	10°.23 »	7.29 »	2°.20 »	7.67 »
50 »	3°.52 »	10.21 »	7°.02 »	9.42 »	3°.40 »	9.15 »
—	—	—	—	—	—	—
75 »	3°.64 »	16.04 »	4°.25 »	16.06 »	5°.33 »	15.61 »
95 »	3°.52 »	17.02 »	3°.70 »	16.58 »	4°.59 »	16.03 »

Af ofvanstående tabell är lätt att beräkna, att ytskiktet hade afgifvit c:a 30,000 kalorier pr kvadratmeter<sup>1</sup> åt atmosfären ifrån augusti till november. Från november till midten af mars hade c:a 367,500 kalorier afgifvits från hvarje kvadratmeter af hafsytan. Ytskiktets temperatur hade under tiden sjunkit från i medeltal 9°.71 C. till 2°.36 C. eller med 7.35 grader. Om ytskiktet hade varit c:a 35.7 meter tjockt i stället för 50 meter och hade afgifvit samma värmemängd, 367,500 kalorier, åt luften, så skulle dess temperatur hafva sjunkit till fryspunkten = -0.5 C. och isläggning af öppna Östersjön öster om Bornholm hade inträffat i mars 1905. Vi kunna pröfva denna beräkning äfven på Östersjön norr om Bornholm, hvarifrån man har lodningar

<sup>1</sup> Värmebyttet mellan hafvet och atmosfären beräknas under förutsättning af stillastående vatten, hvilket är tillåtligt när det icke gäller absoluta värden utan jämförelse mellan förhållandena under olika årstider.

i november 1904 och mars 1905. Svenska stationen S<sub>5</sub> ligger i sundet mellan Skåne och Bornholm.

Djup	6 november 1904.		15 mars 1905.	
	55° 26' Lat. N.	14° 46' Long. O.	55° 26' Lat. N.	14° 46' Long. O.
	Temperatur	Salthalt	Temperatur	Salthalt
0 m.	10°.6 C.	7.54 ‰	2°.3 C.	7.50 ‰
10 »	10°.59 »	7.54 »	2°.31 »	7.56 »
20 »	10°.59 »	7.52 »	2°.26 »	7.65 »
30 »	10°.63 »	7.67 »	2°.5 »	7.80 »
40 »	11°.81 »	11.56 »	1°.91 »	8.04 »
—	—	—	—	—
60 »	11°.25 »	14.52 »	1°.75 »	13.14 »
—	—	—	—	—
68 »	8°.87 »	15.61 »	1°.71 »	13.87 »

Här hade ytskiktet, som är c:a 40 m. tjockt, afgifvit 340,000 kalorier per kvadratmeter under tiden d. 6 nov. 1904 till d. 15 nov. 1905. Därvid hade dess temperatur sjunkit från 10°.6 till 2°.16 C. Hade ytskiktet varit c:a 10—12 meter tunnare hade det genom samma värmeförlust reducerats till en temperatur något under 0°. Det är emellertid icke alla vintrar, som ytvattnet afkyles så litet som till 2°.3 C. Under kallare vintrar, såsom 1896, nedgick dess temperatur till 1°.3 C. För att tillfrysning skulle inträffa under en sådan vinter, behöfves endast en höjning af underlagrets nivå med 8—9 meter.<sup>1</sup> Om saltvattnet inflödade så rikligt i Östersjön, att dess nivå i Bornholmssundet låge 30 meter under ytan i stället för 40—45 m., så skulle man kunnat trafikera isen mellan Skåne och Bornholm vintern 1896—1897 men vintern 1893—1894 skulle hafvet varit öppet utan is.

Detta ger oss ledning att bedöma huru, mycket Östersjön har förändrat sig under de senaste 4—500 åren och det är på grund af dylika öfverväganden jag gjort den rekonstruktion af längdgenomsnittet genom västra Östersjön, som finnes å fig. 19. Genom en rikligare tillförsel af saltvatten skulle Östersjön i fysiskt afseende komma att förhålla sig såsom en af fjordarne i Kattegat, hvilka som bekant tillfrysa under kalla vintrar; och sillstimmen från Nordsjön skulle med den salta underströmmen kunna framtränga till Östersjöns portar liksom skedde hvarje höst under medeltiden.

Det är icke någon särdeles stor förändring Östersjön behöfde undergå för att isläggning under stränga vintrar skulle inträffa och sillstimmen från hafvet skulle

<sup>1</sup> En liknande uträkning kan göras äfven för Östersjöns stora bäcken öster om Gottland, ehuru väl det tillgängliga observationsmaterialet är vida mindre fullständigt. Jag har funnit vid jämförelse mellan KRÜMMEL'S och MAKAROFF'S undersökningar sommaren 1894 och vintern 1893 vid 57° 23' Lat. och 19° 51' Long. O, hvar-est ytskiktet, som står i värmeutbyte med atmosfären, är 70 m. tjockt, att detta skikt från juni till april påföljande år afgifvit något öfver 400,000 kalorier pr kvadratmeter och att dess medeltemperatur därvid reducerats från 6°.1 till 1°.5 C. Om ytskiktet varit 53 m. i st. f. 70 m. skulle det afkylts till 0° och Östersjön kommit nära det tillstånd, då ett istäcke kan bildas. Hade vintern varit så kall, att ytskiktets medeltemperatur nedgått till 0°.5 C skulle vattnet blifvit fryskallt redan vid en tjocklek af c:a 63 m. Med stöd häraf har jag rekonstruerat å sid. 62 bilden af den sannolika vattenfördelningen inom Östersjön för 700 år sedan.

återkomma till de gamla fiskeplatserna vid sundet och Skånes kust. Sådana tillstånd återkomma *tillnärmelsevis* under vissa år med vissa mellantider äfven i vår tid. Allt beror på intensiteten uti den vattentillförsel från hafvet, som underströmmen astadkommer. Jag har visat i föregående afhandlingar att denna underström är *pulserande* under tidvattnets inflytande. Den har halfdagliga, dagliga, månatliga, årliga fleråriga och sekulära perioder alltefter den tidvattenbildande kraftens variation. Den halfdagliga pulsationen konstaterades i Stora Belt<sup>1</sup> först 1907 och följande år, den månatliga konstaterades i Gullmarfjorden.<sup>2</sup> Den årliga perioden är konstaterad på flera sätt genom sina verkningar: högre vattenstånd om hösten,<sup>3</sup> maximum af inströmning genom Stora Belt och genom Öresund i december och angränsande månader genom sillinvandringen, som numera stannar vid Kattegatsrännans uppgründningar men under vissa höstar sänder utlöpare öfver den grunda sydliga Kattegatsplatån ned mot Öresund och Belt till sådan mängd, att en författare kunnat framkasta hypotesen, att det stora Hanseatiska medeltidsfisket icke varit förmer än det sillfiske som nu för tiden drifves i Öresund!

Slutligen har man det bekanta förhållandet, att vissa vintrar drifis uppträder i sundet, i Östersjön och i Kattegat i sådan myckenhet, att sundet spärras och Kattegats hamnar blockeras under en eller ett par månader, likväl utan att ett fast istäcke bildas. Sådana vintrar synas uppträda periodvis. Omkring 1809—1814 inföll en dylik grupp af isvintrar, hvarunder isen packades så mellan Bornholm och Skåne, att en man berättas hafva kommit öfver på densamma.

Under de 11 år den internationella hafsundersökningen utfört sina iakttagelser har ett märkligt återfall af isvintrar med blockad af drifis i Barentzhafvet inträffat, hvilket hade de mest ingripande följder för fiskarnes och andra hafsdjurs vandringar och fortplantning och naturligtvis äfven på hafs fiskena, hvilka utan undantag felslogo vid Norges kust liksom vid Sveriges västkust 1902—1903.

Nästa år inträffade en så stark inströmning af saltvatten i västra Östersjön, att salthalten i dess bottenvatten uppnådde 29 ‰. Om detta förhållande fortvarat några år skulle antagligen tillståndet i ytlagret vid en inträffande sträng vinter medfört, om icke isläggning, åtminstone bildning af drifis i stor skala inom Östersjön.

Tillståndet i våra omgifvande haf oscillerar mellan gränser, hvilka äro trängre än i medeltiden af den anledning, att den periodiskt verkande orsaken icke har så stora variationer nu som då. Jag skall emellertid vid slutet af denna afhandling visa, att vi under vissa vintrar, såsom 1893—1894 och 1911—1912, upplefvat ett sekundärt maximum af andra ordningen af den tidvattenbildande kraften. Detta har icke kunnat medföra ett uppreppande af de stora klimatväxlingarna vid medeltidens slut, hvilka först kunna väntas återkomma om tusen år. Men hafvets tillstånd är så känsligt för variationerna i den tidvattenbildande kraften, att man af de mindre

<sup>1</sup> O. PETTERSSON: Strömstudier vid Östersjöns kuster. Svenska Hydr. Biol. Komm:s Skrifter III.

<sup>2</sup> O. PETTERSSON: Über die Wahrscheinlichkeiten von periodischen Schwankungen in dem atlantischen Strom. Ibid. Häfte II.

<sup>3</sup> O. PETTERSSON: Studien über die Bewegungen des Tiefenwassers und ihren Einfluss auf die Wanderungen der Heringe. Der Fischerbote 1911. N:o 7, 8 & 9. Hamburg.

förändringar som i vår tid kunnat iakttagas kan sluta till den större förändring som då försiggått med Östersjöns isförhållanden och fisklif.

En sådan förändring måste också hafva medfört ändring i Östersjöländernas vinter- och sommarklimat. Ytskiktet har uppvärmts till högre temperatur under sommaren och dess iskalla eller isbelagda yta om vintern har bidragit att nedsätta temperaturen i den ofvanstående luften. Man har haft ett mera kontinentalt klimat med varmare somrar och kallare vintrar än nu, såsom äfven var fallet att döma af TYCHO BRAHE's observationer på Hven på 1590-talet och af H. E. HAMBERG's sammanställningar från 1750—1800-talet. Däremot är det icke sannolikt, att vårens och höstens klimat har visat några större afvikelser från det nutida.

EKHOLM har på grund af TYCHO BRAHE's observationer kunnat göra ett försök till rekonstruktion af klimatet vid Öresund på 1500-talet. Han utgår också ifrån förutsättningen, att Östersjöns isläggning under stränga vintrar varit ett faktum i forna tider alldeles såsom jag här sökt visa. Han yttrar l. c. p. 390:

»Oaktadt äfven i våra dagar en betydande isläggning på de skandinaviska farvattnen sker under stränga vintrar, så är det dock tydligt, att isläggningen af Östersjön, sundet och Bältena, Kattegat och Skagerak(?) var vida mer omfattande under medeltiden, särdeles från 1000-talet till 1400-talet, än sedermera. Huru förhållandet var före år 1000 vet man ej, då sagorna icke upplysa om isförhållandena. Det är svårt att förstå hurudan väderlek en vinter skulle ha, som belägger hela södra Östersjön, Kattegat och Skagerack(?) med körbar is» . . .

EKHOLM erinrar om, att nutidens kalla vintrar alltid utmärkas af talrika cykloner, som passera strax söder om Sverige. Vanligtvis komma de väster ifrån och uppstå eller underhållas tvifvelsutan af Golfströmmen. »Det skulle ligga närmast till hands att förmoda, att Golfströmmen under medeltiden var svagare eller hade en annan västligare väg än nu för tiden och att i följd häraf klimatet var mera kontinentalt än nu. *I senare fallet skulle också klimatet på Island och Grönland varit mildare än nu.*»<sup>1</sup>

EKHOLM erinrar vidare om, att P. LA COUR funnit en betydlig olikhet i vindriktningen på TYCHO BRAHE's tid och i nutiden under vintermånaderna.

»Under det att i nutiden sydväst är den förhärskande vindriktningen i medeltal för året samt sydväst eller väst under alla månader utom april och maj, då sydost är något vanligare, så var på TYCHO BRAHE's tid sydost afgjordt förhärskande i medeltal för året och ost eller sydost under 7 af årets månader, nämligen januari—maj samt oktober och december; och äfven under de öfriga 5 månaderna företer sydvindens ett sekundärt maximum, af hvilket nu knappast syns ett spår. Härur måste vi sluta, att lufttrycksfördelningen vintertiden då var väsentligen olika mot nu, i det att det låga lufttryck mellan Norge och Grönland samt i Norra Ishafvet, som i vår tid i regeln förefinnes, då måste ha varit föga utpräglat. I följd af detta låga lufttryck passera cyklonerna för närvarande vanligen från väster åt öster öfver

<sup>1</sup> Kursiveringen är gjord af undertecknad. EKHOLM har alltså 1899 från rent meteorologisk ståndpunkt kommit till samma resultat som jag intagit i denna och föregående afhandling, nämligen att klimatet på Island och Grönland varit mildare.

norra eller mellersta delen af skandinaviska halfön, medförande sydvästliga vindar i Öresund. Men de på TYCHO BRAHE's tid under vintern förhärskande ostliga eller sydostliga vindarna bevisa, att cyklonerna då inslogo en sydligare bana och i regeln passerade väster och söder om Hven, t. ex. från Nordsjön genom södra Danmark till Tyskland, en bana som cyklonerna nu följa nästan endast under vårmånaderna af vanliga år och under ovanligt stränga vintrar.»

De åsikter som framställts i min föregående afhandling om klimatväxlingarna i historisk tid öfverensstämja med EKHOLM's framställning i det kapitel af hans afhandling af 1899 som bär samma titel. Vill man på grund af bådas vår framställning söka uppdraga en bild af hufvuddragen i klimatets förändring under medeltiden, så blir resultatet följande:

Vid vikingatidens första början, 500—600 e. Kr., inföll den tidvattenbildande kraftens minimiperiod. Därifrån till omkring midten af 1100-talet, alltså under den egentliga vikingatiden, härskade ett relativt mildt klimat på Island och Grönland, eftersom någon isblockad af Islands nordkust och Grönlands västkust ej förekom.<sup>1</sup> Endast från hafvet norr om Island och från Grönlands ostkust finnas sparsamma notiser om ishinder för seglatsen. Segelleden till Grönland gick från Island rätt västerut till Gunbjörnskär (ögruppen vid Cap Dan) och därifrån utefter östkusten till sunden norr om Cap Farvel, som då voro öppna och isfria. Ej heller i Davis sund och i hafvet mellan Grönland och Nordamerika hindrades färderna genom is, hvilken först mötte långt uppe mot norr vid fångstfälten i Baffins bay. Den mäktiga Labradorströmmen var alltså under dessa sekler icke isförande, åtminstone icke på långt när i samma grad som i nutiden. Detta återverkade på Golfströmmen. Det är Labradorströmmen, hvilken med sin drifis faller Golfströmmen i flanken söder om Newfoundlandbanken, som tvingar dess varma vatten att spridas österut mot Azorgruppens undervattenssockel och Europas kustbank, hvarest det i förening med det från Medelhafvet utflödande varma djupvattnet (hvilket den danska expeditionen med Thor 1910 funnit sträcka sig ända upp mot Irlands västkust) bildar det mäktiga skikt af varmt vatten, hvaröfver det stora barometrisk depressionsgäbet utvecklar sig om vintertiden söder om Island. På den tid, då Labradorströmmen icke medförde någon drifis och icke spelade lika stor roll som nu i Atlantens vattencirkulation, har Golfströmmen »kunnat taga en västligare väg», som EKHOLM uttrycker sig, och issmältningen har föregått vid högre breddgrader: i Baffins bay, i Nordhafvet och i själfva Polarbassinen. Västra och nordvästra Europa hafva haft ett mera kontinentalt klimat<sup>2</sup> än nu med kallare men lugnare vinterväder.

<sup>1</sup> Däremot är det möjligt, att hafvet mellan Grönland, Jan Mayn, Spetsbergen och Nova Zemlia var i högre grad än nu fylldt af is. I sagohäfderna utgår man nämligen från den föreställningen, att en sammanhängande kontinent af jöklar och is sträckte sig mellan nordligaste Europa och Grönland.

<sup>2</sup> Man erinras härvidlag om krönikornas berättelser om att vin odlats i norra Europa, vid Paris, i England, i Nordtyskland o. s. v. Äfven Norges kust synes hafva haft ett mera kontinentalt klimat, hvilket medfört varmare somrar med möjlighet till korn- och hveteodling under vikingatiden äfven norr om Trondhjemsfjorden, enligt hvad dr BULL anför. Men mera kontinentala förhållanden för Västeuropas klimat betyda torra för det inre Ryssland och Asien. Att en dylik torr period inträffat där och förorsakat ödeläggelse af städer och samhällen kring stäppsöarna, såsom Kaspiska hafvet på 1100- och 1200-talet, som tvingat till utvandring af steppfolken både mot Kina och Europa, har påvisats af E. HUNTINGTON och bekräftats af BRÜCKNER, hvarom mera längre fram.

Vid slutet af 1100-talet visade sig de första tecknen till isblockad vid Island och vid slutet af 1200-talet var drifisströmmen utanför Östgrönland så utvecklade, att segelleden till Österbygden måste omläggas. Vid slutet af 1200-talet tyckes immigrationen af eskimåerna från nordligaste Amerika och Grönland hafva börjat, och på 1300-talet följde förstöringen af den vestgrönländska kolonien, som sedan efterföljdes af österbygdens ödeläggelse och upphörandet af sjöfartsförbindelserna. Island utsattes under 1200- och 1300-talen för oupphörliga isblockader. Isdriften från polarhafven ökades alltjämt under dessa århundraden emot tiden för den tidvattenbildande kraftens maximum.

I Östersjötrakten orsakade detta en starkare inströmning af saltvatten i Östersjön, hvilken medförde invandring af hafssill till Öresund och ett ymnigt fiske om höstarne, hvilket nådde sitt maximum från 1100-talet till början af 1500-talet, då fisket aftog i sundet och flyttades till norra Kattegat och Nordsjön. Genom den ökade inströmningen af saltvatten tvingades ytvattnet i Östersjön att utströmma och utbreda sig öfver Skagerak och Kattegat i ett vidsträckt, tunt ytlager, hvilket, liksom i Östersjön själf, uppvärmdes starkt under sommaren och afkyldes till fryspunkten under kalla vintrar, då anticykloniska förhållanden tenderade att utveckla sig öfver den isbelagda Östersjön och det snötäckta Skandinavien,<sup>1</sup> som omgafs af ett bredt randområde af iskallt eller fruset baltiskt ytvatten. De cykloner, som uppstodo uti depressionsområdet öfver den varma hafsytan söder om Island, kunde i regel icke begagna de nu vanliga stråkvägarne öfver Skagerak och södra Sverige, hvilket då var centrum för ett anticykloniskt område, utan böjde af söder om Hven (som EKHOLM säger) och passerade öfver Nordtysklands kuster, där de i förening med det högre vattenståndet vid springflod åstadkommo de förhärjande stormfloder under vintern och de ödeläggande skyfall och öfversvämningar om sommaren som krönikörerna omtala. Detta bevisas äfven af ett annat förhållande. Kaspiska hafvets enda betydligare tillflöde är Volga. BRÜCKNER och HUNTINGTON hafva visat (se härom längre fram), att Kaspiska hafvet på 1100-talet hade ett utomordentligt lågt vatten-

<sup>1</sup> Då uttrycket »det snötäckta Skandinavien» här användes, beror detta på EKHOLM's beräkning af TYCHO BRAHE's iakttagelser, som innehållas i följande tabell. Man måste hålla i minnet, att Tychos iakttagelser äro anställda 300 år efter det den stora förändringen kulminerat och alltså endast markera dess efterverkningar.

Antalet snödagars i procent af antalet nederbördsdagar  
(i Öresund, Hven)

	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars	April
1582—1597	3	14	38	45	75	63	21
1881—1898	2	16	37	48	52	46	19
Skillnad	+ 1	— 2	+ 1	— 3	+ 22	+ 17	+ 2

Då en större procent snödagars betyder lägre temperatur, så se vi, att februari och mars för 300 år sedan voro afgjordt kallare än nu, under det att skillnaden för de öfriga månaderna är nästan försvinnande. EKHOLM uppskattar denna skillnad sålunda: »Februari var för 300 år sedan 1°.4 kallare än nu, mars 1°.0, men för de öfriga månaderna uppgår skillnaden icke till mer än 0°.2 åt ena eller andra hållet. Detta stämmer väl med SPEERSCHNEIDER's utsago: »de haarde Isforhold kom dengang ligesom nu mellem 1/2 och 15/3». Man finner häraf äfven, att dessa egendomliga meteorologiska företeelser icke häntyda på en allmän öfvergång från en klimat-typ till en annan utan måste vara förorsakade af förändrade hydrografiska förhållanden.

stånd. Detta måste tillskrifvas att Volgas tillflöde minskades. Detta var alltså en verkan af de kontinentala meteorologiska förhållandena i Europa under denna tid. Men dessa förhållanden måste hafva tagit slut under slutet af 1200-talet, ty da steg ånyo Kaspiska hafvets vattennivå, enligt hvad HUNTINGTON<sup>1</sup> funnit:

»In 1106, if the pilgrim Daniel has not erred in his distances, the Dead sea stood higher than to day. Next comes a dry period. The caravan-serai in the waters of the Caspian Sea off Baku appears to date from the twelfth or thirteenth century to judge from its architecture. The aridity of this time was not permanent, however, for in 1306 a. D. the Caspian sea again rose to a height of thirty-seven foot above the present surface.»

Det var Volgafloden, som vid denna tid ökade sin vattentillförsel, emedan dess källfloder närdes af den stora nederbörd, som cyklonerna, hvilka enligt EKHOLM vandrade öfver Europa »söder om Hven», medförde från Atlanten. Därifrån utsändes cykloner dels mot Nordhafvet och norska kusten, dels mot Nordsjön och mellersta Europas kuster. Sverige och Danmark samt Östersjöländerna i allmänhet torde hafva i mindre grad hemsökts af cyklonerna — efter hvad TYCHO BRAHE's iakttagelser visa — emedan hela Östersjögebitet om vintern utgjorde ett anticykloniskt område, som på den tiden troligen utgjorde en del af det stora sibiriskt-ryska anti-cyklonska gebitet.<sup>2</sup>

Dessa klimatiska förhållanden verkade ogynnsamt på årsväxten och välståndet på Island, Grönland och norra Europa. Hvad Island och Grönland beträffar hänvisar jag till det föregående afsnittet, hvaruti denna sak utförligt behandlats.

För södra Europa lämnas följande tidsbild från 1300-talet, som jag hämtat ur JESSOP's Historic Essays p. 175.

»It seems established that during the year 1347 there was an atmospheric disturbance extending over a large area of Southern Europe and resulting in extensive failure of the harvest and consequent famine and distress. In January 1348 one of the most violent earthquakes in history wrought immense havoc in Italy the shocks being felt in the islands of the Mediterranean and even north of the Alps».

Under hela 14:de seklet inträffade oupphörligt jordbäfningar, hvilket äfven var fallet på Island. Jordbäfningen i januari 1348 blef särskildt bemärkt, emedan den inträffade i Avignon samtidigt med digerdödens utbrott därstädes (i januari, enligt GUIDO DE CHAULIAC). Det förefaller icke oväntadt, att ett absolut maximum af den tidvattenbildande kraften, som åstadkom sa stor inverkan på oceanen, äfven åtföljts af jordskakningar. Den kommitté för statistik öfver jordskalf som tillsatts af B. Assoc., har konstaterat en periodicitet af c:a 18 år hos detta fenomen, hvilket häntyder på dess sammanhang med månens perioder. Äfven i de skandinaviska länderna synas de häftiga klimatiska växlingarne hafva medfört missväxtår.

<sup>1</sup> E. HUNTINGTON: Palestine and its transformations. p. 333. Kursiveringen är gjord af mig.

<sup>2</sup> I vår tid utgör skandinaviska halfön icke en del af det rysk-sibiriska anticykloniska gebitet om vintern utan bildar ett själfständigt anticyklonalt område med tvänne köldcentra, hvilka mäktigast utveckla sig efter att marken snötäckts och värmeutstrålningen ökats. Östersjöns numera öppna vattenyta åtskiljer det skandinaviska och ryskt-finländska anticyklonala området.

Angående sådana tilldragelser på Island i 14:de seklet yttrar Professor P. A. MUNCH (Det Norske Folks Historie VIII p. 369): »Det berettes fremdeles om saa mange Landeplager og voldsomme Naturoptrin der i dette Aar hjemsögte Island at man næsten maa antage at dette har været en af de stundom tilbagevendende Perioder hvor de vulkanske Kræfter i Jordens Indre ere mere end almindeligt virksomme og Elementerne i usedvanligt Oprør.»

D:r E. BULL i Kristiania<sup>1</sup> har vid granskning af de historiska underrättelserna från medeltidens sista århundraden kommit till den slutsats, att det norska rikets förfall vid den tiden icke så mycket kan tillskrivas de oroliga politiska förhållandena, som fastmer de tätt återkommande missväxtåren, hvilka gjorde, att kornskördarna slogo fel<sup>2</sup> och spannmål till brödföda måste importeras från Lybeck, Rostock, Wismar o. s. v. Importen besörjdes af Hansaförbundet, hvilket genom sitt ekonomiska öfvertag skaffade sig politisk makt. Jordägarne i Norge måste sänka sina arrenden. Befolkningen minskades och utarmades. Landsskatten sjönk med 60—70 %. Äfven kyrkogodsens inkomster aftogo. 1369 importerades korn från Lybeck för omkring  $\frac{1}{2}$  million kronor. Handelsbalansen ställde sig ofördelaktig för Norge, hvars enda utförsvara den tiden var klippfisk. D:r BULL jämför tillståndet med det som skildras i sagohäfderna, då det producerades tillräckligt med korn i Nordland för landets behof. I Asbjörn Selsbanes tid hade höfdingarne i Trondenäs så mycket korn, att de behöfde segla söderut för att köpa korn först ifall tre missväxtår följt på hvarandra. Från Trondelagen utfördes hvete till Island o. s. v. Det är sannolikt, att de oroliga förhållandena i hela den skandinaviska norden vid medeltidens slut till stor del hade sin grund i ogynnsamma naturförhållanden, som nedsatte välståndet inom landet, och icke endast i politiska fejder och vanstyre såsom hittills antagits.

Jag har i det föregående framhållit, att dessa förhållanden måste ha sin grund i kosmiska orsaker. Men kosmiska orsaker verka icke lokalt utan öfver hela jorden. Om den tidvattenbildande kraftens absoluta maximum i början af 1400-talet utöfvat inflytande på jordens klimat, så bör man kunna finna spår af dess verkningar äfven utanför det område, hvars klimat domineras af den Atlantiska oceanen. Dessa verkningar skola afhandlas i ett följande kapitel.

<sup>1</sup> EDV. BULL: »Verlaget og saga» (föredrag).

<sup>2</sup> 1326 omnämnes för första gången, att folket tog sin tillflykt till att äta barkbröd.

## IV.

**Klimatförändringar utom Europa vid medeltidens slut.**

De områden, hvarom här kan blifva fråga, äro dels Nord-Amerika, dels Central-Asien. Det pågår f. n. ett intensivt forskningsarbete på dessa fält, hvilket jag här endast flyktigt kan vidröra. Den amerikanska professorn E. HUNTINGTON har från arkeologisk synpunkt behandlat klimatväxlingarne på båda ställena. Ett synnerligt intressant resultat har han erhållit genom mätning af den årliga tillväxten hos de stora barrträden *Sequoia gigantea* i Californien, hvaraf somliga äro 2,000 till 3,000 år gamla. Huntingtons diagram öfver årsringarnas tillväxt per dekad, d. v. s. tjockleken af 10 årsringar i mm. korrigerad för den olika tillväxten under trädets olika åldrar, aftryckes här i fig. 20. Tillväxten är naturligtvis beroende på klimatet. Huntington<sup>1</sup> säger: »Sequoian växte i en region som i klimatiskt afseende liknar Nya Mexikos med undantag, af att den är kallare och icke har någon regnperiod under sommaren. Långa snörika vintrar med regn som räcker ända tills den heta, torra sommaren inträder äro villkoren för en stark tillväxt». Sådana klimatiska förhållanden tyckas hafva varit förhärskande under 13—14-hundratalet att döma af diagrammet.

HUNTINGTON som ser saken ur arkeologisk synpunkt har icke lämnat någon förklaring af orsaken till klimatväxlingen under denna epok. Det synes mig sannolikt, att den rikliga nederbörd, som förorsakade den starka tillväxten hos Californiens jätteträd under slutet af medeltiden, varit förorsakad af den tidvattenbildande kraftens inverkan på Stilla Oceanens vattencirkulation. I hvarje fall är det intressant att finna bevis för att exceptionella klimatiska förhållanden inträffat under slutet af medeltiden ej blott vid Atlantens utan äfven vid Stilla hafvets kuster. Mest kännbara voro emellertid klimatförändringarne i Asiens inre, hvarest steppsjöarne ömsevis tillväxte i omfång och uttorkades, hvarvid de kringliggande städerna och rikena ödelades och befolkningen måste utvandra. Från sina undersökningar af ruinstäderna och de fordna strandterrasserna i dessa trakter drager HUNTINGTON följande slutsats:<sup>2</sup>

<sup>1</sup> E. HUNTINGTON The fluctuating climate of N-America. Geogr. Journ. Oct. 1912. Se äfven samme författares The Pulse of Asia; Palestine and its Transformations.

<sup>2</sup> Palestine and its Transformations, p. 326.

»all the lakes appear to have experienced a period of contraction in the early part of the Christian era followed by expansion in the Middle Ages and by renewed but less marked contraction in modern time». Denna utvidgning af steppsjöarnes område i Asien, hvilken antyder en tid af fuktigt klimat, skulle enligt HUNTINGTON hafva infallit samtidigt med den fuktiga perioden i Californien eller omkring 1400 e. Kr. Den föregicks af en torr och varm period, som förvandlade Central Asiens länder till öknar och föranledde steppfolkens invasion i Europa under Genghis Khan o. a. Sådana perioder af torra och regnbrist skola enligt HUNTINGTON hafva inträffat flera gånger efter början af vår tidräkning eller omkring 300, 6—700, 1200, 1700 e. Kr. samtidigt i Amerikas och i Asiens centrala delar. HUNTINGTON's åsikt har på senaste tiden erhållit stöd af en betydande auktoritet, nämligen BRÜCKNER<sup>2</sup> som yttrar: »ebenso ist der Mongolinvasion eine Klimaverschlechterung in Asien vorausgegangen. Für diese liegt ein sicheres Symptom vor: das Kaspische Meer hatte nach Bauwerken an seiner Uferzone deren Alter sich bestimmen liess im XII Jahrhundert einen Tiefstand wie niemals nachher und wie lange Zeit nicht vorher. Ein



Fig. 20. HUNTINGTON's växtkurva för Sequoia.<sup>1</sup>

solcher Tiefstand kann nur durch grosse Trockenheit hervorgerufen worden sein. Diese Trockenheit kann aber nicht lokal gewesen sein sondern muss wie das ganze Gebiet der Wolga so auch weite Gebiete Zentral-Asiens mitbetroffen haben. In ihr möchte ich die Veranlassung zum Einbruch der Mongolenscharen nach Europa wie nach Indien und China sehen. So spricht denn gar manches dafür, dass auch die Völkerwanderungen der Vergangenheit durch grosse Klimaschwankungen verursacht worden sind. HUNTINGTON hat geradezu von einem Pulsschlag Asiens gesprochen. Rhythmisch, wie der Puls schlägt, so wirft Asien entsprechend den Schwankungen des Klimas von Zeit zu Zeit Völkerwellen in die peripheren Gebiete der alten Welt».

BRÜCKNER påpekar äfven, huru olika verkning dessa torra och våta klimatperioder utöfva på olika länder alltefter deras geografiska läge. En torkperiod som förvandlar stora landsträckor till öken i Asien och Nord-Amerika kan medföra fruktbarhet och välstånd för Atlantens kustländer: »in Europa verhalten sich die feuchten

<sup>1</sup> För att undvika missförstånd aftryckes här ordagrant HUNTINGTON's anmärkning till ofvanstående diagram:

»Uncorrected curve of growth of the Sequoia Gigantea in California based on 785 measurements. In the final curve to which the requisite mathematical corrections have been applied the left-hand portions will not rise quite so high as in the uncorrected curve here presented.»

<sup>2</sup> Klimaschwankungen und Völkerwanderungen, Wien 1912, p. 24 & 25.

dem Atlantischen Ozean nabelegenen Länder, so vor allem Norwegen, Dänemark, Irland und Grossbritannien, aber auch Schweden und Mitteleuropa, gerade umgekehrt wie das trockne Innere des Kontinents».

BRÜCKNER's egna vidsträckta undersökningar öfver den 35—36-åriga växlingen i klimatet, om nederbördens, spannmålsprisernas, emigrationens tilltagande och aftagande under senaste århundradet visa, att den fråga som EHRENHEIM i sitt arbete »om klimaternas rörlighet» först upptog i Sverige nu åter blir aktuell.

Den omfattning dessa klimatväxlingar hafva, hvilka på en gång träffa Asien och Nord-Amerika, häntyda på att deras förklaring måste sökas i kosmiska orsaker, och jag har angifvit såsom en sådan orsak den tidvattenbildande kraftens variationer, hvilken framför allt beror på de olika månperiodernas växelverkan. Skall denna förklaring gälla, så måste den kunna genomföras både hvad beträffar de stora långperiodiska växlingarna på 1800 år och på de mera kortvariga förändringarne som hinna fullbordas på en månad. Det är möjligt, att man genom en mindre summarisk användning af den harmoniska analysen än hittills skall kunna särskilja värmets och gravitationens verkan på de meteorologiska förändringarna af kort period. Amanuensen STRÖMBERG, som biträdt med uträkningen af de astronomiska uppgifter, som lämnats i det föregående, har härvidlag lämnat ett uppslag<sup>1</sup>, som utgör föremål för en särskild afhandling och visar, hvilket inflytande den tidbildande kraftens variation har på medeltemperaturens växling inom loppet af en månad. Att månperioderna hafva inflytande äfven på väderleken är en allmän föreställning, hvilken har sina rötter i mensklighetens erfarenheter sedan uråldriga tider, och tagit sig mångfaldiga uttryck tiderna igenom, såsom man finner af de försök, som gjorts att därpå grunda prognoser, ifrån almanackans väderleksförutsägelser, som infördes af Celsius på 1740-talet, ända till de nyaste olycksprofetiorna om s. k. kritiska dagar af Falb.

Innan man från vetenskaplig ståndpunkt inlåter sig på prognoser torde det emellertid böra utredas, huru erfarenheterna ifrån förfluten tid ställa sig till den här framställda åsikten om klimatväxlingarnes sammanhang med den tidvattenbildande kraftens variationer. Den största af de perioder jag angifvit, nämligen perioden för absoluta maximas inträffande, hvilken motsvaras af konstellationen *perihelium-nod-apsid*, hade sin senaste epok omkring 1434 och har en period af c:a 1800 år. Det föregående maximet inträffade alltså omkring 366 f. Kr. Mellan dessa år måste perioden hafva haft ett absolut minimum c:a 500—600 e. Kr. Hvad inträffade då?

<sup>1</sup> Herr STRÖMBERG's analysmetod består uti en utveckling i en Fourier'sk serie af en flerperiodisk funktion, hvars perioder äro: året, soldygnen, tropiska och anomalistiska månader o. s. v., alltså samma perioder, som jag funnit ligga till grund för de långperiodiska klimatvariationerna.

## V.

**Klimatväxlingar i förhistorisk tid.**

Enligt hvad som i det föregående nämnts har i tredje eller fjärde århundradet före början af vår tidräkning ett absolut maximum af den tidvattenbildande kraften inträffat, och vi skola tillse, huruvida verkningarna däraf liknat dem, som utmärkt medeltidens sista århundraden, nämligen: förstörande stormfloder på Nordsjöns och Östersjöns grunda kuster, öfversvämningar och köldperioder i de nordiska länderna samt i följd däraf missväxt och utvandring. Från den tid det här är fråga om finnas några få historiska underrättelser från hvilka slutsatser angående klimatet kunna dragas. Däremot är det bevismaterial, som kan hämtas från kvartärgeologien och från arkeologien synnerligt rikhaltigt. Tredje och fjärde seklet f. Kr. betecknar den tidigaste epoken af järnåldern närmast intill öfvergången från bronsåldern. Under stenåldern och bronsålderns första skede, hvilket enligt MONTELIUS kan förläggas till omkring 1600 f. Kr., rådde ännu Littorina-epoken, då oceanvattnet hade friare tillgång till Kattegat och Östersjön, dels emedan landtungan vid Skagen ännu ej bildats, dels emedan den stora sänkning som inledde Littorina-epoken hade gjort Öresund c:a 5 meter djupare än i nuvarande tid. Saltvatten inträngde rikligare i Östersjön, hvars mellersta del erbjöd Nordsjöfiskarne samma livsvillkor som södra Kattegat nu för tiden (se MUNTHE'S karta<sup>1</sup>). Ostronbankar funnos vid Seelands kuster<sup>2</sup>, och dåtidens befolkning hade vid Skandinavien kuster särdeles gynnsamma existensvillkor både genom fiske och åkerbruk; de stodo i handelsförbindelse med såväl de Brittiska öarne som med Medelhafsländerna. Bytesmedlen voro, förutom pälsverk och slafvar, framför allt bernsten, som under bronsåldern förnämligast hemtades från Nordsjökusten. Den vanligaste handelsvägen gick utefter Elbe upp till Donau och vidare öfver Brennerpasset till Italien.

Klimatet var atlantiskt, insulärt, under Littorina-hafvets högsta tid, men öfvergick under den stora landhöjning som då inträffade först i ett torrt »sub-borealt»

<sup>1</sup> H. MUNTHE: Preliminary Report on the Physical Geography of the Littorina sea. Bull. Geol. Inst., Upsala, Vol. II, 1894.

<sup>2</sup> Alla de nu för tiden i Östersjön lefvande boreala fiskarterna med undantag för ålen och makrillen äro att anse såsom *relikter från Littorinatiden*, hvilka både i biologiskt och morfologiskt afseende degenererat från artyperna sådana de nu förekomma i Nordsjön. Rödspättan och strömmingen erbjuda de tydligaste exemplen härpå.

skede, hvilket härskade under större delen af bronsåldern till tiden 500—400 f. Kr., då en stark klimatförsämring egde rum, och bronsålderns kulturperiod förgicks i och med att den postglaciala värmeperioden tog slut.

Landhöjningen under Littorina-epoken var störst vid Bottenhafvets kust. Vid Hernösand var höjningen högst (288 meter), vid Öresund och Belten minst, men utgjorde dock därstädes nära 5 meter, hvilket åstadkom den förändring i Östersjöns fiskeförhållanden som beskrifvits i det föregående.

Under bronsåldern 1600—650 f. Kr. härskade varmt klimat i Skandinavien; alla vegetationsgränser lågo c:a 3 grader nordligare än nu. Bland de bevis som anförts af R. SERNANDER<sup>1</sup> o. a. härför, må nämnas följande:

Hirs växte på Seeland.

Trapa natans, som nu är utdöd i Sverige, växte i insjöarne i södra Sverige.

Hasseln växte vid högre breddgrader och på större höjd öfver hafvet än nu i Norrland.

Tallgränsen låg högre på fjällsidorna än nu.<sup>2</sup>

Stipa (fjädergräset), hvilket nu finnes såsom en relict växtform i Falköpings-trakten, var allmänt.<sup>3</sup>

Under bronsåldern var klimatet (enligt SERNANDER) varmt och torrt. Genom landhöjningen kommo stora sträckor af Sveriges nuvarande Östersjökust — så t. ex. en del af Uppland<sup>4</sup> — i dagen och en massa insjöar och träsk uppstodo, hvilka under det torra klimatets inflytande uttorkade. SERNANDER anser sig hafva påvisat tillvaron af en »tork-zon» i sådana sjöars bottenafslagningar, hvilken skarpt åtskiljer sig från de följande lagren, hvilka bestå af svämmlera och sand, som af floder ditförts i den följande tidsperioden, som utmärkte sig genom ett kallt och fuktigt klimat (början af järnåldern). Denna öfvergång från bronsålderns varma klimat försiggick under några århundraden, hvilka SERNANDER förlägger till bronsålderns sista (öfvergångs-) period 650—400 f. Kr. Temperaturen måste under denna tidsepok (den nordiska mythologiens »fimbulvinter») hafva nedgått betydligt, eftersom i aflagringarne i torfmossar från den tiden anträffats fjällbjörken (*Betula nana*). Från bronsålderns slut

<sup>1</sup> Postglaziale Klimaschwankungen im Skandinavischen Norden (Gerlands Beiträge zur Geophysik): »Alles deutet mit grosser Bestimmtheit darauf hin dass wir eine sowohl markierte als auch sehr langwierige Periode — die postglaziale Wärmezeit — gehabt haben in der die Mitteltemperatur der Vegetationsperioden entweder während aller oder wenigstens während der letzteren Monate, höher als jetzt gewesen ist». Om tiden då det postglaciala värmaximet inträffade finnes en viss meningsolikhet, i det G. ANDERSSON vill förlägga det till tiden före bronsåldern.

<sup>2</sup> TH. C. E. FRIES: Swedish climate in the late-quatarnary period. Der XI. Geologkongress. Postglaciale Klimaänderungen, Stockholm 1910, p. 288.

<sup>3</sup> R. SERNANDER: Sjön Hedervikens vegetationer och utvecklingshistoria. Svensk Bot. Tidskrift 1910. Bd 4, p. 69.

<sup>4</sup> Se A. HÖGBOM om ortsnamnen i Upland, Ymer 1912. Då jag i det föregående hufvudsakligen utgår från SERNANDER's framställning af klimatväxlingen vid brytningstiden mellan brons- och järnåldern är jag skyldig erinra därom, att vissa frågor ännu är under debatt, i det G. ANDERSSON vidhåller åsikten om en långsammare öfvergång från den postglaciala värmetiden till de nutida klimatiska förhållandena. Se GUNNAR ANDERSSON: The climate of Sweden in the late-quatarnary period. Sveriges Geol. Unders. N:o 218.

har en långsam landhöjning pågått, hvilken ännu fortfar. Enligt SERNANDER's uppgift har höjningen under de senaste 2,000 åren varit

i Uppsala-trakten .....	10 meter
vid Sveriges västkust.....	5 »
i Öresund .....	1/4 »

De gamla ostronbankar, som bildats under Littorinahafvets epok, innehållande *Ostrea edulis*, *Tapes decussatus* m. fl. former, hvilka numera utdött eller endast fortleva i våra haf på skyddade ställen såsom relikter, finner man i subfossilt tillstånd på Bohusläns stränder. De bära vittne på en gång om klimatförsämringen och landhöjningen under och efter bronsåldern.

Det kan bevisas — ehuru icke med samma noggrannhet i detaljer som för Sverige — att landhöjningen och klimatförsämringen träffat hela norra Atlantens kust, så att man på Spetsbergen och Frans Josefs land, på Grönland och på Nordamerikas kust finner subfossila aflagringar af mollusker, hvilka en gång lefvat i ett varmare haf, men icke numera lefva vid dess stränder. Några exempel må här anföras.

De svenska expeditionerna hafva på talrika ställen funnit subfossila aflagringar af *Mytilus edulis* på Spetsbergen, likaså Staxrud (på en höjd af intill 60 m. öfver nuvarande hafsnivån).

Vid Disco på Grönland fann V. NORDMANN i dylika strandbankar fossila rester af *Mytilus edulis* och *Anomia squamula*<sup>1</sup> hvilka icke nu lefva i Baffins bay. »Dette betegner at der på et eller andet Tidpunkt av Postglaciale tiden maa have hersket et varmere Klima end nutildags».

De fossila mollusker på Spetsbergen, som tillhört detta varmare haf under den postglaciala värmetiden, äro *Anomia squamula*, *Cyprina islandica*, *Mytilus edulis*, *Litorina litorea*. Ingen af dem lefver nu vid Spetsbergen.

På Grönland och Frans Josefs land representeras denna subfossila molluskfauna af *Mytilus edulis*, på Island af *Purpura* o. s. v.

Alla dessa sydligare former synas hafva lefvat samtidigt i hafvet under den postglaciala värmeperioden. Det har alltså funnits en sådan värmeperiod åtföljd af en försämring af hafsklimatet kring hela nordliga Atlanten, ehuru det endast i Sverige och Danmark är möjligt att (ännu mycket omtvistadt här också) afgöra, när öfvergången inträdde genom de arkeologiska fynd, som gjorts i dessa strandafslagringar. De sydliga molluskarterna hafva anträffats tillsammans med lämningar från bronsåldern, och hvad den därpå följande tiden beträffar, så visa de sparsamma graffynden från den tidigaste järnåldern, d. v. s. från tiden från 400 f. Kr. till 100—200 f. Kr., att den högt uppdrifna kulturen under bronsåldern af ett eller annat skäl gått tillbaka, samt att befolkningen blifvit glesare och lefnadsvillkoren försämrats. Denna

<sup>1</sup> *Anomia* lefver i nutidens haf ej längre nordligt än vid sydligaste Labrador. *Zirphæa*, som också finnes subfossil på Grönlands stränder, lefver nu nordligast i S. Lorenzoviken. Se för öfrigt Meddelelser om Grönland XXIX, 1909, p. 293, 294 samt Studier over nordiske Mollusker af A. S. JENSEN: Videnskabl. Medd. fra den Naturh. Foren. i Kbhvn 1905 samt V. NORDMANN: Meddel. fra Dansk Geol. Forening. Bd 4, Kbhvn 1912.

nedgång visar sig redan under bronsålderns sista afdelning, hvilken O. MONTELIUS förlägger till tiden 650—500 f. Kr. Vid denna tid inträffade äfven en annan förändring, som är betydelsefull. MONTELIUS<sup>1</sup> har visat, att bernstenshandeln vid denna tid tog andra vägar än förut. Hufvudfyndorterna för bernstenen hade under bronsåldern varit Nordsjökusten, och transporten däraf till Medelhafsländerna hade gått de västliga handelsvägarne Elbe, Weser o. s. v. Från omkring 700 f. Kr. är det de östliga handelsvägarne på Weichsel, som utgå från Östersjön som begagnas, hvilket visar, att det nu är bernsten från Östersjökusten i stället för Nordsjökusten som kommer i handeln. Förklaringen synes vara denna:

Den klimatförsämring, som inträdde mot bronsålderns slut liknade den, som inträffade 1800 år senare vid medeltidens slut däruti, att starka stormfloder härjade både Nordsjöns och Östersjöns kuster, men naturligtvis i ojämförligt högre grad Nordsjöns, och förstörde fyndplatserna för bernsten vid Friesland samt Schleswigs och Jutlands vestkust.<sup>2</sup> Att en sådan förstörelse öfvergått Jutska halföns kuster och förorsakat utvandring af befolkningen därstädes, därom har man minnesmärken i litteraturen, som ställa Cimbrernas och Teutonernas infall i Gallien och sedermera i Italien i samband med en stor ödeläggelse genom öfversvämningar som öfvergått deras hembygder.

»Cimbri Teutoni atque Figurini ab extremis Galliae profugi cum terras eorum inundasset oceanus novas sedes toto orbe querebant.»<sup>3</sup> Detta var första anledningen till den stora folkvandringen i första årtusendet före Kristus, hvilken har börjat med bronskulturens förstörelse genom naturkatastrofer och tvingade Nordsjöländernas folkstammar till utvandring.

Naturkatastroferna, som antagligtvis började redan på 600-talet f. Kr. berörde omedelbart de Skandinaviska folkstammarne hvilka inföllo på Galliernas områden. Den första stöten kändes i Italien i fjärde århundradet genom Galliernas infall och den sista stöten afvärjdes vid andra århundradets slut genom Marius' seger öfver Cimbrer och Teutoner vid Aquæ Sextiæ.

Hela den stora folkvandringen, den första i historien som skakade Romarväldet, kan nu följas genom de senaste arkeologiska upptäckterna, hvilka framkommo vid Geologkongressen i Stockholm 1910. KOSSIMA från Berlin konstaterade, att omkring 600 f. Kr. hade en folkvandring från Weichseltrakten börjat, och LIENAU i Lüneburg har följt spåren däraf västerut i Wesertrakten. Därpå vidtaga de romerska histori-

<sup>1</sup> O. MONTELIUS: Handeln i forna dagar, Nordisk Tidskrift 1908.

<sup>2</sup> Jag har rådfrågat professor O. MONTELIUS innan jag vågat framställa denna hypotes. Han har haft godheten i en skrivelse yttra sin åsikt härom som följer:

— — »Säkert är att just kort före det sista förkristliga årtusendets midt den en gång så blomstrande nordiska bronsålderskulturen tynade bort och dog. SERNANDER anser sig hafva geologiska bevis för en samtidigt inträffande försämring i klimatet. — — — — — att bernstensexporten »hufvudsakligast» vid midten af det sista årtusendet f. Kr. — snarare något tidigare — flyttats från den Jutska halfön till Weichselmynningen kan möjligen (eller sannolikt) stå i sammanhang med stora rubbningar af den nämnda halföns västra kust, där bernstenen dittills i så stora massor insamlats och hvarifrån den exporterats söderut.»

<sup>3</sup> Hos Florus III, 3, 1. Den stormflod eller den följd af stormfloder som åstadkom detta går vanligen under namnet die Cimbrische Fluth (FÖRCHHAMMER, S. NILSON m. fl.)

Ammianus Marcellinus (Lib. XV, Cap. 9) berättar att det var en sägen bland Druiderna, att deras förfäder kommit från de yttersta öarne på andra sidan Rhen och att första anledningen till deras tåg åt söder var täta anfall af grannarne och en öfversvämning af hafvet.

skrifvarnes (FLORUS o. a.) berättelser om Cimbrernas infall i Gallien och senare i Italien, hvilket hotade republiken Roms tillvaro efter de båda stora nederlagen vid Noreia, der Papius Carbo blef besegrad 118, och vid Arausio 109, tills Marius slutligen genom segern vid Aquæ Sextiæ afvärjde den första folkvandringens följder för Medelhafsländerna.

Söker man orsaken till denna folkrörelse, så finner man, att det absoluta maximum af solens och månens tidvattenbildande kraft synes hafva inträffat i 3:dje och 4:de århundradet f. Kr., hvilket medförde rubbningar i den oceaniska cirkulationen i form af stormfloder och öfversvämningar samt klimatförsämring och utvandring af kustländernas invånare. Dess verkningar på norra Atlantens öfriga kuster vid Spetsbergen, Island och Grönland kunna endast spåras i den nedsättning i vattnets temperatur, som medförde utdöendet af de ömtåligare molluskarterna *Tapes*, *Anomia*, *Zirphæa* m. fl. Man kunde vänta att äfven utbrott af is från polartrakterna skulle inträffat vid denna tid, såsom skedde vid den nästföljande perioden på 1300—1400-talet e. Kr., omkring 2,000 år efter bronsålderns slut.

Det finnes naturligtvis inga underrättelser från Grönlandshafvet från denna aflägsna tid, men man har underrättelser om förhållandena i hafvet norr om Island ifrån Pytheas resa, som företogs omkring 330 f. Kr. och som talar om ett segt och stelnadt haf »mare pigrum». Det är anmärkningsvärdt, att från denna tid is och ishinder omtalas såsom utmärkande för de nordiska hafven och att likaså, från slutet af medeltiden, 1800 år senare, de isländska annalerna berätta om nya väldiga isblockader af Islands och Grönlands kuster, under det inga ishinder synas hafva mött vikingarne under deras färder till Island, Grönland och Amerika på 800—900-talet e. Kr. Det tyckes framgå af allt att, liksom klimatförsämringen vid bronsålderns slut hade föregåtts af en varm isfri period, den postglaciala värmeperioden, så inföll äfven mellan de båda maxima 400 f. Kr. och 1400 e. Kr. en varm period, hvilken gynnat åkerbruk och skeppsfart i de Skandinaviska länderna samt på Island och Grönland och gifvit möjlighet till den väldiga expansion af de Skandinaviska folkstammarna som karakteriserar vikingatiden. Minnen från kulturens förfall tusen år tidigare hafva kvarstått i den nordiska mytologien sådan den fått sitt uttryck i Eddan hvars föreställningskrets, enligt hvad VIKTOR RYDBERG visat, rör sig om en väldig naturkatastrof, fimbulvintern, då frostens och köldens makter under människoåldrar behärskade världen.

Äfven ett naturminnesmärke från en förgången kulturperiod tyckes hafva öfverlevat fimbulvintern. Vid det stora templet i Uppsala fanns ett väldigt evigt grönskande träd som beskrifves sålunda af ADAM VON BREMEN: »Prope illud templum est arbor maxima late ramos extendens semper viridis in hieme et æstate; cujus illa generis sit nemo scit. Ibi etiam est fons ubi sacrificia paganorum solent exerceri et homo vivus immergi».

SVEN NILSON hade yttrat den förmodan, att detta evigt grönskande träd varit en idegran, en åsikt till hvilken äfven FRITZ LÄFFLER i en nyligen utgifven afhandling: »Det evigt grönskande trädet vid Uppsala hednatämpel (i Fästskrift till H. F. Feilberg) stödd på ett alldeles öfverväldigande bevismaterial kommit. Uppgiften:

ingen vet af hvad slag det är» har beredt vissa svårigheter, emedan idegranen nu för tiden kan växa i Upland och ännu växer vild i västra Norge, ehuru väl den tillhör en växtgrupp som fordrar ett blidare klimat än vårt. Äfvenledes finnas i svenska museer förhistoriska kärl och redskap gjorda af idegran. CONWENTZ, som undersökt dessa fynd, hvilka härstamma från tiden 8:de århundradet f. Kr. till och med 9:de e. Kr., meddelar emellertid, att saker af sådant virke äro mycket sällsynta i Sverige, en sak som äfven bekräftas af SCHÜBELER. NATHORST meddelar, att inga fossila eller subfossila fynd af idegran gjorts på gamla Sveriges område — kärlet som förvaras i Stockholm är funnet i Bohuslän och de två kärl som förvaras i Lunds museum härstamma sannolikt från danskt område. LÄFFLER anmärker: »det gamla Sverige skulle då blifva alldeles utan fynd af fornsaker af idegranträ! Detta torde vara tillräckligt för att förklara, att det heliga trädet i gamla Uppsala kunde vara af okänt slag för befolkningen därstädes på 1100-talet».

LÄFFLER kommer till den slutsats, att idegranen under vikingatiden varit utgången i Sverige, därigenom att den utrotats. Han menar, att det stora trädet i Uppsala kan vara en relik från en förgången period. Att ett sådant träd kunnat där uppväxa ur ett frö från främmande land eller under folkets hägn lefva kvar som en enstaka relik från en utdöd trädart (sid. 642), kan ju icke bestridas.

Med denna konjektur synes LÄFFLER hafva träffat det sannolika alternativet. Idegranen växer långsamt och kan säkert uppnå ett eller två tusen års ålder. Det heliga trädet i Uppsala hade säkert funnits till mer än tusen år och har härstammat ifrån bronsåldern.

Uti det andra årtusendet f. Kr. inträffade också stora folkvandringar. Stöten riktades äfven då mot Medelhafsländerna och det är ej osannolikt, att folkrörelsen äfven den gången haft ogynnsamma naturförhållanden i norra Europa till orsak, hvilka enligt hvad ofvan nämnts böra hafva kulminerat omkring två årtusen f. Kr. Det är anmärkningsvärdt, att äfven under tiden för inlandsisens afsmältning i Skandinavien varma och kalla perioder måste hafva omväxlat. De spår som issmältningen kvarlämnat uti de hvarfviga lerorna vittna nämligen icke om en likformigt fortgående afsmältning under hela tiden. Det torde vara skäl att undersöka, huruvida någon periodicitet uti afsmältningens förlopp kan påvisas.

När man går så långt tillbaka i tiden som till istäckets afsmältning, d. v. s. c:a 9,000 år, måste en annan faktors inflytande på klimatet, nämligen ändringen af jordbanans excentricitet och af jordaxelns lutning mot ekliptikan, tagas med i räkningen, hvilket enligt EKHOLM och CHARLIER har framkallat en värmeperiod omkring 9,000 år före vår tid (och en köldperiod 28,000 år före vår tid). Vill man konsekvent genomföra tanken att, klimatförändringarne på jorden bero af kosmiska orsaker, skulle man förklara de stora växlingarne, som åtfölja de geologiska epokerna (istiden, tertiärtiden o. s. v.) genom jordbanans och jordaxelns föränderlighet och de mindre växlingarne, som utgjort föremål för denna undersökning, genom månbanans förändringar, hvilkas längsta period är ungefär 18 sekler med underperioder af 93, 18, 9, 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> år o. s. v., bland hvilka de kortvarigaste, som kunna räknas i månader

<sup>1</sup> EKHOLM l. c. p. 383.

och veckor, skulle utöfva ett länge anadt men hittills ej bevisadt inflytande på väderleken.

Mellan landisens afsmältning och Littorina-epokens slut infalla flera maxima af den tidvattenbildande kraften. Sådana tider brukar utmärkas af naturkatastrofer såsom

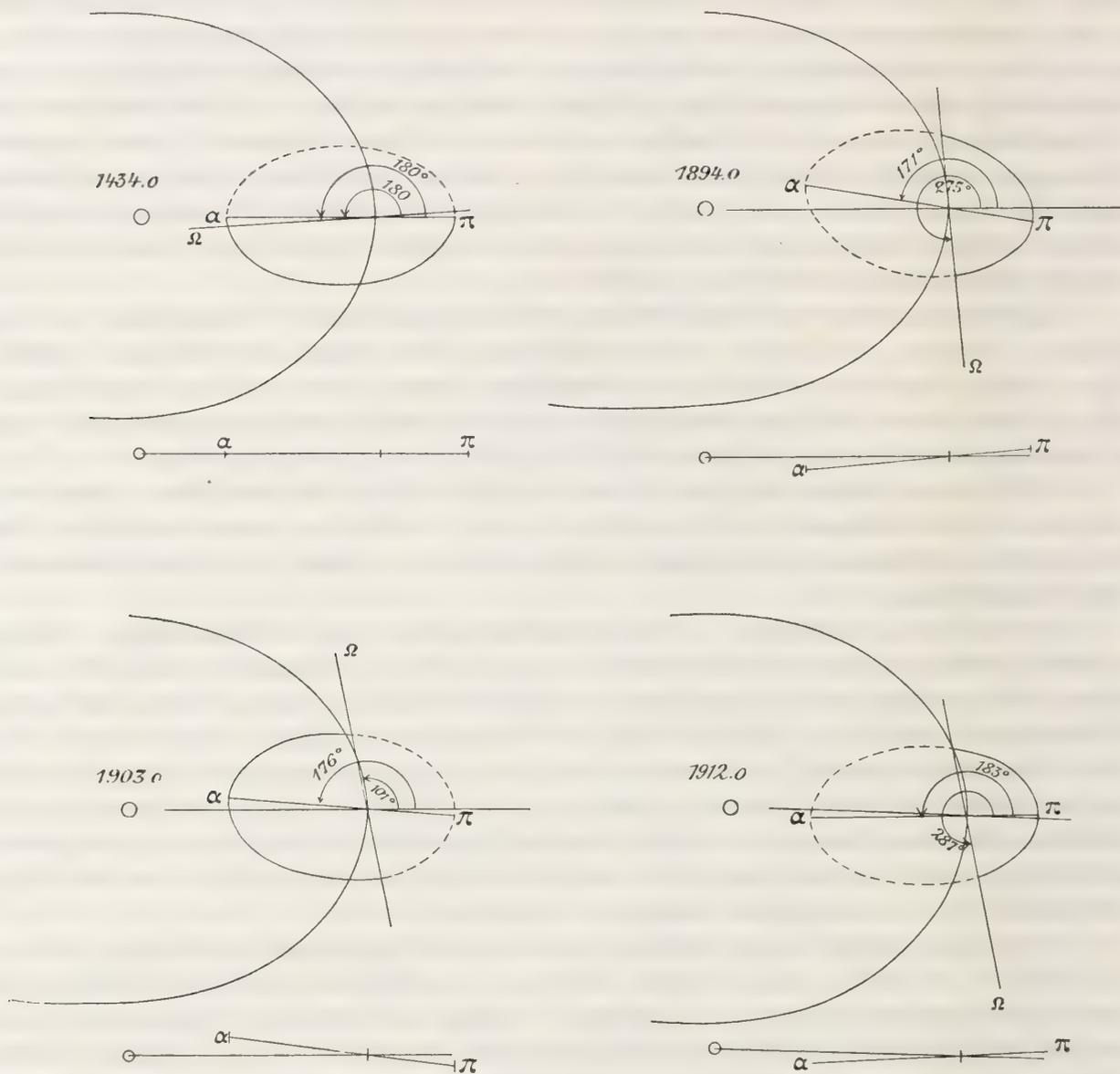


Fig. 21.

Fig. 22.

stormfloder, öfversvämningar m. m. Det finnes vid Skånes kuster minnesmärken efter dylika katastrofer i form af grusvallar, den s. k. Järabacken, hvilken måste hafva bildats i förhistoriska tider. Det förtjänar undersökas, huruvida dess uppkomst sammanfaller med någon brytningstid inom stenålderns och bronsålderns epoker. SVEN NILSON ville uti Järabacken, vid Skifvarpsåns mynning se ett minnesmärke

af ett våldsamt inbrott af hafvet, som skulle inträffat efter bronsålderns slut och markerat tiden för den stora folkvandringen 600–100 f. Kr. Nyare arkeologiska och geologiska undersökningar göra sannolikt, att denna grusvall tillhör ett tidigare skede. DE GEER har sparat denna bildning rundt omkring Skanes kust och anser den markera högsta gränsen för hafvet under stenålderstiden.

Det är en känd och erkänd sak, att efter istiden stora klimatförändringar inträffat. I denna afhandling har visats, att dessa klimatförändringar kunna sättas i samband med den tidvattenbildande kraftens variationer. Vid de tider, då maxima inträffa uti den tidvattenbildande kraften, inträffa häftiga omslag i klimatiskt afseende, hvilka i vissa fall antaga karaktär af naturkatastrofer under det mera jämna och likformiga förhållanden synas råda vid tiden för minima. De absoluta maxima inträffa med en mellantid af omkring 18 sekler, det sista inföll vid medeltidens slut och det sista minimet vid vikingatidens början. Frågar man hvaruti vår tid skiljer sig från maximitiden för 500 år sedan, kan svaret lämnas i form af omstående diagram öfver månbanans ställning vid början af år 1434, 1894, 1903 och 1912.  $\alpha-\pi$  betyder månbanans apsidaxel och  $\Omega$  nodens läge vid tiden för periheliet. Figurerna behöfva ingen vidare förklaring. Det framgår däraf, att under de senaste 18 åren ett sekundärt maximum, af det slag som i det föregående betecknats såsom *apsid-perihelium, tillnärmelsevis* inträffat omkring tiden för vintersolståndet och solens största jordnärhet.

Dessa konstellationer hafva visat sin verkan dels genom vissa kortperiodiska rubbningar i de klimatiska förhållandena, dels, och isynnerhet, genom störningar uti isförhållandena i de arktiska och antarktiska hafven samt polarströmmarne. Det sista decenniet af förra seklet utmärktes af ett oerhördt utbrott af isberg från den antarktiska isbarriären, hvilket kulminerade 1893–95.

Islossningen från antarktiska isbarriären har förnyats under början af detta århundrade, särskildt omkring 1903, men uppgifterna äro icke ännu samlade.

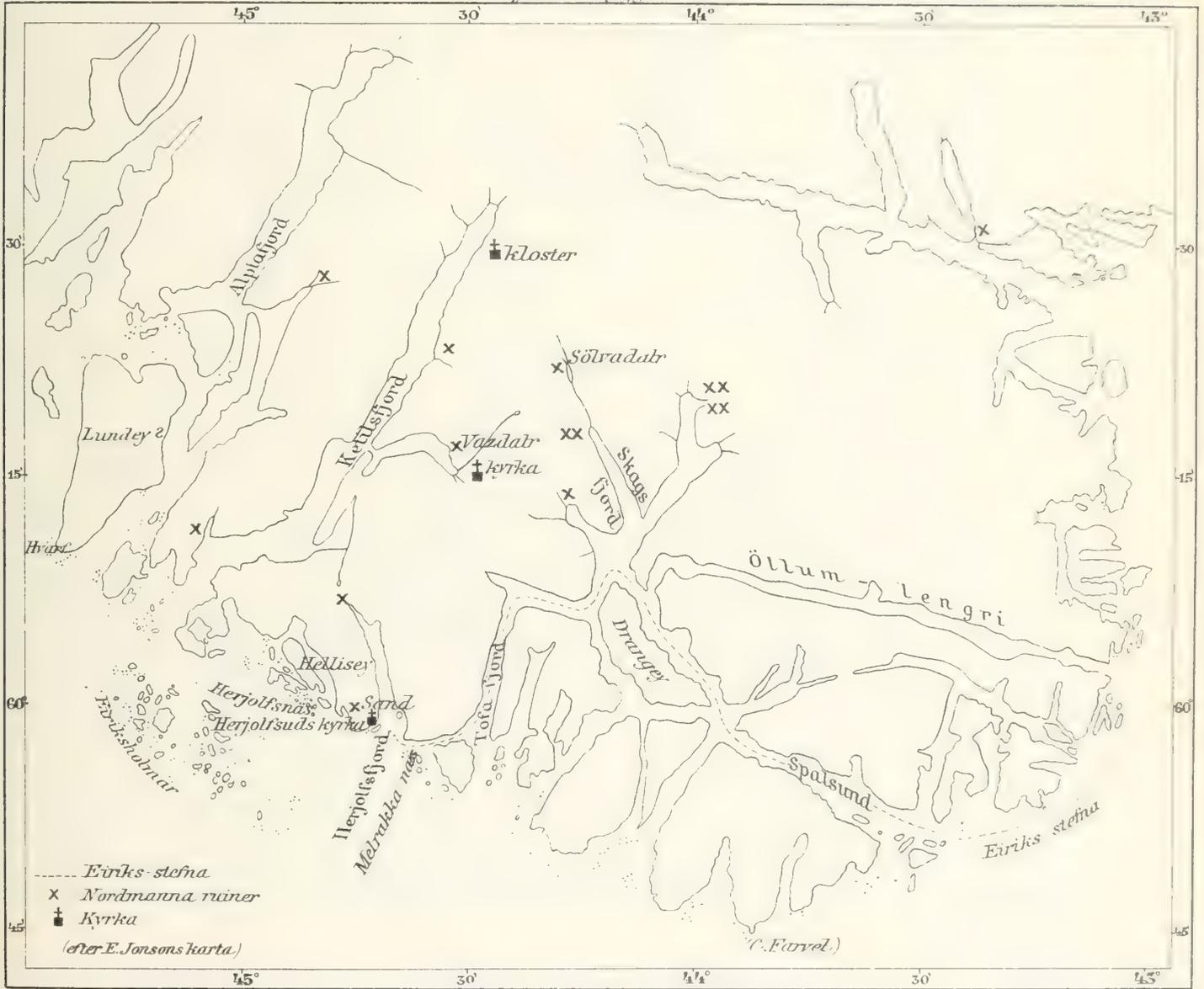
I de arktiska hafven hafva stora framryckningar af is från polartrakterna ägt rum. 1903 trängde packisen från trakten af Frans Josefs land och Nova Zembla ned mot Murmankusten. Grönländska sälar och hvaldjur hemsökte Norges kuster och alla fisken af torsk, sill m. m. felslogo. Äfven Sveriges hafs-fiske slog till stor del fel och endast Nordsjön söder om Doggerbanken förblef oberörd. Enskilda exemplar af den arktiska hvitfisken observerades i Skagerack (Kristianiafjorden) och i Östersjön. Isgränsens framryckning denna vinter synes af det Danska Meteorologiska Institutets iskartor för maj 1903. Det ovanligt starka framträngandet af isfält och isberg från arktiska hafvet med Labradorströmmen under 1912 torde vara i allas minne.

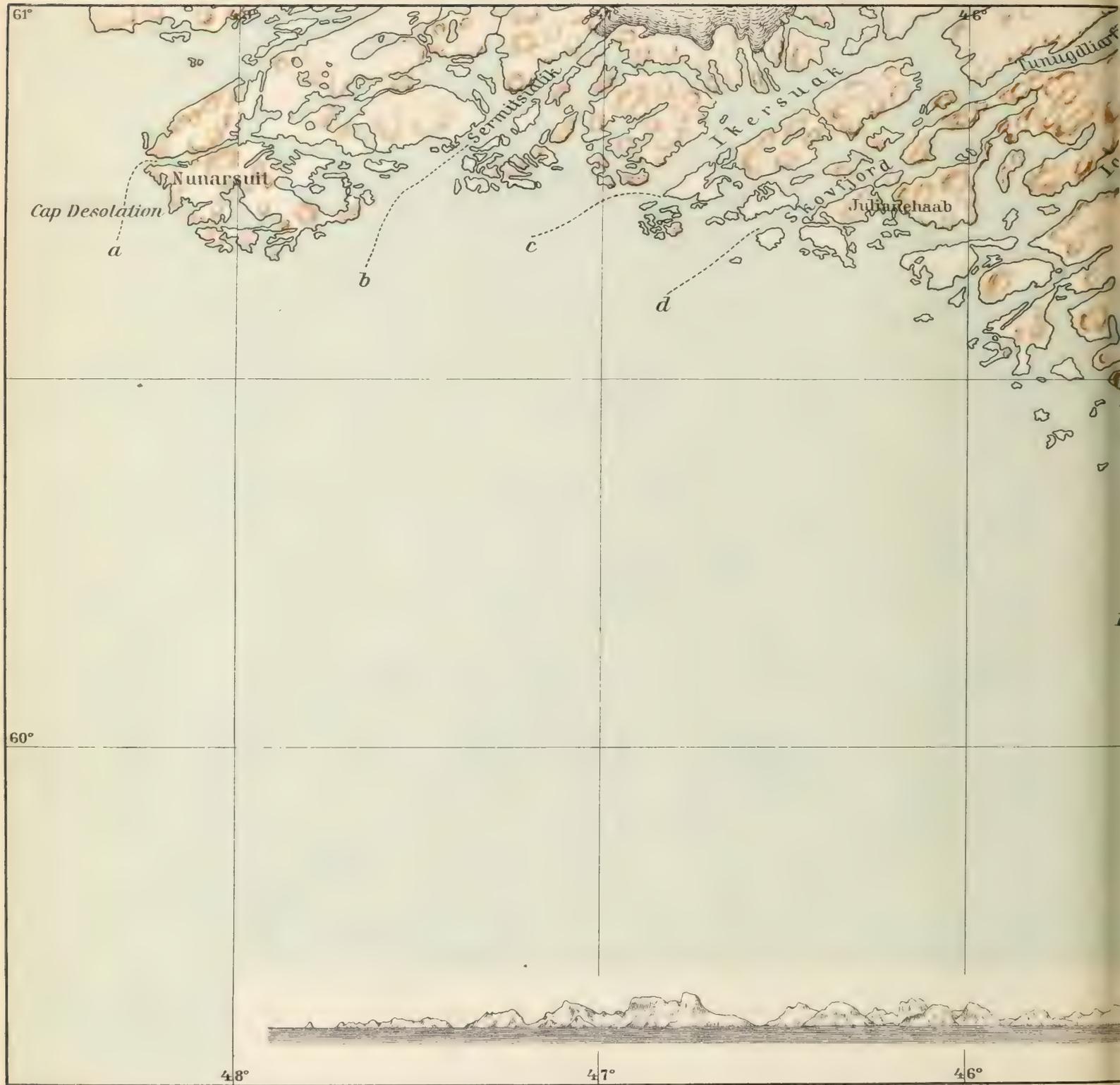
Tryckt den 25 november 1913.

Uppsala 1913. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



### Grœna-land Eystri Byggd.





*a, b, c, d, inseglingsteder till sydgrönlands fjordar i närvarande tid  
(Bergens höjd utsatta i fot)*

KUSTEN NORR OM CAP FARVEL





SOME MESOZOIC PLANT-BEARING DEPOSITS  
IN  
PATAGONIA AND TIERRA DEL FUEGO  
AND  
THEIR FLORAS

BY

**T. G. HALLE**

---

WITH 5 PLATES AND 4 TEXT-FIGURES

---

COMMUNICATED APRIL 23<sup>d</sup> 1913 BY A. G. NATHORST AND G. HOLM

---

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1913



## Introduction.

The plant-bearing beds dealt with in this paper were studied by the writer during the Swedish Expedition to South America in 1907—1909 under the direction of Dr. C. SKOTTSBERG. Most of the fossil plants collected during this expedition in Patagonia and Tierra del Fuego are of Upper Cretaceous and Tertiary age. In the present paper only the older floras will be treated, *i. e.* those from the time before the appearance of the dicotyledons. These older floras are not only more easily studied than the younger ones — which are composed mainly of dicotyledons and require a detailed comparison with the present vegetation both of South America and other continents — but also, on the whole, of greater interest, because their existence in this region was not hitherto known. The fossil plants described in this paper, as well as all the palaeobotanical collections of our expedition, are in the Palaeobotanical Department of the State Museum of Natural History at Stockholm. To the Director of this department, Professor A. G. NATHORST, I desire to render my sincere thanks for much helpful assistance in my work.

---

From the whole of that part of South America which lies south of the latitude of Buenos Aires there have only been described some few and poor plant-remains belonging to a flora that is older than the first appearance of the dicotyledons. These fossils, which have been described by KURTZ (1901), were found by ROTH (1901) at Piedra Pintada on the northern border of Patagonia, in beds with marine fossils considered to be of Liassic age. KURTZ mentions the following species: *Asplenites macrocarpus* FEISTM., *Thinnfeldia* sp., *Dictyophyllum* sp., *Otozamites Ameghinoi* KURTZ, *O. Bunburianus* ZIGNO, *O. Rothianus* KURTZ, *O. Barthianus* KURTZ, *Brachyphyllum* sp. The flora is compared by KURTZ with the Rajmahal Flora of the Upper Gondwanas of India.

South of Piedra Pintada there were known, until recently, only dicotyledonous floras, of which the most important as well as the oldest is that of Cerro Guido in south-western Patagonia. This flora, which was discovered by HAUTHAL, has been described by KURTZ (1899) and compared by him with the Cenomanian Dakota

Flora of North America. According to later statements it would seem to be even younger (HAUTHAL 1907). Various explorations, dating from the time of DARWIN, however, have proved that strata of Lower Cretaceous and possibly Jurassic age have also contributed to the geological structure of Patagonia and Tierra del Fuego (DARWIN 1846). These Lower Cretaceous and Jurassic strata do not play any important part, but they are known from several different districts both in the north and in the south. DARWIN discovered (l. c.), in a series of slates on the Brunswick Peninsula north of the Straits of Magellan, a marine fauna which was later described by FORBES (1846). The age of this fossiliferous deposit has generally been considered as Neocomian or Aptian. Further north there are the Lower Cretaceous faunas collected by HATCHER (1897, 1900) in the region of Lago Pueyreddon in a thick series of beds which he comprises under the name of the »Pueyreddon Series». HATCHER's marine Cretaceous invertebrates have been described by STANTON (1901) who considers the most important fauna to be not younger than Gault. In the same district, HAUTHAL has discovered rich faunas of Lower Cretaceous ammonites of which the most important ones are stated by FAVRE (1908, p. 641) to indicate the Barremian and the Hauterivian. The exact age and the parallelisation of these different fossiliferous beds are not yet exactly settled. ROTH has found at Lago Fontana in northern Patagonia a marine deposit the age of which cannot be definitely set down as either Upper Jurassic or Lower Cretaceous (ROTH 1908, p. 93). On the whole, it must be said that Jurassic deposits are very rare, and mostly somewhat doubtful, in the whole of Patagonia south of Piedra Pintada. ROTH has found S.E. of Tecka in the Patagonian table-land outside the Cordillera a dolomite-like rock which contains some few marine invertebrates. The age of these fossils is regarded by ROTH as probably Jurassic and has been compared by SCHILLER with the Liassic (ROTH, l. c.). This appears to be the most reliable account of the occurrence of Jurassic strata in the region south of Piedra Pintada. HATCHER (l. c.) has hesitatingly referred to the same formation his »Mayer River beds» from the region between Lago Belgrano and Lago San Martin. Since neither the upper nor the lower limit has been definitely determined and it has yielded no fossils which could be identified, the age of this series is very questionable. A Jurassic age was assumed mainly because of the great thickness of the overlaying Cretaceous sediments.

The existing records of Lower Cretaceous and Jurassic deposits in different parts of Patagonia rendered the occurrence of fossil floras of this age very probable. It is true that the deposits so far known were all of a marine nature; but in some of them a few poor and indeterminable plant-remains had already been noted. It was therefore only what was to be expected when our expedition discovered, in crossing the pass north of Lago San Martin, a fairly well preserved though not very rich flora of unmistakably Jurassic or Lower Cretaceous character. This flora is of interest in the first place because it is far remote from other floras of the same age — a closer inspection proved, indeed, that it is not closely comparable with any fossil flora in South America. It was also found to include some elements of botanical interest. The scope of the present paper is chiefly to describe this flora and to

discuss briefly such geological questions as are immediately connected with it. The flora throws some light on the geological structure of this part of Patagonia; but a detailed description of the geology of the region is better postponed. Of the few marine fossils found in more or less close connection with the flora only the Cephalopoda have as yet been examined by a specialist (STOLLEY 1912). The rest of the invertebrates collected both in the same series and in other adjacent and comparable districts is still awaiting description; and until this has appeared the geology of the region can only be discussed in the simplest outlines.

In addition to the flora of the Lago San Martin district, some few other fossil plant-remains of the older Mesozoic type were also found during the expedition. These plant-remains, which were collected at Bahia Tekenika in the extreme south of Tierra del Fuego, were not only few but also badly preserved. Nevertheless, they have proved to be of a considerable geological interest, by affording a rough determination of the age of the highly disturbed strata of the Fuegian cordillera. The Tekenika plants will here be described first.

## Plant-bearing deposit at Bahia Tekenika, Tierra del Fuego.

### Geology.

Bahia Tekenika is a large bay or fiord cutting into the almost isolated eastern portion of Hoste Island. The locality in which the fossils were collected is situated on the southern shore of the bay, about 60 naut. miles N.W. of Cape Horn. During the Swedish Antarctic Expedition with the »Antarctic» in 1901—1903, Professor J. G. ANDERSSON (1908, p. 174) had discovered here, close to the now abandoned mission-station, a fossiliferous deposit of highly disturbed conglomerate and greywacke containing slices and lenticular bodies of coal. The fossils consisted of petrified wood and marine shells, principally mussels, which were scarce and mostly fragmentary. The collections made on this occasion were kept on board the »Antarctic» and were afterwards lost with her.

In March 1909 I found an opportunity of spending a couple of days at Tekenika. New collections of the shells and the petrified wood were made; and in addition I found some few and badly preserved plant-impressions. The wood and the shells have unfortunately not yet been examined by specialists, but the impressions, poor though they are, appear to be sufficient for a rough determination of the age of the deposit.

Text-fig. 1 is a sketch-map of Bahia Allan Gardiner (at which the mission-station was formerly situated) on the S. side of Bahia Tekenika. On this sketch-map, which is drawn on the basis of the Chilean Admiralty Chart, the principal exposures of solid rock are laid in, in order to show the prevailing strike of the strata as well as the different places in which the fossils were found. The principal exposure is on Peninsula Burleigh between Punta Carbón and Punta Fósil, as well as for some distance west of the latter. It was in this locality that Professor ANDERSSON had studied the coal and collected the petrified wood and the marine shells. The prevailing rock is here a very hard conglomerate with fairly large, rounded pebbles. The conglomerate is intercalated with a very hard, somewhat gritty slate. The same kind of rock also appears to form the matrix in the conglomerate. The coal, which is of a very poor quality, was first discovered by a Chilean man-of-war at the point which is named after it Punta Carbón. It occurs as thin lenses and slices of small

extension in both kinds of rock. The strike varies mostly between N. 65° W.—S. 65° O. somewhat S. and W. of Punta Fósil and N. 15° W.—S. 15° O. at Punta Carbón. Only on the northern promontory, at Punta Fósil, is there a different strike, or due E.—W. The dip of the strata is mostly steep, varying from 20° to 65°. The rock is much broken up by fault-lines, and areas of different strike and dip border closely on each other. Petrified wood, often pierced by bore-mussels, occurs in several places. The marine shells were found at *b*, a little south of Punta Fósil, where they occurred sparsely in the finer grained varieties of the rock. They consisted chiefly of mussels, which were mostly rather fragmentary. The fossils from this locality have unfortunately not yet been examined by a specialist.

Further west on Peninsula Burleigh there occur a couple of small exposures of the same kinds of rock. In the place marked *a* on the sketch-map, I collected some



Fig. 1. Sketch-map of a part of the southern side of Bahia Tekenika.  
Scale approximately 1 : 75000.

few fragments of fossil plants, in a very small outcrop of hard bluish slate, of which the strike and dip could not be ascertained. The fossils were of the poorest possible quality, yet they have proved to be of considerable importance, since a number of them could later be identified as belonging to the genus *Dictyozamites*. These specimens are described below as *Dictyozamites* cf. *falcatus* (MORR.) OLDH. Of the other plant-remains, one little fragment represents a fern, probably of *Sphenopteris*-type; the rest are quite undeterminable.

The formation described above recurs further to the east. On the outer side of Punta Yahgan and on the little islet east of it, Islote Asmussen, a strike in N.W.—S.E. appears to prevail, and in its continuation the formation is again met with on the east side of Bahia Navidad (at *c* on the sketch-map). The strike remains N.W.—S.E., the inclination is mostly steep, but the strata are much dislocated by faults which cause a very great variation in the dip within a short distance. There is some difference in the lithological character of the formation in this place as

compared with Peninsula Burleigh. The rocks vary much in regard to their consistence: sometimes they are as hard as in the former locality, sometimes much softer. These softer varieties have a yellowish to reddish colour and probably only represent a more weathered state: this is confirmed by the fact that the different varieties pass over into each other. Among these softer rocks there occurs also a fine-grained sandstone which alternates with and passes over into a coarse slate. In this rock I found a couple of very poorly preserved plant-fragments. One is a *Sphenopteris* which, as far as the preservation permits of forming any opinion, belongs to the type of *Sphenopteris hymenophylloides* BRGN.; the other is a minute fragment of a sterile branch of a conifer.

Although there is no direct evidence, it is probable that the different outcrops of the rocks described belong to the same series and do not differ much in age. Owing to the small extension of the outcrops it is impossible to form an estimate concerning the thickness of the formation but it does not appear to be very great. There is no reason, therefore, to believe in the existence of any considerable difference in age between the fossils found at the different localities. It may be possible to give a fuller consideration to this question when the shells from Punta Fósil have been examined; at present only the fragments of plant-impressions can be described.

### Plant-remains.

#### *Sphenopteris* sp. (cf. *S. hymenophylloides* BRGN.).

Pl. 5, fig. 26.

The fragment shown in pl. 5, fig. 26, is evidently a portion of a fern-frond of the type of *Sphenopteris* (*Coniopteris?*) *hymenophylloides* BRGN. It represents only a very small portion of the frond, consisting of the remains of two pinnae still attached to a common rachis. It can be seen that the pinnae are long and linear. The pinnules are ovate, with a narrow base, and are pinnately lobed. The venation is indistinct. There cannot be much doubt that the fragment represents a species of *Sphenopteris* of the *S. hymenophylloides*-group. It is possible that it should even be referred to this species, but the poor preservation does not permit of a definite determination.

#### *Sphenopteris?* sp.

Pl. 5, figs. 27, 28.

The little fragment shown in pl. 5, fig. 27, evidently represents a portion of a fern-pinna. It has only a length of 7 mm. and bears a few rounded pinnules, of which the venation is not preserved. The fragment is naturally undeterminable.

**Dictyozamites cf. falcatus (MORR.) OLDH.**

Pl. 5, figs. 29—33.

Cf. *Dictyopteris falcata* MORRIS, OLDHAM & MORRIS 1863, p. 38; pl. 24, figs. 1, 1 a.Cf. *Dictyozamites*, OLDHAM, ibidem, p. 40.Cf. *Dictyozamites indicus* FEISTMANTEL; 1877, p. 18; pl. 4, figs. 7, 8; pl. 5, figs. 1—4; pl. 6; — 1877 a, p. 70; pl. 46, figs. 7, 8; — 1877 b, p. 18; pl. 2, figs. 5, 6; — 1879, p. 24; pls. 3—5.*Dictyozamites* (cfr. *falcatus*), HALLE 1912, p. 40.

The commonest and best preserved plant-remains in the fossiliferous series at Bahia Tekenika, are some fragments of fronds of a cycadophyte belonging to the genus *Dictyozamites*. In a short note in the »Palæobotanische Zeitschrift» (1912) I have already reported the occurrence of the genus in this locality, the only one at present known in South America or, indeed, anywhere in the Southern and Western Hemispheres. A definite specific determination of the fossil is not possible, but the greatest resemblance is to the Indian species, *D. falcatus* (MORR.) OLDH.

The material is very fragmentary, and the preservation rather unsatisfactory, yet the generic determination appears safe. Only one specimen (pl. 5, fig. 33) shows the pinnae still attached to the rachis; with this exception only isolated pinnae occur. In the former specimen the preservation is particularly unsatisfactory, the venation being quite invisible. It is probable, however, that it belongs to this genus, because the pinnae are very like those with better preserved venation which occur detached in the rock. The pinnae also have the shape characteristic of *Dictyozamites*, being slightly falcate and apparently auriculate at the base. The detached pinnae, of which two are shown in pl. 5, figs. 29 and 31, are also somewhat falcate, but are a little longer than those of the complete specimen. They have no midrib, but the median zone is occupied by a number of subparallel longitudinal veins. On both sides of this median zone the veins are more spreading, arching towards the margins. A close examination in a favourable light reveals the occurrence of anastomoses (pl. 5, figs. 30 and 32).

There can be no doubt that these fragments, poor though they are, indicate the presence of the genus *Dictyozamites* at Tekenika. *Dictyozamites* OLDH. was first described from the Rajmahal Group of the Upper Gondwanas of India. FEISTMANTEL, who revived OLDHAM's genus and redescribed the species known as *Dictyopteris falcata* MORRIS under the name of *Dictyozamites indicus* (FEISTMANTEL, l. c.), regarded the genus as exclusively characteristic of the Gondwana facies. Later on, the genus was recorded by YOKOYAMA (1886, p. 7) from the Middle Jurassic of Japan, the Japanese species being later (1889) described by him as *D. indicus* FEISTM. var. *distans* YOK. and *D. grossinervis* YOK. That the distribution of the genus extended to Europe was proved in 1889 by NATHORST, who described a new species, *D. Johnstrupi*, from the island of Bornholm, where it occurred in beds considered to be of Liassic age. Finally a new species, *Dictyozamites Hawelli* SEW., has been described by SEWARD (1903 a) from the Lower Oolite of Yorkshire.

Owing to the poor preservation of the Tekenika specimens a definite identification with any of the known species is impossible. It would appear, however, as if they were most closely comparable with the Indian species, *Dictyozamites falcatus* (MORR.) OLDH. There is, indeed, nothing in the characters of our specimens, as far as they can be made out, that is not consistent with their identification with *D. falcatus*, but owing to the poor quality of the material it is advisable to refrain from a definite determination.

#### Coniferous fragment.

Pl. 5, figs. 34, 35.

The minute fragment shown in pl. 5, figs. 34 and 35, is no doubt the top of a very slender branch of a conifer. It shows some few lanceolate pointed leaves apparently closely adpressed to an axis which is, however, not seen. It would appear as if the leaves had a decussate arrangement; but it is not possible to be quite sure even on this point. There are several Mesozoic conifers known which show a very similar habit and which may have branchlets almost as slender as this specimen. A determination of the latter, however, is naturally out of question.

#### Age and correlation of the plant-bearing deposit.

For a determination of the age of the plant-bearing deposit at Bahia Tekenika only the following plant-remains are as yet available:

*Sphenopteris* sp. [cf. *Sphenopteris* (*Coniopteris*?) *hymenophylloides* BRGN.].

» ? sp.

*Dictyozamites* cf. *falcatus* (MORR.) OLDH.

Coniferous fragment.

Although none of these fossils can be identified with any known species, one of them fortunately is sufficiently characteristic to ensure a rough determination of the age. The genus *Dictyozamites*, which is now known from several districts, has hitherto been strictly confined to the Jurassic. *D. falcatus*, with which species the Tekenika specimens appear to be most closely comparable, was first described from the Rajmahal Group of the Indian Gondwanas, but was later recorded also from the somewhat younger Sripermatur Group of the same series. The Rajmahal Group is regarded by FEISTMANTEL as Liassic; but, as I have suggested elsewhere (HALLE 1913, p. 102), it may possibly be somewhat younger. Since the species has been found to be rather more common in the somewhat younger Sripermatur Group (FEISTMANTEL 1880 b, p. XXVI), it appears safe to consider it as characteristic of the Lower and Middle Jurassic. This opinion is confirmed also by the fact that one of the Japanese forms, which has been described as a variety of the same species, occurs in beds held to be of Middle Jurassic age. This species is of the greatest importance in the present case, because of the agreement with it shown by the Tekenika specimens.

The other species, however, present no difference in regard to the age. The Bornholm strata in which *D. Johnstrupi* occurs are regarded as Liassic, but they contain a considerable number of species identical with such from the Middle Jurassic of England and other countries. *D. Hawelli* is found in the very type-formation of the Middle Jurassic — the Lower Oolite of Yorkshire.

The Tekenika specimens of *Dictyozamites* may thus safely be held to indicate that the deposit belongs to the Jurassic, most probably perhaps to the Middle Jurassic. The fragment of *Sphenopteris* [cf. *S. (Coniopteris?) hymenophylloides*], which in itself proves nothing, agrees well with the result thus arrived at.

The Jurassic deposit of Tekenika offers the only clue at present available to the age of the south-western zone of the Fuegian cordillera. The great «slate-formation» of Tierra del Fuego and southern Patagonia has been the subject of much discussion. Since STEINMANN (1908, p. 193) has shown that the supposed Jurassic and Cambrian fossils collected by the French «Mission scientifique au Cap Horn» have been wrongly determined, only Cretaceous faunas are known from this wide-spread formation. These faunas have almost all been collected — by DARWIN, STEINMANN, HAUTHAL and others — in southern Patagonia. The only information existing on the age of the «slate-formation» south of the Straits of Magellan is offered by the few fragments collected on Staten Island by the French expedition and identified by STEINMANN (l. c.) as belonging to a bivalve, probably of the genus *Inoceramus*. The «slate-formation» assumes a more and more metamorphic character as the crystalline zone in south and west is approached, and in Hoste and Navarine Islands it consists of phyllites and mica-shists (cf. QUENSEL 1911, p. 16). It is impossible at present to state what relation the «slate-formation» has to the fossiliferous deposit of Tekenika. It is possible that the latter beds belong to the same great series; but it is more probable that they represent a different and considerably older stratigraphical unit. The «slate-formation» so far has yielded only Cretaceous faunas of which the oldest is the one collected by DARWIN at Mount Tarn and regarded since that time as Neocomian or Aptian. This fauna must be separated from the Tekenika beds by a considerable space of time, since there is no reason to regard the latter as younger than Middle Jurassic. At any rate, it is certain that the fossiliferous deposit at Tekenika represents the oldest horizon at present known in the Fuegian cordillera. It may be hoped that it will offer a clue to the stratigraphy of the highly disturbed sedimentary rocks which border to the western and southern crystalline zone. Bahia Tekenika no doubt offers the best starting-point for a study of these rocks; and from the observations made during my only too short stay there I think it may yield very good results.

The Jurassic of Bahia Tekenika stands at present rather isolated within the Andes of southernmost South America. It is not till we come to the northern border of what is usually called Patagonia, in the region of Rio Limay, that deposits of a corresponding age are again found to contribute to the structure of the cordillera. It is possible that the Mayer River beds (see below), north of Lago San Martin, may reach fairly low down into the Jurassic; but this is as yet an open question.

A very interesting analogy to the Tekenika deposit appears to be found within the supposed southerly continuation of the Andes, in the Antarctic. The rich flora collected by Prof. J. G. ANDERSSON during the Swedish Antarctic Expedition in 1901—1903 at Hope Bay, Graham Land, and described by the present writer (HALLE 1913) is undoubtedly Jurassic and most probably Middle Jurassic. It occurs in a strongly folded slate of a lithological character somewhat similar to that of Bahia Tekenika. The fossils from the latter place are too few to permit of very definite parallelisation but it appears highly probable that both deposits roughly correspond to each other and thus afford another evidence of the connection between the South American and the Antarctic Andes.

## Plant-bearing deposits near Lago San Martin.

### Geology.

The region north of Lago San Martin is undoubtedly one of the most interesting in Patagonia from a geological point of view. It was in this district that the fossil flora was found which forms the principal subject of this paper. In order to facilitate the understanding of the occurrence of the plant-remains and the geological relations of the plant-bearing beds, it will be found necessary to give a short account of the geology of this region.

Immediately east of Lago San Martin (text-fig. 2) there extends a large plateau or *meseta* measuring about 70 miles across from north to south and reaching, at its higher western border, in certain places a height of more than 1,800 m. above the sea. The *meseta*, which consists of sedimentary strata capped by a bed of basalt, slopes very gradually towards the east. North of Bahia de la Lancha, the eastern branch of the lake, this *meseta* comes into close contact with the eastern border of the cordillera. The boundary is roughly marked by the rivers Carbón and Fósiles, the former running in a northerly direction to Rio Mayer, the latter southwards to Bahia de la Lancha. These rivers have all but affected the separation of the *meseta* from the eastern slope of the Cordillera, only a short though high (1,360 m.) pass separating their sources. West of their valleys the eastern slope of the Cordillera is found to consist of the porphyritic tuffs which, from here on northward, play an important part in the structure of the eastern border-zone of the Andes (QUENSEL 1911). On the east side of the valleys the *meseta* rises in steep *barrancas* presenting unparallelled sections of the thick sedimentary formations. Unfortunately fossils are rather rare in this series: HATCHER, who devoted some time to their exploration on the north side of the *meseta*, was unable to find any determinable fossils; and those collected by our expedition along its western border are too few and too scattered over separate localities to afford any basis for a satisfactory subdivision into different horizons.

The completest section is found in the south, east of Bahia de la Lancha (text-fig. 3, which is a diagrammatical section of the western border of the *meseta*, at *a* on the sketch-map). No determinable plant-remains were found in this locality; but

the section is of importance because of the marine fossils, and the information which it affords in regard to the probable position of the plant-bearing beds in the series. The different strata in this section will here be described in ascending order (text-fig. 3).

(1) On the shore of the lake, the surface of which according to the map of the Argentine Boundary Commission, lies 200 m. above sea-level, the basement of the sedimentary series of the meseta crops out. It consists of a very ancient-looking

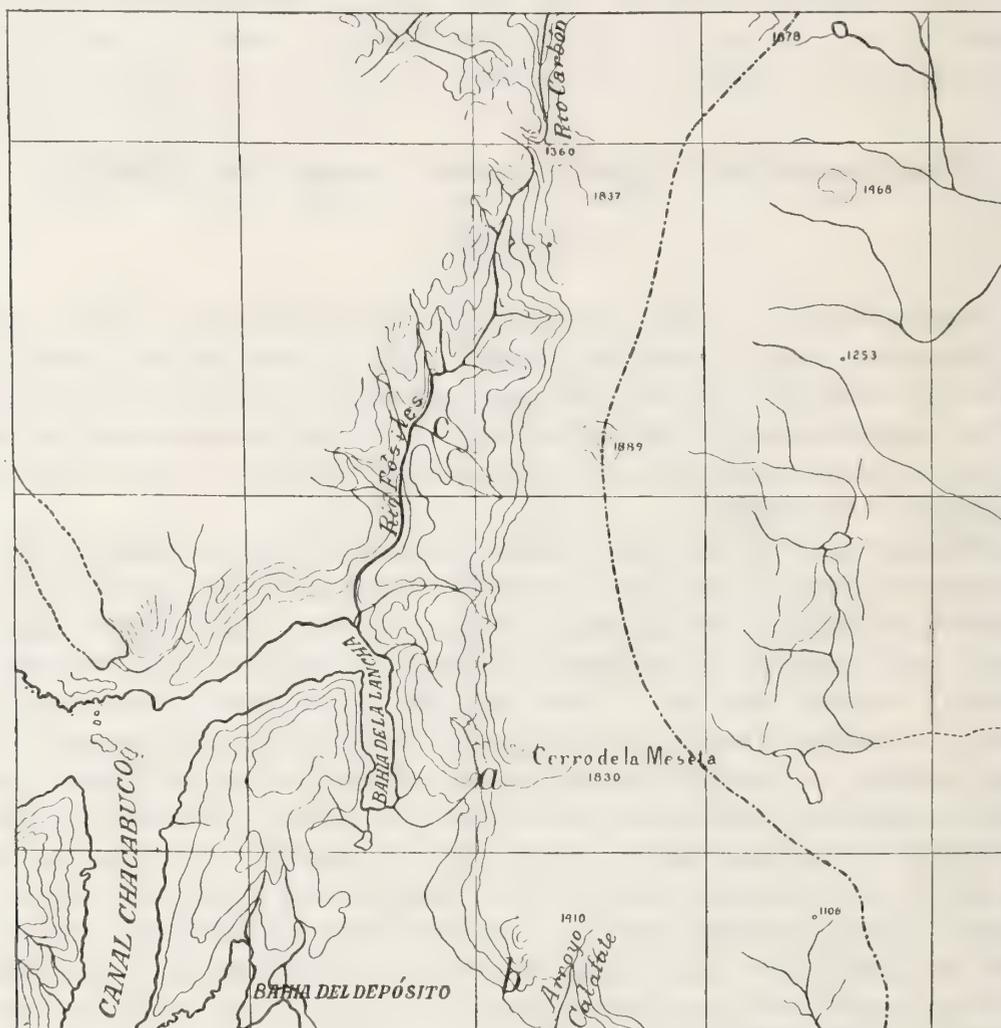


Fig. 2. Sketch-map of the region north-east of Lago San Martín. After the Argentine Boundary Commission. Scale 1 : 400000. Heights in metres.

formation of highly inclined, hard and metamorphosed rocks, quartzitic sandstones and dark phyllitic slates.

(2) Unconformably upon the denuded surface of this formation rest the basal layers of the meseta series, a hard consolidated conglomerate which contains pebbles of the underlying rocks. This conglomerate, which reaches a thickness of about 15 m., dips only 20—30° E., and is conformably overlaid by the following beds of the meseta series, from which, however, it differs markedly through its greater hardness.

(3) Immediately above the conglomerate lies a fairly hard volcanic tuff. It is generally bluish white, but other colours occur too. It contains a great percentage of lime, which has given rise on a lower level to considerable deposits of recent calcareous tufa close to the estancia of Mr. FRANK.

(4) On the top of the tuff follows a fairly coarse yellowish white sandstone which was exposed only to a thickness of rather less than a hundred meters. Above this sandstone there is a gap in the series, owing to covering by waste, but about 100—150 m. higher up in the slope commences one of the most important divisions of the whole meseta series.

(5) These strata consist of black slates which contain calcareous nodules and, in the upper portion, intercalations of rocks like those of the following higher beds. This series of slates is very fractured and somewhat disturbed by faults, but has the same general dip of 20—30° E. as the next lower and higher members of the series. The slates are fossiliferous, but very sparsely: only single specimens were found at great distances from each other, so that their position in regard to each other could

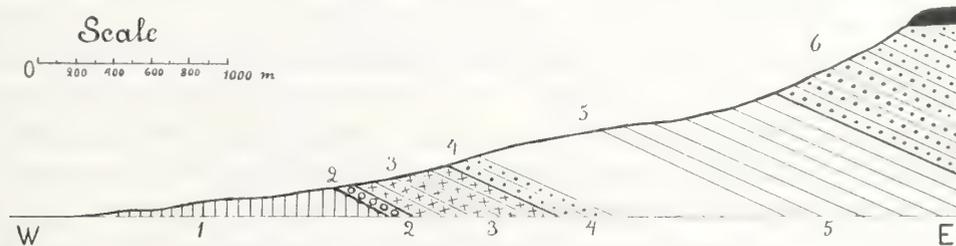


Fig. 3. Diagrammatical section of the western border of the meseta east of Bahia de la Lancha, Lago San Martin. For explanation see the text.

not be ascertained owing to the disturbed state of the strata and the gaps caused by waste-covering. The upper limit of the slates was not exposed, but it is evident that the series has a thickness of more than 500 m. Most of the fossils were found in the upper part, in which already occur intercalations of arenaceous sediments resembling those of the next higher strata. This division and the following one are undoubtedly very closely connected.

(6) The highest division of the series is composed of thick beds of rather coarse yellowish sandstones. The rock, though it always has a yellowish colour, appears somewhat variegated because the different shades vary from yellowish white to a rusty tint. It appears to contain volcanic material in varying quantity, having often a rather tuffoid aspect. Fossils are very rare in this rock and consist mostly of rather badly preserved bivalves. The thickness of the series cannot be determined, because the uppermost beds disappear, with an easterly dip, underneath the basalt, but the exposed portion measures probably about 500 m. at least.

(7) The whole sedimentary series is capped by the basalt which forms the surface of the meseta. It has a very varying thickness and rests unconformably on the denuded surface of the sedimentary series. The strata of the latter have, on

the whole, a stronger dip than the contact-plane, so that the basalt comes to rest on younger and younger beds towards the east.

The facts available for a determination of the age of the different members of this series are as yet very meagre. As has already been remarked, fossils are few and far between. With the exception of a small fragment of a leaf, they consist exclusively of invertebrates. These have been handed over to specialists for examination, but, so far, only the Cephalopoda have been described, by Professor E. STOLLEY (1912) in Brunswick. Of the forms identified by him only *Silesites desmoceratoides* STOLL. and *Neohibolites* cf. *semicanaliculatus* BLAINV. sp. are from this section. These both belong to the division 5: the former was found in a calcareous nodule in the upper part of the slates, the latter was collected among loose débris of shales occurring in such a manner that its derivation from the same division of the series cannot be doubted. Prof. STOLLEY has remarked that the alveole of the completest specimen is filled with a solid, light sandstone, which fact would seem to be in discord with the supposed derivation from the division 5. I have remarked in a letter, as quoted by Prof. STOLLEY, that the specimen may have come from the upper portion of the division, in which arenaceous intercalations occur, or that the sandstone may be only recently cemented sand. The latter possibility is discarded by Prof. STOLLEY, but having seen how the sand, carried down the slopes at this locality by the always trickling water, is quickly cemented to a hard sandstone-like rock by the abundant quantity of lime held in solution, I cannot but think that this is a possible explanation especially as the rock filling up the alveole is rapidly dissolved by acids. Be this as it may, it is certain that the specimen in question is not derived from the continuous sandstone series here comprehended as division 6. That it could come from a lower horizon than 5 is contradicted not only by the conditions under which it was found but also by its geological age.

*Silesites desmoceratoides* indicates, according to Prof. STOLLEY Upper Neocomian or Aptian, *Neohibolites* cf. *semicanaliculatus* an Aptian age. Whether there is any difference between the horizons of these two species could not be ascertained owing to the conditions under which they were collected. They probably cannot be derived from very different horizons, which is also in agreement with the palaeontological record. According to Prof. STOLLEY, at least the upper portion of division 5 should therefore belong to the Aptian. It is to be hoped that the examination of the remaining invertebrates will yield some further information on the age of the different divisions. According to a letter from Prof. STOLLEY and a passage in his paper (l. c., p. 6), the division 5 should embrace also Upper Jurassic beds, but details are as yet wanting.

The dip of the strata in the section at Bahia de la Lancha is somewhat varied and irregular, but on the whole it is towards east or south-east. If the border of the meseta is followed towards the south-east younger and younger strata should consequently be met with on the same level. For some distance, there are no good exposures; but a little more than 10 km. S.E. of the south end of Bahia de la Lancha a small stream has cut a deep gorge through the slope of the meseta (at *b* on the

sketch-map, text-fig. 2). Here the sandstones of division 6 come down to the level of the plain south of the meseta, that is, to a level only a little higher than that of the lake. The dip of the strata is here towards the south-east and is greater than the inclination of the bottom of the gorge, so that, in advancing upwards, the next lower division, that of the black slates (5), is encountered. In loose boulders of a hard siliceous slate, which have probably come from the lowermost part of division 6, a few plant-remains were found. They consist of pinnae of a fern, *Gleichenites San-Martini*, and probably fragments of a *Podozamites*. These few fragments are of importance only because they occur in a rock similar to the plant-bearing slate in the chief locality, *c*, at Rio Fósiles, and were found in such a manner as to suggest that they are derived from the lowermost portion of division 6. At any rate they must come from a horizon at no great vertical distance from the boundary between 5 and 6.

A short distance further south-east, at Arroyo Calafate, the sandstones (6) are the lowermost portion exposed. In this place there was found in the lower portion of the sandstone a fragment of an ammonite which has been described by Prof. STOLLEY (l. c., p. 11) as *Ancyloceras patagonicum* n. sp. and considered to indicate an Aptian age. Another fragment in the same piece of rock is described by Prof. STOLLEY as *?Oppelia (Adolphia)* sp.

In the bluffs forming the western border of the meseta, along the valleys of the rivers Fósiles and Carbón, the continuation of the upper divisions shown in the section at Bahia de la Lancha can be traced northwards. Advancing in a northerly direction from the lake, the lower divisions of the series are found to be covered by young deposits, and in the upper part of the Rio Fósiles valley, the sandstones of division 6 form the lowest portion of the series exposed. The sandstones appear to have a still greater thickness than at Bahia de la Lancha.

The best exposure of the sandstones in the Rio Fósiles valley is along the upper part of a small tributary to the river, the last but one on the left-hand side on the Argentine map (at *c* on the sketch-map, text-fig. 2). The base of the section exposed lies about 900 m. above the sea. It is possible that lower parts of the series are exposed in the bottom of the main valley, but otherwise the lower slopes are here covered by loose deposits. In the exposed section, from 900 m. upwards, there is no trace of the black slates of division 5, but it is probable that the lowermost strata displayed represent the very base of division 6. This may be assumed not only because of the great thickness of the sandstone beds exposed but also because, in the lowermost part of the section, slates of varying lithological character occur as intercalations and even dominate at the very base. These slates, though they have a rather varying aspect, are different from the black and very fractured rock which forms the bulk of division 5, being harder and siliceous, with a lighter bluish grey colour. These slates at the base of the section at *c*, are referred to division 6, because they are closely connected with and pass over into the overlying sandstones of that division, whereas the typical black slates of division 5 are not present here. I have no doubt, however, in regarding the lowermost beds of this

locality as belonging to the very base of division 6 and probably representing, in their lithological character, the transition between this division and the next lower one (5). — In this locality the strata are more disturbed than in the section at Bahia de la Lancha. The dip is on the whole towards the east, but the beds are often folded in low anticlines with a dip of some 20—30°.

In the lower part of the section at *c*, marine fossils are very scarce and badly preserved. They consist mostly of bivalves, but there occur also very large casts of ammonites with a diameter of 30—40 cm. or more. (It is probably these huge fossils — which are poorly preserved and show no structural features — that have given rise to the name Rio Fósiles on the Argentine map.) Owing to the impossibility of carrying these specimens in the saddle-bags I could only bring home a fragment, which is, however, indeterminable.

The majority of the fossil plants described in the present paper were found in this locality. They were collected at the very base of the section, partly in a light grey sandstone, but especially in a very hard siliceous slate of bluish grey colour. The latter rock was not found in a solid bed, the rock being quite broken up by frost-weathering into angular pieces remaining *in situ* on the gentle slope. Their abundant occurrence along a definite line parallel to the strike made it possible, however, to trace the bed for some distance, and a considerable number of specimens was secured. The slate evidently forms here only an intercalation in the sandstone, and the same species of plants occur in both rocks. The plants found in this locality were the following: *Marchantites?* sp., *Nathorstia alata* n. sp., *Gleichenites* cf. *micromeris* (HR.), *Cladophlebis australis* (MORR.) SEW., *Cladophlebis* cf. *Browniana* (DUNK.) SEW., *Sphenopteris* (*Ruffordia?*) *Goepperti* DUNK., *Sphenopteris patagonica* n. sp., *Asplenites lanceolatus* n. sp., *Ptilophyllum acutifolium* (MORR.) OLDH., *Baiera* cf. *australis* M'COY, *Arthrotaxites Ungerii* n. sp., *Elatocladus* sp.

Of the few invertebrates collected in more or less close connection with the plants, none has as yet been identified, and it is not probable that they will throw much light on the age of the plant-bearing deposit. The only direct palaeontological evidence of the place of the plant-bed in the sequence of strata is therefore afforded by the flora, the correlation of which will be discussed in what follows. A little south of the locality, on the summit of the high ridge on the south side of the stream, there was found in the sandstone a single ammonite which has been described by Prof. STOLLEY as *Ancyloceras patagonicum* n. sp. The stratigraphical relation of this fossil to the plant-bearing bed could not be ascertained by means of direct observation, because of the interruption caused by the ravine of the little stream. It appears at least very probable, however, that the *Ancyloceras*-horizon is higher than that of the plants: at any rate, there can be no great difference in age. The *Ancyloceras* is stated by Prof. STOLLEY to indicate an Aptian age.

From locality *c* the sandstones continue northwards up to the pass to Rio Carbón and the Rio Mayer valley. When our party, after having crossed the pass on our way from Rio Mayer, descended the valley of Rio Fósiles we found almost the whole upper part of the latter valley to be cut down through these sandstones.

Somewhat below the pass but a considerable way up in the sandstones large ammonites, similar to those mentioned from locality *c*, were noted. On about the same level were also found a few plant-impressions, viz., *Sphenopteris psilotoides* (STOKES & WEBB) WARD [= *Onychiopsis Mantelli* (BRGN.) NATH.], *Sphenopteris* cf. *naktongensis* YABE, and probably fragments of dicotyledonous leaves. *Sphenopteris psilotoides* was found a little higher up than the other fossils, but it is not certain that it actually represents a stratigraphically higher horizon. At any rate there can be no considerable difference in age. The thick beds of sandstones which underlie this plant-bearing stratum compels one to the idea that it occupies a fairly high horizon in division 6. There can hardly be any doubt that these plants are younger than those of the locality *c*, though the amount of the difference cannot be ascertained. This question will receive fuller attention in the discussion of the flora.

As has already been stated, the sandstones of division 6 continue on the north side of the pass, Rio Carbón being for the greater part of its course cut down in these rocks. Further north, at the junction of Rio Carbón and Rio Mayer, the sandstones are found to rest upon black slates similar to those at Bahia de la Lancha and evidently representing division 5. These slates continue to the west up the courses of Rio Mayer and Rio Pinto. They become more and more disturbed towards the Cordillera, being strongly folded and cut through by eruptives, Essexite according to QUENSEL (1911, p. 69). These black slates are the *Mayer River beds* of HATCHER (1897, p. 328; 1900, p. 88), who has studied them in many places in the Rio Mayer Basin. Unfortunately he has found no determinable fossils, and the few invertebrates collected by myself in this district are not likely to throw much light on the question of the geological age of these beds. There can be no doubt, however, that the *Mayer River beds* are identical with the similar black slates which underlie, on the south side of the pass, the same sandstone series. Thanks to Prof. STOLLEY's determination of the few Cephalopoda from Bahia de la Lancha it is thus possible to arrive at a fairly accurate determination of the age of this wide-spread and important formation, the oldest fossiliferous horizon in this portion of Patagonia.

It may be mentioned here that I have found much further north, in the valley of Rio Aysen, some black calcareous slates of very much the same aspect as those of division 5 in the Lago San Martin district. The fossils collected here have not yet been determined, but according to a letter from Prof. STOLLEY, some fragments of a Belemnite indicate Upper Jurassic. It is to be hoped that the fossils will prove whether the deposit at Aysen is homotaxial with some portion of the *Mayer River beds* and division 5 in the Lago San Martin district — for my own part I think this is very probable. The Aysen deposit, which is of great interest also because of its occurrence in undisturbed horizontal beds far towards the centre of the Cordillera will be more fully treated in another paper which is to be published as soon as all the fossils have been determined.

## Plant-remains.

### *Marchantites?* sp.

Pl. 5, figs. 14—16.

The small fragments shown in pl. 5, figs. 14—16, are very similar to specimens figured from different Mesozoic strata and considered to represent thalli of Hepatics. The present specimens are impressions of flat protracted bodies with parallel but somewhat sinuous sides. In the middle they show the impression of a ridge, thicker but less sharply set off than the midrib of a frond. From the median ridge arise some indistinct arching lines which taper very abruptly and rapidly disappear. One specimen shows a dichotomous branching. It is possible that these fragments may be compared with specimens described as *Marchantites*, but they are much too poor to permit of forming any definite opinion.

### *Nathorstia alata* n. sp.

Pl. 1, figs. 1—9.

According to Prof. NATHORST'S (1908) recent revision of *Nathorstia* HR., that genus is evidently the right place for a fine species of a fertile fern from Rio Fósiles. The best specimen, of which both counterparts were secured, is figured in pl. 1, fig. 1; portions of a smaller one are shown magnified in figs. 2 and 3.

Frond pinnate, with winged rachis and opposite, distant pinnae. Pinnae entire, narrowly linear, up to 10—12 cm. long and 0.7 cm. broad at the base, attached to the side of the rachis by the whole of their bases, decurrent. Midrib of the pinna stout, secondary veins at almost right angles, their branches anastomosing to form a network of wide, often almost round meshes. Sori bordering closely on the midrib, placed in one contiguous row on each side. Each sorus forming a circular synangium containing 12—15 wedge-shaped loculi placed round a central receptacle.

This fine frond measured at least 20 cm. in breadth. The most prominent feature in its vegetative characters is the disposition of the linear pinnae in pairs at a distance from each other equal to about the half of the breadth of the pinna. Between the pinnae, the stout rachis is distinctly winged, the base of each pinna being decurrent on the rachis to the next lower pinna. The pinnae taper very gradually from the base and are protracted into a long and narrow apex. The aspect of the specimens seems to indicate that the frond was thick and leathery. In the large fertile specimen (fig. 1, pl. 1), the venation is very indistinct, but some smaller fragments undoubtedly belonging to the same species show the features more clearly (pl. 1, figs. 2 and 3). It can be seen in these specimens that the stout midrib gives off rather distant secondary veins at nearly right angles. The secondary veins branch before reaching the margin into finer tertiary and quaternary veins, which anastomose

to form a fine network of short and wide, often rounded meshes. The areoles between the secondary veins and the midrib are also filled up by this network, to the formation of which contribute not only the tertiary and quaternary branches but also other veins of the same thickness arising direct from the midrib.

The present species shows, as do others of the same genus, a certain habitual resemblance to *Laccopteris*. There is no evidence, however, that the Patagonian specimens represent segments of pedate fronds, as do the corresponding specimens of *Laccopteris*. It is possible that the frond was bipinnate, but there is no evidence of this, and it may be regarded for the present as only pinnate. The venation, which was not clearly shown in the previously known species of *Nathorstia*, agrees fairly well with that of some species of *Laccopteris*, both in regard to the open angle formed by the secondary veins with the midrib and the anastomosing of the ultimate branches.

In addition to this resemblance to *Laccopteris* shown in the vegetative characters there is also a similar arrangement of the sori in one contiguous row on each side of the midrib. A close examination, however, reveals a very different structure of the sori, which renders it necessary to separate the Patagonian fossil from *Laccopteris* and to refer it to *Nathorstia* HR., as this genus is characterized by Prof. NATHORST. In his description of *Nathorstia latifolia* NATH., from the Cenomanian of Greenland, Prof. NATHORST has shown that the sporangia of each sorus are fused to form a real synangium containing 18—20 wedge-shaped loculi. A very similar structure is found in the Patagonian species.

The sori are circular on the impression, with a diameter of 1—1,5 mm. They are often densely crowded, however, so that they come to border on each other with straight lines. They are placed between the secondary veins but their exact position in regard to the venation cannot be ascertained: it is not possible to decide whether they are placed on the first tertiary vein arising from each secondary vein or on veins originating direct from the midrib. Each sorus forms a synangium which, of course, is completely flattened in the specimens but may have been fairly high in the natural state. The synangium has a central receptacle. From this radiate to the periferal wall of the synangium 12—15 fine straight lines which divide the synangium into an equal number of wedge-shaped loculi. This structure, as shown in pl. 1, figs. 4—7, proves conclusively that the sorus consists of a synangium and not of free sporangia. The radial line dividing each two adjacent wedge-shaped areas cannot be anything but the common wall of two adjacent loculi, and it is clearly seen in the figures that it joins the tangential wall surrounding the whole synangium. On an examination of the two counterparts it is seen that the sori have about the same aspect on both of them. This appears to indicate that the synangia have been split in such a manner that their bases adhere to the piece which shows the impression of the upper side of the frond, their tops or roofs to the counterpart presenting the impression of the lower side. Both impressions thus show the internal structure of the synangia and some of the spores still present in the loculi. As the roof of the synangium is not shown, it is impossible to decide in what manner its opening was effected. On the whole, the structure is identical with that of *Nathorstia lati-*

*folia* NATH. The only difference, except the smaller number of loculi, is that there is no trace of the fine concentric lines which mark the surface of the synangium of the Greenland species (NATHORST, l. c., pl. 3, figs. 66, 68, 69). This feature also may have been present but, as has been remarked above, the roof of the synangium is not preserved in the Patagonian specimens.

The spores (pl. 1, figs. 8, 9) are tetrahedral to rounded with triradiate markings; they show no trace of any other surface-sculpture. They measure about 25—30  $\mu$  in diameter.

The specimens of *Nathorstia latifolia* on which Prof. NATHORST worked out the structure of the sori, did not show the venation well enough to permit of a definite decision whether it was reticulate or not. But Prof. NATHORST points out that *Drynaria fascia* BAYER (1900) from the Cenomanian of Bohemia is possibly identical with the Greenland species, in which case *Nathorstia* also should be characterized by anastomosing veins. An examination of the Bohemian specimens having failed, however, to prove the synangial nature of its sori, the question of identity must remain open.

The Patagonian fossil is too different from the species of *Nathorstia* hitherto described to be identified with any of them. All the known species have the pinnales retrecciated at the base and attached to the rachis in one point only. The broad decurrent bases of the pinnae and the winged rachis form a quite sufficient distinction of *Nathorstia alata*. It is of importance to note that the genus, as far as it is hitherto known, is confined to the Lower and Middle Cretaceous.

*Nathorstia alata* was found only in the locality *c*, near Rio Fósiles.

### **Gleichenites San-Martini n. sp.**

Pl. 1, figs. 14, 15.

The specimens figured in pl. 1, fig. 14, can with fairly great certainty be referred to the genus *Gleichenites* GOEPPERT; but it is not possible to identify them with any particular species. As they, though small, are well preserved, they may accordingly be described as a new species, *Gleichenites San-Martini*.

Pinnae linear, very long and slender. Pinnules densely set but not confluent, attached by the whole of their bases, at a wide angle, often quite perpendicular to the pinna-rachis. Shape of the pinnules semicircular or very shortly ovate, with broad rounded apex. Venation consisting of a slender midrib and few, 2—4, simple secondary veins on each side. Sori single, one in each pinnule, a little forward of the midrib.

It is not known whether the frond of this species was dichotomously branching or not, only one small fragment with the pinnae still attached to the rachis existing in the collection. In this fragment, the pinnae are alternately placed and perfectly perpendicular to the rachis. It may be, however, that these characters are not constant. The most important characters are the shape of the pinnules and the position of the sori. The pinnules are always short — in the pinnae to the left in pl. 1,

fig. 14, they are about as broad at the base as long, *i. e.* semicircular, in others they are only a trifle more elongated — and they have always a broad rounded apex. The sori appear as faint but distinct depressions on the impressions of the lower side of the pinnae. There is normally one in each pinnule, placed near but not quite close to the rachis and almost in the median line of the pinnule. At a close examination, however, it is seen that the position of the sorus is a little more distal, just forward of the midrib. The sporangia cannot be seen, but from comparison with HEER's Greenland *Gleichenia*e and the recent genus it seems fairly certain that the depressions mentioned really represent the impressions of sori.

The species evidently belongs to the subgenus *Eugleichenia* of the recent *Gleichenia*e, which differs from the other subgenus *Mertensia* by having only one sorus in each pinnule. The position of the sorus in the Patagonian fossil species agrees perfectly with that in recent *Eugleichenia*e. Among other fossil forms, the nearest analogies to our species are to be found in some of HEER's species of *Gleichenia* from the Lower Cretaceous of Western Greenland. Of the species referred by him to the subgenus *Eugleichenia*, only *Gleichenia acutipennis* (HEER 1874, p. 53; pl. 10, figs. 12, 13), *G. delicatula* (ibidem, p. 54; pl. 9, figs. 11 e and f; pl. 10, figs. 16, 17) and *G. optabilis* (HEER 1880 b, p. 5; pl. 1, fig. 13) have the sori placed in the same manner as the Patagonian species. *Gleichenia acutipennis* differs in having longer and more pointed pinnules; *G. delicatula*, which is otherwise fairly similar to our form, is so much smaller and finer that a specific determination does not seem permissible. *G. optabilis*, on the other hand, is larger and also has somewhat more pointed pinnules. It seems better under these circumstances not to identify the Patagonian form with any of these Greenland species, admitting at the same time that there is a great resemblance to the latter.

In the collections of the Palaeobotanical Museum in Stockholm there are some few fragments of a *Gleichenites* collected by Prof. NATHORST during the Swedish Arctic Expedition of 1883 at Helmsdale in Scotland. These fragments have never been described, and cannot be referred to *Gleichenites cycadina* (SCHENK) SEWARD, the only species founded on impressions which is recorded in SEWARD'S Fossil Flora of Sutherland (1911). These Helmsdale specimens agree, as far as their characters can be made out, completely with our species, also in regard to the position of the sori. A definite specific identification, however, would be somewhat rash in view of the poor quality of the material.

The present species was found in the locality marked *b* on the sketch-map, text-fig. 2.

### ***Gleichenites* cf. *micromerus* HR.**

Pl. 1, figs. 16—18.

Cf. *Gleichenia micromera* HEER 1874, p. 55; pl. 10, figs. 14, 15.

A small and incomplete but well preserved specimen from the Rio Fósiles locality may be compared with HEER'S *Gleichenia micromera*.

The frond is very slender and delicate, with long, narrow rachises and small, thin pinnules. The specimen only represents the upper part of a bipinnate frond or of a pinna of a tripinnate one: it is not known, therefore, whether the frond was characterized by dichotomous branching. The pinnae are long and narrow, attached alternately to the rachis close to each other and directed forward at an angle of about  $60^\circ$  to the rachis. The pinnules are directed forward and are somewhat remote; they appear to be inserted on the upper side of the pinna-rachis, so that they overlap the latter. It is not possible to make out by how large a portion of the base they are inserted, but it does not seem probable that they are attached only in one point. The pinnules are ovate, with broad rounded apices and contracted and slightly rounded bases. The venation is distinct and characteristic. On a direct observation of the specimen by means of a hand-lens there is not much to be seen of the veins — hardly anything but the distinctly marked midribs of the pinnules. If the surface is moistened with cedar-wood oil, however, the venation stands out clearly differentiated. It can be seen then, that there are 3 or 4 secondary veins on each side. These veins arise at a fairly wide ( $50^\circ$ — $60^\circ$ ) angle to the midrib and bifurcate about half way to the margin. The two branches of each secondary vein form a remarkably wide ( $40^\circ$ — $50^\circ$ ) angle to each other.

Of all known species of *Gleichenites*, *Gleichenia micromera* HEER (1874, p. 55; pl. 10, figs. 14, 15) from the Kome beds of Greenland seems to be most closely related to the Patagonian specimen. HEER's species is referred by its author to the subgenus *Eugleichenia*, on account of the sori which are placed one on each pinnule, in its proximal half near the base. The Patagonian frond is sterile, but this need not prevent it from being actually referred to *G. micromerus*, much less so as the type-specimen in HEER's fig. 14 is sterile, too: the fertile pinna shown in his fig. 15 belongs to a specimen which is from another locality and of which no other figure is given. There is some difference, however, in regard to the vegetative parts. The pinnae of the Patagonian form are directed much more forward than in HEER's specimen, which has quite perpendicular or even a little reflexed pinnae. The most important difference, according to HEER's description and figures, would seem to be in the venation. In the Greenland form, the veins are explicitly stated to be simple and are drawn so in the enlarged figure of the Kome specimen. In the Patagonian specimen, on the other hand, the bifurcation of the veins is a constant and characteristic feature, as described above, and this difference may seem to exclude the thought of specific identity of the two forms. An examination of the Greenland type-specimen (HEER, l. c.; pl. 10, fig. 14), however, lends very little support to HEER's account of the venation. The specimen, which is in the palaeobotanical museum of Stockholm, is very poorly preserved, and it is not possible to state, even after a close examination, whether the secondary veins are simple or forked. Of HEER's drawings, only fig. 15 shows the venation, and it is possible that this specimen, which is from another locality and of which only an enlarged portion of a pinna is figured, does not belong to the same species. I have not been able to find this specimen in the collections of the museum and can express no opinion as to

whether HEER's fig. 15 gives a true idea of its venation. Having due regard to the great resemblance between the Patagonian and the Greenland specimens, it seems best, under these circumstances, to describe the former as *Gleichenites* cf. *micromeris*.

There is a fairly great resemblance to smaller fragments of *Gleichenites bindra-bunensis* SCHIMP. (OLDHAM & MORRIS 1863, p. 45; pl. 25; pl. 26, figs. 1, 3 [as *Pecopteris gleichenoides* n. sp.]; — FEISTMANTEL 1877 a, p. 41) from the Rajmahal Group of the Indian Gondwanas, but it does not appear to be so close as to the Greenland species.

The present specimen was found in locality c.

### *Cladophlebis australis* (MORRIS) SEW.

Pl. 1, figs. 10—13.

*Pecopteris australis* MORRIS 1845, p. 248; pl. 7, figs. 1, 2.

» » M'COY 1874, p. 16; pl. 14, fig. 3.

*Alethopteris* » FEISTMANTEL 1878, p. 109; pl. 14, fig. 1.

» » TENISON-WOODS 1883, p. 111.

» *concinna* TENISON-WOODS 1883, p. 112; pl. 9, fig. 1.

*Todea australis* RENAULT 1883, p. 81; pl. 11, figs. 1—5.

*Cladophlebis denticulata* BRGN. var. *australis* SEWARD 1904 a, p. 171; pl. 16, figs. 25—27.

A few specimens of detached pinnae of the *Cladophlebis denticulata*-type have been found in the plant-bearing slate of Rio Fósiles. They appear to show a close resemblance to the form described by MORRIS (l. c.) as *Pecopteris australis* and may be referred to as *Cladophlebis australis* (MORRIS) SEW.

Figs. 10, 11, pl. 1, show the best specimens, both of them only fragmentary pinnae. The pinnae appear to have been linear in shape, with slender rachises. The pinnules are fairly closely set and directed obliquely forwards. They are linear, with the edges in the larger part almost perfectly parallel and the apex short and bluntly pointed. The midrib is slender, somewhat flexuous in the upper part, and splits up just before reaching the apex. The lateral veins, which form a narrow angle with the midrib, are very fine. They divide only once or, at the base of the pinnule, sometimes twice, their branches being straight and parallel.

Sterile fern-fronds of this type are of common occurrence in Jurassic and Lower Cretaceous rocks. To group such fronds into definite species of taxonomic value is impossible, but certain types have been recognized and referred to, by some writers, under separate provisional names. The fossils which come nearest to the Patagonian fronds are certain specimens identified with *Pecopteris australis* MORRIS (l. c.). Especially the fine frond figured under this name by M'COY (l. c.) and refigured by FEISTMANTEL (l. c.) as *Alethopteris australis* bears a great resemblance to the present specimens. Of MORRIS' type-specimens, on the other hand, at least one is different, the enlarged drawing of a pinnule given by MORRIS (fig. 2 a) showing a regular double bifurcation of the secondary veins. MORRIS remarks, however, that the veins divide once or twice. M'COY's specimen may therefore be referred to MORRIS' species and

may be regarded — MORRIS' illustrations not being very clear — as presenting the typical characters of *Cladophlebis australis*. If M'COY's specimen is accepted as a typical representative of *C. australis*, it is evident that the Patagonian specimens should be referred to that species, too.

Another question is whether *Cladophlebis australis* ought to be kept as a separate species or included in *C. denticulata* BRGN. The former course has been adopted here because the fronds referred to *C. australis* seem to form a fairly distinct type, easily distinguished from most of the forms included in *C. denticulata*. The latter species has gradually been brought to include an ever increasing stock of fairly different forms, and it would appear to be of advantage to separate from it as many small species as can with some accuracy be recognized. SEWARD has preferred to use (l. c.), in this and similar cases, a designation as varieties; but, as the classification is not intended to be any expression of actual relationship, it does not seem necessary to use more than one name. From the typical *C. denticulata* the present species differs in regard to the shape of the pinnules, which have more parallel margins, taper more abruptly at the apex, which is more obtuse, and are only slightly, or not at all, falcate. In regard to the venation, it is characterized by a very slender midrib, which is somewhat flexuous in the upper part. The simple bifurcation of most of the secondary veins and the parallel course of their branches, which are other characters of the Patagonian specimens, represent features common to a large part at least of the forms referred to *C. denticulata*.

RENAULT (l. c.) has described fertile specimens of *Cladophlebis australis* under the name *Todea australis*, stating that the sporangia have the arrangement and structure characteristic of the Osmundaceae. It is noteworthy, therefore, that the specimens from the English Oolite which are usually regarded as fertile fronds of *Cladophlebis denticulata*, and which have been described by the present writer (1911) as *Cladotheca undans* (BRGN.), show a rather different structure of the sporangia, not in accord with an actual inclusion in the Osmundaceae.

*Cladophlebis australis* is known at present only from the Southern Hemisphere. In addition to Australia and Patagonia, it occurs possibly in the northern island of New Zealand. At least it is undeniable that *Polypodium Hochstetteri* UNGER (1865, p. 5; pl. 2) from that island bears a very great resemblance to *Cladophlebis australis* and, in spite of some small differences, may be identical with it, as was remarked already by JACK & ETHERIDGE (1892, p. 317). The specimen figured by SEWARD (1903, pl. 6, figs. 16, 17) from South Africa under the name *Cladophlebis denticulata* BRGN. forma *Atherstonei* may, perhaps, be included in the present species; it has, however, the pinnules longer and still more linear, as well as more crowded. Although *Cladophlebis australis* has hitherto been recorded only from the Southern Hemisphere, it is possible that some of the European forms included in *Cladophlebis denticulata* should be referred to it. The range of the species would thereby be extended to the Northern Hemisphere, just as the typical *C. denticulata* occurs in the Southern Hemisphere. There is, at any rate, no reason to believe that any one of these species is confined to one hemisphere only.

The Australian specimens of *Cladophlebis australis* are stated to occur in Middle Jurassic beds. It should be noted, however, that the age of the Australian plant-bearing deposits is not definitely settled, but that they may include horizons of rather different age. *Polypodium Hochstetteri* UNG. from New Zealand and *Cladophlebis denticulata* forma *Atherstonei* SEW., which have been compared above with the present species, are derived from beds which are considered to be of Wealden age.

*Cladophlebis australis* was found only in locality *c* at Rio Fósiles.

### **Cladophlebis cf. Browniana (DUNK.) SEW.**

Pl. 4, figs. 1—5, figs. 6, 7?

- Pecopteris Browniana* DUNKER 1846, p. 5; pl. 8, fig. 7.  
*polymorpha* DUNKER 1846, p. 6; pl. 7, fig. 5.  
*Ungeri* DUNKER 1846, p. 6; pl. 9, fig. 10.  
 » *Dunkeri* SCHIMPER 1869, p. 539.  
*Cladophlebis Browniana* SEWARD 1894, p. 99.  
 » *Dunkeri* SEWARD 1894, p. 100.  
 » *Browniana* SEWARD 1903, p. 10; pl. 2, figs. 1—4, 6.  
 » *Ungeri* WARD 1905, p. 228; pl. 65, figs. 15, 16.

The specimens in pl. 4, figs. 1—5, though too fragmentary for definite identification, are in all probability identical with the form described by DUNKER as *Pecopteris polymorpha* and recently united by SEWARD with *Pecopteris Browniana* DUNK.

The specimens represent the upper portions of small pinnae, not more than 1,5 cm. broad and usually less. In the typical specimens shown in pl. 4, figs. 1—5, the pinnules are linear and are directed obliquely forward, very slightly or hardly falcate. They are more or less deeply lobed, each lobe having a long convex posterior and a shorter and straighter anterior edge, thus becoming bent somewhat forward. The venation is of the *Cladophlebis*-type; the secondary veins are simple, or more often they bifurcate once, both branches passing to one and the same lobe (pl. 4, figs. 4, 5).

In spite of the fragmentary nature of the material, the identity of these specimens with DUNKER'S *Pecopteris polymorpha* appears very probable. The smaller fragments in DUNKER'S pl. 7, fig. 5, in particular, are indistinguishable from the Patagonian specimens. SCHIMPER substituted in 1869 the name *P. Dunkeri* for that of *P. polymorpha*, the latter name having been used before in a different sense. Of the specimens figured two years later by SCHENK (1871) as *P. Dunkeri*, those in pl. 31, fig. 1, resemble greatly those from Patagonia but, like the latter, are very fragmentary. SCHENK stated that *Pecopteris Ungeri* DUNK. was identical with *P. Dunkeri* SCHIMP. (*P. polymorpha* DUNK.), but he did not substitute the former name for the latter as, according to present rules of nomenclature, should have been done. The restoration of the name *Ungeri* for both forms was not actually undertaken till 1905, by WARD, after the species had already been placed in the genus *Cladophlebis* by SEWARD (1894).

The type-specimens of *Cladophlebis Browniana* DUNK. are not very like the Patagonian fragments; but the name *C. Browniana* has been used here in accordance with SEWARD, who has included in this species both *Pecopteris polymorpha* DUNK. (= *P. Dunkeri* SCHIMP.) and *P. Ungerii* DUNK. Owing to the great variation of this kind of frond, the separation of DUNKER'S three species certainly often meets with difficulty, and several specimens referred to *Cladophlebis Browniana* closely resemble both DUNKER'S and SCHENK'S specimens of *Pecopteris Dunkeri* and also the Patagonian fragments. This is especially the case with some fragments figured by YOKOYAMA (1894; pl. 27, figs. 2—4, 5 *c* and *d*) from the »Wealden» (Ryōseki Series) of Japan. One of his specimens (fig. 3 *a*), though larger than the Patagonian fragments, shows the same kind of venation as the latter. BERRY (1911, p. 257), who keeps *Cladophlebis Ungerii* and *C. Browniana* separated, remarks in this connexion on the danger of unwarranted identification of similar forms. Though agreeing entirely with his opinion as a general principle, I have preferred, in the present case, to follow SEWARD in making use of the name *C. Browniana* for the Patagonian specimens. These are, as already stated, of the type of *Pecopteris polymorpha* DUNK.; and the facts that this form occupies an intermediate position between *C. Browniana* and *C. Ungerii* and that all these three forms often occur together in other parts of the world may be regarded as reasons for the broader classification.

There are in the collection some fragments (one of which is shown in pl. 4, figs. 6, 7) which possibly represent pinnae of the typical *Cladophlebis Browniana* DUNK. with entire pinnules. These pinna-fragments are small, only 2 cm. broad, at most, with the pinnules rather densely set. The pinnules are narrow and linear, rather abruptly tapered at the apex, which is only slightly acute; the edges are entire or a little dentate towards the apex. The insertion is by means of the whole of the base. The venation consists of a fairly strong midrib, persisting to the apex, and oblique secondary veins which, as a rule, bifurcate only once. — These fragments undeniably show some resemblance to typical specimens of *C. Browniana*, but the difference is too great to be in accord with an unreserved identification. The pinnules of the Patagonian specimens are longer and more pointed, and not directed so much forward; moreover, the venation appears to be denser.

*Cladophlebis Browniana* (DUNK.) SEW., taken in a wide sense as including also *Pecopteris Dunkeri* SCHIMP. (= *P. polymorpha* DUNK.), is distributed almost all over the world, in rocks ranging from the Wealden (*sens. str.*) to the Albian. It is interesting to note, in relation to the present locality, that the species has recently been recorded by ZEILLER (1910) from the Wealden of Peru, where it occurs in a fertile state, having large biseriate sporangia of the type of the Schizaeaceae.

The specimens here described under the name of *Cladophlebis Browniana* are all from locality *c* at Rio Fósiles.

**Sphenopteris (Onychiopsis?) psilotoides** (STOKES & WEBB) WARD.

Pl. 1, fig. 19?; pl. 2, figs. 9, 10; pl. 5, fig. 20?

*Hymenopteris psilotoides* STOKES & WEBB 1824, p. 423; pl. 46, fig. 7.*Sphenopteris Mantelli* BRONGNIART 1828 a, p. 50.*Onychiopsis Mantelli* NATHORST 1890, p. 15.

»           »       SEWARD 1894, p. 41; pl. 2, fig. 1; pl. 3, figs. 1—4.

»           *psilotoides* WARD 1905, p. 155; pl. 39, figs. 3—6.

It is commonly agreed that *Sphenopteris Mantelli* is identical with *Hymenopteris psilotoides* STOKES & WEBB. The former specific name has been generally used since its institution, but in 1905 WARD revived the older name. There may be disagreement in regard to the expediency of applying thus strictly the principle of priority in a case where it involves the rejecting of an old and much used name in favour of another, only a trifle older and generally forgotten. Once the older name has been revived from oblivion and employed, the case is different, the choice being between two names actually in use at the same time: it is difficult then to find any reason against accepting the older name. The species was transferred by NATHORST (l. c.) to the genus *Onychiopsis* on account of the fructifications, which show a close agreement with those of *Onychiopsis elongata* (GEYL.) YOK. described by YOKOYAMA in 1889. The species is represented in Patagonia only by sterile fronds, and it has therefore been preferred here to use the form-genus *Sphenopteris*.

The best specimen is the one in pl. 2, fig. 9. It does not show any details, but it gives a good idea of the habit. It represents the upper portion of a bipinnate (tripinnate) frond with very long, linear pinnae, directed forward at a rather narrow angle to the rachis. The pinnules are linear and directed forward, too; those of the upper pinnae are short and entire, those of the lower ones long and serrate or pinnatifid, becoming more dissected towards the lower end of the specimen. The frond was probably at least tripinnate, only the upper portion preserved being bipinnate. In pl. 2, fig. 10, is shown another specimen, consisting probably of a portion of a pinna from the lower part of the frond. In the upper part of the fragment, the pinnules are serrate to pinnatifid; in the lower, pinnatisect. The venation is not clearly shown in any of the specimens. In pl. 5, fig. 20, is shown a portion of a fern-rachis without pinnules found associated with the specimens mentioned. It is probable that it belongs to this species. The small fragment figured in pl. 1, fig. 19, probably belongs to this species too. The uppermost pinnules seen are rather broader than usual, however, and less dissected. No accurate determination is possible, but the specimen, which is the only one of this species from locality c, is best mentioned in this connection.

*Sphenopteris psilotoides* is one of the characteristic species of the Wealden and has a world-wide distribution. It is known from different parts of Europe, from South Africa and from North America, and is replaced in Eastern Asia by the very closely allied *Onychiopsis elongata* (GEYL.) YOK. The vertical range is rather wide,

too. SAPORTA (1894, p. 21) has described, from the Upper Jurassic of Portugal, a form which he names *Sphenopteris Mantelli neo-jurassica*, but it is very doubtful whether that form has anything to do with the Wealden species. It seems to be proved, however, that *Sphenopteris psilotoides* reaches as high up as into the Albian of the same region. It has even been recorded, by ENGELHARDT (1891), from the Cenomanian of Niederschöna; but as no figures are given, this statement needs corroboration. It seems to be possible, however, that one of the specimens figured by VELENOVSKÝ (1888; pl. 1, fig. 7) from the Cenomanian of Bohemia under the name of *Thyrsopteris capsulifera* — which has been identified by NATHORST (1890, p. 15) as belonging to *Onychiopsis* — should be referred to *Sphenopteris psilotoides*. At any rate it is certain that this species continues some way up above the Wealden, where it has its maximum distribution.

With the exception of the fragment in pl. 1, fig. 19, which is from locality *c*, all the specimens are from the uppermost part of the Rio Fósiles valley.

### *Sphenopteris* (*Ruffordia*?) *Goepperti* DUNK.

Pl. 2, figs. 4—7, 8?; pl. 4, fig. 10.

*Cheilanthis* *Goepperti* DUNKER 1843, p. 6.

*Sphenopteris* *Goepperti* DUNKER 1846, p. 4; pl. 1, fig. 6; pl. 9, figs. 1—3.

» *Hartlebeni* DUNKER 1846, p. 4; pl. 9, fig. 9.

» *longifolia* DUNKER 1846, p. 4; pl. 8, fig. 6.

» *Jugleri* ETTINGSHAUSEN 1852, p. 15; pl. 4, fig. 5.

*Ruffordia* *Goepperti* SEWARD 1894, p. 76; pl. 3, figs. 5, 6; pl. 4; pl. 5; pl. 6, fig. 1.

To the well-known Wealden fern *Sphenopteris* (*Ruffordia*?) *Goepperti* are referred here a number of specimens which are of rather varying aspect and at first sight suggest the occurrence of more than one species. SEWARD has shown, however, from the comparative study of an extensive material, that *Ruffordia Goepperti* is a very polymorphic plant. If we delimit the species in accordance with SEWARD'S views, all specimens here figured may with some confidence be included in it.

The variation is mainly in the different degree of dissection of the frond and in the comparative breadth of the ultimate segments. Some specimens of the very dissected form are shown in pl. 2, figs. 4—6. The segments are very narrow, cuneiform, the narrowest of them have only one vein. The apex of the uninerved segments is acute; if there are more veins, it is dentate with one vein passing to each tooth. These specimens agree in all respects with those figured by DUNKER and SCHENK and with the fronds with narrow segments figured by SEWARD (pls. 4 and 5).

Somewhat broader segments are shown by the specimen figured in pl. 2, fig. 7. The pinnules are cuneate—lanceolate and bluntly dentate. Each tooth, which receives one vein, evidently corresponds to one ultimate segment in the more dissected fronds. There can hardly be any doubt that this specimen belongs to the same species: the general type is the same, and the segments, though broad, are considerably narrower

than in the form referred by SEWARD (1894, pl. 6, fig. 1) to the same species under the name *Ruffordia Goeperti* var. *latifolia*.

It remains to consider another specimen of which the attribution to this species is uncertain, though it is no doubt best described here. The pinnules of this specimen, which is shown in pl. 2, fig. 8, are broad, ovate—cuneate, and are split up into more or less confluent cuneate lobes. Each lobe contains a few veins, and is dentate at the apex, with one vein passing to each tooth. The rachis is flexuous and winged with decurrent pinnules, the lamina appears to have been thin and filmy. — This form is apparently very different from the typical ones described above. The difference, however, lies only in the lesser degree of dissection of the frond: if the pinnules were split up deeper, so that the veins now seen came to run each through one narrow segment, the frond would become very like the typical specimens of the species. Among the specimens described by other authors, one from the English Wealden figured by SEWARD (1894; pl. 5, fig. 3 B) may especially be mentioned, though even that specimen is considerably more dissected. Another specimen to which there is a yet more striking resemblance, is one recently figured by BERRY (1911, pl. 24, fig. 7) as *Achrostichopteris longipennis* FONT. from the Potomac of Virginia. The shape and the venation of the ultimate segments, and also their apical dentation, agree closely with the corresponding characters in our frond. Other specimens referred by BERRY (l. c.) and FONTAINE (1889) to *Achrostichopteris longipennis* are rather different; and it is not certain that the specimen mentioned should be included in the same species. There is also some difference between the frond figured by BERRY and our specimen, the pinnules of the former being dissected in a more palmate manner.

*Sphenopteris* (*Ruffordia*?) *Goeperti* has a wide distribution in Wealden rocks in the Northern Hemisphere, having been recorded both from Europe, from North America and Eastern Asia. It is found also in Middle Jurassic rocks in England and possibly in North America. In the Southern Hemisphere it occurs in the Middle Jurassic flora of Graham Land.

All the specimens are from locality *c* at Rio Fósiles.

### ***Sphenopteris* cf. *naktongensis* YABE.**

Pl. 4, figs. 8, 9.

Cf. *Sphenopteris naktongensis* YABE 1905, p. 38; pl. 4, figs. 10, 11.

To the little known species *Sphenopteris naktongensis* have been doubtfully referred a couple of specimens which do not afford a sufficient material to permit of a definite determination.

The largest fragment is the one shown in pl. 4, fig. 9. It consists of a rather stout rachis and portions of some pinnae which appear to have an opposite arrangement. The pinnae are more or less deeply dissected into pinnules which have a cuneate base; and some of which seem to be somewhat irregularly lobed. The vena-

tion is very indistinct; it appears to be flabellate. The degree of dissection varies considerably, being stronger towards the bases of frond and pinnae. In fig. 8, pl. 4, there is shown another specimen, which consists only of two detached pinnae. It is undoubtedly identical with the one already described.

In spite of the fragmentary state of the material, it appears very probable that these specimens are identical with YABE'S *Sphenopteris naktongensis*. There is a very close agreement in the general habit and in the shape of the pinnae and the pinnules. The venation is indistinct both in YABE'S illustrations and in the Patagonian specimens, but does not seem to be inconsistent with the specific identity of the two forms.

*Sphenopteris naktongensis* is only known from Korea, where it was found in rocks which are probably of the age of the Wealden.

The species was found together with *Sphenopteris (Onychiopsis?) psilotoides* in the uppermost part of the Rio Fósiles valley.

### ***Sphenopteris patagonica* n. sp.**

Pl. 2, figs. 1—3.

Under the new name *Sphenopteris patagonica* is described here a fern which seems to occupy a fairly isolated position in the Mesozoic flora.

Frond with flattened rachises, several times deeply pinnately dissected into branching, narrowly linear segments. Ultimate segments short, rounded, of the same breadth as the rachises and not markedly set off against the same, uninerved.

The specimens are too fragmentary to give any idea of the general shape of the frond. Yet, the species is very peculiar and well characterized by the unusual manner of dissection of the frond. The dissection is pinnate, but it is not possible to state how many times the pinnate division is repeated. A very characteristic feature is that the rachises are flat, of nearly the same breadth in the segments of different orders, and pass insensibly into the ultimate segments which represent merely the ultimate ramifications of the rachises. The pinnae and the pinnules are thus reduced to little more than the flattened rachises themselves. The ultimate segments are short, often a little widened at the rounded apex. They are mostly uninerved, with the vein usually ending abruptly a little short of the apex.

The specimen shown in pl. 2, fig. 3, is a little different from the typical ones as described above, and probably represents the uppermost portion of the frond. The pinnules are more markedly set off, their lobes being more closely arranged though not confluent to form a common lamina. There are numerous examples of transition from this specimen to more typical ones, and there is no doubt that they belong to the same species.

There are only very few specimens of Mesozoic ferns figured which are at all comparable with the present species. The greatest resemblance is shown by a specimen which is figured by SAPORTA (1873, p. 387; pl. 50, fig. 4) as *Stachypteris litho-*

*phylla* POM. but which is sterile and thus does not show the peculiar form of fructification which is the generic distinction of *Stachypteris*. This specimen might indeed be held to be specifically identical with the Patagonian form. SAPORTA'S illustration leaves very much to be desired, however, and his description does not agree very well with the Patagonian specimen, the rachises, for instance, being stated in the diagnosis to be cylindrical, yet there is no doubt that this frond of SAPORTA'S represents the closest known analogy to the Patagonian form. Of SAPORTA'S other specimens, the one in his pl. 50, fig. 3, which is fertile and with certainty belongs to *Stachypteris*, comes fairly near to the specimen of the upper portion of a frond shown in our pl. 2, fig. 3. The rest of his illustrations represent very different forms, with which the Patagonian fronds cannot be compared. It is very possible that the specimens figured by SAPORTA as *Stachypteris lithophylla* really belong to different species. According to his descriptions, the one in his pl. 50, fig. 4, which is mentioned above as most closely agreeing with the typical Patagonian specimens, should be regarded as the one most probably identical with POMÉL'S (1849, p. 7) *Stachypteris lithophylla*, which was also sterile. Yet, in view of the difference between the Patagonian form and the majority of the specimens figured under the name of *Stachypteris lithophylla*, it appears to be better to keep the former, which is very constant and characteristic, as a separate species.

The species is a common one in locality *c*, but occurs mostly in a very fragmentary state.

### ***Asplenites lanceolatus* n. sp.**

Pl. 4, figs. 11-21.

Under the quite provisional generic name *Asplenites* are described here some fern-pinnules which cannot be referred to any of the usual form-genera and which are too fragmentary to warrant the institution of a new genus.

Fronde pinnate? Pinnules shortly but distinctly stalked, lanceolate, with rapidly tapering or somewhat rounded bases and acute apices. Edges strongly but irregularly dentate. Midrib strong, persisting to the apex; secondary veins dense, arched, once or twice bifurcating.

It is probable that the present specimens represent pinnules of a pinnate frond, though this cannot be actually proved. The most important character is the shape of the base and the occurrence of a short but distinct petiole. These features, in connection with the *Cladophlebis*-like venation, make it impossible to refer the specimens to any definite form-genus, but place them rather apart from all known Mesozoic ferns.

There have been described a couple of Mesozoic ferns which have somewhat similar tapering or rounded bases and short petioles, but none of them can be very closely compared with the present fragments. One of these forms is the genus *Ungeria* SALFELD (1908, p. 385), which was instituted on the poorest possible material. It is not even certain that the only specimen known is a fern: were it not that it is

explicitly stated to be derived from the Jurassic rocks of Solnhofen, one might be tempted to regard it as a leaf of a dicotyledon. The venation of the specimen is most indistinct; but, in as far as it admits of forming any opinion, it would seem to be quite different from that of the present specimens, indeed, more suggestive of a dicotyledon. There can hardly be any question, under such circumstances, of referring the Patagonian form to this very problematic genus.

Another genus which may be considered in this connection is *Stormbergia* (SEWARD 1911 *a*) from the Stormberg Group of South Africa. The pinnules of this plant have rounded bases, short petioles and a venation of the *Cladophlebis*-type. The habit of the bipinnate frond, with its short pinnules, is very peculiar, and the venation differs from that of our specimens in consisting of only few and distant secondary veins in each pinnule.

In the absence of any other form-genus to which the present specimens could be referred, I had considered the possibility of describing them under the name of *Stormbergia*, using this genus in a wide sense, for fern-leaves having stalked pinnules with rounded bases. Professor ZEILLER, who has kindly examined drawings of the specimens, has pointed out, however, that, considering the peculiar characters of the only species known of *Stormbergia*, it would be better to employ the name *Asplenites*, as a provisional designation. The reasons for choosing this name would be the fact that among recent ferns a similar shape of the pinnules is found chiefly in the genus *Asplenium*, and that it would be possible, in this manner, to evade the undesirable creation of a new generic name. In adopting this course, it must be stated that the present form belongs to quite another type than those for which GOEPPERT (1841—1846, p. 111) created his genus *Asplenites*, which is no longer used in its original sense, and that the name is employed here quite provisionally in want of a better one.

The species was found only in locality *c*, at Rio Fósiles.

### ***Ptilophyllum acutifolium* MORRIS.**

Pl. 3, figs. 1—12.

*Ptilophyllum acutifolium* MORRIS 1837, p. 327; explanation of pl. 21, figs. 1 *a*, 2, 3.  
*Palaeozamia* » OLDHAM & MORRIS 1863, p. 29; pl. 20; pl. 21, fig. 2.  
*Ptilophyllum* » FEISTMANTEL 1876, p. 44; pl. 5, fig. 4. — 1877, p. 11; pls. 1, 2; pl. 3, fig. 1. — 1877 *a*, p. 65; pl. 40. — 1877 *b*, p. 16; pl. 2. — 1877 *c*, p. 14; pl. 5; pl. 6, fig. 2. — 1879, p. 23; pl. 10, figs. 1—3, 7—9; pl. 11, fig. 1; pl. 15, figs. 12, 13; pl. 16, fig. 14.

One of the most characteristic members of the Rio Fósiles flora is a cycadophyte which must be brought to the genus *Ptilophyllum*, that genus being taken in the restricted sense of FEISTMANTEL (1876, p. 5) and ZEILLER (1903, p. 171). The Patagonian form can with confidence be identified with *Ptilophyllum acutifolium* MORRIS.

The species is one of the commonest fossils in locality *c*, and the preservation is fairly good. The specimens display a great variation in habit, but it is probable that they all belong to the same species.

As typical forms may be regarded the specimens represented in pl. 3, figs. 1—9, of which the impressions shown in figs. 2 and 9 are counterparts of those in figs. 1 and 8, respectively, whereas fig. 7 is an enlargement of fig. 6. The fronds have rather thick rachises, which bear the pinnae on their upper surfaces. This can be inferred from the impressions of both the lower and the upper side of the frond. The impressions of the lower side show the bases of the pinnae abruptly cut off by the deep groove formed by the rachis. In those made by the upper side, the opposite pinnae can be seen to meet in the median line of the rachis. The manner of attachment of the pinnae is the one characteristic of *Ptilophyllum*. Both edges of the pinna bend downwards in joining the rachis: the distal edge thus becomes rounded and for some distance free from the rachis, the proximal one decurrent. The downward trend of the distal edge is seen on all the impressions of the upper side. The attachment of the proximal edges, on the other hand, is generally not shown, because of the crowded arrangement of the pinnae. These are very densely placed, imbricate, with the distal edge overlapping the proximal one at least in the lower portions of the pinnae. On impressions of the upper side, therefore, only the distal edges can be traced right down to the point of attachment, the proximal edges being prevented by the intervening portion of the next lower pinna from leaving any impression on the matrix. On impressions of the lower side, the attachment is naturally not shown. It is only in such exceptional cases, therefore, in which the pinnae are more remote from each other, that the attachment of the proximal edge can be clearly seen. A good example is shown in the enlarged photograph in pl. 3, fig. 7. In this case and in some others not quite so clear, the decurrence of the pinnae on the rachis is evident.

In the specimens mentioned, the pinnae are of about the same type, narrow and linear, slightly falcate and pointed at the apex. The venation consists of spreading and occasionally bifurcating veins, 8—10 in number on an average. There is some difference between the specimens, however. In the fronds in figs. 6—9, the tapering of the pinnae towards the apex is rather rapid, the edges being parallel for quite a long distance. The specimens shown in figs. 1—4, of which those in figs. 1 and 2 are counterparts of each other, are distinguished by more gradually tapered, more falcate, and sharper pointed pinnae. They show the same kind of attachment, however, and a similar venation. It is evident that the shape of the pinnae is subjected to a great variation in fronds of this type, and as there are also transitional forms, there seems to be no ground for separating the present specimens into different species. The little fragment shown in pl. 3, fig. 10, may quite well belong to the same species, too; the shortness of the pinnae is probably due to their place at the very base of the frond, since it is evident from other specimens — the one in pl. 3, fig. 1, for instance — that the pinnae rapidly diminish in length at the base.

It is more doubtful whether the specimen in pl. 3, fig. 11, belongs to the same species. It is an impression of the lower side of a frond, with a portion of the thick rachis preserved in the matrix underneath the impressions of the pinna-bases, which are unusually well shown for an impression of the lower side. Although the actual point of insertion of the pinnae cannot of course be seen in a specimen of this kind,

it is clear that the pinnae have a downward trend at the base and are attached to the upper surface of the rachis. The specimen should therefore be referred to *Ptilophyllum*, and not to *Pterophyllum*, with which genus there is some habitual resemblance. The difference from the species described above is rather great, the pinnae are much more distant, are longer and narrower and almost straight. Notwithstanding these differences, the specimen has here been referred to the same species, chiefly because there seem to have existed intermediate forms. One such specimen showing transition to the typical form is seen in pl. 3, fig. 12. It consists only of a small fragment, but it shows the arrangement of the pinnae, which is somewhat denser than in the specimen in pl. 3, fig. 11.

It will be evident from the above description that the species should be referred to *Ptilophyllum*. There is some uncertainty at present regarding the delimitation of this genus. As defined by MORRIS, it had a very wide extension, no regard being paid to the shape and attachment of the pinna-base. SEWARD (1903 *a*) appears to prefer to keep the genus in this wide sense of MORRIS, whereas FEISTMANTEL (1876) has tried to delimit it more narrowly in defining it, by means of the shape of the pinna-base, with reference to the allied genera *Zamites* and *Otozamites*. FEISTMANTEL attaches great importance to the downward trend of both edges at the insertion, and his opinion is borne out by the illustrations given by him of the Indian species. ZEILLER, in his definition of the genus in the Tonkin flora, accepts FEISTMANTEL'S delimitation. There can hardly be any doubt that the specimens figured by FEISTMANTEL belong to the same species as MORRIS' types of the genus. As the drawing of one of MORRIS' type-specimens published by Prof. SEWARD (1903 *a*, p. 228) shows a rather great difference in regard to the pinna-bases, however, matters are not quite clear. The best of MORRIS' specimens is the one shown in his pl. 21, fig. 1 *a*. MORRIS' figure appears to agree well with those of FEISTMANTEL, but in order to get a better idea of this important specimen I have procured photographs of it from the British Museum. In the two photographs, one in natural size, one thrice magnified — for which I am greatly indebted to Dr. SMITH WOODWARD and Dr. M. C. STOPES — I am not able to see any difference from FEISTMANTEL'S figures. So far as the somewhat unsatisfactory state of the preservation permits of forming any opinion, the edges of the pinnae appear to bend downwards in joining the rachis just as is required by FEISTMANTEL'S definition. Everything considered, it seems to be best to accept FEISTMANTEL'S delimitation of *Ptilophyllum*. It must be emphasized that, even with this narrower definition of the genus, SEWARD'S statements as to the close relation of the Indian *Ptilophyllum* species and the English fronds referred by him to *Williamsonia pecten* (PHILL.) CARR. still holds true. Of the numerous forms included in the latter species both those of the type of *Cycadites pectinoides* PHILL. and *C. pecten* PHILL. have the same kind of pinna-bases as the Indian species, at least in a great majority of the specimens. There is, therefore, as stated by SEWARD, no generic difference between the European and the Indian forms.

Of the species of *Ptilophyllum* hitherto described, *P. acutifolium* MORR. affords the most suitable place for the Patagonian specimens, and there is no difference of

sufficient importance to prevent the specific identification. Not only is the manner of insertion of the pinnae identical, but also their falcate shape and pointed apices, their venation and the wide angle formed with the rachis. The only difference which can be perceived is that the pinnae are perhaps a trifle more distant in the Patagonian specimens. This character is very vague, however, and in some of the Patagonian fronds the pinnae are about as densely imbricate as in the Indian specimens. The English *Ptilophyllum pectinoides* differs from the latter by having pinnae which are yet more distant than those of the Patagonian form, and which are attached at a more acute angle to the rachis. Furthermore, the pinnae of the English form taper more gradually from the base to the apex. The Patagonian specimens undoubtedly come much nearer to the Indian *Ptilophyllum acutifolium* in these respects. At least as far as the typical specimens are concerned, therefore, it appears certain that identification with the Indian species is the right course. Regarding the specimen in pl. 3, fig. 11, the question is more doubtful; but, as has been set forth above, it seems best to refer it to the same species, too. The small fragment with shorter and more obtuse pinnae (pl. 3, fig. 10) approaches *Ptilophyllumutchense* MORR., but the great variation displayed also by the Indian specimens warns us against a specific separation on this character only, as long as none of the more complete specimens show any resemblance to the other species.

*Ptilophyllum* was held by FEISTMANTEL to be exclusively an Indian genus. Since SEWARD has stated that there is no generic difference between the Indian and European fronds of this type, the distribution of the genus is a matter of minor importance. The Indian species, however, do not appear to have any wide range of distribution. *Ptilophyllum acutifolium* has its main distribution in the Rajmahal Group, considered by FEISTMANTEL to be of Liassic age. It occurs also in the higher divisions of the Gondwana Series, even in the Kach Group, but for the greater part it is here substituted by *P.utchense*. The species has later been recorded by ZEILLER (1900) from Southern China.

In Patagonia the species was found only in locality *c* at Rio Fósiles. Most of the specimens occur in the hard slate, only those figured in pl. 3, figs. 11 and 12, in a coarse greyish white sandstone.

### **Baiera cf. australis M'COY.**

Pl. 4, figs. 23-30; pl. 5, figs. 1-4, 5?, 6?

*Baiera australis* M'COY 1892, in: STIRLING 1892, pl. 1, fig. 2; and 1900, p. 5; pl. 1, fig. 3.  
» » SEWARD 1904 a, p. 177; figs. 36, 37.

The *Ginkgoales* are represented in the San Martin flora by a comparatively large number of leaves, of which at least the majority belong to one species.

Leaf with a more or less definite petiole which is at least 1 cm. in length. Lamina passing gradually into the petiole, broadly cuneate, with the edges forming an angle at the base of from 60° to about 180°, generally about 90°. Lamina deeply

divided into two halves which are more or less dissected into 3—6 segments each. Segments linear with rapidly contracted, obtuse or rounded apices. Venation consisting of 5—10 subparallel dichotomizing veins in each segment.

The specimens referred to this species display a very great variation. Some of them might, indeed, be referred not only to a different species but to the genus *Ginkgo* instead of to *Baiera*. The difference between these two genera is very vague: there cannot be pointed out any single character that could serve as a generic distinction in all cases, and there exist a number of forms that can be equally well referred to both genera. If a narrow angle of the edges and a gradual transition from the lamina to the petiole are regarded as characteristics of *Baiera*, it is at any rate certain that the specimens in pl. 4, figs. 23—27, should be referred to that genus. The specimen in pl. 5, fig. 1, has a wider basal angle of the edges, but is probably a true *Baiera*. Typical species belonging to that genus have, indeed, a basal angle just as wide and even wider — so, for instance, two leaves figured by SEWARD (1900, pl. 9, figs. 5 and 3) as *Baiera gracilis* and *B. gracilis* f. *Muensteriana* resp. — The specimen in our pl. 5, fig. 2, appears to have an almost straight base, but this is no doubt due to its being split lengthwise and the two halves bent from each other. The leaf in pl. 5, fig. 3, has an almost straight base.

In regard to the dissection of the leaf, all the specimens mentioned above can be without hesitation referred to *Baiera*; but there are, in the genus *Ginkgo*, forms that are very similar in this respect, especially *G. sibirica* HR. and *G. lepida* HR. The different specimens here referred to *Baiera australis* display a great variation in regard to the number of segments. The leaves shown in pl. 4, figs. 23—25 and pl. 5, fig. 2, have 3—4 segments in each half; the one in pl. 5, fig. 1, has the greatest number, or 6 in the right-hand half, which alone is complete. The other specimens are intermediate in this respect, one or two of the original three lobes of each half being more or less deeply divided. There is thus a fairly continuous series of forms, and although the extreme ones have not much in common, it would seem to be the best way to refer them to one species.

Of all known species, *B. australis* M'COY (STIRLING 1892) appears to be the one to which the Patagonian form shows the closest resemblance. Unfortunately, I have had no opportunity to consult M'COY's first illustration of this species (STIRLING 1892, pl. 1, fig. 2). The second figure of the same species, also given in a report by STIRLING (1900, p. 5; pl. 1, fig. 3), shows a leaf of about the same habit as in our figs. 23—24, pl. 4, but with somewhat broader and less dissected segments. Two other specimens from Victoria figured by SEWARD (*l. c.*) under the same name show a greater resemblance to the Patagonian form and render it more probable that the latter should be referred to *B. australis*. SEWARD's two specimens have a small number of segments, probably three in each half, agreeing in this respect with the less dissected of the present leaves. There is probably a great individual variation in this respect; and the specimen figured by STIRLING in 1900 (*l. c.*) has a considerably greater number of segments, which are, however, more continuous. On the whole, there must be said to exist a very close agreement between the Patagonian form and

those specimens of *Baiera australis* with which a comparison has been made above. The specific identity appears indeed highly probable: the only reason why the Patagonian form has not definitely been referred to *Baiera australis* is that I have not been able to compare it with the first specimen of the latter, figured by STIRLING in 1892 (*l. c.*).

The present form is a common one in locality *c* at Rio Fósiles. Typical *Baiera australis* has hitherto been recorded only from Victoria.

Pl. 5, figs. 5, 6.

There may be mentioned here some other specimens of which the classification is very problematic: the best among them are figured in pl. 5, figs. 5 and 6. It has been mentioned above that it is often difficult to distinguish between *Baiera* and *Ginkgo*: such is the case in regard to these specimens. Whereas the former genus, as mentioned above, is represented by several typical specimens, *Ginkgo* cannot with certainty be stated to occur in this flora. Both the specimens mentioned here, however, show at least a close approach to the latter genus. In the specimen in pl. 5, fig. 6, both the angle at the base and the stalk strongly recall *Ginkgo*. The dissection of the lamina reaches right down to its base: this is a type which occurs in *Ginkgo*, too, but is more common in *Baiera*. The resemblance to and association with the typical specimens of *Baiera*, however, make it seem more probable that this leaf belongs to the species here described as *B. cf. australis*. The little specimen in pl. 5, fig. 5, has a rather *Ginkgo*-like habit. The angle of the edges at the base exceeds  $180^\circ$ , but the petiole is not very distinct. The segments are 5 in number in each half. The specimen shows a striking resemblance to *Ginkgo sibirica* HEER, as does also the specimen in pl. 5, fig. 3, which has been with some hesitation referred to the form here described as *B. cf. australis*. It is impossible to form any definite opinion as to which generic name should be applied to these specimens; but an attribution to *Baiera* would appear more plausible.

### **Podozamites? sp.**

Pl. 5, figs. 17—19.

The specimens shown in pl. 5, figs. 17—19 should possibly be referred to *Podozamites*, being in that case the only representatives of that genus in the San Martin flora. They consist of isolated pinnae or rather leaves — the supposed zamitean fronds of *Podozamites* being, according to NATHORST (1911), more probably branches of coniferous affinities. The specimens have a rather varying length and are lanceolate to linear. The venation is seen in the specimen in pl. 5, fig. 18: it differs in no respect from that of *Podozamites*. Though it is probable that these fragments really belong to *Podozamites*, it is not excluded that they may represent pinnae of a *Zamites*-like frond. The question of their affinity must therefore remain open.

The specimens were found in locality *b*, associated with *Gleichenites San-Martini*.

**Arthrotaxites Unger** n. sp.

Pl. 2, figs. 11—17; pl. 3, figs. 13—20, 21?; pl. 4, fig. 22; pl. 5, figs. 10—13.

Most of the coniferous remains in the San Martin flora appear to belong to one species, which has been referred here to the genus *Arthrotaxites* UNGER.

Sterile shoots sparsely branched, slender, covered with spirally disposed, closely adpressed, ovate-rhombic leaves, which cause the surface of the branch to appear divided up into regular rhombic areoles. The slenderest twigs with the leaves less closely adpressed and somewhat more lanceolate. Cones globular, 10—15 mm. in diameter, carried on rather thick (often?) curved branches. Cone-scales densely placed, with a cuneate base and a thick, spatulate upper portion, prolonged into a short acumen, which is distinctly marked off from the rest of the thick apical expansion of the scale.

Sterile fragments of this species abound in many specimens of the plant-bearing rock. No very thick branches can be identified, however, probably because the leaves tend to become indistinct in the thick specimens. The thickest branches with preserved leaves do not generally exceed 3 mm. in breadth on the impressions. In pl. 2, figs. 11 and 12, the thickest branches identified are shown. There is some little variation in regard to the leaves, mostly expressed in the different closeness of their application to the stem. In typical specimens the leaves always cover the stem so closely that they appear to form a regular network of areoles on its surface. They have in these specimens rhombic outlines, with straight edges and acute but not sharply pointed apices. Some such typical branches are seen in pl. 2, figs. 13 and 14, and in magnification in figs. 15—17. In other specimens, especially in slender ones, the application of the leaves is a little laxer, and in such cases they are often somewhat different, being more convex and more ovate-lanceolate.

There can hardly be any doubt that the cones to be described in this connection really belong to the same species. The cones are frequent, but usually occur detached from the stems. In single cases, however, they are still attached to short branches, so for instance those in pl. 3, fig. 14 and pl. 5, fig. 10. The supporting branch measures in these specimens only about 1.5 cm. in length and is strongly curved. In none of these specimens are the leaves distinct, yet the resemblance to the common type of sterile shoots is so obvious that the attribution appears safe. Besides, the fact that the cones and the sterile branches are the only common coniferous remains in the rock and remarkably often occur in the same specimens of it, tends to confirm this opinion concerning their connection. The cones appear to have been globular: the impressions are more or less circular measuring about 10—15 mm. in diameter. The cone-scales have evidently been rather thick. As seen from the surface they are somewhat spatulate, their lower petiolar part being rather long and gradually widening towards the broader and thicker upper portion. The latter has an abruptly tapered but not truncate apex, prolonged into a sharp and marked point.

The shape is seen in figs. 16—18, pl. 3, which show the scales in surface view — whether from above or below it is impossible to decide. In pl. 3, fig. 15, are shown some scales which, according to their position in the rock, are seen edgewise. The plane of the scales is probably not quite vertical to that of the rock but somewhat oblique: they permit of forming a fairly good idea of their structure, however. The scales appear to be thickest a little below the apex, showing there a marked expansion of the adaxial surface. The abaxial surface, on the other hand, has its greatest expansion, which is not quite so marked, a little nearer the base, the scale thus becoming distinctly asymmetric as seen in radial section. The sharp acumen into which the thick apical portion of the scale is prolonged, is somewhat curved. It is a little longer than the pointed projection seen in surface view, and it is probable that the uppermost portion of the broad spatulate part is rather thin so as to contribute, as seen in profile, to the formation of the acumen.

The male strobilus of this species is not known with certainty, but it is possible that it is represented in the specimen shown in pl. 3, fig. 19. This specimen shows the characters of the species in regard to the vegetative shoot, and it is possible, or even probable, that the upper, thick portion of the short branch is of reproductive nature, representing a male strobilus. Of the structure of the latter, however, nothing can be seen. A similar fragment is shown in fig. 20. A specimen of what appears to be a somewhat better preserved male strobilus, shown in pl. 3, fig. 21, will be described below. Though it is very probable, there is no direct evidence, however, that it belongs to this species.

The sterile shoots of this species belong to a type which, though not very common, recurs in different genera and families of living conifers and also in many Mesozoic forms. For the latter, in the absence of cones, the generic name *Brachyphyllum* should be preferred, since that genus is not founded on characters from the fructification. In the present case, the determination is not merely dependent on the vegetative characters, however, as the cones here described almost certainly belong to the same species. Among Mesozoic forms with cones of to any extent known structure there is only one with which the present species can be closely compared, viz., the plant usually referred to as *Echinostrobus Sternbergii* SCHIMPER. The genus *Echinostrobus* was instituted by SCHIMPER (1870—72, p. 330) for forms which had previously been described by UNGER (1849, p. 345) under the name of *Arthrotaxites* and which were believed by the latter author to be closely allied to the recent genus *Arthrotaxis* DON. The most important of UNGER'S specimens was one which carried three cones, this being, as far as I know, the only fertile specimen of its kind to the present date. It was on this specimen that UNGER (1849, p. 345; pl. 5, fig. 1) instituted the genus *Arthrotaxites*, naming the species *A. lycopodioides*, but later on he described under the same generic name another species (*A. princeps*) founded on sterile specimens of a somewhat similar habit. SCHIMPER (l. c.) refers both the fertile specimen (*Arthrotaxites lycopodioides* UNG.) and the sterile ones (*Arthrotaxites princeps* UNG.) to one species and includes in it also several forms of sterile coniferous branches previously described under the name *Caulerpites*. This species he makes the type

of the new genus *Echinostrobus*, naming it, with the neglect of the older specific names usual at the time, *E. Sternbergii*. To the same genus he refers some other species, all of which, however, are founded on vegetative shoots. The single cone-bearing specimen already figured by UNGER as *Arthrotaxites lycopodioides* is thus the type also of the genus *Echinostrobus* of SCHIMPER, who refigures the specimen (l. c., pl. 75, fig. 21) and gives a description of it. SCHIMPER remarks that the cones do not show the close agreement with those of the recent genus *Arthrotaxis* supposed by UNGER. In UNGER'S figure the cones are rather indistinctly, and apparently incorrectly, drawn. SCHIMPER'S illustration, also drawn after the type-specimen, is rather different in regard to the cones, and since it agrees well, in this respect, with the figure later given by SAPORTA (1884, pl. 71), it may be presumed to be correct. Not even in SCHIMPER'S figure can the individual cone-scales be made out, but they are seen to terminate in projecting acumina. These are, according to SCHIMPER, hard and spiny, representing a character that is not found in *Arthrotaxis*, but which is a conspicuous feature of the cones of the *Thuyae*, especially *Thuyopsis*. It was this difference that led SCHIMPER to create a new generic name not suggestive of any relation to *Arthrotaxis*. Since that time the species has usually been referred to under the generic name of *Echinostrobus*. To the same genus have been referred, both by SCHIMPER, and by SAPORTA, and also by others, a number of sterile specimens agreeing in respect to the habit of the shoots with the cone-bearing type-specimen. In the opinion of the present writer it would be better to reserve the genus for cone-bearing forms only, and to refer sterile shoots of a similar habit to some other genus. It appears that for such sterile specimens the genus *Brachyphyllum* would afford a convenient place. SAPORTA remarks, it is true, to some extent upon the differences between the *Echinostrobus*- and *Brachyphyllum*-types of vegetative shoots. The distinctions given by him are rather vague, however, and there are often referred to *Brachyphyllum* forms with imperfectly adnate leaves very like those of the *Echinostrobus*-shoots. The cones reported to occur in connection with species of *Brachyphyllum* are mostly doubtful or otherwise not well characterized; and as the genus was originally instituted for a certain type of sterile shoots, it seems better to keep it only for such and to create, if necessary, new names for such cone-bearing forms as may be found to have the same kind of leaves.

There cannot be much doubt that the present species should be referred to the same genus as the cone-bearing form now generally known as *Echinostrobus Sternbergii*. The pointed projection of the cone-scales, which is the only character of importance that can be perceived in the cones of the latter species, recalls very strongly the corresponding acumen described as characteristic of the present scales. It is true that the latter does not give the impression of having been spiny, but this difference need not be of any great importance and may be due to the preservation. In regard to the vegetative characters there is a great resemblance, too, both species presenting the same type of shoot, with closely applied spirally arranged leaves of rhombic aspect. The differences existing in respect to both the cones and the vegetative parts, however, especially the much greater stoutness of the branches

in *Echinostrobus Sternbergii*, seems to prevent a specific identification. The Patagonian form, though it comes no doubt nearer to the species mentioned than to any other, should therefore be described as a new species. — There remains the question of the generic name to be employed both for the present species and the one usually named *Echinostrobus Sternbergii*. *Arthrotaxites* UNG. has priority in respect to the synonyme *Echinostrobus* SCHIMP. The change of the generic name was undertaken by SCHIMPER on the ground that he considered the structure of the cones to be more remote from that of the recent genus *Arthrotaxis* DON. than did UNGER. In view of the present principles of nomenclature, this fact does not appear to constitute a sufficient reason for the creation of a new name, since the ending *-ites* only implies a resemblance, not perfect agreement. And the resemblance to the recent genus, in regard to both the cones and the vegetative shoots, must be considered to be a sufficiently great one for palæobotanical demands. Moreover, it would appear as if the differences emphasized by SCHIMPER were not so very great. This is at least the opinion of SAPORTA (1884, p. 530), who, after a reexamination of the type-specimen, states that it appears as if the structure of the cones would not, after all, differ much from that of *Arthrotaxis*, though he considers the fossil form as intermediate between the latter genus and *Cryptomeria*. It is further clear that the specific name given by UNGER should be retained, and the species should therefore be named *Arthrotaxites lycopodioides* UNG.

The Patagonian form presents a more definite resemblance to the recent genus *Arthrotaxis* than does UNGER'S species. In fact, it is the common resemblance of these two species to the recent genus which constitutes, in the writer's opinion, the strongest reason for the retention of the name *Arthrotaxites*. Of the three species referred to *Arthrotaxis*, I have only had opportunity to examine *A. cupressoides*, of which a cone-bearing specimen and a cone-scale are shown in text-fig. 4. A comparison of the latter with the specimens shown in pl. 2, figs. 11—17 and pl. 3, figs. 13—20, will reveal a very great resemblance alike of the vegetative shoots and of the cones. The latter have the same shape and size in both cases, and the scales, though differing in detail, have a similar structure. The difference consists mainly in the fact that both the lower petiolar portion and the apical projection are longer in the fossil

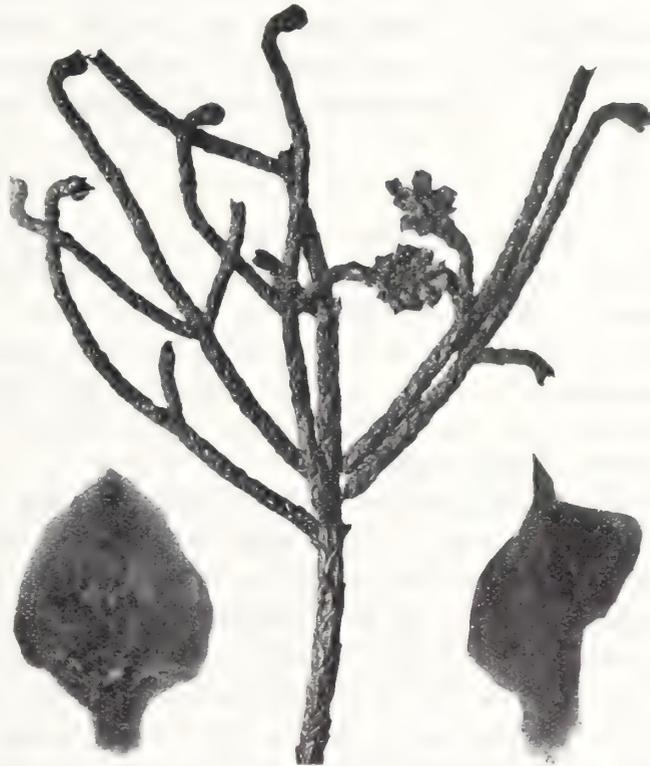


Fig. 4. *Arthrotaxis cupressoides*. A cone-bearing branch in natural size, and a cone-scale in side- and surface-view, enlarged.

form. The great resemblance in regard to the shape and attachment of the apical projection becomes very evident on a comparison of the side-views of the scales shown in text-fig. 4 and pl. 3, fig. 15. As far as the structure of the fossil form is known there cannot be stated any difference sufficient for generic separation. While admitting that the most important characters, such as the number and attachment of the seeds and the structure of the seed-scale, cannot be made out in the fossil form, the latter would appear to be really closely allied to *Arthrotaxis* and to be best referred to under the generic name *Arthrotaxites*.

It may be stated in this connection that the genus *Arthrotaxopsis* of FONTAINE (1889) has not been shown to be at all closely related to *Arthrotaxites* UNG., though the vegetative shoots present a certain resemblance.

All the specimens of *Arthrotaxites Ungerii* are from locality *c* at Rio Fósiles.

In this connection may conveniently be described a specimen (pl. 3, fig. 21) which appears to represent a male strobilus of a conifer. It is very small, measuring only 7 mm. in length, with an ovate outline on the impression. It consists of a rather slender axis bearing bract-like appendages. These consist of a lower almost horizontal petiolar portion and an upper part which is directed almost straight upwards. At the rather sharp bend there appears to be a small dorsal projection, directed downwards.

It appears at least highly probable that the interpretation of this specimen suggested above is the right one. There is no trace to be seen of any pollen-sacs, and the structure cannot be made out except in the respects stated; but it must be admitted that the fragment resembles nothing so much as a coniferous male strobilus. *Arthrotaxites Ungerii* being, with the exception of the fragment described below, the only conifer of the San Martin flora and besides a very common one, represented both by vegetative shoots and female cones, it is very probable that this hypothetical male strobilus belongs to the same species. A certain confirmation of this probability may be recognized in the fact that the specimen shows a considerable habitual resemblance to the male strobili of the recent genus *Arthrotaxis*, as exemplified, for instance, by the figure of *A. cupressoides* in ENGLER & PRANTL'S »Natürliche Pflanzenfamilien».

The specimen was found associated with remains of *Arthrotaxites Ungerii* in locality *c* at Rio Fósiles.

#### **Elatocladus** sp.

Pl. 5, figs. 7—9.

The only conifer in the San Martin flora, in addition to the species described as *Arthrotaxites Ungerii*, is the little fragment figured in pl. 5, fig. 7. This represents only a small portion of the upper part of a branch and measures not quite 3 cm. in length. The leaves, though probably spirally arranged, are spread out to two

sides and thus appear to be placed distichously. They are narrow and linear, with obtuse apices, and have a length of about 1 cm. Each leaf has a fine but distinct median vein. There were found in other pieces of the plant-bearing rock some detached leaves, probably belonging to the same species, which were distinctly keeled and furrowed.

It is clearly impossible to determine fragments of this kind. The difficulty of a generic determination, even of much better specimens of sterile conifers than the present one, has led the writer to propose, in a previous paper (1913), the provisional name *Elatocladus*. This name should be used for sterile conifers which cannot be referred to any better characterized genus, and it may conveniently be adopted in this case. In fact, there is no other genus that could be thought of for the present specimen, with the possible exception of the genus *Taxites*. In accordance with the opinion expressed in the paper quoted, it may be preferred, however, to restrict the use of the latter name to such forms as show a greater resemblance to the recent genus *Taxus*.

The specimen is from locality *c* at Rio Fósiles.

#### Fragments of dicotyledonous leaves?

Pl. 5, figs. 21—23.

The specimens shown in pl. 5, figs. 21 and 23, of which the former is represented in enlargement in fig. 22, may possibly be fragments of leaves of dicotyledons. The two fragments are evidently different; it is especially the one in figs. 21 and 22 that suggests a dicotyledon. There is nothing seen of the venation, except the midrib, but the dentation of the margin would seem to be more suggestive of a dicotyledon than of a fern.

The fragments are from the upper part of the Rio Fósiles valley.

#### Age and correlation of the plant-bearing beds.

The plant-remains described above are derived from three different localities, *b*, *c* and the uppermost part of the Rio Fósiles valley, of which the geology has been described above. For a discussion of the age and correlation of the plant-bearing beds, it will be necessary to treat the plant-associations of these localities separately.

The most important of the localities is the one at *c*, near Rio Fósiles. The plants collected here are all from one horizon at the base of the exposed section. They consist of the following species:

*Marchantites?* sp.

*Nathorstia alata* n. sp.

*Gleichenites* cf. *micromerus* (HR.).

*Cladophlebis australis* (MORR.) SEW.

*Cladophlebis* cf. *Browniana* (DUNK.) SEW.

*Sphenopteris* (*Ruffordia*?) *Goeperti* DUNK.

› *patagonica* n. sp.

› (*Onychiopsis*?) *psilotoides* (STOKES & WEBB) WARD?

*Asplenites lanceolatus* n. sp.

*Ptilophyllum acutifolium* MORR.

*Baiera* cf. *australis* M'COY.

*Arthrotaxites Ungerii* n. sp.

*Elatocladus* sp.

The most conspicuous feature of this flora is the total absence of dicotyledons, which at once indicates that the flora is older than Middle Cretaceous. It is equally evident that it is not older than Middle Jurassic; but an attempt to settle exactly its age by means of a comparison with other floras gives rather conflicting results, notwithstanding the fact that it is derived from one horizon. Those of the species which are of the greatest value in this respect appear to indicate prevailing Wealden and Lower Cretaceous affinities. It must be stated at once that it is not possible, with the present state of the knowledge of fossil floras, to establish any accurate subdivision, on a palaeobotanical basis, of the time from the close of the Jurassic to the lower Albian. The Wealden flora, as understood by palaeobotanists, embraces more or less the whole of this time, several of the characteristic Wealden species being found as high as in the Albian of Portugal (SAPORTA 1894). It is further well known that there is a certain disagreement between the palaeobotanical records and the usual stratigraphical classification founded on the evidence of the marine faunas. The palaeobotanists often advocate an older age of the strata in question than is compatible with the marine fossils. This is so also in regard to the Wealden flora proper, of which the marked Jurassic affinities are emphasized by most palaeobotanists. Under such circumstances the conflicting evidence regarding the age of the flora is not an isolated abnormality; yet it illustrates in a striking manner the difficulties attending an exact determination of the stratigraphical relations of the floras of this period.

Of forms determinable with some certainty the following indicate a Lower Cretaceous age, viz.: *Nathorstia alata*, *Gleichenites* cf. *micromerus*, *Cladophlebis* cf. *Browniana*, *Sphenopteris Goeperti*. One of the most important of these plants is *Nathorstia alata*. The species is well distinguished from all others hitherto known, but the genus itself affords a valuable clue. *Nathorstia* is an unusually natural genus, representing a very characteristic type quite unique among Mesozoic ferns. It would appear as if representatives of such a characteristic natural type, though different in species, would be of greater value for comparison than many identical form-species of an artificial genus. *N. latifolia*, which has been examined in detail by NATHORST, is from the Cenomanian of Greenland, the species previously described by HEER are from a lower horizon, or the Kome beds, considered to be of Urgonian age. The Bohemian fern, *Drynaria fascia* BAYER (1900), which is compared by NATHORST with *Nathorstia latifolia*, is of Cenomanian age. The *Nathorstia*-type, as known at present,

seems thus to be decidedly Lower and Middle Cretaceous, ranging from the Urgonian to the Cenomanian. — *Cladophlebis Browniana* and *Sphenopteris (Ruffordia?) Goeperti* are characteristic species of the European Wealden. The former, with which the corresponding Patagonian form is probably identical, though a definite determination is not possible on account of the poor quality of the material, appears, with the exception of a couple of doubtful records of its occurrence in the uppermost Jurassic, to be exclusively a Wealden species in the palaeobotanical sense, being known from different districts in all the continents, in Europe especially from the Wealden formation, *sensu stricto*. If *Cladophlebis Ungerii* (DUNK.) WARD is included in it, the species would range, according to SAPORTA (1894), up into the Albian. *Sphenopteris (Ruffordia?) Goeperti* is also especially characteristic of the Wealden and is known both from the type-districts of Europe and from strata in Japan and North America considered to be of the same age. The species has been found, however, in some districts already in the Jurassic — so, for instance, in England, in Graham Land, and possibly in North America. According to SAPORTA it reaches as high up as into the Albian. The identity of the form described above as *Gleichenites cf. micromerus* with HEER'S species from the Kome beds of Greenland is far from certain; but as it appears to come nearer to the latter than to any other known species, the evidence, such as it is, would be in favour of a similar age, or Barremian to Aptian (Urgonian).

The group of forms now considered distinctly indicate a Lower Cretaceous age, at least if the Wealden (*sens. str.*), in accordance with the palaeozoological evidence, is referred to this system. As has been remarked above, it is impossible, on the basis of the fossil plants, to arrive at any more exact determination of the age within the range from the base of the formation up to the Albian. As the Wealden-flora continues to a great extent up to the Aptian and even the Albian, the presence of typical Wealden species is not opposed to a fairly high position of the plant-bearing horizon in the Lower Cretaceous. The occurrence of the *Nathorstia*-type would, indeed, rather seem to indicate a fairly high horizon, since that genus is not known from strata older than the supposed Urgonian of Greenland and appears to be especially characteristic of the Cenomanian. At any rate, there is nothing, as far as this group of plants is concerned, that is in discord with an Aptian age, which would appear probable, according to Prof. STOLLEY'S treatment of the invertebrates.

As has been stated in the geological section, the plant-bearing bed at *c* probably belongs to the very base of division 6 and possibly to the transition between 5 and 6. Of the invertebrates identified by Prof. STOLLEY only *Silesites desmocera-toides* STOLL. and *Neohibolites cf. semicanaliculatus* BLAINV. sp. are from division 5, at Bahia de la Lancha. The former is stated to indicate a Neocomian or Aptian age, the latter an Aptian age. There is some doubt as to the position in the series of the latter species, but it may be derived from the uppermost part of division 5. According to these cephalopods the flora should be regarded as rather younger than Aptian. In two different localities, at Arroyo Calafate and immediately south of *c*, a species of ammonite, *Ancyloceras patagonicum*, was found in strata referred by the writer to division 6. This species indicates, according to Prof. STOLLEY, the Aptian.

The position of this species in relation to the flora could not be settled by direct observation. As has been remarked above, it would seem that the specimen collected south of *c* is probably derived from a somewhat higher horizon than that of the plants, but that there can be no great difference in age. The specimen from Arroyo Calafate also appears to be from the lower part of division 6. If the few palaeozoological data available are considered, they would thus seem to indicate an Aptian age of the plant-bed; and, as already mentioned, the plants hitherto considered agree well with this result.

There is, however, another group of plants from the same horizon which represent a considerable difficulty. These are *Cladophlebis australis*, *Ptilophyllum acutifolium* and *Baiera* cf. *australis*. If these three species were found isolated, they would doubtless have been held to prove a Jurassic age. It is important to note, however, that none of these forms is known from the type-areas of the European Jurassic, but only from the Mesozoic beds of the Gondwana continents. *Cladophlebis australis* and *Baiera australis* were described from Mesozoic strata in Australia considered to be of Middle Jurassic age, and are not known from any other district. The correlation of the plant-bearing Mesozoic deposits of Australia is a matter which has not yet received much attention; but there does not appear to be any reason to doubt that the present species should be regarded as Jurassic according to usual standards. *Ptilophyllum acutifolium* was described from the Rajmahal Group of the Upper Gondwanas of India, which is considered by FEISTMANTEL to be of Liassic age. The species occurs also in the higher horizons, even in the Kach Group, though it is there to a great extent replaced by the closely allied *Ptilophyllum cutchense*. The Kach Group is compared by FEISTMANTEL with the Lower Oolite of England, *i. e.* Middle Jurassic. As I have remarked in a previous paper (HALLE 1913), however, the usually accepted correlation of the Upper Gondwanas of India presents some contradictions. This is especially evident in regard to the highest division, the Kach-Jabalpur Group. The plant-bearing beds of supposed Middle Jurassic age are covered by strata with marine invertebrates — also to some extent occurring in association with the plants. These marine fossils are held to indicate the Uppermost Jurassic, and if the greater weight is put on the evidence of the fauna, the flora would therefore seem to be much younger than is generally supposed. It would appear, therefore, that the species persisted to the close of the Jurassic; but its occurrence in the Rio Fósiles flora, which, on other grounds, must be supposed to be of Lower Cretaceous age, is still surprising. The specific identity appears to be as certain as it can ever be in the case of zamitean fronds, and there is no other species with which a confusion is possible. It must be regarded as certain that the three species now considered, *viz.* *Cladophlebis australis*, *Baiera* cf. *australis* and *Ptilophyllum acutifolium* indicate Jurassic affinities, the species last mentioned being the most important one in this respect. The fact that these species are hitherto only known from the Gondwana continents may have something to do with this; and it is evident also on other grounds that a revision of the correlation of the Upper Gondwana floras is urgently needed. But in northern floras, too, there exist somewhat similar difficulties in regard to the palaeo-

botanical relations of the Upper Jurassic and the Lower Cretaceous. It must be mentioned, finally, that the genus *Arthrotaxites*, of which the new species *A. Ungeri* is described above, has been recorded at present only from the Upper Jurassic, but as only one certain cone-bearing specimen has hitherto been known, there is not sufficient evidence as to the range of the type.

The Jurassic elements now discussed are in striking contrast to the evidence afforded both by the marine fossils and by the rest of the plants; but, all things considered, they are hardly of sufficient importance to overthrow the idea of a Lower Cretaceous age of the flora.

It remains to consider the plants found at the other localities. At *b* were found only *Podozamites?* sp. and *Gleichenites San-Martini* n. sp. These are of no importance for the matter of correlation, but the latter appears to find its nearest allies in the supposed Urganian flora of Greenland. It agrees thus far with the assumption that it represents about the same horizon as the flora at *c*, which is also probable from its occurrence in the lower part of division 6.

The few plants found in the upper part of the Rio Fósiles valley, viz. *Sphenopteris* (*Onychiopsis?*) *psilotoides* (= *Onychiopsis Mantelli* of most authors), *S.* cf. *naktongensis* and Dicotyledonous fragments(?), must, on stratigraphical grounds, be somewhat younger than the flora at *c* — how much it is impossible to decide. A younger age may also seem to be indicated by the presence of the supposed dicotyledonous fragments, which, however, are not to be relied on. *Sphenopteris naktongensis* is only known from supposed Wealden rocks of Korea, but *S. psilotoides* is of greater importance. This species has been considered as a leading fossil of the Wealden. There applies to it, however, the same remark as has already been made in regard to the whole Wealden flora, viz. that it extends to much higher horizons than that of the European Wealden, *sensu stricto*. Not only is the species known from the Albian of Portugal, but it has even been recorded by ENGELHARDT (1891) from the Cenomanian of Niederschöna, though a confirmation in the shape of illustrations is yet wanting. Moreover, one of the specimens figured by VELENOVSKÝ (1888, pl. 1, fig. 7) from the Cenomanian of Bohemia may possibly be identical with this species. The range of the species thus extends to the Albian and possibly to the Cenomanian. It is not necessary to suppose that the plants at this locality need be still younger in respect to the flora at *c* than is in accord with these facts: they may quite well be Albian or Cenomanian. The occurrence of the typical Wealden species *Sphenopteris psilotoides* on a horizon higher than that of the flora at *c*, which would be, according to the marine fossils, of Aptian age, has led Prof. STOLLEY (1912, p. 6) to express some doubt as to the correctness of the statements concerning the occurrence of these fossils. Having regard to the facts that the Wealden flora extends all through the Lower Cretaceous, and that, moreover, the discord between the evidence of the fauna and the flora is not confined to this single case but is a difficulty experienced in other regions on this horizon, this explanation may be admitted to be unnecessary.

The region of Lago San Martin undoubtedly offers great possibilities for a study of the passage beds between the Jurassic and the Cretaceous. Though all the fossils hitherto described are considered to occur in Cretaceous strata, there are reasons to believe that the Jurassic is represented, too. The occurrence of both marine fossils and plant-bearing strata will no doubt make it possible not only to establish a palaeontological subdivision of the important »meseta series» but also to arrive at a better determination of the correlation of the flora.

## Bibliography.

- ANDERSSON, J. G. 1908. Geological fragments from Tierra del Fuego. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. 8. No. 3.
- BAYER, E. 1900. Einige neue Pflanzen der Perucer Kreideschichten in Böhmen. Sitzb. d. K. Böhm. Ges. d. Wiss. 1899.
- BERRY, E. W. 1911. Palæobotanical section of: Lower Cretaceous. Maryland Geol. Surv.
- BODENBENDER, G. 1902. Contribución al conocimiento de la Precordillera de San Juan, de Mendoza y de las sierras centrales de la República Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Tomo. 17. Buenos Aires.
- BRONGNIART, AD. 1828 a. Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles.
- 1828—1838. Histoire des végétaux fossiles.
- 1849. Tableau des genres des végétaux fossiles.
- CARRUTHERS, W. 1870. On fossil Cycadean stems from the Secondary rocks of Britain. Trans. Linn. Soc. Vol. 26.
- DARWIN, CH. 1846. Geological observations on South America.
- DUNKER, W. 1843. Ueber den norddeutschen Wälderthon. Progr. d. höheren Gewerbschule in Cassel.
- 1846. Monographie der norddeutschen Wealdenbildung.
- ENDLICHER, S. 1847. Synopsis Coniferarum.
- ENGELHARDT, H. 1891. Ueber Kreidepflanzen von Niederschöna. Abh. d. Gesellsch. Isis. Dresden.
- ETHERIDGE, R., JUN. 1892. See JACK & ETHERIDGE 1892.
- ETTINGSHAUSEN, C. VON. 1852. Beitrag zur näheren Kenntnis der Flora der Wealdenperiode. Abh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt, Wien. Bd. 1. Abth. 3.
- FAVRE, F. 1908. Die Ammoniten der unteren Kreide Patagoniens. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beilage-Band 25.
- FEISTMANTEL, O. 1876. Jurassic (Oolitic) Flora of Kach. Palæontologia Indica. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 2. Pt. 1.
- 1877. Palæontologische Beiträge. 1. Ueber die Indischen Cycadeengattungen Ptilophyllum Morr. und Dictyozamites Oldh. — 2. Ueber die Gattung Williamsonia Carr. in Indien. Palæontographica. Suppl. 3.
- 1877 a. Jurassic (Liassic) Flora of the Rajmahal Group in the Rajmahal Hills. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 1. Pt. 2.
- 1877 b. Jurassic (Liassic) Flora of the Rajmahal Group from Golapili, near Ellore, South Godavari. Ibidem. Vol. 1. Pt. 3.
- 1877 c. Flora of the Jabalpur Group in the Son-Narbada region. Ibidem. Vol. 2. Pt. 2.
- 1878. Palæontologische Beiträge. 3. Palæozoische und mesozoische Flora des östlichen Australiens. Palæontographica. Suppl. 3.
- 1879. Upper Gondwana Flora of the outliers on the Madras Coast. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 1. Pt. 4.
- 1880 a. Preface to the Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 1.
- 1880 b. Preface to the Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 2.
- 1890. Geological and palæontological relations of the coal- and plantbearing beds of Palæozoic and Mesozoic age in Eastern Australia and Tasmania. Mem. Geol. Surv. N. S. Wales. Pal. No. 3.
- FONTAINE, W. M. 1889. The Potomac or Younger Mesozoic Flora. U. S. Geol. Surv. Monographs. Vol. 15.
- 1900 and 1905. In: WARD 1900 and 1905, resp.
- FORBES, E. 1846. In: DARWIN 1846.
- GEINITZ, H. B. 1876. Ueber rhætische Pflanzen- und Thierreste in den Argentinischen Provinzen La Rioja, San Juan und Mendoza. Palæontographica. Suppl. 3.
- GOEPPERT, H. R. 1841—1846. Die Gattungen der fossilen Pflanzen.
- HALLE, T. G. 1909. Geological report in: »Ymer», Stockholm. Bd. 29. P. 380.

- HALLE, T. G. 1911. On the fructifications of Jurassic fern-leaves of the *Cladophlebis denticulata*-type. K. Svenska Vet. Akad. Arkiv f. Botanik. Bd. 10. No. 15.
- 1912. On the occurrence of *Dictyozamites* in South America. *Palaeob. Zeitschr.* Bd. 1. H. 1.
- 1913. The Mesozoic Flora of Graham Land. *Wissensch. Ergebnisse d. Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1903.* Bd. 3. Lief. 14.
- HATCHER, J. B. 1897. On the Geology of Southern Patagonia. *Amer. Journ. of Science.* 4 ser. Vol. 4.
- 1900. Sedimentary Rocks of Southern Patagonia. *Ibidem.* 4. ser. Vol. 9.
- HAUTHAL, R. 1903. Mitteilungen über den gegenwärtigen Standpunkt der geologischen Erforschung Argentiniens. C. R. Congrès Geol. Int. Vienne.
- , WILCKENS & PAULCKE. 1907. Die obere Kreide Südpatagoniens und ihre Fauna. *Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.* Bd. 15. 1905.
- HEER, O. 1874. Die Kreideflora der arktischen Zone. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 12. No. 6. — *Flora fossilis arctica.* Vol. 3.
- 1876. Beiträge zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes. *Mém. Acad. Sci. S:t Pétersbourg.* Vol. 22. — *Fl. foss. arct.* Vol. 4.
- 1878. Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes. *Mém. Acad. Sci. S:t Pétersbourg.* Vol. 25. — *Fl. foss. arct.* Vol. 5.
- 1880 a. Nachträge zur Jura-Flora Sibiriens. *Mém. Acad. Sci. S:t Pétersbourg.* Vol. 27. — *Fl. foss. arct.* Vol. 6: 1.
- 1880 b. Nachträge zur fossilen Flora Grönlands. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 18. No. 2. — *Fl. foss. arct.* Vol. 6: 1.
- 1881. Contributions à la flore fossile du Portugal. *Sect. des travaux géol. du Portugal.*
- 1882. *Flora fossilis grönlandica.* Erster Theil. — *Fl. foss. arct.* Vol. 6: 2.
- 1883. *Flora fossilis grönlandica.* Zweiter Theil. — *Fl. foss. arct.* Vol. 7.
- JACK, R. L., & ETHERIDGE, R., JUN. 1892. The Geology and Palæontology of Queensland and New Guinea. 2 Vols. Brisbane.
- KNOWLTON, F. H. 1910. The Jurassic age of the »Jurassic Flora of Oregon«. *Amer. Journ. of Science.* Vol. 30.
- KURZ, F. 1899. Sobre la existencia de una Dakota-Flora en la Patagonia austro-occidental. *Revista del Museo de la Plata.* Tomo 10.
- 1901. Sur l'existence d'une flore rajmahalienne dans le Gouvernement du Neuquen. *Ibidem.* Tomo 10.
- LECKENBY, J. 1864. On the sandstones and shales of the Oolites of Scarborough, with descriptions of some new species of fossil plants. *Quart. Journ. Geol. Soc.* Vol. 20.
- LINDLEY, J., & HUTTON, W. 1831—1837. The Fossil Flora of Great Britain. 3 vols.
- M'COY, FR. On the fossil Botany and Zoology of the rocks associated with the coal of Australia. *Ann. and Mag. Nat. Hist.* Vol. 20.
- 1874—1882. *Prodromus of the Palæontology of Victoria.* *Geol. Surv. Victoria.*
- MEDLICOTT, H. B., & BLANFORD, W. T. 1879. A Manual of the Geology of India.
- MORRIS, J. 1837. In: GRANT, C. W., *Memoir to illustrate a geological map of Cutch.* *Trans. Geol. Soc.* Ser. 2. Vol. 5.
- 1845. Fossil Flora in: STRZELECKI, *Physical description of New South Wales and Van Diemens Land.*
- 1863. See OLDHAM & MORRIS.
- NATHORST, A. G. 1889. Sur la présence du genre *Dictyozamites* Oldham dans les couches jurassiques de Bornholm. *Overs. K. Dansk. Vidensk. Selsk. Forh.*
- 1890. Beiträge zur mesozoischen Flora Japans. *Denkschr. K. Akad. Wiss. Wien. Mat. Nat. Cl.* Vol. 57.
- 1897. Zur mesozoischen Flora Spitzbergens. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 30. No. 1.
- 1908. Über *Nathorstia* Heer. *Paläob. Mitt.* 5. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 43. No. 6.
- 1911. Über die Gattung *Cycadocarpidium* Nathorst nebst einigen Bemerkungen über *Podozamites*. *Paläob. Mitt.* 10. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 46. No. 8.
- NEUMANN, R. 1907. Beiträge zur Kenntnis der Kreideformation von Mittel-Peru. *Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.* Beilage-Band. 24.
- OLDHAM, T., & MORRIS, J. 1863. Fossil Flora of the Rajmahal Series in the Rajmahal Hills. *Palæontologia Indica.* Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 1. Pt. 1.
- PHILLIPS, J. 1829. *Illustrations of the Geology of Yorkshire.* York.
- 1875. *Idem.* Pt. 1. *The Yorkshire Coast.* 3rd edition. London.
- POMEL, A. 1849. *Matériaux pour servir à la flore fossile des terrains jurassiques de la France.* Aachen.
- QUENSEL, P. D. 1901. *Geologisch-petrographische Studien in der Patagonischen Cordillera.* *Bull. Geol. Inst. Upsala.* Vol. 11.
- RACIBORSKI, M. 1894. *Flora Kopalna.*
- RENAULT, B. 1883. *Cours de botanique fossile.* 3<sup>ème</sup> année.
- ROTH, S. 1901. La découverte du gisement de la Piedra Pintada. In: *Le Lias de la Piedra Pintada.* *Revista Museo de la Plata.* Tomo 10.

- ROTH, S. 1908. Beitrag zur Gliederung der Sedimentablagerungen in Patagonien und der Pampasregion. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beilage-Band 26.
- SALFELD, H. 1908. Ein neues fossiles Farnkraut aus dem Solnhofer lithographischen Schiefer. Centralbl. f. Min. Bd. 9.
- 1909. Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland. Palaeontographica. Bd. 56.
- 1910. Versteinerungen aus dem Devon von Bolivien, dem Jura und der Kreide von Peru. Wissensch. Veröffentl. d. Ges. f. Erdk. Leipzig. Bd. 7.
- SAPORTA, G. DE. 1873. Plantes jurassiques. Pal. Franç. 2<sup>e</sup> série. Végétaux. Tome 1.
- 1875. Idem. Tome 2.
- 1884. Idem. Tome 3.
- 1891. Idem. Tome 4.
- 1894. Flore fossile du Portugal. Direction des travaux géol. du Portugal.
- SCHENK, A. 1867. Die fossile Flora der Grenzsichten des Keupers und Lias Frankens.
- 1869. Die fossilen Pflanzen der Wernstorfer Schichten in den Nordkarpathen. Palaeontographica. Bd. 19. Lief. 1.
- 1871. Die fossile Flora der norddeutschen Wealdenformation. Ibidem. Bd. 19. Lief. 5—7.
- 1875. Zur Flora der Nordwestdeutschen Wealdenformation. Ibidem. Bd. 23.
- & SCHIMPER, W. P. 1890. Palaeophytologie.
- SCHIMPER, W. P. 1869. Traité de paléontologie végétale. Tome 1.
- 1870—1872. Idem. Tome 2.
- 1874. Idem. Tome 3.
- SEWARD, A. C. 1894. The Wealden Flora. Part 1. Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History).
- 1895. Idem. Part 2. Ibidem.
- 1900. The Jurassic Flora. Part 1. The Yorkshire Coast. Ibidem.
- 1900 a. La flore wealdienne de Bernissart. Mém. Musée Royal d'Hist. Nat. Belgique. Tome 1.
- 1903. Fossil Floras of Cape Colony. Annals South African Museum. Vol. 4. Pt. 1.
- 1903 a. On the occurrence of Dictyozamites in England, with remarks on European and Eastern Mesozoic floras. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 59.
- 1904. The Jurassic Flora. Part 2. Liassic and Oolitic floras. Catalogue of the Mesozoic plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History).
- 1904 a. On a collection of fossil plants from Victoria. Rec. Geol. Surv. Victoria. Vol. 1. Pt. 3.
- 1911. The Jurassic Flora of Sutherland. Trans. Roy. Soc. Edinburgh. Vol. 47. Pt. 4.
- 1911 a. A new genus of fossil plants from the Stormberg Series of Cape Colony. Geol. Mag. Dec. 5. Vol. 8.
- SHIRLEY, J. 1898. Addition to the fossil flora of Queensland. Geol. Surv. Queensland. Bull. No. 7.
- SOLMS-LAUBACH, H., GRAF ZU. 1899. Beschreibung der Pflanzenreste von La Ternera. Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. Beilage-Band 12.
- STANTON, T. W. 1901. The marine Cretaceous invertebrates. Rep. Princeton Univ. Expeditions to Patagonia 1896—1899. 4. Palaeontology.
- STEINMANN, G. 1908. Das Alter der Schieferformation im Feuerlande. Centralbl. f. Min. Bd. 9.
- STERNBERG, C. VON. 1820—1838. Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. 2 vols.
- STIRLING, J. 1892 and 1900. Notes on the fossil flora of South Gippsland. Reports on the Victorian Coal-fields.
- STOKES & WEBB. 1824. Descriptions of some fossil Vegetables of the Tilgate Forest in Sussex. Trans. Geol. Soc. Ser. 2. Vol. 1.
- STOLLEY, E. 1912. Über einige Cephalopoden aus der unteren Kreide Patagoniens. K. Svenska Vet. Akad. Arkiv. f. Zoologi. Bd. 7. No. 23.
- SZAJNOCHA, L. 1888. Ueber fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der Argentinischen Republik. Sitzb. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 97.
- TENISON-WOODS, J. E. 1883. On the fossil flora of the coal-deposits of Australia. Proc. Linn. Soc. New South Wales. Vol. 8. Pt. 1.
- UNGER, FR. 1849. Botanische Beobachtungen. 7. Einige interessante Pflanzenabdrücke aus der königl. Petrefactensammlung in München. Bot. Zeit. Bd. 9.
- 1852. Ueber einige fossile Pflanzen aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen. Palaeontographica. Bd. 2.
- 1865. Fossile Pflanzenreste aus Neu-Seeland. Reise der österreichischen Fregatte Novara. Th. 4. Bd. 1. No. 2.
- VELENOVSKÝ, J. 1888. Die Farne der böhmischen Kreideformation. Abh. d. K. Böhm. Ges. d. Wiss. 7 Folge. Bd. 2.
- WARD, L. F. 1900. Status of the Mesozoic floras of the United States. First Paper. U. S. Geol. Surv.
- 1905. Idem. Second paper. Ibidem. Monographs. Vol. 48.

- WILCKENS, O. 1905. Die Meeresablagerungen der Kreide- und Tertiärformation in Patagonien. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beilage-Band 21.
- 1907. See HAUTHAL, WILCKENS & PAULCKE.
- YABE, H. 1905. Mesozoic plants from Korea. Journ. of the College of Science Tokyo. Vol. 20. No. 8.
- YOKOYAMA, M. 1886. On the Jurassic plants of Kaga, Hida and Echizen. Bull. Geol. Soc. Japan. B. Vol. 1.
- 1889. Jurassic plants from Kaga, Hida, and Echizen. Journ. of the College of Science Tokyo. Vol. 3.
- 1894. Mesozoic plants from Kozuke, Kii, Awa and Tosa. Ibidem. Vol. 7. Pt. 3.
- 1906. Mesozoic plants from China. Ibidem. Vol. 21. No. 9.
- ZEILLER, R. 1875. Note sur les plantes fossiles de la Ternera (Chili). Bull. Soc. Géol. de France. 3<sup>e</sup> série. Tome 3.
- 1900. Sur quelques plantes fossiles de la Chine méridionale. C. R. Acad. Sci. Paris.
- 1903. Flore fossile des gites de charbon de Tonkin.
- 1910. Sur quelques plantes wealdiennes du Pérou. C. R. Acad. Sci. Paris.

## Explanation of Plates.

(All the figures are in natural size if not otherwise stated.)

### Plate 1.

#### *Nathorstia alata* n. sp.

- Fig. 1. Impression of the upper side of a frond, with the carbonized remains of the vegetable tissue partly preserved and showing synangia.  
 » 2—3. Portions of sterile pinnae showing the anastomosing venation,  $\frac{10}{1}$ .  
 » 4—6. Portions of fertile pinnae with synangia,  $\frac{7}{1}$ .  
 » 7. Two of the synangia in fig. 6,  $\frac{12}{1}$ .  
 » 8—9. Spores,  $\frac{500}{1}$ .

#### *Cladophlebis australis* (MORR.) SEW.

- Fig. 10, 11. Pinnae.  
 » 12, 13. Pinnules of the specimen in fig. 11, nearly  $\frac{3}{1}$ .

#### *Gleichenites San-Martini* n. sp.

- Fig. 14. Fragments of several pinnae: to the right, some still attached to a rachis.  
 » 15. Portion of one of the pinnae in fig. 14, showing impressions of sori,  $\frac{5}{1}$ .

#### *Gleichenites* cf. *micromerus* (HR.).

- Fig. 16. The upper part of a frond or pinna of the first order.  
 » 17, 18. Portions of the specimen in fig. 16,  $\frac{6}{1}$ .

#### *Sphenopteris* (*Onychopsis*?) *psilotoides* (STOKES & WEBB) WARD?

- Fig. 19. The uppermost portion of a frond or pinna of the first order.

### Plate 2.

#### *Sphenopteris patagonica* n. sp.

- Fig. 1, 2. Two pieces of the plant-bearing rock covered with portions of branching rachises and segments.  
 » 3. Portion of a frond showing the pinnate dissection of the ultimate segments.

**Sphenopteris (Ruffordia?) Goepperti DUNK.**

- Fig. 4—7. Fragments of pinnae.  
 » 8. ? Fragment of a frond with broader segments; perhaps belonging to another species.

**Sphenopteris (Onychiopsis?) psilotoides (STOKES & WEBB) WARD.**

- Fig. 9, 10. Portions of sterile fronds.

**Arthrotaxites Ungerii n. sp.**

- Fig. 11—14. Sterile branches.  
 » 15—17. Enlarged portions of same,  $\frac{5}{1}$ . Figs. 15 and 16 from fig. 14; fig. 17 from another specimen not shown in natural size.

**Plate 3.****Ptilophyllum acutifolium MORR.**

- Fig. 1. Impression of the lower side of a frond. The remaining vegetable substance showing the actual upper surface and the attachment of the pinnae.  
 » 2. Counterpart of fig. 1; impression of the upper side.  
 » 3—5. Impressions of the lower side of fragments of different fronds.  
 » 6. Impression of the upper side of a frond.  
 » 7. Enlarged portion of fig. 6, showing the attachment of the pinnæ; about  $\frac{2}{1}$ .  
 » 8. Impression of the upper side.  
 » 9. Counterpart of the specimen in fig. 8.  
 » 10. Impression of the lower side of the basal part of a frond.  
 11, 12. Impressions of the lower side but showing also the actual upper surface.

**Arthrotaxites Ungerii n. sp.**

- Fig. 13, 14. Cones.  
 » 15. Three cone-scales in side-view, from the specimen in fig. 14,  $\frac{6}{1}$ .  
 » 16—18. Cone-scales in surface-view. Fig. 16 from the cone in pl. 5, fig. 11; fig. 17 from pl. 5, fig. 12; fig. 18 from pl. 5, fig. 13;  $\frac{6}{1}$ .  
 » 19, 20. Branches probably bearing male strobili.  
 » 21. (?) Male strobilus, probably belonging to this species,  $\frac{6}{1}$ .

**Plate 4.****Cladophlebis cf. Browniana (DUNK.) SEW.**

- Fig. 1. Fragment of frond.  
 2. Magnification of fig. 1,  $\frac{3}{1}$ .  
 3. Fragment of frond.  
 » 4—5. Single pinnules of the same,  $\frac{3}{1}$ .  
 » 6. (?) Portion of a pinna.  
 » 7. (?) Single pinnule of the same,  $\frac{3}{1}$ .

**Sphenopteris cf. naktongensis YABE.**

- Fig. 8. Portions of two pinnae.  
 » 9. Fragment of a frond.

**Sphenopteris (Ruffordia?) Goepperti DUNK.**

- Fig. 10. Fragment of a frond.

**Asplenites lanceolatus n. sp.**

- Fig. 11. Portions of detached pinnae.  
 » 12. Portion of one of the pinnae in fig. 11,  $\frac{3}{1}$ .  
 » 13. Single pinna with petiole.  
 » 14. The basal part of the same,  $\frac{3}{1}$ .  
 » 15. Single pinna.  
 » 16. Portion of the same,  $\frac{2}{1}$ .  
 » 17. Single pinna with petiole.  
 » 18. The basal part of the same,  $\frac{3}{1}$ .  
 » 19. Fragment of pinna.  
 » 20. The basal part of the same,  $\frac{3}{1}$ .  
 » 21. The basal part of a pinna,  $\frac{3}{1}$ .

**Arthrotaxites Ungeri n. sp.**

- Fig. 22. Branching specimen.

**Baiera cf. australis M'Coy.**

- Fig. 23—30. Leaves showing different degrees of dissection. The venation best shown in figs. 28 and. 30.

**Plate 5.****Baiera cf. australis M'Coy.**

- Fig. 1—4. Leaves illustrating the variation of the basal angle.  
 » 5, 6. (?) Leaves which may belong to other species of *Baiera* or *Ginkgo*.

**Elatocladus sp.**

- Fig. 7. Branch with pseudo-distichous arrangement of the leaves.  
 » 8, 9. Leaves of the same specimen,  $\frac{3}{1}$ .

**Arthrotaxites Ungeri n. sp.**

- Fig. 10—13. Cones; the one in fig. 10 attached to a branch.

**Marchantites? sp.**

- Fig. 14—16. Fragments of thalli?

**Podozamites? sp.**

- Fig. 17—19. Fragmentary leaves or pinnae.

**Sphenopteris (Onychiopsis?) psilotoides (STOKES & WEBB) WARD?**

- Fig. 20. Fragment of rachis.

**Fragments of dicotyledonous leaves?**

- Fig. 21. Fragment of a leaf(?) with serrate edges.  
 22. Magnification of fig. 21,  $\frac{2}{1}$ .  
 » 23. Fragment of a leaf(?) with entire edges.

**Problematicum.**

- Fig. 24—25. Impression of unknown plant-remains; fig. 25, magnification of fig. 24,  $\frac{2}{1}$ .

Figs. 26—35. Plant-remains from Bahia Tekenika, Tierra del Fuego.

**Sphenopteris** sp. [cf. *Sphenopteris* (*Coniopteris*?) *hymenophylloides* BRGN.].

Fig. 26. Fragment of frond with badly preserved remains of pinnae.

**Sphenopteris?** sp.

Fig. 27. Fragment of pinna?

> 28. Magnification of fig. 27,  $\frac{4}{1}$ .

**Dictyozamites** sp. [cf. *Dictyozamites falcatus* (MORR.) OLDH.].

Fig. 29. Fragmentary pinna.

> 30. Enlarged portion of the same showing reticulate venation,  $\frac{3}{1}$ .

> 31. Fragmentary pinna.

> 32. Enlarged portion of the same showing reticulate venation,  $\frac{3}{1}$ .

33. Fragment of frond with somewhat auriculate pinnae, probably belonging to this species.

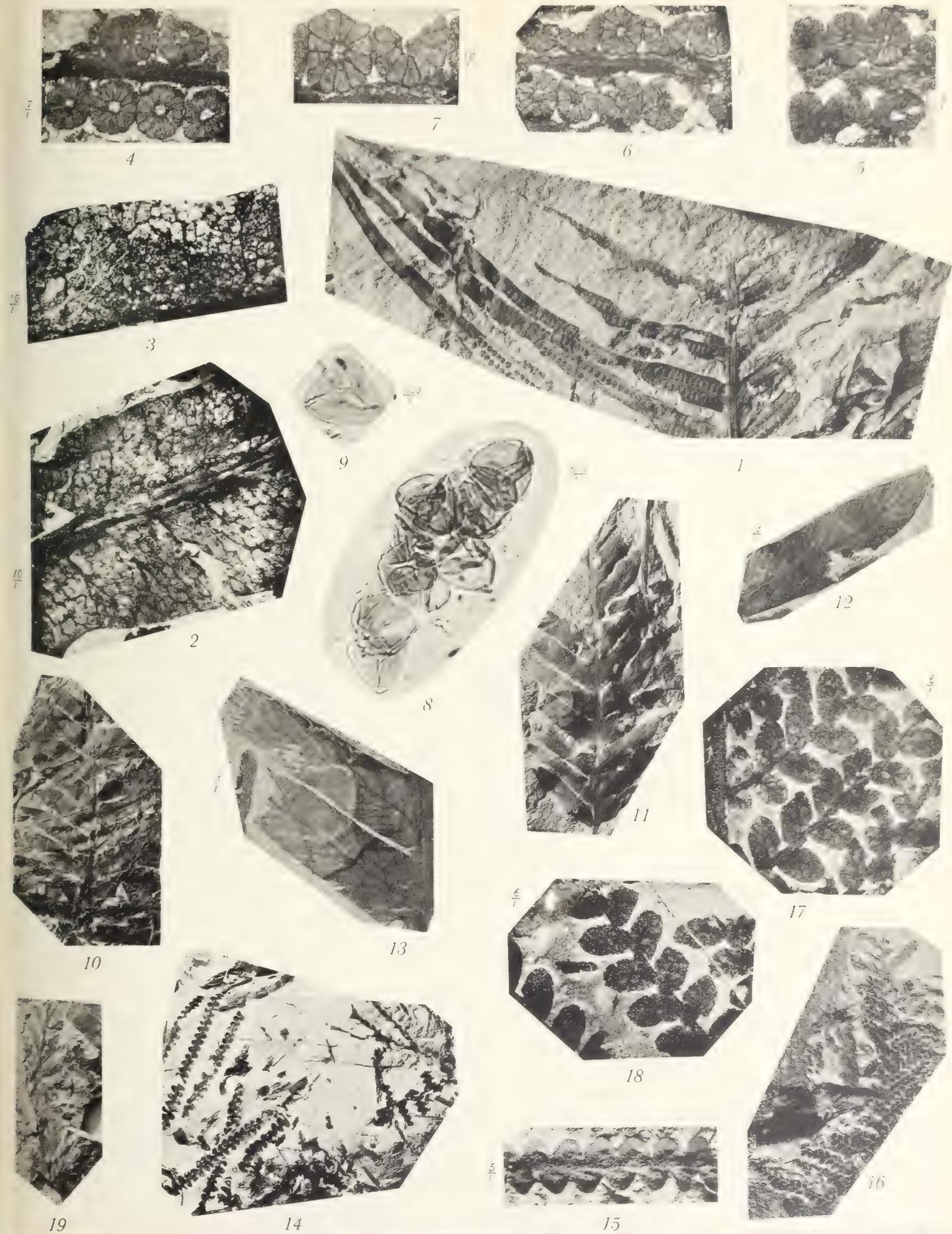
**Coniferous fragment.**

Fig. 34. Fragment of leaf-bearing branch.

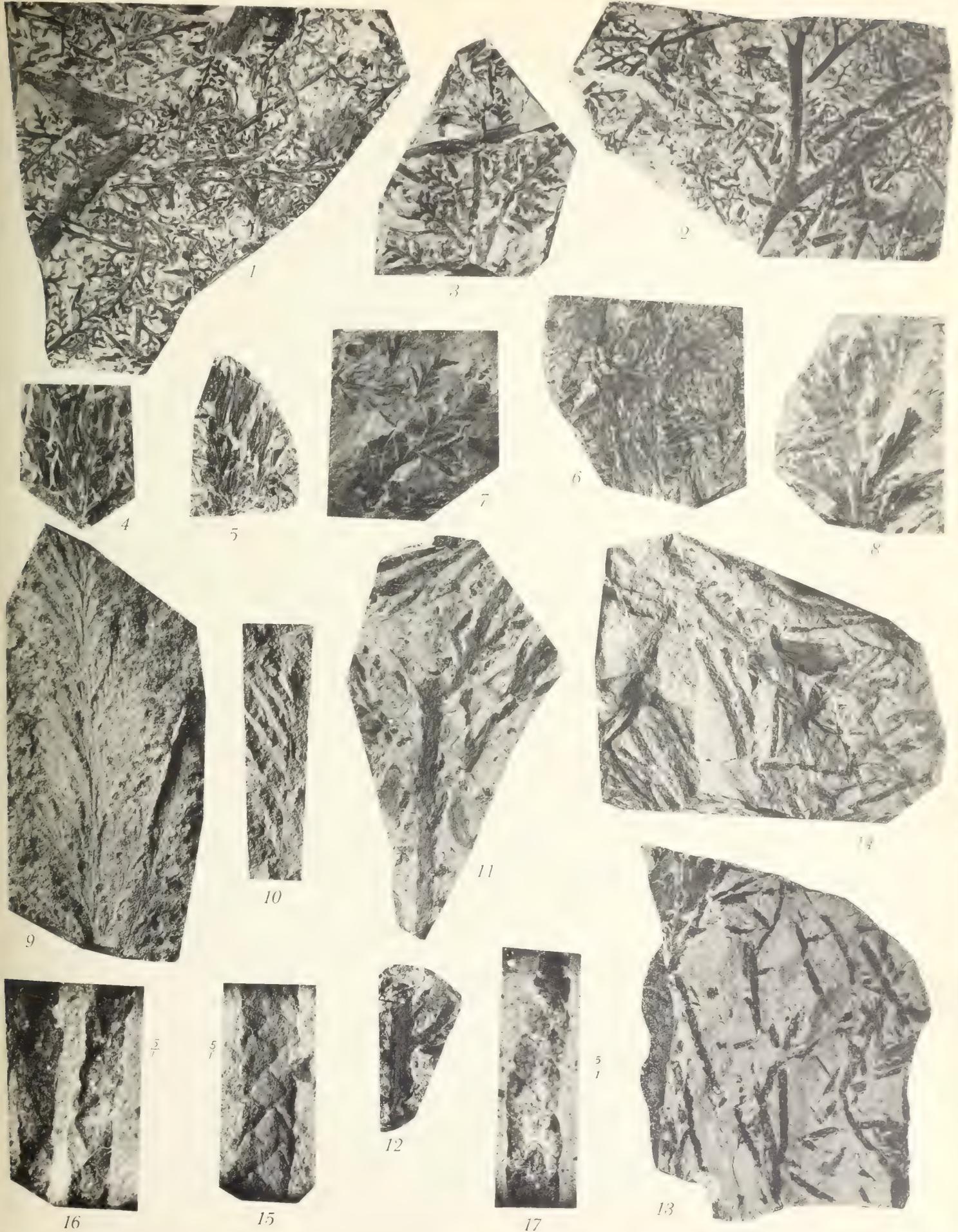
> 35. Magnification of fig. 34,  $\frac{4}{1}$ .

All the specimens figured are in the Palaeobotanical Department of the State Museum of Natural History at Stockholm.

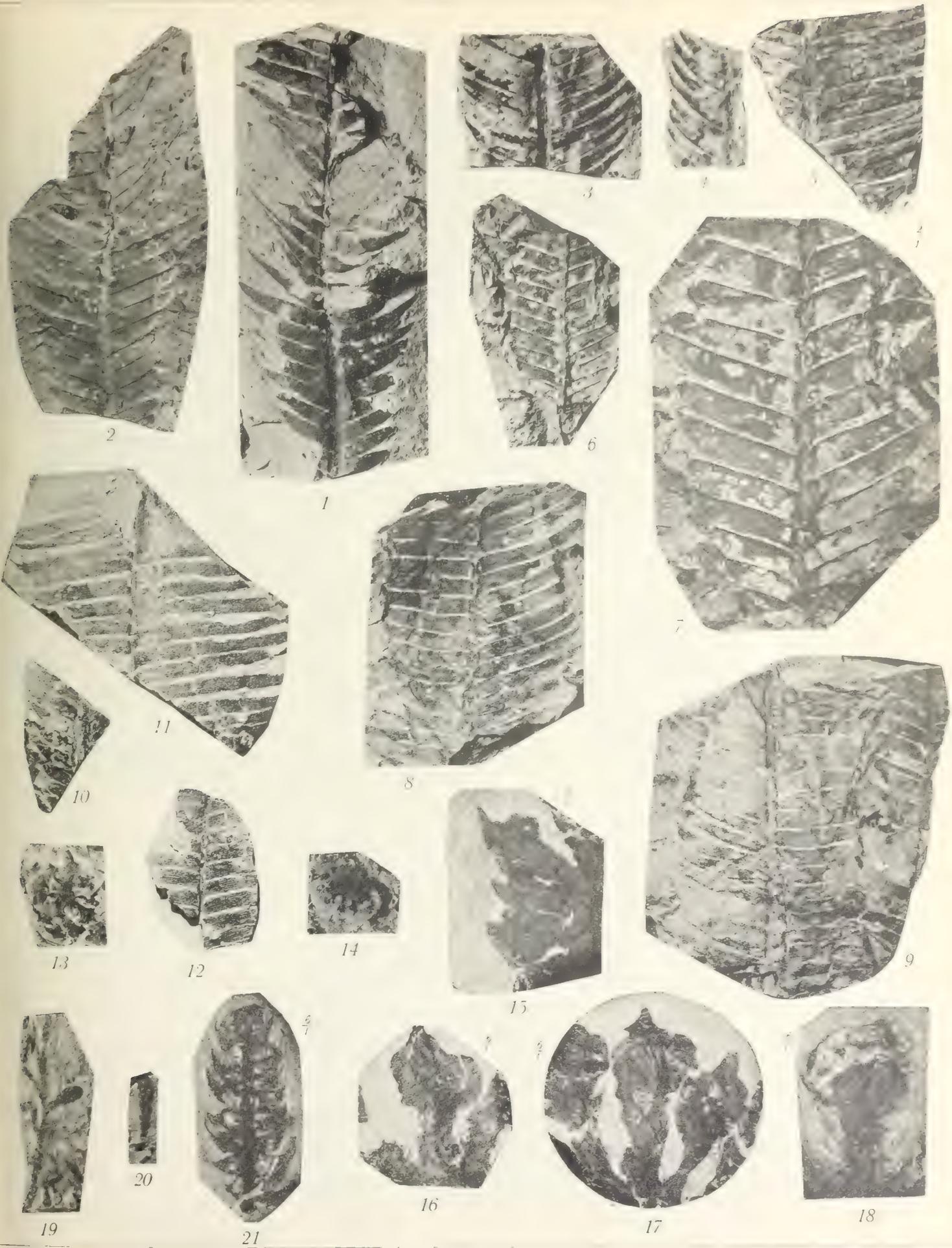
Tryckt den 25 augusti 1913.







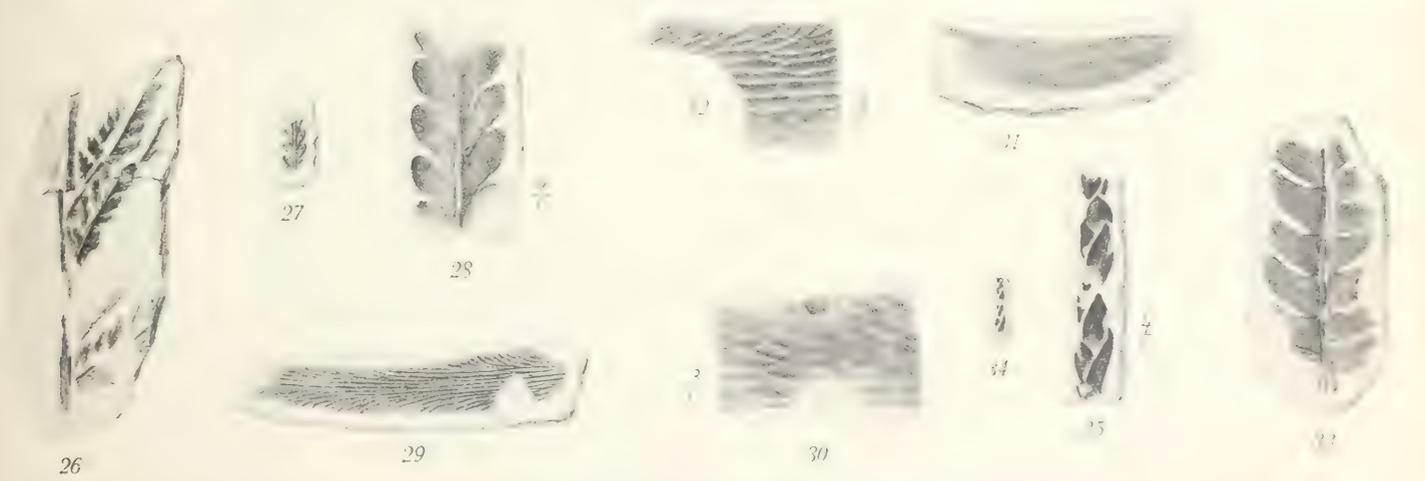














KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. No 4.

MORPHOLOGISCHE UND EMBRYOLOGISCHE STUDIEN

ÜBER

# DIE MYZODENDRACEEN

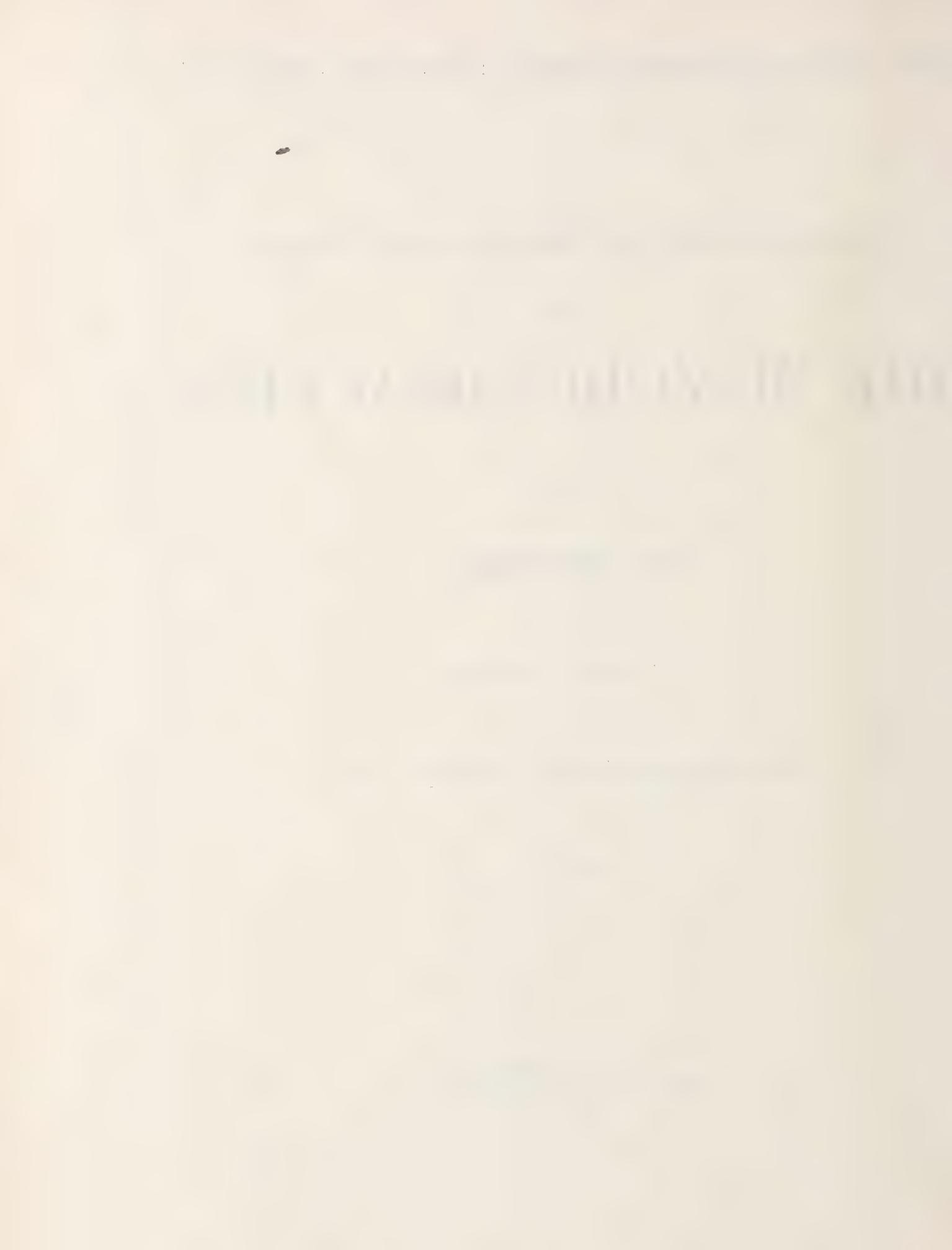
VON

**CARL SKOTTSBERG**

MIT 1 TAFEL UND 15 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 14. MAI 1913 DURCH A. G. NATHORST UND O. JUEL

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1913



Von den vielen fremdartigen Erscheinungen in der Pflanzenwelt, die einem europäischen Botaniker in Patagonien oder dem Feuerlande begegnen, gehören die parasitischen *Myzodendron*-Arten zu den interessantesten. Es ist gewiss kein Zufall, dass der berühmte Verfasser der Flora Antarctica keine zweite Pflanzengattung so gründlich behandelt wie diese. Für unsere Auffassung ist auch seine Darstellung als grundlegend zu betrachten; man muss aber bedenken, dass seit dem Erscheinen von HOOKER'S Monographie fast 70 Jahre verflossen sind, und ferner, dass zu seiner Zeit nur die Hälfte der jetzt bekannten Arten beschrieben waren. Zwar ist *Myzodendron* auch später mehrmals der Gegenstand der Aufmerksamkeit verschiedener Autoren gewesen, leider können aber ihre Darstellungen — mit Ausnahme der Bearbeitung von HIERONYMUS in den Natürl. Pflanzenfam. — kaum als völlig gelungen betrachtet werden; die Arbeit von VAN TIEGHEM (16) ist teilweise als ein Schritt nach rückwärts zu bezeichnen.

Während meinen Reisen in dem subantarktischen Südamerika habe ich die meisten Arten selbst gesammelt; Stücke der Pflanzen wurden auch in Spiritus oder Formalin aufbewahrt, und ausserdem befindet sich in dem Botanischen Museum zu Upsala ein vorzügliches, von Dr. P. DUSÉN zusammengebrachtes Spiritusmaterial. Bei der Bestimmung meiner Sammlung eröffnete sich bald ein verlockendes Arbeitsfeld, und ich beschloss, eine soweit möglich monographische Bearbeitung vorzunehmen. Dies war aber nur dann denkbar, wenn die Sammlungen verschiedener Museen mir zur Verfügung gestellt wurden, was auch mit grosser Liebenswürdigkeit geschah. Den Präfekten von folgenden Museen bin ich somit zum grössten Dank verpflichtet: Berlin, Kopenhagen, Kew, Lund, München, Paris, Stockholm, Upsala und Wien. Unten werden die Ergebnisse auf dem Gebiet der äusseren Morphologie (Sprossaufbau, Beblätterung, Blütenstand und Blüte) und der Embryologie veröffentlicht. In diesem Zusammenhange ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem Freunde Dr. G. SAMUELSSON, der mir in verschiedenen Richtungen behülflich war, meinen aufrichtigen Dank zu sagen.

### Organisation des vegetativen Systems.

Soweit bekannt ist, verläuft die Keimung bei den verschiedenen Arten nach einem und demselben Schema. Selbst habe ich bei Ushuaia im Frühjahr 1902 (Anf. Oktober) die Keimung bei *M. brachystachium* und *punctulatum* beobachtet, wobei

auch Material für eine genauere Untersuchung gesammelt wurde. Da aber dieses mit der »Antarctic« zu Grunde ging, würde meine Beschreibung nur durch HOOKER schon bekannte Tatsachen wiederholen. Die Verbreitung der Früchte findet, soweit ich diese Frage beurteilen kann, bei allen Arten mit Ausnahme von *M. Gayanum* im Spätherbst und Winter statt. Durch die Federborsten werden die Früchte oft in sehr zweckmässiger Stellung befestigt, die Spitze gegen das Substrat gerichtet. Selbstverständlich ist es nur ein geringer Prozentsatz, der gerade an solchen Stellen gelangt — junge Buchenzweige, deren Rinde noch dünn und glatt ist — dass das Haustorium einzudringen vermag. Häufig findet man an den Waldbäumen beim Suchen *Myzodendron*-Früchte, die zwar ausgekeimt haben, jedoch durch ihre Lage oder durch die Beschaffenheit des Substrats in ihrer weiteren Entwicklung gehemmt wurden.

Nach HOOKER (5, S. 303) keimen die Früchte wahrscheinlich unmittelbar nachdem sie sich an der Wirtspflanze angesiedelt haben. Dies kann wohl nur von denjenigen gelten, die erst im Spätwinter oder Frühjahr die Mutterpflanze verlassen; es geschieht dies aber meistens viel früher, keimende Früchte sah ich aber erst im Frühling. HOOKER vermutet, dass die Keimung schon an der Mutterpflanze stattfinden kann; wir hätten somit einen Fall von »Viviparie« vor uns.

Im grossen und ganzen sind alle *Myzodendron*-Arten nach einem und demselben Plan aufgebaut: die Spitze des relativen Hauptsprosses stirbt im Herbst ab; er trägt Infloreszenzen und beblätterte Innovationen als gleichwertige Seitenzweige; die ersteren fallen ab, die vegetativen Zweige verlieren ihre Blätter und entwickeln mit der nächsten Vegetationsperiode aus ihren Knospen neue Blütenstände und Innovationen. Die Details sind aber bei den einzelnen Arten etwas verschieden, und somit möchte ich die folgenden Typen<sup>1</sup> unterscheiden.

Schon J. D. HOOKER hat den Sprossbau richtig aufgefasst, und bemerkt dabei, dass die Stellung der Innovationen bei den verschiedenen Gruppen wechselt, was er auch durch Abbildungen erläutert hat. Wir werden hier diese Fragen etwas eingehender erörtern.

### 1. *Eumyzodendron*-Typus.

Zu diesem Typus fasse ich mit HOOKER sämtliche Arten mit unbewarzten Zweigen, lebhaft grünen Blättern der Innovationen und Infloreszenzen (wenigstens der weiblichen) und mit ♂-Blüten mit 3 Staubblättern zusammen. Es gehören also hierher *M. brachystachium* DC. und *oblongifolium* DC. (Gatt. Archiphyllum v. TIEGH.), *M. linearifolium* DC. (Gatt. Angelopogon v. TIEGH.) und *M. quadriflorum* DC. (Gatt. Telophyllum v. TIEGH.). Er entspricht also der Untergattung *Eumyzodendron* in HOOKER's Sinne.

Betrachten wir zuerst *M. brachystachium*, mit dem in dieser Hinsicht *M. oblongifolium* ganz identisch ist.<sup>1</sup> Im ersten Sommer entwickelt sich das Epikotyl

<sup>1</sup> Übrigens sind diese beiden möglicherweise nur Formen einer Art (vgl. 3).

in einen kurzen beblätterten Spross, der vor dem Winter mit sekundärem Schutzgewebe bedeckt wird. Die Blattstellung ist bei allen Arten  $\frac{2}{5}$ . Von den Achselknospen sieht man auch nach dem Abfallen der Blätter nur eine Andeutung in der Form von glatten Höckern; die Knospen sitzen bekanntlich in tiefen, von der Rinde bedeckten Gruben eingesenkt. Die Spitze des Sprosses ist abgestorben; sie

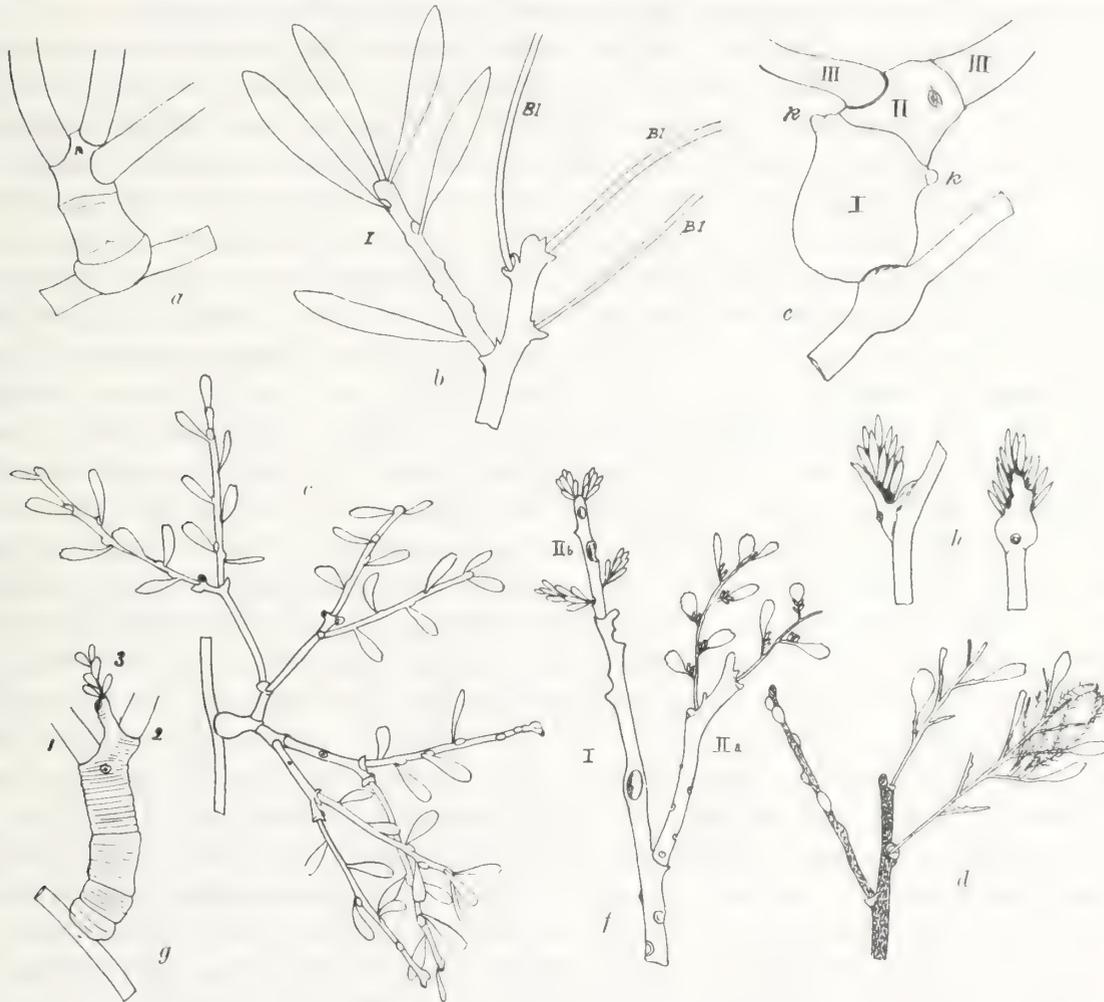


Fig. 1. *a* Basalteil von *M. brachystachium*; *b* Zweigende derselben Art mit 1 Innovation (I) und 3 Blütenständen (Bl); *c*—*g* *M. quadriflorum*: *c* 4-jährige Sprosskette kurz vor dem herbstlichen Laubfall; *d* Zweigende mit 1 Innovation und 2 ♀-Blütenständen ( $\frac{2}{5}$  1896); *e* Basalteil (die drei ersten Generationen, I—III) einer alten Pflanze mit ruhenden Knospen (K); *f* Zweig (I) mit zwei Seitenzweigen (II), von welchen *a* ein Jahr später als *b* (hier Narben der abgefallenen Blütenstände vorhanden!) geblüht hat; die Innovationen von *b* haben ein Jahr geruht; *g* Entwicklung einer ruhenden Knospe (3); *h* *M. linearifolium*, Austreiben der Knospen im Frühjahr. *e*  $\times 2$ , die übrigen  $\times \frac{2}{3}$ .

scheint sich bei keiner Art weiter zu entwickeln. Von den Seitenknospen entwickeln sich nur die oberen, meistens nur 2 bis 3; sie brechen im Frühjahr hervor und verhalten sich, soweit ich gesehen habe, wie der Mutterspross, d. h. sie sind rein vegetativ. Wenn nur eine Innovation entwickelt wird, stellt sich diese genau in die Verlängerung des Hauptsprosses ein; ein Sympodium kommt zu Stande, das auch

von 2 bis 3, vielleicht noch mehr, Jahrestrieben gebildet werden kann. An älteren Stöcken ist dieses Verhältnis nur mit Hilfe der zur Seite geschobenen, toten Sprossspitzen festzustellen und auch dies gelingt nicht immer. In diesem Zusammenhang mag darauf hingewiesen werden, dass öfters nicht nur die Stammspitze selbst ihre Tätigkeit eingebüsst hat, sondern dass auch die obersten Blattachsen keine Knospen tragen, was bei dem *Eumyzodendron*-Typus wohl nicht selten vorkommt.

Der Hauptspross ist  $\pm$  zwiebelartig angeschwollen (Fig. 1 a, e) und erreicht eine Länge von zwei bis mehreren Cm; bei alten Exemplaren habe ich einen Durchmesser von bis 2 Cm beobachtet. HOOKER bildet (Taf. CVI, Fig. 12) einen von mehreren Cm. Dicke ab. Wenn zwei oder mehrere Innovationen zu Zweigen auswachsen, stellt sich eine öfters in die Richtung des Muttersprosses ein, oder es entsteht eine falsche di- oder trichotomische Verzweigung u. s. w., wie Fig. 1 a zeigt.

Das Verstärkungsstadium dürfte in der Regel mindestens drei Jahre dauern, jedoch habe ich einmal sicher beobachtet, dass eine zweijährige Pflanze schon einen Blütenstand trug. Leider besteht das vorhandene Material grossenteils aus abgebrochenen Stücken, was seinen Grund darin hat, dass diese Pflanzen, besonders *M. brachystachium* und *oblongifolium*, sehr zerbrechlich sind. Die mehrere Cm. langen Jahrestriebe verlieren ihre Blätter im März oder April; in jeder Achsel mit Ausnahme der untersten, unter Umständen auch der obersten, sitzt ein Höcker, der eine Knospe verbirgt. Im nächsten Frühjahr brechen diese Knospen hervor, und dabei wachsen die meisten zu Blütenständen ( $\delta$  und  $\text{♀}$  an verschiedenen Individuen) aus, während dem nur ein oder zwei unterhalb der Blütenstände sitzende vegetativ sind. Es ist hierbei zu bemerken, dass bei allen Arten die untersten Knospen wenigstens vorläufig nicht zur Entwicklung kommen, was ja auch zweckmässig erscheint, weil die Verzweigung sonst hexenbesenartig würde. Nach dem Abfallen der Blütenstände, die grosse Narben hinterlassen, stirbt gewöhnlich der sie tragende Teil des Sprosses ab; weiter unten haben sich während des Sommers die Innovationen entwickelt (Fig. 1 b). Da die lange, jetzt funktionslose Sprossspitze sitzen bleibt, wird kein Seitenzweig den relativen Hauptspross fortsetzen; es entsteht eine sich immer wiederholende, pseudo-dichotome u. s. w. Verzweigung. In dieser Weise setzt sich die Entwicklung fort; jedes Jahr eine neue Sprossgeneration, wodurch die habituell etwas an *Viscum* erinnernde Pflanze immer mehr an Umfang zunimmt: der Diameter kann sicher bis 4 oder 5 Dm. betragen. Infolge ihrer Brüchigkeit wird sie leicht durch den Wind vernichtet, stirbt sonst allmählich durch Altersschwäche ab, weil die Leitungsbahnen des sie tragenden Zweiges der Wirtspflanze nicht mehr ausreichen; *Myzodendron*-Exemplare mit mehr als Cm.-dicken Zweigen findet man oft an Buchenzweigen, die nur wenige Mm. stark sind. Zwar tragen während der Vegetationsperiode sowohl Innovationen wie Blütenstände lebhaft grüne Blätter, im Verhältnis zu der Grösse der Pflanze ist aber ihre Anzahl sehr gering, so dass, wenn die Wirtspflanze abstirbt, auch der Parasit zu Grunde gehen muss (vgl. HOOKER S. 303).

Von dem oben gegebenen Schema der Verzweigung gibt es nun verschiedene Ausnahmen. Nicht jeder Spross einer Generation trägt sowohl Blütenstände als Innovationen; einige können rein floral werden und entwickeln sich dann im nächsten

Jahr nicht weiter, andere sind rein vegetativ. Hierzu kommt ferner das häufige Auftreten von *schlafenden Knospen* (Fig. 1 e), wodurch die Verzweigung einigermaßen kompliziert wird, was für *M. punctulatum* von JOHNSON (14, S. 183) erwähnt wurde. So entwickelt sich z. B. von zwei auf einer Sprossachse sitzenden Innovationsknospen nur die eine gleichzeitig mit den Blütenständen, die andere ruht bis zum nächsten Jahr oder noch länger; dabei wird eine später angelegte, obere, sich entwickeln können, eine ältere, untere, nicht. Manchmal stirbt ein Zweig, der nur Blütenstände trägt, im Herbst nicht ab: es verharren noch sowohl unterhalb wie auch bisweilen oberhalb der Blütenregion Knospen, die später hervorberechen können.

Den erwähnten Arten schliesst sich *M. quadriflorum* DC. eng an. Fig. 1 c zeigt eine vierjährige Sprosskette im Herbst ( $\frac{2}{3}$  1896) kurz vor dem Laubfall. Bisher sind überall nur zwei Innovationen, immer, wie es scheint, die zwei obersten Knospen, entwickelt worden, die Verzweigung rein pseudodichotomisch. Später wird sich jedoch oft ein Zweig in die Verlängerung seiner Mutterachse einrichten. Nach dem Abfallen der Blätter, die lebhaft grün bis gelblich grün sind, bleibt die Pflanze völlig kahl, weil auch hier die Knospen erst im folgenden Frühjahr (Oktober) treiben. Wahrscheinlich wird sie dann Blütenstände tragen. Die Innovationen blühender Sprosse nehmen ganz dieselbe Stellung wie bei *M. brachystachium* ein, ihre Anzahl beträgt meistens nur 1—2 (Fig. 1 d). Daneben kommt aber nicht selten oberhalb der Infloreszenzregion eine oder sogar zwei Innovationen, die Achse sympodial fortsetzend, vor. Sie können sich wohl gleichzeitig mit den Blütenständen entwickeln, tun dies aber meistens nicht, sondern verhalten sich als ruhende Knospen, was übrigens die basalen auch tun können. Ich habe auch den Fall beobachtet, dass sich eine pseudo-apikale Knospe entwickelte, die basale dagegen ihr Austreiben einen Jahr aufschob (Fig. 1 f). Auch können einzelne Zweige nach der Blütenbildung absterben oder sie bleiben rein vegetativ, während ihre Geschwister derselben Generation sowohl Blütenstände als Innovationen tragen. Knospen können auch bei dieser Art nach vielen Jahren hervorberechen. Einen extremen Fall zeigt Fig. 1 g. Die drei Seitensprosse 1, 2, 3, gehören derselben Generation an: 3 hat aber viele Jahre unter der Rinde verharrt. Es ist wohl anzunehmen, dass ein durch Beschädigung zustandegekommener Mangel an Innovationen das Entwickeln der »schlafenden Knospen« hervorruft. Sonst wachsen auch solche Knospen oft zu dornartigen Kurztrieben aus, die nach 2—3 Jahren nur Cm.-lang sind und nie zur Blüte kommen.

*M. linearifolium* DC. gehört auch zu diesem Typus; jedoch ist die Verzweigung hier regelmässiger, indem die Innovationen, die selten mehr als 3 sind, stets unterhalb der Blütenstände sitzen; wenigstens habe ich bei dieser Art keine pseudo-apikalen gesehen. Im dritten Jahr (ob immer?) kommt sie zur Blüte. Die Blütenstände sind in grösserer Anzahl als bei den erwähnten Arten vorhanden, ein Zweig kann bis zwanzig Stück tragen. Die Innovationen sind in der Blütezeit (Oktober—November) von ungefähr demselben Aussehen wie bei *M. brachystachium*, strecken sich aber bald, sodass sie bei der nördlichen Rasse schon im Dezember die enorme Länge von 20 Cm. erreichen können, mit dunkelgrünen Blättern von bis 2 Cm. Länge. Sie fallen des-

wegen besonders in die Augen, was VAN TIEGHEM (16, S. 558) dazu Veranlassung gab, zu behaupten, dass *M. linearifolium*, für welche Art er den Gattungsnamen Angelopogon behielt, im Gegensatz zu seiner Gattung Archiphyllum (*M. brachystachium*, *oblongifolium*) Sprosse von zwei verschiedenen Typen, florale und vegetative, besitze. Das aber die »Archiphyllum«-Arten ganz denselben Aufbau haben, hätte VAN TIEGHEM schon aus den Abbildungen bei HOOKER, 5, Taf. CVII bis, sehen können; übrigens dürfte auf dem Pariser Material alles gut zu beobachten sein.

Die Zweige der ersten paar Jahre sind durchgehend kürzer, bisweilen nur einige Cm. lang; erst im dritten oder vierten treten so kräftige Sprosse wie die oben erwähnten von 20 Cm. (sogar 30 Cm. habe ich gesehen) auf; sie sind viel weniger stark als bei den schon beschriebenen Arten. Ihre Anzahl beträgt ausnahmsweise bis neun. Sie verlieren schon im Februar und März ihre Blätter; die Oberhaut wird in grossen Fetzen abgestossen und violettbraune Rinde mit grauen Lenticellen tritt zu Tage. Die Knospen bleiben den ganzen Winter von der Rinde bedeckt. Bei dem Austreiben werden grosse Stücke von der deckenden Rindenschicht mit aufgehoben (Fig. 1 h).

## 2. Angulatum-Typus.

*M. angulatum* PHIL. ähnelt dem vorigen Typus darin, dass die Innovationen unterhalb der Blütenstandregion gebildet werden (Taf. I, Fig. 1), und mit wirklichen Blättern etwa von derselben Gestalt wie bei *M. linearifolium* versehen sind,

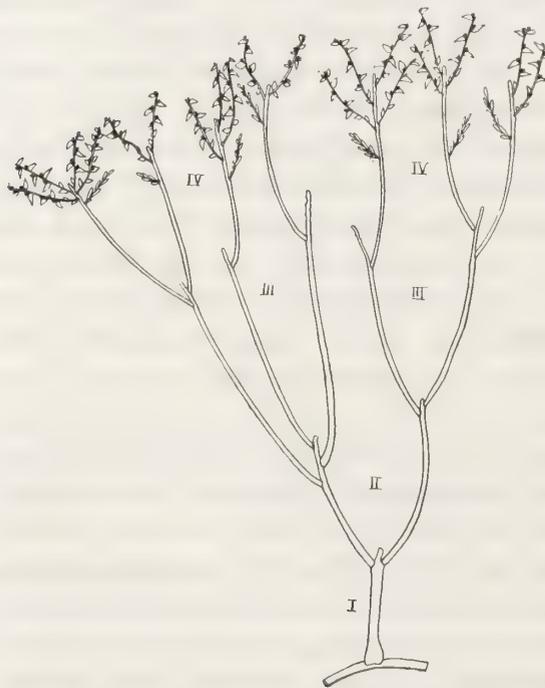


Fig. 2. Weibliches Individuum von *M. angulatum*, schematisiert.  $\times \frac{1}{3}$ .

unterscheidet sich aber in dem recht wichtigen Punkt, dass die Knospen der Innovationen schon im Herbst hervorbrechen, also eine proleptische Entwicklung erfahren; die Art ist also, trotzdem der Laubfall wie gewöhnlich im Herbst eintritt, streng genommen niemals blattlos. Die Knospen sind jedoch sehr klein, zapfenartig; ihre Blätter im Winter schuppenförmig. Im Frühjahr und Sommer (Anf. Januar in voller Blüte) entwickeln sie sich in zahlreiche, langgestreckte Blütenstände und wenige steife Innovationen, deren niederste Blätter  $\pm$  schuppenförmig bleiben, von etwa derselben Gestalt wie die fertilen; die übrigen sind mehr laubblattartig und gelbgrün, sind aber leicht hingällig. Die vegetativen Triebe werden bis 8—9 Cm. lang und entspringen unter spitzem Winkel, wodurch eine einseitig besenartige Verzweigung zustandekommt (Fig. 2). *M. angulatum* ist wegen der flügelartigen Leisten des

Stammes leicht kenntlich: diese entstehen durch Herablaufen der Blätter (Taf. I, Fig. 1); die Zweige sind also 5-kantig (nicht 6-, wie PHILIPPI in seiner Diagnose angibt).

Wie *M. angulatum* verhält sich, so weit ich an dem spärlichen Material sehen kann, auch *M. macrolepis* PHIL.

### 3. Gayanum-Typus.

Hierher gehört nur *M. Gayanum* v. TIEGH. (*M. patagonicum* SPEG.); es schliesst sich den vorigen Arten an, indem die Innovationen unterhalb der Blütenstände ent-

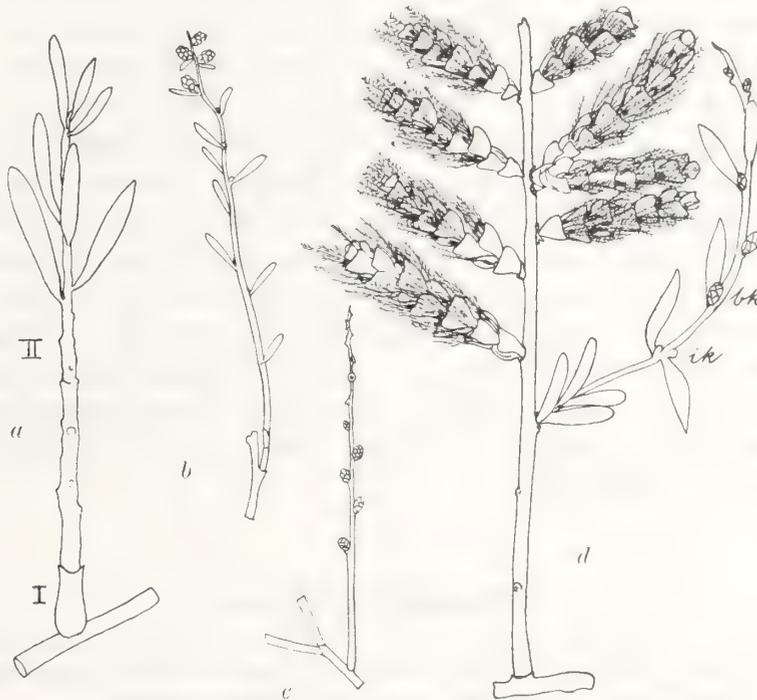


Fig. 3. *M. Gayanum*. *a* 2-jähriges Individuum,  $\times 4$ ; *b* Zweig mit  $\sigma$ -Infloreszenzen im Februar; *c* *d*:o im April, Blätter und Blütenstände abgefallen,  $\times 1\frac{1}{3}$ ; *d* fruchttragender Zweig mit einer Innovation,  $\times 2\frac{2}{3}$ .

stehen; die Blätter sind denen von *M. angulatum* sehr ähnlich, die Blütenstände dagegen von *M. punctulatum*-Typus, d. h. zapfenförmig. Es unterscheidet sich aber von allen anderen dadurch, dass die Blütezeit im Spätsommer oder Herbst (oder sogar im Winter) fällt. Damit stehen einige Umstände, die unten geschildert werden, in Zusammenhang. Fig. 3 *a* stellt ein 2-jähriges Exemplar dar, am  $13\frac{1}{2}$  1897 bei Rio Aysen (N. Westpatagonien) mit mehreren blühenden Individuen (sowohl  $\sigma$  als  $\rho$ ) von DUSÉN gesammelt. Die Keimung des abgebildeten Exemplars fand wahrscheinlich im Frühjahr oder Sommer 1895 statt; bis Herbst 1896 entwickelte sich das mit I bezeichnete Stück, im Frühjahr und Sommer 1896 wuchs ein den Mutterspross verlängernder Trieb aus, der am  $13\frac{1}{2}$  1897 das Stück II darstellt. Die Blätter sind gelbgrün, etwas dick und fallen leicht ab; ihre Knospen sind aber noch ganz ver-

borgen. Sie brechen erst im Herbst hervor und überwintern als grüne, offene Knospen, die in der nächsten Vegetationsperiode zu mehrere Cm. langen Zweigen auswachsen. Bis ein Dutzend solcher Zweige, oft fast rechtwinklig ausgehend, wird man finden können. Sie können vegetativ bleiben; in diesem Falle entwickeln sich ihre Seitenknospen erst im folgenden Herbst und Winter. Wenn aber die Pflanze schon zur Blütenbildung schreitet, brechen von den Knospen die oberen, welche zu Blütenständen werden, im Sommer hervor; ihre Anzahl hält sich gewöhnlich zwischen 6 und 12. Der Mutterspross trägt noch den ganzen Sommer und Herbst ihre Blätter, sodass man also bei dieser Art anfangs die Blütenstände mit Tragblättern versehen findet, was bei keiner anderen Art vorkommt (Fig. 3 b). Von den Innovationen sieht man aber zu dieser Zeit fast nichts. Im Süden des Gebiets habe ich *M. Gayanum* noch am 9. Juni blühend gesammelt. Die Tragblätter waren dann sämtlich abgefallen. Eine Eigentümlichkeit dieser Art ist, dass durch Verschiebungen der Blätter die ♀-Blütenstände oft mehr weniger gegenständig zu sitzen kommen. Fig. 3 c zeigt einen ♂-Zweig am 16. April 1868 (Port Otway). Die Blütenstände sind abgefallen; die Innovationen wachsen jetzt aus; dasselbe Stadium beobachtete ich am 25. Juli 1908 auf der Insel Huafo; die Knospen sind 3—4 Mm. lang. Im Frühjahr sind die Früchte reif. Fig. 3 d stellt einen fruchttragenden Zweig dar; unterhalb der Blütenstände bemerkt man eine Innovation, die im folgenden Herbst neue Blütenstände (Bl) und Innovationen (I) entwickeln wird, die ersteren schon offene Knospen, die letzteren noch von der Rinde bedeckt. Das betreffende Exemplar stammt mit grösster Wahrscheinlichkeit aus Valdivia; Datum ist nicht angegeben; da aber die Wirtspflanze, *Nothofagus Dombeyi*, in Blüte steht, wurde die Pflanze wohl im Oktober oder November gesammelt.

#### 4. Punctulatum-Typus.

Zu diesem Typus gehören *M. punctulatum* BANKS et SOL., *recurvum* v. TIEGH., *Commersonii* v. TIEGH. und *imbricatum* POEPP. Die drei ersten sind mit einander sehr nahe verwandt; *M. Commersonii* ist nur einmal gesammelt worden und vielleicht keine selbständige Art. Habituell sind sie einander sehr ähnlich: besen- bis halbkugelförmige, gelbe oder braungelbe, dicht bewarzte, brüchige Sträucher mit hinfälligen, gelbgrünen oder gelben, schuppenförmigen, stengelumfassenden Blättern, mit zapfenförmigen Blütenständen und apikalen Innovationen. Freilich hat VAN TIEGHEM (16, S. 557) *M. punctulatum* für völlig blattlos (tout à fait aphyllé) erklärt; eine Behauptung die ebenso unbegreiflich wie unrichtig ist.

Als Beispiel für die nähere Schilderung von diesem Typus empfiehlt sich *M. punctulatum*; dabei will ich nicht verschweigen, dass schon HOOKER die charakteristische Stellung der Innovationen erwähnt und durch Abbildungen (5, Taf. CVII bis) illustriert hat; später hat JOHNSON den Sprossbau beschrieben.

Die ersten Jahre werden die Triebe gewöhnlich recht kurz und tragen nur wenige (2—3) Seitensprosse. Erst im dritten oder vierten Jahr werden Innovationen

in grösserer Zahl (bis 11 habe ich gesehen) ausgebildet; jedoch entwickeln sich hier wie bei den anderen Arten wenigstens vorläufig nicht die am unteren Teil eines Sprosses sitzenden Knospen und in der Regel auch später nicht. Die Knospen dieser Innovationen werden zum Teil floral, und in den folgenden Jahren hält sich die Zahl der vegetativen Triebe um 2—4; sie sitzen bei diesem Typus oberhalb der Blütenstände (Fig. 4 a). Eine Folge davon ist, dass wir bei den oben erwähnten Arten die langen, mit Narben der abgefallenen Blütenstände versehenen, abgestorbenen Sprossspitzen (Fig. 3 c) vermissen; die tote Stammspitze tritt öfters als ganz winziger Höcker hervor. (Fig. 4 b).

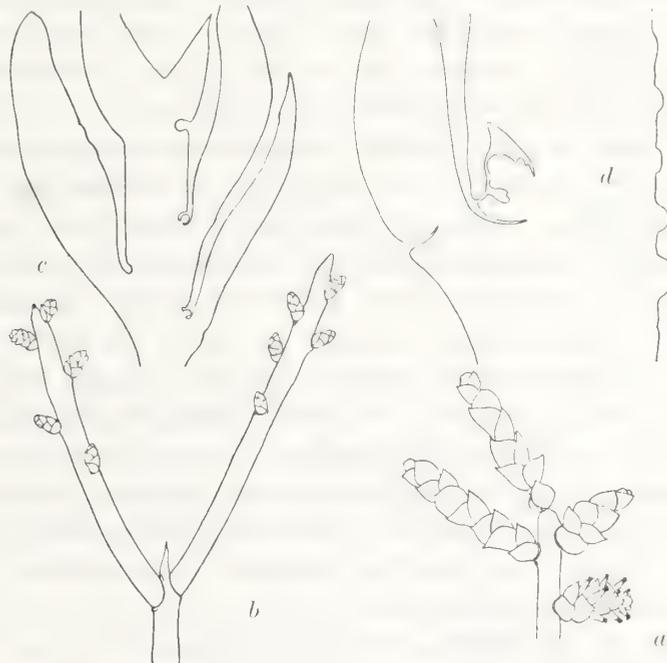


Fig. 4. *M. punctulatum*. a Zweigende mit einem ♀-Blütenstand und drei Innovationen im November,  $\times 2$ ; b Zweigende mit zwei Innovationen im Mai,  $\times 2$ ; c Anlegung der Knospen im Juli; d eingesenkte Knospe im Dezember (Längsschnitte durch Innovationen,  $\times 40$ ).

Die Blütezeit fällt in den September oder Oktober. Die Innovationen sind zu dieser Zeit zapfenförmig, etwa 5—10 Mm. lang, mit dicht gedrängten, angedrückten Schuppen, die allmählich eine  $\pm$  lebhaft grüne Farbe annehmen (Fig. 4 a). Sie strecken sich schnell, erreichen im Dezember schon oft 2—3 Cm. Länge; im Januar und Februar, wo die Früchte reifen, verlieren sie ihre Schuppenblätter und die Pflanze ist mit dem Eintreten des Herbstes kahl. Lange dauert dies Verhalten nicht; wenn man diese Arten im April oder Mai untersucht, findet man, dass die Knospen schon hervortreten; sie überwintern also offen als winzige Zäpfchen von etwa Mm.-Grösse (Fig. 4 b). Die dicht unterhalb der Spitze stehenden sind künftige Innovationen und in den Achseln ihrer Blätter sieht man schon exogen angelegte, wenn auch etwas eingesenkte Knospen in der Gestalt kleiner Höcker (Fig. 4 c). Dass die Knospen bei *Myzodendron* nur pseudoendogen sind, wird von Hieronymus (13, S. 199)

berichtet, und ich kann seine Angabe nur bestätigen. Fig. 4 d zeigt deutlich, wie die Entwicklung verläuft. Die bedeckende Rindenschicht bleibt nach dem Wiederaustreten der Knospen als becherförmiges Gebilde sitzen.

VELENOVSKY hat (19, S. 682) den winterlichen Knospenschutz bei diesen Pflanzen besprochen. In der Tat kommt aber nur bei dem *Eumyzodendron*-Typus dem Einsperren der Knospen eine biologische Bedeutung zu, denn hier bleiben sie ja während des Winters von der Aussenwelt völlig abgeschlossen; in Korrelation damit steht die weiche Beschaffenheit der Blätter bei diesen Arten. Bei allen anderen überwintern dagegen die Knospen mit ihren schuppenartigen, harten Blättern nackt; aus alter Gewohnheit, so zu sagen, werden sie eine Zeitlang eingeschlossen, eine biologische Bedeutung hat dies aber nicht mehr. *M. Gayanum*, bei welcher Art die Innovationen erst im Herbst treiben und sich während des Winters strecken, gehört dem Gebiet der milden, regenreichen Winter an.

*M. imbricatum* scheint sich wie *M. punctulatum* zu verhalten. Die Verzweigung ist spärlicher, die Zweige weniger stark ausgespreizt, so dass sich nicht der umfangreiche Ballen des letzteren bildet, sondern ein Habitus wie bei *M. angulatum* zustande kommt. Dasselbe darf meistens auch *M. recurvum* gelten. Hier sind wie bei den vorigen die Zweige der 2. Generation nur 2 bis 3, die der folgenden dagegen oft bis 9—10 oder sogar noch mehr; ich habe an einem Exemplar bis 9 Innovationen an den Zweigen der 5. Generation gezählt. Hieraus ergibt sich eine reichere Verzweigung; die Zweige sind bei dieser Art beträchtlich dünner als bei *M. punctulatum*. Auch bei dem *Punctulatum*-Typus beobachtete ich, wenn auch spärlich, dass Knospen nach einer Ruhe von einem Jahr treiben können. Ganz ausnahmsweise kommt es vor, dass eine Innovation unterhalb der Blütenstände zur Ausbildung kommt. Wie bei anderen Typen findet man auch bei diesem, dass einzelne Zweige nur Blütenstände, andere nur Innovationen tragen.

Die Blüten von *M. punctulatum* und *recurvum* (und wohl auch der beiden anderen) sind schon im Frühwinter ausgebildet. So fand ich bei *M. punctulatum* am  $^{20}/_5$  1908 ♀-Blüten mit differenzierten Samenanlagen; bei *M. recurvum* am  $^{27}/_7$  1908 ♂-Blüten, wo der Pollen schon fertiggebildet war (Fig. 6 a). Somit wird begreiflich, dass diese Arten zu den ausgeprägtesten Frühlingspflanzen ihrer Heimat gehören.

### Morphologie des Blütenstandes.

Es sei zuerst hervorgehoben, dass die Blütenstände bei allen Arten auf ein Grundschema zurückzuführen sind. Sie können nämlich sämtlich von einer zusammengesetzten Ähre abgeleitet werden; die Tragblätter, von welchen die untersten steril sind, der Partialblütenstände sind überall vorhanden, dagegen fehlen immer Tragblätter der Einzelblüten wie auch Vorblätter. Wenn VAN TIEGHEM (16, S. 556) behauptet, dass bei *M. punctulatum* und Verwandten die Einzelblüten (jedoch wohl nur bei ♂!) Tragblätter (bractées mères) besitzen, so beruht dies darauf, dass er

den Gesamtblütenstand bei diesen Arten mit dem Partialblütenstand bei *M. brachystachium* etc. homologisiert. Ein solches Verfahren ist offenbar unrichtig, wir brauchen nur zu bedenken, dass hier immer in der Sprossfolge die Blüentriebe mit den Innovationen homolog sind, was sich ohne dem geringsten Zweifel sofort konstatieren lässt.

Es soll nicht gelehnet werden, dass bei dem Urtypus die Tragblätter des Blütenstandes wohl als Laubblätter von derselben Gestalt wie an den vegetativen Sprossen entwickelt waren. Diesem Typus steht der ♀-Blütenstand bei *M. linearifolium* sehr nahe. In diesem Falle (Taf. I, Fig. 4) könnte man gewiss von einem zusammengesetzten Blütenstand absehen — wenden wir uns aber der ♂-Pflanze zu, so sind die Tragblätter hier als chlorophyllarme Hochblätter ausgebildet.

Als Ausgangspunkt empfiehlt es sich, den in Fig. 5 a dargestellten hypothetischen Fall zu wählen. Der Achsenteil des Blüentriebes ist gestreckt, und trägt spiralisch nach  $\frac{2}{5}$  geordnete Laubblätter, in deren Achseln mit Ausnahme der untersten blattlose Ähren ohne Gipfelblüte, oder, wenn die Blüten gestielt sind, Trauben sitzen.

Nehmen wir also Fig. 5 a als Ausgangspunkt, so gelangen wir leicht zu *M. brachystachium*. Die reichblütige Ähre (Taf. I, Fig. 6, 7), bei ♂ traubenähnlich, ist fast unverändert; die Tragblätter sind von den Laubblättern in Gestalt etwas verschieden (vgl. Fig. 1 b mit Taf. I, Fig. 2) und auf die Achse des Partialblütenstandes hinaufgerückt bis zu der untersten Blüte. Die Tragblätter sind bei beiden Geschlechtern lebhaft grün. Bei ♀ erfahren sie einen beträchtlichen, postfloralen Zuwachs. Die Ähre hat oder hat nicht eine Gipfelblüte; bei ♀ glaube ich die sterile Achsenspitze beobachtet zu haben, bei ♂ wird sie (ob immer?) zur Bildung von einer bisweilen ± defekten Blüte aufgebraucht. Bei ♀ streckt sich die Blütenachse, so dass sie bei der Fruchtreife ihre Länge vervielfacht hat; sie hängt jetzt schlaff herab. Ich habe, wenigstens bei der ♂-Pflanze, konstatiert, dass die Achse des Gesamtblütenstandes von einer scheinbar terminalen Ähre abgeschlossen wird, der Blütenstand also gewissermassen einer Rispe ähnelt (Taf. I, Fig. 2), was aber die hier gegebene Deutung nicht beeinflusst.

Denken wir uns nun die Ähre auf 2 Blüten reduziert, durch Reduktion des Achsenteils sitzend geworden, so haben wir den Typus des *M. linearifolium* (Taf. I, Fig. 4). Es kann bei dieser Art auch vorkommen, dass der Partialblütenstand aus einer einzigen Blüte besteht.

Von besonderem Interesse ist es, dass bei *M. linearifolium* ausnahmsweise monözische Blütenstände vorkommen; es treten nämlich unter den ♀-Blüten

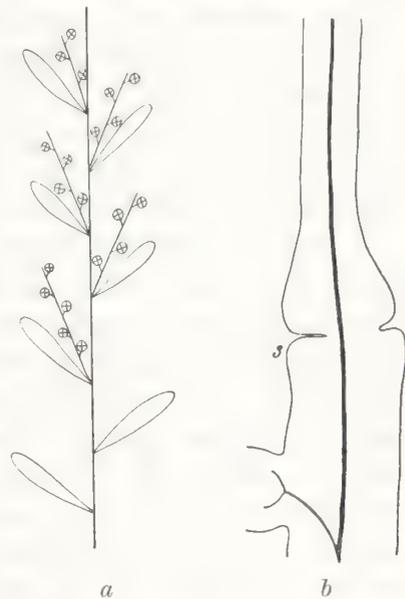


Fig. 5. a) hypothetischer Blütenstand der Vorfahren der *Myzodendron*-Arten; b) Längsschnitt durch die blüentragende Achse nebst dem scheinbar terminalen Blatt von *M. quadriflorum*,  $\times 25$ . Gefässbündel schwarz.

vereinzelte ♂ auf, so dass von den beiden Blüten einer Blattachsel eine oder auch beide männlich sind. Wie wir unten sehen werden, habe ich auch unvollständige Zwitterblüten gefunden. Bei keiner anderen Art sind bis jetzt solche primitive Charaktere bekannt geworden.

Von *M. brachystachium* kommen wir ohne Schwierigkeit zu *M. quadriflorum* (Taf. I, Fig. 3, 9, 10) hinüber. Das Tragblatt ist mit der Achse des Teilblütenstandes bis zu ihrer Spitze verwachsen, so dass die ungestielten Blüten, die in einer Anzahl von 3 bis 6 an ihrer Ober-(Innen-)seite sitzen, scheinbar dem Stiel des Tragblattes entspringen. In der Ausbildung des Tragblattes macht sich derselbe scharfe Unterschied zwischen ♂ und ♀ geltend, wie bei *M. linearifolium*. Ich möchte die Vermutung aussprechen, dass dieses Verhältnis eine physiologische Bedeutung hat. Der ♂-Blütenstand ist kurzlebig, nachdem die Antheren leer geworden sind, hat er keine Aufgabe mehr, verwelkt und fällt ab; seine Blätter bleiben ± hochblattartig. Bei ♀ sind sie dagegen von Anfang an grün und assimilierend, und dürfte ihre Assimilationsarbeit bei der Ausbildung der Früchte eine gewisse Rolle spielen. Hier sei auch bemerkt, dass die ♀-Blüten grün, die ♂ dagegen gelb sind.

Bei *M. brachystachium* zeigt sich auf einem Querschnitt die Verwachsung der Achse mit dem Tragblattstiel in der Anordnung der Gefässbündel angedeutet; bei *M. quadriflorum* dagegen können wir aus der Anatomie kaum auf die Doppelnatur des betreffenden Gliedes schliessen. Dies ist vielleicht auch begreiflich, denn im ersten Fall tritt die Hauptmasse der Bündel in die freie Blütenstandachse hinein; eine freie Achse existiert aber bei *M. quadriflorum* bekanntlich nicht. Ihre Spitze ist vielleicht durch den Höcker *s* auf Fig. 5 b repräsentiert. Ich habe aber an Serien von Mikrotomschnitten vergebens nach unter diesem Höcker blind endigenden Gefässen gesucht. Die Blattspreite ist bei dieser Art (*s. Abb.*) gelenkartig abgesetzt und löst sich an dieser Stelle später leicht ab.

Kehren wir jetzt wieder zu Fig. 5 a zurück. Denken wir uns die Ähren stark verkürzt, kopfförmig und in der Achsel des Tragblattes fast ungestielt sitzend, so gelangen wir zu dem ♀-Blütenstand bei *M. angulatum* (Taf. I, Fig. 1) und *macrolepis*. Die Tragblätter sind klein und bräunlich grün mit sehr fester Spitze, eine Anordnung die mit den nackten Knospen zusammenhängt. Der Partialblütenstand besteht bei *M. macrolepis* aus 3—6 fast ungestielten Blüten. Wenn dreiblütig ähnelt er sehr einem Dichasium; es sieht indessen aus, als ob wir tatsächlich eine Gipfelblüte mit zwei Seitenachsen vor uns hätten. Daneben sollte dann ein akzessorisches Dichasium auftreten können, denn in den unteren Achseln treffen wir oft 3 + 3 Blüten. Dieselbe Anordnung finden wir bei *M. angulatum* (Taf. I, Fig. 13); hier habe ich auch 5 Blüten gefunden (Taf. I, Fig. 12). Bei beiden Arten findet man auch 2-blütige Teilblütenstände.

Wir können auch von *M. quadriflorum* ausgehen. In der Tat sind die Tragblätter bei *M. angulatum* deutlich auf die kurze Achse des Teilblütenstandes hinauf geschoben; denken wir uns die Achse bei *M. quadriflorum* stark verkürzt und die Blüten zusammengedrängt, bekommen wir ja gerade das Bild von dem ersteren. Man vergleiche Taf. I, Fig. 9 mit Fig. 12! Somit glaube ich, dass wir am liebsten

von zymösen Blütenständen bei *Myzodendron* absehen. Die Blüten sind in eine Vertiefung des Stieles gelenkartig eingefügt, und fallen bei Berührung leicht ab. Männliche Individuen sind nur von *M. angulatum* bekannt; die Tragblätter sind derb, schuppenartig und bräunlich (Taf. I, Fig. 11); sie tragen je 2 Blüten, zwischen denen ein ± deutlicher Höcker, wohl die Spitze der Achse, sichtbar ist. Kannten wir nur diesen Typus, so würden wir wohl den Blütenstand als ein 3-blütiges Dichasium mit abortierter Gipfelblüte betrachten; aus Gründen, die oben angedeutet sind, muss ich jene Deutung als nicht angemessen erklären. Das oberste Tragblatt stützt bisweilen nur eine Blüte, ein Verhältnis das ja bei *M. punctulatum* etc. konstant geworden ist.

Die Blütenstände der bisher behandelten Arten haben sämtlich gestreckte, dünn beblätterte Achsen, bei *M. brachystachium* bis 15, bei *M. angulatum* etwa 4—6 Cm. lang. Denken wir uns den ♂-Blütenstand des letzteren verkürzt, so dass sich die Blätter dachziegelartig decken, bekommen wir die »Zäpfchen« von *M. punctulatum* und Verwandten (*Gayanum*, *recurvum*, *imbricatum*, *Commersonii*). Bei *M. Gayanum* sind die Blätter der vegetativen Triebe laubblattartig, bei den anderen schuppenförmig und nie rein grün; bei allen sind die Tragblätter schuppenförmig. Sie tragen bei ♀ immer zwei, bei ♂ immer nur eine Blüte. Bei ♀ ist zwischen den Blüten ein ± ausgeprägter Höcker vorhanden, bei ♂ ist die Blüte scheinbar terminal, jedoch zeigt ein Vergleich mit den anderen Arten, dass auch bei *M. punctulatum* der ♂-Blütenstand nicht einfach ist, sondern von einblütigen Teilblütenständen gebildet wird. Wenn VAN TIEGHEM (16, S. 556) den ♂-Blütenstand »une grappe axillaire« nennt, so ist dies wohl begreiflich, dass er aber den weiblichen »un épi axillaire« nennt, steht offenbar mit der üblichen Nomenklatur schlecht im Einklang.

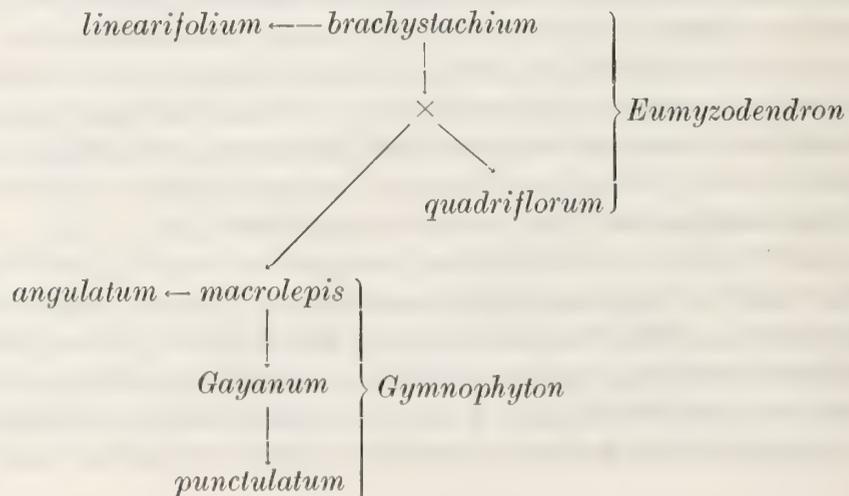
### Phylogenetische Schlussfolgerungen.

Es wird sich empfehlen, im Anschluss an die obige Darstellung eine Betrachtung über die phylogenetische Entwicklung der Gattung *Myzodendron* anzustellen. Dieselbe erscheint recht vielgestaltig, und man könnte gewiss die Arten mit grünen Laubblättern, unter der Rinde überwinternden Knospen und 3 Staubblättern als besondere Gattung zusammenfassen; dies ist wohl Geschmacksache. Ich betrachte diese Gruppe als eine scharf abgegrenzte Untergattung; VAN TIEGHEM hat daraus (16) drei Gattungen gemacht, die sich jedoch beinahe nur durch das Aussehen der Teilblütenstände von einander unterscheiden lassen und eine recht unnötige Zersplitterung bewirken. Der Unterschied ist nach ihm noch grösser als in der Wirklichkeit, weil er die Organisation zum Teil unrichtig aufgefasst hat.

Selten findet man wohl eine besser umgrenzte Familie, als die der Myzodendraceen, welche gleichzeitig eine Reihe verschiedener Typen ausgebildet hat, die sich von phylogenetischem Gesichtspunkt aus verhältnismässig leicht analysieren lassen. Alle sind obligate Parasiten. Als am wenigsten umgebildet müssen wir natürlich solche Typen betrachten, bei denen die Kohlensäureassimilation noch eine gewisse Rolle spielt, die verhältnismässig grosse, chlorophyllreiche Laubblätter besitzen, und deren

sämtliche Blüten trimer sind. Die meisten ursprünglichen Charaktere zeigen *M. brachystachium* und *oblongifolium*. Von diesem Typus leiten wir *M. linearifolium* und *quadriflorum* durch Reduktion der Blütenstandachse in verschiedenen Richtungen leicht ab. Bei *M. angulatum* und *macrolepis* hat die parasitäre Lebensweise eine stärkere Rückbildung der Blattorgane hervorgerufen: interessant ist auch das geschilderte Verhalten der Knospen, die bei diesen Arten und den folgenden zwar eingesenkt werden, jedoch vor dem Winter wieder durchbrechen, bei welchen somit das Einsenken keine biologische Bedeutung als Schutz gegen die ungünstige Jahreszeit mehr hat. Die Blütentriebe sind kätzchenartig; die Teilblütenstände haben ungefähr dieselbe Anzahl Blüten wie bei *M. quadriflorum* (♀) oder sind auf zwei Blüten reduziert (♂). Die Staubblätter sind auf 2 reduziert. Den nächsten Schritt stellt *M. Gayanum* dar: vegetative Triebe wie bei den vorigen, Blütentriebe dagegen zapfenartig, Tragblätter ganz schuppenförmig mit zwei (♀) oder einer (♂) Blüte, und schliesslich treffen wir bei *M. punctulatum* und Verwandten den am weitesten durchgeführten Typus eines Parasiten: sämtliche Blätter sind schuppenförmig geworden und als Assimilationsorgane von sehr geringer Bedeutung. *M. recurvum* und besonders *M. Commersonii*, von dem jedoch nur einige Bruchstücke der weiblichen Pflanze bekannt sind, zeichnen sich durch etwas verlängerte Achse (bis 12 Mm.) des Blütentriebes aus; bei den beiden anderen werden die Zäpfchen kaum einmal bei der Fruchtreife verlängert. Gegenüber den anderen zeichnet sich der *Punctulatum*-Typus durch die subapikale Stellung der Innovationen aus, was vom Gesichtspunkt der Materialersparnis aus entschieden einen Fortschritt bedeutet: denn hier nimmt ja der blütenstandtragende Abschnitt eines Sprosses an dem Aufbau der Sprosskette Teil, während er sonst nach dem Abfallen der Blütenstände ganz nutzlos ist. Jedoch sehen wir ja schon bei *M. brachystachium* und besonders bei *M. quadriflorum*, dass zuweilen oberhalb der floralen Region eine vegetative Knospe sich entwickelt. Und bei *M. punctulatum* findet man hin und wieder als Reminiszenz an das Verhältnis bei *M. brachystachium* eine basale Innovation.

Meine Auffassung der Phylogenie innerhalb der Familie soll das untenstehende Schema veranschaulichen. Dass ich nicht von einer direkten Abstammung einer Art von einer anderen jetzt lebenden spreche, braucht wohl nicht näher erörtert zu werden.



## Morphologie der Blüte.

### Die männliche Blüte.

Betreffs des Baus der ♂-Blüte gingen die Meinungen der Autoren wenig aus einander; erst VAN TIEGHEM (16, S. 558) gab eine ganz neue Deutung. Nach der Beschreibung von HOOKER besteht sie nur aus 3 oder 2 Staubblättern, zwischen die eine diskusartige Bildung eingefügt ist, die er als Rudiment des Ovars auffasst. Diese Annahme erklärt VAN TIEGHEM für falsch. Er behauptet, dass bei dem Typus mit 2 Staubblättern vor diesen ein Höcker, hinter ihnen ein zweiter sich befindet, welcher letzterer in der jungen Blüte aus zwei distinkten Teilen besteht. Diese Höcker, erklärt VAN TIEGHEM kategorisch, sind Reste, nicht von einem abortierten Stempel, sondern dreier Staubfäden; den geringsten Beweis für seine Ansicht liefert er aber nicht. Es ist nur ein Höcker vorhanden (Taf. I, Fig. 11) und dass der hintere Teil seinerseits aus zweien gebildet werde, habe ich nicht entdecken können. Schnittserien durch die Blüte lassen nur einen einzigen entdecken. Freilich will VAN TIEGHEM einen Beweis darin erblicken, dass er Blüten mit einem dritten nach vorn gewandten Staubblatt gesehen hat; aber dies lässt uns ja durchaus nicht auf eine ursprüngliche Anzahl von fünf schliessen. Denn niemand möchte wohl verneinen, dass bei *Myzodendron punctulatum* etc. der dritte Staubfaden abortiert hat. Bei den anderen Gattungen, fährt VAN TIEGHEM fort, die drei Staubfäden haben, ist nur ein Höcker vorhanden, »situé en arrière et d'origine double»: also haben wir auch hier die Fünzfahl. Aber auch dies scheint mir nicht zutreffend. Der Höcker nimmt das Zentrum der Blüte ein, ist vollkommen gleichseitig entwickelt, radiär symmetrisch, mit drei Ausbuchtungen zwischen den Staubfäden (Taf. I, Fig. 10, 15). Das häufige Vorkommen von vier Staubblättern bei *M. linearifolium* beruht auf Verdoppelung von einem Staubfaden; dabei fand ich die zwei dadurch entstandenen ihrer ganzen Länge nach verwachsen bis völlig getrennt. Die Gestalt des Diskus blieb unverändert.

VAN TIEGHEM scheint mir also wenig Grund für seine Auffassung zu haben; nach meiner Meinung wissen wir nicht, ob je mehr als 3 Staubblätter vorhanden waren. Es sei auch auf die konstante Dreizahl der Setae bei ♀ hingewiesen; wir wissen ja jetzt (s. unten), dass allem Anschein nach die ursprüngliche Zwitterblüte 3 Staubblätter besass. Ebensowenig dürfte VAN TIEGHEM's Erklärung des Verschwindens der Staubblätter stichhaltig sein. Das Verschwinden der zwei hinteren wird nach ihm durch den Druck der Mutterachse hervorgerufen: ein Blick auf Taf. I, Fig. 6 zeigt jedoch, dass so etwas sich nicht recht denken lässt. Und wenn bei *M. punctulatum* auch das nach vorn gerichtete abortiert, so beruht dies auf dem Druck des Tragblattes. In diesem Falle klingt die Erklärung ansprechend genug. Wie geht es aber, wenn wir sie auf *M. angulatum* anwenden wollen? Der Versuch wird sicher scheitern, wie aus Taf. I, Fig. 11 hervorgeht.

Die Antheren sind monotheclisch, was durch Fig. 6 a gut illustriert wird. Jedes Fach ist durch eine dünne, zur Reifezeit des Pollens deformierte Tangentialwand halbiert. Die Anthere öffnet sich durch eine kleine, tangential gestellte Spalte in

der Spitze, wo ein regelrechtes Stomium ausgebildet ist. Die Pollenkörner fand ich schon am  $^{27/7}$  1908 bei *M. recurvum* auf Chiloé fertig ausgebildet. Ihre Grösse wechselt zwischen 16 und 20  $\mu$ , wie es scheint bei den meisten Arten. Nur bei *M. Gayanum* sind sie etwas kleiner. Die Exine ist fein stachelig.

### Die weibliche Blüte.

Wie die männliche scheint auch die ♀-Blüte vollkommen nackt zu sein. Sie besteht aus einem ein bis wenige Mm. hohen, dreikantigen Ovar, gekrönt von einem

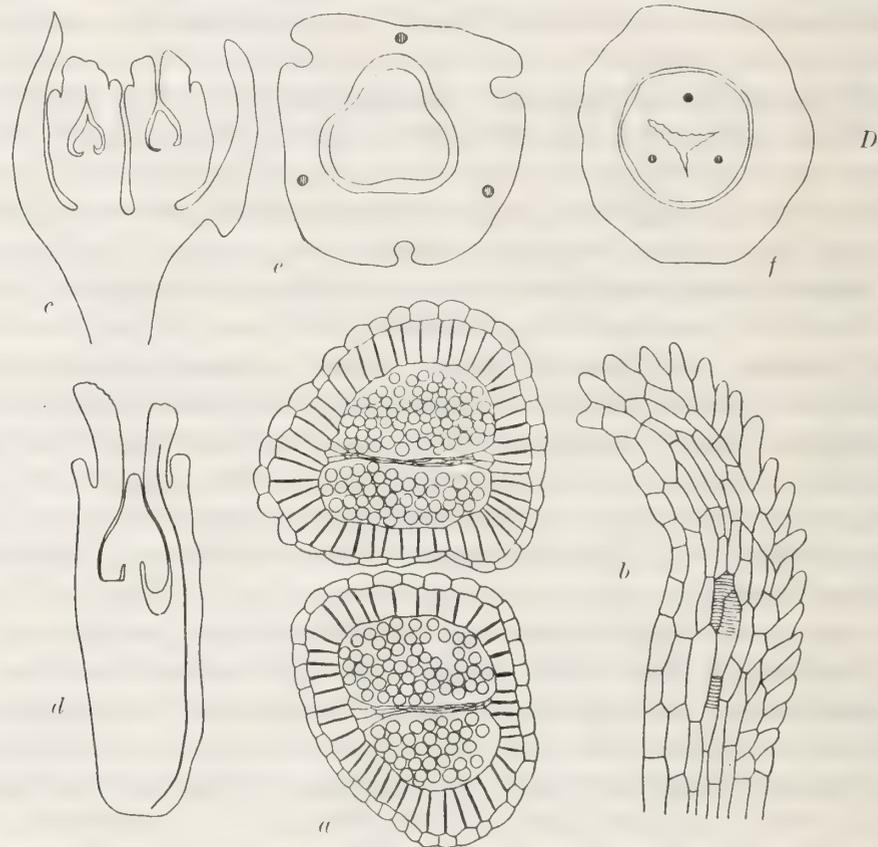


Fig. 6. *a* *M. recurvum*. Querschnitt durch die Antheren,  $\times 180$ ; *b* *M. quadriflorum*. Längsschnitt durch die Narbe,  $\times 180$ ; *c-f* *M. punctulatum*. *c* Längsschnitt durch zwei ♀-Blüten im Juni; *d* durch eine ♀-Blüte im Dezember, beide  $\times 55$ ; *e*, *f* Querschnitte durch eine ♀-Blüte im Mai, in *f* den Diskus (D) getroffen,  $\times 150$  (Leitbündel schraffiert).

sehr kurzen Griffel, der sich in drei Narben spaltet (Taf. I, Fig. 8, 9, 12, 14), an der Innenseite mit langen Papillen bekleidet (Fig. 6 b). Den Griffel umgibt ein ringförmiger Wulst, der zu einem Kragen auswächst (Fig. 6 c, d, f). Längs jeder Kante des Ovars läuft eine Furche, die später durch schmale, flügelartige Leisten  $\pm$  zugeeckt wird und eine basal entspringende Seta beherbergt. Ein Längsschnitt durch eine junge Blüte (Fig. 6 c, Mai oder Juni) zeigt, dass die Ovarhöhlung nur den oberen Teil einnimmt; sie steht in offener Kommunikation mit der Aussenwelt. Eine freie zentrale Plazenta ragt in der Mitte hinauf (Fig. 6 c, e). An älteren Stadien (Fig.

6 d) hat die Blüte an Länge beträchtlich zugenommen. In ihrem Boden haben sich die drei Taschen gebildet, jede von der Spitze einer Samenanlage ausgefüllt; ein hier geführter Querschnitt zeigt einen dreifächerigen Fruchtknoten. Dadurch, dass das unterhalb der Samenanlagen gelegene Gewebe bei dem Längenwachstum zurückbleibt, vertiefen sich die Taschen immer mehr. Der offene Griffelkanal wird durch die kegelförmige Spitze der Plazenta zugestopft (Fig. 6 d).

Die Morphologie der ♀-Blüte hat bei verschiedenen Autoren eine sehr verschiedene Deutung erfahren.

DE CANDOLLE (1, S. 12) glaubt, dass die Blüte bei *M. punctulatum* von 3 Kelchblättern, die als Tubus mit dem Fruchtknoten zusammengewachsen sind, + 3 Kronblättern (die Setae) + 3 Fruchtblättern gebildet wird; bei der Besprechung von *M. quadriflorum* deutet er an, dass die Setae, die vielleicht nicht denen bei der anderen Art homolog sind, sterile Staubblätter seien.

POEPPIG und ENDLICHER (2, S. 1) schreiben: »Involucrum trimerum, foliolis inter se et cum ovariorum dorso connatis ad suturas tantum dehiscens. Calyx et corolla 0. Ovaria tria unilocularia coadunata. Setae hypogynae«. Der Ringwulst gehört nach ihnen zum Involucrum. Weiter unten fügen sie über die Federborsten hinzu: »staminodia?« Später hat ENDLICHER eine sehr abenteuerliche Deutung gegeben (4, S. 800): »Involucrum trimerum, 6-florum, floribus alternis fertilibus ad axin inter se connatis, cum totidem sterilibus setiformibus alternantibus« . . . jedes Fruchtblatt soll also eine fertile, jede Seta eine sterile Blüte darstellen. Von HOOKER (5, S. 295) wird der Fruchtknoten als unterständig und von dem Kelch gekrönt betrachtet. Die Setae sind nach ihm Auswüchse von dem Kelch oder vielmehr Ovarium. Diese letzte Auffassung scheint BAILLON zu teilen (8, S. 331), nach ihm ist aber die Blüte in einen krugförmigen Blütenboden eingesenkt, welcher um dem Griffel als ringförmiger Diskus hervortritt. Der untere Teil des Fruchtknotens wird nicht von den Fruchtblättern, sondern von der Blütenachse gebildet; dieselbe Ansicht hegt er auch später (15, S. 444), trotzdem inzwischen mehrere Darstellungen erschienen sind, die seine Auffassung wenig wahrscheinlich machen. Seine Beschreibung der Furchen scheint darauf hinzudeuten, dass er diese als erst geschlossen und sekundär sich öffnend betrachtet. Nach EICHLER (10, S. 542) besteht die Blüte einfach aus 3 Fruchtblättern; die Furchen mit den Borsten verlaufen in der Mittellinie derselben, was natürlich unrichtig ist. BENTHAM und HOOKER (11, S. 229) sind dem letzteren gefolgt: »Perianthium floris ♀ ovario adnatum . . . Staminodia 0. Ovarium inferum disco vix conspicuo coronatum.« In der Familiendiagnose schliesst sich auch HIRONYMUS, der Begründer der Familie Myzodendraceae (13, S. 198) dieser »Ansicht der Autoren« an; schreibt aber S. 201: »Meinem Erachten nach liesse sich dieser Wulst auch als epigynen Discus deuten und könnte man dann auch von der Annahme einer an dem Fruchtknoten angewachsenen Blütenhülle absehen. Dieser Deutung entspricht das Vorhandensein von nur 3 zu den Narbenlappen zwischen den erwähnten Furchen verlaufenden Leitbündeln. Dagegen könnte die allerdings sehr spät entstehenden fedrigen Borsten, welche von einem Leitbündel durchzogen werden, als Blh. gedeutet werden.«

JOHNSON (14, S. 295) schreibt: »If the calyx-tube be part of the perianth, the setae may be an outer whorl of the same, an epicalyx, or a whorl of bracteoles, or the setae may be the only representatives of the perianth and the calyx-tube, an epigynous disc»; er ist indessen mit jener Betrachtungsweise wenig zufrieden, vielmehr persönlich geneigt, die ♀-Blüte als nackt, die Setae als Staminodien und den »Kelch« als epigynen Diskus zu betrachten. Schliesslich hat VAN TIEGHEM (16, S. 559) als seine Meinung ausgesprochen, dass die Setae Kelchblätter sind, der Fruchtknoten oberständig und die Griffelbasis von einem epigynen Diskus umgeben.

Es sind, wie wir gesehen haben, alle möglichen und besonders unmöglichen Deutungsversuche gemacht worden. Es ist aber einleuchtend, dass wir zu keinem definitiven Resultat kommen können, solange wir über die wahre Natur der umstrittenen Federborsten nicht unterrichtet sind,

dass aber, ihr morphologischer Wert einmal festgestellt, die Organisation der Blüte höchst wahrscheinlich enträtselt sein wird. Durch einen glücklichen Zufall bin ich in der Lage das Geheimnis der »Setae hypogynae« zu lösen.

Beim Durchmustern des von mir während meiner zweiten südamerikanischen Reise gesammelten *Myzodendron*-Materials fand ich eine eigentümliche Form von *M. linearifolium*, dem südlichen Typus dieser Art angehörend, also von gedrungenem Wuchs und mit viel kürzeren Zweigen, aber von allen anderen dadurch verschieden, dass sie monözisch ist. Die Blüentriebe sehen wie die der ♀-Pflanze aus, sind mit grünen Blättern dicht besetzt; in ihren Achseln sitzen je zwei Blüten, entweder beide ♀ oder ♂ oder eine ♀ und eine ♂. Nach der Gestalt der Tragblätter zu urteilen, wird man diese Form als eine ♀-Pflanze, wo eine Anzahl Blüten als ♂ entwickelt sind, deuten. Dies ist, soviel ich weiss zum ersten Mal bei *Myzodendron* gefunden, an und für sich von gewissem Interesse, viel wichtiger war aber die Entdeckung von einigen Zwitterblüten: ♀ mit 1 oder 2 Staubblättern. Diese nehmen den Platz der Setae ein: eine Blüte mit zwei Staubblättern hat nur eine, eine mit einem Staubblatt zwei Setae. Die Abbildungen (Fig. 7) stellen es ausser Zweifel, dass Staubblätter und Federborsten homologe Gebilde sind, dass also die letzteren Staminodien genannt werden müssen. Anatomisch sind sie von ganz demselben Bau (Fig. 8 c, d); nur sind die Staubblätter bedeutend dicker, sind den Borsten vorausgeilt und stecken nicht in den Furchen (Fig. 7). Wenn zwei Staubblätter vorhanden sind, verkümmert das zwischen ihnen stehende Fruchtblatt, wird steril, hat kein Gefässbündel und keine Narbe. Die Verkümmerng des Fruchtblattes (Fig. 7 c) wird durch seine Stellung begreiflich, wie auch dadurch, dass die Staubfäden ± hoch hinauf mit dem

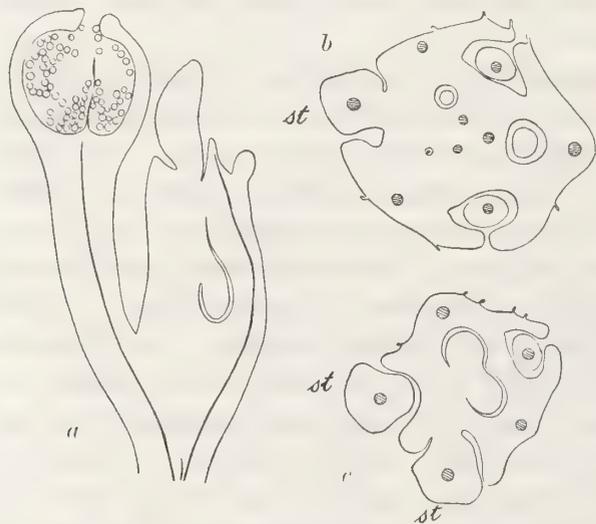


Fig. 7. *M. linearifolium*. Zwitterblüten. a Längsschnitt, b, c Querschnitte; in b ein, in c zwei Staubblätter (st). Leitbündel schraffiert. Sämtl.  $\times 65$ .

grünen Blättern dicht besetzt; in ihren Achseln sitzen je zwei Blüten, entweder beide ♀ oder ♂ oder eine ♀ und eine ♂. Nach der Gestalt der Tragblätter zu urteilen, wird man diese Form als eine ♀-Pflanze, wo eine Anzahl Blüten als ♂ entwickelt sind, deuten. Dies ist, soviel ich weiss zum ersten Mal bei *Myzodendron* gefunden, an und für sich von gewissem Interesse, viel wichtiger war aber die Entdeckung von einigen Zwitterblüten: ♀ mit 1 oder 2 Staubblättern. Diese nehmen den Platz der Setae ein: eine Blüte mit zwei Staubblättern hat nur eine, eine mit einem Staubblatt zwei Setae. Die Abbildungen (Fig. 7) stellen es ausser Zweifel, dass Staubblätter und Federborsten homologe Gebilde sind, dass also die letzteren Staminodien genannt werden müssen. Anatomisch sind sie von ganz demselben Bau (Fig. 8 c, d); nur sind die Staubblätter bedeutend dicker, sind den Borsten vorausgeilt und stecken nicht in den Furchen (Fig. 7). Wenn zwei Staubblätter vorhanden sind, verkümmert das zwischen ihnen stehende Fruchtblatt, wird steril, hat kein Gefässbündel und keine Narbe. Die Verkümmerng des Fruchtblattes (Fig. 7 c) wird durch seine Stellung begreiflich, wie auch dadurch, dass die Staubfäden ± hoch hinauf mit dem

Fruchtknoten verwachsen sind (Fig. 7 a). Die Vorfahren von *Myzodendron* dürften Zwitterblüten mit 3 Stb. + 3 Frb. gehabt haben.

Nach meiner Auffassung besteht die ♀-Blüte aus 3 Staminodien, mit denen 3 Fruchtblätter, die einen im unteren Teil drei-, sonst einfächerigen Fruchtknoten bilden, alternieren. Den Ringwulst, in welchen keine Gefässbündel eintreten (Fig. 6), betrachte ich mit VAN TIEGHEM als epigynen Diskus, den Fruchtblättern selbst angehörend. Denn mit der Stellung der Staminodien lässt sich wohl keine Annahme eines dem Ovar angewachsenen Rezeptakulums vereinigen. Der Fruchtknoten sollte also oberständig sein. Ebensowenig glaube ich, dass wir den Diskus als den oberen, freien Rand dreier dem Fruchtknoten angewachsenen Kelchblätter deuten können. Weder in dem Verlauf der Gefässbündel noch in dem anatomischen Bau der Fruchtwand wird man wohl den geringsten Anhaltspunkt für eine solche Erklärung finden. Und die flügelartigen Leisten, welche die Furchen zudecken und als die freien Ränder der Kelchblätter aufgefasst worden sind, wachsen als Ausstülpungen aus. Es ist keine Andeutung vorhanden davon, dass der Diskus von drei Teilen bestände. Die Bedeutung des Diskus ist nicht sicher festgestellt. In einer früheren Arbeit (18, S. 26) habe ich hervorgehoben, dass die Blüten gar keine ausgeprägt anemopräpode Konstruktion (l. c. S. 9) zeigen, sondern dass sie wahrscheinlich von winzigen Insekten aufgesucht werden. Sowohl bei ♂ wie bei ♀ ist der Diskus feuchtglänzend und sondert vielleicht eine zuckerhaltige Flüssigkeit ab. Ich hatte leider keine Gelegenheit diese Vermutung näher zu prüfen. Eigentlich spricht nichts für Anemophilie; ich habe auch seinerzeit (l. c. S. 27) *Myzodendron* mit *Salix* verglichen.

Die drei Furchen an den Kanten des Fruchtknotens entsprechen den Fugen. Die Mittellinie des Fruchtblattes wird durch ein Gefässbündel markiert, das unverzweigt in den entsprechenden Narbenzipfel hineindringt. Die Ansicht BAILLON'S (8, S. 334), dass die Fruchtblätter keinen Anteil an der unteren Hälfte des Ovars haben, sondern nur die Blütenachse, findet in dem Bau der Blüte keine Stütze. Die Furchen werden sehr früh angelegt; an *M. punctulatum*-Blüten aus dem Feuerlande, gesammelt am 20. Mai 1908, fünf Monate von der Blütezeit, sind sie sehr deutlich (Fig. 6 e); die Flügelleisten springen unten schon vor und umschliessen schützend die jungen Setae, deren Länge  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  vor der des Fruchtknotens beträgt. HIERNYMUS' Angabe, dass die Borsten »sehr spät entstehen«, ist unrichtig, was ja auch bei unserer heutigen Kenntnis ihrer Natur zu erwarten ist. Etwas unterhalb der Abzweigung der Gefässbündel zu den Fruchtblättern tritt in jede Seta ein ± schwacher Strang ein, in dem sich später Gefässe ausbilden. Die Haare sind einzellig, mit einem grossen, spindelförmigen Kern ausgerüstet und wie Wurzelhaare durch Ausstülpung gebildet (Fig. 8 b). JOHNSON (14, S. 187) behauptet zwar, dass sie sich durch eine Wand gegen die Basalzelle abgrenzen: ich verweise aber auf meine Figuren. Die Spitze des Haares ist keulenförmig oder kopfförmig angeschwollen (Fig. 8 a), was durch ein kolossales Dickenwachstum der Kutikula zustandekommt. Die Kutikula ist von longitudinalen Leisten gestreift (Fig. 8 e); solche Leisten findet man oft auch an der Oberfläche der Fruchtblätter. Ebensowenig wie JOHNSON habe ich die von HOOKER (5, S. 301) beschriebene Klebrigkeit der Haare entdecken können.

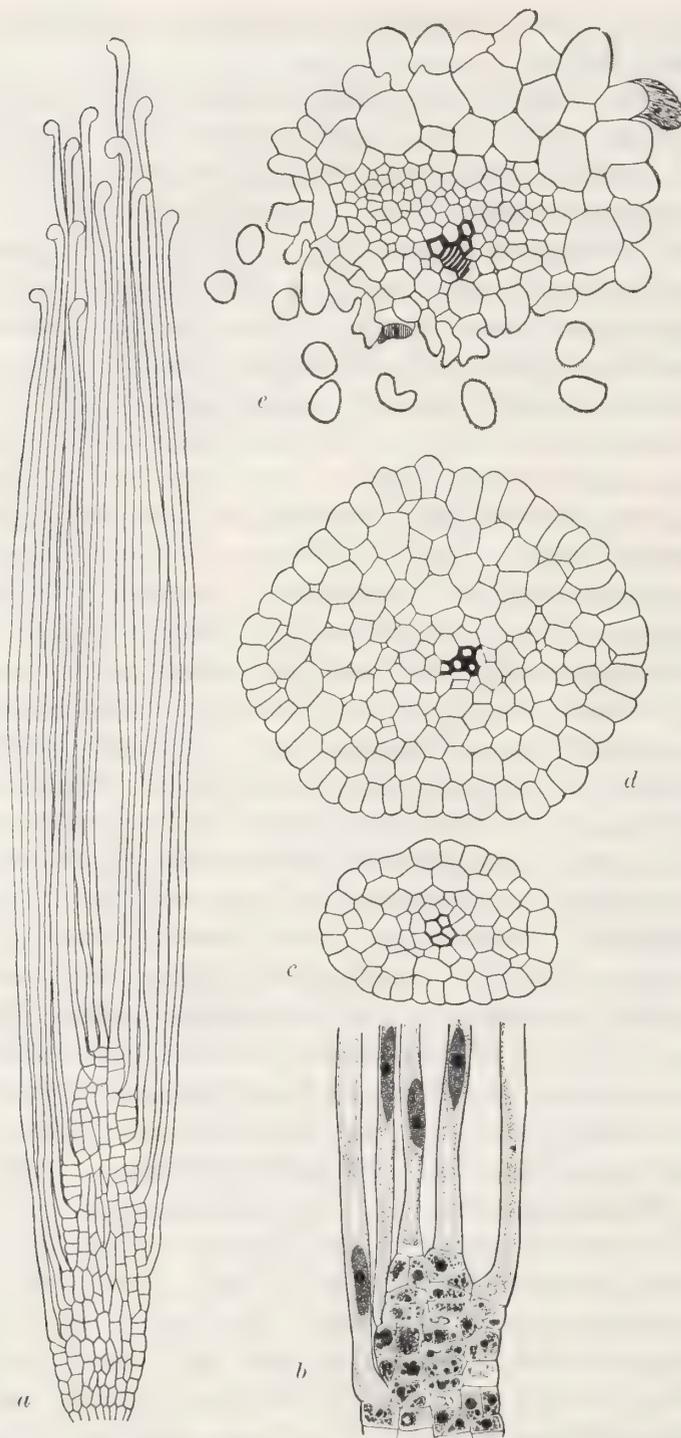


Fig. 8. Längsschnitt durch eine Seta von *M. punctulatum* im Dezember,  $\times 180$ ; *b* Spitze einer Seta im Längsschnitt,  $\times 360$ ; *c*, *d* Querschnitt durch Seta (*c*) und Staubfaden (*d*) einer Zwitterblüte von *M. linearifolium*,  $\times 360$ ; *e* Querschnitt durch eine Seta von *M. brachystachium* im März,  $\times 360$ .

Trocken oder feucht geben sie dasselbe Bild; ein Aufquellen der Wand kann man nicht hervorrufen. Die apikale Verdickung mag vielleicht dazu dienen, das Verankern der Früchte zu erleichtern, indem die Haare leichter zwischen Unebenheiten oder in den mikroskopisch kleinen Spalten der Rinde befestigt werden. Die Länge der Borsten ist bei verschiedenen Arten sehr verschieden; die folgenden Masse gelten für völlig ausgewachsene: *M. punctulatum* etc., und *angulatum* 9—11, *quadriflorum* 20—25, *brachystachium* 30—35, *linearifolium* 55—60, *oblongifolium* 70—85 Mm. Vielleicht würde man erwarten, dass die am stärksten umgebildeten Typen die längsten Borsten hätten; das umgekehrte ist aber der Fall. Das Gefäßbündel ist bei den letzten schwächer als bei Arten mit sehr langen Borsten (vgl. Fig. 8 c, e).

Im Anschluss werde ich einige Beobachtungen über die Entwicklung der Setae und ihrer Haare mitteilen. Die Borsten sind bei *M. brachystachium* und *linearifolium* schon während der Blütezeit ebenso lang wie der Fruchtknoten, aber unbehaart. Bei *M. quadriflorum* ist ebenfalls ihr Körper früh entwickelt, man sieht schon im November und Dezember die nackte Spitze herausragen (Taf. I, Fig. 14), unten sind kurze Haare vorhanden. Bei *M. punctulatum*, *imbricatum* etc. ist aber während des Blühens der Körper der Seta sehr kurz (Fig. 8 a), dagegen haben die Haare, welche ein dichtes Büschel bilden, halbwegs ihre definitive Länge erreicht; der Körper

streckt sich erst viel später. *M. quadriflorum* unterscheidet sich von allen anderen Arten dadurch, dass die etwas angeschwollene Spitze der Seta immer nackt verbleibt, nur von ganz kurzen, steifen Stacheln bedeckt. Es ist nun von Interesse zu konstatieren, dass bei den ursprünglicheren Typen innerhalb der Gattung die Setae sich erst bedeutend strecken, die Behaarung dagegen später entwickelt wird, bei der *punctulatum*-Gruppe dagegen die Haare auf einem bedeutend früheren Stadium ausgewachsen, und damit eine vorgeschrittenere Stufe der Umbildung von Staubblättern in Federborsten erkennen lassen.

### Morphologie der Plazenta und der Samenanlagen.

Die »freie, zentrale Plazenta« ist bekanntlich viel diskutiert worden, und so kann uns nicht wundern, dass *Myzodendron* mit in die Diskussion gezogen wurde. Neue Gesichtspunkte kann ich allerdings nicht herbeibringen, fühle mich jedoch wegen der Darstellungen von JOHNSON und VAN TIEGHEM gezwungen, die Frage aufzunehmen. JOHNSON (14) betrachtet die Plazenta als axil, als eine Stammbildung, ohne dass er für seine Ansicht neue Argumente gibt; nach VAN TIEGHEM (16) ist sie eine Blattbildung; dies zu glauben steht gewiss nichts im Wege, aber VAN TIEGHEM findet in dem Gefässbündelverlauf einen positiven Beweis für ihre Blattnatur. Er schreibt über *Myzodendron* (16, S. 559): »L'axe de l'ovaire, où se réunissent les trois cloisons, est occupé par un système de trois faisceaux libéroligneux inverses, à bois très peu développé, superposés aux loges. Au-dessous du sommet libre du placenta, chacun de ses faisceaux s'incurve en dehors, entre dans un ovule, descend tout le long de sa face externe, et, parvenu à l'extrémité, se recourbe en crochet pour remonter sur la face interne jusque vers le quart ou le tiers de la longueur de l'ovule«. JOHNSON (14) erwähnt bei *M. punctulatum* solche Gefässbündel nicht, auch zeigen seine Abbildungen keine Spur davon.

In seiner bekannten Arbeit über die Santalaceen hat GUIGNARD (12, S. 183) die zentrale Plazenta kurz besprochen, und behauptet, betreffs ihrer Natur die Ansicht VAN TIEGHEM's bestätigen zu können. Seine Ansicht gründete dieser (9, 16) auf das Vorhandensein von inversen Gefässbündeln in der Plazenta; ganz unleugbar sind diese aber nicht. GUIGNARD weist nun auf seine Figuren hin, wo man den Bündelverlauf studieren soll. Diese beweisen aber wenig. *Thesium* hat nur »cellules étroites et allongées qui représentent le système vasculaire«, bei *Osyris* soll das Leitungsgewebe etwas besser entwickelt sein. Wenn aber Leptom und Hadrom nicht ausgebildet sind, wie wird man da von ihrer »inversen Lage« reden können? Und hierauf kommt es ja gerade an. Es ist gewiss nicht meine Absicht, die Blattnatur der Plazenta zu bestreiten; auch genügt es ja, dass man bei einer einzigen Art solche inverse Bündel findet; sind sie auch bei allen anderen reduziert oder ganz verschwunden, so bedeutet das ja wenig. Ferner ist der Fruchtknoten bei *Myzodendron* in seinem unteren Teil dreifächerig, die Plazenta mit den Fruchtblättern verbunden und nur in ihrem oberen Teil frei. Damit können wir auch annehmen, dass der

kompakte Boden der jungen Blüte auch von den Fruchtblättern gebildet wird (Fig. 6 c).

Wenn ich also gar nicht die Blattnatur der Plazenta bei *Myzodendron* bezweifle, muss ich aber gegen die von VAN TIEGHEM gebrachten Beweise einwenden, dass ich nicht verstehen kann, wo er sie hergeholt hat. Die Plazenta hat, sagt er, drei inverse Leitbündel, die ja sogar in die Samenanlagen eindringen. Leider gibt er nicht an, auf welche Art diese Beobachtung gemacht wurde. Ich selbst habe *M. brachystachium*, *linearifolium*, *quadriflorum* und *punctulatum* untersucht. Bei keinem habe ich Gefässe in den Leitbündeln entdecken können, bei dem letzten kann man sie

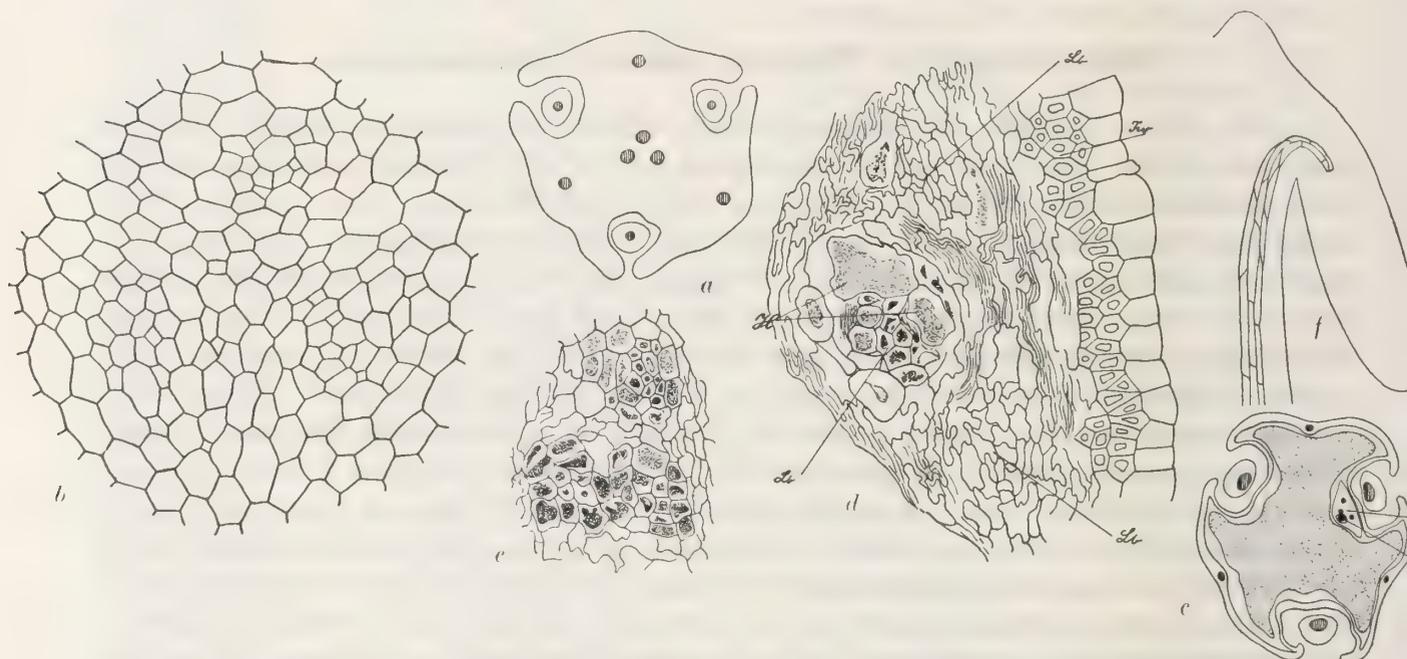


Fig. 9. a *M. quadriflorum*. Querschnitt durch den unteren Teil einer ♀-Blüte,  $\times 55$ ; b Zentralpartie von Fig. a,  $\times 360$ ; c *M. brachystachium*. Querschnitt durch eine ♀-Blüte,  $\times 25$ , p die Plazenta, h das Haustorium; d Plazenta, stark vergrößert ( $\times 360$ ), Lb Leitbündel, Frw Fruchtwand, H Haustorium; e Teil eines Querschnitts durch die Basis der ♀-Blüte von *M. brachystachium*, die drei placentalen Leitbündel zeigend,  $\times 360$ ; f Längsschnitt durch Plazenta und Samenanlage von *M. linearifolium*, das Leitbündel darstellend (halb schematisch). In Fig. a und c Leitbündel schraffiert.

kaum Leitbündel nennen. Die drei ersten haben dagegen, wie meine Abbildungen zeigen (Fig. 9), recht deutliche Leitbündel, von Hadrom oder Leptom kann man jedoch nicht reden, sie bestehen vielmehr, gerade wie bei *Thesium*, aus langgestreckten, inhaltsreichen Zellen, welche Begleitzellen nicht unähnlich sind. *M. brachystachium* scheint die am besten entwickelten zu besitzen; die drei Stränge auf Fig. 9 d haben allein dem Druck des Endosperms (vgl. Fig. 9 e) widerstehen können, das übrige Gewebe ist ganz deformiert. Gefässe oder Tracheiden habe ich trotz vielem Suchen nicht gefunden, und ob wir von Hadrom oder Leptom sprechen dürfen, lässt sich an meinem Material nicht feststellen. Es ist wirklich zu bedauern, dass die Darstellung von VAN TIEGHEM so knapp ist und, besonders, dass Figuren vollständig fehlen. —

Nach der gewöhnlichen Auffassung sind die Samenanlagen der Santalaceen, Myzodendraceen etc. von einem Nuzellus gebildet, Integumente fehlen aber ganz. Wir sahen oben, dass nach VAN TIEGHEM ein Gefässbündel in die Samenanlage eintritt und, den Aussenrand folgend, bis zu der Embryosackmutterzelle gelangt. »On sait qu'un nucelle est une émergence locale de la foliole ovulaire, toujours dépourvue de faisceaux» sagt VAN TIEGHEM (16, S. 546). Woher man dies weiss, erzählt er nicht; da aber die Myzodendraceen Gefässbündel in den Samenanlagen haben sollen, entbehren sie des Nuzellus, sie gehören der Gruppe Santalinées oder Innucellées an. VAN TIEGHEM rechnet hierher folgende Familien: Santalaceae, Arjoneaceae, Schoepfiaceae, Sarcophytaceae, Myzodendraceae, Opiliaceae, Anthobolaceae, Olacaceae, Aptandraceae, Harmandiaceae, die meisten von ihm geschaffen. Es ist schon längst bekannt, dass bei Casuarinaceen, Betulaceen u. s. w., Moraceen und Euphorbiaceen Gefässbündel durch den Funiculus in die Integumente hineintreten, und an Präparaten von *Waldsteinia* (Rosaceae) hat Prof. Dr. O. JUEL dasselbe konstatieren können. Der morphologische Wert ihrer Samenanlagen wird ja dadurch nicht beeinflusst. Warum soll man nun, wenn Integumente fehlen und die Samenanlagen trotzdem ein Leitbündel haben, von Innuzellaten reden? Hierzu kommt aber noch, dass, wenigstens für *Myzodendron*, die Angaben VAN TIEGHEM's unzutreffend sind; mit den anderen Familien der Gruppe habe ich mich nicht beschäftigt. Bei *M. brachystachium*, *linearifolium* und *quadriflorum* habe ich zwar primitive plazentale Leitbündel konstatieren können, sie treten aber höchstens in den Funicularteil ein (Fig. 9 f), bei *M. punctulatum* kann man überhaupt kaum von Leitbündeln reden. Den Embryosack bedeckt meistens eine Zellschicht; Fig. 10—12 zeigen ja sofort, dass der von VAN TIEGHEM beschriebene Verlauf eines Bündels um die Spitze herum rein mechanisch eine Unmöglichkeit ist. Und dasselbe gilt betreffs der anderen drei Arten: zusammen repräsentieren diese sämtliche vier Gattungen des erwähnten Autors. Es verdient in diesem Zusammenhang hervorgehoben zu werden, dass VAN TIEGHEM nicht-existierende Gefässbündel in den Samenanlagen beobachtete, dagegen das in die Augen fallende Haustorium nicht gesehen hat; sein Vorhandensein ist ihm unbekannt geblieben (16, S. 560), und die Arbeit von JOHNSON (14) kennt er offenbar nicht.

Bestehen also die Samenanlagen nach VAN TIEGHEM nur aus einem Abschnitt des Fruchtblattes, der nicht mit einem Nuzellus homolog ist, so sind sie andererseits nach JOHNSON (14, S. 185) nicht nur mit Nuzellus, sondern sogar mit einem Integument versehen, denn als solches deutet er die äusserste Zellschicht an der Aussenseite des Ovulums, und auf seiner Fig. 5 sieht man einen Spalt zwischen dieser Schicht und dem Nuzellus (im Sinne JOHNSON's). Seine Auffassung beruht sicher auf mangelhaften Beobachtungen; er hat nicht gezeigt, dass jene Schicht als ein Integument entsteht, der Spalt existiert in der Tat nicht, und auch an sehr frühen Stadien ist keine Andeutung von einem Integument vorhanden. Seine Figuren lassen etwas zu wünschen übrig, was nicht hindert, dass COULTER und CHAMBERLAIN mit seiner Darstellung fürlieb nehmen (17, S. 55). Ich verweise auf meine Figuren 10—12, an welchen kein Integument zu entdecken ist.

Soweit ich verstehe, trägt die Plazenta drei nackte, atrophe, leicht gebogene, hängende Samenanlagen, von welchen sich eine zu einem Samen ohne Testa entwickelt, der innerhalb der Fruchtwand eingeschlossen bleibt. Solche Samen darf man nun nach VAN TIEGHEM (16, S. 560) nicht Samen nennen; einen anderen Namen gibt er ihnen jedoch nicht.

### Entwicklung des Embryosacks und Embryos.

*M. punctulatum*. Es sind jetzt 24 Jahre verflossen, seitdem JOHNSON seine Arbeit (14) über die Embryologie dieser Pflanze veröffentlichte. Die technischen Hilfsmittel waren zu jener Zeit nicht sehr vollendet, der Verfasser hat keine Schnittserien darstellen können, und die von ihm mitgeteilten Entdeckungen fielen mir in einigen Fällen als sehr unwahrscheinlich auf, so dass ich eine Nachprüfung für sehr gewünscht hielt. Freilich hatte ich selbst kein erstklassiges Material zu meiner Verfügung; es war in 70 % Alkohol oder 3 % Formol konserviert worden, das Alkoholmaterial hat sich aber für meine Zwecke sehr gut gezeigt, in einigen Fällen sogar überraschend gute Bilder gegeben. Als Färbung wurde Eisenhämatoxylin + Lichtgrün benutzt. Sämtliche Bilder sind mit Zeichenapparat angefertigt worden.

JOHNSON beschreibt den birnförmigen Embryosack, wo er Eizelle, Synergiden und Zentralkern beobachtet hat (S. 185). Der letztere erfährt sukzessive Teilungen und es bildet sich eine einfache Reihe von Endospermzellen. »By the time this has happened, and as a result of fertilisation, a remarkable change is observable at the narrow antipodal end of the embryosac»: mit diesen Worten leitet JOHNSON (S. 191) die Beschreibung von dem Entstehen des Haustoriums ein. Es hat sich also nach ihm schon eine Reihe Endospermzellen gebildet, erst später, als ein »Resultat der Befruchtung«, verlängert sich das antipodale Ende — ein Resultat der Befruchtung war wohl doch auch hier das Entstehen des Endosperms? Die Darstellung ist hier nicht klar, auch sind die Abbildungen kaum befriedigend. Das Hinterende des Embryosacks wächst schlauchförmig aus, der Schlauch dringt in die Plazenta ein, biegt um und durchwächst die ganze Säule bis in den Blütengrund, wo er sich keulenförmig erweitern soll. Er besteht aus einer einfachen Zellreihe, die durch Teilungen einer Scheitelzelle entsteht. Nachdem das Wachstum beendet ist, verschwinden die Querwände, die Kerne werden frei und teilen sich wieder, so dass der Tubus schliesslich sehr viele Kerne enthält. Nur in seiner Spitze bleiben die Wände erhalten, und hier treten auch Längswände auf, sodass ein vielzelliger Körper entsteht. Dies alles hat JOHNSON auch abgebildet.

Wie ich jetzt zeigen werde, bin ich teilweise zu ganz anderen Resultaten als JOHNSON gekommen.

Das Material, welches mir die besten Bilder lieferte, war am <sup>16</sup>/<sub>12</sub> 1895 von P. DUSÉN unweit Punta Arenas eingesammelt worden. In dieser Gegend blüht *M. punctulatum* schon im Oktober. Die gefundenen Stadien in der Entwicklung des Embryosacks kann ich in zwei Gruppen einteilen; einerseits sind es Embryosäcke, die

unbefruchtet geblieben sind; andererseits solche, die schon ein wohlentwickeltes Endosperm und Embryo besitzen. Zwischenstadien fehlen, was ja mit Rücksicht auf die Blütezeit nicht überraschend ist.

Wenden wir uns erst der ersten Gruppe zu, so sehen wir auf Fig. 10 a einen reifen Embryosack von charakteristischem Umriss; er enthält Eizelle, Synergiden und Zentralkern mit zwei Nukleolen. Möglicherweise sind die stark gefärbten Körperchen an dem schmalen Ende Reste von den desorganisierten Antipoden. Die meisten Embryosäcke auf diesem Stadium weichen in einem wichtigen Punkt ab: das

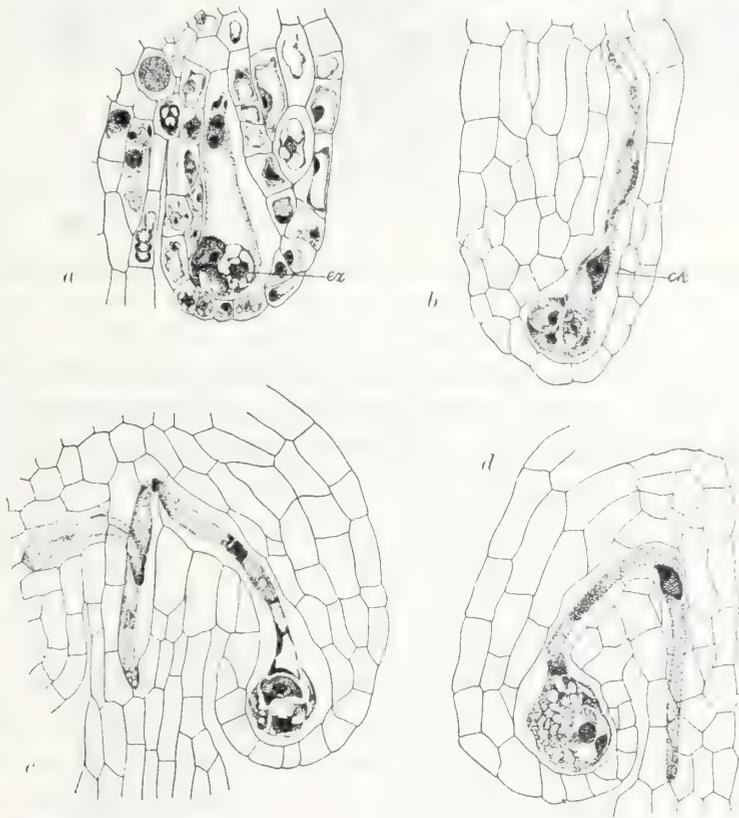


Fig. 10. *M. punctulatum*. Unbefruchtete Samenanlagen,  $\times 360$  (gez. bei 720). *ez* Eizelle, *ck* Zentralkern. Sonstige Erklärung in dem Text.

antipodale Ende hat sich schlauchförmig verlängert (Fig. 10 b–d) und ist oft  $\pm$  tief in die Plazenta hineingedrungen. In Fig. 10 c sieht man auf demselben Schnitt die Schläuche von zwei Samenanlagen entwickelt. Der Zentralkern ist unverändert geblieben; sein Platz wechselt etwas; in Fig. 10 d findet man ihn in dem plazentalen Tubusabschnitt. Es ist also der unbefruchtete Embryosack befähigt, sich eine Zeitlang zu entwickeln; der Tubus dürfte aber kaum weiter als auf Fig. 10 d wachsen. »Ein Resultat der Befruchtung« ist also das Haustorium streng genommen nicht; seine Entwicklung hört aber bald auf, und wenn man ein ausgebildetes trifft, findet man auch an seinem anderen Ende eine befruchtete Samenanlage. Von dieser Regel habe ich keine Ausnahme gefunden.

Leider ist das Material vom  $^{16}/_{12}$  schon zu alt, um die Entstehung der ersten Endospermzellen zu zeigen. Ich hege jedoch nicht den geringsten Zweifel, dass die Teilungen wie bei den Santalaceen verlaufen (vgl. 12, Taf. 13). Mein jüngstes Stadium



Fig. 11. Befruchtete Samenanlagen von *M. punctulatum*, die Entwicklung des Endosperms (*end.*) und des Embryos (*emb.*) zeigend. *a, b*  $\times 480$  (gez. bei 720), *c*  $\times 240$  (gez. bei 360).

ist auf Fig. 11 a abgebildet. Hier ist ein achtzelliger Körper vorhanden, die mit Emb. bezeichneten Zellen stellen wahrscheinlich den Embryo dar. Durch eine Wand ist dieser Teil von dem Haustorium abgegrenzt; und es ist meine Überzeugung, dass

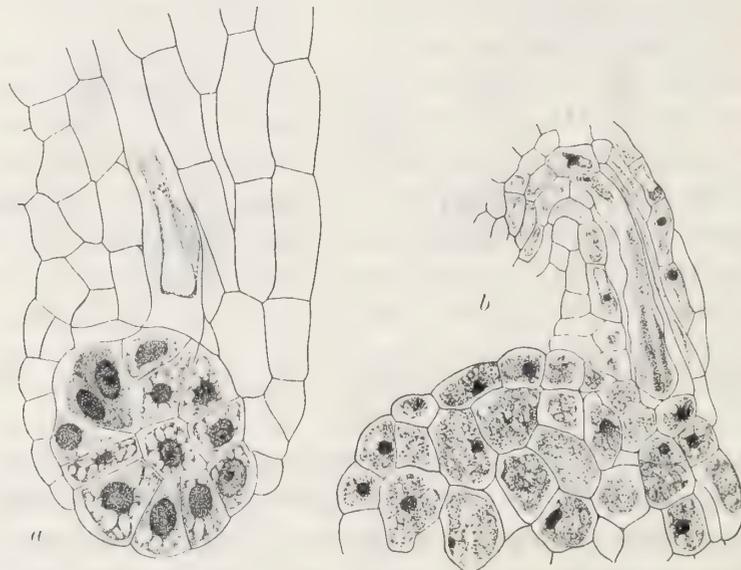


Fig. 12. *a* Befruchtete Samenanlage von *M. punctulatum*,  $\times 425$  (gez. bei 850); *b* oberster Teil vom Endosperm mit dem Haustorium im Januar,  $\times 180$  (gez. bei 360). In den Endospermzellen zahlreiche Stärkekörner.

diese Wand nach der ersten Teilung des sekundären Embryosackkerns entsteht, die untere Zelle entwickelt sich zum Endosperm, die obere wird zum Haustorium. Auf diesem Stadium ist das Endosperm noch von dem Nuzellusgewebe vollständig umgeben; bald wird die deckende Zellschicht durchrissen, wie Fig. 12 a zeigt. Hier ist das

Endosperm schon vielzellig; in den Zellen sind jetzt zahlreiche, grosse Vakuolen, so dass die Embryozellen durch ihr dichteres Plasma sehr klar hervortreten. In Fig. 11 b ist der Embryo mehrzellig; das Endosperm bedeckt noch der Nuzellus, was auf diesem Stadium vielleicht eine Ausnahme ist. Fig. 11 c stellt das vorgeschrittenste Stadium an dem Material vom <sup>16</sup>.12 dar; der Embryo hat seine definitive Lage am oberen-inneren Rand vom Endosperm, welches nur mit seinem basalen Ende im Nuzellus steckt. Auf diesem Schnitt ist das Haustorium nicht getroffen worden, sonst haben wir es an allen Abbildungen gesehen. An dem Material vom <sup>25</sup>.1 1896 füllt das Endosperm schon den Fruchtknoten fast ganz aus und der Embryo ist halb reif; meine Beobachtungen über seine Organisation stimmen mit bekannten Tatsachen überein. Viele interessanten Details sind wahrscheinlich noch zu erforschen; das vorhandene Material ist aber zu schlecht konserviert, um sichere Schlüsse zu erlauben. So konnte ich z. B. die Verwachsung der Kolyledonon nicht bestätigen. Die von HOOKER (5) beschriebene »Embryohülle« scheint mir durch JOHNSON ihre richtige Erklärung gefunden zu haben. Die wahre Natur der Klebscheibe wie das endogene Entstehen der Primärwurzel bedarfen weiterer Untersuchung, wozu sicher neues Material erforderlich ist.

Wir werden jetzt die Entwicklung des Endospermhaustoriums an befruchteten Samenanlagen verfolgen. Wir haben oben gesehen, dass auch der unbefruchtete Embryosack sein antipodales Ende in ein schlauchförmiges Haustorium verlängert, welches in die Plazenta hineinwächst, dass aber seine Entwicklung bald aufhört. Querwände oder auch Kernteilungen kommen nicht vor, das Haustorium bleibt einzellig und einkernig. Man würde nun vielleicht denken, dass es sich an befruchteten Samenanlagen anders verhält, dass hier die von JOHNSON beschriebenen Querwände entstehen u. s. w. Der Vorgang dürfte aber der folgende sein. Nachdem der sekundäre Embryosackkern sich geteilt hat, grenzt sich die obere Zelle (das künftige Endospermhaustorium) durch eine Wand ab; ob das antipodale Ende schon eine Verlängerung erfahren hat, weiss ich nicht; dies ist auch von untergeordneter Bedeutung. Das Haustorium dringt in die Plazenta ein und wächst schnell zu einem langen, schmalen Tubus aus, welcher immer einem der primitiven Leitbündel, die bei dieser Art kaum differenziert sind, folgt. Man sieht an Längsschnitten, dass der Tubus von Zellen begrenzt wird, die etwas mehr gestreckt und auch inhaltsreicher sind als das übrige Plazentargewebe. Wenn der Embryo wie auf Fig. 11 c aussieht, hat der Tubus schon die Basis der Plazenta erreicht. Das Haustorium bleibt immer einzellig. Man könnte hier einwenden, dass mir frühere Stadien fehlen, und dass vielleicht die Querwände schon resorbiert wurden. Aber, wo bleiben denn die vielen Kerne? Denn es lässt sich ja ohne Schwierigkeit an den Schnittserien feststellen, dass mehr als ein Kern nie existiert (Fig. 13 a, b). Seine Lage wechselt etwas; häufig traf ich ihn in der oberen Hälfte des plazentalen Teils von dem Haustorium (Fig. 13 a).

Ebensowenig stimmen JOHNSON's Angaben über die Spitze des Haustoriums mit meinen Beobachtungen überein; den vielzelligen Körper (14, Fig. 14 a) habe ich vergebens gesucht. Dagegen sehen wir auf meinen Fig. 13 a und 14 unregelmässige Ausbuchtungen an der Spitze; das Haustorium fängt an, sich zu verzweigen.

Erst auf dem Material vom  $^{25}/_1$  ist eine reiche Verzweigung zustande gekommen, durch welche das Haustorium mit den Gefäßbündeln des Blütengrundes in Verbindung treten kann (Fig. 13 c). Es bleibt die ganze Zeit einzellig und einkernig. Ich zweifle nicht daran, dass das Haustorium noch funktioniert; sein oberes Ende hat dasselbe Aussehen wie früher (Fig. 13 a); das Objekt war besonders günstig, eine Samenanlage, deren Entwicklung etwas verspätet worden war, so dass ihr Endosperm nur einen kleinen Teil der Ovarhöhlung ausfüllte. Sonst sind die meisten Samen halbreif; die Plazenta liegt als dünner Strang gegen die Wand des Fruchtknotens gepresst und ihre Gewebe sind durch den Druck schon etwas deformiert. Der Tubus selbst scheint jedoch immer zu funktionieren (Fig. 12 b). Und dass bei *Myzodendron* das Haustorium eine nutritive Funktion, die von erheblicher Bedeutung für die Entwicklung des Endosperms ist, besitzt, scheint mir seine ganze Organisation wie auch seine Langlebigkeit zu zeigen.

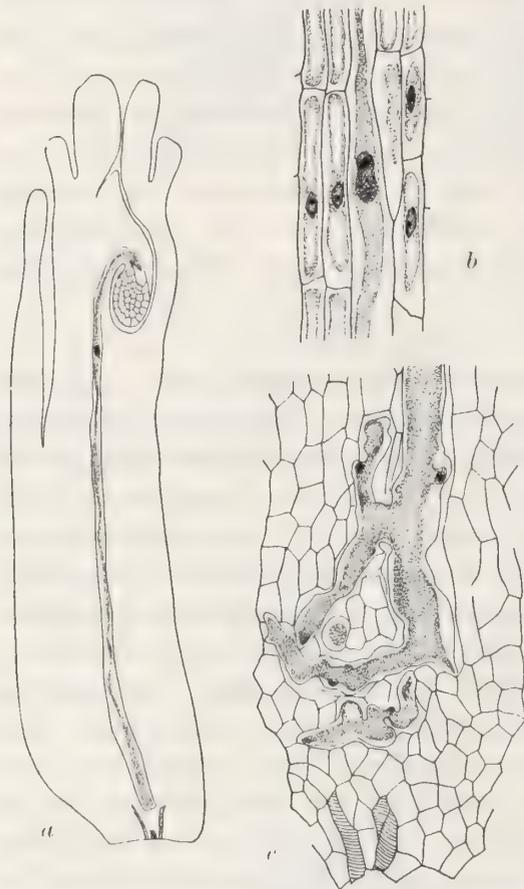


Fig. 13. *M. punctulatum*. a Längsschnitt durch ♀-Blüte im December mit Samenanlage und Endospermhaustorium,  $\times 55$ ; b Kern des Haustoriums auf Fig. a,  $\times 360$ ; c Spitze des Haustoriums Ende Januar,  $\times 360$ , gez. bei 110 resp. 720.

*M. brachystachium*. Leider stand mir von dieser Art kein brauchbares Material auf Blütestadium zur Verfügung, sondern nur halb reife Früchte, im März 1902 bei Ushuaia gesammelt. Das Endosperm des einzigen entwickelten Samens füllt den Fruchtknoten vollständig aus und schmiegt sich seiner Wandung so dicht an, dass es in seinem Umriss die Form der Kavität genau wiedergibt (Fig. 9 c). Der Embryo ist durchaus nicht so weit entwickelt wie bei *M. punctulatum* im Januar; er ist ein mehrzelliger Körper, bei dem noch keinerlei Organe angelegt sind. Die Plazenta liegt gegen die Fruchtwand gepresst. Ihre Gewebe haben mancherlei Störungen erlitten, und von dem Haustorium sind auf Längsschnitten nur Bruchstücke zu sehen. Auf Querschnittserien (Fig. 9 d) gelingt es aber den Verlauf des Schlauches genau festzustellen. Die Verhältnisse bei *M. punctulatum* kehren hier wieder; das Haustorium ist auch hier einzellig,

und seine Spitze verzweigt sich; dagegen dringt es bei *M. brachystachium* vielleicht nicht durch die ganze Plazenta; schon halbwegs unten kann man die Spitze mit ihren kurzen Abzweigungen treffen. Oberhalb dieser Zone sind die bei dieser Art recht gut ausgebildeten Leitbündel ziemlich stark deformiert, insbesondere die beiden von keinem Haustorium begleiteten, die wohl funktionslos geworden sind. Weiter unten, wo die Plazenta übrigens weniger stark zusammengedrückt ist, sind

alle drei Leitbündel sehr deutlich verfolgbare, bis sie sich vereinigen (Fig. 9 c). An anderen Schnitten traf ich die Spitze des Haustoriums etwas tiefer unten. Es ist ja gut möglich, dass es auch bei dieser Art den Blütengrund erreicht. Wir wollen nicht vergessen, dass sich an meinen Schnitten der Embryo noch auf niedriger Entwicklungsstufe befindet. Jedenfalls steht es fest, dass bei *M. punctulatum* das



Fig. 14. *M. punctulatum*. Teil eines Längsschnitts durch eine ♀-Blüte im Dezember, die untere Hälfte des plazentalen Abschnitts von dem Endospermhaustorium darstellend,  $\times 240$  (gez. bei 720).

Haustorium früher die Gefäßbündel führende Region des Blütengrundes aufsucht, bei *M. brachystachium* später. Man darf vielleicht annehmen, dass dies mit der höheren Differenzierung der plazentalen Leitbündel bei der letztgenannten Art in Zusammenhang steht.

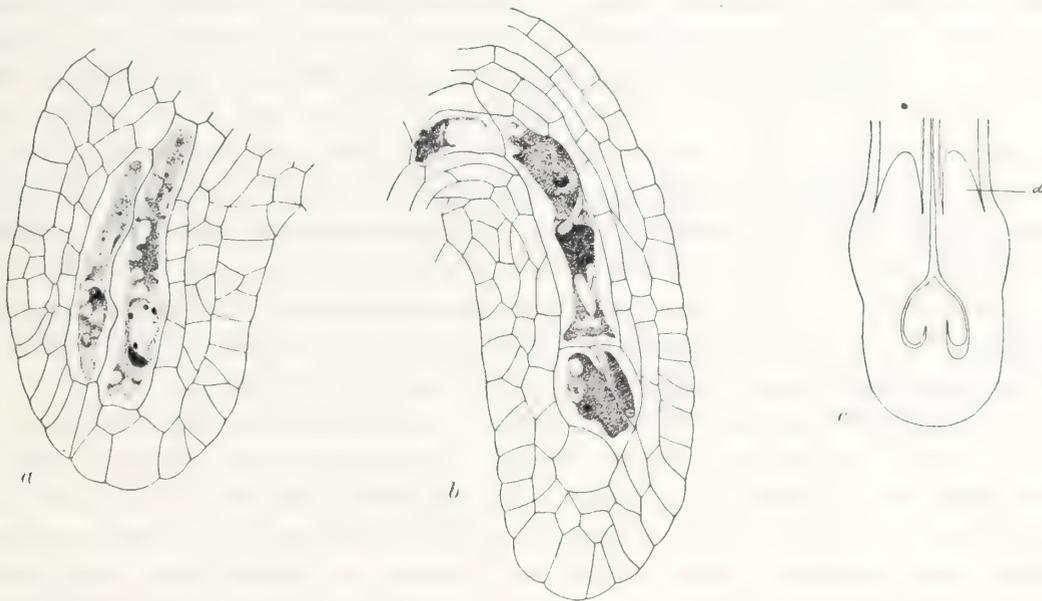


Fig. 15. *a, b M. quadriflorum*. Samenanlage mit zwei Embryosackmutterzellen (*a*) und einer Tetrade (*b*, 4 oder 5 Zellen?),  $\times 360$  (gez. bei 720); *c Arjona pusilla*, halbschemat. Längsschnitt durch die Blüte,  $\times 12$ : *d* ringförmiger Diskus.

Es kommt vor, dass zwei Schläuche tief herunter wachsen; JOHNSON hat solche Fälle bei *M. punctulatum* beobachtet; dass beide die Basis der Plazenta erreichen, habe ich nicht gesehen, und ich habe auch nie mehr als einen sich weiter entwickelnden Embryo wahrgenommen.

*M. quadriflorum*. Das untersuchte Material befindet sich in voller Blüte und wurde von DUSÉN am  $27/11$  1895 bei Punta Arenas eingesammelt. Die Entwicklung ist hier später als bei *M. punctulatum*, denn ich habe keinen einzigen fertigen Embryosack gefunden, sondern nur die Mutterzellen und ihre Teilungsstadien. Die Ver-

hältnisse erinnern stark an die von GUIGNARD (12) für *Thesium* beschriebenen. Nicht selten findet man dabei zwei Embryosackmutterzellen (Fig. 15 a), die auch beide geteilt werden können — ob immer, weiss ich natürlich nicht; jedenfalls abortiert eine Tetrade. Von den Tetradenzellen entwickelt sich wohl meistens die unterste zum Embryosack, indessen sieht es auf Fig. 15 b aus, als sollte hier die zweitunterste zu dieser Rolle bestimmt sein. Dass bei der Tetradenteilung auch Längswände gebildet werden können, verdient vielleicht Aufmerksamkeit (Fig. 15 b).

### Die systematische Stellung der Myzodendraceen.

Über die Selbständigkeit der Familie kann man wohl keinen Zweifel hegen. Durch die Organisation des vegetativen Systems, durch ihre nackten, regelmässigen 3-zähligen Blüten, ihre monothechischen Antheren und die merkwürdigen Staminodien der weiblichen Blüte, die sog. »Setae hypogynae«, sind die Myzodendraceen gegen ihre Verwandten deutlich abgegrenzt. Früher wurden sie den Loranthaceen zugezählt. Tatsächlich erinnern sie habituell stark an Vertreter dieser Familie, darauf beschränkt sich wohl hauptsächlich die Ähnlichkeit. Später hat man sie unter den Santalaceen aufgeführt, bis HIERONYMUS (13) ihre Selbständigkeit aufwies; die Familie *Myzodendraceae* wurde jedoch immer den Santalales zugerechnet und in der Nähe von Santalaceae gestellt. Zwar sind die *Myzodendron*-Arten in ihrer Tracht von allen Santalaceen völlig verschieden; ihre systematische Stellung scheint trotzdem gut begründet. Die durch meine kleine Untersuchung gewonnenen Resultate lassen uns vielleicht die Verwandtschaft noch besser erkennen, indem wir jetzt wissen, dass in der Embryologie wichtige Übereinstimmungen sich vorfinden, besonders was die Ausbildung des Haustoriums betrifft. Endospermhaustorien von ganz demselben Typus sind meines Wissens nur bei Santalaceen und *Myzodendron* sicher bekannt.

Der epigyne Diskus der ♀-Blüte hat zu vielen Diskussionen Veranlassung gegeben. Die bei den Santalaceen bekannten Diskusbildungen wurden wohl immer als Auswüchse des Rezeptakels oder des Perianths erklärt, und einen solchen Ursprung können wir ja für den Diskus bei *Myzodendron* nicht beanspruchen. Es ist deshalb von Interesse, dass gerade bei *Arjona*, in deren Nähe man nach Verwandten von *Myzodendron* suchen möchte, der Diskus von VAN TIEGHEM (16, S. 548) als eine dem Ovar angehörige Bildung, die nichts mit dem Rezeptakel zu tun hat, erklärt wird. Soweit ich aus meinem Spiritusmaterial von *A. pusilla* Hook. fil. und *tuberosa* Cav. schliessen kann, ist eine solche Deutung in diesem Fall wohl möglich (vgl. Fig. 15 c).

Ich habe oben (S. 3) geäussert, dass einige Darstellungen, die sich mit *Myzodendron* beschäftigen, kaum als völlig gelungen betrachtet werden können. Dasselbe wird man ohne Zweifel von dieser Arbeit sagen; ich glaube, dass erst neues, systematisch zusammengebrachtes und besser konserviertes Material eine ganz einwandfreie Darstellung ermöglichen wird.

## Litteraturverzeichniss.

- 1830 (1). DE CANDOLLE, A. P. Collections de mémoires pour servir à l'histoire du règne végétal. VI (Loranthacées). Paris.
- 1835 (2). POEPPIG, E., et ENDLICHER, S. Nova genera et species plantarum. I. Leipzig.
- 1837 (3). DE LESSERT, B. Icones selectae plantarum. III. Paris.
- 1836—40 (4). ENDLICHER, S. Genera plantarum. Wien.
- 1845—47 (5). HOOKER, J. D. The botany of the Antarctic Voyage. I. London.
- 1846 (6). » Mémoire sur l'organisation des Myzodendron. Ann. sci. nat. Bot. Ser. III. T. V. Paris.
- 1854 (7). GRISEBACH, A. Systematische Bemerkungen über die beiden ersten Pflanzensammlungen PHILIPPI's und LECHLER's. Abh. Ges. Gött. T. VI. Göttingen.
- 1861—62 (8). BAILLON, H. Mémoire sur les Loranthacées. Adansonia II. Paris.
- 1869 (9). VAN TIEGHEM, PH. Anatomie de la fleur des Santalacées. Ann. sci. nat. Bot. Sér. V. T. XII. Paris.
- 1878 (10). EICHLER, A. W. Blüthendiagramme. II. Leipzig.
- 1880—83 (11). BENTHAM, G., et HOOKER, J. D. Genera plantarum. III. London.
- 1885 (12). GUIGNARD, L. Observations sur les Santalacées. Ann. sci. nat. Bot. Ser. VII. T. II. Paris.
- 1889 (13). HIERONYMUS, G., Myzodendraceae. ENGLER und PRANTL, Nat. Pflanzenfam. III: 1. Leipzig.
- 1889 (14). JOHNSON, T. The nursing of the Embryo and some other points in Myzodendron punctulatum Banks et Sol. Ann. of Bot. III.
- 1892 (15). BAILLON, H. Histoire des plantes XI. Paris.
- 1896 (16). VAN TIEGHEM, PH. Sur les phanérogames à ovule sans nucelle. Bull. Soc. bot. Fr. 43. Paris.
- 1903 (17). COULTER, J. M., and CHAMBERLAIN, CH. J. Morphology of Angiosperms. New York.
- 1905 (18). SKOTTSSBERG, C. Feuerländische Blüten. Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolarexp. IV: 2. Stockholm.
- 1907 (19). VELENOVSKÝ, J. Vergleichende Morphologie der Pflanzen. II. Prag.

## Tafelerklärung.

1. *Myzodendron angulatum* PHIL. ♀, Gipfel eines Zweiges mit zwei Blütenständen (einem unvollständigen) und einem Innovationszweig; × 2.
- 2—5. Gesamtblütenstände von
  2. *M. brachystachium* DC. ♂; × 2;
  3. *M. quadriflorum* DC. ♂; × 2;
  4. *M. linearifolium* DC. ♀; × 2;
  5. *M. punctulatum* BANKS et SOL.; × 10.
- 6—13. Partialblütenstände von
  6. *M. brachystachium* DC. ♂; × 5
  7. » » DC. ♀; × 5) aus Valdivia;
  8. *M. linearifolium* DC. mit Zwitterblüten; × 20;
  9. *M. quadriflorum* DC. ♀; × 10;
  10. » » DC. ♂; × 10;
  11. *M. angulatum* PHIL. ♂; × 8;
  - 12—13. *M. angulatum* PHIL. ♀ (auf Fig. 13 die Blüten weggelassen); × 10.
14. *M. quadriflorum* DC., weibliche Blüte; × 25.
15. *M. brachystachium* DC., männliche Blüte von oben gesehen; × 15.

## Druckfehler.

- S. 3, Z. 14 von oben lies meiner statt meinen.  
 S. 6, Z. 21 » » » während statt während dem.  
 S. 13, Z. 11 » unten » Blütenstandachse statt Blütenachse.

Tryckt den 10 september 1913.





KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. No 5.

---

RECHERCHES SUR LA CONSTITUTION  
DES AMAS GLOBULAIRES

PAR

H. v. ZEIPEL

---

AVEC 10 PLANCHES

---

COMMUNIQUÉ LE 9 AVRIL 1913 PAR K. BOHLIN ET V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD

---

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1913



## Introduction.

1. La distribution apparente des étoiles dans les amas globulaires a été étudiée pour la première fois par M. E. PICKERING.<sup>1</sup> Dans les amas  $\omega$  Centaure, 47 Toucan, Messier 13 il a déduit par observation la densité apparente, c'est-à-dire le nombre d'étoiles sur l'unité de surface à distances diverses du centre de l'amas. Il est arrivé à la conclusion que la loi de distribution est approximativement la même pour les amas différents et aussi pour les étoiles brillantes et les étoiles faibles.

De la même manière M. W. E. PLUMMER<sup>2</sup> a étudié l'amas M. 13 à l'intérieur d'un cercle de 4',3 de rayon au moyen d'un cliché pris avec le grand équatorial de Yerkes.

Plus tard nous avons montré<sup>3</sup> comment déduire la densité vraie dans l'espace en connaissant par les observations la densité apparente sur la sphère céleste. Nous avons aussi essayé, pour la première fois,<sup>4</sup> de trouver la loi physique de la distribution, en comparant les amas  $\omega$  Centaure et M. 3 à des masses gazeuses en équilibre isothermique. Auprès du centre la distribution des étoiles a été représentée ainsi d'une manière satisfaisante. Au contraire, vers les bords, ces amas sont moins denses que ne l'exige la théorie en question.

M. H. C. PLUMMER,<sup>5</sup> dans un mémoire important, a montré comment la densité vraie dans l'espace se déduit simplement si l'on connaît par l'observation les nombres d'étoiles situées entre des plans équidistants parallèles à la ligne de visée. Il a appliqué aussi quelques cas particuliers de la loi adiabatique en comparant les amas globulaires avec des masses gazeuses en équilibre convectif. Pour l'amas  $\omega$  Centaure il a représenté ainsi d'une manière excellente la distribution apparente en admettant pour la densité vraie  $f(r)$  la formule de SCHUSTER

$$f(r) = N(1 + r^2)^{-\frac{5}{2}}. \quad (1)$$

<sup>1</sup> Harvard Annals, vol. XXVI, p. 213 (1893) [voir aussi un mémoire de M. S. BAILEY, Astronomy and Astrophysics, Vol. XII, p. 689].

<sup>2</sup> Monthly Notices, Vol. LXV, p. 810 (1905).

<sup>3</sup> Annales de l'Obs. de Paris, vol. XXV, p. 29 (1906).

<sup>4</sup> Comptes Rendus de l'Acad. d. Sciences, vol. CXLIV, p. 361 (1907).

<sup>5</sup> Monthly Notices, Vol. LXXI, p. 460 (1911).

Pour quelques autres amas l'application de la même formule ne réussit pas aussi bien. Notamment pour l'amas M. 3 cette formule est complètement en défaut. M. H. C. PLUMMER a employé aussi la formule de RITTER

$$f(r) = \frac{\sin r}{r},$$

qui rentre aussi comme cas particulier de la loi adiabatique. Il a montré que la distribution des étoiles dans  $\omega$  Centaure ne s'explique pas par cette loi.

Enfin, tout récemment, M. T. J. J. SEE<sup>1</sup> a prouvé que les amas globulaires ne sont pas comparables aux masses gazeuses monoatomiques en équilibre convectif.

## Chapitre I.

2. Pour étudier en détail les amas globulaires il faut avoir recours aux instruments les plus puissants. Pour les recherches dont je publierai maintenant les résultats, M. E. B. FROST a bien voulu mettre à ma disposition des copies positives sur verre de clichés faits par M. G. W. RITCHEY avec le grand refracteur de Yerkes. Les copies de M. 2, M. 3 et une première copie de M. 13 ont l'échelle originale des clichés, où  $1^{\text{mm}} = 10''_{,66}$ . Une seconde copie de M. 13, contenant beaucoup plus d'étoiles que la première, et la copie pour M. 15 avaient été agrandies  $1_{,616}$  resp.  $3_{,000}$  fois. Sur les cinq copies en question l'amas exposé a été résolu complètement hors des cercles de rayons  $30''$ ,  $20''$ ,  $0''$ ,  $40''$ ,  $60''$ . Mais, au dedans de ces cercles le fond du cliché est plus ou moins complètement couvert par les images des étoiles faibles. Les copies mentionnées ne s'étendent que jusqu'aux distances  $6'_{,4}$ ;  $5'_{,3}$ ;  $10'_{,0}$ ;  $6'_{,2}$ ;  $3'_{,8}$  du centre. Pour l'étude des parties extérieures des groupes M. 2, 13 et 15 ont servi des clichés faits avec l'équatorial de l'observatoire d'Upsala ( $1^{\text{mm}} = 47''_{,4}$ ). La distribution apparente des étoiles dans les parties extérieures de M. 3 a été tirée d'un catalogue publié auparavant.<sup>2</sup> De cette manière nous avons trouvé que les amas M. 2, 3, 13, 15 s'étendent au moins jusqu'aux rayons de  $12'$ ,  $13'$ ,  $17'$ ,  $12'$ .

Les étoiles ont été partagées, d'après leurs grandeurs, en trois ou quatre classes, ainsi que les étoiles les plus brillantes appartiennent à la première classe etc. Comme point de départ j'ai déterminé le nombre des étoiles visibles de chaque classe dans des anneaux circulaires autour du centre. Chaque nombre est la moyenne de trois déterminations indépendantes. Le résultat de ce dénombrement des étoiles se trouve dans les colonnes 3—15 de la table I. La colonne 2 donne les rayons des cercles limitant les anneaux. L'unité employée est  $2^{\text{mm}}_{,012}$  ( $= 0'_{,3563}$  pour M. 2, 3, 13;  $0'_{,3563} : 3$  pour M. 15). Les étoiles les plus faibles de l'amas M. 3 ont été exclues, vu la difficulté de distinguer leurs images des défauts du cliché.

<sup>1</sup> Proceedings of the American Philos. Soc. Vol. LI, No 204 (1912).

<sup>2</sup> Annales de l'Obs. de Paris. Vol. XXV, p. 28.

## I.

Anneau	Rayons	Messier 2			Messier 3			Messier 13				Messier 15		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
1	1,04	102			35	77	53	37	24	35				
2	2,04	113			36	100	108	58	53	83				
3	3,05	73	73	102	27	59	114	43	53	78	225	51		
4	4,05	32	55	108	15	38	62	40	35	73	195	38	67	
5	5,04	24	39	82	11	23	60	32	36	62	164	44	52	48
6	6,05	26	34	82	8	32	38	25	18	32	135	27	54	67
7	7,05	13	17	49	3	16	42	11	20	44	127	30	40	89
8	8,04	6	10	46	7	15	29	19	11	28	79	25	40	91
9	9,04	10	14	40	5	12	23	14	11	25	67	19	38	81
10	10,04	10	8	24	0	15	18	10	8	16	47	18	37	87
11	11,03	5	8	18	2	3	22	9	6	13	44	23	19	84
12	12,02	8	5	8	3	2	15	5	5	25	30	24	34	95
13	13,02	8	3	6	2	7	14	5	7	14	25	12	31	63
14	14,00	2	7	9	1	4	11	4	1	15	28	17	21	66
15	15,02	0	4	11	3	8	12	4	8	5	24	13	16	73
16	16,02	4	4	8	—	—	—	4	1	11	13	13	24	59
17	17,01	3	1	3	—	—	—	1	2	11	12	10	20	48
18	18,02	3	2	2	—	—	—	0	4	6	—	11	12	52
19	19,01	—	—	—	—	—	—	2	3	7	—	14	22	44
20	20,01	—	—	—	—	—	—	3	0	5	—	8	14	41
21	21,02	—	—	—	—	—	—	0	5	3	—	11	8	46
22	22,02	—	—	—	—	—	—	4	2	3	—	10	24	37
23	23,01	—	—	—	—	—	—	1	5	1	—	6	13	45
24	24,01	—	—	—	—	—	—	1	2	6	—	10	12	42
25	25,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	6	33
26	26,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5	35
27	27,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9	38
28	28,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	10	29
29	29,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	13	26
30	30,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	6	21
31	31,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	4	18
32	32,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	7	19

Dans les anneaux près du centre les images se superposent souvent, et beaucoup d'étoiles ont ainsi été invisibles. Nous avons admis que, dans une certaine classe et dans un certain anneau, le nombre total des étoiles est au nombre des étoiles visibles comme la surface totale de l'anneau est à la surface non couverte par les images des étoiles de cette classe et des classes plus brillantes. En mesurant l'étendue moyenne des images de chaque classe, il a été possible ainsi de compter aussi les étoiles cachées. Dans la table II on trouve à la troisième ligne les diamètres moyens des images de chaque classe, exprimés en secondes d'arc, et dans les lignes suivantes les nombres calculés des étoiles cachées.

## II.

Anneau	Messier 2			Messier 3			Messier 13				Messier 15		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
	2'',4	1'',8	1'',6	2'',5	1'',7	1'',3	2'',2 3,4	1'',5 2,4	1'',5 1,8	— 1'',3	2'',4	1'',8	1'',4
1	39			4	23	20	3	3	8				
2	12			1	10	15	3	4	9				
3	3	6	10	1	2	6	1	2	5	38	19		
4	—	2	5	—	—	1	—	1	2	21	6	27	
5	—	1	2	—	—	1	—	—	1	10	7	15	18
6	—	—	2	—	—	—	—	—	—	4	2	9	17
7	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	2	5	18
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	15
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	10
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	10
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	8
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	9
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1

En faisant la somme des nombres correspondants des deux tables on obtient le nombre des étoiles pour chaque anneau et chaque classe. La dernière ligne de la table III contient les nombres des étoiles des diverses classes dans certaines régions. Les lignes précédentes de la même table donnent les rapports trouvés en divisant le nombre d'étoiles d'un certain anneau et d'une certaine classe par le nombre correspondant de la dernière ligne. Après l'inspection de ces rapports il faut conclure que les étoiles des grandeurs différentes sont ordonnées suivant la même loi pour la plus grande partie de l'amas. Seulement près du centre, au dedans des cercles de rayon 1',1 pour M. 2 et de rayon 0',7 pour les trois autres amas, le rapport du nombre des étoiles brillantes au nombre des étoiles faibles tend à croître. Il en faut conclure que l'état physique de l'amas est autrement constitué auprès du centre que dans les régions extérieures.

Les anneaux circulaires employés pour compter les étoiles n'ont pas tout-à-fait la même largeur, ainsi que le montre la seconde colonne de la Table I. Afin de simplifier les calculs d'interpolation il convient de déduire des tables I et II les nombres d'étoiles dans une série d'anneaux ayant une largeur commune. Dans la table IV on trouve, à la première colonne pour chaque amas, le nombre total des étoiles contenues dans chaque anneau, la largeur des anneaux étant 0',3563. Les étoiles cachées y sont comprises aussi. Dans la seconde colonne pour chaque amas on retrouve

## III.

Messier 2				Messier 3				Messier 13				Messier 15				
Anneaux	1	2	3	Anneaux	1	2	3	Anneaux	1	2	3	4	Anneaux	1	2	3
1	0,92	—	—	1	0,44	0,42	0,16	1	0,18	0,12	0,09	—	3—4	0,42	—	—
2	0,81	—	—	2	0,42	0,47	0,26	2	0,27	0,25	0,20	—	5—6	0,29	0,31	0,12
3	0,49	0,37	0,22	3	0,32	0,26	0,26	3	0,19	0,24	0,18	0,20	7—8	0,21	0,22	0,17
4	0,21	0,27	0,22	4—5	0,30	0,26	0,27	4	0,18	0,16	0,16	0,17	9—10	0,14	0,19	0,15
5	0,16	0,19	0,17	6—8	0,21	0,27	0,23	5	0,14	0,16	0,14	0,14	11—12	0,18	0,14	0,16
6—7	0,25	0,24	0,27	9—15	0,18	0,22	0,25	6—7	0,16	0,17	0,17	0,21	13—16	0,20	0,23	0,22
8—10	0,17	0,15	0,22	—	—	—	—	8—9	0,15	0,10	0,12	0,11	17—20	0,16	0,16	0,15
11—18	0,21	0,16	0,13	—	—	—	—	10—13	0,13	0,12	0,15	0,11	21—26	0,19	0,16	0,19
—	—	—	—	—	—	—	—	14—17	0,05	0,05	0,09	0,06	27—32	0,13	0,12	0,12
—	—	—	—	—	—	—	—	18—24	0,05	0,09	0,07	—	—	—	—	—
4—18	154	214	506	3—15	88	236	468	3—17	227	225	460	1291	9—32	274	414	1223

ces nombres corrigés graphiquement. La table V, arrangée comme la précédente, se rapporte aux clichés déjà mentionnés pris à Upsala ou à Paris. Pour M. 2, 13, 15 la largeur des anneaux est de  $2^{\text{mm}},012 = 1',583$ ; pour M. 3, au contraire, elle est exactement  $2'$ . Les nombres mis entre parenthèses dans les tables IV et V sont incertains, mais l'incertitude n'a pas d'influence appréciable sur le résultat final des recherches.

## IV.

An- neaux	Messier 2 $A^{(1)}$		Messier 3 $A^{(1)}$		Messier 13 $A^{(1)}$		Messier 15 $A^{(1)}$	
1	(500)	(500)	202	202	(200)	(200)		
2	(400)	(400)	270	270	(400)	(400)	(550)	(550)
3	269	269	211	203	442	442	514	514
4	205	205	119	128	370	370	460	446
5	151	158	97	97	311	300	324	334
6	144	120	78	78	214	237	254	257
7	82	91	62	62	207	188	208	210
8	63	70	52	51	140	146	200	175
9	64	54	40	41	118	115	146	146
10	43	41	33	33	82	91	123	123
11			27	27	73	74	91	103
12	53	57	20	23	66	62	—	—
13			23	21			—	—
14	35	37	16	20	100	97	—	—
15			23	19			—	—
16	31	25	—	—	69	69	—	—
17			—	—			—	—
18	14	18	—	—	48	52	—	—

Anneau	Messier 2 $A^{(1)}$		Messier 3 $A^{(1)}$		Messier 13 $A^{(1)}$		Messier 15 $A^{(1)}$	
19	—	—	—	—	43	42	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	37	37	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	35	34	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	34	32	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	24	30	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—

## V.

Anneau	Messier 2 $A^{(1)}$		Messier 3 $A^{(1)}$		Messier 13 $A^{(1)}$		Messier 15 $A^{(1)}$	
1	—	—	(1041)	(1041)	—	—	—	—
2	(340)	(340)	269	269	—	—	(240)	(240)
3	109	109	113	113	(260)	(260)	106	106
4	50	50	72	72	118	121	53	54
5	35	34	48	47	87	85	47	42
6	27	31	30	31	59	61	31	36
7	30	31,3	23	22	52	48	44	33,5
8	39	32,8	—	18	33	39	35	33
9	34	35,0	—	17	23	33	31	34
10	33	37,2	—	17	40	30	36	36
11	42	40,0	—	—	57	57	45	39
12	45	43,0	—	—	—	—	49	43
13	41	46,4	—	—	58	58	48	46,5
14	50	50,0	—	—	—	—	48	50
15	55	53,8	—	—	62	66	50	54
16	54	57,4	—	—	—	—	50	57,7
17	—	—	—	—	84	76	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—

3. Désignons maintenant par  $A(r)$  le nombre des étoiles à l'intérieur du cercle de rayon  $r$  (exprimé en minutes d'arc). Soit de plus  $F(r)ds$  le nombre des étoiles sur l'élément  $ds$  du cliché à la distance  $r$  du centre.  $F(r)$  sera appelé alors la *densité apparente* de l'amas à cette distance  $r$ . On a évidemment

$$F(r) = \frac{1}{2\pi r} \frac{dA}{dr}. \quad (2)$$

Regardons la suite  $A(0), A(\omega), A(2\omega), \dots$ ,  $\omega$  étant la largeur des anneaux. Les tables IV et V nous donnent, à la seconde colonne pour chaque amas, les différences

premières  $A^{(1)}\left(\frac{\omega}{2}\right)$ ,  $A^{(1)}\left(\frac{3\omega}{2}\right)$ , ... de cette suite. Il est facile de former les différences successives  $A^{(2)}$ ,  $A^{(3)}$ , ... et d'obtenir ensuite par la formule connue

$$\omega \left/ \frac{dA}{dr} \right. = A^{(1)}\left[\left(n + \frac{1}{2}\right)\omega\right] - \frac{1}{24}A^{(3)}\left[\left(n + \frac{1}{2}\right)\omega\right] + \frac{3}{640}A^{(5)}\left[\left(n + \frac{1}{2}\right)\omega\right] \dots \quad (3)$$

$$r = \left(n + \frac{1}{2}\right)\omega$$

des valeurs de la fonction  $\frac{dA}{dr}$ . Cela étant, la formule (2) nous donne les valeurs de la densité apparente  $F(r)$  pour  $r = \frac{\omega}{2}$ ,  $\frac{3\omega}{2}$ ,  $\frac{5\omega}{2}$ , ...

Désignons maintenant par  $f(r)dv$  le nombre des étoiles contenues dans l'élément de volume  $dv$  à la distance  $r$  du centre, et appelons  $f(r)$  la densité vraie de l'amas à cette distance. On aura alors évidemment

$$F(r) = 2 \int_0^{\sqrt{R^2 - r^2}} f(\sqrt{l^2 + r^2}) dl = 2 \int_r^R f(\rho) \frac{\rho d\rho}{\sqrt{\rho^2 - r^2}}, \quad (4)$$

$R$  désignant le rayon de l'amas. La fonction  $F(r)$  étant donnée, la relation (4) servira pour déterminer  $f(r)$ . La solution de l'équation intégrale (4) peut s'écrire sous la forme<sup>1</sup>

$$f(r) = -\frac{1}{\pi} \int_r^R \frac{F'(l) dl}{\sqrt{l^2 - r^2}} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\sqrt{R^2 - r^2}} P(\sqrt{l^2 + r^2}) dl, \quad (5)$$

en posant

$$P(r) = -\frac{1}{r} \frac{dF(r)}{dr}. \quad (6)$$

Après avoir calculé  $\frac{dF}{dr}$  par la formule générale (3) pour les valeurs  $r = \omega$ ,  $2\omega$ ,  $3\omega$ , ... on a trouvé par la relation (6) les valeurs correspondantes de la fonction  $P(r)$ . Enfin, étant donnée l'équation (5) on a pu obtenir les valeurs de  $f(r)$  par la formule approchée

$$f(r) = \frac{\omega}{r} \left\{ \sum_{i=0,1,2,\dots} P(\sqrt{i^2 \omega^2 + r^2}) - \frac{1}{2} P(r) \right\}$$

pour  $r = \omega$ ,  $2\omega$ ,  $3\omega$ , ... Les valeurs nécessaires de la fonction  $P$  ont été trouvées par interpolation graphique.

Les valeurs de  $f(r)$  ainsi obtenues par les clichés faits à Upsala ou à Paris ne sont pas comparables avec les valeurs de la même fonction fournies par les clichés américains qu'après multiplication par un certain facteur numérique. Ce facteur, donné à la cinquième ligne de la table VI, est le rapport des nombres contenus dans les lignes 3 et 4. Ces deux lignes donnent, pour chaque amas, le nombre des étoiles

<sup>1</sup> Annales de l'Obs. de Paris, vol. XXV, p. 30.

sur le cliché américain et sur le cliché pris à Upsala ou à Paris, qui sont contenues entre les limites indiquées dans la seconde ligne de la même table.

Les valeurs de la densité vraie  $f(r)$ , déduites ainsi des observations, se trouvent à la troisième colonne des tables VII—X.

## VI.

M. 2	M. 3	M. 13	M. 15
2',41—6',41	2',00—5',00	3',23—9',58	2',41—3',92
321	301	589	605
251	330	508	155
1,28	0,912	1,16	3,90

## VII.

## Messier 2

$\frac{r}{0,3563}$	$r$	$f(r)$	$A \varphi_n(\sigma r)$	$\Delta$	$A \Phi_5(\sigma r, \alpha)$	$\Delta'$
3	1,07	42,8	41,2	— 4%	41,2	— 4%
4	1,43	20,6	21,8	+ 6	21,8	+ 6
5	1,78	11,2	11,5	+ 3	11,5	+ 3
7	2,49	3,61	3,57	— 1	3,58	— 1
9	3,21	1,39	1,30	— 6	1,30	— 6
11	3,92	0,570	0,545	— 5	0,546	— 4
15	5,34	0,135	0,132	— 2	0,132	— 2
20	7,13	0,0294	0,0338	+ 15	0,0338	+ 15
25	8,91	0,0110	0,0115	+ 4	0,0115	+ 4
30	10,69	0,0052	0,0047	— 8	0,0047	— 8

## VIII.

## Messier 3

$\frac{r}{0,3563}$	$r$	$f(r)$	$A \varphi_n(\sigma r)$	$\Delta$	$A \Phi_5(\sigma r, \alpha)$	$\Delta'$
1	0,36	383	330	— 14%	390	+ 2%
2	0,71	97,9	113	+ 16	95,1	— 3
3	1,07	35,2	38,0	+ 8	32,7	— 7
4	1,43	12,1	14,8	+ 22	13,8	+ 14
5	1,78	6,52	6,73	+ 3	6,74	+ 3
7	2,49	2,33	1,96	— 16	2,14	— 8
9	3,21	0,981	0,787	— 20	0,891	— 9
11	3,92	0,394	0,388	— 2	0,437	+ 11
15	5,34	0,142	0,138	— 3	0,148	+ 4
20	7,13	0,0578	0,0572	— 1	0,0552	— 6
25	8,91	0,0263	0,0303	+ 15	0,0265	+ 1

IX.  
Messier 13

$\frac{r}{0,3563}$	$r$	$f(r)$	$A \varphi_n(\sigma r)$	$\Delta$	$A \Phi_5(\sigma r, \alpha)$	$\Delta'$
3	1,07	75,3	70,0	- 7%	74,1	- 1%
4	1,43	37,0	38,7	+ 5	38,3	+ 3
5	1,78	20,6	21,6	+ 5	20,6	0
7	2,49	7,32	7,21	- 2	6,97	- 5
9	3,21	2,85	2,84	0	2,78	- 2
11	3,92	1,25	1,28	+ 2	1,28	+ 2
15	5,34	0,334	0,356	+ 7	0,364	+ 9
20	7,13	0,109	0,106	- 2	0,110	+ 1
25	8,91	0,0455	0,0421	- 8	0,0434	- 5
30	10,69	0,0222	0,0201	- 9	0,0204	- 8
35	12,47	0,0112	0,0110	- 2	0,0109	- 3
40	14,25	0,0058	0,0066	+ 13	0,0064	+ 9

X.  
Messier 15

$\frac{r}{0,3563}$	$r$	$f(r)$	$A \varphi_n(\sigma r)$	$\Delta$	$A \Phi_5(\sigma r, \alpha)$	$\Delta'$
3	1,07	86,6	83,2	- 4%	87,1	+ 1%
4	1,43	46,5	45,1	- 3	44,3	- 5
5	1,78	22,2	24,7	+ 11	23,7	+ 7
7	2,49	7,64	8,15	+ 7	7,98	+ 4
9	3,21	3,41	3,21	- 6	3,19	- 6
11	3,92	1,66	1,45	- 13	1,47	- 12
15	5,34	0,364	0,412	+ 13	0,424	+ 16
20	7,13	0,127	0,127	0	0,130	+ 2
25	8,91	0,0553	0,0518	- 6	0,0520	- 6
30	10,69	0,0246	0,0255	+ 4	0,0248	+ 1

## Chapitre II.

4. Nous comparerons au chapitre III les densités observées des amas globulaires avec les densités des nébuleuses sphériques en équilibre convectif. Il nous faut donc étudier de plus près la théorie de ces nébuleuses.

Soit, dans une telle boule de gaz,  $x$  le rayon d'une couche sphérique d'épaisseur  $dx$ ,  $\rho$  sa densité,  $M$  la masse totale intérieure à la sphère de rayon  $x$ . Nous aurons

$$\frac{dM}{dx} = 4\pi x^2 \rho. \quad (7)$$

Appelant  $p$  la pression, l'équation de l'Hydrostatique donne

$$\frac{dp}{dx} = -k^2 \rho \frac{M}{x^2}, \quad (8)$$

$k^2$  étant la constante de la gravitation.

Nous supposons que la nébuleuse se trouve en équilibre adiabatique, au moins hors d'un certain rayon, de sorte que, dans ce domaine,

$$p = K \rho^\gamma, \quad (9)$$

$K$  étant constant, et  $\gamma$  désignant le rapport des deux chaleurs spécifiques du gaz à pression constante et à volume constant.

En éliminant  $p$  et  $M$  entre les relations (7), (8) et (9), et en choisissant les unités d'une manière convenable, on aura pour la densité l'équation différentielle bien connue

$$\frac{d^2(x \rho^n)}{dx^2} + x \rho = 0, \quad (10)$$

où

$$\gamma = 1 + \frac{1}{n}$$

Pour  $n = \infty$  on a  $\gamma = 1$ . L'équation (9), comparée avec la loi de BOYLE-CHARLES, montre que la température est alors constante dans toute l'étendue du gaz. La nébuleuse se trouve dans ce cas en équilibre isothermique. La densité satisfait à l'équation

$$\frac{d^2(y \log \rho)}{dy^2} + y \rho = 0, \quad (10')$$

laquelle se déduit de l'équation (10) en introduisant d'abord

$$y = x V \bar{n}, \quad \rho^n = e^{\frac{1}{n} \log \rho} = 1 + \frac{1}{n} \log \rho + \dots,$$

et en mettant enfin  $n = \infty$ .

5. Pour évaluer les solutions de l'équation (10) il faut en général avoir recours aux quadratures mécaniques. L'équation (10) appartient au type

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = z, \quad (11)$$

$z$  étant une fonction connue de  $x$  et  $y$ . Nous indiquerons par quelques mots com-

ment on pourra intégrer numériquement une telle équation. Considérons la solution pour laquelle

$$y = b, \quad \frac{dy}{dx} = b' \quad \text{pour } x = a.$$

On a évidemment

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= b' + \int_a^x z dx', \\ y &= b + b'(x - a) + \int_a^x \int_a^{x'} z dx'' dx'. \end{aligned} \tag{12}$$

Mettons  $x = a + i\omega$ ,  $\omega$  étant une quantité réelle fixée convenablement et  $i$  un nombre entier arbitraire. Les différences successives de la fonction  $z$  par rapport à la quantité  $\omega$  forment le tableau suivant

${}^2z[a]$	${}^1z\left[a + \frac{1}{2}\omega\right]$	$z[a]$	$z^1\left[a + \frac{1}{2}\omega\right]$	$z^2[a]$
${}^2z[a + \omega]$	${}^1z\left[a + \frac{3}{2}\omega\right]$	$z[a + \omega]$	$z^1\left[a + \frac{3}{2}\omega\right]$	$z^2[a + \omega]$
${}^2z[a + 2\omega]$	$\vdots$	$z[a + 2\omega]$	$\vdots$	$z^2[a + 2\omega]$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
${}^2z[a + (i-1)\omega]$	${}^1z\left[a + \left(i - \frac{3}{2}\right)\omega\right]$	$z[a + (i-1)\omega]$	$z^1\left[a + \left(i - \frac{3}{2}\right)\omega\right]$	$z^2[a + (i-1)\omega]$
${}^2z[a + i\omega]$	${}^1z\left[a + \left(i - \frac{1}{2}\right)\omega\right]$	$z[a + i\omega]$	$z^1\left[a + \left(i - \frac{1}{2}\right)\omega\right]$	$z^2[a + i\omega]$

Étant donnée la relation (12), une formule connue de la théorie d'interpolation conduit à l'expression

$$y(a + i\omega) = b + b' \cdot i\omega + \omega^2 \left\{ {}^2z[a + i\omega] + \frac{1}{12} z[a + i\omega] - \frac{1}{240} z^2[a + i\omega] + \frac{31}{60480} z^4[a + i\omega] + \dots \right\}$$

(voir TISSERAND, Mécanique céleste IV p. 189 formule  $(A_2)$ ).

En prenant deux fois les différences successives de cette expression on obtient la formule dont nous ferons usage:

$$y^2[a + i\omega] = \omega^2 \left\{ z[a + i\omega] + \frac{1}{12} z^2[a + i\omega] - \frac{1}{240} z^4[a + i\omega] + \frac{31}{60480} z^6[a + i\omega] \dots \right\}. \tag{13}$$

Cette formule donne la solution numérique de l'équation (11) en supposant que les valeurs de  $y(a)$  et de  $y(a + \omega)$  sont déjà connues. Son application est très facile, dès

que  $\omega$  est si petit que les différences  $z^4$  et  $z^6$  peuvent être négligées. En effet, supposons que  $y[a]$ ,  $y[a + \omega]$ , ...  $y[a + i\omega]$  ont été déjà calculés et qu'il s'agit de calculer  $y[a + (i + 1)\omega]$ . Étant donnée l'expression de  $z$  comme fonction de  $x$  et  $y$  on connaît les quantités  $z[a]$ ,  $z[a + \omega]$ , ...  $z[a + i\omega]$  et leurs différences successives. Pour  $y^2[a + i\omega]$  la formule (13) donne la valeur approchée  $\omega^2 z[a + i\omega]$ . Dans le tableau des quantités  $y$  et leurs différences on connaît donc approximativement aussi  $y^1\left[a + \left(i + \frac{1}{2}\right)\omega\right]$  et  $y[a + (i + 1)\omega]$ . En posant cette valeur de  $y[a + (i + 1)\omega]$  dans l'expression de  $z$  comme fonction de  $x$  et  $y$  on aura une valeur approchée de  $z[a + (i + 1)\omega]$ . Après cela on peut calculer approximativement  $z^1\left[a + \left(i + \frac{1}{2}\right)\omega\right]$  et  $z^2[a + i\omega]$ . Cela étant, la formule (13) permet d'obtenir une valeur suffisamment exacte de  $y^2[a + i\omega]$ . On aura donc aussi des valeurs suffisamment exactes de  $y^1\left[a + \left(i + \frac{1}{2}\right)\omega\right]$  et de  $y[a + (i + 1)\omega]$ . En connaissant *a priori*  $y[a]$  et  $y[a + \omega]$  on peut continuer ainsi et calculer une suite de valeurs des fonctions  $y$  et  $z$  jusqu'à ce que l'accumulation des erreurs inévitables de calcul devient trop grande. Ces erreurs sont d'ailleurs renfermées entre des limites, dont les valeurs absolues croissent linéairement avec l'indice  $i$ .

6. L'équation (10) a été étudiée par M. R. EMDEN dans son travail »Gaskugeln» (Leipzig 1907). Dans ce qui suit nous nous appuyerons sur quelques résultats obtenus par ce savant.

D'abord il y a une classe de solutions de l'équation (10), où la fonction  $\varrho$  reste holomorphe pour  $x = 0$ . Pour elles la densité  $\varrho$  a une valeur maxima au centre. Ces solutions sont données par la formule

$$\varrho = \sigma^{2n-1} \varphi_n(\sigma x), \quad (14)$$

en désignant par  $\sigma$  un paramètre arbitraire et par  $\varrho = \varphi_n(x)$  la solution telle que  $\frac{d\varrho}{dx} = 0$ ,  $\varrho = 1$  pour  $x = 0$ .

Il est facile d'obtenir pour  $\varphi_n(x)$  le développement

$$\varphi_n(x) = x \left\{ 1 - \frac{1}{6} x^2 + \frac{n}{120} x^4 - \frac{n(8n-5)}{5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9} x^6 + \frac{n(122n^2 - 183n + 70)}{9 \cdot 9!} x^8 - \frac{n(605n^3 - 1947n^2 + 1981n - 630)}{9 \cdot 11!} x^{10} + \dots \right\},$$

valable au voisinage de  $x = 0$ .

En calculant  $\varphi_n(\omega)$  au moyen de cette formule, on peut évaluer successivement  $\varphi_n(2\omega)$ ,  $\varphi_n(3\omega)$ , ... par les méthodes du numéro précédent en y introduisant

$$y = x[\varphi_n(x)]^{1/n}, \quad z = \frac{y^n}{x^{n-1}}.$$



## XII.

$\zeta_n(x)$							
$x$	$n = 5$	5,5	6	6,5	7	7,5	8
0,00	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,25	0,9497	0,9449	0,9402	0,9355	0,9308	0,9261	0,9215
0,50	0,8187	0,8035	0,7887	0,7744	0,7605	0,7470	0,7339
0,75	0,6508	0,6270	0,6045	0,5834	0,5635	0,5446	0,5268
1,00	0,4871	0,4603	0,4360	0,4136	0,3931	0,3742	0,3568
1,25	0,3506	0,3258	0,3037	0,2840	0,2665	0,2507	0,2365
1,50	0,2468	0,2264	0,2087	0,1932	0,1796	0,1676	0,1569
1,75	0,1723	0,1567	0,1434	0,1320	0,1220	0,1134	0,1057
2,00	0,1202	0,1088	0,09937	0,09120	0,08419	0,07807	0,07273
2,5	0,05990	0,05442	0,04982	0,04587	0,04249	0,03953	0,03696
3,0	0,03125	0,02880	0,02670	0,02485	0,02324	0,02181	0,02055
3,5	0,01716	0,01618	0,01527	0,01444	0,01368	0,01298	0,01235
4,0	0,009907	0,009602	0,009257	0,008912	0,008567	0,008237	0,007922
4,5	0,005980	0,005982	0,005905	0,005795	0,005658	0,005512	0,005360
5,0	0,003757	0,003887	0,003935	0,003939	0,003907	0,003856	0,003790
6	0,001641	0,001824	0,001946	0,002026	0,002073	0,002098	0,002106
7	0,000799	0,000957	0,001078	0,001166	0,001228	0,001272	0,001300
8	0,0004241	0,0005476	0,0006508	0,0007296	0,0007900	0,0008355	0,0008688
9	0,0002410	0,0003357	0,0004205	0,0004875	0,0005413	0,0005834	0,0006158
10	0,0001447	0,0002174	0,0002866	0,0003429	0,0003898	0,0004272	0,0004570
12	0,0000595	0,0001042	0,0001509	0,0001909	0,0002261	0,0002550	0,0002790
14	0,0000279	0,0000571	0,0000898	0,0001192	0,0001462	0,0001688	0,0001880
16	0,0000144	0,0000345	0,0000583	0,0000807	0,0001020	0,0001201	0,0001358
18	0,0000081	0,0000226	0,0000405	0,0000582	0,0000754	0,0000902	0,0001032
20	0,00000478	0,0000157	0,0000296	0,0000439	0,0000581	0,0000704	0,0000814

7. L'expression (14), qui ne renferme qu'un seul paramètre, donne seulement une classe de solutions particulières de l'équation différentielle (10). Pour ces solutions particulières l'origine  $x=0$  est un point ordinaire. La solution générale de l'équation (10) a l'origine comme point singulier. Dans les recherches que nous avons en vue il est avantageux de définir la solution générale de la manière suivante. Soit d'abord

$$\varrho = \Phi_n(x, \alpha) \quad (15)$$

la solution telle que

$$\varrho^n = \alpha, \quad \frac{d\varrho^n}{dx} = \frac{-2}{n-1} \alpha, \quad (16)$$

pour  $x=1$ . La solution générale peut alors s'écrire de la manière suivante:

$$\rho = \sigma^{n-1} \Phi_n(\sigma x, \alpha), \tag{17}$$

$\sigma$  et  $\alpha$  étant des paramètres arbitraires.

Au voisinage du point ordinaire  $x=1$  la solution (15) peut être calculée moyennant le développement

$$y = x[\Phi_n(x, \alpha)]^{1/n} = \alpha + \frac{n-3}{n-1} \alpha(x-1) - \frac{1}{2} \alpha^n (x-1)^2 + \frac{n+1}{6(n-1)} \alpha^n (x-1)^3 + \\ + \left\{ -\frac{n}{6(n-1)} \alpha^n + \frac{n}{24} \alpha^{2n-1} \right\} (x-1)^4 + \left\{ \frac{5n^2-7n}{30(n-1)^2} \alpha^n - \frac{7n^2-5n}{120(n-1)} \alpha^{2n-1} \right\} (x-1)^5 + \dots \tag{18}$$

Au moyen de cette série nous avons évalué la fonction  $y$  pour des valeurs  $x=a$  et  $x=a+\omega$  assez voisines de  $x=1$ . Enfin, étant donnée l'équation différentielle

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = z = -\frac{y^n}{x^{n-1}}, \tag{19}$$

il a été possible d'obtenir par l'algorithme du numéro 5 les valeurs de la fonction (15) pour  $x=a+2\omega, a+3\omega, \dots$

Nous avons réuni dans la table XIII des valeurs de la fonction  $\frac{\Phi_n(x, \alpha)}{\alpha^n}$  pour  $n = \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, 3$  et  $4$  et pour diverses valeurs du paramètre  $\alpha$ . Pour  $\alpha=0$  on a tout simplement

$$\int_{\alpha=0}^{\alpha} x \frac{\Phi_n(x, \alpha)^{1/n}}{\alpha} = 1 + \frac{n-3}{n-1} (x-1).$$

Enfin, pour montrer plus clairement comment varient ces fonctions, nous avons construit les courbes des Planches II—V en y mettant comme abscisses  $^{10}\log r$  et comme ordonnées les valeurs de  $\frac{1}{2} ^{10}\log \left( \frac{\Phi_n(x, \alpha)}{\alpha^n} \right)$ .

XIII.

x	$\frac{1}{\alpha^n} \Phi_n(x, \alpha)$									
	n = 1,5			n = 2,5		n = 3		n = 4		
	$\alpha=0$	$\alpha=1$	$\alpha=4$	$\alpha=0$	$\alpha=0,25$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$
0,1	225,06	117,74	56,61	609,33	443,22	—	—	—	—	—
0,2	70,09	43,65	26,06	100,94	82,53	125,00	69,57	—	—	—
0,3	33,22	23,59	16,41	34,27	30,03	37,04	25,54	18,74	12,82	7,982
0,4	18,52	14,56	11,33	15,59	14,31	15,62	12,35	9,676	7,622	5,648
0,5	11,18	9,510	8,050	8,318	7,880	8,000	6,925	5,720	4,952	4,127

$x$	$\frac{1}{\alpha^n} \Phi_n(x, \alpha)$									
	$n=1,5$			$n=2,5$		$n=3$		$n=4$		
	$\alpha=0$	$\alpha=1$	$\alpha=4$	$\alpha=0$	$\alpha=0,25$	$\alpha=0$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$
0,6	7,021	6,342	5,717	4,903	4,750	4,630	4,261	3,682	3,394	3,060
0,7	4,472	4,224	3,987	3,095	3,044	2,915	2,794	2,514	2,413	2,290
0,8	2,828	2,756	2,685	2,053	2,038	1,953	1,920	1,792	1,763	1,726
0,9	1,736	1,724	1,712	1,413	1,410	1,372	1,366	1,321	1,316	1,310
1,0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1,1	0,5076	0,5030	0,4985	0,7239	0,7229	0,7513	0,7487	0,7739	0,7714	0,7684
1,2	0,1924	0,1824	0,1726	0,5335	0,5304	0,5787	0,5711	0,6100	0,6030	0,5942
1,3	0,02134	0,01353	0,00711	0,3987	0,3938	0,4552	0,4425	0,4883	0,4769	0,4625
1,4	—	—	—	0,3015	0,2950	0,3644	0,3475	0,3964	0,3810	0,3623
1,5	—	—	—	0,2300	0,2225	0,2963	0,2760	0,3255	0,3073	0,2856
1,6	—	—	—	0,1768	0,1686	0,2441	0,2214	0,2701	0,2500	0,2265
1,7	—	—	—	0,1366	0,1281	0,2035	0,1792	0,2263	0,2050	0,1808
1,8	—	—	—	0,1059	0,09752	0,1715	0,1461	0,1912	0,1693	0,1450
1,9	—	—	—	0,08240	0,07420	0,1458	0,1200	0,1627	0,1408	0,1170
2,0	—	—	—	0,06415	0,05635	0,1250	0,09913	0,1394	0,1178	0,09493
2,5	—	—	—	0,01789	0,01298	0,06400	0,04094	0,07016	0,05219	0,03575
3,0	—	—	—	0,004115	0,001916	0,03704	0,01833	0,03932	0,02569	0,01483
3,5	—	—	—	0,000495	0,000026	0,02332	0,008588	0,02380	0,01368	0,006616
4,0	—	—	—	—	—	0,01563	0,004108	0,01528	0,007745	0,003117
4,5	—	—	—	—	—	0,01097	0,001962	0,01028	0,004606	0,001529
5,0	—	—	—	—	—	0,008000	0,000916	0,007173	0,002850	0,000771
6	—	—	—	—	—	0,004630	0,000165	0,003815	0,001198	0,000205
7	—	—	—	—	—	0,002915	0,000015	0,002219	0,000553	0,000055
8	—	—	—	—	—	—	—	0,001380	0,000273	—
9	—	—	—	—	—	—	—	0,000904	0,000142	—
10	—	—	—	—	—	—	—	0,000618	0,000077	—
11	—	—	—	—	—	—	—	0,000437	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	0,000318	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	0,000237	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	0,000181	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	0,000140	—	—

8. Comme nous le verrons au Chapitre suivant, le cas  $n=5$  joue un rôle tout particulier dans la théorie des amas globulaires. Pour y pouvoir appliquer la méthode des moindres carrés il est nécessaire de calculer, pour  $n=5$ , non seulement la fonction  $\Phi_n(x, \bar{\alpha})$  mais aussi ses dérivées partielles par rapport à  $x$ ,  $\alpha$  et  $n$ .

Mettons, dans ce but

$$y_1 = x \frac{d[\Phi_n(x, \alpha)]^{1/n}}{dx}, \quad y_2 = x \frac{d[\Phi_n(x, \alpha)]^{1/n}}{d\alpha}, \quad y_3 = x \frac{d[\Phi_n(x, \alpha)]^{1/n}}{dn}. \quad (20)$$

On déduit facilement de la relation (19) les équations différentielles suivantes

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} + \left\{ n \left( \frac{y}{x} \right)^{n-1} - \frac{2}{x^2} \right\} y_1 = 0,$$

$$\frac{d^2 y_2}{dx^2} + n \left( \frac{y}{x} \right)^{n-1} y_2 = 0,$$

$$\frac{d^2 y_3}{dx^2} + n \left( \frac{y}{x} \right)^{n-1} y_3 + \frac{y^n}{x^{n-1}} \log \frac{y}{x} = 0.$$

De même, la formule (18) donne après différentiation les développements

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{-2}{n-1} \alpha + \left\{ \frac{2}{n-1} \alpha - \alpha^n \right\} (x-1) + \left\{ -\frac{2}{n-1} \alpha + \frac{n}{n-1} \alpha^n \right\} (x-1)^2 + \\ &+ \left\{ \frac{2}{n-1} \alpha - \frac{4n-1}{3(n-1)} \alpha^n + \frac{n}{6} \alpha^{2n-1} \right\} (x-1)^3 + \left\{ -\frac{2}{n-1} \alpha + \frac{5n^2-7n+1}{3(n-1)^2} \alpha^n - \frac{4n^2-3n}{12(n-1)} \alpha^{2n-1} \right\} (x-1)^4, \\ y_2 &= 1 + \frac{n-3}{n-1} (x-1) - \frac{n}{2} \alpha^{n-1} (x-1)^2 + \frac{n(n+1)}{6(n-1)} \alpha^{n-1} (x-1)^3 + \\ &+ \left\{ -\frac{n^2}{6(n-1)} \alpha^{n-1} + \frac{n(2n-1)}{24} \alpha^{2n-2} \right\} (x-1)^4 + \left\{ \frac{5n^3-7n^2}{30(n-1)^2} \alpha^{n-1} - \frac{(7n^2-5n)(2n-1)}{120(n-1)} \alpha^{2n-2} \right\} (x-1)^5 + \dots \\ y_3 &= \frac{2\alpha}{(n-1)^2} (x-1) - \frac{1}{2} \alpha^n \log \alpha (x-1)^2 + \left\{ -\frac{1}{3(n-1)^2} \alpha^n + \frac{n+1}{6(n-1)} \alpha^n \log \alpha \right\} (x-1)^3 + \\ &+ \left\{ \frac{1}{6(n-1)^2} \alpha^n + \frac{1}{24} \alpha^{2n-1} - \frac{n}{6(n-1)} \alpha^n \log \alpha + \frac{n}{12} \alpha^{2n-1} \log \alpha \right\} (x-1)^4 + \dots \end{aligned}$$

En mettant enfin  $n=5$  dans toutes ces formules elles deviennent

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{y^5}{x^4} = 0,$$

$$\frac{d^2 y_1}{dx^2} + \left\{ 5 \left( \frac{y}{x} \right)^4 - \frac{2}{x^2} \right\} y_1 = 0,$$

$$\frac{d^2 y_2}{dx^2} + 5 \left( \frac{y}{x} \right)^4 y_2 = 0, \tag{21}$$

$$\frac{d^2 y_3}{dx^2} + 5 \left( \frac{y}{x} \right)^4 y_3 + \frac{y^5}{x^4} \log \frac{y}{x} = 0,$$

$$\begin{aligned} y &= \alpha + \frac{1}{2} \alpha (x-1) - \frac{1}{2} \alpha^5 (x-1)^2 + \frac{1}{4} \alpha^5 (x-1)^3 + \left\{ -\frac{5}{24} \alpha^5 + \frac{5}{24} \alpha^9 \right\} (x-1)^4 \\ &+ \left\{ \frac{3}{16} \alpha^5 - \frac{5}{16} \alpha^9 \right\} (x-1)^5 + \dots \\ y_1 &= -\frac{1}{2} \alpha + \left\{ \frac{1}{2} \alpha - \alpha^5 \right\} (x-1) + \left\{ -\frac{1}{2} \alpha + \frac{5}{4} \alpha^5 \right\} (x-1)^2 + \left\{ \frac{1}{2} \alpha - \frac{19}{12} \alpha^5 + \frac{5}{6} \alpha^9 \right\} (x-1)^3 + \\ &+ \left\{ -\frac{1}{2} \alpha + \frac{91}{48} \alpha^5 - \frac{85}{48} \alpha^9 \right\} (x-1)^4 + \left\{ \frac{1}{2} \alpha - \frac{53}{24} \alpha^5 + \frac{143}{48} \alpha^9 - \frac{17}{24} \alpha^{13} \right\} (x-1)^5 + \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_2 = 1 + \frac{1}{2}(x-1) - \frac{5}{2}\alpha^4(x-1)^2 + \frac{5}{4}\alpha^4(x-1)^3 + \left\{ -\frac{25}{24}\alpha^4 + \frac{15}{8}\alpha^8 \right\} (x-1)^4 + \\
 + \left\{ \frac{15}{16}\alpha^4 - \frac{45}{16}\alpha^8 \right\} (x-1)^5 + \\
 y_3 = \frac{1}{8}\alpha(x-1) - \frac{1}{2}\alpha^5 \log \alpha \cdot (x-1)^2 + \left\{ -\frac{1}{48}\alpha^5 + \frac{1}{4}\alpha^5 \log \alpha \right\} (x-1)^3 + \\
 + \left\{ \frac{1}{96}\alpha^5 + \frac{1}{24}\alpha^9 - \frac{5}{24}\alpha^5 \log \alpha + \frac{5}{12}\alpha^9 \log \alpha \right\} (x-1)^4 + \left\{ -\frac{1}{240}\alpha^5 - \frac{11}{192}\alpha^9 + \frac{3}{16}\alpha^5 \log \alpha - \frac{5}{8}\alpha^9 \log \alpha \right\} (x-1)^5 \dots
 \end{aligned} \tag{22}$$

En partant de ces formules (21) et (22) il est possible de calculer, par la méthode du numéro 5, et pour une valeur donnée de  $\alpha$ , des valeurs de  $y$ ,  $y_1$ ,  $y_2$  et  $y_3$  pour des valeurs équidistantes  $a$ ,  $a + \omega$ ,  $a + 2\omega$ , ... de la variable  $x$ . Il faut seulement choisir  $a$  et  $a + \omega$  assez voisins de  $x = 1$ , de sorte que les développements (22) soient applicables.

Dans les applications au chapitre suivant, afin de former certaines équations de conditions, il a suffi de faire ces calculs en mettant d'une part

$$\alpha = 0,883, \quad a = + 0,903, \quad \omega = + 0,129,$$

et d'autre part

$$\alpha = 0,8433, \quad a = + 0,936, \quad \omega = + 0,156.$$

Nous avons obtenu ainsi, pour  $n = 5$ , les valeurs de la fonction  $\varphi_n(x, \alpha)$  et de ses dérivées par rapport à  $x$ ,  $\alpha$  et  $n$ .

9. Évidemment il sera possible, pour chaque valeur de  $n$ , de choisir  $\alpha = \alpha_0$  et  $\sigma = \sigma_0$  de sorte que les formules (14) et (15) donnent la même fonction de  $x$ . En introduisant dans les formules (16) l'expression de  $q^n$  tirée de l'équation (14) on parvient aux relations

$$\sigma_0 \frac{d \log \varphi_n(\sigma_0)}{d \sigma_0} = -\frac{2n}{n-1}, \tag{23}$$

$$\alpha_0 = \sigma_0^{\frac{2}{n-1}} [\varphi_n(\sigma_0)]^{1/n}, \tag{24}$$

qui donnent les valeurs cherchées de  $\alpha$  et  $\sigma$ . Il est facile de trouver la racine de l'équation (23) en partant des tables XI et XII. Les valeurs en question ont été calculées par M. EMDEN (loc. cit. p. 223). Nous les réimprimons ici en corrigeant deux fautes d'impression

$n$	$\sigma_0$	$\alpha_0$
1,5	2,8085	13,448
2	2,5375	2,3431
2,5	2,3498	1,4490
3	2,1620	1,1703
4	1,9184	0,9886
4,5	1,8158	0,9531
5	$\sqrt{3}$	0,9306 = $\sqrt[4]{\frac{3}{4}}$
6	1,5958	0,9063

10. Dans le cas spécial, où  $n=5$  et  $\alpha = \alpha_0 = \sqrt[4]{\frac{3}{4}}$ , les équations (21) peuvent être intégrées sous forme finie. Étant données les valeurs des fonctions (22) et de leurs dérivées pour  $x=1$ , on parvient sans difficultés sérieuses aux formules suivantes (pour  $n=5$ ,  $\alpha = \sqrt[4]{\frac{3}{4}}$ )

$$y = \frac{3^{3/4} \cdot x}{(1+x^2)^{1/2}},$$

$$y_1 = -\frac{3^{3/4} \cdot x^2}{(1+x^2)^{3/2}},$$

$$y_2 = -\frac{1-6x^2+x^4}{\sqrt{2}(1+x^2)^{3/2}},$$

$$y_3 = \frac{3^{3/4} \cdot x}{4(1+x^2)^{3/2}} \left\{ \log(1+x^2) + \frac{1}{4}(1-6x^2+x^4) \frac{1}{x} \operatorname{arctg} x - \frac{1}{4} + \frac{7}{12}x^2 \right\} - \frac{3^{3/4} \log 3}{16} \frac{x}{(1+x^2)^{1/2}} + A \frac{x(1-x^2)}{(1+x^2)^{3/2}} + B \frac{1-6x^2+x^4}{(1+x^2)^{3/2}},$$

en posant

$$A = \frac{3^{3/4}}{16} \left( \frac{2}{3} - \log 4 \right), \quad B = \frac{3^{3/4}}{32} \left( \frac{2}{3} + \log \frac{4}{3} - \pi \right).$$

Nous avons employé ces formules ainsi que les relations (20) pour calculer, dans le cas spécial considéré (où  $n=5$ ,  $\alpha = \sqrt[4]{\frac{3}{4}}$ ), les valeurs nécessaires (39) de la fonction  $\Phi_n(x, \alpha)$  et de ses dérivées par rapport à  $x$ ,  $\alpha$  et  $n$ , qui apparaissent au chapitre suivant dans les équations de conditions pour Messier 2.

11. Avant de terminer ce chapitre nous nous arrêterons encore un moment devant l'équation fondamentale (10). Nous montrerons que cette équation peut être intégrée au moyen des fonctions elliptiques dans le cas particulièrement intéressant où  $n=5$ .

Mettons, en effet,

$$\varrho = x^{-\frac{2n}{n-1}} \cdot \psi^n, \quad x = e^u. \quad (25)$$

L'équation (10) devient alors

$$\frac{d^2 \psi}{d u^2} + \frac{n-5}{n-1} \frac{d \psi}{d u} - \frac{2(n-3)}{(n-1)^2} \psi + \psi^n = 0. \quad (26)$$

Pour  $n=5$  cette équation se simplifie beaucoup et devient

$$\frac{d^2 \psi}{d u^2} - \frac{1}{4} \psi + \psi^5 = 0.$$

Après avoir multiplié par  $2 \frac{d \psi}{d u}$  on peut intégrer une fois, ce qui donne

$$\left( \frac{d \psi}{d u} \right)^2 - \frac{1}{4} \psi^2 + \frac{1}{3} \psi^6 = -\varepsilon, \quad (27)$$

$\varepsilon$  étant un paramètre arbitraire. En y mettant enfin

$$\psi^2 = \frac{\varepsilon}{\frac{1}{12} - p}, \quad (28)$$

on parvient, avec les notations

$$g_2 = \frac{1}{12}, \quad g_3 = \frac{4}{3} \varepsilon^2 - \frac{1}{216}, \quad (29)$$

à l'équation de la fonction elliptique  $p(u+c)$

$$\left( \frac{d p}{d u} \right)^2 = 4 p^3 - g_2 p - g_3.$$

Pour  $n=5$  la solution générale de l'équation (10) devient ainsi

$$\varrho = \pm \left[ \frac{x}{\varepsilon} \left\{ \frac{1}{12} - p(\log x + c, g_2, g_3) \right\} \right]^{\frac{5}{2}}, \quad (30)$$

$c$  et  $\varepsilon$  étant arbitraires.

Étudions de plus près la nature de cette solution! Évidemment il suffit de considérer seulement les valeurs de  $\varepsilon$ , qui sont réelles et  $< +\frac{1}{12}$ . En effet, l'équation (27) montre que

$$\varepsilon = \frac{1}{4} \psi^2 - \frac{1}{3} \psi^6 - \left( \frac{d \psi}{d u} \right)^2 < \frac{1}{4} \psi^2 - \frac{1}{3} \psi^6 < \frac{1}{12}.$$

Regardons maintenant l'équation fondamentale

$$4e^3 - g_2e - g_3 = 0. \quad (31)$$

Le discriminant

$$G = g_2^3 - 27g_3^2 = \frac{1}{3}\varepsilon^2(1 - 144\varepsilon^2) \quad (32)$$

est  $> 0$ , quand  $|\varepsilon| < \frac{1}{12}$ , et  $< 0$ , quand  $|\varepsilon| > \frac{1}{12}$ . Par suite, tant que  $|\varepsilon| < \frac{1}{12}$ , l'équation (31) a ses trois racines réelles; au contraire, tant que  $|\varepsilon| > \frac{1}{12}$ , deux racines sont complexes. En formant la dérivée  $\frac{de}{d\varepsilon^2}$  il est facile de voir comment les racines varient avec  $|\varepsilon|$ . Quand  $|\varepsilon|$  croît de zéro à  $+\frac{1}{12}$ , la plus grande racine  $e_1$  croît de  $+\frac{1}{12}$  à  $+\frac{1}{6}$ , la racine moyenne  $e_2$  décroît de  $+\frac{1}{12}$  à  $-\frac{1}{12}$ , tandis que la plus petite racine  $e_3$  croît de  $-\frac{1}{6}$  à  $-\frac{1}{12}$ . Enfin, quand  $|\varepsilon|$  croît de  $+\frac{1}{12}$ , à  $+\infty$ , la racine  $e_1$  croît de  $+\frac{1}{6}$  vers  $+\infty$ , tandis que les racines  $e_2$  et  $e_3$  restent imaginaires.

L'équation différentielle de  $p(u)$  montre que cette fonction ne peut être réelle que dans les limites

$$e_1 < p(u) < +\infty \quad \text{ou} \quad e_3 < p(u) < e_2,$$

tant que les invariants  $g_2$  et  $g_3$  sont réelles. Cela étant, deux cas sont à distinguer: Admettons d'abord que

$$0 < \varepsilon < +\frac{1}{12}.$$

L'équation (28) montre alors que  $p < \frac{1}{12}$ . On a ainsi

$$e_3 < p < e_2 < \frac{1}{12}.$$

Il faut donc que la partie imaginaire de  $c$  soit un multiple impair de la demie période imaginaire  $\omega_3$ . La densité  $\rho$  reste toujours finie et  $> 0$  pour  $0 < x < \infty$ . Enfin la fonction  $\rho x^{5/2}$  reste finie et  $> 0$  au voisinage de  $x=0$  et  $x=\infty$ . Dans ce cas la nébuleuse s'étend à l'infini.

Venons-en maintenant au deuxième cas, en supposant que

$$-\infty < \varepsilon < 0.$$

Alors il faut que  $p > \frac{1}{12}$  c'est-à-dire que

$$p > e_1 > \frac{1}{12}.$$

On peut donc admettre que  $c$  est réelle. La densité  $\varrho$  reste finie pour  $0 < x < \infty$ , mais possède les zéros du cinquième ordre

$$x_j = e^{-c+2j\omega_1}, \quad \pm j = 0, 1, 2, \dots, \infty,$$

qui sont les pôles réels de la fonction  $p(\log x + c)$ . On a d'ailleurs  $\lim_{x \rightarrow \infty} \varrho = 0$ , tandis que, pour  $x = 0$ , la fonction  $\varrho$  est indéterminée. Dans ce second cas la limite extérieure de la nébuleuse est à distance finie, puisque la densité  $\varrho$  est essentiellement positive.

Il reste maintenant à examiner les cas limites où le discriminant (32) s'annule. Pour les trois valeurs en question de  $\varepsilon$ , l'équation (27) peut être intégrée par des fonctions élémentaires. On arrive facilement aux solutions particulières suivantes:

$$\varepsilon = 0 \quad : \quad \varrho = (3\sigma^2)^{\frac{5}{4}} (1 + \sigma^2 x^2)^{-\frac{5}{2}},$$

$$\varepsilon = +\frac{1}{12} \quad : \quad \varrho = (2x)^{-\frac{5}{2}},$$

$$\varepsilon = -\frac{1}{12} \quad : \quad \varrho = (2x)^{-\frac{5}{2}} \left\{ \pm \frac{1 - \sin(\log \sigma x)}{2 + \sin(\log \sigma x)} \right\}^{\frac{5}{2}},$$

$\sigma$  étant un paramètre.

Nous donnerons enfin les relations qui lient entre eux les paramètres des solutions (15) et (30). Aux conditions initiales (16) de la fonction  $\varphi_n(x, \alpha)$  correspondent pour les fonctions  $\psi(u)$  et  $p(u+c)$  les conditions initiales

$$\psi = \alpha, \quad \frac{d\psi}{du} = 0, \quad \frac{d^2\psi}{du^2} = \frac{1}{4}\alpha - \alpha^5, \quad p'(u+c) = 0 \quad \text{pour } u = 0.$$

La relation cherchée entre  $\varepsilon$  et  $\alpha$  devient ainsi (voir (27))

$$\varepsilon = \frac{1}{4}\alpha^2 - \frac{1}{3}\alpha^6. \quad (33)$$

Enfin on pourra mettre

$$c = \omega_3 \quad \text{si} \quad 0 < \alpha < \frac{1}{\sqrt{2}},$$

$$c = \omega_2 \quad \text{si} \quad \frac{1}{\sqrt{2}} < \alpha < \sqrt[4]{\frac{3}{4}}$$

et

$$c = \omega_1 \quad \text{si} \quad \sqrt[4]{\frac{3}{4}} < \alpha < +\infty.$$

### Chapitre III.

12. Nous allons maintenant rechercher si, dans les amas globulaires considérés, les étoiles sont distribuées suivant la loi adiabatique. Essayons d'abord si les densités observées  $f(r)$ , données dans les tables VII—X, peuvent se mettre sous la forme

$$f(r) = A \varphi_n(\sigma r) = A \varphi_n(x), \quad (34)$$

$\varphi_n(x)$  étant la fonction définie au numéro 6. On aura alors à déterminer d'une manière convenable les constantes arbitraires  $A$ ,  $\sigma$  et  $n$ . Désignons par  $(C_n)$  la courbe de la Planche I représentant d'une manière déjà expliquée la fonction  $\varphi_n(x)$ . Marquons d'une manière analogue, comme sur la Planche VI, pour chacun des amas considérés une suite de points ayant  $\log r$  comme abscisse et  $\frac{1}{2} \log f(r)$  comme ordonnée. En réunissant ces points on aura pour chaque amas une courbe que nous appellerons  $(C)$ . Cela étant, pour obtenir des valeurs approchées des paramètres inconnus, il faut d'abord chercher la valeur de  $n$  pour laquelle les courbes  $(C)$  et  $(C_n)$  ont la même forme et sont parallèles l'une à l'autre. Si une telle courbe  $(C_n)$  existe, les translations parallèles aux axes et nécessaires pour faire coïncider les deux courbes  $(C)$  et  $(C_n)$  donnent immédiatement des valeurs approchées des quantités  $\frac{1}{2} \log A$  et  $\log \sigma$ . Nous avons obtenu ainsi en première approximation les nombres suivants:

$$\begin{aligned} \text{Messier 2: } \log A_0 &= 2,1410, \quad \sigma_0 = 0,45 : 0,3563 = 1,2630, \quad n_0 = 5 \\ 3: \log A_0 &= 2,8640, \quad \sigma_0 = 0,785 : 0,3563 = 2,2032, \quad n_0 = 6 \\ 13: \log A_0 &= 2,2910, \quad \sigma_0 = 0,40 : 0,3563 = 1,1226, \quad n_0 = 5,5 \\ 15: \log A_0 &= 2,3620, \quad \sigma_0 = 0,40 : 0,3563 = 1,1226, \quad n_0 = 5,5 \end{aligned} \quad (35)$$

Pour arriver aux valeurs les plus probables des inconnues il faut appliquer la méthode des moindres carrés. Mettons

$$l = \log f(r) - \log \varphi_{n_0}(x) - \log A_0,$$

$$b = \frac{x}{\varphi_n(x)} \frac{d\varphi_n(x)}{dx} \log e,$$

$$c = \frac{1}{\varphi_n(x)} \frac{d\varphi_n(x)}{dn} \log e.$$

Les équations de conditions deviennent alors

$$A \log A + b \frac{A \sigma}{\sigma} + c A n = l.$$

Pour chaque amas on aura autant d'équations de cette forme qu'il y a de valeurs déterminées de la fonction  $f(r)$ . On trouve enfin les équations de conditions suivantes:<sup>1</sup>

## Pour Messier 2:

$r$	$x$		$\delta l$
1,07	1,35	$\Delta \log A - 0,821 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,071 \Delta n = + 0,005$	$- 0,016$
1,43	1,80	$\Delta \log A - 1,127 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,087 \Delta n = - 0,032$	$+ 0,024$
1,78	2,25	$\Delta \log A - 1,363 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,090 \Delta n = - 0,019$	$+ 0,013$
2,49	3,15	$\Delta \log A - 1,667 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,068 \Delta n = + 0,001$	$- 0,004$
3,21	4,05	$\Delta \log A - 1,836 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,022 \Delta n = + 0,029$	$- 0,029$
3,92	4,95	$\Delta \log A - 1,935 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,037 \Delta n = + 0,021$	$- 0,020$
5,34	6,75	$\Delta \log A - 2,037 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,176 \Delta n = + 0,012$	$- 0,009$
7,13	9,00	$\Delta \log A - 2,094 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,373 \Delta n = - 0,054$	$+ 0,060$
8,91	11,25	$\Delta \log A - 2,121 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,584 \Delta n = - 0,011$	$+ 0,019$
10,69	13,50	$\Delta \log A - 2,136 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,804 \Delta n = + 0,048$	$- 0,038$

## Pour Messier 3:

$r$	$x$		$\delta l$
0,36	0,785	$\Delta \log A - 0,417 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,039 \Delta n = - 0,044$	$- 0,064$
0,71	1,570	$\Delta \log A - 1,024 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,071 \Delta n = - 0,147$	$+ 0,063$
1,07	2,355	$\Delta \log A - 1,384 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,075 \Delta n = - 0,099$	$+ 0,034$
1,43	3,140	$\Delta \log A - 1,558 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,059 \Delta n = - 0,135$	$+ 0,087$
1,78	3,925	$\Delta \log A - 1,641 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,035 \Delta n = - 0,047$	$+ 0,014$
2,49	5,495	$\Delta \log A - 1,680 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,025 \Delta n = + 0,066$	$- 0,074$

<sup>1</sup> Les coefficients  $b$  et  $c$  ont été calculés pour des valeurs équidistantes de  $x$  au moyen des méthodes ordinaires d'interpolation en partant des valeurs numériques des fonctions  $q_n(x)$  données dans les tables XI et XII.

$r$	$x$		$\delta l$
3,21	7,065	$\Delta \log A - 1,649 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,086 \Delta n = + 0,111$	$- 0,096$
3,92	8,635	$\Delta \log A - 1,606 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,145 \Delta n = + 0,043$	$- 0,007$
5,34	11,770	$\Delta \log A - 1,502 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,246 \Delta n = + 0,081$	$- 0,012$
7,13	15,700	$\Delta \log A - 1,380 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,345 \Delta n = + 0,106$	$- 0,005$
8,91	19,620	$\Delta \log A - 1,276 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,416 \Delta n = + 0,061$	$+ 0,062$

## Pour Messier 13:

$r$	$x$		$\delta l$
1,07	1,2	$\Delta \log A - 0,74 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,061 \Delta n = + 0,039$	$- 0,031$
1,43	1,6	$\Delta \log A - 1,03 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,078 \Delta n = - 0,013$	$+ 0,020$
1,78	2,0	$\Delta \log A - 1,25 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,082 \Delta n = - 0,014$	$+ 0,020$
2,49	2,8	$\Delta \log A - 1,53 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,074 \Delta n = + 0,011$	$- 0,007$
3,21	3,6	$\Delta \log A - 1,68 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,048 \Delta n = + 0,003$	$0,000$
3,92	4,4	$\Delta \log A - 1,75 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,013 \Delta n = - 0,008$	$+ 0,010$
5,34	6,0	$\Delta \log A - 1,81 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,069 \Delta n = - 0,029$	$+ 0,029$
7,13	8,0	$\Delta \log A - 1,81 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,178 \Delta n = + 0,007$	$- 0,009$
8,91	10,0	$\Delta \log A - 1,78 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,286 \Delta n = + 0,030$	$- 0,034$
10,69	12,0	$\Delta \log A - 1,72 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,391 \Delta n = + 0,037$	$- 0,043$
12,47	14,0	$\Delta \log A - 1,67 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,482 \Delta n = + 0,001$	$- 0,008$
14,25	16,0	$\Delta \log A - 1,60 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} + 0,569 \Delta n = - 0,064$	$+ 0,055$

## Pour Messier 15:

$r$	$x$		$\delta l$
1,07	1,2	$\Delta \log A - 0,74 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,061 \Delta n = + 0,029$	$- 0,017$
1,43	1,6	$\Delta \log A - 1,03 \frac{\Delta \sigma}{\sigma} - 0,078 \Delta n = + 0,015$	$- 0,013$

$r$	$x$		$\frac{\Delta\sigma}{\sigma}$	$\Delta n$	$\delta l$
1,78	2,0	$\Delta \log A - 1,25$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} - 0,082$	$\Delta n = - 0,053$	$+ 0,047$
2,49	2,8	$\Delta \log A - 1,53$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} - 0,074$	$\Delta n = - 0,042$	$+ 0,028$
3,21	3,6	$\Delta \log A - 1,68$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} - 0,048$	$\Delta n = + 0,010$	$- 0,026$
3,92	4,4	$\Delta \log A - 1,75$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} - 0,013$	$\Delta n = + 0,046$	$- 0,060$
5,34	6,0	$\Delta \log A - 1,81$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} + 0,069$	$\Delta n = - 0,062$	$+ 0,054$
7,13	8,0	$\Delta \log A - 1,81$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} + 0,178$	$\Delta n = + 0,005$	$- 0,002$
8,91	10,0	$\Delta \log A - 1,78$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} + 0,286$	$\Delta n = + 0,043$	$- 0,028$
10,69	12,0	$\Delta \log A - 1,72$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} + 0,391$	$\Delta n = + 0,011$	$+ 0,015$

Ces équations de conditions, traitées par la méthode des moindres carrés, donnent pour les corrections  $\Delta \log A$ ,  $\Delta \sigma$  et  $\Delta n$  les valeurs suivantes

$$\begin{aligned}
 \text{Messier 2: } & \Delta \log A = -0,0192, & \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = -0,0103, & \Delta n = +0,0096 \pm 0,048 \\
 \text{» 3: } & \Delta \log A = -0,1172, & \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = -0,0257, & \Delta n = +0,3958 \pm 0,122 \\
 \text{» 13: } & \Delta \log A = +0,0104, & \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = +0,0050, & \Delta n = -0,0199 \pm 0,044 \\
 \text{» 15: } & \Delta \log A = +0,0421, & \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = +0,0316, & \Delta n = +0,1013 \pm 0,096
 \end{aligned}$$

Les résidus  $\delta l$  des équations de conditions, considérés comme des corrections à appliquer à  $l$ , ont été inscrits auprès de ces équations.

Les valeurs définitives des paramètres de l'équation (34) deviennent enfin

$$\begin{aligned}
 \text{Messier 2: } & \log A = 2,1218, & \sigma = 1,2500, & n = 5,010 \pm 0,048 \\
 \text{» 3: } & \log A = 2,7468, & \sigma = 2,1466, & n = 6,396 \pm 0,122 \\
 \text{» 13: } & \log A = 2,3014, & \sigma = 1,1282, & n = 5,480 \pm 0,044 \\
 \text{» 15: } & \log A = 2,4041, & \sigma = 1,1581, & n = 5,601 \pm 0,096
 \end{aligned} \tag{36}$$

En partant de ces valeurs les densités  $f(r)$  des amas ont été calculées d'après la formule (34). Les résultats sont contenus dans les 4<sup>es</sup> colonnes des tables VII—X. Les différences calcul — observation, exprimées en pour-cent de la valeur de  $f(r)$  sont

données dans la colonne suivante intitulée  $\lambda$ . Pour les amas M. 2, M. 13 et M. 15 ces différences  $\lambda$  sont petites et présentent le caractère d'erreurs accidentelles. Chacun de ces amas est ainsi comparable à une nébuleuse en équilibre adiabatique même au centre, du moins entre les limites où il a été possible de déterminer la densité par l'observation. — Au contraire, pour l'amas Messier 3 des différences  $\lambda$  sont considérables et d'un caractère nettement systématique. Il est donc impossible de représenter la densité de cet amas par la formule particulière (34), et il faut conclure que cet amas n'est pas en équilibre adiabatique jusqu'au centre. Mais il ne faut pas pour cela abandonner la loi adiabatique. Nous avons déjà vu, en étudiant la distribution des étoiles déclassés différents, que les amas considérés sont constitués d'une manière extraordinaire au centre (voir page 6). Déjà pour cette raison il serait permis d'espérer un accord plus satisfaisant en comparant les amas avec les nébuleuses en équilibre adiabatique seulement en dehors d'une certaine sphère. On est ainsi conduit à représenter la densité observée  $f(r)$  par la formule plus générale

$$f(r) = A \Phi_n(\sigma r, \alpha), \quad (37)$$

$\Phi_n(x, \alpha)$  étant la fonction étudiée au numéro 7.

13. D'après les recherches du numéro précédent on peut attendre que la valeur de  $n$  est à peu près = 5. Pour montrer que  $n$  ne peut avoir les valeurs  $\frac{3}{2}$  (gaz monoatomique),  $\frac{5}{2}$  (gaz diatomique) ou 3 il suffit de comparer les courbes des Planches II—IV avec les courbes de la Planche VI. Pas même avec  $n=4$  on ne peut s'attendre à un accord satisfaisant ainsi que le montrent les courbes de la planche V. Nous admettons donc  $n=5$  comme valeur approchée. Cela étant il faut chercher des valeurs approchées du paramètre  $\alpha$ . Je ne montrerai pas en détail comment de telles valeurs ont pu être trouvées. Il suffit de mentionner que j'avais d'abord essayé d'étudier les solutions voisines de  $\varphi_5(x) = \left(1 + \frac{x^2}{3}\right)^{-\frac{5}{2}}$  en les développant suivant un petit paramètre  $\beta$ . J'avais trouvé la forme analytique des coefficients de ce développement en intégrant certaines équations linéaires du second ordre. J'abandonna plus tard cette méthode, puisque le développement en question se montra trop peu convergent surtout pour Messier 3. Néanmoins cette méthode me permit de trouver pour chaque amas une solution  $\varrho = g(x)$  de l'équation (10) ( $n=5$ ) tout près de la solution cherchée correspondante à  $f(r)$ . Pour obtenir une valeur approchée de  $\alpha$  il suffit donc de résoudre graphiquement l'équation

$$\frac{d \log g(\sigma)}{d \log \sigma} = -\frac{2n}{n-1} = -\frac{5}{2}$$

et de mettre

$$\alpha = \sigma^2 g(\sigma)^5.$$

En effet, la solution

$$\varrho(x) = \sigma^2 g(\sigma x)$$

satisfait aux conditions initiales (16) pour  $x=1$  avec la valeur ci-dessus de  $\alpha$  et peut servir à représenter  $f(r)$  avec la même exactitude que la solution  $\varrho = g(x)$ .

Nous sommes arrivés ainsi aux valeurs approchées données ci-dessous

		$\log A$	$\sigma . 0,3563$	$\alpha$	$n$
Messier	2	1,5449	0,259808	$0,930604 = \left(\frac{3}{4}\right)^{1/4}$	5,0
»	3	2,3258	0,4680	0,8433	5,0
»	13	1,8712	0,2580	0,883	5,0
»	15	1,9433	0,2580	0,883	5,0

(38)

Pour arriver aux valeurs les plus probables des paramètres il faut appliquer la méthode des moindres carrés. Mettons

$$l = \log f(r) - \log \Phi_n(x, \alpha) - \log A,$$

$$a = 1,$$

$$\xi = A \log A,$$

$$b = -\frac{1}{5} \frac{x}{\Phi_n(x, \alpha)} \frac{d \Phi_n(x, \alpha)}{dx},$$

$$\eta = -5 \log e \cdot \frac{A \sigma}{\sigma},$$

$$c = \frac{1}{5} \frac{1}{\Phi_n(x, \alpha)} \frac{d \Phi_n(x, \alpha)}{d \alpha},$$

$$\zeta = 5 \log e \cdot A \alpha,$$

$$d = 2 \frac{1}{\Phi_n(x, \alpha)} \frac{d \Phi_n(x, \alpha)}{dn},$$

$$\chi = \frac{1}{2} \log e \cdot A n.$$

(39)

Les équations de condition deviennent alors:

$$a \xi + b \eta + c \zeta + d \chi = l.$$

Pour chaque amas considéré on aura autant d'équations de cette forme qu'il y a de valeurs déterminées de  $f(r)$ . Les valeurs des coefficients  $a, b, c, d, l$  ont été calculées par les méthodes exposées aux numéros 8 et 10 en partant des valeurs approchées (38) des paramètres. Voici enfin les équations de condition:

## Pour Messier 2:

$r : 0,3563$		$l$	$\delta_1 l$	$\delta_2 l$
3	$\xi + 0,37791 \eta + 0,97598 \zeta - 0,22300 \chi = + 0,005$		$- 0,023$	$- 0,016$
4	$\xi + 0,51923 \eta + 1,07219 \zeta - 0,13455 \chi = - 0,032$		$+ 0,027$	$+ 0,024$
5	$\xi + 0,62791 \eta + 0,96608 \zeta - 0,08971 \chi = - 0,019$		$+ 0,019$	$+ 0,013$
7	$\xi + 0,76785 \eta + 0,54219 \zeta - 0,01373 \chi = + 0,001$		$+ 0,001$	$- 0,003$
9	$\xi + 0,84538 \eta + 0,06791 \zeta + 0,09564 \chi = + 0,029$		$- 0,029$	$- 0,029$
11	$\xi + 0,89092 \eta - 0,38356 \zeta + 0,24709 \chi = + 0,021$		$- 0,022$	$- 0,019$
15	$\xi + 0,93822 \eta - 1,19692 \zeta + 0,64043 \chi = + 0,012$		$- 0,014$	$- 0,008$
20	$\xi + 0,96429 \eta - 2,09756 \zeta + 1,24632 \chi = - 0,054$		$+ 0,055$	$+ 0,060$
25	$\xi + 0,97685 \eta - 2,92603 \zeta + 1,93194 \chi = - 0,011$		$+ 0,018$	$+ 0,018$
30	$\xi + 0,98381 \eta - 3,71411 \zeta + 2,66990 \chi = + 0,048$		$- 0,032$	$- 0,039$

Erreur moyenne d'une valeur de  $\log f(r)$   $\pm 0,035$   $\pm 0,033$

## Pour Messier 3:

$r : 0,3563$		$l$	$\delta_1 l$	$\delta_2 l$
1	$\xi + 0,33109 \eta + 0,55369 \zeta - 0,46967 \chi = - 0,048$		$+ 0,005$	$+ 0,038$
2	$\xi + 0,48310 \eta + 1,18057 \zeta - 0,35666 \chi = - 0,036$		$- 0,011$	$- 0,013$
3	$\xi + 0,58432 \eta + 1,05032 \zeta - 0,23157 \chi = - 0,010$		$- 0,029$	$- 0,031$
4	$\xi + 0,64564 \eta + 0,74294 \zeta - 0,08791 \chi = - 0,087$		$+ 0,057$	$+ 0,056$
5	$\xi + 0,68283 \eta + 0,40956 \zeta + 0,06624 \chi = - 0,035$		$+ 0,015$	$+ 0,015$
7	$\xi + 0,71915 \eta - 0,19935 \zeta + 0,38453 \chi = + 0,033$		$- 0,037$	$- 0,036$
9	$\xi + 0,73086 \eta - 0,70481 \zeta + 0,69913 \chi = + 0,053$		$- 0,044$	$- 0,042$
11	$\xi + 0,73148 \eta - 1,12477 \zeta + 1,00185 \chi = - 0,024$		$+ 0,043$	$+ 0,045$
15	$\xi + 0,71883 \eta - 1,78492 \zeta + 1,56359 \chi = + 0,022$		$+ 0,015$	$+ 0,016$
20	$\xi + 0,69426 \eta - 2,39390 \zeta + 2,18540 \chi = + 0,073$		$- 0,019$	$- 0,020$
25	$\xi + 0,66802 \eta - 2,85447 \zeta + 2,72887 \chi = + 0,061$		$+ 0,006$	$+ 0,003$

Erreur moyenne d'une valeur de  $\log f(r)$   $\pm 0,038$   $\pm 0,036$

## Pour Messier 13:

$r : 0,3563$		$l$	$\delta_1 l$	$\delta_2 l$
3	$\xi + 0,41000 \eta + 1,04332 \zeta - 0,31378 \chi = + 0,022$		$- 0,002$	$- 0,006$
4	$\xi + 0,51127 \eta + 1,13114 \zeta - 0,24096 \chi = + 0,002$		$+ 0,014$	$+ 0,015$
5	$\xi + 0,58948 \eta + 1,04437 \zeta - 0,18116 \chi = + 0,015$		$- 0,002$	$+ 0,001$
7	$\xi + 0,69231 \eta + 0,68196 \zeta - 0,05670 \chi = + 0,035$		$- 0,024$	$- 0,022$

$r : 0,3536$		$l$	$\delta_1 l$	$\delta_2 l$
9	$\xi + 0,75041 \eta + 0,26943 \zeta + 0,08885 \chi =$	$+ 0,019$	$- 0,011$	$- 0,010$
11	$\xi + 0,78398 \eta - 0,12215 \zeta + 0,25312 \chi =$	$- 0,004$	$+ 0,010$	$+ 0,010$
15	$\xi + 0,81483 \eta - 0,80630 \zeta + 0,61676 \chi =$	$- 0,038$	$+ 0,040$	$+ 0,038$
20	$\xi + 0,82370 \eta - 1,51025 \zeta + 1,10154 \chi =$	$- 0,012$	$+ 0,008$	$+ 0,005$
25	$\xi + 0,81964 \eta - 2,10026 \zeta + 1,59407 \chi =$	$+ 0,009$	$- 0,019$	$- 0,021$
30	$\xi + 0,81026 \eta - 2,61255 \zeta + 2,08152 \chi =$	$+ 0,019$	$- 0,035$	$- 0,036$
35	$\xi + 0,79850 \eta - 3,06830 \zeta + 2,55792 \chi =$	$- 0,009$	$- 0,013$	$- 0,012$
40	$\xi + 0,78572 \eta - 3,48058 \zeta + 3,02042 \chi =$	$- 0,063$	$+ 0,034$	$+ 0,038$
	Erreur moyenne d'une valeur de $\log f(r)$	$\pm 0,026$	$\pm 0,025$	

## Pour Messier 15:

$r : 0,3563$		$l$	$\delta_1 l$	$\delta_2 l$
3	$\xi + 0,41000 \eta + 1,04332 \zeta - 0,31378 \chi =$	$+ 0,011$	$0,000$	$+ 0,003$
4	$\xi + 0,51127 \eta + 1,13114 \zeta - 0,24096 \chi =$	$+ 0,029$	$- 0,020$	$- 0,021$
5	$\xi + 0,58948 \eta + 1,04437 \zeta - 0,18116 \chi =$	$- 0,025$	$+ 0,031$	$+ 0,029$
7	$\xi + 0,69231 \eta + 0,68196 \zeta - 0,05670 \chi =$	$- 0,019$	$+ 0,020$	$+ 0,019$
9	$\xi + 0,75041 \eta + 0,26943 \zeta + 0,08885 \chi =$	$+ 0,025$	$- 0,028$	$- 0,028$
11	$\xi + 0,78398 \eta - 0,12215 \zeta + 0,25312 \chi =$	$+ 0,049$	$- 0,055$	$- 0,054$
15	$\xi + 0,81483 \eta - 0,80630 \zeta + 0,61676 \chi =$	$- 0,072$	$+ 0,064$	$+ 0,066$
20	$\xi + 0,82370 \eta - 1,51025 \zeta + 1,10154 \chi =$	$- 0,015$	$+ 0,007$	$+ 0,009$
25	$\xi + 0,81964 \eta - 2,10026 \zeta + 1,59407 \chi =$	$+ 0,021$	$- 0,026$	$- 0,026$
30	$\xi + 0,81026 \eta - 2,61255 \zeta + 2,08158 \chi =$	$- 0,008$	$+ 0,006$	$+ 0,004$
	Erreur moyenne d'une valeur de $\log f(r)$	$\pm 0,042$	$\pm 0,039$	

Ces équations, traitées par la méthode des moindres carrés, donnent pour  $\xi, \eta, \zeta, \chi$  les valeurs suivantes:

Messier 2:	$\xi = - 0,05181$	$\eta = + 0,05660$	$\zeta = + 0,01998$	$\chi = + 0,03219$
» 3:	$\xi = - 0,04131$	$\eta = + 0,04028$	$\zeta = - 0,01791$	$\chi = + 0,01110$
» 13:	$\xi = + 0,02650$	$\eta = - 0,02081$	$\zeta = - 0,00360$	$\chi = - 0,01697$
» 15:	$\xi = + 0,02055$	$\eta = - 0,03743$	$\zeta = + 0,01065$	$\chi = + 0,01710$

Les résidus correspondants des équations de condition se trouvent auprès de ces équations dans la colonne  $\delta_1 l$ .

Ensuite les relations (39) donnent les corrections  $\Delta \log A$ ,  $\Delta \sigma$ ,  $\Delta \alpha$  et  $\Delta n$ , lesquelles ajoutées aux valeurs approchées (38) conduisent enfin aux valeurs suivantes des paramètres de la formule (37).

Messier 2:	$A = 31,12$	$\sigma = 0,7102$	$\alpha = 0,9398$	$n = 5,148 \pm 0,346$
3:	$A = 192,50$	$\sigma = 1,2891$	$\alpha = 0,8350$	$n = 5,051 \pm 0,283$
13:	$A = 79,00$	$\sigma = 0,7310$	$\alpha = 0,8813$	$n = 4,923 \pm 0,261$
15:	$A = 92,00$	$\sigma = 0,7366$	$\alpha = 0,8879$	$n = 5,079 \pm 0,612$

Dans la théorie des gaz le paramètre

$$\gamma = 1 + \frac{1}{n}$$

est le rapport  $\frac{c_p}{c_v}$  des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant.

Les recherches précédentes ont donné pour les amas considérés les valeurs suivantes de  $\gamma$ .

Messier 2:	$\gamma = 1,194 \pm 0,014$
» 3:	$\gamma = 1,198 \pm 0,011$
» 13:	$\gamma = 1,203 \pm 0,010$
» 15:	$\gamma = 1,197 \pm 0,024$

En prenant la moyenne des diverses déterminations avec les poids 1, 1, 1,  $\frac{1}{4}$  on obtient

$$\gamma = 1,198 \pm 0,007.$$

*Il en faut conclure que pour les amas Messier 2, 3, 13 et 15 le nombre  $n$  a la valeur*

$$n = 5.$$

14. Nous avons été conduits ainsi à représenter la densité  $f(r)$  des amas par la formule commune

$$f(r) = A \Phi_3(\sigma r, \alpha). \quad (40)$$

Pour déterminer les inconnues il suffit de mettre

$$\chi = 0$$

dans les équations de condition du numéro précédent. En résolvant par la méthode des moindres carrés nous avons trouvé les valeurs suivantes

Messier 2:	$\xi = -0,01811$	$\eta = +0,02164$	$\zeta = -0,00154$
» 3:	$\xi = -0,04023$	$\eta = +0,04452$	$\zeta = -0,02602$
» 13:	$\xi = +0,00513$	$\eta = +0,00255$	$\zeta = +0,00928$
» 15:	$\xi = +0,03485$	$\eta = -0,05059$	$\zeta = -0,00065$

Les résidus correspondants des équations de condition, considérés comme des corrections à  $l$ , c'est-à-dire à  $\log f(r)$ , ont été portés dans la colonne intitulée  $\delta_2 l$  auprès de ces équations. Ces corrections présentent nettement le caractère d'erreurs accidentelles.

Après avoir déterminé par les formules (39) les corrections  $\Delta \log A$ ,  $\Delta \sigma$  et  $\Delta \alpha$  à appliquer aux valeurs approchées (38) on parvient enfin aux valeurs définitives des paramètres de la formule (40)

Messier 2:	$A = 33,63$	$\sigma = 0,7219$	$\alpha = 0,9299 \pm 0,0051$
» 3:	$A = 192,97$	$\sigma = 1,2866$	$\alpha = 0,8313 \pm 0,0044$
» 13:	$A = 75,21$	$\sigma = 0,7233$	$\alpha = 0,8873 \pm 0,0030$
» 15:	$A = 95,08$	$\sigma = 0,7410$	$\alpha = 0,8827 \pm 0,0070$

(41)

Les densités des amas calculées d'après la formule (40) avec les valeurs (41) des paramètres ont été imprimées dans la 6<sup>e</sup> colonne des tables VII—X. Les différences  $\Delta' = A \Phi_3(\sigma r, \alpha) - f(r)$ , exprimées en pour-cent de  $f(r)$ , se trouvent à la dernière colonne de ces mêmes tables. Les différences  $\Delta'$  sont peu considérables et à peu près accidentelles, surtout si l'on a en vue la difficulté d'obtenir par les observations les valeurs de  $f(r)$ . En effet, les erreurs  $\Delta'$  sont du même ordre que les différences (exprimées en pour-cent) entre les nombres observés et les nombres corrigés graphiquement dans les tables IV et V. Comme ces derniers nombres, nommés  $A^{(1)}$  dans les tables IV et V, font la base de toutes nos recherches, l'incertitude des valeurs de  $f(r)$  est bien explicable.

## Chapitre IV.

15. Dans ce qui précède nous avons montré que les étoiles des amas globulaires sont distribuées suivant la loi adiabatique correspondant au nombre  $\gamma = 1,2$ . Il reste à expliquer par la théorie ce résultat obtenu par l'observation et à en tirer les conséquences.

M. H. C. PLUMMER dans son mémoire déjà cité (p. 462) semble être d'avis que les étoiles d'un amas se sont condensées d'une nébuleuse en équilibre adiabatique et que le nombre des étoiles à un certain lieu reste proportionnel à la densité de la nébuleuse primitive en ce même lieu. Il me semble peu vraisemblable que cet état de distribution ait pu se conserver pendant le développement de l'amas.

En effet, avant que la matière nébuleuse eût été absorbée par les étoiles en formation, le mouvement de ces étoiles aurait eu lieu dans un milieu résistant. La résistance aurait du provoquer une tendance de condensation vers le centre pendant laquelle la distribution primitive aurait été probablement détruite.

16. Il vaut mieux chercher l'explication du phénomène en sortant d'une idée féconde de lord KELVIN reprise plus tard par POINCARÉ.<sup>1</sup> *Pour eux les étoiles d'un amas se comportent comme les molécules d'une boule de gaz.* D'après la théorie cinétique les gaz sont formés d'une multitude innombrable de molécules se mouvant avec grandes vitesses dans toutes les directions. En général l'influence réciproque entre les molécules est insensible, et le mouvement de chaque molécule est rectiligne et uniforme. Mais aussitôt que deux molécules se rapprochent assez l'une de l'autre, de sorte que les forces agissant entre elles deviennent sensibles, les vitesses changent brusquement comme s'il y avait eu un choc véritable. En vertu de ces rencontres ou «chocs» l'énergie peut se transporter d'une molécule à une autre. D'ailleurs si les molécules ne sont pas simples mais composées d'atomes, non seulement l'énergie de translation du centre de gravité de la molécule mais aussi l'énergie intramoléculaire sera en général changée par le choc. En partant du principe de la conservation de l'énergie MAXWELL, BOLTZMANN et d'autres ont montré qu'en vertu des chocs incessants l'énergie du gaz sera distribuée sur les diverses molécules d'après une certaine loi nommée *loi de Maxwell*.

Considérons les molécules d'un élément de volume  $d\sigma$  au voisinage du point  $(x, y, z)$ . Soit  $\xi, \eta, \zeta$  les composantes de vitesse d'une quelconque de ces molécules. Désignons par  $u, v, w$  les valeurs moyennes de  $\xi, \eta, \zeta$  au voisinage du point considéré. Alors  $u, v, w$  sont les composantes de vitesse du gaz au point  $(x, y, z)$ . Mettons  $\xi = u + \zeta, \eta = v + \eta, \zeta = w + \zeta$ .

Si pour les vitesses relatives, dont les composantes sont  $\zeta, \eta, \zeta$ , toutes les directions sont aussi vraisemblables, ainsi que cela a lieu d'après la loi de MAXWELL, la pression  $p$  du gaz au point  $(x, y, z)$  est donnée par les valeurs moyennes

$$p = \rho \bar{\zeta^2} = \rho \bar{\eta^2} = \rho \bar{\zeta^2}, \quad (42)$$

$\rho$  étant la densité du gaz au point considéré.

Enfin la température absolue  $T$  du gaz au point  $(x, y, z)$  se calcule par la formule

$$RT = m \bar{\zeta^2} = m \bar{\eta^2} = m \bar{\zeta^2}, \quad (43)$$

$m$  étant la masse d'une molécule et  $R$  la constante des gaz.

En négligeant la conductibilité de la chaleur MAXWELL et KIRCHHOFF ont montré que les fonctions  $u, v, w, \rho, p$  satisfont aux équations bien connues de l'hydrodynamique. En admettant que les composantes  $u, v, w$  sont très petites mais assez

<sup>1</sup> Bull. de la Soc. astr. de France, 1906, p. 153.

grandes pour empêcher la température de s'égaliser, le gaz se trouve en équilibre adiabatique.

Considérons maintenant les étoiles d'un amas globulaire au lieu des molécules d'une boule de gaz. Au premier abord il semble bien hardi de vouloir appliquer à un amas, qui nous montre seulement quelques milliers d'étoiles, les résultats obtenus dans la théorie des gaz. Toutefois il faut remarquer que nous ne voyons pas toutes les étoiles de ces amas. Nous montrerons même au n° 21 qu'il est bien probable que chacun de ces amas renferme près d'un million d'étoiles. *Il est donc bien possible que les amas globulaires ont atteint leur équilibre adiabatique seulement en vertu des attractions mutuelles des astres.* En partant de cette hypothèse il nous sera possible d'obtenir quelques renseignements sur la parallaxe et la masse totale d'un amas et sur le carré moyen des vitesses de ses étoiles.

17. En admettant que la pression  $p$  dans un amas globulaire est due aux mouvements des étoiles il est facile d'exprimer la masse de l'amas à l'intérieur d'un rayon quelconque et sa parallaxe comme fonctions des carrés moyens des vitesses radiales et des mouvements propres relatifs au centre. Afin d'y arriver nous déduirons d'abord la pression comme fonction de la distance du centre.

Nous avons vu que le nombre des étoiles observées dans l'unité de volume à la distance  $r$  du centre peut être représenté par la formule (37). Mais nous n'avons pas obtenu sur le cliché toutes les étoiles de l'amas. Un instrument encore plus puissant nous en aurait montré certainement un plus grand nombre. Toutefois il est permis d'admettre que la densité  $D(r)$  de l'amas, c'est-à-dire la masse contenue dans l'unité de volume à la distance  $r$  du centre, peut être mise sous la forme

$$D(r) = K \cdot \Phi_n(\sigma r, \alpha), \quad (44)$$

$K$  étant un facteur constant inconnu. Écrivons partout, pour abrégé,  $\Phi_n$  au lieu de  $\Phi_n(\sigma r, \alpha)$ . La masse  $M(r)$  à l'intérieur du rayon  $r$  sera donc

$$M(r) = M(r_0) + 4\pi K \int_{r_0}^r r^2 \Phi_n dr. \quad (45)$$

Cela étant, l'équation (8), donnant la dérivée de la pression, peut s'écrire

$$\frac{dp(r)}{dr} = -k^2 D(r) \frac{M(r)}{r^2} = -\frac{K k^2 \Phi_n}{r^2} \left\{ M(r_0) + 4\pi K \int_{r_0}^r r^2 \Phi_n dr \right\}, \quad (46)$$

$k^2$  signifiant la constante de l'attraction calculée avec les unités choisies de longueur, de temps et de masse. Or d'après la loi adiabatique on aura

$$p(r) = B' [D(r)]^\gamma = B [\Phi_n]^{1+\frac{1}{n}}, \quad (47)$$

$B$  étant un facteur constant. Il est possible d'exprimer les quantités  $M(r_0)$  et  $B$  au moyen de l'inconnue  $K$ . En effet, la valeur de  $\frac{dp}{dr}$  tirée de (47) et comparée avec la formule (46) nous donne l'identité

$$B(n+1)\sigma r^2 \frac{d^1 \Phi_n^1}{d\sigma r} = -Kk^2 \left\{ M(r_0) + 4\pi K \int_{r_0}^r r^2 \Phi_n dr \right\}. \quad (48)$$

Après différentiation par rapport à  $r$  il vient

$$B(n+1) \left\{ \sigma^2 r^2 \frac{d^2 \Phi_n^1}{(d\sigma r)^2} + 2\sigma r \frac{d^1 \Phi_n^1}{d\sigma r} \right\} = -4\pi K^2 k^2 r^2 \Phi_n. \quad (49)$$

Mais  $\varrho = \Phi_n(x, \alpha)$  satisfait à l'équation (10), de sorte qu'on a

$$\sigma^2 r^2 \frac{d^2 \Phi_n^1}{(d\sigma r)^2} + 2\sigma r \frac{d^1 \Phi_n^1}{d\sigma r} = -\sigma^2 r^2 \Phi_n.$$

La relation (49) donne ainsi l'expression

$$B = \frac{4\pi K^2 k^2}{(n+1)\sigma^2}. \quad (50)$$

En portant cette valeur de  $B$  dans la formule (48), et en posant enfin  $r = r_0$  il vient

$$M(r_0) = -\frac{4\pi K r_0^2}{\sigma} \left/ \frac{d^1 \Phi_n^1}{d\sigma r} \right|_{r=r_0}.$$

Mettons pour simplifier

$$r_0 = \frac{1}{\sigma}.$$

Les équations (15) et (16) nous montrent alors que

$$M\left(\frac{1}{\sigma}\right) = \frac{8\pi\alpha}{(n-1)\sigma^3} \cdot K. \quad (51)$$

Ainsi la quantité  $K$  signifie, à un facteur connu près, la masse  $M\left(\frac{1}{\sigma}\right)$  de l'amas à l'intérieur du rayon  $\frac{1}{\sigma}$ . Cela étant les formules (47) et (50) donnent enfin l'expression cherchée de la pression

$$p(r) = \frac{4\pi K^2 k^2}{(n+1)\sigma^2} [\Phi_n(\sigma r, \alpha)]^{1+n}. \quad (52)$$

D'après la théorie cinétique la pression d'un gaz sur l'unité de surface est égale à la somme des forces vives des molécules contenues dans l'unité de volume, cette somme divisée par 3. En admettant que toutes les étoiles ont la même masse on aura donc

$$p(r) = \frac{1}{3} D(r) \overline{C_1(r)^2}, \quad (53)$$

$\overline{C_1(r)^2}$  désignant le carré moyen des vitesses des étoiles à la distance  $r$  du centre.

Il est bien permis de supposer que toutes les étoiles de l'amas ont approximativement la même masse. En effet, en vertu des »chocs», les étoiles ayant des masses relativement petites auraient en général des vitesses relativement grandes. Ces petites étoiles ont du être rejetées dans l'espace depuis longtemps pour ne retourner jamais à l'amas — ainsi que les molécules de l'hydrogène et de l'hélium ont été expulsées de l'atmosphère terrestre.

Cela étant, les formules (44), (52) et (53) donnent pour le carré moyen des vitesses à la distance  $r$  du centre la formule

$$\overline{C_1(r)^2} = \frac{12 \pi K k^2}{(n+1) \sigma^2} [\Phi_n(\sigma r, \alpha)]^{\frac{1}{n}}. \quad (54)$$

Désignons maintenant par  $\overline{C_1^2}$  le carré moyen des vitesses pour toutes les étoiles de l'amas entre deux rayons quelconques  $r_1$  et  $r_2$  ( $r_1$  et  $r_2$  soit par ex. les deux rayons entre lesquels nous avons pu étudier la distribution des étoiles). Le nombre relatif des étoiles dans une couche sphérique de rayon  $r$  et d'épaisseur  $dr$  étant

$$4\pi r^2 \Phi_n dr,$$

on aura évidemment

$$\overline{C_1^2} = \frac{12 \pi K k^2}{(n+1) \sigma^2} \cdot Q_n, \quad (55)$$

la quantité  $Q_n$  ayant l'expression

$$Q_n = \frac{\int_{x_1}^{x_2} \Phi_n(x, \alpha)^{1+\frac{1}{n}} \cdot x^2 dx}{\int_{x_1}^{x_2} \Phi_n(x, \alpha) \cdot x^2 dx}, \quad x_1 = \sigma r_1, \quad x_2 = \sigma r_2. \quad (56)$$

Dans ce qui précède l'unité de longueur a été choisie de sorte qu'elle occupe à la distance de l'amas un angle d'une minute d'arc. Prenons comme unités de temps et de masse l'année sidérale et la masse du Soleil. On aura alors dans les formules de ce numéro

$$k^2 = 4\pi^2 \tilde{\omega}^3 (60)^{-3},$$

$\tilde{\omega}$  étant la parallaxe de l'amas exprimée en secondes d'arc. Choisissons maintenant comme unité de longueur la distance moyenne Soleil-Terre. Soit alors  $C(r)^2$  et  $\overline{C^2}$  les carrés moyens des vitesses à la distance angulaire  $r$  et dans le domaine entre  $r_1$  et  $r_2$  respectivement. D'après les formules (54) et (55) nous aurons

$$\overline{C(r)^2} = \frac{48\pi^3 K \tilde{\omega}}{(n+1)\sigma^2 60} [\Phi_n(\sigma r, \alpha)]^n, \quad (57)$$

$$\overline{C^2} = \frac{48\pi^3 K \tilde{\omega}}{(n+1)\sigma^2 60} \cdot Q_n. \quad (58)$$

Désignons maintenant par  $\mu$  le mouvement propre annuel d'une étoile par rapport au centre de gravité de l'amas et exprimé en secondes d'arc. Soit de plus  $v$  la vitesse radiale d'une étoile par rapport à ce même centre et mesurée en  $\frac{\text{km}}{\text{sec}}$ . En prenant les valeurs moyennes de  $\mu$  et de  $v$  pour toutes les étoiles d'un amas jusqu'à un certain ordre de grandeur photométrique et situées entre  $r_1$  et  $r_2$  nous aurons

$$\overline{\mu^2} = \frac{2}{3} \overline{C^2} \cdot \tilde{\omega}^3 = \frac{8\pi^3 Q_n}{15(n+1)\sigma^2} \cdot K \cdot \tilde{\omega}^3, \quad (59)$$

$$\overline{v^2} = \left(\frac{29,8}{2\pi}\right)^2 \frac{1}{3} \overline{C^2} = \left(\frac{29,8}{2\pi}\right)^2 \frac{4\pi^3 Q_n}{15(n+1)\sigma^2} \cdot K \cdot \tilde{\omega}, \quad (60)$$

la vitesse de la Terre étant  $29,8 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$  et  $2\pi$  en unités astronomiques. En connaissant par observation ces mouvements propres annuels et ces vitesses radiales il est ainsi possible de calculer la parallaxe  $\tilde{\omega}$  de l'amas ainsi que sa masse à l'intérieur d'un rayon quelconque. Pour la parallaxe on a l'expression simple

$$\tilde{\omega} = \frac{29,8}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu^2}{2\overline{v^2}}}. \quad (61)$$

On a enfin d'après (45) (en y mettant  $r_0 = \frac{1}{\sigma}$ ), (51) et (59)

$$M\left(\frac{1}{\sigma}\right) = \frac{15(n+1)\alpha}{\pi^2(n-1)\sigma} \frac{1}{Q_n} \frac{\mu^2}{\tilde{\omega}^3}, \quad (62)$$

$$M(r) = M\left(\frac{1}{\sigma}\right) \left\{ 1 + \frac{n-1}{2\alpha} \int_1^{\sigma r} \Phi_n(x, \alpha) x^2 dx \right\}. \quad (63)$$

Les formules (61), (62) et (63) donnent la parallaxe de l'amas et sa masse à l'intérieur du rayon  $r$ , quand on connaît par observation, et rapportés au centre de gravité de l'amas,

les mouvements propres et les vitesses radiales d'un grand nombre de ses étoiles. Pour appliquer ces formules aux amas considérés il faut mettre  $n=5$  et employer les valeurs (41) de  $\alpha$  et  $\sigma$ .

18. Les étoiles des amas globulaires sont en général très faibles en éclat. Dans l'amas  $\omega$  Centaure qui est le plus considérable de tous ces objets, les étoiles les plus brillantes ont, d'après M. S. BAILEY,<sup>1</sup> les grandeurs photographiques 9,0, 9,4 et 9,8. Les autres étoiles de cet amas n'atteignent pas la grandeur 10,0. Dans Messier 3<sup>2</sup> il n'y a que quatre étoiles plus brillantes que la onzième grandeur. Elles sont de l'ordre 10,2, 10,5, 10,7, 10,8. En Messier 92 M. K. BOHLIN<sup>3</sup> a trouvé 22 étoiles entre les grandeurs 11,0—11,9. Les autres sont plus faibles. Enfin, dans l'amas Messier 13 il n'y aurait, d'après M. J. SCHEINER<sup>4</sup> que deux étoiles plus lumineuses que la 12<sup>e</sup> grandeur. Ces deux étoiles sont de la grandeur 11,7. Pour les autres amas globulaires l'éclat des étoiles est encore inconnu. Toutefois il est probable que leurs étoiles n'atteignent pas la grandeur 10,0. Or d'après M. J. C. KAPTEYN la parallaxe moyenne des étoiles de la grandeur 10,0 est de l'ordre de 0",004. Il faut ainsi conclure que les amas globulaires sont au moins cent fois et peut-être même mille fois plus éloignés de nous que les étoiles les plus rapprochées.

Néanmoins la méthode exposée au numéro précédent fournit un moyen sûr de déterminer ces énormes distances. Mais il y a plus. Par cette méthode il sera possible d'obtenir, pour un certain lieu de l'espace, le rapport entre le nombre total des étoiles et le nombre des étoiles dont la luminosité surpasse une certaine limite. Mais avant de pouvoir appliquer cette méthode à un amas spécial il faut connaître d'une part les mouvements propres relatifs et d'autres part les vitesses relatives (ou leurs projections sur un axe quelconque) d'un grand nombre d'étoiles de l'amas.

Malheureusement les mouvements propres restent encore presque tout-à-fait inconnus. Les positions photographiques les plus anciennes se rapportent à l'amas Messier 13, et sont dues à M. J. SCHEINER<sup>4</sup> (833 étoiles, deux clichés de l'an 1891 pris avec le réfracteur normal de Potsdam). Deux autres clichés faits avec le même instrument et mesurés par M. H. LUDENDORFF<sup>5</sup> ont les époques 1900 et 1902 (nombre des étoiles mesurées 1136). Ce même amas a été mesuré aussi par M. W. E. PLUMMER<sup>6</sup> (2131 étoiles, copie d'un cliché pris avec le grand réfracteur de l'observatoire de Yerkes l'an 1900; seulement les positions de 54 étoiles ont été publiées) et par M. H. C. PLUMMER<sup>7</sup> (70 étoiles, un cliché fait avec le réfracteur normal d'Oxford en 1904). — Dans l'amas Messier 92 les positions photographiques de 348 étoiles mesurées à l'observatoire de Stockholm ont été publiées par M. K. BOHLIN<sup>8</sup> (un

<sup>1</sup> Harvard Annals, Vol XXXVIII, p. 9.

<sup>2</sup> Annales de l'Obs. de Paris, Vol XXV, p. 62—98.

<sup>3</sup> Astronomiska iakttagelser och undersökningar å Stockholms observatorium, Bd 8, N:o 3, p. 21—29.

<sup>4</sup> Anhang zu den Abh. der K. Preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin vom Jahre 1892.

<sup>5</sup> Publ. des Astrophys. Observ. zu Potsdam, Nr. 50.

<sup>6</sup> Monthly Notices, Vol. LXV, p. 801.

<sup>7</sup> » » » » p. 79.

<sup>8</sup> Astr. iakttagelser och undersökningar å Stockholms Observatorium, Bd 8, N:o 3.

cliché pris avec le réfracteur de l'observatoire de Stockholm, époque 1898). Dans cet amas M. H. SCHULTZ<sup>1</sup> à l'observatoire d'Upsala avait déterminé les positions pour 38 étoiles par des mesures visuelles dans les années 1865—75. Ces dernières mesures sont toutefois assez incertaines, l'instrument employé ayant une ouverture de 9 pouces seulement. Des observations visuelles faites avec le grand réfracteur de Yerkes par M. E. BARNARD<sup>2</sup> ont montré que les grandes différences entre les observations à Upsala et à Stockholm ne sont pas dues aux mouvements propres. Mais un peu plus tard M. BARNARD<sup>3</sup> a pu constater dans Messier 92 des mouvements assez considérables pour deux étoiles. Pour l'une d'elles (de la grandeur 13.2) il a trouvé d'une part le mouvement propre annuel

$$0''_{,083} \text{ dans la direction de } 225^{\circ}_{,3}$$

par des observations visuelles entre 1902 et 1909, et d'autre part

$$0''_{,085} \text{ dans la direction de } 222^{\circ}_{,0}$$

par des mesures photographiques (clichés de RITCHEY) pour les époques 1901 et 1909. Pour l'autre étoile (de la grandeur 14,5) des mesures photographiques pour ces mêmes époques ont donné le mouvement propre annuel

$$0''_{,065} \text{ dans la direction de } 181^{\circ}_{,4}.$$

Ces deux mouvements propres sont les seuls connus jusqu'ici dans les amas globulaires. — Il reste à dire que l'amas Messier 3 a été mesuré à l'époque 1905 (1571 étoiles, trois clichés, réfracteur normal de l'observatoire de Paris).<sup>4</sup> — Cela étant, les résultats obtenus déjà par M. BARNARD dans un intervalle de 7 à 8 ans seulement font espérer qu'il sera possible de déterminer en quelques dizaines d'années des mouvements propres pour un grand nombre d'étoiles dans ces trois amas.

Quant aux vitesses radiales dans les amas globulaires il semble encore très difficile de les mesurer même avec les instruments les plus puissants de notre temps. Toutefois, étant vu le développement rapide de la technique, il est à espérer qu'il ne se passera pas long temps avant qu'il ne soit possible de déterminer les vitesses radiales des étoiles de la 12<sup>e</sup> et de la 13<sup>e</sup> grandeur.

19. En attendant ces progrès de l'astronomie pratique, nous proposerons une méthode théorique pour obtenir, au moins d'une manière approchée, le carré moyen des vitesses pour les étoiles des amas globulaires. En étudiant la distribution des étoiles nous avons déterminé la valeur du paramètre  $\gamma$  qui caractérise la

<sup>1</sup> Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 12, Afd. 1, N:o 2 (1886).

<sup>2</sup> Astr. Nachr. Nr. 4202. (1907).

<sup>3</sup> Astr. Nachr. Nr. 4363. (1909).

<sup>4</sup> Annales de l'Obs. de Paris. Vol XXV. (1906).

loi adiabatique. Pour les quatre amas en question nous avons trouvé  $\gamma = 1,2$ . En partant de certaines hypothèses assez vraisemblables nous allons maintenant déduire, par les principes de la théorie cinétique des gaz, une expression de  $\gamma$  développable suivant les puissances du carré moyen des vitesses. En exprimant que  $\gamma$  aura la valeur 1,2 il sera possible d'obtenir une valeur de la quantité  $\overline{C^2}$ , qui apparaît dans la formule (58).

Quand il s'agit d'un gaz le paramètre  $\gamma$  signifie le rapport  $\frac{c_p}{c_v}$  des chaleurs spécifiques du gaz à pression constante et à volume constant. D'après la théorie cinétique le paramètre  $\gamma$  est exprimé par la formule

$$\gamma = 1 + \frac{2 dE_1}{3 dE}, \quad (64)$$

en désignant par  $\overline{E}_1$  la valeur moyenne de l'énergie de translation (mesurant la température du gaz) et par  $\overline{E}$  la valeur moyenne de l'énergie totale d'une molécule (voir BOLTZMANN, Leçons sur la théorie des gaz, Vol. I, Paris 1902, p. 54).

Pour les gaz monoatomiques et aussi pour les amas composés d'étoiles simples on a  $\overline{E} = \overline{E}_1$  et

$$\gamma = 1 + \frac{2}{3}.$$

Puisque nous avons trouvé  $\gamma = 1,2$  il faut conclure que *les amas globulaires ne sont pas composés d'étoiles simples.*

Pour les gaz diatomiques on a obtenu par la théorie  $\gamma = 1,4$  en admettant que les atomes des molécules sont à distances invariables l'un de l'autre. Cette valeur concorde en général avec l'expérience. Mais évidemment le résultat n'est pas applicable aux amas composés d'étoiles doubles, puisque les composantes décrivent des ellipses suivant les lois de KÉPLER. Dans ce qui suit nous allons calculer  $\gamma$  pour un gaz diatomique dont les atomes s'attirent suivant la loi de la gravitation universelle. Pour simplifier nous admettrons que les atomes sont sphériques, élastiques et sans frottement. Le résultat nouveau que nous obtiendrons sera immédiatement applicable aux amas d'étoiles, du moins comme première approximation.

Soit ainsi  $m_0$  et  $m_1$  les masses des deux atomes qui composent une molécule quelconque dont la masse  $m_0 + m_1$  sera nommée  $M$ . En désignant par  $C$  la vitesse du centre de gravité de la molécule, l'énergie de son mouvement de translation est

$$E_1 = \frac{1}{2} M C^2.$$

Soit de plus  $r$  la distance entre  $m_0$  et  $m_1$  et  $c$  la vitesse de  $m_1$  par rapport à  $m_0$ . L'énergie intramoléculaire  $E_2$  est alors

$$E_2 = \frac{1}{2} \frac{m_0 m_1}{M} c^2 - \frac{k^2 m_0 m_1}{r},$$

$k^2$  désignant la constante de l'attraction.

Désignons par  $X', Y', Z', x', y', z', x, y, z$  les composantes de  $C, c$  et  $r$  suivant les axes des coordonnées. Considérons les molécules pour lesquelles ces composantes se trouvent respectivement dans les limites

$$\begin{aligned} X' \text{ et } X' + dX', & \quad Y' \text{ et } Y' + dY', & \quad Z' \text{ et } Z' + dZ', \\ x' \text{ et } x' + dx', & \quad y' \text{ et } y' + dy', & \quad z' \text{ et } z' + dz', \\ x \text{ et } x + dx, & \quad y \text{ et } y + dy, & \quad z \text{ et } z + dz. \end{aligned} \quad (65)$$

D'après la loi de distribution de MAXWELL le nombre de ces molécules tend à être donné par la formule

$$A e^{-2h(E_1 + E_2)} dX' dY' dZ' dx' dy' dz' dx dy dz, \quad (66)$$

$A$  et  $h$  étant constants. (Voir BOLTZMANN, Leçons sur la théorie des gaz, Vol. II, Paris 1905, p. 103—105). Toutefois cette formule (66) ne peut être exacte pour toutes les valeurs de  $E_2$ , quand il s'agit de l'attraction universelle. En effet, la théorie du mouvement képlérien apprend que l'orbite de  $m_1$  autour de  $m_0$  est une ellipse si  $E_2 < 0$ , une parabole si  $E_2 = 0$  et une hyperbole si  $E_2 > 0$ . Nous devons donc supposer que  $E_2 < 0$ . Alors  $E_2$  sera inversement proportionnel au grand axe de l'orbite elliptique. Évidemment la liaison entre  $m_0$  et  $m_1$  sera beaucoup plus stable pour les orbites très serrées que pour les orbites très étendues. Pour ces dernières orbites les atomes (resp. les étoiles composantes) seront facilement dissociés par les «chocs». Par suite, la loi de distribution (66) est d'autant plus exacte, que  $-E_2$  est plus grand. Ainsi le nombre des atomes pour lesquels les composantes de  $C, c$  et  $r$  sont entre les limites (65) ne sera pas donné par la formule (66) mais par l'expression :

$$A \cdot \chi \cdot e^{-2h(E_1 + E_2)} dX' dY' dZ' dx' dy' dz' dx dy dz, \quad (67)$$

$\chi$  étant une fonction diminuant en même temps que  $-E_2$  laquelle est très voisine de l'unité quand  $-E_2$  est grand (pour les orbites serrées), très voisine de zéro quand  $-E_2$  est positif et petit (pour les orbites étendues) et identiquement nulle quand  $E_2$  est zéro ou positif (pour les orbites paraboliques ou hyperboliques). Nous verrons qu'il n'est pas nécessaire de connaître de plus près cette fonction  $\chi$ .

Étant donnée la formule (67) il est possible de calculer les valeurs moyennes  $\bar{E}_1$  et  $\bar{E}_2$  de  $E_1$  et de  $E_2$ . On a évidemment

$$E_1 = \frac{\int_{-\alpha}^{+\alpha} \int \int \int E_1 e^{-2h E_1} dX' dY' dZ'}{\int_{-\alpha}^{+\alpha} \int \int \int e^{-2h E_1} dX' dY' dZ'}$$

En introduisant les variables polaires on peut intégrer par rapport aux variables angulaires de sorte que

$$\bar{E}_1 = \frac{1}{2} M \frac{\int_0^{\infty} e^{-h M C^2} C^4 dC}{\int_0^{\infty} e^{-h M C^2} C^2 dC}$$

Les valeurs des intégrales définies sont bien connues. On trouve enfin

$$\bar{E}_1 = \frac{1}{2} M \cdot \frac{3}{8} \sqrt{\frac{\pi}{h^5 M^5}} \cdot \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{h^3 M^3}} = \frac{3}{4h} \quad (68)$$

La température absolue  $T$  du gaz est mesurée par la valeur de  $\bar{E}_1$  moyennant la formule

$$\bar{E}_1 = \frac{3}{2} R T,$$

$R$  étant la constante des gaz. On a donc

$$\frac{1}{2h} = R T.$$

La valeur moyenne  $E_2$  doit être calculée par l'expression

$$E_2 = \frac{\int \int E_2 \chi e^{-2h E_2} dx' dy' dz' dx dy dz}{\int \int \chi e^{-2h E_2} dx' dy' dz' dx dy dz} = \frac{\int \int E_2 \chi e^{-2h E_2} c^2 dc r^2 dr}{\int \int \chi e^{-2h E_2} c^2 dc r^2 dr}$$

En désignant par  $\delta$  la somme des rayons des deux atomes on aura évidemment la condition  $r > \delta$ . Dans l'expression de  $E_2$  il faut donc intégrer sur toutes les valeurs de  $r$  et  $c$  qui satisfont aux conditions

$$r > \delta, \quad c > 0, \quad E_2 < 0. \quad (69)$$

Introduisons maintenant  $u$  et  $w$  comme variables d'intégration au lieu de  $r$  et  $c$  moyennant les formules

$$\frac{\delta}{r} = \frac{1}{u}(1+w),$$

$$\frac{c^2 \delta}{2k^2 M} = \frac{1}{u} \cdot w.$$

Désignons par  $D$  une distance aussi grande par rapport à  $\delta$  que l'on veut. Aux trois courbes  $r = \delta$ ,  $c = 0$ ,  $E_2 = -\frac{k^2 m_0 m_1}{D}$  dans le plan des variables  $r, c$  correspondent les trois courbes  $w = u - 1$ ,  $w = 0$  et  $u = D : \delta$  dans le plan des variables  $u$  et  $w$ . Étant données les inégalités (69) les champs d'intégration après le changement des variables deviennent

$$0 < w < u - 1, \quad 1 < u < \infty.$$

On a d'ailleurs

$$\frac{\partial \left( \frac{\delta}{r}, \frac{c^2 \delta}{2k^2 M} \right)}{\partial (u, w)} = \begin{vmatrix} -\frac{1}{u^2}(1+w), & \frac{1}{u} \\ -\frac{1}{u^2}w, & \frac{1}{u} \end{vmatrix} = -\frac{1}{u^3}.$$

L'expression de  $\bar{E}_2$  devient ainsi

$$\bar{E}_2 = -\frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \frac{\int_1^r e^u f(u) du}{\int_1^\infty e^u f(u) du}, \quad (70)$$

avec les notations

$$N = 2h \frac{k^2 m_0 m_1}{\delta}, \quad f(u) = u^{-\frac{1}{2}} \chi(u) \int_0^{u-1} \frac{\sqrt{w} dw}{(1+w)^4}, \quad f'(u) = u f(u). \quad (71)$$

Pour les valeurs de  $u$  qui sont au voisinage de  $u = 1$  l'orbite relative de  $m_1$  autour de  $m_0$  est très serrée, et la fonction  $\chi(u)$  a des valeurs très rapprochées de l'unité. Pour les valeurs grandes de  $u$  au contraire les valeurs de  $\chi(u)$  sont petites.

Dans les applications astronomiques que nous allons faire la quantité  $N$  est un grand nombre. Pour calculer les deux intégrales qui apparaissent dans l'expression de  $\bar{E}_2$  nous pouvons donc tirer partie des recherches de M. M. HAMY<sup>1</sup> sur l'approximation de la fonction

<sup>1</sup> Journal de Mathématiques (6), 4, (1908). [Voir aussi Encyclopädie der matem. Wiss. VI, 2, 13 (v. Zeipel), p. 643, 647.]

$$I = \int_{u_0}^{u_1} f(u) \varphi(u)^N du,$$

$N$  étant un grand nombre. Le cas qui nous intéresse est celui où  $|\varphi(u_0)|$  est la plus grande valeur de  $|\varphi(u)|$  sur le chemin d'intégration. Mettons avec M. HAMY

$$z = \frac{1}{\varphi(u)}, \quad F(z) = -\frac{f(u)}{\frac{d\varphi(u)}{du}}.$$

L'expression de  $I$  devient alors

$$I = \int_a^b F(z) \frac{dz}{z^{N+2}}, \quad a = \frac{1}{\varphi(u_0)}, \quad b = \frac{1}{\varphi(u_1)},$$

et sur tout le chemin d'intégration on a  $|z| > |a|$  excepté pour  $z = a$ . Il nous suffit de regarder le cas relativement simple où la fonction  $F(z)$  est développable au voisinage du point  $z = a$  de la manière suivante

$$F(z) = \sum_{v=1}^p A_v \left(\frac{z}{a} - 1\right)^{\alpha_v} + \left(\frac{z}{a} - 1\right)^{\alpha} \psi(z), \quad (72)$$

$\psi(a)$  étant fini et

$$-1 < \alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_p < \alpha.$$

M. HAMY a montré alors que dans l'expression

$$I = -a^{-N-1} \left\{ \sum_{v=1}^p A_v \frac{\Gamma(\alpha_v + 1) \Gamma(N + 1 - \alpha_v)}{\Gamma(N + 2)} + \varepsilon \right\} \quad (73)$$

les termes successifs à l'intérieur de la parenthèse sont de l'ordre

$$N^{-1-\alpha_1}, N^{-1-\alpha_2}, \dots, N^{-1-\alpha_p}, N^{-1-\alpha}.$$

Pour appliquer ces principes au calcul de  $\overline{E_2}$  il faut mettre dans la formule (70)

$$z = e^{-\frac{1}{u}}, \quad F(z) = u^2 e^{-\frac{1}{u}} f(u), \quad F'(z) = u^2 e^{-\frac{1}{u}} f'(u).$$

D'après ce que nous avons dit sur la fonction  $\chi(u)$  nous pouvons mettre tout simplement  $\chi = 1$  au voisinage de  $u = 1$ . On obtient alors après des calculs simples

$$F(z) = u^{9/2} e^{-\frac{1}{u}} \int_0^{u-1} \frac{w^{1/2} dw}{(1+w)^4} = \frac{2}{3e} (u-1)^{9/2} \left\{ 1 + \frac{1}{10}(u-1) - \frac{19}{56}(u-1)^2 + \dots \right\}$$

$$= \frac{2}{3e} (ze-1)^{9/2} \left\{ 1 + \frac{17}{20}(ze-1) + \frac{85}{224}(ze-1)^2 + \dots \right\}.$$

$$F'(z) = u^{9/2} e^{-\frac{1}{u}} \int_0^{u-1} \frac{w^{3/2} dw}{(1+w)^4} = \frac{2}{3e} (u-1)^{9/2} \left\{ 1 + \frac{11}{10}(u-1) - \frac{67}{280}(u-1)^2 + \dots \right\}$$

$$= \frac{2}{3e} (ze-1)^{9/2} \left\{ 1 + \frac{37}{20}(ze-1) + \frac{1937}{1120}(ze-1)^2 + \dots \right\}.$$

Les coefficients ne seront que légèrement modifiés par ce fait que  $\chi(u)$  n'est pas exactement  $-1$ . De ces développements on peut trouver les valeurs des coefficients  $A_n$  qui apparaissent dans les formules (72) et (73) de M. HAMY. L'expression (70) devient ainsi

$$E_1 = \frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \frac{\int_0^1 F(z) z^{-N-2} dz}{\int_0^1 F'(z) z^{-N-2} dz}$$

$$= \frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \frac{\frac{\Gamma\left(\frac{5}{2}\right) \Gamma\left(N - \frac{1}{2}\right)}{\Gamma(N+2)} + \frac{17}{20} \frac{\Gamma\left(\frac{7}{2}\right) \Gamma\left(N - \frac{3}{2}\right)}{\Gamma(N+2)} + \frac{85}{224} \frac{\Gamma\left(\frac{9}{2}\right) \Gamma\left(N - \frac{5}{2}\right)}{\Gamma(N+2)} + \dots}{\frac{\Gamma\left(\frac{5}{2}\right) \Gamma\left(N - \frac{1}{2}\right)}{\Gamma(N+2)} + \frac{37}{20} \frac{\Gamma\left(\frac{7}{2}\right) \Gamma\left(N - \frac{3}{2}\right)}{\Gamma(N+2)} + \frac{1937}{1120} \frac{\Gamma\left(\frac{9}{2}\right) \Gamma\left(N - \frac{5}{2}\right)}{\Gamma(N+2)} + \dots}$$

$$= \frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \frac{1 + \frac{17}{20} \frac{5}{2} + \frac{85}{224} \frac{5}{2} \frac{7}{2} + \dots}{1 + \frac{37}{20} \frac{5}{2} + \frac{1937}{1120} \frac{5}{2} \frac{7}{2} + \dots}$$

$$= \frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \left\{ 1 - \frac{5}{2N} - \frac{4}{N^2} - \frac{24}{N^3} - \dots \right\}. \quad (74)$$

Nous avons déduit auparavant l'expression (68) de  $E_1$ . Cette expression devient

$$E_1 = \frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \frac{3}{2N}, \quad (75)$$

si l'on introduit  $N$  au lieu de  $h$  par la formule (71). La valeur moyenne de l'énergie totale  $E = E_1 + E_2$  d'une molécule devient ainsi

$$E = \bar{E}_1 + \bar{E}_2 = -\frac{k^2 m_0 m_1}{\delta} \left\{ 1 - \frac{4}{N} - \frac{4}{N^2} - \frac{24}{N^3} - \dots \right\}. \quad (76)$$

Enfin la relation (75) peut s'écrire

$$\frac{1}{N} = \frac{\delta}{k^2 m_0 m_1} \frac{2}{3} \bar{E}_1 = \frac{\delta \cdot (m_0 + m_1)}{3 k^2 m_0 m_1} \bar{C}^2. \quad (77)$$

Il est facile maintenant d'arriver au développement pour  $\gamma$  en employant les formules (64), (76) et (77). On obtient ainsi

$$\gamma = 1 + \frac{1}{n}, \quad n = \frac{3 d \bar{E}}{2 d \bar{E}_1} = 4 + \frac{8}{N} + \frac{72}{N^2} + \dots \quad (78)$$

C'est un développement suivant les puissances du carré moyen des vitesses des molécules (vu la formule (77)).

Nous avons supposé que le gaz était diatomique. Admettons maintenant qu'il y a aussi des molécules simples, toutes ayant la masse  $M = m_0 + m_1$ . Si le nombre des molécules doubles est au nombre des molécules simples dans le rapport  $\varepsilon : (1 - \varepsilon)$ , les formules précédentes seront modifiées. Au lieu de (76) on aura alors  $\bar{E} = \bar{E}_1 + \varepsilon \bar{E}_2$ . Enfin l'expression de  $n$  deviendra

$$n = \frac{3 d (\bar{E}_1 + \varepsilon \bar{E}_2)}{2 d \bar{E}_1} = \frac{3}{2} + \varepsilon \left[ \frac{5}{2} + \frac{8}{N} + \frac{72}{N^2} + \dots \right]. \quad (79)$$

Évidemment il est possible de déterminer  $N$  de sorte que  $n = 5$ . Si  $\varepsilon = 1$ , c'est-à-dire s'il n'y a pas de molécules simples, la condition  $n = 5$  conduit à la valeur

$$N = 13,4 \dots \quad (80)$$

Quand  $\varepsilon$  décroît, la valeur de  $N$  qu'il faut choisir pour obtenir  $n = 5$ , décroît aussi. Toutefois il est difficile alors de calculer  $N$ , puisque le développement (79) converge assez lentement.

20. Au lieu d'une boule de gaz regardons maintenant un amas globulaire composé d'étoiles. Nous ne connaissons pas le rapport  $\varepsilon$  entre le nombre des étoiles doubles et le nombre total des étoiles. Toutefois, les découvertes très nombreuses d'étoiles doubles spectroscopiques (306 étoiles le 1<sup>er</sup> janvier 1910) font soupçonner que la valeur de  $\varepsilon$  est assez voisine de l'unité. Les observations spectrographiques

de M. E. B. FROST à l'Observatoire de Yerkes ont établi que  $\epsilon > \frac{1}{3}$  pour les étoiles du type d'Orion. A l'Observatoire de Lick M. W. W. CAMPBELL a trouvé que  $\epsilon > \frac{1}{6}$  pour les étoiles des types moyens ou plus avancés. Mais il faut remarquer que ces découvertes ne se rapportent qu'aux systèmes pour lesquels les périodes sont relativement courtes et les variations des vitesses radiales relativement considérables. Cela étant M. CAMPBELL<sup>1</sup> est d'avis qu'il est bien possible que les étoiles doubles soient en majorité décidée.

Pour simplifier nous admettrons que  $\epsilon = 1$ , c'est-à-dire que les amas globulaires sont composés d'étoiles doubles. Comme auparavant nous désignerons les deux masses composantes par  $m_0$  et  $m_1$  et par  $\delta$  la somme des deux rayons. Choisissons comme unités de longueur, de masse et de vitesse la distance Terre-Soleil, la masse du Soleil et la vitesse de la Terre dans son orbite. Il faut mettre alors  $k^2 = 1$  dans la formule (77). Les masses et les diamètres des étoiles ne sont pas tout-à-fait inconnus. Pour quelques étoiles doubles, dont la période et la parallaxe sont connues, la masse totale peut être calculée par la troisième loi de KÉPLER. On a trouvé ainsi pour 7 étoiles doubles  $m_0 + m_1 = 1,5$ . (Voir CH. ANDRÉ, Traité d'astronomie stellaire, Paris 1900, p. 65). Pour 18 étoiles doubles spectroscopiques M. W. W. CAMPBELL<sup>2</sup> a obtenu en moyenne  $m_0 = m_1 = 4,2$  en faisant quelques hypothèses assez plausibles sur l'inclinaison des orbites. Probablement on ne fera donc pas beaucoup erreur en supposant que les étoiles sont comparables avec le Soleil. Mettons donc  $m_0 = m_1 = 1$ ,  $\delta = \frac{1}{100}$ ,  $k^2 = 1$  dans la formule (77). Pour que  $N$  ait la valeur (80), ce qui correspond à  $\gamma = 1,2$ , il faut que

$$\begin{aligned} V_{\bar{C}^2} &= \sqrt{\frac{150}{13,4}} = 3,35 \text{ fois la vitesse de la Terre} \\ &= 100 \frac{\text{km}}{\text{sec}}. \end{aligned} \quad (81)$$

C'est la vitesse moyenne qu'il faut attendre dans les quatre amas considérés. (On aurait obtenu une vitesse plus grande en supposant  $\epsilon < 1$ .) Évidemment cette valeur moyenne des vitesses doit forcément être assez incertaine, vu l'incertitude des hypothèses employées. D'abord pour déduire l'expression (78) nous avons admis la loi de MAXWELL pour la distribution de l'énergie; nous avons supposé aussi que les amas sont composés essentiellement d'étoiles doubles, les étoiles composantes ayant des masses et des diamètres comparables avec celles du Soleil. Enfin nous avons regardé les étoiles composantes comme sphériques, élastiques et sans frottement même pour les étoiles doubles très serrées où les deux composantes se touchent. Pour ces raisons diverses la valeur (81) ne peut donner que l'ordre de grandeur des vitesses dans les amas globulaires considérés.

<sup>1</sup> Lick observatory Bulletin, Nr. 79, p. 145; Nr. 181, p. 50.

<sup>2</sup> Lick observatory Bulletin, Nr. 181, p. 39.

La vitesse radiale  $v$  et le mouvement propre annuel  $\mu$ , qui correspondent à une vitesse de  $100 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ , ont en moyenne les valeurs

$$v = \frac{100}{\sqrt{3}} = 58 \frac{\text{km}}{\text{sec}}, \quad (82)$$

$$\mu = 100 \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{2\pi}{29,8} \cdot \tilde{\omega} = 17,2 \cdot \tilde{\omega}, \quad (83)$$

$\tilde{\omega}$  étant la parallaxe de l'amas exprimée en secondes d'arc. La formule (82) donne l'ordre de grandeur des vitesses radiales dans les amas considérés. Enfin la relation (83) fournit l'ordre de grandeur des mouvements propres annuels, quand la parallaxe est supposée connue; ou inversement une valeur approchée de la parallaxe, dès que les mouvements propres annuels sont connus par observation.

D'après les résultats obtenus par M. BARNARD pour l'amas Messier 92 (voir n:o 18) il faut s'attendre que les mouvements propres annuels des étoiles des amas globulaires les plus considérables montent à quelques centièmes d'une seconde d'arc. La parallaxe  $\tilde{\omega}$  correspondante serait  $0'',001$  d'après la formule (83). C'est une valeur bien plausible, vu les grandeurs photométriques des étoiles dans ces amas.

21. Nous avons déduit au n:o 17 une relation (58) entre la parallaxe  $\tilde{\omega}$  d'un amas, le carré moyen  $\overline{C^2}$  des vitesses de ses étoiles et un paramètre  $K$ . Si l'on connaît la valeur de  $K$ , il est possible d'obtenir, par les formules (51) et (63), la masse totale de l'amas à l'intérieur d'un rayon  $r$  quelconque.

En appliquant cette formule (58) aux amas considérés il faut mettre  $n = 5$ , d'après ce que nous avons vu au n:o 13. La quantité  $Q_5$  doit être calculée par la formule (56). Nous y avons choisi: pour  $r_1$  et  $r_2$  les rayons extrêmes entre lesquels il a été possible d'étudier la distribution des étoiles de chaque amas, et pour  $\sigma$  et  $\alpha$  les valeurs approchées (38). Nous avons obtenu ainsi par quadratures mécaniques les valeurs

M 2	M 3	M 13	M 15
$Q_5 = 0,678$	$0,662$	$0,598$	$0,600$

Cela étant, en introduisant dans (58) ces valeurs de  $Q_n$  et pour  $\sigma$  les valeurs définitives (41) on arrive pour les divers amas aux valeurs suivantes de la quantité  $K \tilde{\omega} : \overline{C^2}$

M 2	M 3	M 13	M 15
$K \tilde{\omega} : \overline{C^2} = 0,186$	$0,605$	$0,212$	$0,221$

(84)

Quant à la valeur de  $K$  nous ne savons encore rien. Les quantités  $\overline{C^2}$  et  $\tilde{\omega}$  au contraire ne sont pas tout-à-fait inconnues. Nous avons obtenu au n:o précédent l'ordre de grandeur des vitesses. Employons cette valeur en mettant

$$C^2 = \frac{150}{13,4} \cdot 4\pi^2 = 442. \quad (85)$$

Enfin pour les parallaxes des considérations photométriques ont fourni une limite supérieure, de sorte qu'on a probablement

$$\tilde{\omega} < 0'',004. \quad (86)$$

Des relations (84), (85) et (86) nous pouvons ainsi déduire pour  $K$  les limites inférieures suivantes

	M 2	M 3	M 13	M 15	
$K >$	20600,	66800,	23400,	24400.	(87)

Comparons maintenant les formules (40) et (44). La première, ne renfermant que les quantités connues (41), donne le nombre  $f(r)$  des étoiles visibles sur les clichés et contenues dans l'unité de volume à la distance  $r$  du centre. La seconde formule au contraire donne la densité vraie  $D(r)$  de l'amas à cette distance  $r$  du centre. Supposons, comme nous l'avons déjà fait auparavant, que les masses des étoiles sont en moyenne deux fois celle du Soleil. Alors

$$\frac{D(r)}{2f(r)} = \frac{K}{2A}$$

sera le rapport du nombre de toutes les étoiles (y comprises aussi les étoiles obscures) au nombre des étoiles visibles sur les clichés. En introduisant pour  $A$  les valeurs (41) et pour  $K$  les limites (87) nous trouvons pour ce rapport, jusqu'ici tout-à-fait inconnu, les limites inférieures

	M 2	M 3	M 13	M 15
$\frac{K}{2A} >$	306,	173,	156,	128.

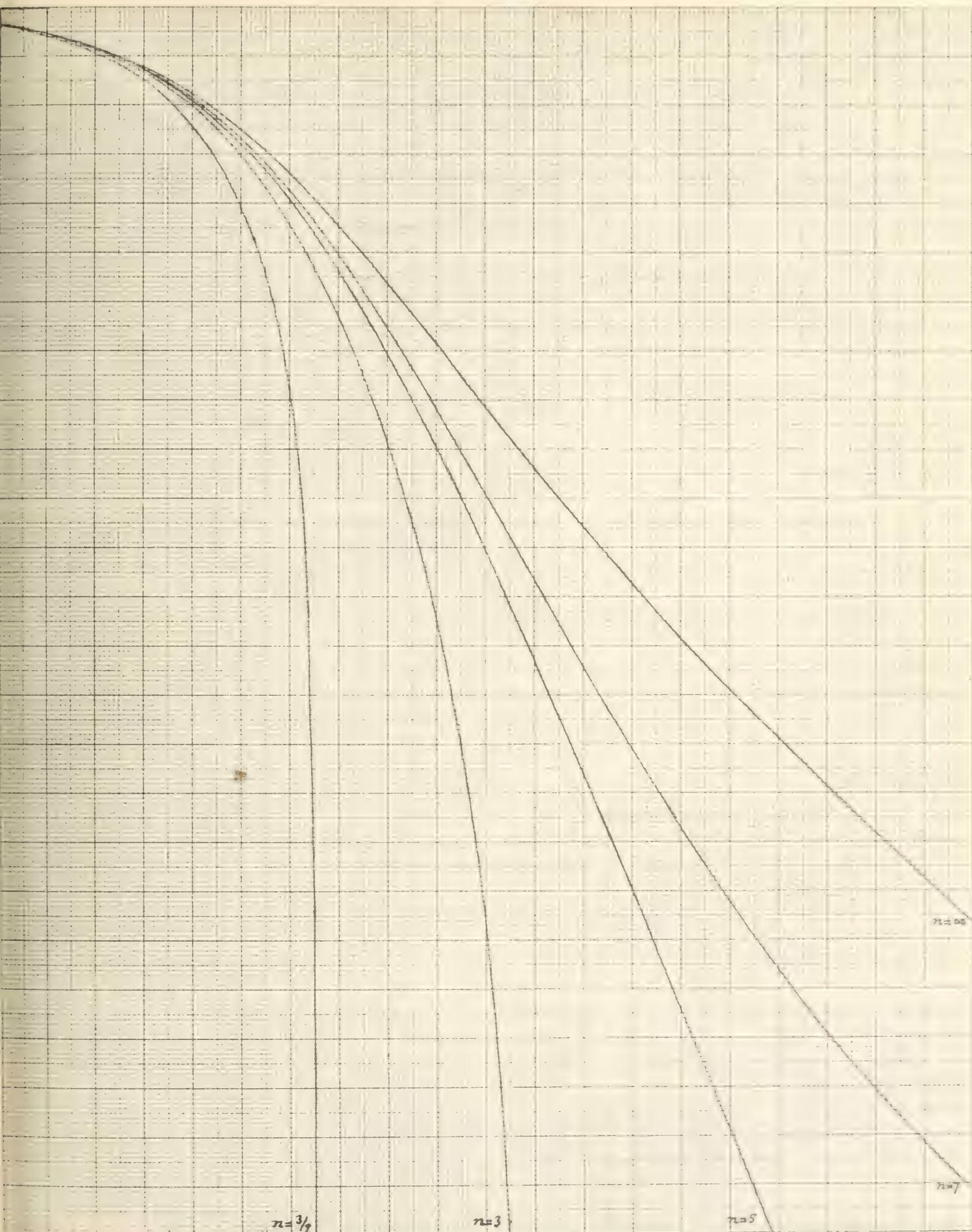
Ainsi le nombre des étoiles visibles sur le cliché ne monte pas même à la centième partie du nombre total des étoiles. Chacun de ces amas est donc un système gigantesque renfermant à peu près un million d'étoiles. Mais alors il ne faut pas plus s'étonner que la loi des grands nombres, cette loi suprême du hasard, a pu jouer dans la formation de ces objets un rôle si prépondérant.



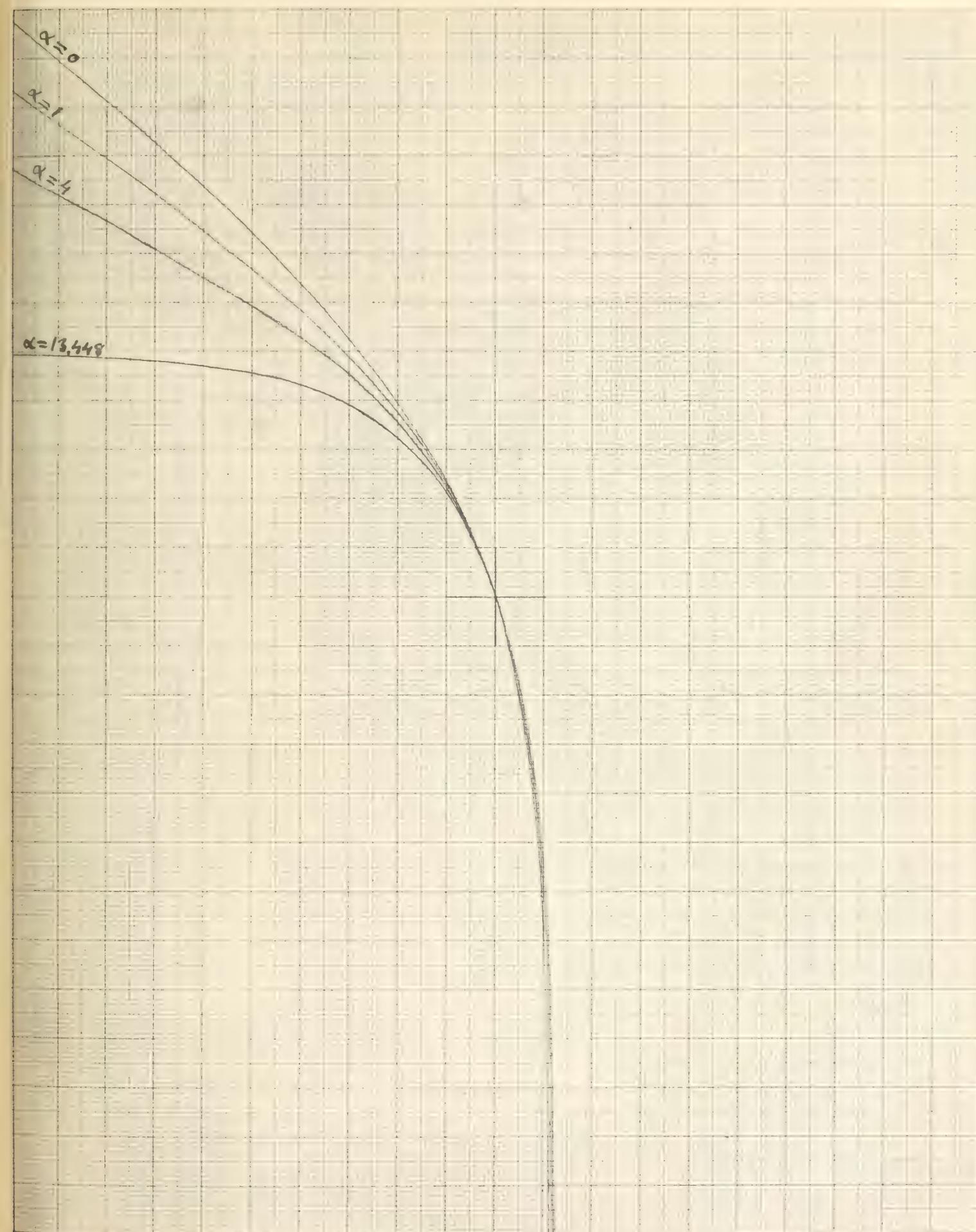
Tryckt den 26 september 1913.



$$\frac{1}{2} \log \eta_n (\sqrt{v_n})$$



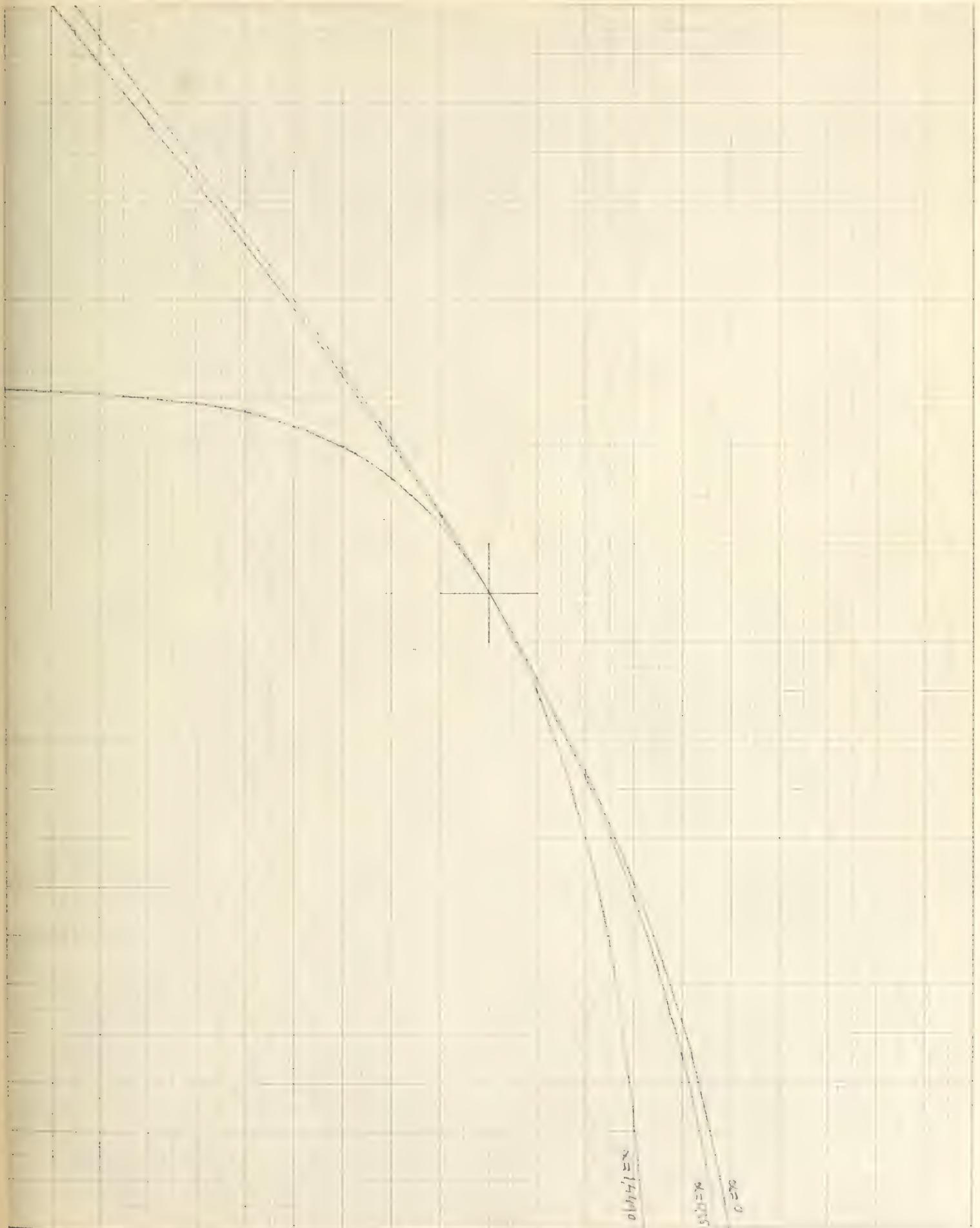




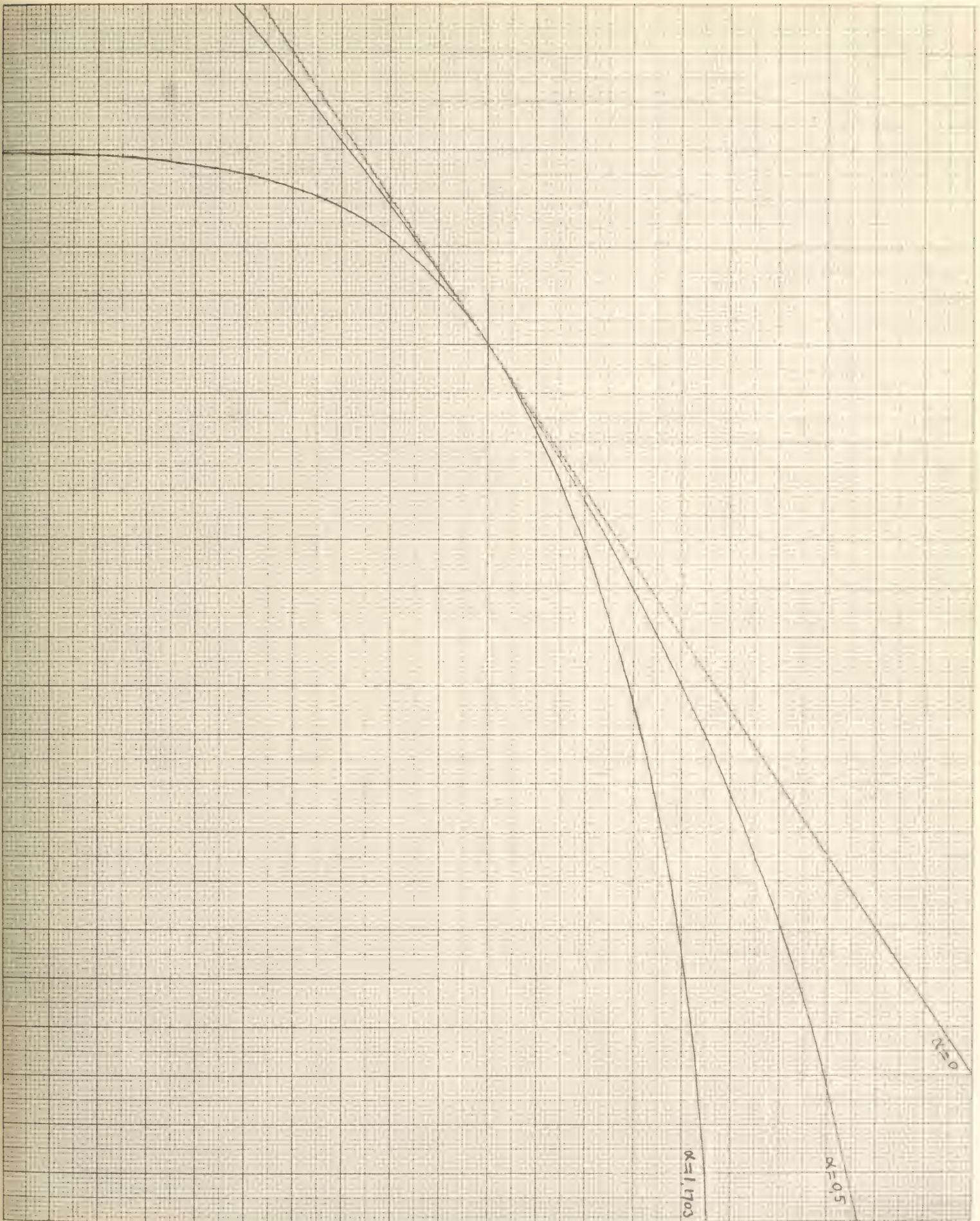


$n=2,3$

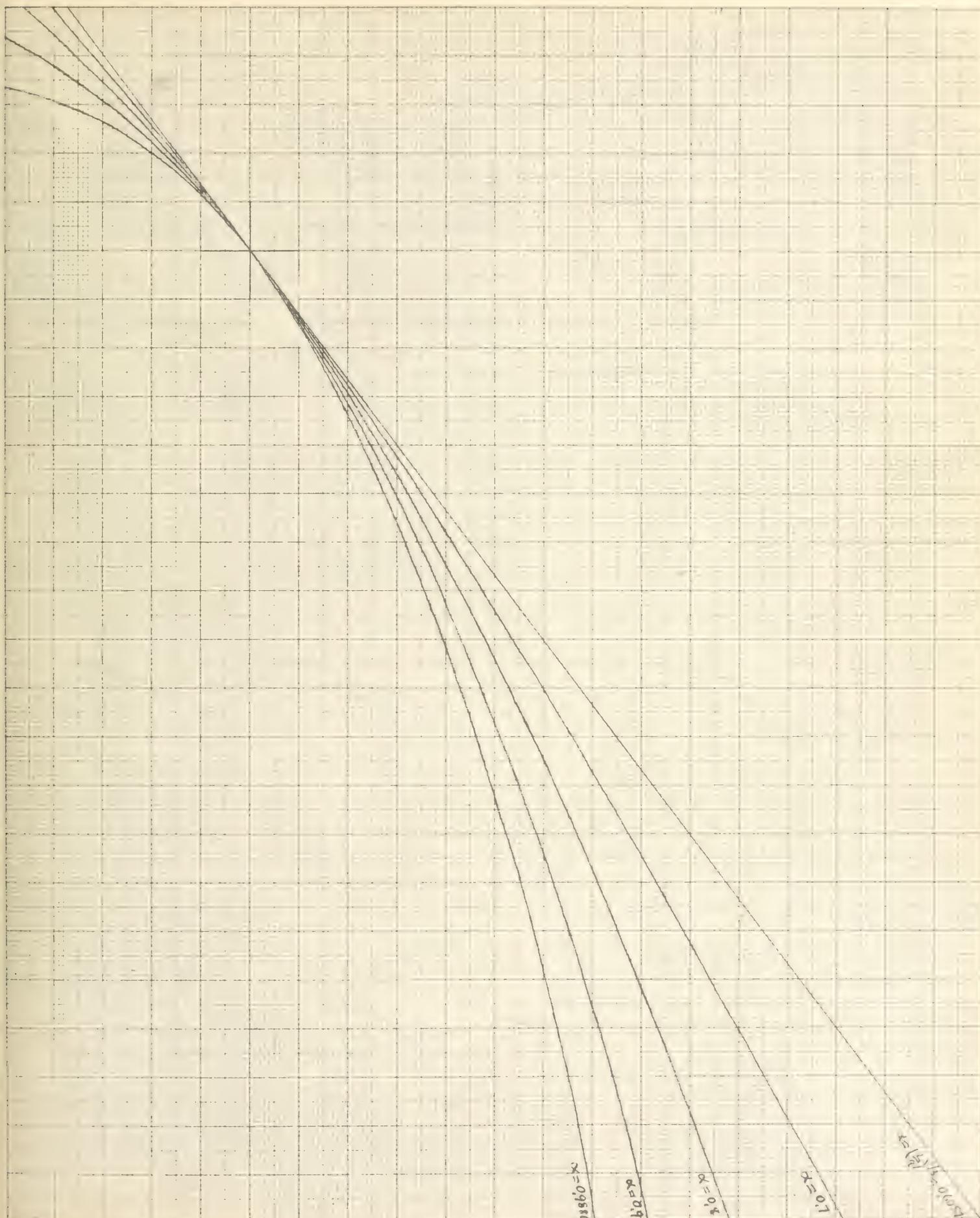
Pl. 1



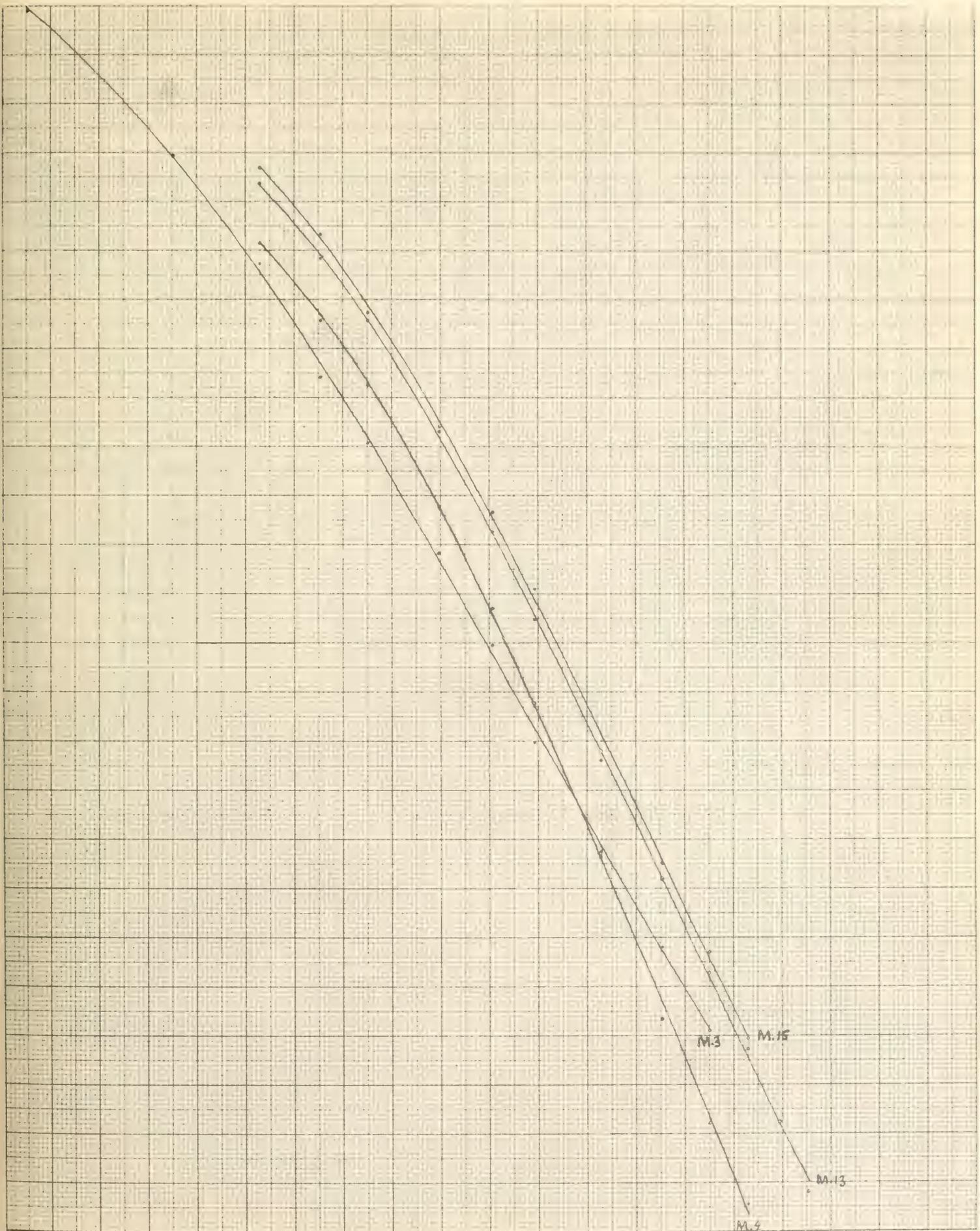










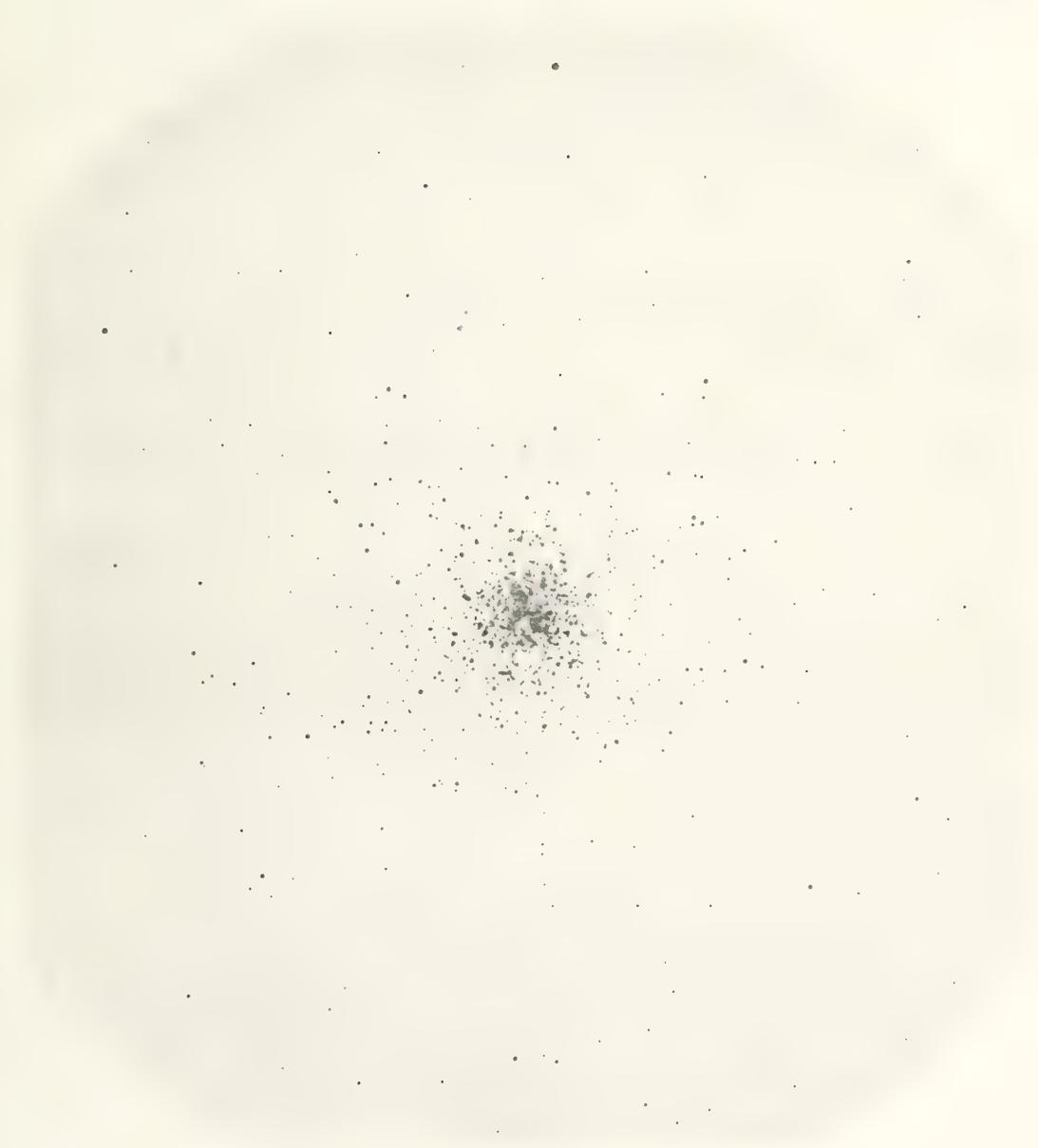






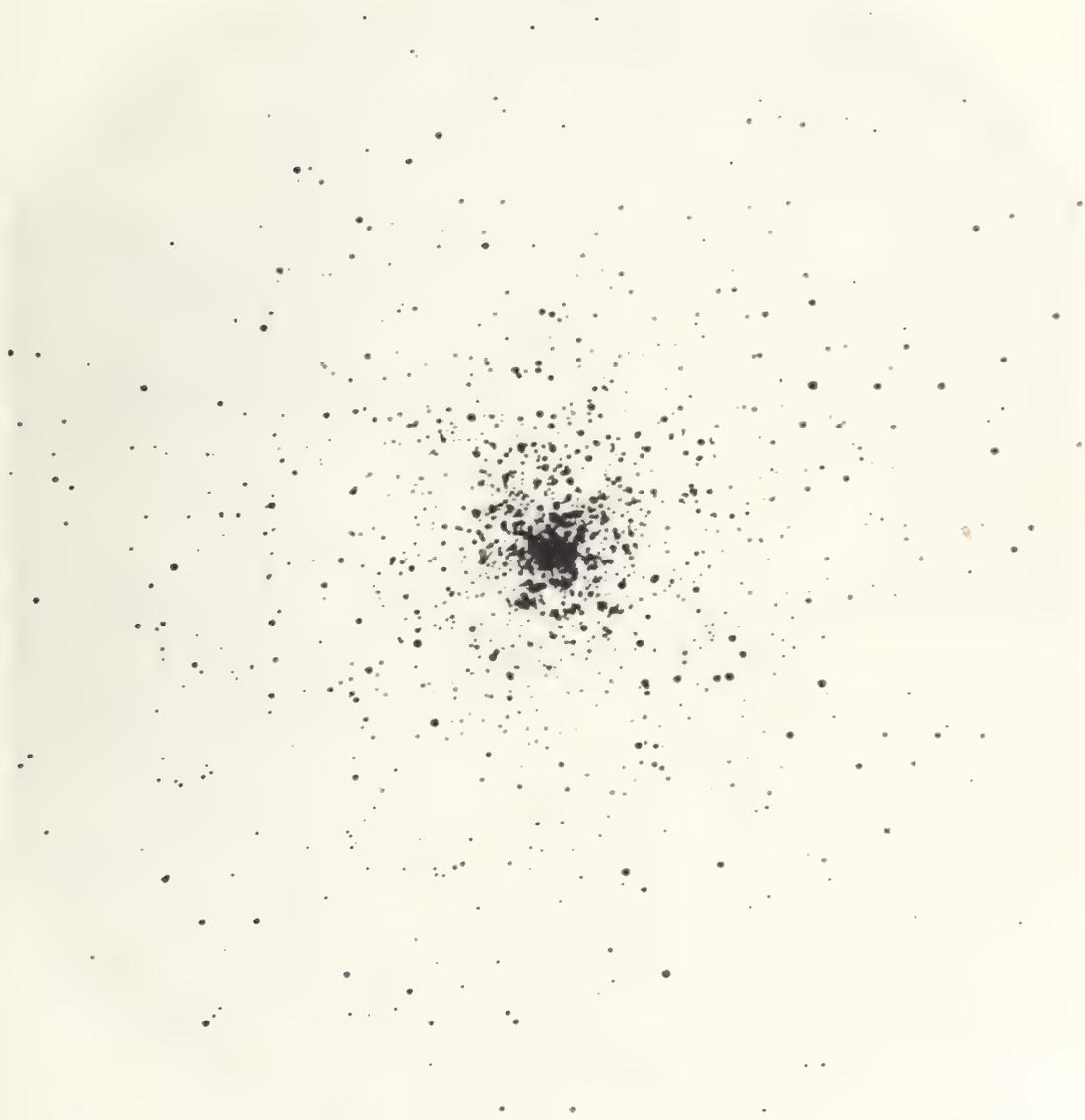
*Messier 13 Herculis.* (Photographie de G. W. Ritchey).





*Messier 13 Herculis.* (Photographie de G. W. Ritchey).





*Messier 15 Pegasi.* (Photographie de G. W. Ritchey).

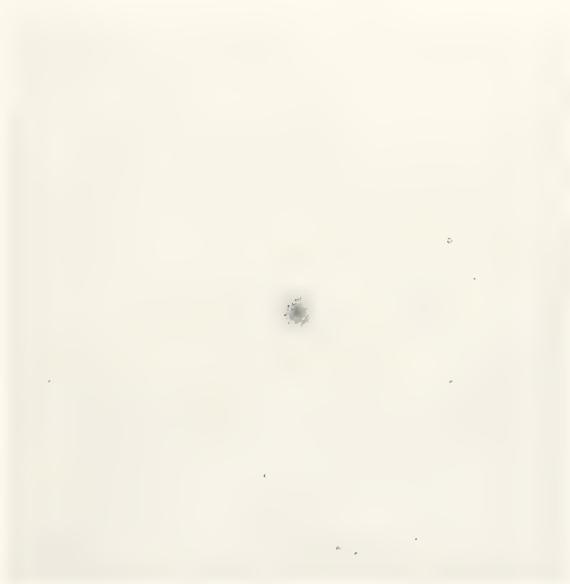




*Messier 2 Aquarii.* (Photographie de G. W. Ritchey).



*Messier 3 Can. Venat.* (Photographie de G. W. Ritchey).



*Messier 13 Herculis.* (Upsala).



**DIE GATTUNGEN**  
**THINNFELDIA ETT. UND DICROÏDIUM GOTH.**

VON

**ERNST ANTEVS**

---

MIT 5 TAFELN

---

MITGETEILT AM 11. MARZ 1914 DURCH A. G. NATHORST UND G. LAGERHEIM

—◆—  
UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1914



Dass eine Revision der Gattung *Thinnfeldia* wünschenswert ist, hat ja schon mancher hervorgehoben, und so soll dieser Aufsatz einen Versuch darstellen, unsere Kenntnisse von dieser interessanten und wichtigen Gattung einen Schritt vorwärtszubringen.

Herrn Professor A. G. NATHORST und Herrn Dozenten T. G. HALLE, welche dem Gang der Arbeit mit grossem Interesse gefolgt sind und ständig mit der grössten Bereitwilligkeit jede mögliche Hülfe geleistet haben, gestatte ich mir meinen tief empfundenen Dank auszusprechen.

## **Thinnfeldia** ETTINGSHAUSEN.

*Thinnfeldia*, ETTINGSHAUSEN 1852, p. 2.

Wedel einmal gefiedert, bisweilen doppelt gefiedert oder ungeteilt bis eingeschnitten. Spindel kräftig. Fiederchen locker bis sehr dicht, alternierend bis opponiert, ganzrandig oder bisweilen ein wenig wellig, von variierender Form: rhombisch, schmal oder breit lanzettlich, oval oder linear, gewöhnlich herablaufend und an der Basis zusammengezogen. Spitze stumpf bis spitz. Aderung charakteristisch und immer deutlich, aus einer deutlichen, wenn auch manchmal wenig hervortretenden, gegen die Spitze verschwindenden Mittelader und unter spitzem Winkel austretenden dichten, einfachen oder einmal bis wiederholt gegabelten Seitenadern bestehend. Konsistenz der Lamina dick und fest, lederartig, aber nicht sukkulent. Epidermis mit isodiametrisch polygonalen, über den Adern in die Länge gestreckten Zellen. Zellwände dick und gerade. Spaltöffnungen mit ein paar Ausnahmen an beiden Seiten, entweder nur zwischen den Adern vorkommend oder gleichmässig über die ganze Oberfläche verteilt, unter die Epidermis eingesenkt und mit 4—7 regelmässigen Nebenzellen überdeckt.

Die Gattung *Thinnfeldia* ist in hohem Grade variierend, und es ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden, eine gleichzeitig kurzgefasste und erschöpfende Beschreibung derselben zu geben. Die hauptsächlichsten Charaktere sind jedoch oben angegeben, und ich will dieser Beschreibung hier nur eine ausführlichere in Bezug auf den Bau der Cuticula hinzufügen, während die äussere Morphologie in der historischen Übersicht näher behandelt werden wird.

Die hierzu gehörenden Arten besitzen eine feste, lederartige Konsistenz, allem Anschein nach von ganz derselben Beschaffenheit wie die *Phyllocladien* und Blätter bei den rezenten Nadelhölzern, *Phyllocladus* und *Agathis*. Die dicke und widerstandsfähige Cuticula ist also oft in dem Zustand erhalten, dass sie nach der Mazeration einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen werden kann.

Zwischen der Ober- und der Unterseite des Blattes ist immer ein mehr oder weniger ausgeprägter Unterschied vorhanden, welcher vor Allem darin besteht, dass die erstere, da sie der Einwirkung der Sonne mehr direkt ausgesetzt ist, eine dickere Cuticula besitzt. Die Differenzierung des Gewebes, die im Allgemeinen die untere Seite kennzeichnet, ist ferner auf der oberen weniger deutlich, ja zuweilen überhaupt nicht erkennbar, und die Anzahl der Spaltöffnungen ist hier immer geringer.

Die Epidermiszellen sind isodiametrisch polygonal — bei ein paar Exemplaren jedoch nach SCHENK etwas gestreckt — und nehmen nur über den Adern meistens eine etwas langgestreckte Form an. Sind die Adern, wie es mitunter der Fall ist, sehr fein, so bleibt jedoch diese Differenzierung aus. Die Zellwände sind dick und gerade.

Die Spaltöffnungen sind mehr oder weniger zahlreich und kommen, wie erwähnt, mit einigen Ausnahmen auf beiden Seiten des Blattes vor. Im Allgemeinen beschränkt sich ihr Vorkommen auf die Felder zwischen den Adern; zeichnen sich diese aber nicht durch eine Differenzierung des Epidermisgewebes aus, so sind sie gleichmässig über die ganze Blattfläche verteilt.

Über den Bau der Spaltöffnungen ist nichts Neues zu sagen, da schon SCHENK (67, pp. 109 & 114) eine richtige Erklärung desselben gab. Er ist demjenigen von rezenten Xerophyten vollkommen analog, d. h. der Spaltöffnungsapparat erhält durch seine Einsenkung unter die Epidermis teils eine grössere Beweglichkeit, teils eignet er sich durch seine gegen die Atmosphäre geschützte Lage mehr, die Pflanze gegen zu starke Transpiration zu schützen. Was man von den Spaltöffnungen sieht, ist also der Kanal, der zu den Schliesszellen führt, und die diesen Kanal umgebenden Nebenzellen, welchen SCHENK die Benennung »Wallzellen« gegeben hat. Die Schliesszellen sind gänzlich vernichtet oder nur durch ein paar sehr dünne, halbmondförmige Cuticularstreifen vertreten. Die Nebenzellen wechseln in der Anzahl von 4 bis zu 7 und sind in einem regelmässigen Kreise geordnet, so dass die inneren wie die äusseren Wände zwei konzentrische Ringe bilden, während die übrigen vertikalen Wände radiär angeordnet sind.

SCHENK hat verschiedene Cycadeen, speziell einige *Zamia*-Arten, als diejenigen rezenten Pflanzen hervorgehoben, mit welchen die Epidermis und besonders die Spaltöffnungen die grösste Ähnlichkeit zeigten. Wie schon NATHORST (76, p. 34) bemerkt hat, muss indessen diese seine Auffassung auf einem Irrtum beruhen, der um so bedauerlicher ist, als er hauptsächlich darauf seine Ansicht von der Cycadeen-Natur von *Thinnfeldia* begründete. Denn es handelt sich nicht um *Zamia*, sondern um einige Koniferen-Gattungen, speziell *Phyllocladus*, die, was den Epidermisbau betrifft, am nächsten — und in den Details — mit *Thinnfeldia* übereinstimmen.

Die Gattung *Thinnfeldia* wurde 1852 von ETTINGSHAUSEN (p. 2) auf einige Pflanzenfossilien aus dem Lias begründet. Die Begrenzung, welche er der neuen Gattung gab, war jedoch weniger glücklich, denn die schmalgefiederten Formen, die er als *Th. Münsteriana* und *Th. parvifolia* beschrieb, sind, wie SCHENK (67, p. 111) als erster erwähnte, gar nicht hierzu zu rechnen, sondern sind ganz sicher mit SCHENKS *Selenocarpus Münsterianus* identisch. Etwa 10 Jahre vorher hatte jedoch BRAUN (40, p. 97) in einem Katalog über Pflanzenfossilien in Bayreuth wie *Kirchneria* und *Neu-*

*ropteris* Arten derselben Gattung aufgenommen. Über diese sowie über einige andere gab er später (1854) eine ausführliche Beschreibung, in welcher er ihre grosse Ähnlichkeit mit den Formen, welche ETTINGSHAUSEN als *Thinnfeldia* beschrieben hatte, hervorhob, ohne jedoch — auf Grund der völlig abweichenden Ansicht des letzteren Verfassers über die systematische Stellung der fraglichen Fossilien — sie als identisch anzusehen zu wagen. Die als *Neuropteris* zuerst aufgenommenen Arten führt er nun zu *Kirchneria*. Nach dem, was BRAUN hier (54, p. 3) angibt, soll er (48, p. 19) als Arten von *Pachypteris* einige mit *Thinnfeldia* teilweise identische Fossilien von Kulmbach beschrieben haben. Im Jahre darauf zog ANDRAE (55, p. 47) *Thinnfeldia* ein und vereinte sie mit *Pachypteris*, da er keine Veranlassung zur Bildung einer neuen Gattung sah. Seine Ansicht fand indessen keine Beachtung, und so stehen die beiden Gattungen immer noch Seite an Seite, obgleich irgendein wesentlicher Unterschied zwischen ihnen nicht existiert. Über BRAUNS *Kirchneria*, welche er übersehen zu haben scheint, erwähnt er nichts.

Eine besonders eingehende Untersuchung von *Thinnfeldia* wurde von SCHENK in seiner Arbeit »Fossile Flora der Grenzschichten« (67, p. 105) vorgenommen. Hier führte er nicht nur nach einer kritischen Prüfung die von früheren Verfassern unter verschiedenen Namen beschriebenen Formen zusammen und beschrieb neue, sondern er diskutierte auch ausführlich die systematische Stellung der Gattung. Die Begrenzung, welche er *Thinnfeldia* gab, war im grossen Ganzen sehr gut, und dieselbe bot einen einheitlichen Eindruck dar. Auf Grund einer falscher Auffassung von ZIGNOS Gattung *Dichopteris* machte er sich jedoch des von mehreren Verfassern hervorgehobenen Irrtums schuldig, zu derselben einige Fossilien zu rechnen, die ohne Zweifel ihren richtigen Platz unter *Thinnfeldia* haben.

Die Formen, welche bisher zu *Thinnfeldia* gerechnet worden waren, zeichneten sich alle durch ihre alethopteridische Aderung aus, aber dieser einheitliche Charakter sollte bald verloren gehen. Einige Zeit später beschrieb nämlich GEINITZ (76, p. 4) eine Form mit typischer odontopteridischer Aderung unter dem Namen von *Th. crassinervis*, weil dieselbe eine gewisse habituelle Ähnlichkeit mit einer Art dieser Gattung zeigte. Im selben Jahr schlug CRÉPIN (76) eine Überführung von *Pecopteris odontopteroides* MORR. zu *Thinnfeldia* vor, und etwas später nahm FEISTMANTEL (78, p. 106), welcher CRÉPINS Aufsatz übersehen hatte, dieselbe Veränderung vor.

Während die von SAPORTA (73) aus Frankreich, von NATHORST (78) aus Schonen in Schweden und die meisten der von RACIBORSKI (94) aus Galizien beschriebenen Formen typisch sind, hat *Thinnfeldia* durch SEWARDS Arbeiten eine höchst bedeutende Erweiterung erfahren, indem er mit derselben nicht nur (04, p. 31) *Cycadopteris Brauniana* ZIGNO, *C. heterophylla* ZIGNO und *Lomatopteris jurensis* (KURR) SCHIMP. sondern auch (04, p. 95) *Stenopteris desmomera* SAP. vereinigt hat. Allerdings haben diese einige Ähnlichkeiten sowohl in der Form wie in der Konsistenz mit *Thinnfeldia* gemeinsam; aber die Punkte, in welchen sie übereinstimmen, sind doch nicht von dem Wert, dass sie diese Vereinigung als geeignet erscheinen lassen. Schliesslich hat Prof. SEWARD, wie ich näher zeigen werde, verschiedentlich andere Fossilien zu *Thinnfeldia* gerechnet, welche davon gewiss besser getrennt bleiben.

Der einheitliche Charakter, welchen die Gattung einmal besass, war folglich verloren gegangen, weil einige Verfasser dieselbe mit Fossilien erweitert hatten, die sich von den typischen Formen wesentlich unterschieden. Ganz kürzlich ist GOTHAN (1912) gegen ein solches Verfahren aufgetreten und hat versucht, die diskutierte Gattung zu begrenzen und zu definieren.

Betreffs einiger, besonders australischer, Formen kann ich mich aber mit GOTHAN nicht ganz einverstanden erklären.

Das Wichtigste in seiner Reform besteht darin, dass er die Formen mit gegabeltem und zweifach gefiedertem Wedel, welche früher zu *Thinnfeldia* gerechnet wurden, abgesondert hat. Nach dieser Aussonderung ist er der Meinung, dass sie wieder eine einheitliche Gattung nicht nur ihrer äusseren Morphologie und ihrem Epidermisbau nach, sondern auch nach ihrer geographischen Verbreitung geworden ist. Die dichotomisch gegabelten Formen sowie *Gleichenia dubia* FEISTM. hat er zu einer neuen Gattung: *Dicroïdium* zusammengeführt.

In folgendem Schema setzt er die Unterschiede zwischen *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* näher auseinander (12, p. 77).

Thinnfeldia	Dicroïdium
Wedel einfach, meist einmal gefiedert (in einem Falle ungefiedert, in einem anderen die Fiedern mit Beginn von Fiederung: <i>Thinnf. incisa</i> SAPORTA, sonst stets ganz).	Wedel stets einmal gegabelt; jeder Gabelteil meist einfach, selten zweifach gefiedert.
Aderung alethopteridisch, selten mit Hinneigung zur odontopteridischen.	Aderung odontopteridisch, selten alethopteridisch.
Epidermis dick.	Epidermis zart.
Zellwände der Epidermis gerade (nicht unduliert), dick.	Zellwände der Epidermis deutlich unduliert, zart.
Spaltöffnungen mit 'Wallzellen', Spaltöffnungen in Reihen (? stets).	Spaltöffnungen ohne Wallzellen, Spaltöffnungen unregelmässig verteilt.
Im Gebiet des nördlichen Rät vorkommend (Schweden, Franken, Frankreich, Ungarn, Kaukasus).	Nur im Rät der Glossopteris-Gebiete, hier meist häufig. (Bisher Argentinien, Südafrika, Australien, Ostindien (? spärlich)).

Wie erwähnt, hebt er besonders die Dichotomie als den eigentlichen Charakter hervor, der *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* unterscheidet, und dürfte allzu grosses Gewicht hierauf legen. In der Literatur wird nämlich an verschiedenen Stellen darauf hingewiesen, dass eine dichotomische Gabelung des Blattes ein so allgemeiner Charakter ist und bei so völlig verschiedenen Formen gefunden wird — während dahingegen sich sehr nahestehende Formen in diesem Punkt verschieden sind —, dass dieselbe nur ein unzuverlässiges Kriterium bezüglich Verwandtschaft darstellen dürfte.

Im Übrigen dürfte die Dichotomie kein Charakter sein, der für *Dicroïdium* gegenüber *Thinnfeldia* speziell kennzeichnend ist, denn wahrscheinlich dürften einige australische, unvollständig bekannte, dichotomische Formen, welche von SHIRLEY (98, p. 21) als Varietäten von *Th. indica* FEISTM. beschrieben worden sind, zu *Thinnfeldia* hinzuführen sein. Dass dieselben durch ihre Dichotomie der Art nach von *Th. indica* getrennt sind, dürfte sicher sein; aber die Ähnlichkeit, welche sie in Form und Aderung der Fiederchen mit genannter Art zeigen, spricht für ihren Platz unter der fraglichen Gattung, und ich habe dieselben nebst ein paar anderen provisorisch unter *Th. aquilina* (SHIRLEY) (benannt nach *Th. indica?* var. *aquilina* SHIRLEY) zusammengefasst.

Bezüglich der mit *Dicroïdium* recht analogen Gattung *Dichopteris* ZICNO sagt GOTHAN, dass es in Frage gestellt werden kann, inwiefern alle deren Arten dichotomische Gabelung besitzen, und dass ihnen Zwischenfiedern fehlen. Nach dem, was oben über dichotomische Gabelung gesagt worden ist, ist es klar, dass ein Unterschied hierin — ein solcher dürfte jedoch nicht konstatiert worden sein — von keiner eigentlichen Bedeutung wäre, und übrigens hat FEISTMANTEL (90, p. 104) eine insofern entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen, als er es für nicht unmöglich gehalten hat, dass zu *Thinnfeldia odontopteroides* (= *Dicroïdium*) sowohl einfache wie dichotomische Formen zählen. Was den andern vermuteten Unterschied betrifft, so zeigen FEISTMANTELS (beispielsweise 90, Taf. 23—25) wie anderer Verfasser Zeichnungen mit aller Deutlichkeit, dass das Vorkommen von Zwischenfiedern bei *Dicroïdium Feistmanteli* GOTH. nicht konstant ist. Irgendein Unterschied besteht übrigens in dieser Hinsicht zwischen den beiden Gattungen nicht, da ein hier abgebildetes *Dichopteris*-Fragment (Taf. 2, Fig. 1) deutliche Zwischenfiedern besitzt. Vielmehr ist derselbe in der Aderung und der Konsistenz zu suchen, und ich will später hierauf zurückkommen.

In seiner Diagnose begrenzt GOTHAN ferner *Thinnfeldia* auf einmal gefiederte oder in einem Fall einfache Blätter, während er dagegen völlig zweifach gefiederte ausschliesst. *Thinnfeldia incisa* SAP. (73, p. 348; Taf. 41, Fig. 3, 4; Taf. 42, Fig. 1—3) zeigt allerdings, hebt er hervor, einen Ansatz zu weiterer Teilung, besitzt aber kein wirklich zweifach gefiedertes Blatt. Indessen ist diese Ansicht auf einem Übersehen des zweifach gefiederten Blattes begründet, welches SAPORTA<sup>1</sup> später als *Thinnfeldia obtusiloba* (91, Taf. 5, Fig. 1) abgebildet hat, und welches ohne Zweifel zu der fraglichen Gattung hinzuführen ist. In seinem Nachtrag hebt GOTHAN hervor, dass *Thinnfeldia* gleichwohl auch zweifach gefiederte Formen aufweist.

Was die Epidermis betrifft, so hat GOTHAN nach meiner Meinung allzu grosses Gewicht auf weniger wesentliche Charaktere gelegt und, etwas voreilig, in dem Bau derselben eine direkte Stütze für seine Einteilung gesucht, obgleich er von *Dicroïdium*-Formen nur einige weniger gut erhaltene Exemplare von *D. odontopteroides* untersucht hat. Er tut dies in der Vermutung, dass alle anderen Arten, welche er zu der fraglichen Gattung hingeführt hat, dieselbe Struktur ihrer Cuticula zeigen. Wie ich früher (13, p. 4) gezeigt habe, ist dies indessen nicht der Fall. Bei *Dicroïdium Feistmanteli*, der Art, die ich untersucht habe, besitzen nämlich die Zellen

<sup>1</sup> SAPORTA hat hier auch ein zwei- bis dreifach gefiedertes Blatt von *Th. incisa* (91, Taf. 55, Fig. 1) abgebildet; doch neige ich zu der Annahme, dass diese ganze Art zu *Pachypteris* BRUGN. gehört (siehe unten).

recht dicke und vollkommen gerade Wände und unterscheiden sich in keiner Weise von denjenigen bei *Thinnfeldia*. Indessen ist eine schwache Wellung bei den Zellwänden von sehr geringer systematischer Bedeutung — eine Tatsache, von welcher ich überzeugt bin, nachdem ich verschiedene *Phyllocladus*-Arten untersucht habe — weshalb dieser Umstand keine Kluft zwischen den beiden *Dicroïdium*-Arten bildet. Die Dicke der Epidermis kann ja aus verschiedenen Ursachen etwas variieren, vielleicht u. a. auf Grund der Erhaltung; jedoch scheint dieselbe bei *D. odontopteroides* dünner als bei irgendeiner *Thinnfeldia* zu sein.

Das Vorkommen von Wallzellen, welche GOTHAN für so charakteristisch für *Thinnfeldia* hält, ist nicht auf die fragliche Gattung beschränkt, sondern, ausser bei rezenten Pflanzen, auch bei *Dicroïdium odontopteroides* und *D. Feistmanteli* wie bei verschiedenen anderen fossilen Formen konstatiert und dürfte sich bei allen Pflanzen mit unter die Epidermis eingesenktem Spaltöffnungsapparat vorfinden. GOTHAN vertritt ja die Ansicht, dass dieselben bei *D. odontopteroides* fehlen, und dass folglich *Dicroïdium* Spaltöffnungen von ganz anderem Typus hat als *Thinnfeldia*; aber teils ist sein Material weniger gut erhalten gewesen, und teils und zwar vor allen Dingen sind die Spaltöffnungen der fraglichen Art schon früher von SEWARD (03, p. 54, Taf. 9, Fig. 8) untersucht und mit denjenigen von *Thinnfeldia* in diesem Punkte übereinstimmend befunden worden.

Die Verteilung der Spaltöffnungen kann zwar sogar bei einer und derselben Art einer recht grossen Variation unterworfen sein; aber bei *Thinnfeldia* wie bei andern in Bezug auf die Cuticula analogen Gattungen ist doch die Aderung hierfür so gut wie völlig ausschlaggebend. Sind die Adern also grob und scharf markiert, kommen die Spaltöffnungen nur auf schmälern oder breiteren Bändern zwischen denselben vor, und sie können dann möglicherweise eine Anordnung in Reihen haben. Wenn die Adern dagegen fein sind und sich durch keine Differenzierung des Epidermisgewebes auszeichnen, sind sie über die ganze Oberfläche des Blattes gleichmässig verteilt. Einen systematischen Wert kann man ihrer Verteilung bei diesen Gattungen folglich nicht beimessen, auch wenn man dies in ganz vereinzelt Fällen sonst tun kann.

Mit der Zerteilung der Gattung *Thinnfeldia*, die GOTHAN vornahm, glaubte er festgestellt zu haben, dass *Dicroïdium* für das Rät des *Glossopteris*-Gebietes charakteristisch war, während *Thinnfeldia* in beschränkter Bedeutung nur im nördlichen Florggebiet vorkam, und dieser Umstand war vielleicht die Ursache, die mehr als eine andere ihn veranlasste, eine so scharfe Grenze zwischen Blättern mit gegabelter und ungegabelter Spindel zu ziehen. Diese seine Ansicht gründete sich indessen darauf, dass er einige *Thinnfeldia*-Formen von der südlichen Hemisphäre übersehen oder meiner Meinung nach mit Unrecht zu *Dicroïdium* geführt hatte, und nachdem deshalb seine Aufmerksamkeit auf *Thinnfeldia indica* FEIST. von den Gondwana-Ablagerungen Indiens gerichtet worden war, gab er einen Nachtrag heraus, in welchem er seine frühere Ansicht etwas modifizierte. Das Vorkommen der Gattung *Thinnfeldia* im Gondwana-Land an den Seite von *Dicroïdium* sei, hebt er hervor, leicht erklärlich wegen der Sonderstellung, welche das fragliche Gebiet in verschiedener Hinsicht einnahm, und dieser Umstand habe also weniger Bedeutung für seine Idee

im Übrigen. Aber diese Modifikation ist nicht genügend; denn die Fundorte für *Thinnfeldia* auf der südlichen Hemisphäre beschränken sich keineswegs auf Indien. JACK und ETHERIDGE (92, pp. 315, 369; Taf. 17, Fig. 2; Taf. 18, Fig. 10) haben nämlich als »*Thinnfeldia media* TEN-WOODS? or *Th. indica* FEISTM.??« ein paar Fossilien von Queensland abgebildet, welche ohne Zweifel zu *Thinnfeldia* zu stellen sind. SHIRLEY (98, p. 21; Taf. 5, Fig. 1; Taf. 6, Fig. 2; Taf. 7, Fig. 2) und SEWARD (04, p. 174; Fig. 28) haben ferner *Thinnfeldia*-Formen von verschiedenen Teilen Australiens beschrieben, und schlieslich hat HALLE (13, p. 45; Taf. 4, Fig. 29—32, 34; Text-Fig. 10) ganz kürzlich eine neue Art, *Th. constricta* von Graham Land beschrieben. GOTHANS Vermutung hat sich also nicht bestätigt, sondern *Thinnfeldia* scheint auch über die ganze südliche Hemisphäre verbreitet gewesen zu sein, obgleich die meisten typischen Repräsentanten derselben auf der nördlichen ihre Heimat hatten.

Obgleich einige der Punkte, auf welche GOTHAN die Trennung zwischen *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* begründet hat, demnach nicht haltbar zu sein scheinen, will ich zu zeigen suchen, dass sein Grundgedanke doch richtig ist.

Der habituelle Unterschied, welcher beispielsweise zwischen *Dicroïdium Feistmanteli* GOTH. und *Thinnfeldia speciosa* ETT. besteht, ist ja ungemein gross, und es ist klar, dass so verschiedenartige Formen, auch wenn sie durch eine Anzahl von Übergängen vereint wären, lieber nicht zu derselben Gattung geführt werden sollten; denn Übergänge sind immer vorhanden, und die Grenze für eine Gattung muss folglich so gezogen werden, dass dieselbe ein so einheitliches Gepräge wie möglich erhält. Wenn es demnach auch höchst wünschenswert ist, nach GOTHANS Beispiel einige Formen von *Thinnfeldia* in ihrer alten Umfassung zu trennen, wird es sich doch zeigen, dass dies keineswegs so leicht ist.

Obgleich die Repräsentanten der verglichenen Gattungen meistens nicht so unbedeutende habituelle Verschiedenheiten zeigen, indem die Fiederchen bei *Thinnfeldia* im Allgemeinen von einer mehr oder weniger langgestreckt rhombischen Form sind, während sie bei *Dicroïdium* kürzer und breiter, an der Basis nicht verschmälert, mehr abgerundet sind, so fehlen doch durchgehende, trennende Charaktere, und kann man folglich im Habitus keinen wirklichen Grund für eine Zerteilung erhalten.

Auch in der Aderung findet man einen solchen nicht. Zwei verschiedene Aderungstypen — der alethopteridische und der odontopteridische — sind allerdings vertreten; aber leider nimmt die Aderung bei einer Art, *Dicroïdium lancifolium* (MORR.) GOTH. [= *Thinnfeldia lancifolia* (MORR.)], eine gewisse Zwischenstellung ein. Bei dem völlig ausgebildeten Exemplar ist sie typisch alethopteridisch, während sie bei einem jungen eher odontopteridisch ist. Die fragliche Art steht einer anderen, *Dicroïdium odontopteroïdes* (MORR.) GOTH. [= *Thinnfeldia odontopteroïdes* (MORR.)] sehr nahe, und es ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden, sie immer zu trennen. Verschiedene Verfasser haben deshalb *Dicroïdium lancifolium* als eine Form davon betrachtet. Die typische *Dicroïdium odontopteroïdes* besitzt indessen eine Aderung, welche sehr charakteristisch ist, und welche von derjenigen von *Thinnfeldia* wesentlich abweicht, und die Übergänge zu *Dicroïdium lancifolium* werden von einigen

mehr langgestreckten Formen gebildet. Gleichzeitig damit, dass die letztgenannte Art *Dicroïdium odontopteroides* sehr nahe steht, zeigt sie sowohl in Form wie in Aderung grosse Übereinstimmung mit einigen *Thinnfeldia*-Formen, weshalb sie recht gut zu dieser Gattung gestellt werden könnte.

Obgleich *Dicroïdium lancifolium* demnach ein Verbindungsglied sowohl in Bezug auf Aderung wie auch auf Habitus bildet, bin ich doch der Ansicht, dass man für den einheitlichen Charakter von *Thinnfeldia* trotzdem die Einteilung, welche GOTHAN vorgenommen hat, aufrecht erhalten muss. Aus schon angeführten Gründen dürfte die genannte Form am geeignetsten unter *Dicroïdium* unterzubringen sein. Diese Gattung zählt vielleicht immer noch nur dichotomische Blätter — nach FEISTMANTEL möglicherweise auch einfache —, aber diese Eigentümlichkeit dürfte für dieselbe nicht gänzlich kennzeichnend gegenüber *Thinnfeldia* sein, denn auch diese dürfte, wie erwähnt, dichotomische Formen besitzen.

Das für *Thinnfeldia* Charakteristische ist m. E. in erster Linie die so gut wie immer deutliche, alethopteridische Aderung, die meistens rhombische Form der Fiederchen und die lederartige, nicht sukkulente Konsistenz des Blattes. Von Blattformen sind sowohl einmal gefiederte, zweifach gefiederte sowie dichotomisch gegabelte vertreten, weshalb man hierin keine Hinweis hat. *Dicroïdium* zeichnet sich dagegen durch odontopteridische — oder mehr selten alethopteridische — Aderung, verhältnismässig feste Konsistenz sowie durch kürzere und breitere, an der Basis nicht zusammengeschnürte, mehr abgerundete Fiederchen aus.

Da *Thinnfeldia* bekanntlich grosse Ähnlichkeiten mit verschiedenen anderen Gattungen zeigt, ist deren Begrenzung sehr unbestimmt gewesen. Gegen keine der älteren dürfte jedoch die Grenze so unbestimmt sein wie gegen *Pachypteris* BRNGN, zu welcher die zuerst beschriebenen *Thinnfeldia*-Formen gerechterweise hätten gerechnet werden sollen, von welcher aber die letztgenannte Gattung aus unten angegebenen Gründen nunmehr am besten getrennt bleiben dürfte.

Da HALLE (13, p. 39) ganz kürzlich eine für die hier vorgenommene Einteilung der Arten grundlegende Diskussion über die Gattungsgruppe *Thinnfeldia*—*Pachypteris*—*Scleropteris* veröffentlicht hat, will ich damit anfangen, dieselbe in Kürze zu referieren.

Die unrichtige Auffassung, dass *Pachypteris* durch Mangel an sichtbarer Aderung oder durch Vorhandensein einer einzigen Ader in jedem Fiederchen charakterisiert sei, welche von Anfang an lange Zeit hindurch sich geltend machte, hat viel Verwirrung in der Klassifizierung verwandter Formen verursacht, und hierin ist die hauptsächlichste Ursache zu ETTINGSHAUSENS Aufstellung von *Thinnfeldia* zu suchen. Durch ANDRAES (54) und NATHORSTS (80, p. 60) Arbeiten wie auch durch HALLES (13, p. 39) Untersuchungen ist es jedoch völlig klargelegt, dass *Pachypteris*, was ihre Aderung betrifft, eigentlich nicht von *Thinnfeldia* abweicht (Taf. 1, Fig. 1), und es wäre deshalb am richtigsten, den letzteren, jüngeren Namen durch den ersteren zu ersetzen. Indessen ist *Thinnfeldia* ein so wohlbekannter Name geworden, dass dies in der Praxis grosse Schwierigkeiten herbeiführen würde, und übrigens sind nunmehr auch andere, mehr positive Gründe für die Beibehaltung von *Thinnfeldia* neben *Pachypteris* vorhanden.

Während *Thinnfeldia* eine sehr charakteristische und deutliche Aderung aufweist, ist dieselbe bei *Pachypteris*, obgleich vom gleichen Typus, dagegen nicht besonders charakteristisch und vor allen Dingen ausserordentlich undeutlich, und es würde folglich höchst ungeeignet sein, *Pachypteris lanceolata* BRNGN. als Typus für die Gattung *Thinnfeldia* zu betrachten.

Nach GOTHANS engerer Begrenzung von *Thinnfeldia* existiert ferner im Allgemeinen ein Unterschied in der Segmentierung der Blätter, obgleich dieselbe nicht von grösserem praktischem Wert sein dürfte. — Wichtiger ist der Umstand, dass *Pachypteris* in habitueller Hinsicht eine Zwischenstellung zwischen *Thinnfeldia* und *Scleropteris* SAP. einnimmt. Obgleich die letztgenannte Gattung teilweise auf eine Art des Typus von *Pachypteris* begründet wurde, welche auf Grund der falschen Diagnose für diese Gattung von SAPORTA — in Übereinstimmung mit der derzeitigen Praxis in der Nomenklatur — einen neuen Gattungsnamen erhielt, füllt sie sicher einen Platz im artifiziiellen System aus, und es scheint ein gewisser, wenn auch unbedeutender Unterschied zwischen den beiden Typen *Pachypteris lanceolata* und *Scleropteris Pomelii* SAP. vorzuliegen, indem die letztere in allen Teilen kleiner ist und eine noch dünnere Aderung aufweist. Obgleich diese Verschiedenheiten natürlich nicht von dem Wert sind, dass sie eine Unterscheidung rechtfertigen, ist eine solche doch wünschenswert; denn *Pachypteris lanceolata* ist auf der einen Seite so nahe mit *Thinnfeldia*, auf der andern mit *Scleropteris* verbunden, dass die Wahl zwischen der hier vorgenommenen Einteilung und einer Vereinigung aller drei Gattungen zu einer einzigen unter dem Namen von *Pachypteris* schwankt. Da diese Gattung allzu gross und recht unnatürlich werden würde, dürfte nur der erstgenannte Ausweg in Frage kommen. »The generic differences are, it must be admitted, very vague, but the course is determined by the necessity to keep *Scleropteris* and *Thinnfeldia* separated, in which case *Pachypteris* must be retained too, as a connecting link.» So weit HALLE.

Zu den Verschiedenheiten zwischen *Pachypteris* und *Thinnfeldia*, welche HALLE betont hat, will ich diejenige, welche in der Konsistenz der Blattlamina besteht, hinzufügen. Beide stimmen durch eine dicke und feste Cuticula überein; während aber die letztere Gattung lederartige, verhältnismässig dünne Fiederchen besitzt, weist *Pachypteris* meistens kleine und sehr dicke, zuweilen fast runde und, wie es scheint, sukkulente Segmente auf. Eine unmittelbare Folge hiervon ist die wesentlich verschiedene Deutlichkeit, mit welcher die Aderung hervortritt. Schon HALLE hat auf diesen Umstand hingewiesen; ich möchte denselben aber noch mehr hervorheben. Dies ist nämlich, wie ich glaube, ein sehr wichtiger Unterschied; denn durch ihre scharf hervortretende Aderung unterscheidet sich *Thinnfeldia* nicht nur von *Pachypteris*, sondern auch noch von andern nahestehenden Gattungen.

Die Form, welche mehr als irgendeine andere eine Brücke zwischen *Pachypteris* und *Thinnfeldia* schlägt, ist *Th. incisa* SAP. Die Original Exemplare (SAPORTA 73, p. 173; Taf. 41, Fig. 3, 4; Taf. 42) sind einmal gefiedert oder zeigen einen Anfang zu weiteren Verteilung und machen mehr oder weniger den Eindruck von *Thinnfeldia*, zu welcher Gattung sie auch von GOTHAN (12) gerechnet worden sind.

Später hat SAPORTA (91, 393; Taf. 231) unter demselben Namen ein paar zwei- bis dreifach gefiederte Wedel abgebildet, welche ohne Zweifel richtig identifiziert sind. Über diese sagt GOTHAN nichts. Die Aderung bei diesen SAPORTASchen Exemplaren ist verhältnismässig deutlich, ist aber doch zu dünn und zu wenig hervortretend, um eine völlig typische *Thinnfeldia*-Aderung zu sein. Endlich hat ZEILLER (11, p. 323; Taf. 2, Fig. 1—3) ganz kürzlich einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis dieser Art gegeben. Die von ihm abgebildeten Exemplare besitzen eine zwei- bis dreifache Verzweigung und erinnern durch ihre kleinen, dicken, lanzettlichen Fiederchen und völlig undeutliche Aderung bei Weitem mehr an *Pachypteris* als an *Thinnfeldia*. Da andere, schlechter erhaltene und deshalb nicht abgebildete Exemplare mehr mit denjenigen übereinstimmen sollen, welche SAPORTA zuerst beschrieben hat, ist ZEILLER vollkommen von der Richtigkeit seiner Identifizierung überzeugt. Sowohl SAPORTAS wie ZEILLERS Exemplare sind von Frankreich.

Trotz der grossen Übereinstimmung der ausgebildeten Formen mit den für *Pachypteris* typischen kann jedoch die Ähnlichkeit, welche ein paar von SAPORTAS (73; Taf. 41, Fig. 3, 4; Taf. 42, Fig. 3) Exemplaren mit *Thinnfeldia* zeigen, nicht in Abrede gestellt werden, — wenn nur sie bekannt wären, würden sie zweifelsohne zur genannten Gattung gerechnet werden —, und wenn diese wirklich richtig identifiziert sind, muss man, wie ich glaube, eine nicht so unbedeutende Verschiedenheit der Blätter, je nach der Stellung, welche sie auf dem Spross eingenommen haben, voraussetzen. Man dürfte nämlich kaum annehmen können, dass die genannten Exemplare mit ihren dicken Spindeln — sie sind ebenso dick wie bei dreifach gefiederten Blättern — und kurzen, fast ganzen Segmenten mit der Zeit einen mit den von ZEILLER abgebildeten vollkommen übereinstimmenden Habitus erlangen würden.

Da diese *Thinnfeldia*-ähnlichen, etwas zweifelhaften Exemplare indessen nicht als Typen betrachtet werden oder überhaupt in Frage kommen können, wo es gilt, die Art in das System einzurangieren, dürfte dieselbe ihren richtigen Platz unter *Pachypteris* haben.

In seiner »Mesozoic Flora of Graham Land« hat HALLE (13, p. 43) KERNERS (95, p. 49; Taf. 3, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 8) *Pachypteris dimorpha* unter *P. dalmatica* hingeführt (mit?), und, nachdem er die Originale untersucht hat, ist er, wie er mir freundlichst mitgeteilt hat, vollkommen von ihrer Identität überzeugt. Folglich ist auch das mit *P. dimorpha* übereinstimmende Exemplar, das er selbst abgebildet hat (HALLE 13, Taf. 4, Fig. 33), richtig bestimmt.

Inwieweit diese mit grossen, gezähnten Segmenten versehenen Blätter als unentwickelt aufzufassen sind, oder ob es sich um Di-(bis Poly-)morphien handelt, ist wohl unmöglich zu entscheiden; aber auf alle Fälle ist die Analogie mit *Thinnfeldia incisa* auffallend, und dies spricht weiter dafür, dass diese Art ihren Platz unter *Pachypteris* hat.

Da *Pachypteris* demnach nicht nur zwei- (bis drei-)fach gefiederte Blätter mit lanzettlichen Fiederchen umfasst, will ich noch einige weitere Fossile bei derselben unterbringen.

Als *Gleichenia dubia* hat FEISTMANTEL (78, p. 106; Taf. 15, Fig. 8 und 90, p. 111; Taf. 24, Fig. 3) aus dem Rät in N. S. Wales ein dichotomisches Blatt beschrieben, das er, was die Form der Segmenten betrifft, am nächsten mit *Thinnfeldia incisa* SAP. [= *Pachypteris incisa* (SAP.)] vergleicht, welches er aber wegen seiner abweichenden Aderung von *Thinnfeldia* trennt. Indessen ist dieselbe laut seiner eigenen Angabe recht undeutlich, und hätte er deshalb derselben kein eigentliches Gewicht beimessen sollen; übrigens kann ich beim Vergleich der Zeichnungen der beiden Verfasser überhaupt keine Verschiedenheit in diesem Punkt entdecken. Bei seiner Klassifizierung liess er hauptsächlich die Dichotomie entscheiden.

Später beschrieb SHIRLEY (98, p. 22; Taf. 23) ein ähnliches Fragment von Brisbane und tauschte gleichzeitig den Gattungsnamen *Gleichenia* gegen *Thinnfeldia* aus. So identifizierte SOLMS-LAUBACH (99, p. 600) FEISTMANTELS Exemplar — SHIRLEYS scheint er übersehen zu haben — mit *Thinnfeldia incisa*, und schliesslich hat GOTHAN (12, p. 73) dasselbe zu seiner neuen Gattung *Dicroïdium* hingeführt.

Was zunächst GOTHAN betrifft, so hat er, wie ich schon hervorgehoben habe, ebenso wie FEISTMANTEL, seine Massnahme ausschliesslich von der Dichotomie bestimmen lassen. Besser dürfte dann SAPORTAS Klassifizierung sein, obgleich ich auch auf dessen Ansicht nicht ganz eingehen kann. Trotz einer auffallenden Übereinstimmung im Übrigen hat nämlich *Gleichenia dubia* zum Unterschied von *Pachypteris incisa* ihre dichotomische Verzweigung, und obgleich es vielleicht nicht ganz unmöglich ist, dass sie dessenungeachtet identisch sind, dürfte es doch das Richtigeste sein, sie als zwei getrennte Arten zu betrachten. Eines der Fossilien, die SOLMS-LAUBACH (99, p. 600; Taf. 14, Fig. 3, 4) von Chile als *Thinnfeldia incisa* selbst beschrieben hat, hat eine solche Verzweigung, und dürften diese demnach mit *Gleichenia dubia* [incl. *Thinnfeldia dubia* (FEISTM.) SHIRLEY] identifiziert werden, aber dagegen nicht mit SAPORTAS *Th. incisa*.

Vorhin habe ich nachzuweisen versucht, dass SAPORTAS und ZEILLERS *Thinnfeldia incisa* ihren richtigen Platz unter *Pachypteris* hat, und ich glaube, dass auch *Gleichenia dubia* inclusive SOLMS-LAUBACHS *Th. incisa* zu dieser Gattung hätte hingeführt werden sollen. Beim flüchtigen Anschauen weicht diese Form nicht so unbedeutend von einem typischen *Pachypteris*-Blatt ab; aber die grosse Übereinstimmung mit einigen Exemplaren von *Pachypteris incisa* (SAP.) wie auch mit einigen von *P. dalmatica* (HALLE 13, Taf. 4, Fig. 33; KERNER 95; Taf. 3, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 8) dürfte jedes Zögern ausschliessen.

Eine mit *Pachypteris incisa* (SAP.) und *Pachypteris dubia* (FEISTM.) analoge Art ist *Thinnfeldia scotica* SEWARD (SEWARD 13, p. 868; Taf. 1, Fig. 1; Text-Fig. 1) aus Schottlands Jura. Dieselbe ist nur durch ein unbedeutendes Fragment bekannt; dieses ist aber so typisch und so nahe mit einigen von SAPORTAS Exemplaren übereinstimmend, dass man nicht zögern kann, es *Pachypteris incisa*, mit welcher Art es vielleicht identisch ist, zur Seite zu stellen. SEWARD hebt die Ähnlichkeit hervor, findet aber einen Unterschied im Mangel an Seitenadern. Diese Angabe muss jedoch mit grosser Vorsicht aufgenommen werden, da aus dem Umstand, dass keine Adern unterschieden werden können, nicht mit Notwendigkeit hervorgeht, dass solche

fehlen. Bei SAPORTAS Exemplaren von *Pachypteris incisa* treten ja die Adern verhältnismässig deutlich hervor; aber bei den von ZEILLER abgebildeten sind durchaus keine Adern zu sehen, und dieser Umstand beruht wohl auf einer etwas ungleichen Konsistenz der Blätter, je nach den verschiedenen äusseren Verhältnissen, welchen sie unterworfen gewesen sind. Da *Pachypteris scotica* (SEWARD) noch so unvollständig bekannt ist, will ich indessen eine Vereinigung mit *Pachypteris incisa* nicht in Vorschlag bringen, sondern ich begnüge mich damit, auf die Übereinstimmung hinzuweisen.

Was die Cuticula, die ich ebenfalls untersucht habe, betrifft, habe ich der von SEWARD gegebenen Beschreibung nichts hinzuzufügen.

Ein paar andere mit *Thinnfeldia* recht analoge Gattungen sind *Cycadopteris* ZIGNO und *Lomatopteris* SCHIMPER, welche SEWARD, wie erwähnt (siehe auch SEWARD 10, p. 545), teilweise mit derselben vereinigen will. Obgleich keine allzu scharfe Grenze gezogen werden kann, dürften doch mehrere Umstände gegen SEWARDS Ansicht sprechen.

Als einen Unterschied zwischen *Thinnfeldia* auf der einen und den beiden genannten Gattungen auf der andern Seite hat GOTHAN (12) das Vorhandensein einer verdickten Kante bei den letzteren hervorgehoben. Diese Kante stellt eine in die Augen fallende Eigentümlichkeit dar, aber wichtiger dürfte die Verschiedenheit in der Konsistenz der Blätter sein — bei *Thinnfeldia* lederartig, bei *Cycadopteris* und *Lomatopteris* sukkulent —, von welchem Umstand das Fehlen oder Vorhandensein der Kante eine unmittelbare Folge ist. Diese wird nämlich nicht, wie verschiedene Verfasser schon erwähnt haben, von einer Falte oder dergl. gebildet, sondern von einer doppelten Schicht der dickeren Epidermis der Oberseite, welche bei stark sukkulenten Blättern herunterläuft und die ganze abgerundete Blattkante bedeckt, um erst unterhalb derselben in ein dünneres Gewebe überzugehen. Wenn dann das parenchymatische Gewebe aufgelöst und das Blatt zusammengepresst wird, kommt in Grenze zwischen der oberen unter der unteren Epidermis ein Stück innerhalb der Blattkante zu liegen. Diese Kante findet sich bei allen *Cycadopteris*- und *Lomatopteris*-Arten vor, ist aber deshalb für diese im Gegensatz zu *Thinnfeldia* nicht ganz charakteristisch, denn auch hier ist dieselbe in ein paar Fällen, wenn auch viel schwächer entwickelt, konstatiert worden.

Ein anderer auf der verschiedenen Konsistenz beruhender Unterschied liegt in einer verschiedenen Deutlichkeit in dem Hervortreten der Aderung. Wie ich schon hervorgehoben habe, besitzt nämlich *Thinnfeldia* eine scharf hervortretende Aderung, während dieselbe bei den beiden andern Gattungen meistens in dem Parenchym der dicken, sukkulenten Segmenten verborgen ist. Nicht so selten kommt sie allerdings zum Vorschein, aber sie stimmt, ohne näher charakterisiert werden zu können, niemals mit derjenigen bei einem typischen Blatt von *Thinnfeldia* überein.

Dies dürften die Hauptunterschiede sein. Zu diesen gesellen sich andere nicht ganz durchgehende, aber doch nicht unwichtige. Solche liegen in der Segmentierung der Blätter und der Form der Segmente, und man kann in den allermeisten Fällen schon hiernach eine bestimmte Entscheidung fällen. *Thinnfeldia* ist nämlich nur

ausnahmsweise zweifach gefiedert — *Cycadopteris* und *Lomatopteris* oft — und besitzt verhältnismässig grosse, meistens mehr oder weniger rhombische Lappen, während dieselben bei *Cycadopteris* und *Lomatopteris* entweder linear, lang und schmal, oder sehr kurz und breit, mehr oder weniger abgerundet sind. Im Bau der Epidermis der untersuchten Formen liegt schliesslich eine recht grosse Verschiedenartigkeit.

Ist es demnach im grossen Ganzen recht leicht, *Thinnfeldia* gegen *Cycadopteris* und *Lomatopteris* zu begrenzen, so fehlen doch auch nicht ganz Ausnahmen von dieser Regel.

Hauptsächlich handelt es sich um ein paar von SEWARD (04; Taf. 4, Fig. 1, 2, 2 a) abgebildete Fossilien, welche Schwierigkeiten bereiten; sein drittes Fragment (04; Taf. 4, Fig. 3) ist dagegen sicher ein *Cycadopteris*-sp. und dürfte ebenso wenig wie ZIGNOS *Cycadopteris Brauniana* und *C. heterophylla* sowie KURRS *Odontopteris jurensis* (SEWARD, 04, p. 34) zu *Thinnfeldia* gehören. Die beiden erwähnten Exemplare erinnern betreffs der Form an *Th. rhomboidalis*, haben aber eine von *Thinnfeldia* im Allgemeinen abweichende Konsistenz mit verdickter Kante und ziemlich undeutlicher Aderung und gehören nach Mitteilung von Dr. GOTHAN, der die Epidermis des Originalmaterials untersucht hat, ganz sicher zu *Cycadopteris*. Weniger zweifelhaft sind die Exemplare, welche ich hier als *Th. rhomboidalis* von Schottland abbilde, denn obgleich die Aderung vollkommen unerkennbar ist und trotz einer schwach verdickten Kante, ist nämlich die Form der Fiederchen besonders charakteristisch. In diesem letzteren Fall dürfte die Unsichtbarkeit der Aderung wenigstens teilweise dem Gestein zuzuschreiben sein, das nicht geeignet ist, dieselbe hervortreten zu lassen.

Die Gattung *Thinnfeldia* ist zu so vielen Pflanzengruppen gerechnet worden, wie dies überhaupt möglich ist: Pteridophyten, Cycadophyten, Koniferen und Pteridospermen. Die Ursache hierfür ist darin zu suchen, dass *Thinnfeldia*, was den Habitus betrifft, von allen rezenten Pflanzen abweicht, und irgendein wesentlicher Charakter, der sich nicht auf die äussere Form begründet, nicht mit Sicherheit bekannt gewesen ist.

BRAUN (54, p. 4) rechnet *Kirchneria* ohne Zögern zu den Farnen und führt diese Gattung mit *Pachypteris* BRONGN. und *Cycadopteris* ZIGNO zu einer besonderen Gruppe von fossilen Farnen: »Pachypterideae» zusammen.

ETTINGSHAUSEN (52, p. 2) und ANDRAE (55, p. 43) sind der Meinung, dass *Thinnfeldia* zu den Koniferen gehört, und stellen sie der fossilen Gattung *Albertia* SCHIMPER & MOUGEOT und der rezenten *Phyllocladus* RICHARD zur Seite. Diese Ansicht gründen sie auf die Übereinstimmung im Habitus, in der Aderung und der Textur.

Schliesslich stellt SCHENK (67, p. 107) eine dritte Ansicht auf: *Thinnfeldia* ist eine Cycadeen-Gattung analog mit der rezenten *Stangeria* MOORE, welche dieselbe typische Aderung und Form der Fiederchen besitzt. Er stützt sich indessen dabei im Wesentlichen auf die Epidermis und vor allen Dingen auf die Spaltöffnungen. Denn nicht nur in der Form der Zellen und dem Bau der Spaltöffnungen, sondern auch in deren Verteilung zwischen den Adern steht *Thinnfeldia* den Cycadeen näher als irgendeiner andern Pflanzengruppe. Besonders charakteristisch sind die Spaltöffnungen, welche von 4—7 regelmässigen sogenannten Wallzellen umgeben sind.

Durch diese unterscheidet sich *Thinnfeldia* von allen Farnen, fossilen wie rezenten, stimmen aber mit rezenten Cycadeen überein. Am nächsten stehen einige *Zamia*-Arten wie *Z. Ottonis* und *Z. furfuracea*. Durch das Vorhandensein von Spaltöffnungen auf beiden Seiten des Blattes unterscheidet sich *Thinnfeldia* indessen von allen von genanntem Verfasser untersuchten Cycadeen<sup>1</sup> und Farnen. Mit der Cuticula von *Phyllocladus* ist die Ähnlichkeit nur gering. Bei genannter Gattung sind ferner die Adern alle gleich, während *Thinnfeldia* eine deutliche Mittelader zeigt.

Später betrachtet SCHENK (88, p. 44) *Thinnfeldia* als eine Farngattung, weil er nun der Ansicht ist, dass ein vermeintes fertiles Fossil *Acropteris cuneata* SCHENK zu derselben hinzufügen ist.

SCHIMPER (69, p. 495) und SAPORTA (73, p. 341) rechnen *Thinnfeldia* zu den Farnen.

NATHORST schreibt (78, p. 49): »Die Arten von Bjuf sind ohne Zweifel Farnen (oder Cycadeen?) und erinnern nicht (wie *Th. Nordenskiöldi* NATH. von Pål sjö) an *Phyllocladus*«. Nunmehr ist er doch, wie er mir freundlichst mitgeteilt hat, geneigter, *Thinnfeldia* zu den Pteridospermen als zu einer andern Pflanzengruppe hinzufügen.

In einer polnischen, mir leider unlesbaren Arbeit hat RACIBORSKI (94, Taf. 19, Fig. 11 a, 12 b; Taf. 20, Fig. 1, 2) Blätter von *Thinnfeldia rhomboidalis*-Typus mit Sori abgebildet und dadurch nach der Meinung Mancher die Frage über *Thinnfeldias* Natur entschieden. Unter denen, welche RACIBORSKIS Aufgabe anerkennen, befindet sich ZEILLER (00, p. 97, und 07, pp. 191, 195), der nicht zögert, *Thinnfeldia* zu den Farnen zu rechnen.

SEWARD (10, p. 537) bekennt sich nicht zu einer bestimmten Ansicht, hält es aber nicht für unwahrscheinlich, dass *Thinnfeldia* zu Gruppe Pteridospermeae gehört.

GOTHAN (12, p. 79) schliesslich ist der Meinung, dass die wirklichen oder vermeintlichen Sori, welche RACIBORSKI abgebildet hat, aus verschiedenen Ursachen in Hinsicht auf *Thinnfeldias* systematische Stellung nicht als ausschlaggebend betrachtet werden können, sondern dass die Frage noch als offen anzusehen ist.

Wie erwähnt, zeigt *Thinnfeldia* nach SCHENK im Bau der Epidermis die grösste Übereinstimmung mit rezenten Cycadeen, während die Ähnlichkeit mit *Phyllocladus* nur gering ist. Später bemerkt indessen NATHORST (76, p. 34), dass die Cuticula und die Spaltöffnungen bei der letztgenannten Gattung mit SCHENKS Zeichnungen von denjenigen bei *Thinnfeldia* vollständig übereinstimmen, weshalb SCHENKS Auffassung auf einem Irrtum beruhen müsste.

Um dem wirklichen Sachverhältnis auf den Grund zu kommen, habe ich einige rezenten Cycadeen und Koniferen untersucht und von den Cuticulen Präparate auf dieselbe Weise wie von fossilen Blättern gemacht.

SCHENKS Analogie *Thinnfeldia*—*Stangeria paradoxa* ist ohne Zweifel in verschiedener Hinsicht geglückt, aber, was die Cuticula betrifft, stimmt *Thinnfeldia* doch mit keiner der Cycadeen überein, auf welche er seine Ansicht stützt.

<sup>1</sup> Nach DUŠÁNEK (Bot. Centralbl., 1914, Bd 125, p. 340; vergl. COULTER & CHAMBERLAIN 10, p. 111) haben die rezenten Cycadeen mit Ausnahme der Arten *Bowenia spectabilis* und *Zamia caffra* nur auf der unteren Seite Spaltöffnungen.

Vor allen Dingen ist die Cuticula ausserordentlich viel dünner und die Zellen weit grösser, mehr unregelmässig, langgestreckt und dünnwandig, und ferner haben die Spaltöffnungen ein ganz anderes Aussehen, ein Umstand, der deutlich aus der Photographie der Cuticula von *Zamia furfuracea* (Taf. 3, Fig. 5) hervorgeht, mit welchen diejenigen der anderen verglichenen Arten derselben Gattung übereinstimmen. Auch *Stangeria paradoxa*, von deren Epidermis und Spaltöffnungen THOMAS & BANCROFT (Fig. 1, p. 159; Fig. 32, p. 198; Taf. 17, Fig. 1—6) Zeichnungen mitgeteilt haben, stimmt im fraglichen Punkt mit *Thinnfeldia* gar nicht überein.

Bei allen von mir untersuchten rezenten Cycadeen findet man Spaltöffnungen nur auf der unteren Seite und zwar hier zwischen den Adern.

Stimmen die Cycadeen nicht überein, so ist dies indessen der Fall mit den Koniferen, welche ich untersucht habe — einige *Phyllocladus*- und *Agathis*-Arten und eine breitblättrige *Araucaria*. Von diesen besitzen die untersuchten Repräsentanten der beiden erstgenannten Gattungen eine ebensolche Cuticula wie *Thinnfeldia*, — eine *Phyllocladus*-Art, *Ph. trichomanoides*, hat jedoch sehr schwach wellige Zellenwände —, während die *Araucaria*-Art im Bau der Spaltöffnungen übereinstimmt, aber durch rektanguläre Zellen mit etwas welligen Wänden sowie durch dünnere Cuticula abweicht. Was die Verteilung der Spaltöffnungen betrifft, so kommen dieselben bei *Phyllocladus* in ungefähr derselben Anzahl auf beiden Seiten vor, während sie bei *Araucaria* und zwei (von drei) *Agathis*-Arten sich nur auf der unteren befinden; bei der dritten Art sind sie ausserdem sparsam auf der oberen Seite. SCHENKS Angaben müssen demnach auf einem Irrtum beruhen (Pl. 1, Fig. 7; Pl. 3, Fig. 4).

Schliesslich hat sich SCHENK bei der Aderung bei *Phyllocladus* geirrt, welche vollkommen dieselbe wie bei *Thinnfeldia* ist.

Eine kritische Prüfung hat also gezeigt, dass SCHENKS eigene Argumente eher auf eine Verwandtschaft mit den Koniferen als mit den Cycadeen schliessen lassen. Man kann jedoch keineswegs nur wegen einer Übereinstimmung in der Cuticula solche Schlussätze ziehen.

Später rechnete SCHENK (88, p. 41), wie gesagt, *Thinnfeldia* zu den Farnen, da er nun der Ansicht war, dass die als fertil betrachtete *Acropteris cuneata* SCHENK (SCHENK 67, p. 134; Taf. 20, Fig. 9—12) dieser Gattung angehörte. Was SCHENK als Sori deutete, dürften jedoch nur Unebenheiten in der Matrix sein, und übrigens dürften die fraglichen Fossilien nicht zu *Thinnfeldia* gehören. Dieselben scheinen mir sehr nahe mit denjenigen übereinzustimmen, die MÖLLER (02, p. 23; Taf. 2, Fig. 11—17) von Bornholm als *Cycadopteris heterophylla* ZIGNO beschrieben hat, und ich halte es nicht für unmöglich, dass dieselben mit diesen letzteren identisch sind. Auf jeden Fall dürften sowohl die einen wie die anderen am besten zu *Scleropteris* SAP. zu rechnen sein.

Die Sori, welche RACIBORSKI abgebildet hat, können, wie schon GOTHAN (12, p. 79) hervorgehoben hat, nicht als ausschlaggebend für *Thinnfeldias* systematische Stellung betrachtet werden, denn wenn auch einige der Gebilde, welche er abgebildet hat, Sori wären, — einige sind ja zweifellos, wie er selbst anzunehmen scheint, Pilze — so bleibt doch noch zu beweisen übrig, dass die fraglichen Blattfragmente zu

*Thinnfeldia* gehören. Sie sind alle sehr fragmentarisch, und ihre Bestimmung sollte nicht einmal dann als sicher betrachtet werden können, auch wenn ihnen diese vermeinten oder wirklichen Sori fehlten. Natürlicherweise können diese Fossilien deshalb nicht eine so wichtige Sache entscheiden, wie *Thinnfeldias* systematische Stellung, dies um so weniger, als mehrere Tatsachen dagegen sprechen, dass *Thinnfeldia* eine FarnGattung ist. Als eine solche ist in erster Linie der vollständige Mangel an undisputablen Sori zu betrachten. Dieser Umstand muss als ein besonders schwerwiegender Grund angesehen werden, da es vollkommen unerklärlich ist, weshalb immer fertile Blätter der Vernichtung unterworfen gewesen sein sollten, wohingegen sterile sich in so grosser Menge erhalten haben, wie wirklich der Fall ist. Andere Umstände, die gegen *Thinnfeldias* Farnnatur sprechen, sind der Bau der Spaltöffnungen, die dicke und feste Textur und der eigentümliche Habitus.

Da die Spaltöffnungen und die Textur von ganz besonderem Interesse sind, will ich ihnen später ein besonderes Kapitel widmen.

Zu den Cycadeen dürfte jetzt keiner mehr die fraglichen Fossilien rechnen wollen, da diese Gruppe keine ähnliche Formen umfasst.

Die Koniferen, zu welchen verschiedene Verfasser *Thinnfeldia* hingeführt haben, sind sicher diejenigen rezenten Pflanzen, mit welchen die Übereinstimmung am grössten ist. Die Ähnlichkeit zwischen einigen *Thinnfeldia*-Arten und Zweigen von gewissen Arten *Phyllocladus* ist, sowohl was Habitus und Aderung wie auch Stärke und Bau der Epidermis betrifft, so schlagend, dass ein solcher *Phyllocladus*-Zweig, wenn er fossil gefunden wäre, ohne Zweifel als eine *Thinnfeldia* beschrieben werden würde.

Eine nähere Untersuchung zeigt indessen, dass *Thinnfeldia* auch an der Seite von *Phyllocladus* nicht ihren Platz hat. Die Schwierigkeit liegt in erster Linie darin, dass man nie eine *Thinnfeldia* mit Zweigen in Spiralstellung oder Scheinwirtel gefunden hat. Aber auch wenn diese Sache kein unüberwindliches Hindernis wäre, da man ja annehmen könnte, dass die Zweige jeder für sich abgefallen wären, können andere Formen nicht mit *Phyllocladus* verglichen werden, da sie undisputabel zeigen, dass sie Blätter und keine Zweige sind.

Eine artifizielle Gattung kann ja ganz verschiedene Elemente in sich einschliessen, und könnte man sich wohl denken, dass einige Formen zu den Koniferen zu rechnen wären, andere nicht.

Alle Versuche, *Thinnfeldia* unter rezente Pflanzengruppen einzurangieren, sind also missglückt und haben niemals zu dauernden Resultaten geführt. Der eine Verfasser hat das Hauptgewicht auf eine Tatsache gelegt und die Gattung zu einer Gruppe geführt; ein anderer hat die Sache von einem andern Gesichtspunkt betrachtet und ist zu ganz andern Resultaten gekommen. Am besten dürfte deshalb die Frage über die systematische Stellung von *Thinnfeldia* auf die Weise gelöst werden, dass sie zu keiner der Gruppen: Farnen, Cycadeen oder Koniferen hingeführt wird, denn sie passt ganz einfach unter keine von ihnen. Da diese Gruppen ferner auf Charaktere bei rezenten Pflanzen begründet sind, wäre es besonders un-

geeignet, ohne wirkliche Ursache zu denselben Fossilien zu rechnen, welche keine Analogie in der rezenten Flora haben.

Nachstehend will ich näher zu zeigen suchen, dass *Thinnfeldia* nicht gern eine Farngattung sein kann, wie auch, dass einige Umstände dafür sprechen, dass sie irgend-einer nunmehr ausgestorbenen Pflanzengruppe angehört hat, welche eine Zwischenstellung zwischen Farnen und Gymnospermen einnahm.

Der leitende Gedanke in SCHENKS Beweisführung bei der Klassifizierung von *Thinnfeldia*, dass der Bau der Spaltöffnungen zu einem gewissen Grad die systematische Stellung einer Pflanze angibt, hat sich in den letzteren Jahren durch Untersuchungen von rezenten Pflanzen als richtig erwiesen, obgleich nicht, wie er glaubte, in so hohem Grade die äusseren Charaktere als vielmehr die feinere Anatomie der Schliesszellen hierbei ausschlaggebend ist. Schon lange sind die Spaltöffnungen Gegenstand eingehender Untersuchungen vom physiologischen und morphologischen wie auch vom phylogenetischen Gesichtspunkt aus gewesen, und Resultate von grossem Interesse sind erreicht worden. Man hat gefunden, nicht nur, dass Spaltöffnungen eines besonderen Typus für eine gewisse Pflanzengruppe charakteristisch sind und infolgedessen Typen, wie den Pteridophyten-Typus, den Gymnospermen-Typus u. a. bilden können, sondern auch, dass höher entwickelte Spaltöffnungen phylogenetisch aus niedriger entwickelten hergeleitet werden können.

Der Pteridophyten-Typus (PORSCH 05, p. 159, 166) ist recht einheitlich und besitzt, obgleich er auf einem verhältnismässig niedrigen Entwicklungsstadium steht, die für die höheren Pflanzen charakteristischen histologischen Merkmale, wenn auch in weit unvollkommenerer Ausbildung — ein Umstand von grosser phylogenetischer Bedeutung. Der Typus ist durch deutlich entwickelte Vor- und Hinterhofleiste, geringen Dickenunterschied zwischen Bauch- und Rückenwand der Schliesszellen mit gelegentlicher Neigung zur Ausbildung von Ligninsubstanz charakterisiert. Die Schliesszellen liegen ferner, so weit ich habe finden können, immer in gleicher Höhe wie die Epidermis, da diese niemals eine solche xerophile Ausbildung hat, dass ihre Herabsenkung eine Notwendigkeit für ihre Funktion wird (Taf. 3, Fig. 6, 7).

Der Normaltypus besitzt zwei Anpassungsformen, welche mehr oder weniger von diesem abweichen: die xerophile und die hygrophile. Die erstere ist als der direkte Vorläufer zum Gymnospermen-Typus zu betrachten, welcher sich aus demselben durch eine fortgesetzt extrem xerophile Anpassung entwickelt hat. Unter den Formen, welche in gesagter Beziehung Übereinstimmungen mit den Gymnospermen zeigen, stehen vor anderen (PORSCH 65, pp. 161—163) *Ophioglossum pendulum*, *Angiopteris*, *Botrychium lunaria* und *Osmunda claytoniana*. Die Spaltöffnungen stehen indessen auch bei diesen Farnen auf einer wesentlich niedrigeren Entwicklungsstufe und besitzen niemals gleichzeitig mehr als einen Teil von den für die Gymnospermen typischen Charakteren; einigen fehlen dieselben gänzlich. Ein sehr auffälliger und hier sehr wichtiger Unterschied ist der, dass die Schliesszellen, wie eben erwähnt, immer in derselben Höhe wie die Epidermis liegen, weshalb die Spaltöffnungen, von oben gesehen, ein ganz anderes Aussehen als bei den Gymnospermen zeigen (Taf. 3, Fig. 8, 9).

In unserer rezenten Flora sind die Farne besonders zahlreich in der tropischen Zone vertreten; doch sind die meisten hier vorkommenden hygrophil, schattenliebend; nur Gleicheniaceen und einige andere werden an sonnigen Stellen angetroffen (A. SCHIMPER 98, p. 247). Auf welche Weise sich diese gegen zu starke Transpiration schützen, ist mir unbekannt, es ist aber deutlich, dass sie zu diesem Zweck andere Auswege als die Anlage einer dicken Cuticula mit herabgesenkten Spaltöffnungen benutzen.

Der Gymnospermen-Typus (PORSCH 05, pp. 5, 12, 13, 16, 166, 168, 170), der einheitlichste und bekannteste, umfasst, wie der Name angibt, alle Gymnospermen und ausserdem, etwas modifiziert, die den Gymnospermen in mancher Beziehung nahestehende Familie Casuarinaceae. Dieselbe ist hauptsächlich durch Verdickung der Schliesszellenwände, Reduktion der inneren Cuticularleiste und Verholzung der Bauch- und Rückenwände der Schliesszellen charakterisiert, weshalb die Aktivität auf die dünnwandigen Polteile verlegt ist. Unter anderen Eigenschaften ist die tiefere oder seichtere Einsenkung des Spaltöffnungsapparates (meistens eine Zellschicht) und die Verdünnung der Zellwand oberhalb derselben zu einem Gelenk zu bemerken.

Es ist klar, dass dieser Typus, vertreten bei unter so weit verschiedenen Verhältnissen lebenden Pflanzen, eine grosse Variation zeigen muss, und es ist deshalb von um so grösserem Interesse, dass die charakteristischen Eigenschaften niemals verloren gehen, sondern nur einer gewissen Modifizierung unterworfen sind, was ein besonders treffender Beweis dafür ist, dass der Bau der Spaltöffnungen nicht ausschliesslich ein Anpassungsprodukt ist, sondern ausserdem, und zwar vor allen Dingen, von ererbten Eigenschaften bestimmt ist (Taf. 1, Fig. 7—11; Taf. 3, Fig. 4, 5).

Man findet indessen nicht nur bei den Gymnospermen eingesenkte Schliesszellen, sondern ausserdem bei den Equisetaceen wie auch bei xerophilen Angiospermen, z. B. *Hakea* und *Ficus*. Dieser Umstand hat jedoch keine Bedeutung für die Ansicht, die ich hier verfechten will, denn während der in Frage stehende Anpassungscharakter bei den Angiospermen zufällig ist, ist er bei den Equisetaceen und Gymnospermen konstant, und bei den Farnen fehlt derselbe.

Die verschiedenen Spaltöffnungstypen sind ja auf die feinere Anatomie der Spaltöffnungen begründet, und es ist klar, dass man die gewonnenen Resultate nicht ohne Weiteres anwenden kann, wo es sich um fossile Pflanzen handelt, bei welchen nur die Cuticularschicht erhalten ist, und die Schliesszellen verfallen sind. Dass man dies immerhin bis zu einem gewissen Grad tun kann, will ich doch zu zeigen suchen.

Von fossilen Cycadeen und Koniferen ist eine grosse Anzahl, was die Cuticula betrifft, mikroskopisch untersucht worden, und die Zellen und Spaltöffnungen sind immer derartig befunden worden, wie wir gewohnt sind, sie bei ihren rezenten Verwandten zu finden. Grössere Abweichungen sind nie konstatiert worden.

Wie allgemein bekannt ist, hat ZEILLER (82, p. 234, und 00, p. 274) und nach ihm andere Verfasser aus mehr als von zwei Zellen gebildete Spaltöffnungen bei der fossilen Koniferengattung *Frenelopsis* SCHENK beschrieben; jedoch hat neulich THOMPSON (12, p. 63; Taf. 5, 6) durch Querschnitt bei *Frenelopsis occidentalis* (HEER) direkt nachweisen können, dass ZEILLERS Ansicht unrichtig ist, indem er zwei gut erhaltene

Schliesszellen unterhalb den Zellen, welche ZEILLER als solche angesehen hat, gefunden hat. — Aber auch wenn diese direkte Observation nicht vorläge, würde es unter Zuhilfenahme der modernen Spaltöffnungs-Literatur ein Leichtes sein, vollkommen bindende Beweise für dieselbe Sache vorzulegen.

PORSCH (05, p. 8) hat auch, ausser rezenten und fossilen Cycadeen, Koniferen, Ginkgoen und Gnetineen die jetzt ausgestorbenen Pflanzengruppen Bennettitales und Cordaitales zum Gymnospermen-Typus gerechnet, und alles dürfte für das Berechtigte hierin sprechen.

Alle dürften diese Ansicht in Bezug auf die Gymnospermen teilen; will man aber die Farne nach demselben Gesichtspunkte beurteilen, dürften manche Bedenken hegen und einwenden, dass diejenige von paläozoischem und mesozoischen Alter sehr wohl wesentlich von den rezenten abweichen könnten. Hierbei darf man jedoch nicht vergessen, dass die Gruppe »Farne« für rezente Pflanzen einer gewissen Organisation gebildet ist, weshalb man kein Recht hat, die Grenze für dieselbe durch Aufnahme von Fossilien zu erweitern, welche in irgendeiner Hinsicht abweichen, ohne dass man durch ihre Fruktifikation dessenungeachtet ihrer Farnnatur absolut sicher ist.

Man hat allerdings recht allgemein verschiedene fossile Formen, wie beispielsweise *Cycadopteris*, *Scleropteris*, *Dichopteris*, *Lomatopteris* und *Thinnfeldia*, welche ihresgleichen nicht in der rezenten Flora finden, und welche in verschiedenen Punkten von unsern heutigen Farnen wesentlich abweichen, zu dieser Gruppe gerechnet; aber irgendwelche vollgiltige Beweise, dass sie hierher gehören, sind niemals erbracht worden. Bei keinen solchen Fossilien dürfte man nämlich undisputable Sori gefunden haben, und bis dahin ist und verbleibt ihre Zugehörigkeit zu den Farnen nur eine blosser Annahme. Dieselben berechtigen folglich zu keiner Erweiterung des Begriffes »Farne«.

Der sichere fossile Farn, welcher, soweit mir bekannt ist, was die Stärke der Cuticula betrifft, sich am meisten von den rezenten unterscheidet, ist *Laccopteris Münsteri* SCHENK (SCHENK 67, p. 97; Taf. 24, Fig. 6—11; Taf. 25, Fig. 1, 2). Die obere Epidermis hat keine Spaltöffnungen und ist von recht dickwandigen Zellen aufgebaut, die untere von sehr dünnwandigen. Auf der letzteren befinden sich Spaltöffnungen; SCHENK sagt aber nichts über ihren Bau, und dieser geht kaum deutlich aus den Zeichnungen hervor. Obgleich diese Art xerophiler als irgendein rezenter Farn ausgebildet zu sein scheint, ist doch die Abweichung nicht allzu gross.

Die vermeinte Farngattung *Sagenopteris* PRESL. besitzt eine zuweilen recht dicke Cuticula vor allen Dingen auf der oberen Seite, welcher Spaltöffnungen fehlen. Solche kommen jedoch auf der unteren vor, und wie aus HALLES (10, Taf. 3) und anderer Arbeiten hervorgeht, liegen die Schliesszellen in gleicher Höhe wie die Epidermis, und die Spaltöffnungen scheinen sich von denjenigen bei den Farnen nicht zu unterscheiden. Besonders beachtenswert ist jedoch die xerophile Ausbildung, welche bei rezenten Farnen sicher nicht ihresgleichen findet, und welche um so unerwarteter ist, als die fraglichen Pflanzen Wasserfarne sein sollten. Sind sie dies wirklich, dürften sie wohl in Salzwasser gelebt haben, wenngleich ihr Vorkommen dies nicht bestätigt.

Indessen darf man von *Sagenopteris* allein nicht den Schluss ziehen, dass die Farne im Mesozoikum wesentlich xerophiler waren als jetzt; denn noch ist die systematische Stellung der genannten Gattung nicht ganz entschieden, und übrigens folgt hieraus nicht notwendig, dass die Landfarne besonders xerophil waren.

Die Verfasser haben in der Regel die Xerophilie bei *Thinnfeldia* und ähnlichen Gattungen nicht diskutiert und dieselbe noch weniger als ein Hindernis betrachtet, dass diese Gattungen zu den Farnen gehören könnten; aber hierbei haben sie nicht nur den eigentlichen Unterschied ausser Acht gelassen, sondern auch eine Reihe anderer Umstände nicht beachtet.

Die durchgehende und konstante Xerophilie bei den Gymnospermen ist ja ein kompliziertes Phänomen, welches mit derjenigen bei den höheren Pflanzen nicht verglichen werden kann, wo dieselbe in hohem Grade von den äusseren Umständen abhängt und grossen Veränderungen im Laufe einer einzigen Generation unterworfen sein kann. Durch die Pflanzenphysiologen wissen wir, dass das Wasserleitungsvermögen der Tracheiden sehr viel geringer ist als dasjenige der Tracheen, und hierin will Dr. MARIE STOPES (07) die hauptsächlichste Ursache für den allgemeinen xerophytischen Bau der Gymnospermen sehen. Gegenüber dieser Erklärung kann aber angeführt werden, dass unter solchen Umständen wohl auch die Farne Spuren einer ähnlichen Xerophilie zeigen müssten, da auch bei diesen die Wasserleitung von Tracheiden besorgt wird, nur in vereinzelten Fällen ausserdem von Tracheen.

Es scheint also, als ob die Gymnospermen und Farne in Bezug auf die Epidermis nur ausserordentlich langsam, Schritt für Schritt, Veränderungen in xerophiler oder, wenn sie einmal xerophil sind, in entgegengesetzter Richtung unterworfen sein könnten.

Da man keinen direkten Grund zu glauben haben dürfte, dass die Farne früherer Zeiten sich von den jetzt lebenden Vertretern derselben Gruppe wesentlich unterschieden, dürfte man berechtigt sein anzunehmen, dass die Spaltöffnungen — in Übereinstimmung mit den Schlussätzen, welche man aus PORSCHS Diskussion über ihre Phylogenie ziehen kann — denselben Bau bei fossilen und rezenten Farnen gehabt haben. Da ferner der Bau der Spaltöffnungen bei rezenten Farnen und Gymnospermen in naher Relation zu der xerophytischen Ausbildung steht, welche wenigstens zum wesentlichen Teil erblicher Natur zu sein scheint, dürfte man auch ihr eine gewisse Bedeutung zuschreiben können.

Während man im Mangel an Sori und oft in dem eigentümlichen Habitus indirekte Beweise dafür hat, dass die fraglichen Pflanzen nicht zu den Farnen gehören können, hat man, wie ich glaube, in den gerade erwähnten Punkten direkte.

Die Kluft zwischen Farnen und Gymnospermen wird ja von den Pteridospermen ausgefüllt oder vielleicht ausser diesen von andern Pflanzengruppen, und man muss hier also den Übergang zwischen den verschiedenen Spaltöffnungstypen suchen, welche für die beiden rezenten Gruppen bezeichnend sind.

Man darf also nur aus einer äusseren Ähnlichkeit mit beispielsweise dem Gymnospermentypus nicht den Schlussatz ziehen, dass die feinere Anatomie der Schliesszellen ganz und gar übereinstimmend mit dieser gewesen ist. Obgleich die

Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Spaltöffnungen bei *Thinnfeldia* denselben Bau wie bei *Phyllocladus* u. a. gehabt haben, sehr gross ist, nehme ich auch dies nicht an, um so weniger, als für mich die Notwendigkeit hierfür nicht vorliegt. So viel dürfte jedoch sicher sein, dass man hier mit einem extrem xerophil angepassten Spaltöffnungsapparat zu tun hat, wie er bei rezenten Farnen niemals zur Entwicklung gelangt.

Betreffend die Epidermis der vermeinten paläozoischen Pteridospermen weiss man ausserordentlich wenig; aber die Angaben, die vorhanden sind, sind von um so grösserem Interesse. Im Allgemeinen existieren nur Abdrücke dieser Pflanzen, aber in einigen Fällen ist die Cuticula, allerdings nur die obere, in einem solchen Zustand erhalten, dass man dieselbe einer mikroskopischen Untersuchung hat unterwerfen können.

ZEILLER (90, Taf. 9, Fig. 6 a) hat so eine besonders schöne Epidermis von *Alethopteris Grandini* BRONGN. abgebildet und folgende Beschreibung derselben gegeben (p. 115): »La figure 6 A montre un fragment grossi de cette cuticule de la face supérieure, sur laquelle on remarque des files transversales bisériées de cellules à peu près rectangulaires, qui tranchent par leur forme sur les autres cellules, irrégulièrement polygonales, et qui doivent correspondre aux nervures; on aperçoit en outre çà et là de petites ouvertures arrondies, bordées de cellules disposées en cercle, et sur le contour desquelles la surface est assez nettement déprimée; c'étaient évidemment les places des stomates, mais les cellules de bordure de ceux-ci, situées au fond de chacune de ces dépressions, n'ont pas été conservées.»

Ganz kürzlich ist es auch HUTH (12, p. 12) gelungen, eine vermeintliche paläozoische Pteridosperme *Mariopteris muricata* (SCHLOTH) ZEILL. zu mazerieren, bei welchem er eine ähnliche Cuticula mit Spaltöffnungen von ganz demselben Bau gefunden hat. Da er indessen ZEILLERS oben zitierte Beschreibung übersehen hat, hat er eine ganz andere Erklärung derselben gegeben. Er nimmt an, dass man hier mit einem neuen, von gewöhnlichen Spaltöffnungen vollständig abweichenden, primitiven Typus zu tun hat und spricht sich über ihre Funktion wie folgt aus (p. 11): »Ich bin der Ansicht, dass man den ersten engeren Kranz von stärker cutinisierten Zellen als eine Art Schliesszellen zu betrachten hat, welche durch den Turgor eine Streckung in radialer Richtung erfahren, und so die kleine Öffnung verkleinern oder vergrössern, ähnlich etwa, wie die Iris des Auges die Pupille vergrössert und verkleinert. In diesem Falle müsste der innerste, die Öffnung umschliessende Ring als tangential zusammenziehbar gedacht werden. Noch wahrscheinlicher ist wohl die Annahme, dass nur die innersten, die Öffnung begrenzenden Wände, der Schliesszellen durch den Turgor vorgewölbt wurden und so die Öffnung verkleinern konnten.»

HUTHS Auffassung dürfte jedoch aus mehreren Gründen nicht richtig sein. Ein mehrzelliger Spaltöffnungsapparat kommt allerdings bei einer Anzahl Moosen vor, aber sicher nicht bei so hoch organisierten Pflanzen. Irgendeine Ursache anzunehmen, dass man hier mit etwas speziell Neuem zu tun hat, liegt ferner nicht vor, sondern es handelt sich ganz einfach um eine Spaltöffnung, bei welcher die Schliesszellen unter der Epidermis niedergesenkt sind, ganz wie bei Gymnospermen, xerophilen Angiospermen, *Thinnfeldia* u. a. Der Umstand, dass die Spaltöffnung von zwei

Zellringen umgeben ist, ist nicht merkwürdiger, als wenn sie von einem oder keinem umgeben wäre. Möglich ist ja, dass dieser Charakter sich bei nahe verwandten Formen — wenn solche je untersucht werden können — wiederholt; aber irgendeine weitere Bedeutung wird derselbe gewiss nicht erlangen.

Wie der Apparat fungiert hat, wenn HUTHS Ansicht richtig wäre, ist mir vollkommen unverständlich; denn ein Verdrängen des Kanals durch Strecken der umgebenden Zellen in radialer Richtung oder durch Vorwölbung der Schliesszellen setzt, wie HUTH sich hier die Sache gedacht hat, mit Notwendigkeit einen erhöhten Turgor voraus, aber bei einem solchen öffnet sich doch die Spaltöffnung. Ubrigens dürfte jede Bewegung der erhaltenen Zellwände durch Turgorschwankungen eine mechanische Unmöglichkeit sein.

Schliesslich vergleicht HUTH (12, p. 12) die fragliche Pflanze mit solchen rezenten Hygrophyten, welche niemals ihre Spaltöffnungen schliessen. Die Ansicht findet seiner Meinung nach eine besonders gute Stütze in der allgemeinen Auffassung von dem Klima der Steinkohlenperiode; aber sie ist trotzdem unwahrscheinlich, da der Bau der Epidermis xerophil ist. HUTH ist allerdings entgegengesetzter Meinung; aber der Umstand, dass die Cuticula während eines so unerhörten Zeitraums erhalten geblieben ist und, allem Anschein nach, dicker als bei irgendeinem rezenten Farn gewesen ist, dürfte dartun, dass diese seine Vermutung nicht richtig sein kann.

Ich glaube also, dass ZEILLERS längst ausgesprochene Ansicht die richtige ist, dass die Spaltöffnungen bei diesen vermeintlichen Pteridospermen in Bezug auf die Eigenschaften, welche an fossilem Material studiert werden können, vollkommen mit denjenigen bei *Thinnfeldia* und andern mesozoischen Gattungen übereinstimmen, dass mit andern Worten die Spaltöffnungen wahrscheinlich schon bei den paläozoischen Pteridospermen den Weg betreten hatten, welcher in den ausgeprägten Gymnospermen-Typus einmünden sollte.

Die Pteridospermen stimmen bekanntlich, was ihren Habitus betrifft, vollkommen mit den Farnen überein, und erst die Entdeckung ihrer Fruktifikation hat ergeben, dass sie eine jetzt ausgestorbene Gruppe repräsentieren. Nun ist es von besonders grossem Interesse, dass diese alte Pflanzengruppe wahrscheinlich einen xerophilen Anpassungscharakter besass, welcher bei den Farnen fehlt; denn hierdurch ergibt sich vielleicht eine neue Möglichkeit festzustellen, ob man es mit einem Farn oder einer vermeintlichen Pteridosperme zu tun hat. Es ist ja ungewiss — und wird sich wohl nie ermitteln lassen —, ob alle, auch die ältesten Pteridospermen die fragliche Anpassung besaßen, oder ob im Gegenteil die Grenze zwischen den beiden Spaltöffnungstypen weiter nach oben zu suchen ist; aber vom praktischen Standpunkt aus dürfte dies ohne Bedeutung sein.

Ob die Pteridospermen mit der paläozoischen Ära ausstarben oder in das Mesozoikum hinein fortlebten, ist ja eine Tatsache, über welche die Meinungen geteilt sind, da in Ablagerungen der letzteren Periode keine sicheren Funde von Fossilien, welche dieser Pflanzengruppe angehören, gemacht worden sind. Dies ist ein recht bemerkenswerter Umstand, da man aus der mesozoischen Zeit eine Reihe von Pflanzen sehr gut kennt, von welchen man mit recht grosser Gewissheit weiss, dass

sie in die Pflanzengruppen der rezenten Flora nicht einrangirt werden können. Dieser Umstand kann jedoch auf die Weise erklärt werden, dass entweder die fraglichen Pflanzen als Pteridospermen aufzufassen sind, obgleich sie durch einen mehr ausgeprägten Unterschied zwischen vegetativen und fertilen Blättern von den typischen von paläozoischem Alter getrennt sind — wir kennen die Variationsbreite der fraglichen Gruppe ja nicht im geringsten —, oder so, dass sie Repräsentanten anderer mit derselben verwandten Gruppen sind, die während der mesozoischen Zeit die eigentlichen Pteridospermen vertraten.

Also, das eine oder das andere dürfte der Fall sein, aber obgleich es demnach sehr wohl möglich ist, dass *Thinnfeldia* und andere Gattungen Pteridospermen sind, dürfte es jedoch das Beste sein, wenigstens bis auf weiteres in Bezug auf diese Gattungen keinen Gebrauch von dieser Benennung zu machen.

Wie bekannt, umfasst *Thinnfeldia* eine grosse Anzahl recht variierender Arten, und, um eine einheitliche Übersicht über diese wichtige und in systematischer Hinsicht so interessante und strittige Gattung zu geben, habe ich nachstehend versucht, alle die Formen zu behandeln, welche zu derselben gezogen werden sollen. Eine Menge Fragmente, die theils als gute Arten, theils als »*Thinnfeldia* sp.» meiner Meinung nach mit Unrecht hierunter einrangirt worden sind, habe ich auch behandelt und sie in dem Maasse, wie mir dies möglich gewesen ist, an den richtigen Platz im System zu bringen gesucht.

Die geographische Verbreitung von *Thinnfeldia* ist sehr ausgedehnt und erstreckt sich sowohl über die südliche wie über die nördliche Hemisphäre, obgleich die Fundorte nicht nur für die meisten, sondern auch für die typischsten Formen auf die letztere fallen. Zu bemerken ist, dass *Thinnfeldia* in Nordamerika und Grönland nicht existiert zu haben scheint. Vertreter der Gattung sind in Franken, Frankreich, Ungarn, Schweden, England, Schottland, Spitzbergen, Russland, Kaukasus, Indien, Australien, Neuseeland, Argentinien und der Antaretis gefunden worden.

Was das geologische Auftreten betrifft, so ist *Thinnfeldia* an den Rät-Lias gebunden, obgleich ein paar Formen im oberen Jura angetroffen sind.

Was als *Thinnfeldia* beschrieben worden ist, dürften Blätter — oder zuweilen Zweige mit Phyllocladien? — von Holzpflanzen sein.

In Vorstehendem habe ich ganz von den nordamerikanischen Formen abgesehen — hierher rechne ich *Thinnfeldia Lesquereuxiana* von Grönland (HEER 82, p. 37; Taf. 44, Fig. 9, 10; Taf. 46, Fig. 1—12) — welche mehr oder weniger unrecht zu *Thinnfeldia* hingeführt worden sind; aber ich will hier einige Worte über dieselben erwähnen. Merkwürdigerweise haben die amerikanischen Paläobotaniker recht einstimmig die fraglichen Fossilien als wirkliche *Thinnfeldia*-Arten angesehen, während die Europäer im allgemeinen entgegengesetzter Ansicht gewesen sind.

Wie erwähnt hatte *Thinnfeldia* in Europa, ihrer eigentlichen Heimat, ihre Blütezeit in der oberen Trias und im unteren Jura, obgleich vereinzelt, kaum ganz typische Formen gegen Ende dieser letzteren Periode angetroffen sind. Aus dieser Zeit

rühren keine von den amerikanischen *Thinnfeldia*-Arten her, sondern alle sind erheblich jünger, indem sie der Kreide oder dem unteren Tertiär angehören.

Da schon recht bald differente Formen zusammengeführt wurden, unternahm BERRY 1903 (p. 438) eine Revision und suchte nachzuweisen, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen den Formen der Potomac-Ablagerungen auf der einen Seite und denjenigen vom unteren Tertiär auf der andern besteht. Die ersteren brachte er fortdauernd zu *Thinnfeldia*; für die letzteren bildete er eine neue Gattung: *Protophyllocladus*. Die *Thinnfeldia*-Arten, welche in der Hauptsache aus den von FONTAINE (89, p. 110) beschriebenen Formen bestehen, gehören, wie ZEILLER (07, p. 191) und GOTHAN (12, p. 76) schon hervorgehoben haben, ganz sicher nicht zu dieser Gattung, da sie ein ganz anderes Aussehen zeigen als unsere typischen Formen. Weit grössere Ähnlichkeit zeigt dagegen *Protophyllocladus*. Diese Gattung umfasst nämlich Blattformen, die eine auffallende Ähnlichkeit mit der rezenten Koniferengattung *Phyllocladus* haben, woher der Name, und BERRY zögert nicht, dieselbe als Taxaceae aufzuführen. Trotz der habituellen Ähnlichkeit, und obgleich BERRYS Vermutung wohl möglich ist, ist doch kein einziger Beweis für dieselbe vorhanden, und deshalb ist, wie SEWARD (04, p. 31) hervorgehoben hat, BERRYS Benennung recht ungeeignet. Dagegen war eine Separation dieser Formen willkommen, denn dieselben bilden deutlich eine Einheit für sich und weichen, was ihren Habitus betrifft, etwas von unsern *Thinnfeldia*-Arten ab, obgleich sie in ihrer Aderung eine grosse Übereinstimmung mit *Th. Nordenskiöldi* NATH. haben. Schliesslich traten dieselben, wie erwähnt, erst sehr spät und innerhalb eines Gebiets auf, dem es an älteren *Thinnfeldia*-ähnlichen Formen vollkommen mangelt.

Kürzlich haben HOLLICK & JEFFREY (09, p. 22; Taf. 3, Fig. 1—5; Taf. 7, Fig. 1—8; Taf. 8, Fig. 1, 2; Taf. 28, Fig. 5—8; Taf. 29, Fig. 1—6) als *Androvettia statenensis* von den Kreide-Ablagerungen bei New-York eine Konifere beschrieben, die »presents a marked similarity in superficial habit to the podocarpineous genus *Phyllocladus*, but which differs strikingly from the genus in important features of internal structure«, weshalb sie dieselbe zu den Araucarineae hingeführt haben. Die fragliche Pflanze zeigt folglich auch mit *Thinnfeldia* und vor allen Dingen mit den Fossilien, welche BERRY als *Protophyllocladus* separiert hat, eine auffallende äussere Ähnlichkeit. Es existieren jedoch gewisse Verschiedenheiten, »notable among which is the presence of leaves on the flat surface of the phylloclads«. Da einige *Androvettia*-Fragmente, welchen Blätter fehlen, kaum von *Protophyllocladus* getrennt werden können, habe ich diese interessante Pflanze nicht ganz übergehen wollen.

**Thinnfeldia rhomboidalis** ETTINGSHAUSEN.

Taf. 2, Fig. 5; Taf. 4, Fig. 4 (Cop.); Taf. 4, Fig. 5.

- Neuropteris alternans*, BRAUN 1840, p. 98.  
*Neuropteris trapeziphylla*, BRAUN 1840, p. 98.  
*Neuropteris? alternans*, BRAUN 1843, p. 28.  
*Neuropteris? trapeziphylla*, BRAUN 1843, p. 28.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, ETTINGSHAUSEN 1852, p. 2; Taf. 1, Fig. 4—7.  
*Kirchneria ovata*, BRAUN 1854, p. 7; Taf. 2, Fig. 1, 2.  
*Kirchneria trapezoidalis*, BRAUN 1854, p. 9; Taf. 2, Fig. 3—5.  
*Kirchneria mutabilis*, BRAUN, pars, 1854, p. 12; Taf. 3, Fig. 9.  
*Pachypteris Thinnfeldi*, ANDRAE 1855, p. 43; Taf. 11, Fig. 6; Taf. 12, Fig. 7—9.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, SCHENK 1867, p. 116; Taf. 27, Fig. 1—5, 7, 8.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, SCHIMPER 1869, p. 496; Taf. 45, Fig. 1.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, SAPORTA 1873, p. 243; Taf. 43, Fig. 1, 2, 4, 6?, 7, 8?.  
*Pachypteris (Thinnfeldia) ovata*, NATHORST 1880, pp. 60, 80, 83.  
*Pachypteris (Thinnfeldia) cf. rhomboidalis*, NATHORST 1880, pp. 60, 80, 84.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, SEWARD, pars, 1904, p. 31.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, SEWARD, pars, 1911, p. 675; Taf. 4, Fig. 66, 70?, 70 A?.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, GOTHAN 1912, p. 78; Taf. 13, Fig. 3.

Wedel einmal gefiedert, lanzettlich, langgestielt. Spindel kräftig. Fiederchen alternierend, von variierender Form und Grösse; rhombisch-lanzettlich, oval, oval-lanzettlich, stumpf, mehr oder weniger herablaufend, an der Basis oft zusammengezogen. Aderung deutlich, aus einer gegen die Spitze aufgetheilten Mittelader und unter spitzem Winkel austretenden dichotomischen Sekundäradern bestehend. Konsistenz fest.

Die Epidermis der fraglichen Art wurde schon von SCHENK untersucht. Ich selbst habe ein paar Exemplare von Schottland zu untersuchen Gelegenheit gehabt, von welchen das eine mit SCHENKS Beschreibung bis auf die Ausnahme überstimmt, dass die Adern weniger markiert sind und dass die dickere Epidermis der Oberseite auf die morphologische Unterseite herabläuft und eine etwas verdickte, obgleich nicht scharf markierte Kante bildet. Irgendwelche Bedeutung dürfte diesem Umstand nicht zuzumessen sein, denn, wie ZEILLER (11, p. 325) hervorgehoben hat, dürfte es sich um eine individuelle und zufällige Eigenschaft handeln, die von keinem systematischen Wert ist.

Die obere Epidermis hat isodiametrisch polygonale, nur über der Mittelader etwas gestreckte Zellen mit stark verdickten Wänden. Spaltöffnungen fehlen. Auf der Unterseite ist die Cuticula von einem ähnlichen, obgleich etwas dünneren Gewebe aufgebaut. Die Mittelader ist gut markiert; aber die Seitenadern sind kaum zu unterscheiden. Spaltöffnungen kommen auf der ganzen Oberfläche zahlreich vor, nur nicht über der Mittelader. — GOTHAN (12, Taf. 15, Fig. 1) hat eine schöne Photographie von der unteren Epidermis mitgeteilt, an welcher die Spaltöffnungen in schmalen Bändern vorkommen. — Ein fragmentarisches Fossil von Thale, das ich untersucht habe, und welches möglicherweise zu dieser Art gehört, ist allerdings verhältnismässig schlecht erhalten, scheint aber gleiche Ober- und Unterseite, zahl-

reiche über die ganze Blattfläche gleichmässig verteilte Spaltöffnungen sowie recht starke Cutinisierung zu besitzen.

*Th. rhomboidalis* zeigt eine sehr grosse Variation, und eine richtige Begrenzung ist mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Einige Verfasser dürften jedoch der Art einen unnötig grossen Umfang gegeben haben. Auch mit der strengeren Begrenzung, die ich durchzuführen gesucht habe, ist *Th. rhomboidalis* längst nicht einheitlich. Was die Begrenzung so schwer macht, ist der Umstand, dass die Form der Fiederchen so wenig charakteristisch ist, sondern im Gegenteil verhältnismässig nahe mit derjenigen mehrerer Arten dieser und nahestehender Gattungen übereinstimmt.

Schon SCHENK beging einen Missgriff bei der Begrenzung, wie erst ganz kürzlich von GOTHAN (12, p. 62) hervorgehoben wurde. Er liess sich nämlich durch die habituelle Übereinstimmung mit einem doppelt gefiederten Blattfragment (SCHENK 67, Taf. 27, Fig. 6) dahin beeinflussen, eine solche Verzweigung als charakteristisch für die Art anzusehen. Hierbei übersah er indessen, dass einige der Fossilien, welche er selbst zu der fraglichen Art gezogen hatte, diese Ansicht widerlegen, da sie auf Grund ihrer langen Stiele unmöglich als Fiedern eines doppelt gefiederten Blattes aufgefasst werden können, sondern ganz sicher ganze Blätter darstellen.

SAPORTA (73, p. 243; Taf. 43, Fig. 1, 2, 4—8) hat mehrere Exemplare abgebildet, aber keines ist recht charakteristisch. Die meisten dürften wohl trotzdem am nächsten zu der vorliegenden Art zu stellen sein; aber ein paar (Taf. 43, Fig. 6, 8) müssen als besonders zweifelhaft angesehen werden.

Später hat RACIBORSKI (94, p. 64; Taf. 19, Fig. 9—15; Taf. 20, Fig. 1, 2; Taf. 21, Fig. 3—5, 7) als *Th. rhomboidalis* Fossilien mit dichtstehenden, linearen Lappen ohne die charakteristische Versmälnerungen an der Basis beschrieben. Er hat jedoch ein paar kleine fragmentarische Exemplare mitgeteilt (Taf. 21, Fig. 5, 7), welche nicht wenig an diejenigen erinnern, welche ANDRAE (55, Taf. 12, Fig. 7—9) als *Pachypteris Thinnfeldi* abgebildet hat, und es ist sehr wohl möglich, dass dieselben hierzu gehören, obgleich sie kaum mit einem grösseren Grade von Sicherheit bestimmt werden können. Die vollständigeren sind dagegen ohne Zweifel mit seiner *Thinnfeldia (rhomboidalis var.) major* identisch, welche Varietät einen von *Th. rhomboidalis* getrennten Typus darstellen dürfte.

Ein von HJORTH (99, p. 72; Taf. 3, Fig. 12) aus dem Rät auf Bornholm als *Th. rhomboidalis* abgebildetes Fossil stimmt, was Habitus und Aderung betrifft, mit ANDRAES *Pachypteris Thinnfeldi* überein, ist aber sehr viel kleiner. Auf Grund seiner unbedeutenden Grösse — das grösste Fiederchen ist  $5 \times 2$  mm. — unterscheidet es sich von allen *Thinnfeldia*-Arten, und ich bin deshalb im Zweifel, ob es wirklich ein Repräsentant dieser Gattung ist.

Das von MÖLLER (02, p. 24; Taf. 2, Fig. 18) ebenfalls von Bornholm und unter demselben Namen beschriebene Fossil dürfte allzu fragmentarisch sein, um überhaupt mit irgendeiner Sicherheit bestimmt werden zu können.

Zu einer umfassenderen Auffassung der fraglichen Art als irgendein anderer ist SEWARD (04, p. 31) gekommen. Er führt nämlich zu derselben nicht nur Arten derselben Gattung: *Th. decurrens* (BRAUN) SCHENK, *Th. obtusa* SCHENK, *Th. incisa*

SAP. (mit ?) und *Th. lancifolia* (MORR.) SZAJ. [= *Dicroïdium lancifolium* (MORR.) GOTH.] (mit »cf.«), sondern auch solche, welche im allgemeinen als von *Thinnfeldia* gut getrennt angesehen werden: *Odontopteris jurensis* KURR. (mit ?), *Cycadopteris Brauniana* ZIGNO, *Cycadopteris heterophylla* ZIGNO und *Lomatopteris liasina* MORIÈRE.

Von seinen eigenen Exemplaren dürfte das Fragment Fig. 2, p. 34, SEWARD 04, mit Sicherheit der Gattung *Ctenopteris* SAP. angehören, und Taf. 4, Fig. 3 ist wohl eine *Cycadopteris*-Art, welche *C. Brauniana* ZIGNO nahe steht, auch wenn sie nicht mit derselben identisch ist. Die beiden anderen Fossilien, Taf. 4, Fig. 1, 2, 2 a gehören nach mündlicher Mitteilung von GOTHAN ebenfalls zu *Cycadopteris* und sind identisch mit Fig. 3. Er betrachtet sie als eine neue Art, *C. anglica*.

Irgendein Grund, die unter *Cycadopteris* und andern Gattungen beschriebenen Formen hierzu zu rechnen, dürfte, wie ich in der allgemeinen Behandlung der Gattung zu zeigen gesucht habe, nicht vorliegen, und mit einigen Ausnahmen dürften die oben erwähnten *Thinnfeldia*-Arten gut getrennt sein. — SCHENK (67, p. 117) hat selbst hervorgehoben, dass eine grosse Ähnlichkeit zwischen *Th. rhomboidalis* und *Thinnfeldia decurrens* besteht, und hält es für nicht ganz unmöglich, dass diese Arten in Wirklichkeit identisch sind; aber er hat doch, wie ich glaube mit Recht, auf Grund der mehr langgespitzten Fiederchen letzterer Art dieselben von einander getrennt. *Th. obtusa* dürfte durch die recht abweichende Form der Fiederchen hiervon leicht zu trennen sein, da diese linear, an der oberen Kante der Basis geöhrt und mehr herablaufend sind. Eines der Exemplare, welches SAPORTA (73, Taf. 44, Fig. 4) als *Th. incisa* abgebildet hat, besitzt allerdings eine nicht unbedeutende Ähnlichkeit, zeigt aber doch wenigstens einen Ansatz zu weiterer Zerteilung des Blattes. Betreffend *Dicroïdium lancifolium* (= *Th. lancifolia*) dürfte schliesslich genügen, die dichotomische Verzweigung zu betonen.

Kürzlich hat SEWARD (11, p. 675) mehrere fragmentarische Fossilien von Schottland als *Th. rhomboidalis* beschrieben, aber einige der abgebildeten Exemplare sind zu fragmentarisch, um bestimmt werden zu können, und andere gehören ganz sicher nicht hierzu. Taf. 4, Fig. 66 dürfte also das einzige Exemplar sein, das mit Sicherheit mit der fraglichen Art identisch ist, während Taf. 4, Fig. 70 und 70 a dies möglicherweise sind. Taf. 4, Fig. 72 und Taf. 5, Fig. 82 sind wohl *Scleropteris*-Arten, und die erstere ist wahrscheinlich mit »*Thinnfeldia* sp.» p. 676; Text-Fig. 7, A—C in derselben Arbeit identisch. Taf. 5, Fig. 83 dürfte völlig unbestimmbar sein.

Ebenfalls von Schottland sind die hier abgebildeten Exemplare, welche, obgleich auch sie fragmentarisch sind, so gut mit den typischen Formen übereinstimmen, dass kein Zweifel über ihre Bestimmung herrschen kann. Von dem einen Exemplar war die Epidermis erhalten, so dass diese nach der gewöhnlichen Behandlung unter dem Mikroskop untersucht werden konnte.

Etwas im Zweifel bin ich dagegen in Betreff eines Exemplares von Thale,<sup>1</sup> welches ebenfalls auf Grund des groben Gesteins keine Spur von Aderung zeigt.

<sup>1</sup> Zusammen mit diesem Fossil kommen einige doppelt gefiederte Blattfragmente vor, welche, was den Habitus betrifft, ganz gut mit *Thinnfeldia obtusiloba* SAP. übereinzustimmen scheinen, welche aber allzu schlecht erhalten sind, um näher bestimmt werden zu können.

*Th. rhomboidalis* ist von Steierdorf in Kärnten, der Gegend von Bayreuth in Franken, Thale (?) a. Harz (der Keuper), Mende in Lozère, Frankreich und Schottland, aber nicht von Schonen bekannt. In Bezug auf ihr geologisches Auftreten ist die Art im Rät-Lias am zahlreichsten vertreten, kommt im oberen Jura aber noch sparsam vor.

## Thinnfeldia decurrens (BRAUN) SCHENK.

Taf. 4, Fig. 3 (Cop.).

- Kirchneria decurrens*, BRAUN 1840, p. 97.  
*Kirchneria trichomanoides*, BRAUN 1840, p. 97.  
*Kirchneria decurrens*, BRAUN, 1843, p. 28.  
*Kirchneria decurrens*, BRAUN 1854, p. 6; Taf. 1, Fig. 1, 1 a, 2, 3.  
*Kirchneria trichomanoides*, BRAUN 1854, p. 7; Taf. 1, Fig. 4, 5.  
*Thinnfeldia decurrens*, SCHENK 1867, p. 114; Taf. 26, Fig. 1—5.  
*Thinnfeldia decurrens*, SCHIMPER 1869, p. 495.  
*Pachypteris (Thinnfeldia) cf. decurrens*, NATHORST 1880, pp. 60, 80, 84.  
*Thinnfeldia rhomboidalis* ETT.; SEWARD, pars, 1904, p. 31.  
*Thinnfeldia decurrens*, GOTHAN 1912, p. 69.

Wedel einmal gefiedert, breit lanzettlich bis oval. Spindel kräftig. Fiederchen locker, opponiert oder beinahe opponiert, rhombisch-lanzettlich, zu einer langen, feinen Spitze verschmälert, am breitesten  $\frac{1}{4}$  von der Basis, stark herablaufend. Endlappen gross, lanzettlich, mehr oder weniger gelappt. Mittelader schwach, an der Spitze verzweigt. Sekundäradern unter sehr spitzem Winkel austretend, wiederholt gegabelt. Konsistenz fest.

Diese Art zeichnet sich durch einen grossen Endlappen und langgespitzte an der Basis oft sehr herablaufende Fiederchen aus.

Die Epidermis ist von SCHENK untersucht und hat isodiametrisch polygonale, über den Adern gestreckte Zellen und Spaltöffnungen in ungefähr derselben Anzahl auf beiden Seiten. Die Spaltöffnungen kommen nur zwischen den Adern vor.

Diese Form wurde zuerst von BRAUN (54, p. 6) beschrieben, welcher sie auf zwei Arten, *Kirchneria decurrens* und *K. trichomanoides* verteilte. Ehe SCHENK BRAUNS und ETTINGSHAUSENS Originalexemplare noch näher untersucht hatte, hielt er die letztgenannte Art für identisch mit *Thinnfeldia speciosa* ETT. Nachdem er die Cuticulen untersucht hatte, änderte er indessen seine Ansicht und vereinigte dieselben mit *Kirchneria decurrens*, deren Namen er zu *Thinnfeldia decurrens* abänderte. Das eine Exemplar (BRAUN 54, Taf. 1, Fig. 4) weicht von den mehr typischen nicht so unwesentlich ab, aber es hat nach SCHENK bei der Einbettung seine wirkliche Form verloren. Da es gerade dies Exemplar ist, das mit *Th. speciosa* übereinstimmt, ist die Ähnlichkeit mit dieser Art, so weit ich finden kann, durchaus nicht so gross, wie SCHENK hervorhebt.

SCHIMPER hat in seinem »Traité I» (69, p. 497) die Vermutung ausgesprochen, dass *Thinnfeldia laciniata* SCHENK und *Dichopteris incisa* SCHENK mit *Th. decurrens* identisch sind, welche letztere Art seiner Meinung nach eine sehr grosse Variationsbreite besässe. Meine von dieser wesentlich abweichende Ansicht will ich später auseinandersetzen (siehe *Th. polymorpha*, p. 38). Dagegen ist es ja möglich, dass *Th. laciniata* Taf. 28, Fig. 2, SCHENK 67, obgleich für eine sichere Bestimmung allzu fragmentarisch, eigentlich zu dieser Art hinzuführen ist. SCHENK (64, p. 60) hat selbst in einem früheren Aufsatz diese Vermutung ausgesprochen.

*Th. decurrens* dürfte *Thinnfeldia rhomboidalis* ETT. und *Thinnfeldia indica* FEISTM. am nächsten stehen, unterscheidet sich aber von beiden durch ihre langspitzigen, mehr herablaufenden Fiederchen und von letztgenannter ausserdem durch ihre schmalere Rachis.

*Th. decurrens* ist nur aus dem Rät bei Bayreuth in Franken bekannt.

## Thinnfeldia obtusa SCHENK.

Taf. 5, Fig. 2 (Cop.).

*Thinnfeldia obtusa*, SCHENK 1867, p. 115; Taf. 26, Fig. 6—8.

*Thinnfeldia obtusa*, SCHIMPER 1869, p. 496.

*Thinnfeldia obtusa*, RENAULT 1883, p. 95.

*Thinnfeldia rhomboidalis* ETT.; SEWARD, pars, 1904, p. 31.

*Thinnfeldia obtusa*, GOTHAN 1912, p. 78.

Wedel einmal gefiedert. Spindel kräftig. Fiederchen locker, alternierend, lang und schmal, linear, stumpf, herablaufend; obere Kante bei der Basis geöhrt; Öhrchen gerundet. Mittelader gegen die Spitze in dichotomischen Ästen aufgeteilt. Seitenadern zahlreich, dichotomisch, unter spitzem Winkel austretend. Konsistenz fest.

Der charakteristischste Zug dieser Art ist die lineare Form der Fiederchen, die stumpfe Spitze wie auch die wohl ausgebildete Öhrung.

Die Epidermis ist von SCHENK untersucht worden und ist von isodiametrisch polygonalen, über den Adern gestreckten Zellen aufgebaut, welche an der Oberseite etwas kleiner sind als an der unteren. Spaltöffnungen kommen zwischen den Adern auf beiden Seiten vor. Dieselben unterscheiden sich von denjenigen bei andern Arten, welche SCHENK untersucht hat, durch ihre weniger hervortretenden, mehr dünnwandigen Nebenzellen.

Das Fossil, welches SAPORTA (73, p. 346; Taf. 43, Fig. 3) von Lozère als *Thinnfeldia obtusa* abgebildet hat, weicht meiner Meinung nach so wesentlich von SCHENKS Original exemplar ab, dass seine Bestimmung kaum richtig sein kann. Die Fiederchen haben nicht die regelmässige, gleich breite Form oder das gut entwickelte Öhr, welches für die Art kennzeichnend ist, sondern erinnern etwas an *Thinnfeldia decurrens* SCHENK, obgleich sie eine kürzere und stumpfere Spitze haben. Am wahrscheinlichsten ist wohl, dass das Exemplar eine neue Art repräsentiert.

Zu *Th. obtusa* möchte SAPORTA ferner ein paar von ihm als *Thinnfeldia rhomboidalis* (73, p. 343; Taf. 43, Fig. 5, 6) beschriebene Fossilien rechnen, und hieraus dürfte hervorgehen, dass seine Auffassung der Art nicht ganz richtig sein dürfte.

Am nächsten verwandt dürfte die fragliche Art mit *Th. decurrens* sein, welche jedoch langspitzige, gegen die Basis verschmälerte Fiederchen hat. Verschiedene Formen der in hohem Grade variierenden *Th. rhomboidalis* besitzen ebenfalls eine gewisse Ähnlichkeit; im grossen Ganzen dürfte aber *Th. obtusa* einen wohl begrenzten Typus darstellen.

*Th. obtusa* ist aus dem Rät bei Bayreuth in Franken bekannt.

## Thinnfeldia Nordenskiöldi NATHORST.

Taf. 1, Fig. 2, 3; Taf. 2, Fig. 4; Taf. 3, Fig. 3.

*Thinnfeldia Nordenskiöldi*, NATHORST 1875, p. 10 (382).

*Thinnfeldia Nordenskiöldi*, NATHORST 1876, p. 34; Taf. 6, Fig. 4—5.

*Thinnfeldia Nordenskiöldi*, GOTHAN 1912, p. 61; Taf. 14, Fig. 2.

Wedel einmal gefiedert. Spindel kräftig. Fiederchen locker, opponiert oder bisweilen nicht vollkommen opponiert, schmal langzettlich, ganzrandig oder ein wenig wellig, 6—10 cm. lang, 6—10 mm. breit, herablaufend. Mittelader wenig hervortretend. Seitenadern sehr zahlreich, dichotomisch. Konsistenz sehr fest.

Die Cuticula ist sehr dick und recht charakteristisch. Die dichten Adern sind scharf markiert und die ganze Oberfläche hierdurch in schmale, gleich breite Felder aufgeteilt, von denen diejenigen, welche den Adern entsprechen, der Spaltöffnungen entbehren und besonders regelmässig geordnete, rektanguläre Zellen besitzen. In den Spaltöffnungsfeldern, in welchen die Spaltöffnungen recht zahlreich vorkommen, sind die Zellen gewöhnlich polygonal, können aber, sowohl was die Form wie auch die Grösse betrifft, bedeutend variieren. Die Cutinisierung ist hier weit kräftiger als in den Adernfeldern. Dies gilt besonders für die Unterseite. Auf der oberen ist die Differenzierung des Zellengewebes viel weniger hervortretend, die Cutinisierung stärker und die Anzahl der Spaltöffnungen geringer. (Taf. 3, Fig. 3).

Die habituelle Ähnlichkeit, welche diese Art mit ETTINGSHAUSENS *Thinnfeldia speciosa* zeigt, ist frappierend, und die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass ihre Identität durch spätere Funde bewiesen werden wird. Einstweilen dürfte es indessen am richtigsten sein, sie getrennt zu halten; denn teils ist, wie NATHORST (76, p. 35) hervorhebt, *Th. Nordenskiöldi* erheblich grösser, und teils und vor allen Dingen hat diese eine weit dichtere Aderung. Ein Unterschied, der jedoch von sehr untergeordneter Bedeutung ist, besteht ausserdem im Bau der Cuticula, indem *Th. speciosa* nach SCHENK (67, p. 115) Spaltöffnungen nur auf der Unterseite des Blattes hat.

*Th. Nordenskiöldi* ist sehr sparsam im obersten Rät bei Pålssjö (Zone mit *Nilssonia polymorpha*) in Schonen gefunden worden.

**Thinnfeldia speciosa** ETTINGSHAUSEN.

Taf. 4, Fig. 2 (Cop.).

*Thinnfeldia speciosa*, ETTINGSHAUSEN 1852, p. 4; Taf. 1, Fig. 8.*Thinnfeldia speciosa*, SCHENK 1867, p. 115.*Thinnfeldia speciosa*, SCHIMPER 1869, p. 495.Cf. *Thinnfeldia speciosa*, SEWARD, pars, 1904, p. 95; Taf. 10, Fig. 1—3.*Thinnfeldia speciosa*, GOTHAN 1912, p. 69; Taf. 13, Fig. 1.

Wedel einmal gefiedert. Spindel kräftig. Fiederchen locker, beinahe opponiert, schmal lanzettlich-linear, 4—5 cm. lang, 4—6 mm. breit, ein wenig herablaufend. Mittelader nicht stark hervortretend. Sekundärädern nicht sehr zahlreich, einfach oder dichotomisch, unter einem sehr spitzen Winkel austretend. Konsistenz fest.

Die Cuticula, welche von SCHENK untersucht worden ist, ist aus isodiametrisch polygonalen, über den Adern langgestreckten Zellen aufgebaut, besitzt aber im Gegensatz zu den meisten *Thinnfeldia*-Arten Spaltöffnungen nur an der unteren Seite, wo sie zwischen den Adern vorkommen.

Gleichzeitig mit dieser und *Thinnfeldia rhomboidalis* beschrieb ETTINGSHAUSEN ein paar andere Arten, welche in ihrem Habitus noch mehr auffallende Ähnlichkeiten mit rezenten Koniferen zeigten, und er begründete auf diese Übereinstimmung seine Ansicht über *Thinnfeldia* als eine Koniferengattung. Obgleich wesentlich kleiner, stimmen die genannten Arten, *Thinnfeldia parvifolia* ETT. und *Th. Münsteriana* ETT., sowohl im Habitus wie auch in der Aderung mit *Th. speciosa* überein; aber laut SCHENK (67, pp. 89, 111) haben sie eigentlich nicht ihren Platz unter der fraglichen Gattung, da sie sich von den typischen Repräsentanten durch eine weit dünnere Konsistenz wesentlich unterscheiden. Er ist ferner der Ansicht, dass beide Arten identisch sind und rechnet sie zu einer neuen Gattung, *Selenocarpus*.

Als »cf. *Th. speciosa*« hat SEWARD (04, p. 95) unter verschiedenen Namen beschriebene Fossilien, u. a. *Stenopteris* SAP., aufgenommen. Diese dürften sehr wenig mit *Thinnfeldia* zu schaffen haben. Dagegen zeigen die Fossilien, welche er selbst abgebildet hat, eine so grosse Übereinstimmung mit ETTINGSHAUSENS Original-Exemplaren, dass sie ganz sicher zu dieser Art gehören.

*Th. speciosa* zeigt habituell eine besonders grosse Übereinstimmung mit *Thinnfeldia Nordenskiöldi*, unterscheidet sich aber von derselben durch ihre unbedeutende Grösse und viel lockerere Aderung. Die Übereinstimmung mit *Kirchneria trichomanoides* BRAUN [= *Thinnfeldia decurrens* (BRAUN) SCHENK] scheint mir dagegen nicht so gross zu sein, wie SCHENK hat hervorheben wollen, denn Taf. 1, Fig. 4, BRAUN 54, dasjenige Exemplar, welches das vermittelnde Glied darstellen sollte, hat laut SCHENK (67, p. 115) bei der Einbettung seine ursprüngliche Form verloren und ist folglich unberücksichtigt zu lassen.

*Th. speciosa* ist aus dem Lias bei Steierdorf in Kärnten und aus dem mittleren Jura Englands bekannt.

## Thinnfeldia rotundata NATHORST.

Taf. 1, Fig. 4; Taf. 4, Fig. 1 (Cop.).

*Thinnfeldia rotundata*, NATHORST 1878, p. 49; Taf. 1, Fig. 9—12.

*Thinnfeldia rotundata*, NATHORST 1886, p. 88; Taf. 19, Fig. 8, 9.

*Thinnfeldia rotundata*, GOTHAN 1912, p. 69; Taf. 14, Fig. 1.

Wedel einmal gefiedert, lang und schmal, gegen beide Enden verschmälert, langgestielt. Spindel kräftig. Fiederchen dicht, alternierend, oval oder gerundet, mit der ganzen Basis befestigt, beinahe senkrecht zur Achse gerichtet, bis 22 mm. lang und 14 mm. breit. Mittelader unter sehr spitzem Winkel austretend, nach aussen gebogen. Seitenadern zahlreich, fein, gegabelt, aus der Mittelader wie aus der Rhachis kommend. Konsistenz lederartig.

Die Cuticula ist bei einer grossen Anzahl von Exemplaren untersucht worden. Dieselbe ist wie bei den übrigen Arten aus isodiametrisch polygonalen Zellen aufgebaut, welche über den Adern eine rektangulär-polygonale Form annehmen, wodurch der Verlauf derselben schwach angegeben wird.

Spaltöffnungen kommen nur zwischen den Adern vor und sind auf der unteren Seite recht zahlreich, auf der oberen vereinzelt. Die obere Epidermis ist ausser dem oben erwähnten Punkt durch stärkere Cutinisierung und weniger hervortretende Differenzierung des Zellgewebes von der unteren getrennt. Bei verschiedenen Exemplaren herrscht eine recht grosse Variation, sowohl was die Stärke der Cutinisierung wie auch die Anzahl der Spaltöffnungen betrifft. Die Spindel besitzt rektanguläre Zellen und Spaltöffnungen in recht grosser Anzahl.

*Th. rotundata* wurde von NATHORST auf einige Fossilien aus Schonen begründet, welche er am nächsten mit BRAUNS (54, p. 7; Taf. 2, Fig. 1, 2) *Kirchneria ovata* vergleicht. Diese lockerere unterscheidet sich jedoch, wie er hervorhebt, recht gut durch lockerere, an der Basis zusammengezogene Fiederchen und wird jetzt allgemein als Jugendform von *Thinnfeldia rhomboidalis* betrachtet.

Näher verwandt ist *Th. rotundata* zweifelsohne mit *Thinnfeldia major* (RAC.) [= *Th. (rhomboidalis) forma major*], mit welcher sie sowohl im Habitus wie auch in der Aderung sehr grosse Übereinstimmung zeigt. Dieselbe besitzt jedoch mehr nach aussen gebogene, kürzere und breitere Fiederchen — bis  $22 \times 14$  mm. gegen  $35 \times 12$  mm. bei *Th. major* — und ich habe deshalb, ebenso wie auf Grund der Zwischenstellung, welche *Th. major* zwischen *Th. rotundata* und *Th. rhomboidalis* einnimmt, es am richtigsten gehalten, sie als getrennte Arten zu betrachten.

*Th. rotundata* ist nur aus den rätischen Ablagerungen bei Bjuf in Schonen bekannt, wo sie recht zahlreich im pflanzenführenden Lager 1 (Zone mit *Camptopteris spiralis*) vorkommt.

## Thinnfeldia major (RACIBORSKI).

Taf. 2, Fig. 6—12; Taf. 3, Fig. 1.

*Thinnfeldia rhomboidalis*, NATHORST, pars, 1878, p. 50; Taf. 1, Fig. 7.

*Thinnfeldia rotundata*, NATHORST, pars, 1886, p. 120.

*Thinnfeldia rhomboidalis*, RACIBORSKI, pars, 1894, p. 64; Taf. 19, Fig. 9, 10, 14, 15; Taf. 21, Fig. 3;  
?(Taf. 19, Fig. 13; Taf. 21, Fig. 4, 5, 7).

*Thinnfeldia (rhomboidalis forma) major*, RACIBORSKI 1894, p. 66; Taf. 19, Fig. 8; Taf. 21, Fig. 6.

Wedel einmal gefiedert, lanzettlich. Spindel kräftig. Fiederchen dicht, mehr oder weniger alternierend, mit der ganzen Breite der Basis befestigt, breit linear, bis 35 mm. lang und 12 mm. breit, mit stumpfer oder gerundeter Spitze. Mittelader feine, dichte, gegabelte Seitenadern aussendend. Konsistenz dick und fest.

Die Cuticula ist bei einigen Exemplaren von Schonen untersucht worden. Sie ist auf beiden Seiten des Blattes ungefähr gleich und aus isodiametrisch polygonalen, über den Adern langgestreckten Zellen aufgebaut. Es herrscht bei verschiedenen Exemplaren eine recht grosse Variation, was die Anzahl der Spaltöffnungen und die Stärke der Cuticula betrifft, indem die letztere zuweilen dünn ist und eine grosse Anzahl Spaltöffnungen hat, während sie in andern Fällen dicker ist und nur vereinzelte Spaltöffnungen besitzt.

Zwischen den von RACIBORSKI als *Thinnfeldia rhomboidalis* und *Th. (rhomboidalis f.) major* beschriebenen Exemplaren kann ich keinen so erheblichen Unterschied in der Grösse finden, dass derselbe zur Aufstellung einer besonderen Form und noch weniger Art berechtigen würde, obgleich er die letzteren als selbständige Art in die Tafelerklärungen (94, p. 100) aufgenommen hat. Eine solche Einteilung muss an und für sich als recht ungeeignet angesehen werden, und im übrigen dürfte kein Zweifel darüber herrschen, dass es sich nur um Repräsentanten verschiedenen Alters handelt, eine Ansicht, die eine direkte Stütze in Taf. 19, Fig. 15, RACIBORSKI 94, erhält, deren grosser noch ungeteilter Endlappen deutlich zeigen dürfte, dass das fragliche Exemplar nicht seine volle Entwicklung erreicht hat.

Mehrere von RACIBORSKIS Exemplaren sind nicht nur sehr fragmentarisch, sondern auch wenig entwickelt, weshalb ich über ihre Identifizierung sehr im Zweifel bin. Zwei derselben (Taf. 21, Fig. 5, 7) erinnern in hohem Grade an die von ANDRAE (55, Taf. 12, Fig. 7—9) als *Pachypteris Thinnfeldi* (= *Thinnfeldia rhomboidalis*) abgebildeten Exemplare, und es ist sehr wohl möglich, dass dieselben mit diesen identisch sind.

Es dürfte jedoch nicht richtig sein, wie RACIBORSKI und andere die mehr entwickelten und vollständigen Exemplare zu *Th. rhomboidalis* hinzuführen; denn bei näherem Ansehen weichen sie durch ihre linearen Fiederchen von dieser Art bestimmt ab, welche ja durch rhombische, an der Basis zusammengezogene, bei ausgewachsenen Individuen oft lockere Fiederchen charakteristisch ist. Ich bin hiervon um so mehr überzeugt, als einige Fragmente von Schonen, welche ich untersucht habe, mit den von RACIBORSKI abgebildeten so gut übereinstimmen, dass über ihre

Identität kein Zweifel walten kann. Schliesslich hat schon GOTHAN (12, p. 79) hervorgehoben, dass dieselben sicher eine besondere Art repräsentieren.

Unter den fraglichen Fossilien befinden sich diejenigen, bei welchen RACIBORSKI wirkliche oder vermeinte Sori gefunden hat. Inwiefern einige der Gebilde Sori sind oder nicht, darüber kann ich mich nicht aussprechen; aber einige sind ohne Zweifel Pilze, warüber er auch in dem mir unverständlichen Text zu sprechen scheint. Indessen dürften diese Exemplare, selbst wenn sie wirklich fertil wären, keine Bedeutung haben, da sie allzu fragmentarisch sind, um einigermaßen sicher bestimmt werden zu können.

*Th. major* nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Thinnfeldia rotundata* NATH. und *Thinnfeldia rhomboidalis* ETT. ein, und vor allen Dingen ist die Ähnlichkeit mit der erstgenannten Art auffällig. Nichtsdestoweniger dürften sie der Art nach sicher verschieden sein; denn die typischen Fiederchen bei dieser Art sind linear, verhältnismässig lang und schmal — bis zu  $35 \times 12$  mm. —, während dieselben bei *Th. rotundata* oval, kurz und breit sind — bis zu  $22 \times 14$  mm. Es ist ausserdem eine gewisse Verschiedenheit in Betreff der Stellung der Fiederchen vorhanden, indem diese bei der letzteren mehr senkrecht zur Achse gerichtet sind. Von *Th. rhomboidalis* unterscheidet sich *Th. major* wie erwähnt durch ihre linearen, an der Basis nicht zusammengezogenen Fiederchen.

*Th. major* ist aus dem unteren Jura bei Grojec, Galizien, und von Schonen bekannt, wo sie verhältnismässig selten in den rätischen pflanzenführenden Schichten  $\alpha$  und 1 bei Bjuf sowie in einem Exemplar von jeder der Schichten 3 bei Bjuf und 2 bei Skromberga gefunden worden ist. ( $\alpha$ , Zone mit *Dictyophyllum exile*; 1—3, Zone mit *Camptopteris spiralis*.)

## Thinnfeldia indica FEISTMANTEL.

Taf. 5, Fig. 3 (Cop.).

?*Pecopteris? salicifolia*, MORRIS 1863, p. 47; Taf. 26, Fig. 2.

?*Alethopteris? salicifolia*, SCHIMPER 1869, p. 568.

*Thinnfeldia indica*, FEISTMANTEL 1877, p. 35 (87); Taf. 39, Fig. 1, 1 a; Taf. 46, Fig. 1, 2, 2 a.

»Fronde pinnate; pinnae nearly opposite, rhomboido-lanceolate, acuminate, on the margin sinuate, the lower ones shorter; the upper portion of the base more or less nearly auricled, the lower more or less decurrent, the midrib dividing into many secondary veins; these veins are forked. Rachis thick and striated.» (FEISTMANTEL.)

*Th. indica* ist recht charakteristisch durch die besonders dicke Rhachis und die gebogene Form der Fiederchen.

Als FEISTMANTEL diese Art begründete, rechnete er zu derselben auch ein Fossil, welches MORRIS (63, p. 47; Taf. 26, Fig. 2) als *Pecopteris? salicifolia* be-

schrieben hatte. Die Zeichnung, welche nach FEISTMANTEL nicht ganz richtig ist, stimmt allerdings nicht so gut überein, aber das Original-Exemplar soll dessen Identität deutlich zeigen.

Da man der Übereinstimmung dieser Arten nicht ganz sicher sein kann, habe ich »*indica*» durch »*salicifolia*» nicht ersetzen wollen.

In seiner »Fossil Flora of Queensland» hat SHIRLEY (98, p. 20; Taf. 5, Fig. 1; Taf. 6, Fig. 2; Taf. 7, Fig. 2) verschiedene Varietäten von *Th. indica* (mit?): var. *aquilina*, var. *media* und var. *falcata* beschrieben, welche er, obgleich sie in hohem Grade variieren, laut eigener Angabe zu der genannten Art gebracht hat, weil dieselben »agree in mode of division, shape of pinnules and venation with FEISTMANTEL'S figures of *Th. indica*«. Sei dem, wie ihm wolle, die Zeichnungen, welche nebenbei gesagt recht schlecht sind, zeigen keine weitere Ähnlichkeit, dagegen aber mehrere Verschiedenheiten, indem dieselben u. a. durch gegabelte, viel schmalere Rhachis wie durch eine andere Form der Fiederchen abweichen. Die beiden letztgenannten Varietäten sind syn. mit TENISON-WOODS' *Thinnfeldia media* (83, p. 102; Taf. 6, Fig. 1) und *Th. odontopteroides* var. *falcata* (83, p. 107; Taf. 8, Fig. 1), besitzen aber, nach allem zu urteilen, längere Lappen und viel mehr markierte Mittelader.

In Betreff der Verwandtschaft dieser Art dürfte *Thinnfeldia constricta* am nächsten stehen. *Th. indica* ist jedoch viel grösser und hat dickere Rhachis sowie mehr herablaufende, gebogene Fiederchen. Auch mit *Thinnfeldia decurrens* zeigt die fragliche Art eine grosse Übereinstimmung, unterscheidet sich aber durch ihre dickere Rhachis und mehr stumpfe, nicht so deutlich herablaufende Fiederchen.

*Th. indica* ist nur aus dem Lias der Rajmahal Hills, Indien bekannt.

## Thinnfeldia constricta HALLE.

? »*Thinnfeldia media* TEN.-WOODS? or *Thinnfeldia indica* FEISTM.?«, JACK & ETHERIDGE 1892, pp. 315, 369; Taf. 17, Fig. 2.

*Thinnfeldia constricta*, HALLE 1913, p. 45; Taf. 4, Fig. 29—32; Text-Fig. 10.

»Fronds pinnate with a stout rachis, not or only slightly winged. Pinnules alternate, attached by a narrow base, not decurrent, narrowly lanceolate to broadly ovate, often rhomboidal, with narrow, obtuse apex and tapering, cuneate base. Venation consisting of a distinct midrib reaching nearly to the apex, and strong, straight secondary veins, which form an acute angle with the midrib and usually bifurcate once.» (HALLE.)

Die fragliche Art zeigt eine grosse Variation in Bezug auf Form, Grösse und Anheftungswinkel der Fiederchen und hat demzufolge grössere oder geringere Ähnlichkeiten mit mehreren andern *Thinnfeldia*-Arten. Am meisten stimmt dieselbe jedoch, wie HALLE hervorhebt, mit dem Fossil überein, welches JACK & ETHERIDGE (92,

Taf. 17, Fig. 2) als »*Thinnfeldia media* TEN.-WOODS? or *Th. indica* FEISTM.?« abgebildet haben, und mit welchem sie wahrscheinlich identisch ist.<sup>1</sup>

*Th. indica* ist gleichfalls sehr nahestehend, weicht aber durch kräftigere Rhachis und gebogene, mehr herablaufende Fiederchen ab. Die Formen, welche kürzere und breitere Fiederchen haben, stimmen zuweilen fast mit *Th. rhomboidalis* überein, zeichnen sich auf der andern Seite aber immer durch die enge Basis der Fiederchen aus.

*Th. constricta* ist aus dem mittleren Jura Graham Lands und möglicherweise von Queensland bekannt.

## Thinnfeldia polymorpha (BRAUN).

Taf. 3, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 4 (Cop.).

*Kirchneria polymorpha*, BRAUN, pars, 1854, p. 11; Taf. 3, Fig. 1—5.

*Kirchneria mutabilis*, BRAUN, pars, 1854, p. 12; Taf. 3, Fig. 7, 8.

*Thinnfeldia laciniata*, SCHENK, pars, 1867, p. 119; Taf. 28, Fig. 1, 3, 4.

*Thinnfeldia saligna*, SCHENK 1867, p. 118; Taf. 27, Fig. 9—12.

*Dichopteris incisa*, SCHENK, pars, 1867, p. 121; Taf. 28, Fig. 6—8.

*Thinnfeldia laciniata*, SCHIMPER 1869, p. 497.

*Thinnfeldia saligna*, SCHIMPER 1869, p. 497.

*Thinnfeldia saligna*, NATHORST 1878, p. 49; Taf. 1, Fig. 5, 6.

*Thinnfeldia laciniata*, GOTHAN 1912, p. 69.

*Thinnfeldia saligna*, GOTHAN 1912, p. 78.

Wedel einfach, ganzrandig oder mit mehr oder weniger tiefen Einschnitten, aber nicht gefiedert, schmal lanzettlich, allmählich gegen beide Enden schmaler werdend, langgestielt. Lappen — wenn vorhanden — unregelmässig und ungleich gross. Mittelader kräftig, gegen die Spitze sich teilend. Seitenadern unter spitzem Winkel ausgehend, einmal oder wiederholt gegabelt. Grössere Segmente bisweilen mit Ansatz zu Mittelader. Konsistenz fest.

Die Epidermis, welche bei SCHENKS Klassifizierung dieser Blatttypen eine grosse Rolle spielte, zeigt nach diesem Verfasser in ihrem Bau eine gewisse Variation. Bei *Th. laciniata* in SCHENKS Auffassung sind die Zellen länglich polygonal, zuweilen viereckig. Das von ihm abgebildete Exemplar von *Dichopteris incisa*, das ich hierhergeführt habe, hat dagegen nur auf der Oberseite wie auch über den Adern länglich polygonale Zellen, während dieselben auf der Unterseite im übrigen isodiametrisch polygonal sind. Bei den übrigen Formen endlich stimmen die Cuticulen im grossen ganzen mit der unteren der letztgenannten überein. Die obere Cuticula unterscheidet sich von der unteren durch stärkere Cutinisierung und geringere Differen-

<sup>1</sup> Ein anderes Fragment, von denselben Verfassern unter derselben Benennung abgebildet (92, Taf. 18, Fig. 10), hat, nebenbei gesagt, herablaufende Fiederchen ohne die charakteristische Verschmälerung gegen die Basis und scheint am ehesten eine Zwischenstellung zwischen *Th. obtusa* SCHENK und *Th. rhomboidalis* ETT. einzunehmen, ohne dass es jedoch möglich ist, dasselbe näher zu klassifizieren.

zierung für die Adern. Spaltöffnungen kommen bei allen nur zwischen den Adern vor und sind zahlreich auf der unteren, vereinzelt auf der oberen Seite des Blattes. Ich selbst habe einige ganzrandige Exemplare von Schonen untersucht, welche mit SCHENKS *Th. saligna* übereinstimmen.

In einem Aufsatz vom Jahre 1864 unternimmt SCHENK eine Vereinigung gerade von den hier aufgenommenen Exemplaren von BRAUNS *Kirchneria polymorpha* und *K. mutabilis*, zu der Zeit als er sie am nächsten als jüngere Formen von *Kirchneria trichomanoides* BRAUN (= *Thinnfeldia decurrens*) betrachtet. Später teilt er dieselben indessen in der »Flora der Grenzsichten« in nicht weniger als drei Arten: *Thinnfeldia laciniata*, *Th. saligna* und *Dichopteris incisa* ein, sagt aber (67, pp. 118, 121) dass es sehr wohl möglich ist, dass *Th. saligna* nur einer Jugendform von *Th. laciniata* entspricht. Er selbst trennt diese Arten auf Grund einer gewissen Verschiedenheit in der Zellstruktur. Er ist der Meinung, dass *D. incisa* eine von *Thinnfeldia* abweichende Aderung hat, weshalb dies Fossil nicht zu dieser Gattung gehören kann.

Da der Unterschied in der Zellstruktur, auf welche SCHENK seine Einteilung stützte, unbedeutend und von völlig untergeordnetem Wert ist, und da ferner eine Klassifizierung nach dem Bau der Cuticula ausser in ausserordentlichen Fällen verwerflich sein dürfte, habe ich hier seine *Th. laciniata* (excl. SCHENK. 67, Taf. 28, Fig. 2) und *Th. saligna* vereinigt. Zusammen bilden sie eine völlig kontinuierliche Serie von Blättern mit ganzer und gerader Kante bis zu tief eingeschnittenen, und, obgleich recht variierend, dürften dieselben deshalb am besten zu einer und derselben Art zu rechnen sein. Die grosse Variation möchte ich hauptsächlich als einen Fall von Polymorphismus ansehen, und die Form der Blätter dürfte von ihrer Stellung auf dem Sprosse abhängig gewesen sein. Oder auch, es dürften Blätter von mehreren botanischen Arten zusammengebracht worden sein.

Dagegen glaube ich kaum, dass SCHENKS Ansicht, dass es sich nur um jüngere und ältere Blätter handelt, irgendeine grössere Wahrscheinlichkeit hat. Wenn nämlich *Th. saligna* eine Jugendform wäre, muss sie nur verhältnismässig junge Blätter umfassen: Blätter, welche nicht annähernd ihre volle Entwicklung erreicht haben. Die Cuticula sollte folglich recht dünn sein; auf jeden Fall dünner als bei *Th. laciniata*. Dies ist jedoch nicht der Fall. Ebenso wenig in dieser wie auch in anderer Beziehung machen die Exemplare, welche ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe — und dieselben sind ganzrandig —, den Eindruck von Jugendformen, und SCHENK erwähnt auch nichts, das eine solche Vermutung bestärken könnte. Im Gegenteil bemerkt er (67, p. 118), dass *Th. saligna* die dickere Cuticula besitzt.

Teils durch seine unglücklichen Merkmale, teils durch eine falsche Auffassung von ZIGNOS Gattung *Dichopteris* kam SCHENK (67) zu seiner unrichtigen Einteilung der fraglichen Formen. Ausser der, wie ich glaube, weniger glücklichen Einteilung in *Th. laciniata* und *Th. saligna* ist also seine *Dichopteris incisa* Taf. 28, Fig. 6, SCHENK 67, mit *Th. laciniata* sicher identisch — er hat selbst einmal diese Vermutung ausgesprochen —, während dagegen *D. incisa* Taf. 28, Fig. 5 und *Th. laciniata* Taf. 28, Fig. 2, welche ebenfalls einen unrechten Platz bekommen haben,

nicht näher bestimmbare *Thinnfeldia*-Formen sein dürften. Ich will hiermit nicht die Möglichkeit verneint haben, dass *D. incisa* Taf. 28, Fig. 6 ein Fiederchen seiner *D. incisa* Taf. 28, Fig. 5 darstellen kann, sondern habe nur die Klassifizierung vorgenommen, die ich am wahrscheinlichsten halte. Als Benennung der hier zusammengebrachten Fossilien habe ich BRAUNS Artnamen »*polymorpha*» aufgenommen.

Eine von der oben dargestellten abweichende Ansicht hat SCHIMPER (69, p. 497) ausgesprochen, welcher zwar *Thinnfeldia laciniata* und *Th. saligna* nach SCHENKS Einteilung beibehält, der jedoch geneigt ist, die erstere nebst *Dichopteris incisa* mit *Thinnfeldia decurrens* zu vereinigen, welche er für eine besonders polymorphe Art hält.

*Th. polymorpha* ist eine wohl begrenzte Art, da die übrigen Formen von *Thinnfeldia*, welche einmal oder zweifach gefiedert sind, sich alle durch die bestimmte Form ihrer Fiederchen unterscheiden.

*Th. polymorpha* ist aus dem Rät in der Gegend von Bayreuth in Franken und aus den rätischen pflanzenführenden Schichten  $\sigma$ , 1 und 3 bei Bjuf in Schonen beschrieben, wo sie jedoch sehr rar ist. (Bjuf  $\alpha$ , Zone mit *Dictyophyllum exile*; Bjuf 1—3, Zone mit *Camptopteris spiralis*.)

## **Thinnfeldia obtusiloba** SAPORTA.

Taf. 5, Fig. 5 (Cop.).

*Thinnfeldia obtusiloba*, SAPORTA 1891, p. 397; Taf. 57 (283), Fig. 1.

Wedel doppelt gefiedert. Spindel sehr kräftig. Fiedern locker, alternierend, lanzettlich-linear. Fiederchen ein wenig locker, oval-länglich, mit stumpfer oder gerundeter Spitze, an der Basis zusammenlaufend, an der Hauptspindel herablaufend Zwischenfiedern bildend. Endlappen klein. Aderung aus einer deutlichen Mittelader und einfachen oder gegabelten, von der Mittelader oder direkt von der Rachis ausgehenden Seitenadern bestehend. Konsistenz sehr dick und fest.

Das Fossil, auf welches SAPORTA die fragliche Art begründet hat, ist ohne Zweifel eine wirkliche *Thinnfeldia*; denn es besitzt alle die Gattung kennzeichnenden Charaktere. Durch seine zweifach gefiederte Verzweigung nimmt es jedoch eine Sonderstellung in dieser Gattung ein. Was die Form der Fiederchen betrifft, nähert es sich am meisten den Fossilien, welche RACIBORSKI (94, Taf. 19, 21) als *Thinnfeldia rhomboidalis* ETT. [= *Th. major* (RAC.)] abgebildet hat, aber rein habituell gleicht es verschiedenen *Lomatopteris*-Arten mehr als irgend etwas anderem. Besonders stimmt es nahe mit *L. ambigua* SAP. (SAPORTA 91, Taf. 56, Fig. 1) überein, und nur durch seine ausgeprägte *Thinnfeldia*-Aderung, bedeutend kleinere Endlappen und Fehlen eines verdickten Randes unterscheidet es sich hiervon.

Diese Art ist eine der beiden — die andere ist *Th. arctica* —, welche *Thinnfeldia* im oberen Jura repräsentieren, während die Gattung im übrigen hauptsächlich zum Rät-Lias gehört.

Sie ist in Orbognoux, Dépt. Ain, Frankreich, gefunden worden.

## Thinnfeldia arctica HEER.<sup>1</sup>

*Thinnfeldia arctica*, HEER 1873, p. 123; Taf. 35, Fig. 11—16; Taf. 36, Fig. 10 B.

*Thinnfeldia arctica*, NATHORST 1897, pp. 32, 48; Taf. 1, Fig. 23, 24.

*Thinnfeldia arctica*, SEWARD 1911, p. 677; Taf. 2, Fig. 37, 37 A; Taf. 4, Fig. 68.

Wedel einmal gefiedert, lanzettlich, gegen die Spitze schmaler werdend. Fiederchen dicht, alternierend bis beinahe opponiert; kurz und breit, beinahe oval oder ein wenig länger, linear; mit einer kurzen und stumpfen oder gerundeten Spitze; mit breiter Basis befestigt; ein wenig zusammenlaufend. Mittelader deutlich. Sekundär- adern unter spitzem Winkel austretend. Konsistenz fest.

Unter diesem Namen beschrieb HEER einige fragmentarische, zum grössten Teil sehr schlecht erhaltene Fossilien, und es ist nach NATHORST (97, p. 32) zweifelhaft, inwieweit alle zu *Thinnfeldia* zu rechnen sind, auch wenn ein paar mit ziemlich grosser Sicherheit hierher gehören. Am nächsten mit der genannten Gattung übereinstimmend sind nach demselben Verfasser die Exemplare, welche er selbst abgebildet hat, sowie HEERS Taf. 35, Fig. 15.

Kürzlich hat SEWARD ein paar Fragmente von Schottland als *Th. arctica* beschrieben, und die Identifizierung dürfte richtig sein. Dieselben besitzen jedoch etwas längere Fiederchen und stimmen, obgleich wesentlich kleiner, in ihrem Habitus vollkommen mit *Th. major* (RAC.) überein. Alle Exemplare dieser Art sind übrigens sehr klein im Vergleich mit den typischen *Thinnfeldia*-Arten, und diese Kleinheit ist gerade ein sehr hervortretender Zug an denselben.

HEER vergleicht *Th. arctica* mit einigen Formen, welche SAPORTA zu *Th. rhomboidalis* hingeführt hat, und NATHORST hebt die Ähnlichkeit mit *Alcithopteris Huttoni* (DUNKER) hervor. Ein Teil der HEERSchen Exemplare scheint mir durch die schmale Rhachis sowie Form und Anheftung der Fiederchen in hohem Grade an kleine Exemplare von *Dicroïdium odontopteroides* zu erinnern, während andere, vor allen Dingen Taf. 1, Fig. 24, NATHORST 97, einen neuen *Thinnfeldia*-Typus repräsentieren.

*Th. arctica* ist bei Kap Staratschin auf Spitzbergen und bei Helmsdale in Schottland gefunden worden. Die Art ist in dem oberen Jura — bei Helmsdale im Kimmeridge — angetroffen worden und ist von Interesse, da sie diejenige ist, welche von bekannten Arten am weitesten nach Norden gegangen ist, und gleichzeitig die jüngste sein dürfte.

<sup>1</sup> Als *Kirchneria arctica*, syn. mit *Thinnfeldia arctica* HEER hat VELENOVSKÝ (88, p. 16; Taf. 2, Fig. 12—16) einige Fossilien aus den Kreideablagerungen Böhmens beschrieben, welche laut geneigter Mitteilung von Herrn Dozenten HALLE in Betreff ihrer Aderung recht gut mit *Thinnfeldia* übereinstimmen, obgleich dieselben im übrigen nichts mit dieser Gattung zu schaffen haben. Identisch mit dieser Art ist vielleicht die gleichzeitig beschriebene *Kirchneria dentata* VEL. (88, p. 18; Taf. 2, Fig. 1, 2), welche denselben Blatttypus in einem späteren Entwicklungsstadium zu umfassen scheint. Diese letztgenannte ist wiederum nach HALLE wahrscheinlich mit VELENOVSKÝS *Thyrsopteris capsulifera* (88, p. 10; Taf. 1, Fig. 6—12) [= *Onychiopsis elongata* (GEYL.)] identisch. Wenigstens besteht kein greifbarer Unterschied zwischen denselben.

VELENOVSKÝS Wiederaufnahme des Namens *Kirchneria* ist natürlich durchaus verwerflich, da dieser Name syn. mit *Thinnfeldia* ist.

## Thinnfeldia Mc Coyi SEWARD.

*Thinnfeldia Mc Coyi*, SEWARD 1904, p. 174; Fig. 28.

Die Exemplare, auf welche diese Art begründet ist, sind sehr fragmentarisch, weshalb dieselbe nur unvollständig bekannt ist. Nach SEWARD ist sie »characterized by broad and obliquely pointed pinnules with decurrent lower margins, and having the *Neuropteris* type of venation. Each segment is traversed by a midrib, which dies out near the apex, and from which dichotomously branched secondary veins are given off at an acute angle.»

SEWARD vergleicht die Art mit den Fossilien, welche RACIBORSKI (94, Taf. 20, Fig. 3—6) als *Thinnfeldia haiburnensis* abgebildet hat, welche aber nicht dieser Gattung, sondern *Cladophlebis* angehören.

*Th. Mc Coyi* ist in den jurassischen Ablagerungen Victorias gefunden worden.

## Thinnfeldia aquilina (SHIRLEY).

?»*Thinnfeldia odontopteroides* var.», JACK & ETHERIDGE, pars, 1892, p. 368; Taf. 17, Fig. 7.

?*Thinnfeldia media* TEN.-WOODS, JACK & ETHERIDGE, pars, 1892, p. 315.

*Thinnfeldia indica*? var. *aquilina*, SHIRLEY 1898, p. 21; Taf. 6, Fig. 2.

*Thinnfeldia indica*? var. *media*, SHIRLEY 1898, p. 21; Taf. 5, Fig. 1.

*Thinnfeldia indica*? var. *falcata*, SHIRLEY 1898, p. 21; Taf. 7, Fig. 2.

Unter dieser vollkommen provisorischen Art habe ich alle die unvollständig bekannten, einfach gefiederten Typen mit verzweigter Rhachis, welche in Aderung, Form der Fiederchen und Konsistenz mit *Thinnfeldia* übereinstimmen, zusammenziehen wollen.

Die fraglichen Fossilien sind mit ein paar Ausnahmen von SHIRLEY (98, p. 21) als Varietäten von *Thinnfeldia indica* FEISTM. (mit ?) — var. *aquilina*, var. *media* und var. *falcata* — beschrieben worden, mit welcher Art sie seiner Meinung nach eine recht grosse Übereinstimmung zeigen sollten (siehe auch *Th. indica* p. 37). Dies geht jedoch nicht aus seinen Zeichnungen hervor, denn dieselben weichen u. a. durch eine so in die Augen fallende Eigenschaft wie dichotomische Verzweigung der Rhachis ab. Da SHIRLEYS Beschreibung recht kurz gefasst und seine Zeichnungen minderwertig sind, ist unsere Kenntnis dieser Fossilien sehr gering. Dieselben scheinen jedoch ein sehr variierendes Aussehen zu haben, und sie werden sich ganz sicher als Repräsentanten verschiedener Arten herausstellen. Über die von SHIRLEY zur Hauptform *Th. indica*(?) gerechneten Fossilien kann ich mich nicht äussern, da er keine Zeichnungen derselben mitgeteilt hat.

Zwei der fraglichen Varietäten, *Th. indica* var. *media* und var. *falcata*, betrachtet SHIRLEY als syn. mit respective *Thinnfeldia media* TEN.-WOODS (TENISON-WOODS 83, p. 102; Taf. 6, Fig. 1) und *Th. odontopteroides* var. *falcata* TEN.-WOODS (TENISON-WOODS 83, p. 107; Taf. 8, Fig. 1). Was nun zunächst diese TENISON-WOODSSchen

Formen betrifft, so vergleicht dieser Verfasser die erstgenannte mit *Th. indica* und hält es für wahrscheinlich, dass dieselbe nur einer Form dieser Art entspricht. Das höchst fragmentarische Fossil, das er abgebildet hat, zeigt jedoch, wie schon FEISTMANTEL (90, p. 107) hervorgehoben hat, eine höchst unbedeutende Übereinstimmung mit *Th. indica*. Es verdient ferner keineswegs den Rang einer Art, da es, nach der Zeichnung zu urteilen, ganz unbestimmbar ist. *Th. odontopteroides* var. *falcata* dürfte nichts anderes als ein Synonym von *Dicroïdium lancifolium* (MORR.) GOTH. sein. Wenn dann SHIRLEY seine Formen mit TENISON-WOODS' identifiziert, scheint er mir allzu kleine Ansprüche an die Übereinstimmung zu stellen; denn sonst dürfte er zu einer andern Auffassung gekommen sein.

Hierzu dürfte ferner ein dichotomisches Blatt zu rechnen sein, das JACK & ETHERIDGE (92, p. 316) als *Th. media* beschrieben (nicht abgebildet) haben, und das in der Form und Anheftung der Fiederchen vollkommen mit *Th. indica* übereinstimmen soll.

Schliesslich habe ich zu dieser Art, allerdings etwas zögernd, ein asymmetrisches Blattfragment — es kann auch zu *Dicroïdium lancifolium* gehören — hingeführt, das die eben erwähnten Verfasser (92, Taf. 17, Fig. 7) als »*Th. odontopteroides* MORRIS var.» abgebildet haben, und welches ein Fragment eines gegabelten Blattes gleich oberhalb der Verzweigung sein dürfte. Auf der einen Seite sind nämlich die Fiederchen kurz und breit, während sie auf der andern lang und schmal, etwas gebogen und mit recht deutlicher Mittelader versehen sind.

Wie unvollständig die fraglichen Fossilien auch bekannt sind, haben sie doch ein gewisses Interesse, da sie gleichzeitig dichotomische Verzweigung haben und im übrigen grössere Ähnlichkeit mit *Thinnfeldia* als mit *Dicroïdium* zeigen. Da der genannte Charakter von untergeordnetem systematischem Wert sein dürfte, habe ich dieselben zu *Thinnfeldia* gezogen.

*Th. aquilina* ist aus den triassischen und jurassischen Ablagerungen Queenslands bekannt.

## **Thinnfeldia? tenuinervis** GEINITZ.

*Thinnfeldia? tenuinervis*, GEINITZ 1876, p. 5; Taf. 1, Fig. 17.

Diese Art ist nur durch ein einziges fragmentarisches Exemplar repräsentiert, von welchem GEINITZ folgende Beschreibung gibt: »Fiederchen linien-lanzettförmig, an ihrer Basis herablaufend, ganzrandig, mit einem deutlichen bis in das obere Drittel laufenden Mittelnerv und sehr zarten, meist undeutlichen Seitennerven.»

Obgleich das fragliche Fossil so fragmentarisch ist, dass es unmöglich mit Sicherheit zu entscheiden sein dürfte, ob es eine *Thinnfeldia* ist oder nicht, scheint doch nichts gegen eine solche Annahme zu sprechen. GOTHANS (12, p. 75) Hauptargumente für eine entgegengesetzte Ansicht gelten ja jetzt nicht, da völlig typische Repräsentanten von *Thinnfeldia* auch auf der südlichen Hemisphäre gefunden worden sind.

GEINITZ vergleicht die Art am nächsten mit *Kirchneria trichomanoides* BRAUN [BRAUN 54, Taf. 1, Fig. 4—5 = *Thinnfeldia decurrens* (BRAUN) SCHENK], mit welcher sie auch eine recht grosse Ähnlichkeit hat.

*Th.?* *tenuinervis* ist im Rät Argentinien gefunden worden.

## Thinnfeldia australis ETTINGSHAUSEN.

*Thinnfeldia australis*, ETTINGSHAUSEN 1887, p. 147.

*Thinnfeldia australis*, ARBER 1913, p. 131.

Nomen nudum.

Trias: Neuseeland.

## Thinnfeldia argentinica (GEINITZ).

ARBER (13, p. 126) nennt beiläufig eine *Thinnfeldia* mit diesem Namen; es ist mir aber nicht gelungen, dieselbe in der Literatur ausfindig zu machen.

## Thinnfeldia sp. 1.

*Thinnfeldia* sp. cf. *Thinnfeldia rhomboidalis* ETT., SEWARD 1907, p. 9; Taf. 1, Fig. 11, 12.

Unter dieser Bezeichnung hat SEWARD ein fragmentarisches Fossil von Kaukasien beschrieben. Das einmal gefiederte Blatt besitzt eine sehr kräftige Spindel und lockere, beinahe opponierte, schmal lanzettliche, spitze Fiederchen. Die Aderung besteht aus »a faintly marked midrib in the basal part of the pinnules and a few oblique secondary veins«. SEWARD vergleicht das Exemplar mit *Thinnfeldia rhomboidalis* und den Fossilien, welche SAPORTA (73, Taf. 41, 42) als *Thinnfeldia incisa* abgebildet hat. Völlige Übereinstimmung zeigt es jedoch mit keiner vorher beschriebenen *Thinnfeldia*-Art, und es repräsentiert sicher eine neue.

Mittlerer Jura: Galisga, Kaukasien.

## Thinnfeldia sp. 2.

*Thinnfeldia* sp., SEWARD 1904, p. 175; Fig. 29.

SEWARD hat hier einige unvollständige Fiederchen mit typischer *Thinnfeldia*-Aderung aus dem Jura Victorias beschrieben. Er vergleicht dieselben mit *Thinnfeldia indica* FEISTM.

**Thinnfeldia** sp. 3.*Thinnfeldia* sp., THOMAS 1911, p. 73.

THOMAS hat hier ein Fragment eines kleinen, doppelt gefiederten Blattes aus dem Jura in Kamenka, Russland, beschrieben (nicht abgebildet). Da dasselbe recht schlecht erhalten ist, hält er es für etwas ungewiss, ob es wirklich eine *Thinnfeldia*-Art ist; aber er vergleicht dasselbe mit *Thinnfeldia rhomboidalis*, welche Art ja aber einmal gefiedert ist.

**Thinnfeldia** sp. 4.*Asplenites rhomboidalis*, HECTOR 1870, Fig. 30 (1).*Thinnfeldia* sp., ARBER 1913, p. 126.

Nach ARBER — HECTORS Arbeit ist mir leider nicht zugänglich gewesen — hat HECTOR in genannter Arbeit ein Blattfragment einer *Thinnfeldia* von Neuseeland abgebildet, welches etwas an *Thinnfeldia argentinica* (GEIN.) erinnert.

Mehr oder weniger bestimmbare Formen, welche mit Unrecht zu *Thinnfeldia* gezogen worden sind.

**Sagenopteris Mantelli** (DUNKER) SCHENK.*Thinnfeldia variabilis*, VELENOVSKÝ 1885, p. 6; Taf. 2, Fig. 1—5; Taf. 3, Fig. 12.

Wie mehrere Verfasser hervorgehoben haben, gehören diese Fossilien zur Gattung *Sagenopteris*. SEWARD (94, p. 130) hat sie mit einigem Bedenken mit *S. Mantelli* identifiziert. HOLLICK und BERRY (03, p. 444) haben jedoch später VELENOVSKÝS Benennung für ähnliche amerikanische Fossilien angewandt.

Aus den Kreideablagerungen Böhmens.

**Cladophlebis haiburnensis** (LINDLEY & HUTTON) BRONGNIART.*Thinnfeldia haiburnensis*, RACIBORSKI 1894, p. 67; Taf. 20, Fig. 3—6.

Als *Thinnfeldia haiburnensis* hat RACIBORSKI einige Fossilien von Grojec, Galizien, beschrieben, welche er als identisch mit *Cladophlebis haiburnensis* und deren Synonymen angesehen hat. Irgendeine Ursache, seine eigenen Exemplare oder diejenigen anderer Verfasser zu *Thinnfeldia* hinzuführen, dürfte jedoch nicht vorliegen; denn sie unterscheiden sich sowohl durch die viel schmalere Rhachis wie auch durch die dünnere Konsistenz der Blattlamina wesentlich von dieser Gattung.

## Sphenopteris? De Geeri NATHORST.

*Sphenopteris? De Geeri*, NATHORST 1897, p. 48; Taf. 2, Fig. 8; Taf. 6, Fig. 1.  
*Thinnfeldia De Geeri*, SEWARD 1911, p. 678; Taf. 5, Fig. 80.

Zu welcher Gattung diese Pflanzenfossilien gestellt werden sollen, ist nicht so leicht zu entscheiden; dass sie aber ihren Platz unter *Thinnfeldia* nicht haben, dürfte sicher sein, da sie einen ganz anderen Habitus haben.

Oberer Jura bei Advent Bay, Spitzbergen und Helmsdale, Schottland.

## Laccopteris sp.

*Thinnfeldia?* sp., HJORTH 1899, p. 73; Taf. 3, Fig. 13.

Das Fossil, welches HJORTH hier aus dem oberen Rät bei Vellengsby, Bornholm, abgebildet hat, dürfte eine *Laccopteris*-sp. sein.

## Pachypteris sp.

*Thinnfeldia* sp., SEWARD 1908, p. 95; Taf. 2, Fig. 2, 3.

SEWARD hat einige Bedenken, ob diese Blattfragmente zu *Thinnfeldia* oder *Pachypteris* gehören. Da dieselben sehr gut mit einem Fragment von Graham Land, welches HALLE (13, Taf. 4, Fig. 24) als *Pachypteris dalmatica* F. v. KERN. abgebildet hat, habe ich sie zu dieser Gattung hingeführt. Zu *Thinnfeldia* dürften sie nicht gehören.

Aus den rätischen Molteno-Ablagerungen, Südafrika.

## Scleropteris? sp.

*Thinnfeldia* sp., SEWARD 1911, p. 676; Text-Fig. 7 (a—c).

Dies unbedeutende Blattfragment aus dem oberen Jura Schottlands dürfte, wie dies auch SEWARD selbst für wahrscheinlich hält, mit dem Original zu Taf. 4, Fig. 72 in derselben Arbeit identisch sein. Er vergleicht es auch mit *Pachypteris brevipennata* FEISTM. von Indien. Da das fragliche Fragment am nächsten mit *Scleropteris* übereinstimmen dürfte, und da nur die Mittelader auf der zweifelsohne sukku-lenten Blattspreite erkennbar ist, hat es m. E. nicht seinen Platz unter *Thinnfeldia*.

SEWARD hat auch die Cuticula untersucht, welche sowohl in Bezug auf die Form der Zellen wie auch auf den Bau der Spaltöffnungen mit derjenigen von *Thinnfeldia* übereinstimmt.

## Stenopteris? sp.

*Thinnfeldia* sp., SEWARD 1911, p. 678; Taf. 7, Photo. 14.

Das Fragment, welches SEWARD hier aus dem oberen Jura Schottlands abgebildet hat, ist möglicherweise eine *Stenopteris*, dürfte aber mit *Thinnfeldia* nichts zu schaffen haben. — Das Exemplar findet sich in Stockholm.

Die Cuticula, welche mir zu mazerieren gelungen ist, ist von gewissem Interesse, und ich will deshalb eine beiläufige Beschreibung derselben geben. Dieselbe ist dick mit geraden Zellwänden, vollständig gleich auf beiden Seiten, nur auf der oberen etwas dicker. Die nur ein paar mm. breite Blattspreite ist in wohl getrennte Felder eingeteilt, nämlich in die stark kutinisierten Kanten- und Mittelfelder und das zwischen diesen liegende, dünnere Spaltöffnungsfeld. Die Felder sind sämtlich von ungefähr derselben Breite. Das Mittelfeld, das ja der Mittelader entspricht — die einzige Ader, welche in der Epidermisstruktur merkbar ist — besitzt lange, rektanguläre, die Blattkante quadratische bis rektanguläre und das Spaltöffnungen führende Feld isodiametrisch polygonale Zellen. Die Spaltöffnungen stimmen mit denjenigen bei *Thinnfeldia* überein.

---

*Thinnfeldia sphenopteroides*, SEWARD 1903, p. 94; Taf. 4, Fig. 2; Taf. 5, Fig. 2.

Als *Thinnfeldia sphenopteroides* hat SEWARD (08, p. 94) ein paar Fossilien aus den Molteno- und Burghersdorp-Ablagerungen in Südafrika beschrieben. Er ist etwas im Zweifel in Betreff ihrer näheren Verwandtschaft, vergleicht sie aber mit *Thinnfeldia incisa* SAP. [= *Pachypteris incisa* (SAP.)].

Es ist allerdings so gut wie unmöglich, sich von der Photographie allein eine eigentliche Meinung über das in Taf. 5, Fig. 2 abgebildete Exemplar zu bilden; es ist aber doch wohl besonders unsicher, ob es zu derselben Art wie das andere gehört. Im übrigen scheint es mir mit *Thinnfeldia* ebenso wenig wie mit *Dicroïdium* übereinzustimmen.

Das andere Exemplar (Taf. 4, Fig. 2) erinnert, wie SEWARD hervorhebt, an verschiedene Blätter von *Thinnfeldia incisa*, aber auch, und zuweilen noch mehr, an andere Arten. Nachdem es sich gezeigt hat, dass SAPORTAS *Thinnfeldia incisa* am besten bei *Pachypteris* unterzubringen ist, gibt es innerhalb *Thinnfeldia* keine ähnliche Art, und es scheint mir im übrigen nicht wenig von den typischen Formen dieser Gattung getrennt zu sein. Wie erwähnt, war SEWARD etwas unschlüssig in der Wahl zwischen *Thinnfeldia* und *Sphenopteris*; aber auch zu dieser letztgenannten Gattung dürfte wohl keines der fraglichen Fossilien gehören.

Mit einem annehmbaren Vorschlag kann ich nicht kommen; aber es scheint mir, als ob die genannten Fossilien nicht ihren Platz unter einer der Gattungen *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* hätten.

---

*Cycadites Rumpfii*, COMPTEUR 1874, p. 8; Taf. 2, Fig. 5.

*Cycadites apoldensis*, COMPTEUR 1874, p. 8; Taf. 2, Fig. 6.

*Cycadites Rumpfii*, COMPTEUR 1894, p. 218.

*Cycadites apoldensis*, COMPTEUR 1894, p. 219.

*Thinnfeldia apoldensis?*, COMPTEUR 1911, p. 108.

In den Sammlungen des Naturhistorischen Reichsmuseums in Stockholm ist dieser Blatttypus vertreten, und derselbe hat mit aller Sicherheit mit *Thinnfeldia* nichts zu schaffen. Schon der Habitus ist anders, und was die Aderung betrifft, ist der Unterschied ungemein gross. Dieselbe besteht nämlich aus einer sehr kräftigen Mittelader mit sekundären Adern, welche ihrerseits schon von ihrem Ausgangspunkt einfache oder dichotomische Tertiärädern ausschicken.

Da diese Form später beschrieben werden wird, sehe ich davon ab, sie näher zu behandeln.

## Unbestimmbare Blattfragmente, welche zu *Thinnfeldia* gezogen worden sind.

*Thinnfeldia* (or ?*Dichopteris*), FEISTMANTEL 1879 b, p. 13 (203); Taf. 26, Fig. 1, 1 a.

Dieses Blattfragment besitzt allerdings *Thinnfeldia*-Aderung, ist aber vollständig unbestimmbar. Von *Dichopteris* unterscheidet es sich wesentlich.

Obere Gondwana-Ablagerungen der Madrasküste.

*Thinnfeldia?* sp., KURTZ 1901, p. 13; Taf. 3, Fig. 3.

*Thinnfeldia?* sp., KURTZ 1901, p. 14; Taf. 3, Fig. 4.

Die Fossilien welche KURTZ hier aus dem Lias Argentinien abgebildet hat, sind allzu fragmentarisch, um bestimmt werden zu können, zu *Thinnfeldia* dürften sie indessen nicht gehören. Dagegen zeigen sie, obgleich erheblich kleiner, in dem Habitus und der Aderung eine recht grosse Übereinstimmung mit dem Blatt, welches SAPORTA (73, Taf. 44, Fig. 4) als *Ctenopteris grandis* abgebildet hat.

*Thinnfeldia* sp., SALFELD 1909, p. 12; Taf. 1, Fig. 6.

Irgendeine Veranlassung, dies völlig unbestimmbare Fossil zu *Thinnfeldia* hinzuführen, kann ich nicht finden.

Unterer Lias: Quedlinburg a. Harz, Norddeutschland.

*Thinnfeldia* sp., BARTHOLIN 1910, p. 13; Taf. 2, Fig. 7, 7 a.

Dieses unbedeutende Blattfragment gehört ganz sicher nicht zu *Thinnfeldia*, da es, ausser dass es in andern Punkten abweicht, eine wesentlich verschiedene Aderung zeigt.

Oberer Jura: Bornholm.

## Dicroïdium GOTHAN.

*Dicroïdium*, GOTHAN 1912, p. 75.

Wedel einmal oder doppelt gefiedert. Spindel kräftig, einmal gegabelt. Fiedern (bei den doppelt gefiederten Arten) locker, alternierend oder beinahe opponiert, lang und schmal, langsam schmaler werdend, sehr nahe mit dem einen Aste eines einmal gefiederten Wedels übereinstimmend. Fiederchen dicht, mit breiter Basis befestigt, mehr oder minder zusammenhängend, rhombisch, oval, halbmondförmig oder bisweilen lang und gebogen. Aderung odontopteridisch — doch bei einer Form alethopteridisch mit einer nicht sehr hervortretenden Mittelader — aus einer grösseren oder kleineren Anzahl gegabelter, radiierender, von der Spindel direkt ausgehender Adern bestehend. Konsistenz dick und lederartig oder bisweilen ein wenig dünner, nicht aber sukkulent. Epidermis aus isodiametrisch polygonalen, über den Adern bisweilen rechteckigen Zellen mit geraden oder sehr schwach welligen Wänden aufgebaut. Spaltöffnungen gleichmässig über die ganze Oberfläche verteilt, in etwa derselben Anzahl auf beiden Seiten des Blattes vorkommend. Schliesszellen unter die Epidermis eingesenkt, mit 4—7 Nebenzellen überdeckt.

Da ich bei der Behandlung von *Thinnfeldia* genötigt war, auch die Gattung *Dicroïdium* eingehend zu betrachten, gebe ich hier, um zu viele Wiederholungen zu vermeiden, nur eine summarische Übersicht über dasselbe und verweise dagegen wiederholt auf die ebengenannte Gattung.

Die Epidermis (siehe *Thinnfeldia* pp. 7, 8) ist bei *Dicroïdium odontopteroides* und *D. Feistmanteli* untersucht worden, und diese Untersuchung hat einige Verschiedenheiten von geringerer Bedeutung ergeben. Bei der ersteren Art, welche von SEWARD (03, p. 54; Taf. 9, Fig. 57, 58) und GOTHAN (12, p. 74; Taf. 15, Fig. 4) untersucht worden ist, ist die Cuticula verhältnismässig dünn und aus isodiametrisch polygonalen, über den Adern rektangulären Zellen mit sehr schwach welligen Wänden aufgebaut. Die Spaltöffnungen, welche nicht besonders zahlreich sind, kommen auf beiden Seiten vor und sind über die ganze Fläche gleichmässig verteilt. Nach SEWARD sind ferner die Schliesszellen unter die Epidermis eingesenkt und der Eingang zu denselben von einer Anzahl regelmässiger Nebenzellen umsäumt; der Bau der Spaltöffnungen ist also im grossen ganzen derselbe wie bei *Thinnfeldia*. GOTHAN,

welcher SEWARDS Angabe übersehen hat, hat dagegen eine andere Auffassung, indem er gefunden zu haben glaubt, dass die Spaltöffnungen sich durch Fehlen des erwähnten Wallzellenringes auszeichnen. Indessen dürfte SEWARDS Ansicht die richtige sein, da u. a. GOTHANS Material schlecht erhalten war.

Die andere Art, *D. Feistmanteli*, welche ich selbst (13, p. 7; Taf. 1, Fig. 6, 7) untersucht habe, unterscheidet sich von der eben erwähnten durch gerade Zellwände und dickere Cuticula sowie dadurch, dass die Zellen auf beiden Seiten deutliche Papillen haben. Die Spaltöffnungen sind denen von *Thinnfeldia* gleich.

Zur Gattung *Dicroïdium* wurden von GOTHAN (12, p. 75) ausser *Gleichenia dubia* FEISTM. die dichotomischen Formen von *Thinnfeldia* gebracht, welche er für wesentlich verschieden von den typischen Arten hielt. Ausser der Verschiedenheit in der Verzweigung, auf welche er das Hauptgewicht legte, suchte er verschiedene weniger wesentliche Unterschiede in dem Bau und in der Konsistenz der Epidermis darzulegen und glaubte schliesslich festgestellt zu haben, dass *Dicroïdium* für die südliche, *Thinnfeldia* in beschränkter Bedeutung für die nördliche Hemisphäre kennzeichnend war, der Umstand, welcher eigentlich die fragliche Einteilung veranlasst haben dürfte.

Wie ansprechend GOTHANS Idee auch ist, von *Thinnfeldia* eine Reihe von Formen zu separieren, welche ohne Zweifel nicht richtig unter dieser Gattung passen, so lassen sich doch einige Einwendungen gegen die Art und Weise machen, auf welche er diese Separation durchgeführt hat (siehe *Thinnfeldia* pp. 6—9).

Der Dichotomie — ein Charakter, der nur geringen systematischen Wert haben dürfte — einen so grossen Wert beizulegen, dürfte als ungeeignet angesehen werden, und es würde verhängnisvoll sein, hieraus die Konsequenzen zu ziehen. Die Dichotomie ist im übrigen für *Dicroïdium* gegenüber *Thinnfeldia* nicht bezeichnend, da dieselbe auch bei der letztgenannten Gattung vertreten ist. Die Verschiedenheit in der Epidermisstruktur erwies sich bei näherem Ansehen von untergeordneter Bedeutung, und schliesslich gründete sich GOTHANS erste Ansicht von der geographischen Verbreitung der fraglichen Gattungen zum Teil auf ein Übersehen von einigen *Thinnfeldia*-Formen von der südlichen Hemisphäre.

Obgleich *Thinnfeldia* ihrer alten Bedeutung nach demnach nicht nach den von GOTHAN vorgeschlagenen Gründen eingeteilt werden kann, so dürfte gegen die Einteilung an und für sich nichts eingewendet werden können.

Im Laufe der Zeit hatte *Thinnfeldia* einige ungehörige Erweiterungen bekommen, und umfasste so u. a. Formen mit zwei verschiedenen Aderungstypen — dem alethopteridischen und dem odontopteridischen —, welche jedoch durch alle Übergänge vereint waren. Da eine Zerteilung nichts destoweniger erwünscht ist, ist das hauptsächlichste Argument für eine solche vielleicht weniger in einem bestimmten Unterschied zwischen den Arten als in der Notwendigkeit einer Begrenzung von *Thinnfeldia* als einer einheitlichen Gattung zu suchen. Natürlich sind die Formen mit ausgeprägt odontopteridischer Aderung von den typischen *Thinnfeldia*-Arten gut getrennt; aber die Übergangsform, *D. lancifolium*, welche jung odontopteridische, ausgebildet aber alethopteridische Aderung hat, kann mit ungefähr ebenso grossem Recht sowohl zu der einen wie zu der anderen Gattung hingeführt werden. Auf Grund ihrer nahen

Verwandtschaft mit *D. odontopteroides* dürfte sie jedoch am besten zu *Dicroïdium* zu rechnen sein. In der Form und der Stellung der Fiederchen zu einander besteht kein eigentlicher Unterschied von *Thinnfeldia*.

Eine mit *Dicroïdium* recht analoge und in mehreren Punkten übereinstimmende Gattung ist *Dichopteris* ZIGNO. GOTHAN ist der Meinung, dass diese Gattung (siehe *Thinnfeldia* p. 7) sich dadurch unterscheidet, dass sie keine Zwischenfiedern hat und möglicherweise nicht immer eine dichotomisch gezeigte Rhachis besitzt. Wie ich hervorgehoben habe, bestehen jedoch keine Unterschiede in diesen Punkten. Dagegen liegt eine wichtige Verschiedenheit in der Aderung der Fiederchen vor. *Dichopteris* hat nämlich, wie ZIGNO (67, p. 117; Taf. 12, Fig. a; Taf. 13, Fig. b) gezeigt hat, einige wenige, einfache oder gegabelte, schwach divergierende Adern, welche von der ganzen Breite der Basis ausgehen. Die Richtigkeit von ZIGNOS Aufgabe wird durch das Fragment, das ich hier abgebildet habe (Taf. 2, Fig. 1), bestätigt, und *Dichopteris* ist durch ihre Aderung auch von den übrigen habituell übereinstimmenden Gattungen getrennt. Indessen ist die Aderung meistens sehr undeutlich oder gar nicht hervortretend; denn als einen anderen wichtigen Unterschied von *Dicroïdium* hat *Dichopteris* eine dicke und fleischige Konsistenz. Schliesslich ist die Form der Segmente nicht dieselbe. Dieselbe ist nämlich bei *Dicroïdium* im allgemeinen verhältnismässig kürzer, breiter, mehr abgerundet als bei der verglichenen Gattung, welche mehr oder weniger lanzettliche, gegen die Basis etwas verschmälerte Fiederchen hat.

*Dicroïdium* dürfte ferner mit der paläozoischen Gattung *Odontopteris* BRNGN. verglichen werden, welche eine schlagende Übereinstimmung in den meisten Punkten zu zeigen scheint.

*Dicroïdium* hat ja bis ganz kürzlich einen Teil von *Thinnfeldia* gebildet; da man aber bei den hierzu gehörenden Formen — welche übrigens erst verhältnismässig spät beschrieben worden sind — keine Argumente für die eine oder andere Ansicht über die systematische Stellung von *Thinnfeldia* gesucht hat, sind in diesem Punkt keine direkten Aussprüche, diese Fossilien betreffend, getan. Die älteren Verfasser dürften jedoch, wie ich glaube, die fraglichen Formen nicht gerne zu einer andern Gruppe als den Farnen geführt haben, da die Übereinstimmung mit den Cycadeen höchst unbedeutend, und eine solche mit den Koniferen nicht vorhanden ist.

In Betreff des Habitus stimmt *Dicroïdium* wohl mit den Farnen überein; aber positive Gründe, dass die Gattung dieser Gruppe angehört, fehlen gänzlich, und man hat keine Andeutung von Sori gefunden.

Die Spaltöffnungen sind ja von ganz demselben Bau wie bei *Thinnfeldia*, und die Cuticula hat auch im übrigen eine xerophile Anpassung, welche den Farnen unserer Zeit fehlen dürfte.

Ebenso wenig wie *Thinnfeldia* (siehe *Thinnfeldia* pp. 15—25) passt also *Dicroïdium* unter irgendeine der rezenten Pflanzengruppen, und da diese Gattung in verschiedener Hinsicht der erstgenannten sehr nahe steht, dürfte sie ihren richtigen Platz an deren Seite in einer jetzt ausgestorbenen Pflanzengruppe haben.

Als GOTHAN *Dicroïdium* begründete, führte er zu dieser Gattung ausser einigen *Thinnfeldia*-Arten noch eine dichotomische, welche von FEISTMANTEL (78, p. 106;

Taf. 15, Fig. 8; und 90, p. 111; Taf. 24, Fig. 3) von N. S. Wales als *Gleichenia dubia* beschrieben worden war. Diese Art ist wenig bekannt, aber die Segmente zeigen, wie FEISTMANTEL selbst hervorhebt, in Betreff ihrer Form eine schlagende Ähnlichkeit mit *Thinnfeldia incisa* SAP. Nach demselben Verfasser stimmt dagegen die Aderung mit derjenigen bei *Thinnfeldia* nicht überein, weshalb das genannte Fossil seinen Platz nicht unter dieser Gattung haben sollte. Soweit ich aus den Zeichnungen ersehen kann, besteht jedoch auch in diesem Punkt kein Unterschied von *Th. incisa*; da aber das Fragment gegabelt ist, dürfte es am richtigsten sein dasselbe mit den Fossilien, welche SAPORTA (73, p. 173; Taf. 41, Fig. 3, 4; und 91, p. 393; Taf. 231) und ZEILLER (11, p. 323; Taf. 2, Fig. 1—3) als *Th. incisa* beschrieben haben, nicht zu vereinigen. Dagegen ist es ganz gewiss mit denjenigen identisch, die SOLMS-LAUBACH als *Th. incisa* von Chile (99, p. 600; Taf. 14, Fig. 3, 4) abgebildet hat, wie auch mit *Thinnfeldia dubia* (FEISTM.) SHIRLEY (SHIRLEY 98, p. 22; Taf. 23) von Brisbane. Aus Gründen, welche ich schon (p. 13) angeführt habe, habe ich sowohl die eine wie die andere Art zu *Pachypteris* BRNGN. gezogen.

In ihrer geographischen Verbreitung ist *Dicroïdium* ausschliesslich an das *Glossopteris*-Gebiet gebunden, für welches die Gattung sehr charakteristisch ist. Die wenigen Arten sind in Australien, Tasmanien, Neuseeland, Indien, Südafrika, Argentinien und Chile gefunden worden.

Das geologische Auftreten dieser Pflanzen fällt innerhalb des Räts und des Juras.

## Dicroïdium Feistmanteli GOTHAN.

Taf. 1, Fig. 5, 6; Taf. 5, Fig. 1 (Cop.).

*Odontopteris microphylla*, MC COY 1847, p. 147.

*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1878, p. 105 (pp. 80, 89, 108); Taf. 16, Fig. 1.

*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1879 a, p. 165; Taf. 9—11.

*Thinnfeldia odontopteroides* var. *obtusifolia*, JOHNSTON 1885, p. 30.

*Thinnfeldia odontopteroides* var. *obtusifolia*, JOHNSTON 1888, Taf. 34, Fig. 7, 9, 14.

*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1890, p. 101; Taf. 23—25; Taf. 26, Fig. 1.

*Thinnfeldia odontopteroides* var. *normalis*, SHIRLEY 1898, p. 21; Taf. 11.

*Thinnfeldia odontopteroides* var. *rachidis*, SHIRLEY 1898, p. 21.

*Thinnfeldia odontopteroides* var. *triangulata*, SHIRLEY 1898, p. 22; Taf. 10, Fig. 2.

*Thinnfeldia odontopteroides*, ARBER, pars, 1902, p. 2.

*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1908, p. 92; Taf. 5, Fig. 1; Text-Fig. 3 (A—D), 4.

*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1910, p. 538; Fig. 356 (A—D), 357.

*Dicroïdium Feistmanteli*, GOTHAN 1912, p. 78; Taf. 16, Fig. 1.

*Dicroïdium Feistmanteli*, ANTEVS 1913, p. 3; Taf. 1, Fig. 1—7.

Wedel gross, doppelt gefiedert. Spindel sehr kräftig, gegabelt. Fiedern sowohl unterhalb als oberhalb des Verzweigungspunktes, dicht, alternierend, lang, beinahe linear, allmählich schmaler werdend. Fiederchen dicht, von variierender Form: rhombisch, oval oder halbmondförmig, mit einer kurzen und stumpfen oder gerundeten Spitze, mehr oder minder an der Basis zusammenhängend. Bald Zwischen-

fiedern, bald nicht. Aderung odontopteridisch, aus einer grösseren oder kleineren Anzahl, wiederholt dichotomischen, ein wenig divergierenden, von einem gemeinsamen Punkte an der Basis des Fiederchens oder von der ganzen Basis desselben ausgehenden Adern bestehend. Konsistenz fest.

Die Epidermis, von welcher ich früher eine ausführliche Beschreibung (13, p. 4; Taf. 1, Fig. 6, 7) gegeben habe, ist dick, auf beiden Seiten gleich und hat gar keine Differenzierung nach den Adern. Dieselbe ist aus recht grossen, isodiametrisch polygonalen Zellen mit nicht besonders dicken Wänden aufgebaut. Die Zellen haben sämtlich deutliche Papillen. Die zahlreichen Spaltöffnungen sind gleichmässig über die ganze Oberfläche des Fiederchens verteilt und kommen in ungefähr derselben Anzahl auf beiden Seiten vor. Dieselben stimmen völlig mit denjenigen von *Thinnfeldia* überein.

Unter *D. Feistmanteli* sind alle die recht variierenden, durch doppelt gefiederte Verzweigungen ausgezeichneten Formen derjenigen Fossilien zusammengeführt, welche von FEISTMANTEL und anderen als *Th. odontopteroides* beschrieben worden sind. Die grösste Variation scheint in der Grösse zu liegen, obgleich die Form der Fiederchen, die Aderung und anderes Gegenstand einer nicht so unbedeutenden Variation sind. Nach FEISTMANTEL (90, p. 104) ist das Blatt das eine Mal gegabelt, ein anderes Mal nicht; aber dies ist ja eine Tatsache, welche unmöglich entschieden werden kann, da man von diesen grossen Blättern gewöhnlich nur höchst unvollständige Fragmente findet, und da sich sehr nahestehende Formen in diesem Punkt sich verschieden verhalten können. Ob diese Fossilien in Wirklichkeit einer und derselben Art angehören, ist gegenwärtig unmöglich zu entscheiden, doch scheinen sie durch alle Übergänge vereinigt zu sein.

Nachdem FEISTMANTEL (78, p. 105) als erster die fraglichen Formen als identisch mit *Pecopteris odontopteroides* MORRIS (MORRIS 45, p. 245; Taf. 6, Fig. 1—4) angesehen und deren Namen zu *Thinnfeldia odontopteroides* verändert hatte, sind alle späteren Verfasser ihm in dieser Hinsicht gefolgt, bis GOTHAN (12, p. 78) sie mit Recht als eine besondere Art abtrennte. FEISTMANTEL (90, p. 105) stützt seine Klassifizierung auf der Ansicht, dass die einmal oder zweifach gefiederte Verzweigung auf dem Entwicklungsstadium beruht, und bemerkt, dass alle Übergänge vorhanden sind, ohne solche jedoch unter seinen zahlreichen Zeichnungen zu besitzen. Es dürfte übrigens aus mehreren Gründen recht sicher sein, dass seine Vermutung nicht richtig sein kann.

Das von MC COY (47, p. 147) als *Odontopteris microphylla* beschriebene Fossil stimmt nach ARBER (02, p. 2) sehr nahe mit Taf. 26, Fig. 1 und Taf. 23, Fig. 1, FEISTMANTEL 90, überein, und es dürfte demnach hierzu gehören.

SHIRLEY (98, p. 21) hat von *D. Feistmanteli* verschiedene Varietäten unterschieden: var. *normalis*, var. *rachidis* und var. *triangulata*; da aber die Aufstellung derartiger Varietäten an und für sich ungeeignet ist, und da die hier in Frage stehenden u. a. nur auf verschiedene Teile ein und derselben Blätter begründet zu sein scheinen und nicht ordentlich gegen einander charakterisiert sind, habe ich dieselben eingezogen. Die letztgenannte Varietät ist seiner Meinung nach mit recht

grosser Sicherheit mit *Thinnfeldia obtusifolia* JOHN. Taf. 34, Fig. 7, 9, 14, JOHNSTON 88, identisch und er bemerkt ferner, dass *Th. obtusifolia* Taf. 25, Fig. 7, 9, 14 und Taf. 26, Fig. 7, 15, 17, 21 sowie *Thinnfeldia superba* JOHN. Taf. 26, Fig. 4, 5 in derselben Arbeit »are connected with the normal form of *Thinnfeldia odontopteroides*, and cannot be regarded as separate species.« JOHNSTONS Arbeit ist mir leider nicht zugänglich gewesen, und ich kann mich deshalb nicht darüber äussern, inwiefern dieselben hierzu gehören oder nicht.

Später hat SEWARD (08, p. 92) diese Pflanze von Südafrika beschrieben. Sein Material bestand teilweise aus jungen und deshalb interessanten Exemplaren, da dieselben die Entwicklung des Blattes zeigen. Aus diesen ebenso wie aus denjenigen, welche ich selbst an anderer Stelle (13, Taf. 1) abgebildet habe, geht deutlich hervor, dass die Fiedern schon bei sehr jungen und zarten Exemplaren erheblich lang und mit tieferen oder schwächeren Einschnitten versehen sind.

Nach SEWARD ist ja diese Blattform mit *Dicroïdium lancifolium* identisch, und er bezeichnet Text-Fig. 3 c, SEWARD 08 (= SEWARD 10, Fig. 356 c, p. 539) als ein Verbindungsglied zwischen beiden. Die in Rede stehenden Fiederchen, welche mit *D. lancifolium* übereinstimmen, kommen nämlich auf einer Spindel vor, welche ebenfalls Segmente trägt, die mit denjenigen eines jungen *D. Feistmanteli* übereinstimmen. Sicher bilden die genannten Segmente den allerobersten (oder untersten) Teil eines sehr jungen Blattes, und aus dieser partiellen Übereinstimmung den Schluss zu ziehen, dass die Arten identisch sind, dürfte nicht richtig sein; denn aus einem Vergleich zwischen einer entwickelten *D. lancifolium* und einer jungen *D. Feistmanteli* geht, wie ich glaube, deutlich hervor, dass die letztere ein älteres Stadium der ersteren nicht repräsentieren kann, wie FEISTMANTEL und SEWARD annehmen. Denn während *D. lancifolium* eine sehr kräftige Spindel besitzt, sind die verglichenen Blätter der anderen Art von viel schwächerem und zarterem Wuchs. Ausserdem besteht, wie gesagt, ein erheblicher Unterschied in der Form der Segmente.

Eine auffallend analoge Art ist *Dichopteris Visianica* ZIGNO aus den jurassischen pflanzenführenden Ablagerungen im nördlichen Italien. Beide haben dieselbe verzweigte, sehr kräftige Spindel, dieselbe Segmentierung, und die systematische Stellung beider ist gleich ungewiss. Wie ich oben zu zeigen gesucht habe, sind jedoch wichtige Unterschiede in der Aderung und Konsistenz vorhanden.

Noch grössere Übereinstimmungen dürfte *D. Feistmanteli* mit verschiedenen *Odontopteris*-Arten aus der Steinkohlenformation zeigen.

*D. Feistmanteli* ist aus Tasmanien, N. S. Wales, Queensland, Westaustralien und Südafrika bekannt. Die Art wird vom Rät bis zum oberen Jura angetroffen.

**Dicroïdium odontopteroides** (MORRIS) GOTHAN.

Taf. 2, Fig. 2, 3; Taf. 4, Fig. 6, 7.

- Pecopteris odontopteroides*, MORRIS, pars, 1845, p. 249; Taf. 6, Fig. 2?, 3.  
*Gleichenites odontopteroides*, MC COY 1847, p. 147.  
*Gleichenites odontopteroides*, UNGER 1850, p. 208.  
*Cycadopteris? odontopteroides*, SCHIMPER, pars, 1869, p. 488.  
*Alethopteris? odontopteroides*, SCHIMPER, pars, 1869, p. 569.  
*Pecopteris odontopteroides*, CARRUTHERS 1872, p. 355; Taf. 27, Fig. 2, 3.  
*Pecopteris odontopteroides*, CRÉPIN 1875, p. 258; Fig. 1—5.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, CRÉPIN 1876.  
*Thinnfeldia crassinervis*, GEINITZ 1876, p. 4; Taf. 1, Fig. 10—6.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1878, pp. 80, 89, 105, 108; Taf. 14, Fig. 5; Taf. 15, Fig. 3—7, 7 a, 7 b; Taf. 13, Fig. 5?.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1879 a, p. 165.  
*Thinnfeldia subtrigona*, FEISTMANTEL 1879 b, p. 13 (203); Taf. 1, Fig. 7, 7 a.  
*Thinnfeldia* sp., FEISTMANTEL 1879 b, p. 13 (203); Taf. 1, Fig. 6, 6 a.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, NATHORST 1880, p. 48.  
*Thinnfeldia* cf. *odontopteroides*, FEISTMANTEL 1881, p. 85; Taf. 23 A, Fig. 7—9.  
*Thinnfeldia* cf. *odontopteroides*, FEISTMANTEL 1882, p. 30; Taf. 8, Fig. 4, 6, 7; Taf. 20, Fig. 5.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, TENISON-WOODS, pars, 1883, p. 106.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, SZAJNOCHA 1888, p. 10; Taf. 1, Fig. 1—3, 4 a.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1889, p. 62; Taf. 1; Taf. 2, Fig. 1, 1 a, 3, 3 a; Taf. 3, Fig. 5 a, 8, 8 a.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1890, p. 101; Taf. 26, Fig. 2, 2 a; Taf. 28, Fig. 8; Taf. 29, Fig. 1—3, 5, 5 a, 5 b, 4?.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, JACK & ETHERIDGE, pars, 1892, p. 365; Taf. 17, Fig. 1.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, ARBER, pars, 1902, p. 2.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1903, p. 52; Taf. 7, Fig. 1; Taf. 8, Fig. 7, 8; Taf. 9, Fig. 7, 8; Taf. 11, Fig. 2; Text-Fig. 6, p. 56.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, DUN, pars, 1909, p. 314; Taf. 49, Fig. 2.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1910, p. 538; Fig. 358.  
*Dicroïdium odontopteroides*, GOTHAN 1912, p. 78; Taf. 16, Fig. 5.

Wedel einmal gefiedert. Spindel gegabelt. Fiederchen sowohl unterhalb wie oberhalb des Verzweigungspunktes, dicht, alternierend oder beinahe opponiert, oval oder rhombisch mit einer kurzen und stumpfen oder gerundeten Spitze, an der Basis zusammenhängend. Aderung odontopteridisch; Adern zahlreich, direkt von der Spindel auslaufend, wiederholt gegabelt, ein wenig divergierend. Konsistenz nicht sehr fest.

Die Epidermis ist von SEWARD (03, p. 54; Taf. 9, Fig. 7, 8) und GOTHAN (12, pp. 74, 77; Taf. 15, Fig. 4) untersucht worden. Nach SEWARD ist dieselbe composed of polygonal cells or — above the veins — of oblong rectangular cells with very slightly undulating walls. Stomata not very numerous, occurring on both upper and lower epidermis, probably slightly sunk, bordered by two or four cells which may be subsidiary cells above the true guard-cells; the pore of the stoma is bounded by two crescent-shaped cuticular ridges, which may belong to the guard-cells. GOTHAN, der SEWARDS Angabe übersehen hat, hat eine andere Auffassung in Betreff des Epidermisbaues, indem er der Meinung ist, dass den Spaltöffnungen Wallzellen fehlen, und dass sich dieselben demnach von denjenigen bei *Thinnfeldia* wesentlich unterscheiden. Er erwähnt jedoch selbst, dass es ihm schwer gefallen

hat, ihren Bau zu unterscheiden, weil sein Material schlecht erhalten gewesen ist, und seine abweichende Auffassung dürfte auf diesen Umstand zurückzuführen sein.

Diese Art, welche die einmal gefiederten, durch odontopteridische Aderung charakterisierten Formen derjenigen Fossilien umfasst, welche früher zu *Thinnfeldia odontopteroides* hingeführt worden sind, ist in der Hauptsache durch die Verzweigung der Rhachis, die Form der Fiederchen und die Aderung charakterisiert, welche letztere nach FEISTMANTEL besonders charakteristisch ist, indem die meisten der Adern in einem gemeinsamen Punkt an der Basis der Fiederchen anfangen und unter wiederholter Zweiteilung radiieren. Aber auch in diesem Punkt herrscht eine gewisse Variation, und Exemplare, welche Ansatz zu alethopteridischer Aderung zeigen, fehlen nicht ganz. Eine deutliche Mittelader kommt jedoch niemals zur Ausbildung, sondern Formen mit einer solchen dürften zu *Dicroïdium lancifolium* gebracht werden, welche Art sich übrigens von der in Frage stehenden durch ihre längeren, mehr linearen, bisweilen etwas gebogenen Fiederchen unterscheidet. Grösser ist denn doch die Variation in der Stärke der Adern. Im allgemeinen sind die Adern fein; aber sowohl CARRUTHERS (72, Taf. 27, Fig. 2, 3) wie GEINITZ (76, Taf. 1, Fig. 10—16) haben Formen mit sehr groben Adern abgebildet, welche übrigens keinen abweichenden Charakter zeigen.

Die in Rede stehende Pflanze wurde schon 1845 von MORRIS als *Pecopteris odontopteroides* beschrieben. Von den von ihm abgebildeten Exemplaren ist wohl Taf. 6, Fig. 3 zu dieser Art hinzuführen; Taf. 6, Fig. 4 dürfte dagegen eine *Dicroïdium lancifolium* sein. Über das dritte Exemplar (Taf. 6, Fig. 2) kann man sich schwerer ein Urteil bilden, da die Aderung sehr undeutlich ist, und die Form der Fiederchen in diesem Fall für die eine oder andere Ansicht nicht ausschlaggebend sein kann.

Dagegen dürfte das Exemplar, das Mc Coy (47, p. 147) kurz darauf als *Gleichenites odontopteroides* beschrieben, aber nicht abgebildet hat, hierzugehören; denn nach ARBER (02, p. 2) ist allerdings von der Aderung nichts zu sehen, der Habitus stimmt aber sehr nahe mit Taf. 26, Fig. 2, FEISTMANTEL 90, überein.

CRÉPIN (75, p. 258; Fig. 1—5) diskutiert die Art sehr ausführlich und ist der Ansicht, dass dieselbe zu *Odontopteris* BRNGN. gehört, wahrscheinlich weil er die irrige Auffassung hatte, dass sie aus der Steinkohlenformation herstammte. Später (76) geht er von dieser seiner Meinung ab und hält die Art für eine *Thinnfeldia*.

GEINITZ (76, p. 4; Taf. 1, Fig. 10—16), der die früheren Beschreibungen dieses Pflanzentypus ganz übersehen hat, begründete eine neue Art: *Thinnfeldia crasinervis*. Er bemerkt hierzu, dass die Aderung allerdings in sehr hohem Grade derjenigen bei *Odontopteris* gleicht, ist aber auf Grund verschiedener Umstände der Meinung, dass die Art nicht zu dieser Gattung geführt werden soll, sondern dass sie eher *Thinnfeldia rhomboidalis* ETT. und *Dichopteris incisa* SCHENK zur Seite zu stellen ist. Die Identität der Art mit *Thinnfeldia odontopteroides* wurde zuerst von NATHORST (80, p. 48) hervorgehoben.

Von GEINITZ beeinflusst, änderte FEISTMANTEL (78, p. 30) *Pecopteris odontopteroides* zu *Thinnfeldia odontopteroides*. Unabhängig von andern, hatte jedoch CRÉPIN

(76) schon früher dieselbe Veränderung vorgenommen, ein Umstand, der übersehen worden zu sein scheint. Durch FEISTMANTEL erhielt der Artbegriff eine weniger berechtigte Erweiterung, indem er die doppelt gefiederten Formen, welche hier als *D. Feistmanteli* GOTHAN aufgenommen sind, hinzunahm. Die Fragmente von den indischen Gondwana-Ablagerungen, welche er als *Thinnfeldia subtrigona* (79, p. 13 (203); Taf. 1, Fig. 7, 7 a) und *Th. cf. odontopteroides* (81, p. 85; Taf. 23, Fig. 7–9) beschrieben hat, sind dagegen ohne Zweifel zu dieser Art hinzuführen.

SZAJNOCHA (88, p. 10) machte einen Versuch zur Verbesserung in systematischer Hinsicht, indem er die einmal gefiederten Blätter mit alethopteridischer Aderung und längeren Fiederchen als eine besondere Art, *Thinnfeldia lancifolia*, absonderte. Seine Ansicht wurde jedoch von späteren Verfassern nicht geteilt; sondern diese sind FEISTMANTEL gefolgt, bis GOTHAN (12), wie gesagt, kürzlich eine wohlerforderliche Revision vornahm und *Th. odontopteroides* in drei *Dicroïdium*-Arten einteilte. So haben die zweifach gefiederten Formen eine Art, *D. Feistmanteli*, zu bilden gehabt, die einfach gefiederten mit odontopteridischer Aderung eine andere, *D. odontopteroides*, und die einfach gefiederten mit alethopteridischer Aderung, SZAJNOCHAS *Th. lancifolia* u. a., eine dritte, *D. lancifolium*.

Die erstgenannte ist durch ihre Verzweigung besonders gut von den beiden anderen getrennt, welche dagegen unter sich recht übereinstimmend sind. In Bezug auf den Habitus sind diese kaum verschieden. *D. lancifolium* hat allerdings längere, oft etwas gebogene Fiederchen und kräftigeren Wuchs; aber diese Verschiedenheiten treten nur unbedeutend hervor, da die habituelle Übereinstimmung im übrigen vollständig ist. Von grösserer Wichtigkeit ist dann doch die Verschiedenheit in der Aderung. Da junge Exemplare von *D. lancifolium* eine Aderung haben, welche eine Mittelstellung zwischen der alethopteridischen und der odontopteridischen einnimmt — ganz wie bei einigen Formen von *D. odontopteroides* — und in Betreff des Habitus vollkommen mit der letztgenannten Art übereinstimmen, lässt sich jedoch nicht immer entscheiden, ob man mit der einen oder der anderen Art zu tun hat. Da die typischen, völlig entwickelten Exemplare gut getrennt sind, kann immerhin nicht gut von einer Vereinigung die Rede sein.

*D. odontopteroides* hatte eine grosse geographische Verbreitung. Die Art ist in Queensland, N. S. Wales, Tasmanien, Indien, Südafrika und Argentinien gefunden worden. Das geologische Auftreten derselben erstreckt sich vom Rät bis zum oberen Jura.

Von den hier abgebildeten Exemplaren stammt Taf. 4, Fig. 6 von Coal Minx, Queensland; die Exemplare Taf. 2, Fig. 2, 3 und Taf. 4, Fig. 7 entstammen den Molteno-Ablagerungen Südafrikas.

## Dicroïdium lancifolium (MORRIS) GOTHAN.

Taf. 5, Fig. 6, 7 (Cop.).

- »*Pecopteris odontopteroides* a probable variety *lancifolia*«, MORRIS 1845, pp. XVI, 249; Taf. 6, Fig. 4.  
 ?*Pecopteris odontopteroides*, MORRIS, pars, 1845, p. 249; Taf. 6, Fig. 2.  
*Cycadopteris?* *odontopteroides*, SCHIMPER, pars, 1869, p. 488.  
*Alethopteris?* *odontopteroides*, SCHIMPER, pars, 1869, p. 569.  
 ?*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1878, p. 80; Taf. 13, Fig. 5.  
*Thinnfeldia odontopteroides* var. *falcata*, TENISON-WOODS 1883, p. 107; Taf. 8, Fig. 1.  
*Thinnfeldia lancifolia*, SZAJNOCHA, pars, 1888, p. 13; Taf. 1, Fig. 5—7.  
 ?*Thinnfeldia odontopteroides*, FEISTMANTEL, pars, 1890, p. 101; Taf. 29, Fig. 8.  
*Thinnfeldia odontopteroides* var. *falcata*, FEISTMANTEL 1890, p. 106.  
*Thinnfeldia odontopteroides* var. *falcata*, JACK & ETHERIDGE 1892, p. 369.  
 ?*Thinnfeldia odontopteroides* var.», JACK & ETHERIDGE, pars, 1892, p. 368; Taf. 17, Fig. 7.  
*Thinnfeldia lancifolia*, SOLMS-LAUBACH 1899, p. 599; Taf. 14, Fig. 2.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1903, p. 52; Taf. 7, Fig. 7, 8, 8 a.  
*Thinnfeldia rhomboidalis*, SEWARD, pars, 1903, p. 57; Taf. 8, Fig. 1.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1908, p. 92; Taf. 4, Fig. 1.  
 ?*Thinnfeldia odontopteroides*, DUN, pars, 1909, p. 314; Taf. 49, Fig. 1.  
*Thinnfeldia odontopteroides*, SEWARD, pars, 1910, p. 538.  
*Dicroïdium lancifolium*, GOTHAN 1912, p. 78; Taf. 16, Fig. 2—4.  
*Thinnfeldia lancifolia*, ARBER 1913 a, p. 346; Taf. 8, Fig. 7.

Wedel einmal gefiedert. Spindel sehr kräftig, mit beblättertem Gabelstücker. Fiederchen dicht, alternierend oder beinahe opponiert, breit lanzettlich, bisweilen gebogen, stumpf, 25 mm lang, 8 mm breit, mit der ganzen Basis befestigt, oft ein wenig herablaufend. Aderung alethopteridisch; Mittelader nicht sehr deutlich, gegen die Spitze verschwindend; Seitenadern gegabelt oder ungegabelt.

Diese Art umfasst diejenigen Formen von *Thinnfeldia odontopteroides*, welche sich durch einmal gefiederte Wedel mit verhältnismässig langen, zuweilen gebogenen Fiederchen und alethopteridische Aderung auszeichneten. Jüngere Exemplare unterscheiden sich etwas von obiger Beschreibung, da dieselben kürzere Fiederchen mit einer unbestimmten odontopteridisch-alethopteridischen Aderung haben.

Als MORRIS 1845 *Pecopteris odontopteroides* beschrieb, bemerkte er, dass ein Exemplar (Taf. 6, Fig. 4) sich von der Hauptform durch längere, lanzettliche Fiederchen unterschied, und bezeichnete dasselbe in der Tafelerklärung (p. XVI) als »a probable variety *lancifolia*«. Spätere Verfasser nahmen jedoch keine Notiz hiervon, bis SZAJNOCHA (88, p. 13; Taf. 1, Fig. 5—7) MORRIS' eben erwähntes Fossil nebst einigen neuen als Typus-Exemplare von der Varietät zum Range einer besonderen Art, *Thinnfeldia lancifolia*, erhob.

Nun war durch FEISTMANTELS Arbeiten die Aderung bei *Thinnfeldia odontopteroides* wohl bekannt, und SZAJNOCHA hebt auch hervor, dass die neue Art zum Unterschied von der eben erwähnten eine alethopteridische Aderung besässe. Nichtsdestoweniger liess er sich indessen von MORRIS' Ansicht, dass der Hauptunterschied in der Form der Fiederchen läge, dahin beeinflussen, zu seiner Art ein paar Exemplare (FEISTMANTEL 78, Taf. 25, Fig. 3, 4 = 90, Taf. 29, Fig. 2, 3) zu stellen,

welche keine Spur einer Mittelader besitzen. Dagegen hat er ein anderes Exemplar, das FEISTMANTEL (78, Taf. 13, Fig. 5 — FEISTM. 90, Taf. 29, Fig. 4) abgebildet hat, und welches in seiner Aderung besser mit seinen eigenen übereinstimmt, nicht als identisch mit diesen angesehen. Was SZAJNOCHAS eigene Exemplare betrifft, so dürfte das unvollständige Fiederchen mit seiner kräftigen Mittelader, welches er in Taf. 1, Fig. 4 b abgebildet hat, ganz sicher zu einer andern Gattung gehören. SZAJNOCHAS Ansicht, dass die Mittelader bei jüngeren Exemplaren ganz unbedeutend ist, um bei alten eine so ungeweine Entwicklung zu erreichen, kann ich nicht teilen.

Schon früher hatte indessen, was SZAJNOCHA übersehen zu haben scheint, TENISON-WOODS (83, p. 107; Taf. 8, Fig. 1) als *Thinnfeldia odontopteroides* var. *falcata* eine ähnliche Form beschrieben. Er hält dieselbe für von der Hauptform dadurch getrennt, dass die Aderung aus einer Mittelader mit Seitenadern besteht, und dass »the pinnules became long and falcate, as they ascend the rachis«. Es dürfte deshalb kein Zweifel darüber herrschen, dass diese Varietät mit unser Art identisch ist, dies um so mehr, als JACK & ETHERIDGE (92, p. 369) die grosse Ähnlichkeit mit dem Exemplar hervorheben, das MORRIS (45) auf Taf. 6, Fig. 4 abgebildet hat; gleichzeitig bemerken sie, dass die Fiederchen nicht so gebogen sind, wie TENISON-WOODS betont hat.

Besonders typisch sind einige Exemplare, welche SEWARD als *Th. odontopteroides* (03, Taf. 7, Fig. 7, 8, 8 a und 08, Taf. 4, Fig. 1) beschrieben hat. Seine *Th. rhomboidalis* gehört wohl auch hierzu. Die letztere Veränderung ist bereits von GOTHAN (12, p. 75) vorgeschlagen worden, und SEWARD hat sicher einen Irrtum bei der Bestimmung begangen. Hierfür spricht nicht nur der Umstand, dass das Exemplar besser mit seiner *Th. odontopteroides* Taf. 7, Fig. 8 in derselben Arbeit als mit irgendeiner *Th. rhomboidalis* übereinstimmt, sondern auch die Tatsache, dass die letztere Art — mit dieser vermeinten Ausnahme — auf der südlichen Hemisphäre nicht gefunden worden ist.

Schliesslich ist auch möglicherweise das asymmetrische Blattfragment, welches JACK & ETHERIDGE (92, Taf. 17, Fig. 7) als »*Thinnfeldia odontopteroides* var.» abgebildet haben, zu dieser Art hinzuführen. (Siehe auch *Thinnfeldia aquilina* p. 43.)

*D. lancifolium* nimmt eine Zwischenstellung zwischen *Dicroïdium* und *Thinnfeldia* ein und kann mit ungefähr demselben Recht zu der einen wie zu der andern dieser beiden Gattungen hingeführt werden. Im Habitus am meisten mit der ersteren übereinstimmend, nähert es sich der letzteren durch die Aderung. Da indessen jüngere Exemplare in allen Teilen eine sehr grosse Übereinstimmung mit *D. odontopteroides* zeigen, dürfte die Art am nächsten mit dieser verwandt sein, und sie hat deshalb ihren Platz an deren Seite erhalten. Ausgewachsen unterscheidet sie sich von *D. odontopteroides* durch längere, gebogene Fiederchen und alethopteridische Aderung, bedeutendere Grösse und kräftigere Spindel. Eine recht analoge Art ist die oben erwähnte *Thinnfeldia aquilina*, welche jedoch, obgleich sie gegenwärtig gegenüber der hier in Frage stehenden nicht exakt charakterisiert werden kann, viel längere Fiederchen und kräftigere Mittelader zu besitzen scheint.

*D. lancifolium* besass eine ausgedehnte geographische Verbreitung und ist von Tasmanien, N. S. Wales, Queensland, Neuseeland, der Kapkolonie, Argentinien und Chile beschrieben worden. Das geologische Auftreten fällt in das Rät und den Jura.

## Dicroïdium trilobitum (JOHNSTON).

*Thinnfeldia trilobita*, JOHNSTON 1885, p. 30.

*Thinnfeldia trilobita*, JOHNSTON 1888, Fig.

*Thinnfeldia trilobita?*, FEISTMANTEL 1889, p. 65; Taf. 2, Fig. 2, 2 a, 2 b.

*Thinnfeldia trilobita*, FEISTMANTEL 1890, p. 106.

Wedel einmal gefiedert. Spindel mit beblättertem Gabelfussstück. Zweige lanzettlich, nach dem Gipfel schmaler werdend. Fiederchen sehr dicht, opponiert oder beinahe opponiert, schief, rhombisch, in drei verschieden gebildeten Lappen endend, an der Basis zusammenlaufend. Aderung odontopteridisch; Adern zahlreich, direkt aus der Spindel kommend, wiederholt gegabelt, ein wenig divergierend.

Diese Art ist noch nicht näher bekannt; dieselbe scheint aber in Bezug auf Habitus und Aderung mit *D. odontopteroides* nahe übereinzustimmen, von welcher sie sich jedoch dadurch unterscheidet, dass »the pinnules termin in three lobes, the central one of which is usually the most prominent«. Inwiefern diese Verschiedenheit einen derartigen Wert hat, dass sie zum Range einer besonderen Art berechtigt, will ich dahingestellt sein lassen; jedoch habe ich andererseits keine Vereinigung vornehmen wollen.

*D. trilobitum* ist aus Tasmanien und den rätischen Stormberg-Ablagerungen Südafrikas bekannt.

## Nachtrag.

Während dieser Aufsatz im Druck war, ist eine Arbeit, in welcher die Gattung *Thinnfeldia* ein wenig besprochen wird erschienen.<sup>1</sup>

Frau GRANDORI bringt hier *Thinnfeldia rhomboidalis* SCHENK und *Th. obtusa* ETT. mit *Lomatopteris jurensis* (KURR.) SCHIMP. zusammen. Vorstehend (p. 14.) habe ich versucht, einige Unterschiede zwischen den beiden Gattungen nachzuweisen, und kann demnach Frau GRANDORIS Ansicht nicht teilen.

Bei einem Besuch Dr. GOTHANS in Stockholm ganz kürzlich wurde mir Gelegenheit geboten, über *Thinnfeldia* und *Dicroïdium* u. a. Gattungen mit ihm diskutieren zu können, und ich bin ihm für viele wertvolle Aufschlüsse zu grossem

<sup>1</sup> GRANDORI, LUIGIA 1913. La Flora dei Calcari Grigi del Veneto. Parte Prima. Padova.

Dank verpflichtet. Nach dieser Diskussion fand ich es zweckmässig, in der Korrektur einige Ausdrücke zu modifizieren, wenngleich Meinungsverschiedenheiten an einigen Punkten noch fortbestehen.

In einer im Druck befindlichen Abhandlung, von der mir Dr. GOTHAN<sup>1</sup> zuvorkommend die Korrektur zur Verfügung gestellt hat, hat dieser die Gattung *Thinnfeldia* unter verschiedenen Gesichtspunkten behandelt und einige neue Arten beschrieben. Ohne hier auf irgend welche Details einzugehen oder mich bei der Begrenzung der Gattung aufzuhalten, möchte ich doch betreffs einiger Punkte ein paar Worte sagen.

Die Begrenzung von *Thinnfeldia rhomboidalis* ETT. hat stets Schwierigkeiten dargeboten aber niemals so grosse wie jetzt. In den reichhaltigen Sammlungen, die Dr. GOTHAN untersucht hat, hat er, wie er mir berichtete, alle denkbaren Übergänge von den typischen Formen bis zu recht abweichenden solchen gefunden. Da ich selber nur Gelegenheit hatte, Abbildungen zu studieren, kann ich mich nicht über den Gegenstand äussern, sondern möchte nur bemerken, dass es mir zweckmässiger scheint, *Thinnfeldia laciniata* SCHENK mit *Th. saligna* SCHENK, wie ich dies oben getan habe (p. 38), als mit *Th. rhomboidalis* zu vereinigen.

Als *Thinnfeldia Schwarzi* hat GOTHAN (Taf. 22, Fig. 3—6; Taf. 35, Fig. 6, 7) eine Art beschrieben, die ich eher zu *Stenopteris* SAP. führen möchte. GOTHAN ist selbst sehr zweifelhaft gewesen, ob sie von rechts wegen zur einen oder zur andern Gattung gerechnet werden muss, und hat seine Klassifizierung zuletzt hauptsächlich auf Übereinstimmung in der Epidermisstruktur mit *Thinnfeldia* basiert.

Dieser Sachverhalt dürfte eine kurze Diskussion über den Wert, den man der Epidermis gegenüber Habitus und Aderung beizumessen hat, nötig machen.

Die erste unerlässliche Bedingung dafür, dass eine Eigenschaft von allgemeinerem systematischem Wert werden soll, ist die konstante Nachweisbarkeit derselben, und da die Epidermis nur verhältnismässig selten erhalten ist, dürfte man in den Fällen, wo dies der Fall ist, derselben bei der gegenseitigen Begrenzung der künstlichen Gattungen nicht allzu grosses Gewicht beilegen dürfen.

Gegenwärtig wissen wir ferner ausserordentlich wenig darüber, was eine Übereinstimmung oder ein Unterschied bedeutet, und können sicherlich nur durch ein eingehendes Studium rezenter Pflanzen darüber Klarheit gewinnen. Was fossile Pflanzen anbelangt, so haben wir gefunden, dass diejenigen, die den äusseren Charakteren nach ein Ganzes bilden, in der Regel in der Epidermisstruktur übereinstimmen, aber auch, dass dies bei solchen, die wesentlich getrennt sind, ebenfalls häufig zutrifft. Schliesslich wissen wir, dass Formen, die wir als sehr nahestehend ansehen, oft einen wesentlich verschiedenen Bau der Epidermis aufweisen. Aus einer Übereinstimmung auf eine intime Verwandtschaft zu schliessen, scheint mir daher übereilt, und ich denke, um ein Beispiel zu nennen, dass keiner eine solche zwischen *Thinnfeldia* u. a. Gattungen und der rezenten Koniferengattung *Agathis* wird annehmen wollen, obgleich die Epidermis alle wünschenswerte Übereinstimmung zeigt.

<sup>1</sup> GOTHAN, W. 1914. Die unterliassische («rhätische») Flora der Umgegend von Nürnberg. Abh. Naturh. Gesellsch. Nürnberg. Bd. 20, H. 4.

Es dürfte klar sein, dass die Unterschiede, mit welchen wir in der Epidermisstruktur zu rechnen haben, zum wesentlichen Teil durch biologische Verhältnisse bedingt sind, und es gilt zu ermitteln, in welchem Grade dies der Fall ist, bevor wir uns über den Wert derselben äussern können. Andererseits ist es sehr wohl möglich, obgleich noch nicht bewiesen, dass die »Gruppen oder Reihen«, die Prof. NATHORST<sup>1</sup> für die Cuticulen der mesozoischen Cycadophyten aufgestellt hat, wenigstens zum Teil, keine biologischen sind.

Um auf *Thinnfeldia Schwarzii* zurückzukommen, ist es meines Erachtens am besten, das Hauptgewicht auf die Form des Blattes zu legen und sie zu *Stenopteris* zu führen. Vorstehend (p. 47) habe ich eine übereinstimmende Cuticula eines Fragments beschrieben, das ich gleichfalls zu der genannten Gattung geführt habe.

Eine zweite Art hat GOTHAN als *Thinnfeldia bellhofensis* beschrieben (Taf. 23, Fig. 5; Taf. 36, Fig. 5, 6). Nach den Prinzipien bezüglich der Grenze zwischen *Thinnfeldia* und *Pachypteris*, die oben gefolgt sind, dürfte es doch am zweckmässigsten sein, die Art zur letztgenannten Gattung zu führen. GOTHAN stützt sich zum wesentlichen Teil auf die Epidermisstruktur und das Vorhandensein von Zwischenfiedern, die bei *Pachypteris* fehlen sollen. Solche sind doch gleichwohl bei dieser Gattung zu finden (Taf. 1, Fig. 1).

Was die dritte Art, *Thinnfeldia Hartmanniana* GOTH. (Taf. 19, Fig. 2; Taf. 20, Fig. 4) anbelangt, so möchte ich nur auf die augenfällige äussere Ähnlichkeit mit einigen der Formen, die Frau GRANDORI (siehe p. 60) als *Lomatopteris jurensis* abgebildet hat, aufmerksam machen.

Schliesslich möchte ich noch ein paar Arbeiten erwähnen, die ich leider übersehen habe, die jedoch in keiner Weise meine Diskussionen modifizieren.

Eine Arbeit stammt von SORDELLI,<sup>2</sup> in welcher nach Frau GRANDORI einige *Thinnfeldia*-Formen behandelt werden. Diese Arbeit findet sich leider in keiner von den hiesigen Bibliotheken.

In einem anderen Aufsatz behandelt DUN<sup>3</sup> *Thinnfeldia odontopteroides* (MORR.) [= *Dicroïdium odontopteroides* (MORR.) GOTH.].

DUN hat hier eine Einteilung der Art in verschiedene »divisions« vorgenommen, nämlich:

- |                                                             |                                                    |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. <i>Thinnfeldia odontopteroides</i> , MORRIS' type.       | 4. <i>Thinnfeldia trilobita</i> JOHNSTON.          |
| 2. <i>Thinnfeldia odontopteroides</i> , FEISTMANTEL'S type. | 5. <i>Thinnfeldia</i> (?) <i>caudata</i> JOHNSTON. |
| 3. <i>Thinnfeldia (lancifolia and indica)</i> .             | 6. <i>Thinnfeldia Mc Coyi</i> SEWARD.              |
| a. <i>Lancifolia</i> type.                                  | 7. <i>Thinnfeldia saligna</i> SCHENK.              |
| b. <i>Indica</i> type.                                      |                                                    |

<sup>1</sup> NATHORST, A. G. 1912. Einige paläobotanische Untersuchungsmethoden. Paläobot. Zeitschr. Bd 1, Heft 1, p. 35.

<sup>2</sup> SORDELLI, F. 1895—96. Flora fossilis Insubrica. Studi sulla Vegetazione dei Lombardia durante i Tempi geologici. Milano.

<sup>3</sup> DUN, W. S. 1909. Notes on Fossil Plants from Lower Mesozoic Strata, Benelung, Dubbo District. Rec. Geol. Surv. N. S. Wales. Vol. 8, Pt. 4, p. 311.

Er hat ferner angegeben, welche Formen unter die einzelnen »divisions« gehören. Zwecks näherer Aufklärung erlaube ich mir nur auf den Aufsatz selbst zu verweisen.

Da mir die nötige Literatur nicht zu gebote steht, kann ich mir über DUN'S Einteilung nur zum Teil ein Urteil bilden, aber ich muss gestehen, dass ich den Sinn derselben nicht völlig verstehen kann, auch nicht nach welchen Voraussetzungen sie vorgenommen ist. Im übrigen verweise ich auf das, was vorstehend von den in Rede stehenden Formen gesagt ist.

DUN nennt folgende, vorstehend nicht besprochene Formen: *Thinnfeldia caudata* JOHNSTON, *Thinnfeldia Buftoni* JOHNSTON und *Thinnfeldia polymorpha* [vergl. *Th. polymorpha* (BRAUN)]; er ist mir nicht bekannt, ob es sich hier um einen neuen Namen handelt, der zufällig dem alten ganz gleichlautend geworden ist, oder nicht].

A priori ist es vielleicht das wahrscheinlichste, dass die betreffenden Formen zu *Dicroïdium* gehören, aber darüber weiss ich nichts näheres.

Endlich hat THOMAS<sup>1</sup> ein paar *Thinnfeldia*-Formen aus North Yorkshire, England, erwähnt, die jedoch nach GOTHAN (l. c.) auf Grund ihrer Epidermisstruktur nicht zu dieser Gattung gehören dürften.

Herrn Dr. W. GOTHAN, Berlin, der die ausserordentlich grosse Güte hatte, die Korrektur dieses Aufsatzes stilistisch durchzugehen, erlaube ich mir meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Stockholm den 22. April 1914.

---

<sup>1</sup> THOMAS, H. H. 1913. The Jurassic Plant Beds of Roseberry Topping. The Naturalist, p. 198.

## Literatur-Verzeichnis.

- ANDRAE, K. J. 1855. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates. Abh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt. Wien. Bd. 2. Abth. 3.
- ANTEVS, E. 1913. Some Mesozoic Plants. — Results of Dr. E. Mjöberg's Swedish Scientific Expeditions to Australia 1910—1913. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 52. No. 5.
- ARBER, E. A. N. 1902. On the Clarke Collection of Fossil Plants from New South Wales. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 58.
- . 1913. On the Earlier Mesozoic Floras of New Zealand. Proc. Cambridge Phil. Soc. Vol. 17. Part 1, p. 122.
- . 1913 a. A Preliminary Note on the Fossil Plants of the Mount Patts Beds, New Zealand, Collected by Mr. D. G. Lillie, Biologist to Captain Scott's Antarctic Expedition in the »Terra Nova«. Proc. Roy. Soc. B. Vol. 86.
- BARTHOLIN, C. T. 1910. Planteforsteninger fra Holsterhus paa Bornholm. Danmarks Geologiske Undersøgelse. 2 Række. No. 24.
- BERRY, E. W. 1903. The American Species Referred to Thinnfeldia. Bull. Torrey Bot. Club. Vol. 30.
- . 1910. The Epidermal Characters of *Frenelopsis ramosissima*. Bot. Gaz. Vol. 50. No. 4, p. 305.
- BRAUN, FR. 1840. Verzeichnis der in der Kreisnaturaliensammlung zu Bayreuth befindlichen Petrefakten.
- . 1843. Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen. MÜNSTERS Beiträge zur Petrefacten-Kunde. H. 6.
- . 1848—49. Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen. Programm zum Jahresbericht von der königl. Kreis-Gewerbschule zu Bayreuth.
- . 1854. *Kirchneria*. Eine neue fossile Pflanzengattung aus dem untern Liassandsteine der Gegend von Bayreuth. Beitr. z. Urgesch. d. Pflanzen. No. 7. Progr. z. Jahresb. d. K. Kreis-Landwirtschafts- und Gewerbschule zu Bayreuth.
- BRONGNIART, A. 1828 a. Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles.
- . 1828—1838. Histoire des végétaux fossiles.
- . 1849. Tableau des genres des végétaux fossiles.
- CARRUTHERS, W. 1872. Notes on Fossil Plants from Queensland, Australia. Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. 28, p. 1.
- COMPTON, E. 1874. Ein Beitrag zur fossilen Keuperflora. Nova Acta d. K. Leop.-Car. Deut. Akad. d. Naturf. Bd. 37. No. 3.
- . 1894. Die fossile Flora des unteren Keupers von Ostthüringen. Zeitschr. f. Naturwiss., Halle. Bd. 67, p. 205.
- . 1911. Revision der fossilen Keuperflora Ostthüringens. Zeitschr. f. Naturwiss., Halle. Bd. 83, p. 81.
- COPELAND, 1902. Mechanism of Stomata. Ann. of Bot. Bd. 16.
- COULTER, J. M., & CHAMBERLAIN, C. J. 1910. Morphology of Gymnosperms. Chicago.
- CRÉPIN, F. 1875. Note sur le *Pecopteris odontopteroides* Morris. Bull. Acad. roy. Belg. Vol. 39.
- . 1876. Nouvelles observations sur le *Pecopteris odontopteroides* Morris. Bull. Soc. roy. Bot. Belgique. T. 15.
- ERDMANN, E. 1910. Explanation of the Geological Map of Skåne (Scania). 11th International Geol. Congress, Stockholm. Guide No. 37.
- ETHERIDGE, R., JUN. 1892. See JACK & ETHERIDGE 1892.
- ETTINGSHAUSEN, C. VON. 1852. Begründung einiger neuen oder nicht genau bekannten Arten der Lias- und der Oolithflora. Abh. d. K. K. Geol. Reichsanstalt, Wien. Bd. 1. Abth. 3.
- . 1887. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora Neuseelands. Denkschr. K. Akad. Wissen. Wien. (Math. Nath. Klasse). Vol. 53.

- FEISTMANTEL, O. 1877. Jurassic (Liassic) Flora of the Rajmahal Group in the Rajmahal Hills. *Palæontologia Indica. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. I. Pt. 2.*
- . 1878. *Palæontologische Beiträge. 3. Palæozoische und mesozoische Flora des östlichen Australiens. Palæontographica. Suppl. 3.*
- . 1879. *Palæontologische Beiträge 3. Palæozoische und mesozoische Flora des östlichen Australiens. Ibidem.*
- . 1879 a. Upper Gondwana Flora of the Outliers on the Madras Coast. *Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 1. Pt. 4.*
- . 1880. The Flora of the Damuda-Panchet Divisions. *Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. 3. Pt. 2.*
- . 1881. Do. Conclusion. *Ibidem. Pt. 3.*
- . 1889. Die Karoo-Formation und die dieselbe unterlagernden Schichten. *Übersichtliche Darstellung der geologisch-palæontologischen Verhältnisse Süd-Afrikas. Theil 1.*
- . 1890. Geological and Palæontological Relations of the Coal- and Plant-bearing Beds of Palæozoic and Mesozoic Age in Eastern Australia and Tasmania. *Mem. Geol. Surv. N. S. Wales. Pal. No. 3.*
- FONTAINE, W. M. 1889. The Potomac or Younger Mesozoic Flora. *U. S. Geol. Surv. Monographs. Vol. 15.*
- GEINITZ, H. B. 1876. Ueber rhætische Pflanzen- und Thierreste in den argentinischen Provinzen La Rioja, San Juan und Mendoza. *Palæontographica. Suppl. 3.*
- GOTHAN, W. 1912. Über die Gattung *Thinnfeldia* Ettingshausen. *Abh. Naturh. Gesellsch. Nürnberg. Bd. 19, III.*
- . 1912 a. Nachtrag zur Arbeit über *Thinnfeldia* Ettingshausen. *Ibidem. Bd. 19. Heft 4.*
- HABERLANDT, G. 1904. *Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.*
- . 1905. *Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig.*
- HALLE, T. G. 1910. On the Swedish Species of *Sagenopteris* Presl and on *Hydropterangium* nov. gen. *K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 45. No. 7.*
- . 1913. The Mesozoic Flora of Graham Land. *Wissensch. Ergebnisse d. schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd. 3. Lief. 14.*
- HECTOR, J. 1870. *Catalogue of the Colonial Museum, Wellington.*
- HEER, O. 1873. Die Kreideflora der arktischen Zone. *K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 12. No. 6. — Flora fossilis arctica. Vol. 3.*
- . 1882. *Flora fossilis grönlandica. Erster Theil. — Fl. foss. arct. Vol. 6:2.*
- HJORTH, A. 1899. Vellengsbyleret og dets Flora. *Danmarks Geol. Undersøg. 2 R. No. 10.*
- HOLLICK, A., & JEFFREY, E. C. 1909. Studies of Cretaceous Coniferous Remains from Kreischerville, New York. *Mem. New York Bot. Gard. Vol. 3.*
- HUTH, W. 1912. Über die Epidermis von *Mariopteris muricata*. *Paläobotan. Zeitschr. Bd. 1. Ht. 1.*
- . 1913. Zur Kenntnis der Epidermis von *Mariopteris muricata*. *Deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 65.*
- JACK, R. L., & ETHERIDGE, R., JUN. 1892. The Geology and Palæontology of Queensland and New Guinea. 2 Vols. Brisbane.
- JOHNSTON, R. M. 1885. General Observations regarding the Classification of the Upper Palæozoic and Mesozoic Rocks of Tasmania etc.
- . 1888. *Geology of Tasmania.*
- KERNER, FR. VON. 1895. Kreidepflanzen von Lesina. *Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanstalt. Wien. Bd. 45. H. 1.*
- KURTZ, F. 1896. Recent Discoveries of Fossil Plants in Argentina. *Geol. Mag. Decade 4. Vol. 3. No. 388, p. 446.*
- . 1901. Sur l'existence d'une flore rajmahalienne dans le Gouvernement du Neuquen. *Revista del Museo de la Plata. Tomo 10.*
- M'COY, FR. 1847. On the Fossil Botany and Zoology of the Rocks associated with the Coal of Australia. *Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. 20.*
- MORRIS, J. 1845. Fossil Flora in: STRZELECKI, Physical Description of New South Wales and Van Diemens Land.
- . 1863. See OLDHAM & MORRIS.
- MÖLLER, HJ. 1902. Bidrag till Bornholms fossila flora. Pteridofyter. *Lunds Universitets Årsskrift. Bd. 38. Afd. 2. No. 5. (K. Fysiografiska Sällsk. Handl. Bd. 13. No. 5.)*
- NATHORST, A. G. 1875. Fossila växter från den stenkolsförande formationen vid Pålsjö i Skåne. *Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. No 24 (Bd. 2. No. 10).*
- . 1876. Bidrag till Sveriges fossila flora. Växter från rätiska formationen vid Pålsjö i Skåne. *K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 14. No. 3. (German edition: Stuttgart 1878.)*
- . 1876 a. Anmärkningar om den fossila floran vid Bjuf i Skåne. *Öfv. K. Svenska Vet. Akad. Förh. No. 1.*
- . 1878—86. Om floran i Skånes kolförande bildningar. *Floran vid Bjuf. Sveriges Geol. Unders. Ser. C. No. 27, 1878; No. 33, 1879; No. 85, 1886.*

- NATHORST, A. G. 1878 a. Bidrag till Sveriges fossila flora. Floran vid Höganäs och Helsingborg. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 16. No. 7.
- . 1880. Berättelse om en resa till England. Öfv. K. Svenska Vet. Akad. Förh. No. 5.
- . 1897. Zur mesozoischen Flora Spitzbergens. Zur fossilen Flora der Polarländer. 1:2. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 30. No. 1.
- . 1910. Les dépôts mésozoïques précétoïques de la Scanie. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 32. Heft 3. — 11th International Geol. Congress, Stockholm. Guide No. 38.
- OLDHAM, T., & MORRIS, J. 1863. Fossil Flora of the Rajmahal Series in the Rajmahal Hills. Palæontologia Indica. Fossil Flora of the Gondwana System. Vol. I. Pt. I.
- PHILLIPS, J. 1829. Illustrations of the Geology of Yorkshire. York.
- PORSCH, O. 1905. Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena.
- RACIBORSKI, M. 1894. Flora Kopalna.
- RENAULT, M. B. 1883. Cours de botanique fossile. 3:me année. Paris.
- SALFELD, H. 1909. Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland. Palæontographica. Bd. 56.
- SAPORTA, G. DE. 1873. Plantes jurassiques. Pal. Franç. 2<sup>e</sup> série. Végétaux. Tome 1.
- . 1879. Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme. Paris.
- . 1891. Plantes jurassiques. Pal. Franç. 2<sup>e</sup> série. Végétaux. Tome 4.
- SCHENK, A. 1864. Über einige der rhätischen Formation angehörigen Pflanzen. Würzberger naturwissenschaftl. Zeitschrift. Bd. 5.
- . 1867. Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens.
- . 1888. Die fossilen Pflanzenreste. Breslau.
- & SCHIMPER, W. P. 1890. Palaeophytologie.
- SCHIMPER, A. F. W. 1898. Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage. Jena.
- SCHIMPER, W. P. 1869. Traité de paléontologie végétale. Tome 1.
- . 1870—1872. Idem. Tome 2.
- . 1874. Idem. Tome 3.
- SCOTT, D. H. 1908. Studies in Fossil Botany. Second edition. Vol. 1. Pteridophyta.
- . 1909. Studies in Fossil Botany. Second edition. Vol. 2. Spermatophyta.
- SEWARD, A. C. 1894. The Wealden Flora. Part. 1. Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History).
- . 1895. Idem. Part 2. Ibidem.
- . 1900. The Jurassic Flora. Part I. The Yorkshire Coast. Ibidem.
- . 1903. Fossil Floras of Cape Colony. Annals South African Museum. Vol. 4. Pt. 1.
- . 1904. The Jurassic Flora. Part 2. Liassic and Oolitic Floras. Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History).
- . 1904 a. On a Collection of Fossil Plants from Victoria. Rec. Geol. Surv. Victoria. Vol. I. Pt. 3.
- . 1907. Jurassic Plants from Caucasia and Turkestan. Mém. Com. Géol. Nouv. sér. Livr. 38. St. Pétersbourg.
- . 1908. Fossil Plants from South Africa. Quart. Jour. Geol. Soc. Vol. 64, pp. 83—118; pls. 2—8.
- . 1910. Fossil Plants. Vol. 2.
- . 1911. The Jurassic Flora of Sutherland. Trans. Roy. Soc. Edinburgh. Vol. 47. Pt. 4.
- . 1913. Jurassic Plants from Cromarty and Sutherland, Scotland. Ibidem. Vol. 48. Pt. 4.
- SHIRLEY, J. 1898. Addition to the Fossil Flora of Queensland. Geol. Surv. Queensland. Bull. No. 7.
- SOLMS-LAUBACH, H., GRAF ZU. 1887. Einleitung in die Paläophytologie.
- . 1899. Beschreibung der Pflanzenreste von La Ternera. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beilageband. 12.
- STOPES, M. C. 1907. The »Xerophytic« Character of the Gymnosperms. New Phytol. Vol. 6. No. 2.
- SZAJNOCHA, L. 1888. Ueber fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der argentinischen Republik. Sitzb. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. 97.
- TENISON-WOODS, J. E. 1883. On the Fossil Flora of the Coal-deposits of Australia. Proc. Linn. Soc. New South Wales. Vol. 8. Pt. 1.
- THOMAS, H. H. 1911. The Jurassic Flora of Kamenka. Mém. Com. Geol. Nouv. sér. Livr. 71. St. Petersbourg.
- & BANCROFT, N. 1913. On the Cuticles of some Recent and Fossil Cycadean Fronds. Trans. Linn. Soc. London. Botany. Vol. 8. Part 5.
- THOMPSON, W. P. 1912. The Structure of the Stomata of certain Cretaceous Conifers. Bot. Gaz. Vol. 54. No. 1, p. 63.
- UNGER, F. 1850. Genera et species plantarum fossilium.

- VELENOWSKÝ, J. 1885. Die Gymnospermen der böhmischen Kreideformation. Prag.
- . 1888. Die Farne der böhmischen Kreideformation. Abh. Böhm. Ges. Wissensch. Folge 7. Bd. 2.
- . 1888 a. Über einige neue Pflanzenformen der böhmischen Kreideformation. Sitz. K. Böhm. Gesell. Wiss. Prag.
- ZEILLER, R. 1882. Observations sur quelques cuticules fossiles. Ann. sc. nat., 6<sup>e</sup> sér., Bot., 13, p. 217.
- . 1900. Eléments de Paléobotanique.
- . 1903. Flore fossile des gites de charbon du Tonkin.
- . 1907. Les Progrès de la Paléobotanique de l'ère des Gymnospermes. Progressus Rei Botanicae. Zweiter Band, pp. 171—226.
- . 1911. Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort. Bull. Soc. géolog. France 4<sup>e</sup> sér., t. 11, p. 321.

## Register.

	Seite		Seite
Acropteris cuneata . . . . .	16, 17	Kirchneria arctica . . . . .	41
Agathis . . . . .	3, 14, 61	» decurrens . . . . .	30
Albertia . . . . .	15	» dentata . . . . .	41
Alethopteris Grandini . . . . .	23	» mutabilis . . . . .	27, 38, 39
» Huttoni . . . . .	41	» ovata . . . . .	27, 34
» ? odontopteroides . . . . .	55, 58	» polymorpha . . . . .	38, 39
» ? salicifolia . . . . .	36	» trapezoidalis . . . . .	27
Androvetia statenensis . . . . .	26	» trichomanoides . . . . .	30, 33, 39, 44
Angiopteris . . . . .	19	Laccopteris sp. . . . .	46
Araucaria . . . . .	17	» Münsteri . . . . .	21
Asplenites rhomboidalis . . . . .	45	Lomatopteris . . . . .	14, 15, 21, 40
Botrychium lunaria . . . . .	19	» ambigua . . . . .	40
Bowenia spectabilis . . . . .	16	» jurensis . . . . .	5, 60, 62
Cladophlebis . . . . .	42	» liasina . . . . .	29
» haiburnensis . . . . .	45	Mariopteris muricata . . . . .	23
Ctenopteris . . . . .	29	Neuropteris . . . . .	4, 5
» grandis . . . . .	48	» alternans . . . . .	27
Cycadites apoldensis . . . . .	48	» trapeziphylla . . . . .	27
» Rumpfii . . . . .	48	Odontopteris . . . . .	51, 54, 56
Cycadopteris . . . . .	14, 15, 21, 29	» jurensis . . . . .	15, 29
» anglica . . . . .	29	» microphylla . . . . .	52, 53
» Brauniana . . . . .	5, 15, 29	Onychiopsis elongata . . . . .	41
» heterophylla . . . . .	5, 15, 17, 29	Ophioglossum pendulum . . . . .	19, 71
» ? odontopteroides . . . . .	55, 58	Osmunda claytoniana . . . . .	19
Dichopteris . . . . .	5, 7, 21, 39, 48, 51	Pachypteris . . . . .	5, 7, 10—13, 15, 47, 52, 62
» incisa . . . . .	31, 38—40, 56	» sp. . . . .	46
» Visianica . . . . .	54, 70	» brevipennata . . . . .	46
Dicroidium . . . . .	49	» dalmatica . . . . .	12, 13, 46
» dubium . . . . .	13, 50	» dimorpha . . . . .	12
» Feistmanteli 7—9, 49, 50, 52—54, 57, 70, 71		» dubia . . . . .	13
» lancifolium 9, 10, 29, 43, 50, 54, 56—60(58), 71		» incisa . . . . .	13, 14, 47
» odontopteroides 7—10, 41, 49, 51, 55, 57, 59, 60, 62, 70, 71		» lanceolata . . . . .	11, 70
» trilobitum . . . . .	60	» scotica . . . . .	14
Dioon edule . . . . .	70	» Thinnfeldi . . . . .	27, 28, 35
Ficus . . . . .	20	» (Thinnfeldia) cf. decurrens . . . . .	30
Frenelopsis . . . . .	20	» » ovata . . . . .	27
» occidentalis . . . . .	20	» » cf. rhomboidalis . . . . .	27
Gleichenia . . . . .	13	Pecopteris odontopteroides . . . . .	5, 53, 55, 56, 58
» dubia . . . . .	6, 13, 50, 52	» » a probable var. lancifolia . . . . .	58
Gleichenites odontopteroides . . . . .	55, 56	» ? salicifolia . . . . .	36
Hakea . . . . .	20	Phyllocladus . . . . .	3, 4, 15—18, 23, 26
Kirchneria . . . . .	4, 5, 15, 41	» alpinus . . . . .	70
		» trichomanoides . . . . .	17
		Polypodium ellipticum . . . . .	70, 71
		Protophyllocladus . . . . .	26

	Seite		Seite
Sagenopteris . . . . .	21, 22, 45	Thinnfeldia Münsteriana . . . . .	4, 33
» Mantelli . . . . .	45	» Nordenskiöldi . . . . .	16, 26, <b>32</b> , 33, 70
Scleropteris . . . . .	10, 11, 16, 17, 21, 29, 46	» obtusa . . . . .	28, 29, <b>31</b> , 32, 38, 60, 71
» ? sp. . . . .	46	» obtusifolia . . . . .	54
» Pomelii . . . . .	11	» obtusiloba . . . . .	40, 71
Selenocarpus Münsterianus . . . . .	4, 33	» odontopteroides 7, 9, 42, <b>52</b> —59( <b>55</b> , <b>58</b> ),	62, 71
Sphenopteris . . . . .	47	» cf. odontopteroides . . . . .	55, 57
» ? De Geeri . . . . .	46	» odontopteroides var. . . . .	43, 59
Stangeria . . . . .	15	» » falcata . . . . .	37, 42, 43,
» paradoxa . . . . .	16, 17	» » . . . . .	<b>58</b> , 59, 71
Stenopteris . . . . .	33, 61, 62	» » normalis . . . . .	52, 53
» ? sp. . . . .	47	» » obtusifolia . . . . .	52
» desmomera . . . . .	5	» » rachidis . . . . .	52, 53
Thinnfeldia . . . . .	<b>3</b>	» » triangulata . . . . .	52, 53
» sp. . . . .	25, 29, <b>44</b> —49, 55	» parvifolia . . . . .	4, 33
» ? apoldensis . . . . .	48	» polymorpha . . . . .	31, <b>38</b> , 40, 63, 70, 71
» aquilina . . . . .	7, <b>42</b> , 43, 59	» rhomboidalis 15, 16, <b>27</b> —36, 38, 40, 41,	44, 45, 56, 58—61, 70, 71
» arctica . . . . .	40, 41	» (rhomboidalis forma) major . . . . .	28, 34, <b>35</b>
» argentinica . . . . .	44, 45	» rotundata . . . . .	<b>34</b> —36, 70, 71
» australis . . . . .	44	» saligna . . . . .	<b>38</b> —40, 61, 62
» bellhofensis . . . . .	62	» Schwarzi . . . . .	61, 62
» Buftoni . . . . .	63	» scotica . . . . .	13
» ? caudata . . . . .	62, 63	» speciosa . . . . .	9, 30, 32, <b>33</b> , 71
» constricta . . . . .	9, <b>37</b> , 38	» sphenopteroides . . . . .	47
» crassinervis . . . . .	5, <b>55</b> , 56	» subtrigona . . . . .	55, 57
» decurrens 28—33( <b>30</b> ), 37, 39, 40, 44, 71		» superba . . . . .	54
» De Geeri . . . . .	46	» ? tenuinervis . . . . .	43, 44
» dubia . . . . .	13, 52	» trilobita . . . . .	60, 62
» haiburnensis . . . . .	42, <b>45</b>	» variabilis . . . . .	45
» Hartmanniana . . . . .	62	» sp. cf. Th. rhomboidalis . . . . .	44
» incisa . . . . .	7, 11—13, 28, 29, 44, 47, 52	» (or? Dichopteris) . . . . .	48
» indica 7, 8, 31, <b>36</b> —38, 42—44, 62, 71		» media? or Th. indica? . . . . .	9, 37, 38
» » ? var. aquilina . . . . .	7, 37, <b>42</b>	Thyrsopteris capsulifera . . . . .	41
» » » falcata . . . . .	37, <b>42</b>	Tsuga canadensis . . . . .	70
» » » media . . . . .	37, <b>42</b>	Zamia . . . . .	4, 16
» laciniata . . . . .	31, <b>38</b> —40, 61, 71	» caffra . . . . .	16
» lancifolia . . . . .	9, 29, 57, <b>58</b> , 62, 71	» furfuracea . . . . .	16, 17, 70
» Lesquereuxiana . . . . .	25	» Ottonis . . . . .	16
» major . . . . .	34, <b>35</b> , 36, 40, 41, 70		
» Mc Coyi . . . . .	<b>42</b> , 62		
» media . . . . .	37, <b>42</b> , 43		

## Tafelerklärungen.

(Wo nicht anders angegeben, sind die Abbildungen in natürlicher Grösse dargestellt.)

### Tafel 1.

- Fig. 1. *Pachypteris lanceolata* BRNGN. Mittlerer Jura: Yorkshire.  
 » 2. *Thinnfeldia Nordenskiöldi* NATH.  
 » 3. » » » Partie der unteren Cuticula mit Spaltöffnungen. <sup>425</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 4. » *rotundata* NATH. Partie der unteren Cuticula mit Spaltöffnungen. <sup>425</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 5. *Dicroïdium Feistmanteli* GOTH. Partie der oberen Cuticula mit Spaltöffnungen. <sup>150</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 6. » » » » unteren » , Papillen und Bau der Spaltöffnungen zeigend. <sup>425</sup>/<sub>1</sub>.

### Rezente Pflanzen.

- » 7. *Phyllocladus alpinus*. Partie der oberen Cuticula mit Spaltöffnungen. <sup>425</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 8. *Tsuga canadensis* CARR. Spaltöffnung. Medianer Querschnitt. <sup>510</sup>/<sub>1</sub>. Copie nach COPELAND 1902, Taf. 13, Fig. 24.  
 » 9. » » Spaltöffnung. Oberflächenansicht. <sup>510</sup>/<sub>1</sub>. Copie nach COPELAND 1902, Taf. 13, Fig. 27.  
 » 10. *Dioon edule* LINDL. Spaltöffnung. Medianer Querschnitt. Copie nach PORSCH 1905, Taf. 1, Fig. 7.  
 » 11. » » » Partie der Epidermis mit Spaltöffnung. Oberflächenansicht. <sup>720</sup>/<sub>1</sub>.

### Tafel 2.

- Fig. 1. *Dichopteris Visianica* ZIGNO. Lias: Crespadoro, Vicenza, Italien.  
 » 2, 3. *Dicroïdium odontopteroides* (MORR.).  
 » 4. *Thinnfeldia Nordenskiöldi* NATH.  
 » 5. » *rhomboidalis* ETT.  
 » 6—12. » *major* (RAC.).

### Tafel 3.

- Fig. 1. *Thinnfeldia major* (RAC.). Partie der unteren Cuticula. Rechts eine Ader. <sup>275</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 2. » *polymorpha* (BRAUN). Partie der unteren Cuticula. Links eine Ader. <sup>275</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 3. » *Nordenskiöldi* NATH. Partie der unteren Cuticula. Oben und unten Adern. <sup>275</sup>/<sub>1</sub>.

### Rezente Pflanzen.

- » 4. *Phyllocladus alpinus*. Partie der Cuticula. <sup>275</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 5. *Zamia furfuracea*. Partie der unteren Cuticula. <sup>275</sup>/<sub>1</sub>.  
 » 6. *Polypodium ellipticum*. Spaltöffnung. Medianer Querschnitt. <sup>720</sup>/<sub>1</sub>.

- Fig. 7. *Polypodium ellipticum*. Partie der Epidermis mit Spaltöffnung. <sup>720/1</sup>.  
 » 8. *Ophioglossum pendulum* L. Spaltöffnung. Medianer Querschnitt. <sup>380/1</sup>. Copie nach COPELAND 1902, Taf. 13, Fig. 36.  
 » 9. » » » Partie der Epidermis mit Spaltöffnung. <sup>720/1</sup>.

## Tafel 4.

- Fig. 1. *Thinnfeldia rotundata* NATH. Copie nach NATHORST 1886, Taf. 19, Fig. 8.  
 » 2. » *speciosa* ETT. Copie nach ETTINGSHAUSEN 1852, Taf. 1, Fig. 8.  
 » 3. » *decurrens* SCHENK. Copie nach SCHENK 1867, Taf. 26, Fig. 1.  
 » 4. » *rhomboidalis* ETT. Copie nach ETTINGSHAUSEN 1852, Taf. 1, Fig. 5.  
 » 5. » » »  
 » 6. *Dicroïdium odontopteroides* (MORR.).  
 » 7. » » »

## Tafel 5.

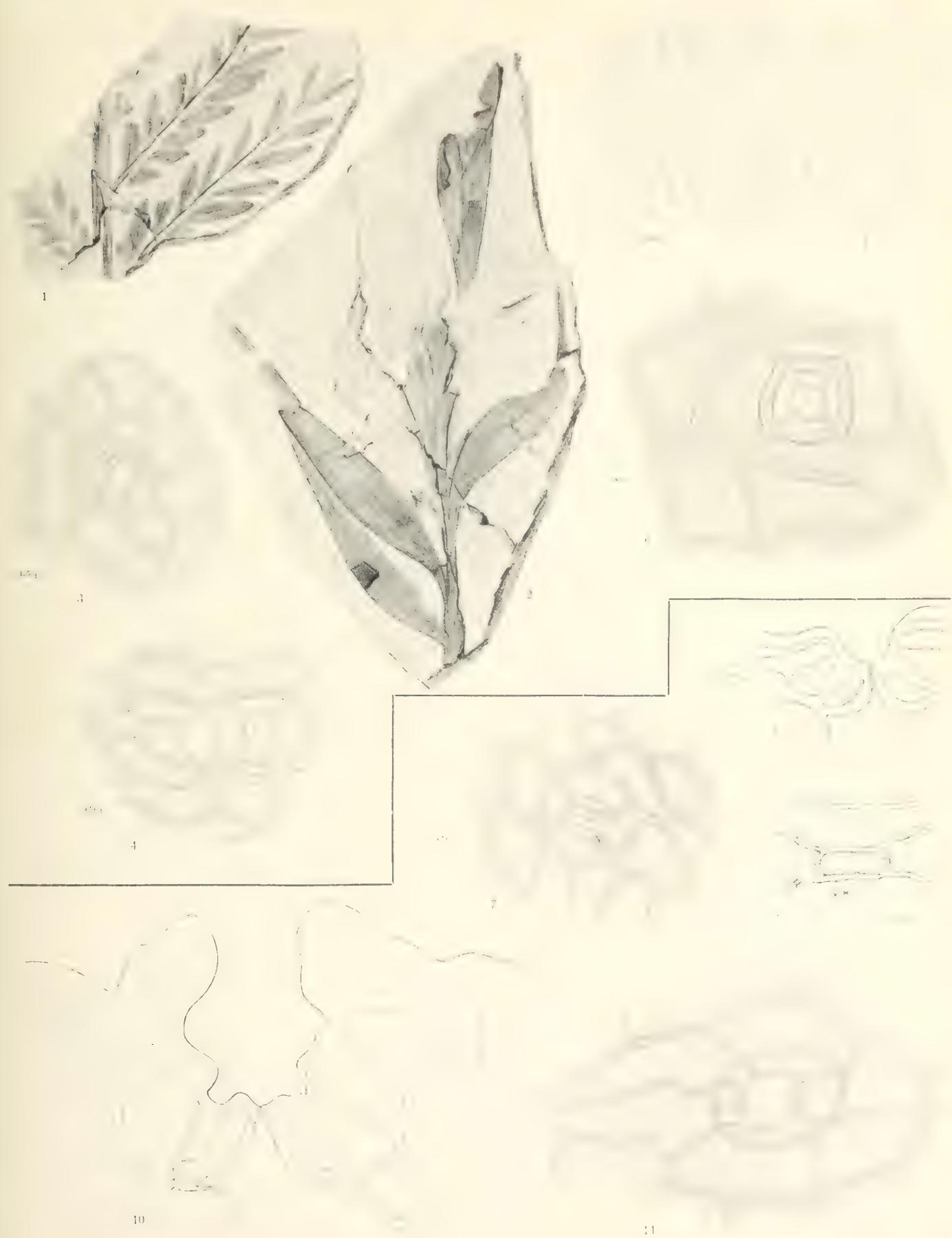
- Fig. 1. *Dicroïdium Feistmanteli* GOTH. (*Thinnfeldia odontopteroides* bei FEISTMANTEL). Copie nach FEISTMANTEL 1890, Taf. 25, Fig. 1 (unterer Teil).  
 » 2. *Thinnfeldia obtusa* SCHENK. Copie nach SCHENK 1867, Taf. 26, Fig. 6.  
 » 3. » *indica* FEISTM. Copie nach FEISTMANTEL 1877, Taf. 46, Fig. 1.  
 » 4. » *polymorpha* (BRAUN) (*Thinnfeldia laciniata* bei SCHENK). Copie nach SCHENK 1867, Taf. 28, Fig. 1.  
 » 5. » *obtusiloba* SAP. Copie nach SAPORTA 1891, Taf. 57, Fig. 1.  
 » 6. *Dicroïdium lancifolium* (MORR.) (*Thinnfeldia lancifolia* bei SZAJNOCHA). Copie nach SZAJNOCHA 1888, Taf. 1, Fig. 5.  
 » 7. » » (MORR.) (*Thinnfeldia odontopteroides* var. *falcata* bei TENISON-WOODS). Copie nach TENISON-WOODS 1883, Taf. 8, Fig. 1.



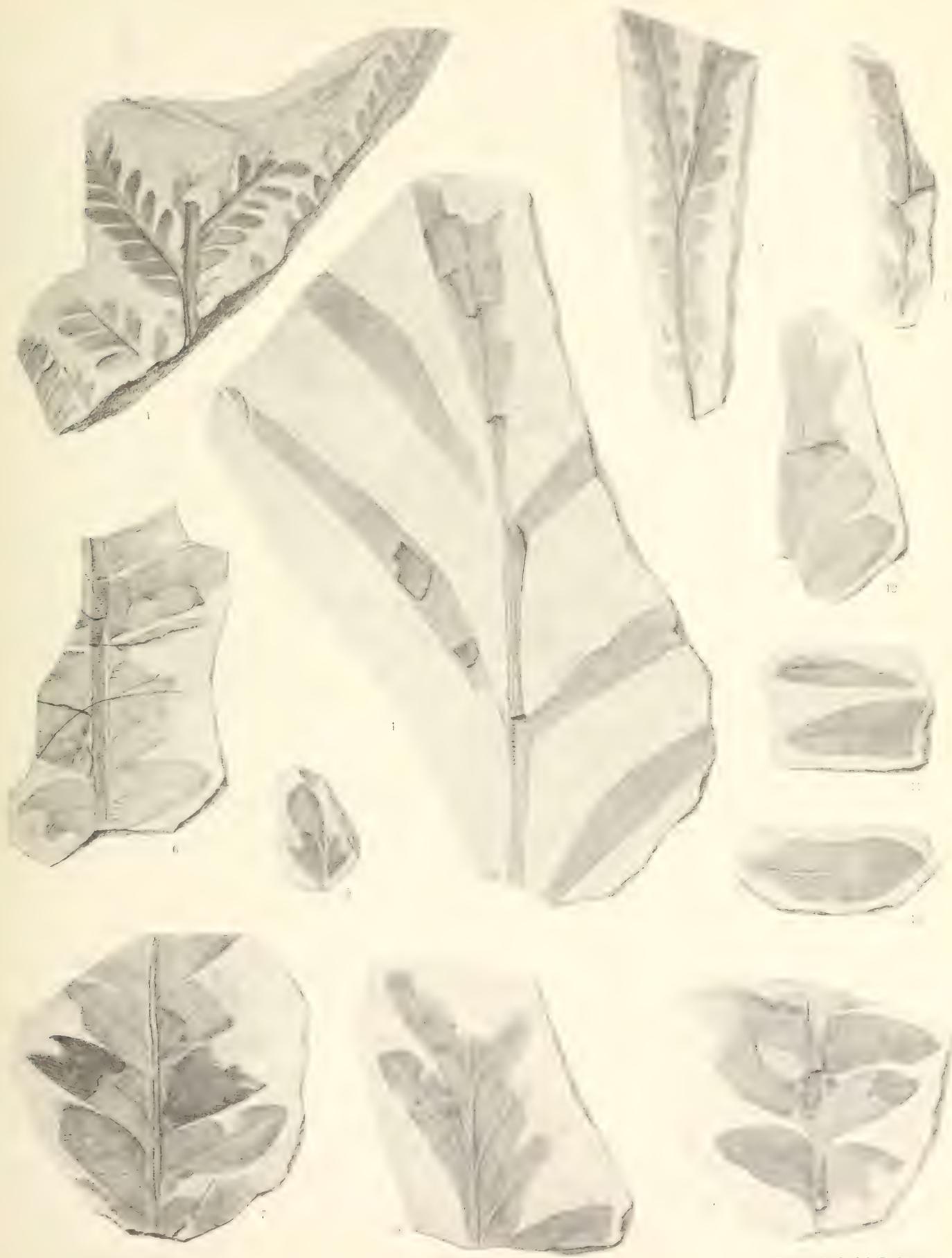
Tryckt den 4 augusti 1914

Uppsala 1914. Almqvist &amp; Wiksells Boktryckeri-A.-B.





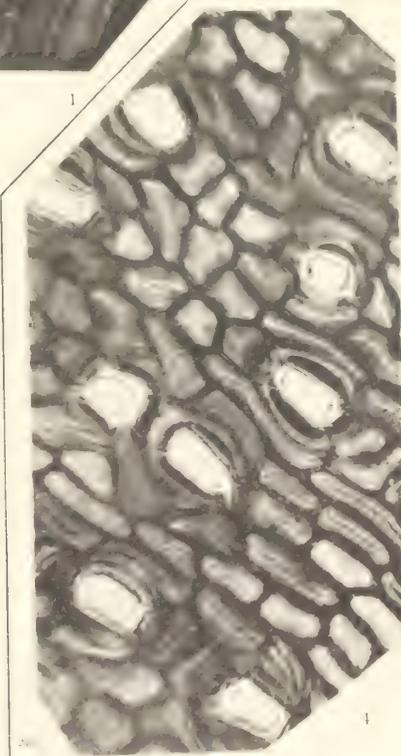
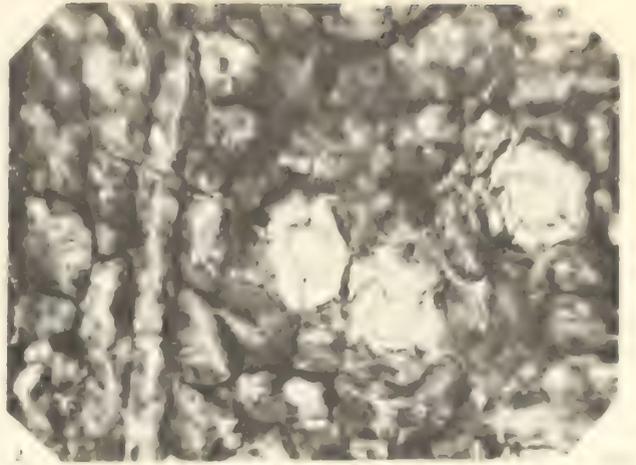
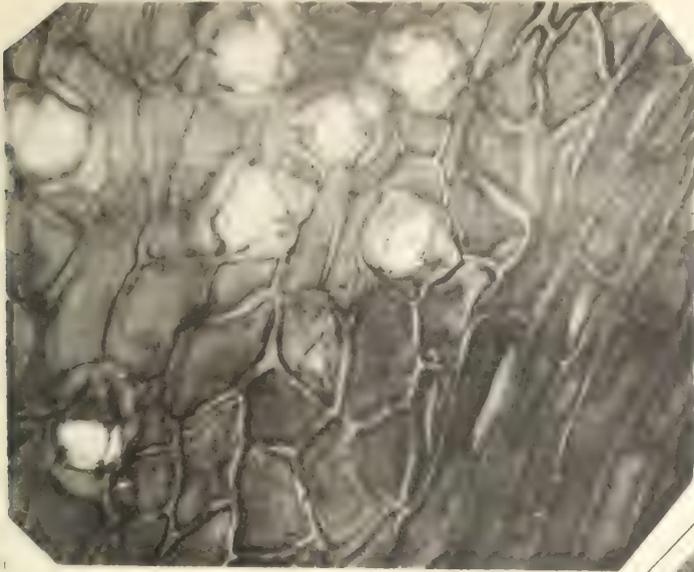




Th. Ekblom del.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.















KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. No 7.

# LEPIDOPTERIS OTTONIS (GÖPP.) SCHIMP.

AND

# ANTHOLITHUS ZEILLERI NATH.

BY

**ERNST ANTEVS**

WITH 3 PLATES

---

COMMUNICATED APRIL 8TH 1914 BY A. G. NATHORST AND G. LAGERHEIM



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1914



As the combination *Lepidopteris Ottonis*—*Antholithus Zeilleri* may seem somewhat remarkable, I will begin by pointing out that there are several facts which speak for their belonging to the same plant. This cannot, however, be fully proved.

The investigation was commenced some years ago by Prof. A. G. NATHORST who, however, was prevented by other work from completing it. In the course of his researches he already noticed the great conformity between the frond and the male reproductive organ here treated, and I have only had to continue on the way staked out by him.

I am very much indebted to Professor NATHORST for his kindness in placing this interesting material at my disposal, and I have also to express my deep gratitude to him and to Dr. T. G. HALLE for a great deal of good advice and directions.

---

## Lepidopteris Ottonis (GÖPPERT) SCHIMPER.

Pls. 1, 2.

- ? "Teile von einem Farnkraut", BERGER 1832, p. 10; pl. 2, fig. 4.  
*Alethopteris Ottonis*, GÖPPERT 1836, p. 303; pl. 37, figs. 3, 4.  
*Pecopteris? Ottonis*, PRESL in STERNBERG 1838, p. 161.  
*Lycopodites Meyerianus*, GÖPPERT 1845, p. 201.  
*Pecopteris Ottonis*, GÖPPERT 1845 a, p. 144; pl. 1, figs. 4—10.  
"Farn-Wedel", SCHLÖNBACH 1860, p. 525; pl. 4, fig. A.  
*Pecopteris Grumbrechtii*, BRAUNS 1866, p. 244; pl. 36, figs. 1, 2.  
*Asplenites Ottonis*, SCHENK 1867, p. 53; pl. 11, figs. 1—3; pl. 14, figs. 3—5.  
*Pecopteris Grumbrechtii*, SCHIMPER 1869, p. 535.  
*Lepidopteris Ottonis*, SCHIMPER 1869, p. 574.  
*Asplenites Ottonis*, RÖMER 1870, p. 178; pl. 13, fig. 1.  
"Fossila ormbunkar", ERDMANN 1873, p. 203; pl. 18, figs. 1, 1 a, 1 b.  
*Asplenites Ottonis*, NATHORST 1866 a, pp. 30, 39, 40.  
*Lepidopteris Ottonis*, NATHORST 1878, pp. 10, 29; pl. 1, fig. 4 a; pl. 2, fig. 1.  
*Pecopteris simplex*, NATHORST 1878, pp. 10, 29; pl. 5, fig. 2.  
*Aroides? Erdmanni*, NATHORST 1878, pp. 12, 21.  
*Lepidopteris Ottonis*, NATHORST 1878 a, pp. 7, 12; pl. 1, fig. 5.  
*Lepidopteris Ottonis*, SCHIMPER 1879 in SCHENK & SCHIMPER 1890, p. 128.  
*Lepidopteris Ottonis*, NATHORST 1886, p. 117; pl. 26, figs. 8—10.  
*Lepidopteris Ottonis*, ZITTEL 1890, p. 128.  
*Lepidopteris Ottonis*, GOTHAN 1909, No. 110; figs. 1, 2.  
*Lepidopteris Ottonis*, ERDMANN 1910, p. 21.  
*Lepidopteris Ottonis*, NATHORST 1910, pp. 12, 35.

Fronde (bi- to) tripinnate, narrowing sharply towards both ends. Main rachis broad, with close, rounded tubercles. Pinnæ of first order close, sub-opposite to alternate, long and not very broad, lanceolate or all but linear; rachis with tubercles. "Zwischenfiedern". Pinnæ of second order close, linear to lanceolate, narrowing towards the apex. Pinnules small, very close, linear, with rounded apex, confluent at the base. This segmentation rather seldom fully developed; representing usually an intermediate stage between bi- and tripinnate division with oblongly triangular, more or less lobed segments. Pinnules sometimes a little rough. Venation not distinguishable in unmacerated fronds; alethopteridic. Consistence thick and firm. Epidermis with isodiametrically polygonal, at times somewhat oblong cells, with thick, straight walls. Stomata on both sides, though rather few in number on the upper one; surrounded by 4 to 6 regular subsidiary cells with cuticular lobes all but closing the entrance; guardian cells sunk below the epidermis.

The genus *Lepidopteris*, the principal representative of which is this very species, was instituted in 1869 by SCHIMPER (1869, p. 572) for some fossil plants from the Keuper, characterized, as he thought, and as the name indicates, by their scaly rachises. Already long before different writers had pointed out that the plants in question were very characteristic on account of that supposed scaliness, and that nothing similar was ever found in other fossils. They seem, however, to have attached no systematic value to this fact, but the fossils were classified with those genera with which they showed the greatest habitual conformity: *Aspidoides* JÆG., *Pecopteris* BRNGN., *Aspidites* GÖPP., and *Alethopteris* STERNB. It is NATHORST (1886, pl. 26, figs. 8—10) who first speaks of tubercles in the epidermis in these plants instead of scales, and thus gives the right explanation of the characteristic structures. Recently GOTHAN (1909, No. 109) also remarked that he had not been able to find the smallest vestige of scales in either one or the other species. The explanation of the tubercles which he gave, he has, however, according to a kind communication by Professor NATHORST, later on given up (in a letter to Professor NATHORST). Finally, ZEILLER (1911, p. 3) has adopted NATHORST's explanation after examining *Lepidopteris stuttgardiensis* (JÆG.) SCHIMP.

As will appear from the drawings and the photographs (pl. 1; pl. 2, figs. 5—8), tubercles occur on the rachises of the first order as well as on those of the second order. As their formation evidently requires that the rachis has reached a certain breadth, they are always, or almost always, missing from a rachis of higher order. At times the lamina has a touch of roughness, too. A narrow rachis has only one row of tubercles. It has a strange, articulated appearance, caused by the circumstance that sharp folds were formed, when the tubercles were pressed down. On a rachis of greater width there are several rows of similar tubercles parallel with each other.

Both with regard to the size and the form of the tubercles, there prevails a certain difference between the two sides. On one side (pl. 2, fig. 8), probably the upper one, they are rather large, rounded, or more or less oblong, with the greatest diameter in the transverse direction, while those on the other side (pl. 2, fig. 7) are circular, smaller and therefore more numerous. Between the large tubercles small

ones occur on the one as well as on the other side. The tubercles would develop earliest on the upper side, as they can be seen distinctly here, while those on the lower side are hardly discernible yet.

As for the degree of distinctness with which the tubercles appear, there is a great variation in different specimens. They are often sharply conspicuous, but at times they are only distinguished by slight folds on the macerated rachis. This variation seems to stand in intimate connection with the thickness of the cuticle, while, in a much lesser degree, it depends on the size of the specimens, for very broad stalks with a thin cuticle can have often only very inconsiderable tubercles.

The epidermal structure of the tubercles does not differ in any respect from that of other parts of the plant. The very biggest tubercles, however, possess calottes of a more strongly cutinized tissue.

It is quite a common thing for the calottes of the tubercles to be missing (pl. 2, fig. 8), so that the cuticle has more or fewer round or ovate holes. The formation of these holes may be due to different factors. As a thick fossil cuticle is often rather brittle, some of them probably arose during maceration, while others were obviously formed while the plant still lived. I will come back to this subject later on.

Recent Succulents sometimes possess similar tubercles on their laminae. But what mission they have to fulfil, I have not succeeded in ascertaining, and I am, of course, still less in the position to make a statement concerning those in *Lepidopteris Ottonis*.

As to its structure the epidermis of the rachis (pl. 2, figs. 6—8) agrees perfectly with that of the lamina, and is composed of rather thick-walled, isodiametrically polygonal, at times somewhat oblong cells, which sometimes possess, and sometimes lack, distinct papillae. Stomata occur on both sides but are rather few in number. They (pl. 1, fig. 6) are surrounded by 4 to 6 regular subsidiary cells. The guardian cells are immersed. The subsidiary cells seem, probably on account of an oblique position of the walls, somewhat thicker than the rest of the cells, and each of them puts forth a rounded cuticular lobe from the wall directed towards the entrance. These lobes meet in the centre of the entrance, which becomes reduced to a star-shaped passage. Hereby the efficacy of the stoma, no doubt, was greatly enhanced.

SCHENK (1867, p. 54), who besides others examined the cuticle of this plant, mentions the regular arrangement of the subsidiary cells. But on the other hand he seems to have overlooked the occurrence of the lobes. Though he has supplied drawings of the epidermis, these do not include any stomata.

Stomata of quite the same construction have already been described by ZEILLER (1882, p. 234; pl. II and 1900, p. 274; fig. 196) in *Frenelopsis Hoheneggeri* (ETT.) SCHENK, and by other authors in other species of the same genus. What I have spoken of as lobes here, ZEILLER, and others after him, have, however, interpreted as guard-cells in a stoma with 4 to 6 such cells, an opinion whose incorrectness THOMPSON (1912, p. 63) recently pointed out.

As has been mentioned, the epidermal structure of the lamina (pl. 2, figs. 1—4, 10) agrees with that of the rachis. The whole surface is unvaried with the exception that the stronger veins — midrib and lateral veins in a pinnule which will soon undergo further segmentation; midrib in a small pinnule — generally are characterized by some rows of somewhat oblong cells on the lower side and by the localisation of most of the stomata (pl. 2, fig. 1), which are not very numerous, to a comparatively narrow strip above them on the upper one. On the lower epidermis the stomata are far more numerous than on the upper; and here they are equally distributed over the whole surface of the pinnule. According to SCHENK (1867, p. 54), they should be quite missing on the upper side. The cutinisation is strong and similar on both sides, and the plant may have been succulent. The cells usually have papillae (pl. 2, fig. 4), but this is not always the case.

When examining the macerated fronds, the attention is necessarily drawn to the strange fact that practically every segment has one or more holes (pl. 2, figs. 2, 3, 10). These holes vary in a high degree as to their size, being in some cases quite small and in others rather large, and are usually rounded or a little oblong, but are sometimes of irregular form. They are either sharply marked against the uninjured part of the lamina or bordered by a very thin cuticle. In the latter case, one has obviously to do with a hole above which the epidermis has partly been regenerated, for it is by no means seldom that one sees spots where this regeneration has had time to become complete (pl. 2, fig. 3), and where nothing but the thinness of the cuticle indicates that holes once existed. The parts nearest the holes are generally somewhat more strongly cutinized than the rest of the epidermis, which is probably result of the reaction of the plant at the bursting of the cuticle.

In explaining the formation of the holes, it is, of course, of importance to know whether they are limited to a certain side of the frond, or whether to fixed parts of it. I have already mentioned that they occur on the rachis, and an examination of a great number of leaf-fragments has shown that they can be found on any part of the plant, and on either side. The majority, however, occur near the veins on the lower side of the segments. They are not infrequently found at the margins of the pinnules (pl. 2, fig. 10).

The holes in question often remind one to no small extent of the water-pores in *Polypodium vulgare* L. But their mode of occurrence, as do other circumstances, argue decidedly against their having a similar function to fill or, on the whole, having anything direct to do with the plant as such at all. On the contrary, everything suggests that they are indebted to some external influence for their formation. It is possible that they are caused by insects or a parasitic fungus, perhaps more probably the latter, as that would best explain their constant occurrence. This fungus would have developed under the epidermis, and finally have burst it. If it became ripe long before the embedding of the plant, the resulting wound would have had time to heal, and new cuticle to be formed.

The segmentation of the frond has been the subject of different interpretations on the part of different authors. The differences of opinion have been in reference

to this very species, as the other representatives of the genus have always been regarded as being only bipinnate, which they apparently are. As for the species in question, there are two opinions, one being that the frond is tripinnate, and the other that it is only bipinnate. The former opinion was first pronounced by GÖPPER (1845 a, p. 144), and was later on taken up and cleared up by NATHORST (1878, p. 30), while the latter, which some years ago was adopted by GOTHAN (1909, No. 109), derives its origin from SCHENK (1867, p. 53). What GÖPPER and NATHORST regarded as pinnules are, according to those authors, only fortuitous lobes formed by a "nachträgliches Einreisen der Spreite", which was supported by the dentation of the margin. GOTHAN considers further that those scores followed the course of the lateral veins.

Now we can take it for a fact that the pinnules stand very close and are never entirely free, and that only the very biggest specimens are characterized by a tripinnate segmentation (pl. 1, figs. 2, 5; pl. 2, fig. 9), while the great majority takes up an intermediate position between bi- and tripinnate. It is accordingly evident, and it appears also from their drawings, that SCHENK and GOTHAN have only had to do with fronds not yet fully developed. GOTHAN's opinion, however, is for two reasons somewhat strange, the first being that the veins would not run out into the teeth but exactly between them, and the second that the cuticle in this so xerophilous plant would be extremely thin above the veins.

As for the venation, neither GÖPPER nor NATHORST could come to a definite conclusion, though each thought he had discerned a midrib in each pinnule. According to SCHENK and GOTHAN, however, it is alethopteridic with a more or less distinct midrib and with generally indistinct secondary veins, which according to the former are dichotomical, and according to the latter always simple. That which GOTHAN says of the "Einreisen der Spreite" along the veins, however, proves that what he has understood to be veins are not such.

Nor have I myself been able to discern any trace of venation in unmacerated fronds, but an examination of macerated ones may show that it is alethopteridic.

In most specimens it is possible to distinguish a certain differentiation in the shape of the epidermal cells on the lower side, these being somewhat oblong in narrow strips in the middle of the pinnules indicating the course of midribs.

The distribution of the stomata, however, will show the nature of the venation more exactly. As already mentioned, there is no difference between the upper and the lower epidermis save the stomata on one side, probably the upper one, not being equally distributed over the whole surface but more numerous in comparatively narrow strips. In a large pinnule, i. e. a pinnule which will soon undergo a further segmentation, those strips occur partly above the future rachis, partly above the middle of each future pinnule (pl. 2, fig. 1). That the bands in question lie above and mark the veins, is fully evident from their occurrence. Whether the secondary veins in their turn already send out lateral veins, cannot be decided, but, of course, they will do so sooner or later.

There is another species, *Lepidopteris stuttgartiensis* (JAEG.) SCHIMP., in which

the venation, according to GOTHAN (1909, No. 11; fig. 1 B), is likely to be alethopteridic.

The basal portion (pl. 1, figs. 3, 4) of the stalk is oblique, widened, and shows clearly that the specimen represents the base of the whole frond.

The first description of *Lepidopteris Ottonis* was given by GÖPPERT in 1836, though BERGER already some years earlier had mentioned and figured a couple of leaf-fragments, probably belonging to this species. Some years afterwards GÖPPERT (1845, p. 201) described the plant for the second time, now under a new name, a mistake which he himself, however, immediately corrected (1845 a, p. 144). About two decades later, BRAUNS, who had obviously overlooked the earlier authors, again described the plant as a new species, and SCHENK gave a detailed description and discussion of it.

While these authors in their classifications, as mentioned, allowed the segmentation and the habit to decide the matter, SCHIMPER (1869, p. 572) raised another attribute, the supposed presence of scales, to the rank of specific generic character, and instituted for this as well as for some other forms a new genus *Lepidopteris*. But he overlooked the fact that BRAUNS's *Pecopteris Grumbrechtii* was identical with *Lepidopteris Ottonis*.

SCHIMPER's idea of forming a separate genus for these plants, was no doubt very good, for, on account of the roughness of the epidermis, they are very characteristic and well separated from other forms agreeing in habit.

Finally, NATHORST (1878, pp. 11, 21, 29) described the species from Scania under different names; later on, however, he (1886, p. 117) undertook the necessary unions. The fragment figured as *Asplenites Ottonis* in the Flora at Pålssjö (1876, pl. 2, fig. 8) has no connection with this species.

In the roughness of the rachis, in the thick consistence as well as in the general shape, the species here treated presents a great resemblance to *Lepidopteris stuttgardiensis*. But in most cases they are well separated, as the latter always seems to be bipinnate, and possesses more linear, at the apex rounded pinnules, which are often closely occupied by tubercles similar to those on the rachis.

On account of the fern-like habit, writers on the the subject have from the very beginning regarded the systematic position of the plants in question as settled, and disagreement has only been in reference to the nature of the sori. On this point, however, opinions have divided, one author having described sori of one type, another author of quite a different one. Thus, GÖPPERT (1845 a, p. 144) thought he had found rounded sori in one row on each side of the midrib, SCHENK (1867, p. 53) oblong ones along the lateral veins, and finally NATHORST (1886, p. 117) rounded sori near the margins of the segments. SEWARD (1900, p. 140 and 1910, p. 346) has on two occasions made the suggestion that *Asplenites Ottonis* (= *Lepidopteris Ottonis*) is the fertile form of the frond ascribed by SCHENK to *Asplenites Rösserti* (PRESL.) SCHENK. Quite recently GOTHAN (1909, No. 110) adopted SCHENK's opinion. Finally, there are authors who believe they have also found sori in other species of the same genus, viz. in *Lepidopteris stuttgardiensis* (SCHIMPER 1869, p. 574; pl. 34, fig. 1 and GOTHAN 1909, No. 111) and in *Lepidopteris rigida* (KURR.) SCHIMP. (SCHIMPER 1869, p. 573; pl. 34, figs. 2, 3).

A critical examination of the drawings of these authors, however, shows that no importance should be attached to these statements, as they are all in the highest degree unreliable. Thus, GÖPPERT regarded tubercles and SCHENK and GOTHAN the existing convexity of the lamina between two not yet developed segments of the third order as sori, whilst other authors gave a wrong interpretation of something else. The incorrectness of SCHENK's opinion was already long ago pointed out by NATHORST (1878, p. 30), who with good reason considered GÖPPERT's statement as not quite reliable either. NATHORST's statement was founded on the specimen pl. 2, fig. 5. On microscopical examination after maceration, however, the rounded structures interpreted as sori proved, as he has kindly told me, to be protuberances in the matrix.

Accordingly, we may assume that sori have never been seen, and it is noteworthy that in the great number of macerated as well as unmacerated fronds of *L. Ottonis* which Professor NATHORST and the writer have examined, there was never found the very least vestige of anything which could be interpreted as reproductive organs.

There is, accordingly, no direct ground for the theory that *Lepidopteris* belongs to the Ferns. Not even the habit speaks directly in favour of this supposition, for, since the discovery of the Pteridosperms, an agreement on this point no longer constitutes a criterion as to a plant belonging to the group in question; whereas, facts speaking in favour of an opposite opinion are not quite missing. Among these the construction of the stomata and the thick consistence of the epidermis should be noticed. The cuticle, it is true, has only been examined in *Lepidopteris Ottonis*; but it is, I suppose, probable that the stomata and the epidermis in the other species, which fully agree regarding consistence, are on the whole of essentially the same construction.

As already mentioned, the stomata of *L. Ottonis* have in the Gymnosperms their nearest analogy among those in recent plants. Moreover, as similar stomata and such a pronounced xerophytism have not been found in indubitable fossil Ferns, and have no analogy in recent ones, these facts, as I (1914, p. 19) have more particularly tried to show somewhere else, give positive support to the opinion that the genus is not a filicinean one.

Further on I shall put forward circumstances speaking for *L. Ottonis* belonging to the same plant as the male organ described by Professor NATHORST (1908, p. 20) as *Antholithus Zeilleri*. If we assume this affinity — which, however, cannot be fully proved — *L. Ottonis* would belong, perhaps not to the Pteridosperms, but rather to some Mesozoic successor of this plant-group, a successor in which the sporophylls had become more differentiated from the vegetative foliage.

As for its geological appearance, *L. Ottonis* is restricted to the Rhaetic, for which formation it constitutes an important 'Leitfossil'. The geographical distribution also seems to have been limited, the plant having been found up to the present only in Germany, Sweden, and Poland. In Germany it has been described from Wilmsdorf, Matzdorf, and Ludwigsdorf in Upper Silesia, Coburg in Thuringia, and Seinstedt in Brunswick. In Poland it has been found near Wielun. In Sweden

*L. Ottonis* is known from several localities in Scania, and occurs in great numbers in some strata. At Bosarp it even almost entirely alone forms a layer, which is comparable with the 'Blätterkohle' of *Bothodendron* in Tula, Russia. Besides at Bosarp it occurs very frequently in the plant-bearing strata  $\alpha$  and 4 at Bjuf and the layer 4 at Billesholm. Other occurrences are Bjuf 1 and 3, Skromberga the lower seam, Stabbarp 1 to 3, Höganäs 'the lower', and Hyllinge. The zones in which it is represented are thus those with *Dictyophyllum exile*, *Camptopteris spiralis*, and *Lepidopteris Ottonis*; and in the last-mentioned zone — plant-bearing layer 4 — it is met with most frequently.

### Genus *Antholithus* LINNÉ.

*Antholithus*, LINNÉ 1768, p. 172.

The name of *Antholithus* was formed by LINNÉ in order to indicate 'Phytolithus floris', and was readopted by NATHORST (1908, p. 23) in its original sense, as a collective name of fossil flowers in general.

### *Antholithus Zeilleri* NATHORST.

Pl. 3, figs. 1—16.

*Antholithus Zeilleri*, NATHORST 1908, p. 20; pl. 2, figs. 59, 60; pl. 4.

*Antholithus Zeilleri*, COULTER & CHAMBERLAIN 1910, p. 193.

*Antholithus Zeilleri*, NATHORST 1910, p. 13.

Since Professor NATHORST some years ago described the male reproductive organ *Antholithus Zeilleri*, it has for several reasons proved desirable to undertake a renewed examination of the same, especially with regard to the cuticle, and also to go through the existing material of 'Blätterkohle' from Bosarp, where it was expected to be found. This 'Blätterkohle' has entirely the same appearance as that which *Bothodendron* forms in Tula in Russia, and consists for the most part of cuticles of *Lepidopteris Ottonis*. In order to soften the rather firm and hard cakes, I boiled them with soda, a procedure which proved to be a very good one, as after this the washing was easily done.

What immediately struck me on doing the washing, was the extraordinary uniformity of the layer. In the rather large amount of material I went through I found, besides fragments of *Lepidopteris Ottonis* — which, as just mentioned, constituted the great bulk — several stalks (fronds?) of an undeterminable plant, some specimens of *Antholithus Zeilleri* and a great many free pollen-sacks of this latter, about ten seeds, one or two segments of a cycadean frond, and some animal remains. Everything was small and broken, and there were seldom even entire pinnae.

No complete specimens of *Antholithus Zeilleri* were found which could throw any light upon its construction, but, on the other hand, I found some of a somewhat different aspect from those described by Professor NATHORST.

As Professor NATHORST thought he had to do with the male flower of a Ginkgophyte, he called the structures in question 'Staubblätter'. Later on I will point out some facts speaking for *Antholithus Zeilleri* being the male organ corresponding to *Lepidopteris Ottonis*. Presuming this affinity, it would either be lobes of a fertile frond, such as in the Pteridosperms, or itself constitute differentiated sporophylls.

Microsporophylls or lobes of fertile frond reaching a length of 15 mm., attached several together; position in other respects unknown. Each lobe or sporophyll consisting of a 5 to 7 mm. long, narrow, stalk-like portion, divided into from 3 to 5, generally 4, segments. Segments up to the length of 6 mm., linear with rounded apex, or very short and broad, ovate. Each segment bearing in the middle line of the lower side ovate pollen-sacks; these directed obliquely outwards, opening with a longitudinal fissure. Pollen-grains ovate. Cuticle of sporophylls or lobes rather thick, composed of isodiametrically polygonal or somewhat oblong cells, sometimes having, sometimes lacking papillae. Stomata bordered by a ring of 4 to 6 regular subsidiary cells, sending out rounded cuticular lobes towards the centre of the entrance. Guard-cells submerged below the epidermis. Cuticle of pollen-sacks with rather thin-walled oblong cells.

The figures (pl. 3, figs. 1—9) should give a good idea of the size and the appearance of the structures in question. The stalk-like portion below the segments has the length of 5 to 7 mm.; it is narrow, somewhat increasing in breadth in the upper part. The number of the segments varies from three to five, though they are generally four. They sometimes reach a length of 6 mm., but more often they are shorter and at the same time broader; some, as can be seen, are ovate. The margin of the segment is not quite straight but has a couple of incisions on each side, which are hardly discernible with the naked eye (pl. 3, fig. 10).

In spite of the variation in the number and the shape of the segments, there can be no doubt that all the specimens belong to one and the same species.

No specimen gives any light as to how the lobes or sporophylls were placed; but it is evident from pl. 3, figs. 2 and 8 that they occurred several together, though their position cannot be more exactly stated.

The pollen-sacks (pl. 3, figs. 1, 9) are ovate, and occur to the number of eight on each segment. They are attached to one side, probable the lower one, and are directed obliquely outwards. According to the length of the segments their position is somewhat different. In a short segment (pl. 3, fig. 1) they issue from a common point near the apex, and radiate, while in a longer one (pl. 3, fig. 9) they are in two parallel rows in the middle line of the segment. The opening took place by a longitudinal fissure, which extended all along one side and a short way down on the opposite one (pl. 3, fig. 9).

Several pollen-sacks are quite filled with ovate pollen-grains (pl. 3, fig. 14), which according to NATHORST's (1908, p. 21) measurements are 36 to 48  $\mu$ , generally 40 to 43  $\mu$ , long. As for the shape the pollen-grains (pl. 3, figs. 15, 16) agree with those of *Ginkgo* and Cycadophytes and also with the spores of several Ferns.

The cuticle (pl. 3, figs. 10, 11) of *Antholithus Zeilleri* is rather thick und firm and quite similar on both sides. It has, especially on the segments, a number of folds, and probably had rather a rough surface. On the stalk-like lower part the folds are generally longitudinal, though cross-folds are not wanting. Here and there are holes (pl. 3, fig. 11), which quite agree with those I have described above in *Lepidopteris Ottonis*. They are generally rounded or a little oblong, being either sharply delimited against the intact cuticle or bordered by a regenerated, thin cuticular zone. At times the regeneration of new cuticle has been complete.

Judging from the perfect agreement, the holes here are quite comparable with those of *Lepidopteris Ottonis*. As pointed out in speaking of that plant, it is practically certain that they have nothing to do with the plant itself but most likely were caused by a parasitic fungus (p. 6).

The epidermal cells (pl. 3, fig. 11) are isodiametrical or a little oblong, and in some cases have, and in other cases lack papillae. The walls are straight, and fairly thick. Stomata occur rather sparsely. They are equally distributed, and neither by their occurrence nor by any other attributes of the cuticle is it possible to distinguish an upper or a lower side. The guard-cells are immersed below the epidermis, and the entrance is surrounded by a number of regular subsidiary cells, whose walls parallel with the entrance form two concentric rings (pl. 3, fig. 12). From the inner of these walls issues one rounded cuticular lobe corresponding to each cell. These lobes almost close the entrance, only leaving a star-like opening.

NATHORST (1908, p. 21) remarks that the stomata are 'recht ähnlich' those of *Baiera* but does not give any detailed description of them. This remark is undoubtedly quite right, but a closer examination shows that there is a certain difference and that the stomata of the genera can be comparatively easily distinguished.

As Professor NATHORST's (1906, p. 8) researches show, and as I myself have, ascertained, the stomata of *Baiera* are also bordered by a number of subsidiary cells with lobes. These latter consist of papilla-shaped prolongations of the cells in an oblique upward direction. They are sometimes long, sometimes short but do not close the entrance in the same degree or in the same manner as the horizontal cuticular lobes in *Antholithus Zeilleri*.

I have copied from NATHORST a couple of drawings of stomata in *Baiera* (pl. 3, figs. 17, 18), and the difference may be made most clear by a comparison between these and those of *A. Zeilleri*.

The cuticle of the pollen-sacks (pl. 3, figs. 13, 14) is considerably thinner than that of the lobes or sporophylls otherwise, and totally lacks stomata. The cells are polygonal, oblong in the longitudinal direction of the pollen-sacks, and have rather thin walls. Papillae do not occur.

Among known reproductive organs that described by LEUTHARDT (1903, p. 7; pl. 7) as the male flower of *Baiera furcata* HR. will present the closest analogy. With reference to these, the writer just mentioned says that "Gruppen von Pollensäcken alternierend zu 10 bis 15 um eine gemeinsame Achse sich lagern. — — — An der Hauptspindel entspringen ein 3 mm. langes Filament, das sich flächenartig erweitert. Von dieser Staubblattfläche aus strahlen in regelmässigen Abständen vier Antherengruppen zu je drei Pollensäcken aus. Jede Gruppe steht auf einem besonderen Stiele." To this description should be added that the organs regarded as pollen-sacks stand right out, and constitute a direct continuation of the sporophyll without being set off against it in any manner.

Accordingly, the difference between the two male organs in question is, as far as is known, principally to be found in the position and the number of the pollen-sacks as well as in their shape. The existing resemblance between them is in all probability due rather to an agreement in function than to any close relationship.

LEUTHARDT does not hesitate to take for granted the identity of his flower and of the fronds described as *Baiera furcata*. But substantial evidence is, I think, necessary to prove this, for the agreement with the male flower of *Ginkgo biloba* may be far from being so great, as he is inclined to suppose.

As for the systematical position and the relationship of *Antholites Zeilleri* NATHORST expresses himself with the greatest caution. He points out the possibility of its belonging to a Ginkgophyte; but on the other hand he does not consider it impossible that it is a case of a Cycadophyte. Later on he observed some correspondences to *Lepidopteris Ottonis*, and now considers it, as he has kindly told me, rather possible that it constitutes the male organ corresponding to this frond. This supposed relationship cannot be fully proved with the material at disposal; but the fact that there is much which speaks for it, should be clear from the discussion of the matter which I will now give.

In trying to find out to which frond *Antholithus Zeilleri* corresponded, the first questions must be: do we know this frond, or do we not? which is more likely?

It is, of course, not possible to be perfectly certain that it is known, but the scale weighs heavily in the balance, when one considers how infinitely much more readily these small organs are lost and escape the attention than fronds, which must be far more numerous, and further in this case must be of a very firm consistence — the scale weighs, however, so decidedly in favour of this, that it seems to be rather a reasonable supposition. In this connection it is worthy of remark that *A. Zeilleri* is known from four localities, and in one of them it is not a very great rarity.

As NATHORST brought forward the supposition of *A. Zeilleri* possibly being the flower of a Ginkgophyte, I will first discuss this possibility.

There are a number of Ginkgophytes known from Scania, but several are rare, and others are out of the question, because they do not occur in the same layers as *A. Zeilleri*. Thus, there are only two *Baiera*-species, which — at Billesholm — occur in association with this. And *Baiera* is in all probability the only genus which can come in question.

On comparing *A. Zeilleri* and the male flower of *Ginkgo biloba* the matter already becomes rather suspicious, for the difference is enormous, and one may reasonably ask with COULTER & CHAMBERLAIN (1910, p. 193) whether, as it seems, such closely allied genera as *Ginkgo* and *Baiera* can differ so immensely with regard to their reproductive organs.

A noteworthy fact is the circumstance just mentioned that the resistant fronds of *Baiera* only occur at Billesholm in connection with *A. Zeilleri* but not in the other localities, above all, not at Bosarp. For it would only be what might be expected if at least some frond-fragment had gone astray to this layer, in which the corresponding flower occurs as frequently as it does here.

But even if one does not wish to ascribe any importance to this circumstance, the construction of the cuticle, and, above all, that of the stomata, speaks against the affinity of the fossils in question. For on comparing them, it is clear that the *Baiera*-species in question differs from *A. Zeilleri* by a cuticle which is thinner throughout, as well as by somewhat different stomata (see p. 12).

It is therefore probably necessary to search elsewhere for the plant of which *A. Zeilleri* constituted the male organ.

In the paper mentioned NATHORST also points out the possibility of the mother-plant being a Cycadophyte. There is, however, no reason to suspect any particular species; and of those whose cuticle has been microscopically examined — and this purpose is the case with almost all in which it has been sufficiently well preserved for that — none can come in question.

Under such circumstances Professor NATHORST's suspicion fell upon *Lepidopteris Ottonis*, and after proving that the existing statements as to sori have no justification in reality, there no longer exists any reason against presuming this to be the mother-plant.

The fact which first turned NATHORST's thoughts to the relationship of the fossils mentioned, was their occurrence together. By itself this circumstance, of course, is of no importance, but it was the very repetition which attracted his attention, and, when taken in connection with other circumstances, it obtains a by no means little value. For it is noteworthy that, although *Antholithus Zeilleri* is certainly not known from anything like all the localities of *Lepidopteris Ottonis*, yet on the other hand, it has never been found in any strata except with this plant, and at Bosarp itself, in a layer consisting almost entirely of *L. Ottonis*, it is met with more frequently than anywhere else.

Having carefully examined the cuticle of the respective plants, I have found that they agree so perfectly that it is impossible to point out any difference whatever. The thickness of the cuticle and the cell-walls, and the shape and the size of the cells are the same. Both are characterized by the absence or the occurrence of papillae. Finally, the construction of the stomata is perfectly similar, a fact to which I ascribe great significance, as fully agreeing ones have not been found in other fossils from Scania.

Though *A. Zeilleri* does not present such tubercles as *L. Ottonis*, it seems to

have had rather a rough surface. It accordingly appears to show a certain resemblance with *L. Ottonis* on this point, but, at any rate, the absence of such tubercles is of no importance. Finally, both of them have holes, but such are also found in other fossil plants from Scania.

To sum up, it can be said that there are many circumstances which speak for, and none which speak against, there being a connection between *A. Zeilleri* and *L. Ottonis*. As I have already pointed out, the arguments are not perhaps fully sufficient, and consequently the matter cannot be regarded as quite settled. But on the presumption that the fossils in question belong to the same plant, it will not be out of place to say a word or two on its systematical position.

No seeds concerning which there exists any sort of evidence of their connection with *Antholithus Zeilleri* have been found; but it must, I think, be presumed that it constituted the male reproductive organ of a seed-plant.

Although our knowledge of the male organs of the Pteridosperms is too limited for us to be able to make any statement as to their possible variation of shape and anatomy, they do not seem to differ essentially from the isosporangia of Marattiaceous Ferns. As, however, it is not known whether the structures here described corresponded to segments of fertile fronds, such as in the Pteridosperms, or whether they themselves constituted differentiated microsporophylls grouped together in a kind of flower, and as the female organs are not known either, it is perhaps better not to count the hypothetical plant in question to this group. It is conceivable that in Mesozoic times the Pteridosperms were succeeded by a plant-group in which the male and the female sporophylls had reached a higher stage of evolution, and were more differentiated from the vegetative foliage still having filicinean habit.

*Antholithus Zeilleri* is only known from the Rhaetic deposits of Scania — to be more exact from the plant-bearing layer 4 (zone with *Lepidopteris Ottonis*). It occurs most frequently in the 'Blätterkohle' at Bosarp but also in solitary specimens at Billesholm and Bjuf.

## Bibliography.

- ANTEVS, E., 1913. Some Mesozoic Plants. — Results of Dr. E. Mjöberg's Swedish Scientific Expeditions to Australia 1910—1913. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 52. N:o 5.
- , 1914. Die Gattungen *Thinnfeldia* Ett. und *Dicroidium* Goth. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 51. N:o 6.
- BERGER, H. A. C., 1832. Die Versteinerungen der Fische und Pflanzen im Sandsteine der Coburger Gegend.
- BERRY, E. W., 1910. The Epidermal Characters of *Frenelopsis ramosissima*. Bot. Gaz. Vol. 50. N:o 4, p. 305.
- BRAUNS, D., 1866. Der Sandstein bei Seinstedt unweit des Fallsteins und die in ihm vorkommenden Pflanzenreste, nebst Bemerkungen über die Sandsteine gleichen Niveaus anderer Örtlichkeiten Norddeutschlands. (Ein Nachtrag zu *Palaeontographica*. Bd. 9, p. 47 ff.) *Palaeontographica*. Bd. 13, pp. 237—246.
- COULTER, J. M., & C. J. CHAMBERLAIN, 1910. Morphology of Gymnosperms. Chicago.
- ERDMANN, E., 1873. Fossila ormbunkar funna i Skånes stenkolsförande formation. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Bd. 1. N:o 11, p. 203.
- , 1910. Explanation of the Geological Map of Skåne (Scania). 11th International Geol. Congress, Stockholm. Guide. N:o 37.
- GOTHAN, W., 1909. *Lepidopteris*, *Lepidopteris Ottonis*, *Lepidopteris stuttgardiensis*. Abbild. u. Beschreib. fossil. Pflanzen-Reste. Lief. 6. N:o 109—111.
- GÖPPERT, H. R., 1836. *Systema Filicum fossilium*. Nova acta Acad. Caes. Leop. nat. Cur. suppl. Vol. 17. Breslau.
- , 1845. Übersicht der fossilen Flora Schlesiens. Wimmer, Flora von Schlesien.
- , 1845 a. Über die fossile Flora der mittleren Juraschichten in Oberschlesien. Übersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Ges. für vaterl. Kultur im Jahre 1845, p. 139.
- HABERLANDT, G., 1904. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig.
- , 1905. Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig.
- LEUTHARDT, F., 1903. Die Keuperflora von Neuwelt bei Basel. Theil 1. Phanerogamen. Mém. Soc. Paléont. Suisse. T. 30.
- LINNÉ, C. VON, 1768. *Systema naturae*. Tom. 3. Holmiae.
- NATHORST, A. G., 1876. Bidrag till Sveriges fossila flora. Växter från rätiska formationen vid Pålsjö i Skåne. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 14. N:o 3. (German edition. Stuttgart 1878.)
- , 1876 a. Anmärkningar om den fossila floran vid Bjuf i Skåne. Öfv. K. Svenska Vet. Akad. Förh. N:o 1.
- , 1878—86. Om floran i Skånes kolförande bildningar. Floran vid Bjuf. Sveriges Geol. Unders. Ser. C. N:o 27, 1878; N:o 33, 1879; N:o 85, 1886.
- , 1878 a. Bidrag till Sveriges fossila flora. Floran vid Höganäs och Helsingborg. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 16. N:o 7.
- , 1906. Om några ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne. Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Afd. 2. Bd. 2. N:o 8.
- , 1908. *Antholithus Zeilleri* n. sp. mit noch erhaltenen Pollenkörnern aus den rhätischen Ablagerungen Schonens. Paläobot. Mitt. 6. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 43. N:o 6.
- , 1910. Les dépôts mésozoïques précrétacés de la Scanie. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 32. Häft. 3. — 11th International Geol. Congress, Stockholm. Guide N:o 38.
- , 1912. Märkliga bevaringstillstånd af fossila växter. — Föredrag hållet vid K. Vet. Akad. Högtidsdag d. 30 mars 1912. — K. Svenska Vet. Akad. Årsbok för 1912, p. 305—325.
- RÜMER, F., 1870. Geologie von Oberschlesien. Breslau.

- SCHENK, A., 1867. Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens.  
 — & SCHIMPER, W. P., 1890. Palaeophytologie.  
 SCHIMPER, W. P., 1869. Traité de paléontologie végétale. Tome 1.  
 —, 1870—1872. Idem. Tome 2.  
 —, 1874. Idem. Tome 3.  
 SCHLÖNBACH, 1860. Das Bonebed und seine Lage gegen den sogenannten obern Keupersandstein im Hammöver'schen.  
 Neu. Jahrb. für Min. Geogn. Geol. und Petref.-Kunde. Bd. 31, p. 513. Stuttgart.  
 SCOTT, D. H., 1908. Studies in Fossil Botany. Second edition. Vol. 1. Pteridophyta.  
 —, 1909. Studies in Fossil Botany. Second edition. Vol. 2. Spermatophyta.  
 SEWARD, A. C., 1900. The Jurassic Flora. Part 1. The Yorkshire Coast. Catalogue of the Mesozoic plants  
 in the Department of Geology, British Museum (Natural History).  
 STERNBERG, C. VON, 1820—1838. Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt.  
 2 vols.  
 THOMPSON, W. P., 1912. The Structure of the Stomata of certain Cretaceous Conifers. Bot. Gaz. Vol. 54.  
 N:o 1, p. 63.  
 VELENOVSKÝ, J., 1888. Über einige neue Pflanzenformen der böhmischen Kreideformation. Sitz. K. Böhm. Gesell.  
 Wiss. Prag.  
 ZEILLER, R., 1882. Observations sur quelques cuticules fossiles. Ann. sc. nat., 6<sup>e</sup> sér., Bot., 13, p. 217.  
 —, 1900. Élément de Paléobotanique. Paris.  
 —, 1911. Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bathie. Compt. rend. des  
 scéan. de l'Acad. des Scien., t. 153, p. 230.  
 ZITTEL, K. A. VON, 1890. Handbuch der Palaeontologie II.

## Explanation of Plates.

(All figures are in natural size, if not otherwise stated.)

### Plate 1.

#### *Lepidopteris Ottonis* (GÖPP.) SCHIMP.

- Figs. 1—3, 5. Bi- to tripinnate fronds.  
 Fig. 4. Lower portion of fig. 3 magnified.  $1.5/1$ .  
 » 6. Portion of epidermis with a stoma.  $6^{10}/1$ .

### Plate 2.

#### *Lepidopteris Ottonis*.

- Fig. 1. Portion of a pinna of second order shortly before a further segmentation. Observe the occurrence of  
 the stomata in the middle of the pinnule and the future ones.  $22/1$ .  
 » 2. Hole in the cuticle.  $80/1$ .  
 » 3. Hole above which the cuticle has been regenerated.  $80/1$ .  
 » 4. Portion of cuticle seen from the side.  $300/1$ .  
 » 5. Portion of a frond the segments of which have rounded structures near the margin. They are not sori.  
 » 6. Portion of a rachis of second order with one row of tubercles. Upper side.  $22/1$ .  
 » 7. Portion of a rachis of first order with several rows of tubercles. Lower side.  $22/1$ .  
 » 8. Corresponding (fig. 7) upper cuticle. The greatest diameter of the tubercles goes right across the  
 stalk.  $22/1$ .  
 9. Portion of a pinna of first order. Photograph of the cuticle.  
 » 10. Portion of a segment with holes at the margin.  $80/1$ .

Plate 3.

**Antholithus Zeilleri NATH.**

- Fig. 1. Specimen with 8 pollen-sacks seen from the upper side. After NATHORST 1908, pl. 4, fig. 81. <sup>14</sup>/<sub>1</sub>.  
» 2. Four sporophylls or lobes. After NATHORST 1908, pl. 4, fig. 82.  
» 3. Specimen with 3 lobes. <sup>3, 5</sup>/<sub>1</sub>.  
Figs. 4, 5, 7. Specimens with 4 lobes. Figs. 4, 5: <sup>3, 5</sup>/<sub>1</sub>; fig. 7: <sup>2, 5</sup>/<sub>1</sub>.  
Fig. 6. Specimen with 5 lobes.  
» 8. Some sporophylls or lobes occurring together. After NATHORST 1908, pl. 4, fig. 90.  
» 9. After NATHORST 1912, pl. 1, fig. 5. <sup>4</sup>/<sub>1</sub>.  
» 10. Lobe of fig. 5. Two incisions on each side. <sup>25</sup>/<sub>1</sub>.  
» 11. Portion of cuticle with a hole. <sup>80</sup>/<sub>1</sub>.  
» 12. Portion of cuticle with a stoma. <sup>610</sup>/<sub>1</sub>.  
» 13. Portion of cuticle of a pollen-sack. After NATHORST 1908, pl. 4, fig. 87. <sup>90</sup>/<sub>1</sub>.  
» 14. Pollen-grains. <sup>100</sup>/<sub>1</sub>.  
Figs. 15, 16. Pollen-grains. After NATHORST 1908, pl. 2, figs. 59, 60. <sup>500</sup>/<sub>1</sub>.

**Baiera spectabilis NATH.**

- Fig. 17. Stoma seen obliquely from the side. After NATHORST 1906, fig. 8, p. 8. <sup>150</sup>/<sub>1</sub>.  
» 18. Stoma seen from above. After NATHORST 1906, fig. 5, p. 8 (upper portion). <sup>150</sup>/<sub>1</sub>.

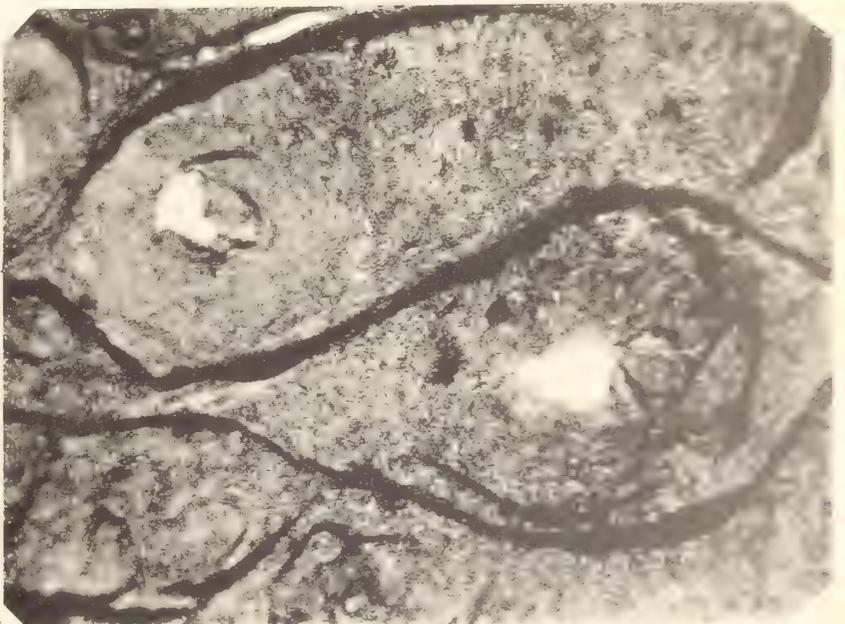
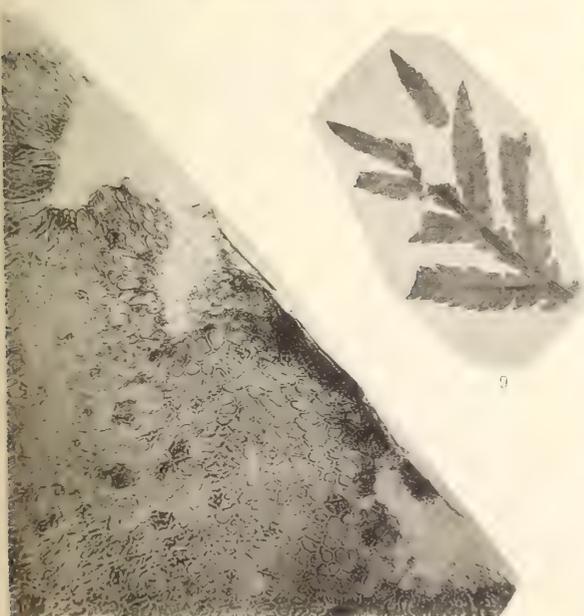
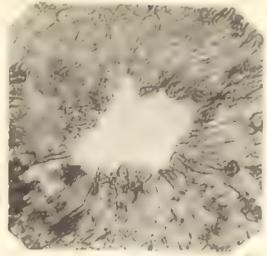
Tryckt den 16 juni 1914.



Th. Ekblom del.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.







QUELQUES RECHERCHES

SUR LES

CENTRES D'ACTION DE L'ATMOSPHERE

PAR

**H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON**

V (FIN)

---

AVEC 13 PLANCHES

COMMUNIQUÉ LE 22 AVRIL 1914.



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1914



Dans nos recherches sur les centres d'action de l'atmosphère, nous avons trouvé qu'il existe des relations intimes entre tous les centres d'action et qu'il se produit, en quelque sorte, une compensation entre les types des saisons en différentes régions de la terre. Résumons les résultats principaux auxquels nous sommes arrivés.

En *hiver*, la marche des éléments météorologiques sur la partie de l'océan située entre l'Islande et la Norvège est presque toujours d'accord avec celle observée sur tout le nord de l'Europe, entre le Cap Nord et Hambourg, mais en opposition avec la marche des mêmes éléments dans la région sub-tropicale, Açores-Méditerranée.

Entre ces régions, on trouve une zone intermédiaire qui subit l'influence, tantôt du régime septentrional, tantôt du régime méridional. Cette zone s'étend depuis Greenwich, sur la plus grande partie de la France, puis, vers l'est, à travers l'Europe centrale, jusqu'en Russie.

Dans l'Amérique du nord, nous retrouvons la même opposition qu'en Europe entre le nord et le sud. En effet, dans la vaste région boréale limitée, à l'ouest, par la Californie et la Colombie britannique, et, à l'est, par le Groenland et Terre-Neuve, l'allure des courbes est en général opposée à celle que l'on observe dans la région méridionale s'étendant du Mexique à l'ouest, aux Bermudes, à l'est, et de Toronto, au nord, à Key-West au sud.

On doit donc s'attendre à trouver, en Amérique, une zone intermédiaire entre ces deux régions opposées. Il n'y a pas de séries d'observations assez longues au Canada, mais il semble que Winnipeg soit situé dans cette zone.

En comparant l'Europe et l'Amérique du nord, nous avons montré qu'il y a généralement accord entre l'allure des courbes dans la partie septentrionale de l'Europe et dans la partie méridionale de l'Amérique du nord et, par suite, opposition entre les parties septentrionales des deux continents. Si, par exemple, l'hiver est froid au nord de l'Europe, cette saison est également rigoureuse au Mexique, et aux Etats-Unis, mais, au contraire, douce au sud de l'Europe et au nord de l'Amérique, ou vice-versa.

En général, ces résultats restent les mêmes, qu'il s'agisse de la pression de l'air, de la température, ou de la précipitation. Cependant, on rencontre des exceptions;

nous savons, par exemple, qu'un temps pluvieux amène une hausse de température en hiver et une baisse en été; de même, la pluie accompagne une baisse de température dans les pays méridionaux, qui ont une température hivernale élevée. Nous ne discuterons pas ici ces exceptions, dont nous avons parlé dans nos mémoires précédents.

En *été*, l'équateur thermique se transporte vers le nord avec tous les centres d'action. Le maximum des Açores s'étend jusqu'aux Iles britanniques et le minimum d'Islande est repoussé dans la zone glaciale. Par suite, les conditions régnantes dans le nord de l'Europe sont différentes, et le régime maritime n'a plus la même action. La température de l'été n'est plus déterminée par la température de la mer pendant la même saison que sur les côtes nord-ouest de l'Europe. Dans tout le reste de l'Europe septentrionale, la Scandinavie, la Baltique et le nord de l'Allemagne, la température de l'été dépend du refroidissement plus ou moins grand qui s'est produit pendant l'hiver précédent, c'est-à-dire de la température de cet hiver sur la mer, entre la Norvège et l'Islande, et de la longueur de la période où le sol a été couvert de neige. Messieurs O. PETERSSON et MEINARDUS ont prouvé que, non seulement il y a en hiver une relation intime entre la température de la surface de la mer entre la Norvège et l'Islande et celle du nord-ouest de l'Europe, mais encore, que la température de cette mer en hiver avance ou retarde le printemps en Scandinavie et dans le nord de l'Allemagne. Cette action continue même en été; le développement de la végétation et la récolte du blé aux environs de Berlin dépendent de la température de ces mers pendant l'hiver précédent.

Nous avons montré également que, dans toute la région de la Baltique, la température de l'été dépend de la température de l'hiver précédent dans les parages de l'Islande. Il y a aussi concordance entre la quantité d'eau tombée à Thorshavn de janvier à mars et celle tombée à Berlin d'avril à septembre suivant.

Au sud de l'Europe, la température en été est, comme en hiver, en opposition avec celle de la région septentrionale et, par suite, avec la température de l'hiver précédent en Islande et dans les régions avoisinantes. Le régime méridional s'étend plus au nord en été qu'en hiver, il atteint Paris et la Suisse.

La zone intermédiaire est alors moins large, elle passe par Greenwich, Vienne et Debreczin, en Hongrie; Pola est encore dans le régime méridional.

Dans l'Amérique du nord, on constate encore la même opposition en été qu'en hiver entre la partie septentrionale et la partie méridionale. Là aussi, tout le système est déplacé vers le nord, et Winnipeg, qui semble être en hiver dans la zone intermédiaire, est soumis en été, au régime méridional. Les courbes d'été ne présentent pas, en général, la même régularité que celles d'hiver, aussi une comparaison entre les conditions dominantes en Amérique et en Europe n'est-elle guère possible.

En *Sibérie*, l'allure des instruments est, en général, *opposée à celle qu'ils ont au nord de l'Europe*. Cependant, au milieu de l'hiver, l'influence de la mer à Thors-havn s'étend souvent jusqu'à Barnaul et même jusqu'à Iénisséisk.

En *été*, il y a opposition entre le nord de l'Europe, d'une part, le midi de l'Europe et la Sibérie d'autre part. Les courbes de la pluie tombée d'octobre à

mars à Thorshavn et à Barnaul sont très régulièrement en opposition, mais les variations de cet élément sont presque identiques à Thorshavn et à Zi-Ka-Wei.

La quantité d'eau tombée d'octobre à mars en Sibérie est, à peu d'exceptions près, inverse de la quantité qui va tomber dans l'Inde pendant la saison des pluies suivante.

Il n'est guère possible actuellement d'étendre ces recherches à toute la surface de la terre, il n'y a pas assez de séries d'observations suffisamment longues, surtout dans l'hémisphère austral. Cependant, il semble que l'opposition que nous avons signalée entre les parties septentrionales et méridionales en Europe et en l'Amérique du nord, se retrouve aussi sur l'autre hémisphère. Nous possédons une série d'observations assez longue (depuis 1888) à Punta-Arenas, dans le détroit de Magellan (latitude sud, 53° 10'). En comparant ces observations avec celles de Cordoba, dans la République Argentine, et de Santiago de Chili, nous avons trouvé dans l'allure des courbes de température, la même opposition que nous avons déjà rencontré entre la zone tempérée et la zone sub-tropicale en Europe et en Amérique.

Il semble que, dans l'hémisphère austral, les types de saison se propagent de l'ouest à l'est, comme des ondes. Pour le montrer nettement, nous avons comparé (planche I), pour la période s'étendant de 1881 à 1903, la précipitation à Java<sup>1</sup> d'octobre à mars avec la pression barométrique

1° au Cap, en octobre—mars de l'année précédente,

2° à Maurice, en avril—septembre immédiatement précédents,

3° à Sydney et Melbourne, à la même époque qu'à Java,

4° à Cordoba et Santiago de Chili, en avril—septembre de l'année suivante.

L'opposition des allures de ces différentes courbes est en effet très nette; du Cap, on pourrait presque prédire, avec une assez grande probabilité, la pluie à Java, un an d'avance.

Enfin, nous avons prouvé (mémoire III) qu'il faut chercher la cause principale des différents types de saison dans l'état des glaces de la mer polaire.

En effet, les climats tropicaux sont très réguliers et, dans les régions tempérées, aucun phénomène ne présente de variations assez importantes d'une année à l'autre pour être la cause des différences considérables entre les types des saisons successives. Seule l'étendue et la durée de la couche de neige, en hiver et au printemps, pourrait, jusqu'à un certain point, être la cause de ces variations. Mais nous avons vu que cette couche de neige dépend elle-même de la température de la mer entre l'Islande et la Norvège.

Pendant un été à température relativement élevée sur l'océan glacial, la glace sera divisée et en partie fondue. Le courant polaire, qui arrive sur les côtes de l'Islande au commencement de l'année suivante, amènera alors beaucoup de glaces ou sera, en tout cas, couvert partout d'une couche d'eau froide qui produira une baisse de la température de l'air et amènera, comme nous l'avons vu, un hiver rigoureux au nord de l'Europe. Nous n'avons pas de station météorologique dans

<sup>1</sup> Sums (oct.—mars) of average amount of rainfall on Java for each month, expressed in parts of the corresponding monthly mean of the period 1879—1903.

l'Océan Arctique, mais nous avons montré que la température d'été des stations les plus boréales que nous possédions, celles situées aux environs du Cap Nord, est opposée à celle du printemps suivant en Islande.

Il est évident que *nos résultats ne suffisent pas pour établir des prévisions à longue échéance*. Ils donnent cependant, dans certains cas, des *indications dignes d'attention* sur le type probable d'une saison prochaine.

En étudiant les courbes de nos quatre mémoires précédents, on trouve, dans leur allure, deux ou trois exceptions au cours de 25 ou 30 années; en outre, il arrive quelquefois que les deux courbes sont ensemble au-dessus ou au-dessous de leur moyenne respective. Pour étudier ces phénomènes de plus près, nous avons dressé les cartes mensuelles des écarts de la température de la même manière que nous l'avons fait dans le mémoire I pour les écarts barométriques. Le tableau I donne, pour un grand nombre de stations distribuées, autant que possible, sur toute la surface terrestre, les moyennes de température de janvier et de juillet des dix années de 1894 à 1903 et les écarts à ces moyennes pour chaque année. Nous avons porté tous ces écarts sur les cartes II à XI. Les écarts au-dessus de la moyenne sont imprimés en rouge, et ceux au-dessous, en noir. Nous avons trouvé le même résultat que pour la pression barométrique. *Les écarts de même signe couvrent presque toujours des surfaces très grandes*, et la ligne de séparation entre les hautes et les basses températures présente des sinuosités importantes. La tendance à opposition entre certains centres d'action, tendance que nous avons constatée en étudiant les diagrammes, se retrouve en général sur les cartes et, si les écarts de ces régions sont de même signe, on trouve le plus souvent qu'il sont très faibles sur l'un des points et très grands sur l'autre.

*Par conséquent, il existe des variations d'ordre supérieur, qui tendent à masquer les relations données par nos diagrammes*. Comme ces variations se font sentir sur toute la surface de la terre, on est amené à envisager *une cause cosmique* et, en première ligne, *la chaleur émise par le soleil*. Remarquons d'abord qu'une augmentation de la chaleur venant du soleil n'amènera pas une hausse de température sur toute la surface de la terre à la fois. La zone tropicale sera d'abord plus fortement chauffée, par suite, l'évaporation des mers y sera augmentée; mais si l'évaporation augmente, les pluies augmenteront aussi. Or, dans les zones tempérées et froides, une saison pluvieuse est aussi une saison à basse température, surtout en été. Donc, si la chaleur solaire augmente, on aura un écart positif sur la zone tropicale, et un écart négatif sur de grandes étendues des zones tempérées et froides.

Au contraire, si la chaleur solaire diminue, nous devons nous attendre à une baisse de température dans la zone tropicale et à une hausse au-dessus de la moyenne en dehors de cette zone.

En étudiant nos cartes, nous voyons qu'en 1901, 1902 et 1903, aussi bien en janvier qu'en juillet, nous avons des exemples du premier cas: écarts positifs sur presque toute la zone tropicale, négatifs au nord et au sud; tandis qu'en 1894 et 1895, c'est l'inverse qui se produit. *Mais en 1902 et 1903, il y avait un minimum des taches solaires et en 1894 et 1895, un maximum*.

Nous avons cherché à montrer ce phénomène plus nettement. A cet effet, nous avons calculé les écarts à la moyenne de la décade 1894—1903 des mois de janvier et de juillet des années 1888, 1889, 1902 et 1903, années de minimum de taches et fait la moyenne de ces écarts. Nous avons opéré de même pour les années 1884, 1894, 1895 et 1905, années de maximum de taches. Nous avons alors dressé

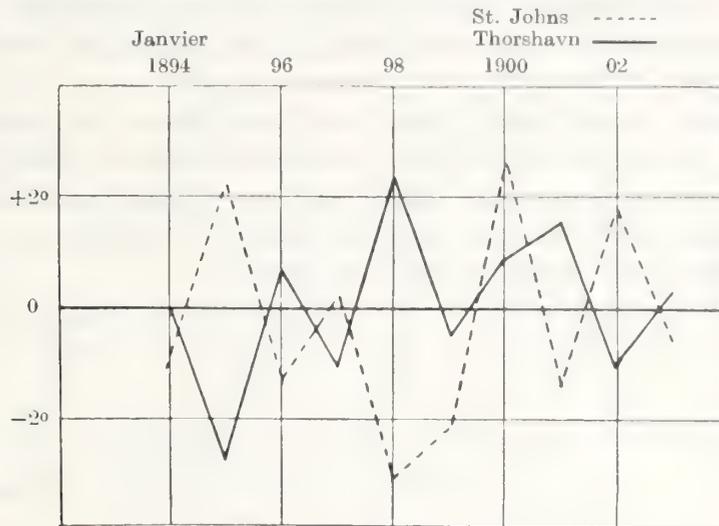


Fig. 1.

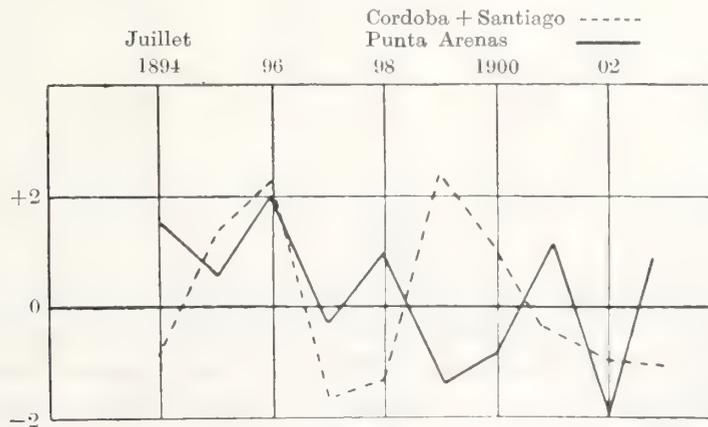


Fig. 2.

les cartes des écarts moyens ainsi obtenus (cartes XII et XIII). Nous y retrouvons le même résultat. *Les années de minimum de taches solaires présentent des écarts positifs sur la zone tropicale, et des écarts négatifs sur de grandes étendues des zones tempérées, tandis que la distribution des écarts est inverse pour les années de maximum de taches.* Les années intermédiaires, entre les années de maximum et de minimum de taches, montrent une répartition très irrégulière des écarts positifs et négatifs.

Malheureusement, on ne peut pas étendre d'avantage ces recherches; sur de grandes étendues de la surface terrestre, nous ne possédons pas de séries d'observations assez longues. Cependant on peut conclure de ce qui précède que les taches

solaires amènent des variations dans la quantité de chaleur émise par le soleil, un maximum de taches diminuant sensiblement cette quantité.

Comme nous l'avons déjà constaté plus haut, la tendance à opposition ou à concordance entre certaines contrées, montrée par l'étude des allures des courbes sur nos diagrammes (mémoires I—IV), se retrouve en général, plus ou moins nettement, sur les cartes et, si des régions qui devraient être en opposition ont des écarts de même signe, l'écart est très faible sur l'une de ces régions et très fort sur l'autre. Prenons trois exemples au hasard:

1°. Nous avons trouvé une opposition dans l'allure des courbes représentant la température de janvier à S<sup>t</sup> Johns (Terre-Neuve) et à Thorshavn; la Fig. 1. nous montre la marche opposée des écarts de température pour ce mois à ces deux stations. Les années 1899 et 1900 font exception, les écarts sont de même signe, mais faible à Thorshavn et considérable à S<sup>t</sup> Johns.

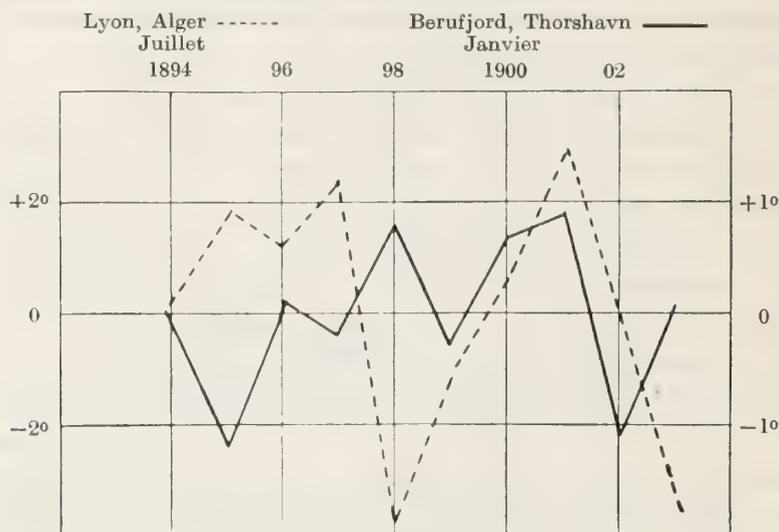


Fig. 3.

2°. De même l'opposition ordinaire entre Santiago de Chili et Cordoba, d'une part, et Punta-Arenas, de l'autre, fait défaut trois fois, en 1896, 1897 et 1902. Fig. 2.

3°. L'opposition entre le nord de l'Europe (Berufjord et Thorshavn) en janvier et le sud (représenté par Lyon et Alger) en juillet suivant ne se présente pas en 1899, 1900 et 1902. Fig. 3.

Ces anomalies s'expliquent par les cartes des mois correspondants.

Nous avons donc constaté que les variations de la chaleur émise par le soleil ont une grande influence sur les types simultanés des saisons dans les différentes régions de la surface terrestre. Mais on a prouvé récemment que la chaleur solaire présente aussi des variations qui sont, dans certains cas, absolument impossibles à prévoir. Messieurs ABBOT et FOWLE ont constaté que le voile blanchâtre, qui couvre souvent le ciel après une forte éruption volcanique, amène une baisse considérable de la température.<sup>1</sup> Or ce voile persiste quelquefois plusieurs mois et étend son influence

<sup>1</sup> C. G. ABBOT et F. E. FOWLE. — Volcanoes and climate. — Annals of the Astrophysical Observatory of Smithsonian Institution, Vol. III. — Washington 1913. — p. 211.

sur des régions immenses. On se souvient qu'après l'éruption formidable du volcan Katmai, dans les îles Aléoutiennes, le 6 juin 1912, le ciel a été couvert d'un voile fin blanchâtre, à travers lequel on voyait le soleil comme un disque généralement coloré en rouge. Ce phénomène fut observé sur l'Amérique du nord, l'Europe et la Méditerranée, et même au-delà, et dura plusieurs mois.

Pendant cet été 1912, Messieurs ABBOT et FOWLE faisaient des mesures de la radiation solaire avec des pyréliomètres et des spectrobolomètres, Monsieur ABBOT à Bassour, en Algérie, et Monsieur FOWLE au Mount Weather, en Californie. Ils observèrent qu'au fur et à mesure que la transparence de l'atmosphère diminuait, la radiation solaire était fortement réduite. D'après leurs mesures et leurs calculs, la quantité de chaleur atteignant la surface terrestre diminuait de 10 pour cent.

Des baisses considérables de température ont été observées plusieurs fois dans des occasions analogues, par exemple pendant la période 1884—1886, après l'éruption formidable du Krakatoa en 1883, et en 1903, après l'éruption du mont Pelée, etc. (Voy. J. LOISEL: Éruptions volcaniques et températures terrestres. La Nature février 1914.)

S'il en est ainsi, une prévision, quelle qu'elle soit, même la mieux fondée, sera toujours menacée d'un échec impossible à prévoir.

Tableau I.

Températures moyennes des 10 années 1894—1903 pour janvier et juillet et écarts à ces moyennes pour chaque année.

	Adélaïde		Aden		Alger		Arkhangel		Astrakhan		Bagdad		Barnaul		Batavia	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+22,7</b>	<b>+10,7</b>	<b>+24,6</b>	<b>+31,4</b>	<b>+12,9</b>	<b>+25,2</b>	<b>-12,1</b>	<b>+15,3</b>	<b>-7,4</b>	<b>+25,5</b>	<b>+8,9</b>	<b>+34,7</b>	<b>-17,7</b>	<b>+20,6</b>	<b>+25,7</b>	<b>+26,0</b>
1894	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,1	- 0,4	- 1,1	0,0	+ 3,4	- 1,9	- 3,4	- 0,7	- 1,0	- 1,4	+ 1,9	- 0,3	- 0,8	0,0
1895	+ 0,6	- 0,3	+ 0,2	- 0,3	- 1,5	+ 1,1	- 0,3	- 0,2	+ 0,7	+ 0,8	- 0,5	—	- 3,3	+ 2,9	- 0,5	- 0,7
1896	+ 1,1	- 0,5	+ 0,2	+ 0,4	- 0,5	+ 0,8	- 1,1	+ 0,6	- 7,9	- 2,4	+ 1,8	- 1,8	- 1,0	+ 0,8	0,0	+ 0,1
1897	- 1,1	+ 1,1	- 0,1	+ 0,7	+ 0,2	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,8	- 1,6	- 0,3	+ 1,3	- 0,3	+ 5,0	+ 0,2	+ 1,2	+ 0,3
1898	+ 1,7	+ 0,5	+ 0,5	0,0	+ 1,3	- 0,4	+ 3,6	+ 2,6	+ 1,3	+ 1,8	- 3,7	+ 1,4	+ 6,2	+ 0,3	- 0,2	0,0
1899	- 3,3	- 1,3	- 0,5	- 0,2	+ 1,2	- 0,4	- 2,6	+ 1,3	+ 6,3	- 0,1	+ 0,5	+ 0,3	+ 4,3	- 4,4	- 0,6	+ 0,1
1900	+ 1,4	- 0,4	+ 1,0	- 0,5	+ 0,4	- 1,1	- 1,6	- 1,6	- 4,5	0,0	+ 1,0	- 1,0	- 9,7	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,1
1901	- 0,4	- 0,4	- 0,3	- 0,3	- 0,1	+ 0,3	+ 5,7	- 1,1	- 0,8	- 0,4	- 0,2	+ 1,4	- 0,4	+ 1,4	+ 0,1	- 0,3
1902	0,0	+ 0,9	- 0,2	0,0	- 0,5	- 0,3	- 5,8	+ 1,0	+ 6,8	- 0,2	+ 0,8	+ 0,4	+ 6,7	- 0,7	- 0,2	+ 0,1
1903	- 0,4	- 0,2	- 0,7	+ 0,2	+ 0,7	- 1,2	- 3,1	- 1,9	+ 2,7	+ 1,1	- 0,9	+ 0,9	+ 0,7	- 1,5	+ 1,0	+ 0,2
<b>Moy.</b>	<b>1,0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>2,8</b>	<b>1,3</b>	<b>3,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>3,9</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>

Tableau I (Suite).

	Bermudes		Berufjord		Bombay		Calcutta		Le Cap		Cayenne		Colombie britannique		Colombo	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+16,9</b>	<b>+26,2</b>	<b>-1,2</b>	<b>+9,2</b>	<b>+24,0</b>	<b>+27,6</b>	<b>+19,3</b>	<b>+28,7</b>	<b>+20,4</b>	<b>+12,6</b>	<b>+26,5</b>	<b>+27,0</b>	<b>+4,0</b>	<b>+15,8</b>	<b>+26,7</b>	<b>+27,7</b>
1894	+ 0,4	- 0,7	+ 0,2	+ 1,0	+ 0,4	- 0,5	+ 0,1	- 0,6	+ 0,8	- 0,7	- 0,4	- 0,6	- 1,1	+ 4,3	- 0,6	- 0,6
1895	+ 0,5	- 0,3	- 2,0	- 0,8	- 0,8	- 0,2	- 0,2	+ 0,1	+ 1,1	- 1,0	+ 0,5	0,0	- 1,3	- 0,5	- 0,2	- 0,1
1896	- 1,0	+ 0,6	- 0,3	- 0,3	+ 1,0	- 0,3	- 0,5	+ 0,1	- 0,4	+ 0,2	- 0,2	+ 0,4	- 0,3	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,7
1897	- 0,3	- 0,8	+ 0,3	+ 0,4	- 0,5	- 0,1	+ 1,0	+ 0,1	+ 1,0	- 0,1	+ 0,9	- 0,2	- 0,3	- 0,6	+ 0,7	+ 0,2
1898	+ 0,2	+ 0,1	+ 1,1	+ 0,4	+ 0,8	- 0,4	- 1,0	- 0,6	+ 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,1	- 0,3	- 0,1	- 1,2	+ 0,3
1899	+ 0,8	+ 0,2	- 0,5	+ 1,0	- 1,2	+ 0,2	- 1,5	- 0,1	- 0,5	+ 1,2	- 0,5	- 0,2	- 0,1	—	0,0	+ 0,4
1900	+ 0,2	+ 0,1	+ 1,9	- 0,1	- 0,7	+ 0,2	- 1,1	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,6	- 0,2	- 0,1	+ 2,3	- 0,2	+ 0,6	- 0,3
1901	- 0,7	+ 1,4	+ 2,8	+ 0,6	- 0,5	- 0,2	+ 1,2	+ 0,4	- 0,8	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,7	- 0,2	- 1,7	+ 0,3	- 0,2
1902	- 0,7	+ 0,2	- 3,2	- 1,4	+ 1,3	+ 0,5	+ 0,6	- 0,3	- 1,1	0,0	- 0,7	+ 0,1	+ 0,2	- 0,1	- 0,4	- 0,3
1903	+ 1,0	- 0,3	0,0	- 0,9	- 0,2	- 0,3	+ 0,5	+ 0,8	- 0,7	- 0,7	+ 0,5	+ 0,4	+ 1,4	- 1,2	+ 0,9	+ 0,4
<b>Moy.</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>

Tableau I (Suite).

	Cordoba (R. A.)		Debreczin		Funchal		Gjesvær		Greenwich		Grimsey		Hambourg		Hakodaté	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+23,0</b>	<b>+10,9</b>	<b>- 2,4</b>	<b>+21,3</b>	<b>+15,2</b>	<b>+21,5</b>	<b>-3,5</b>	<b>+9,3</b>	<b>+4,3</b>	<b>+17,6</b>	<b>-2,1</b>	<b>+7,7</b>	<b>+0,5</b>	<b>+17,1</b>	<b>-2,7</b>	<b>+18,2</b>
1894	+ 0,1	- 1,1	- 2,1	+ 1,3	0,0	- 0,2	+1,4	+0,6	-0,7	- 1,0	-1,1	+2,1	-1,1	+ 1,2	-0,8	+ 2,1
1895	- 2,0	+ 1,2	+ 1,2	+ 0,3	- 0,8	+ 0,3	-1,2	-0,9	-3,4	- 0,5	-1,4	-0,2	-2,8	- 0,5	-2,6	- 1,1
1896	- 0,5	+ 2,6	- 6,7	+ 0,5	+ 0,4	0,0	-1,1	+3,4	+0,5	+ 0,8	—	-0,9	+0,2	+ 0,4	+0,1	+ 0,2
1897	- 0,8	- 2,7	+ 1,8	- 0,7	- 0,8	+ 0,2	+2,1	-1,4	-2,4	+ 0,5	+1,2	+0,3	-3,3	- 0,8	-0,4	- 1,0
1898	+ 0,5	- 2,3	+ 0,5	- 1,4	+ 0,1	- 0,4	+0,8	+1,0	+2,2	- 1,0	+0,8	-0,1	+3,4	- 3,0	+0,9	+ 2,0
1899	+ 0,1	+ 3,5	+ 4,3	- 0,7	+ 0,3	+ 0,1	-2,8	+1,8	+1,7	+ 1,2	-0,2	+1,4	+2,5	+ 1,2	+1,5	+ 0,2
1900	+ 3,3	+ 1,7	+ 2,5	+ 1,2	- 0,2	- 0,5	+0,4	-3,0	+0,4	+ 1,6	+2,2	-0,2	+0,6	+ 1,3	-2,0	- 0,7
1901	- 0,4	- 0,2	- 5,0	+ 1,1	+ 0,7	- 0,1	+3,3	+0,6	-0,5	+ 0,6	+2,4	+1,2	-3,7	+ 2,2	+1,0	- 0,2
1902	+ 0,3	- 1,6	+ 3,3	- 1,3	+ 0,6	- 0,5	-2,8	-1,3	+1,3	- 1,5	-4,7	-2,5	+3,4	- 1,8	-1,8	- 2,2
1903	- 0,5	- 0,7	+ 0,4	- 0,7	- 0,3	- 0,1	0,0	-0,3	+0,8	- 1,2	0,0	-1,0	+0,7	- 0,6	+3,7	- 0,1
<b>Moy.</b>	<b>0,8</b>	<b>1,8</b>	<b>2,8</b>	<b>1,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>

Tableau I (Suite).

	La Havane		Hebron		Honolulu		Iénisséisk		Ismaila		Ivigtut		Key-West		Lahore	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+21,4</b>	<b>+27,6</b>	<b>-20,5</b>	<b>+8,5</b>	<b>+21,3</b>	<b>+25,1</b>	<b>-20,9</b>	<b>+19,8</b>	<b>+13,5</b>	<b>+28,4</b>	<b>-7,3</b>	<b>+9,7</b>	<b>+20,2</b>	<b>+28,2</b>	<b>+12,6</b>	<b>+32,8</b>
1894	+ 0,4	0,0	- 3,3	- 0,8	0,0	- 0,8	+ 3,6	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,2	-2,3	+0,1	+ 1,5	- 0,2	- 0,7	- 2,4
1895	- 0,2	+ 1,0	+ 4,2	- 0,6	- 0,5	+ 0,3	- 9,9	+ 2,3	+ 0,7	+ 0,3	+5,1	+0,2	+ 0,4	+ 0,5	- 1,0	+ 0,9
1896	+ 1,1	+ 0,1	+ 0,6	+1,3	+ 0,2	- 0,2	+ 0,7	- 1,6	0,0	+ 0,2	-0,3	-0,6	- 1,1	- 0,3	+ 1,4	+ 1,5
1897	- 0,8	0,0	+ 2,2	+3,3	- 0,4	- 0,2	—	+ 0,8	+ 1,3	+ 0,8	+0,8	-0,8	- 0,4	- 0,1	+ 0,2	+ 1,1
1898	+ 3,0	- 0,4	- 3,7	+0,6	+ 0,4	- 0,3	+ 6,6	+ 0,7	- 2,3	+ 0,6	+2,1	-1,3	+ 0,9	+ 0,2	+ 1,6	- 2,1
1899	+ 1,5	+ 0,1	- 1,9	+0,1	0,0	- 0,1	+ 5,2	- 2,3	- 0,3	0,0	0,0	+0,5	+ 1,2	0,0	- 1,7	+ 0,8
1900	- 0,3	- 0,3	- 2,4	-3,3	+ 0,1	+ 0,7	- 8,9	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,6	-1,5	+1,2	- 1,1	- 0,1	- 0,3	+ 1,3
1901	- 0,1	- 0,5	—	—	+ 0,5	+ 0,3	0,0	- 0,2	+ 0,1	+ 0,1	-1,0	-1,1	- 0,1	- 0,8	- 0,4	- 0,6
1902	- 1,5	+ 0,3	+ 3,3	+0,2	+ 0,3	+ 0,2	+ 2,7	- 0,5	+ 0,4	- 1,3	-0,8	+0,4	- 1,8	+ 0,2	+ 0,8	+ 0,3
1903	+ 1,2	- 0,4	+ 1,4	-0,9	- 0,3	+ 0,3	- 0,8	- 0,1	- 0,9	- 1,6	-0,8	+1,2	+ 0,5	+ 0,6	+ 0,2	- 0,4
<b>Moy.</b>	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>2,5</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>4,3</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>1,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>

Tableau I (Suite).

	Lisbonne		Lyon		Mandalay		Manille		Marseille		Mascate		Maurice		Melbourne	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+10,2</b>	<b>+2,8</b>	<b>+2,6</b>	<b>+20,4</b>	<b>+21,3</b>	<b>+30,5</b>	<b>+25,2</b>	<b>+27,4</b>	<b>+2,6</b>	<b>+22,5</b>	<b>+20,7</b>	<b>+32,0</b>	<b>+26,1</b>	<b>+20,7</b>	<b>+19,3</b>	<b>+9,1</b>
1894	- 0,2	- 1,0	-1,0	+ 0,2	- 1,0	- 1,8	- 0,5	- 0,2	-1,0	+ 0,4	+ 0,3	- 0,2	- 0,6	+ 0,3	+ 1,5	—
1895	- 0,5	- 0,8	-2,9	- 0,2	- 0,3	+ 0,7	- 0,5	+ 0,1	-3,5	+ 0,4	- 1,1	- 1,5	+ 0,2	+ 0,2	0,0	-0,5
1896	- 0,3	- 0,3	-2,0	- 0,2	- 1,0	+ 0,5	- 0,6	- 0,1	-1,1	+ 0,3	+ 1,7	+ 0,6	- 0,7	- 0,8	+ 1,0	-0,1
1897	- 0,9	+ 0,5	0,0	+ 0,2	+ 1,6	+ 0,3	+ 0,5	+ 0,1	+0,1	+ 1,4	- 3,4	+ 1,2	+ 0,3	+ 0,6	- 3,7	+1,3
1898	+ 0,5	+ 0,7	+0,8	- 1,5	+ 0,1	- 0,1	+ 0,3	- 0,7	+2,2	- 0,5	+ 1,4	- 1,3	- 0,1	- 0,1	+ 2,0	+0,6
1899	+ 0,8	+ 1,3	+3,1	- 0,1	- 0,2	- 0,6	+ 0,1	- 0,4	+2,1	- 0,5	- 0,3	+ 1,5	0,0	- 0,3	- 1,6	-0,7
1900	+ 0,2	+ 0,7	+1,8	+ 1,5	- 0,1	- 0,1	- 0,1	+ 0,3	+0,6	- 0,4	0,0	+ 0,9	+ 0,7	- 0,8	+ 1,9	-0,1
1901	+ 0,3	0,0	-0,1	+ 0,7	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,1	+ 0,2	-0,2	0,0	+ 0,3	- 0,9	+ 0,1	0,0	- 1,0	-1,3
1902	+ 0,2	- 1,2	+0,4	+ 0,2	+ 0,6	- 0,8	+ 0,2	- 0,2	+0,2	- 0,3	+ 0,9	+ 0,4	0,0	+ 1,0	- 0,1	+0,5
1903	- 0,1	- 0,3	0,0	- 0,6	- 0,5	+ 0,9	+ 0,2	+ 0,5	+0,4	- 0,9	- 0,1	+ 0,3	+ 0,4	- 0,2	- 0,2	0,0
<b>Moy.</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>1,3</b>	<b>0,6</b>

Tableau I (Suite).

	Milan		Moscou		Nagasaki		Nertschinsk		Nouméa		Odessa		Paris		Pola	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+2,0</b>	<b>+24,4</b>	<b>-8,6</b>	<b>+19,4</b>	<b>+6,1</b>	<b>+25,0</b>	<b>-28,2</b>	<b>+19,1</b>	<b>+26,3</b>	<b>+20,3</b>	<b>-1,9</b>	<b>+23,5</b>	<b>+3,2</b>	<b>+18,8</b>	<b>+5,4</b>	<b>+23,0</b>
1894	-2,3	+ 0,9	-0,2	- 1,7	-0,1	+ 2,8	- 2,5	+ 0,1	+ 0,8	+ 0,2	-4,2	+ 0,8	-0,7	- 0,4	-0,7	+ 2,2
1895	-2,7	+ 0,2	+0,3	+ 0,3	-1,5	+ 0,3	- 4,0	- 1,5	+ 0,9	- 0,8	+6,1	+ 1,8	-3,4	- 1,0	-0,6	+ 0,7
1896	-1,6	- 0,7	-6,6	+ 0,3	-0,3	+ 0,5	+ 1,1	+ 0,7	- 1,3	+ 0,3	-7,3	- 0,1	-0,7	+ 0,1	-1,9	+ 0,2
1897	+1,4	+ 0,8	-2,0	+ 1,8	+1,2	+ 0,8	- 1,5	+ 1,7	+ 0,5	- 0,1	-1,3	+ 1,3	-1,0	- 0,4	+1,1	+ 0,7
1898	+1,3	- 1,3	+1,4	+ 1,1	+1,7	+ 1,4	+ 5,4	- 1,4	+ 0,9	- 0,1	+0,5	- 2,1	+0,4	- 1,7	+0,8	- 1,5
1899	+3,4	+ 0,2	+4,7	+ 0,9	-1,5	+ 0,5	+ 1,2	+ 0,4	+ 0,2	- 0,9	+5,0	- 0,1	+2,8	+ 0,8	+2,6	- 0,7
1900	+1,4	+ 1,2	-4,8	- 0,9	-2,1	- 1,2	+ 1,1	- 0,3	- 0,6	- 0,3	-0,8	+ 1,1	+1,6	+ 2,8	+0,9	+ 0,5
1901	-0,7	- 0,9	+2,5	- 0,6	+1,8	- 2,0	0,0	+ 0,6	- 0,2	+ 1,9	-2,1	+ 0,2	-0,5	+ 1,0	-2,4	- 0,9
1902	+0,3	+ 0,8	+1,6	- 2,1	+0,1	- 1,2	- 1,5	- 1,2	0,0	- 0,9	+4,2	- 2,2	+1,0	- 0,6	+0,4	- 0,6
1903	-0,3	- 0,8	+1,3	+ 0,5	+0,5	- 1,8	- 2,8	+ 0,7	- 0,6	- 0,4	-0,4	- 0,7	+0,3	- 1,1	-0,5	- 1,4
<b>Moy.</b>	<b>1,5</b>	<b>0,8</b>	<b>2,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>3,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>

Tableau I (Suite).

	Ponta-Delgada		Port au Prince		Port-Blair		Punta-Arenas		Samoa		San Diego		S. Fernando		S. Francisco	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+11,5</b>	<b>+21,9</b>	<b>+24,4</b>	<b>+28,1</b>	<b>+27,4</b>	<b>+27,7</b>	<b>+11,3</b>	<b>+1,0</b>	<b>+26,4</b>	<b>+25,0</b>	<b>+12,7</b>	<b>+19,1</b>	<b>+11,3</b>	<b>+24,2</b>	<b>+9,2</b>	<b>+14,2</b>
1894	+ 0,4	+ 0,4	- 0,2	- 0,4	- 0,7	- 0,1	- 1,2	+1,6	- 0,8	- 0,4	- 3,0	- 0,9	- 1,4	+ 0,2	-0,5	- 0,6
1895	- 1,2	- 0,2	- 0,5	- 0,2	- 0,5	0,0	+ 1,2	+0,6	- 0,2	+ 0,1	- 0,9	- 0,4	- 0,5	- 0,9	0,0	+ 0,5
1896	- 0,1	+ 0,7	- 0,3	0,0	+ 0,3	- 0,2	+ 0,6	+2,0	- 0,5	- 2,0	+ 0,6	+ 1,2	+ 0,3	- 0,8	+2,0	+ 1,0
1897	- 0,4	- 0,8	- 0,8	+ 0,4	0,0	- 0,6	+ 0,9	-0,4	- 0,1	+ 0,2	+ 1,1	+ 0,3	- 0,7	+ 0,9	0,0	+ 0,1
1898	+ 0,8	- 0,2	+ 0,5	- 1,7	- 0,6	- 0,1	- 1,2	+0,9	0,0	+ 0,6	- 2,3	+ 0,2	+ 0,9	- 0,1	-1,0	- 0,8
1899	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,1	—	0,0	+ 0,5	- 1,1	-1,4	- 0,7	+ 0,5	+ 0,4	- 0,4	+ 0,6	+ 0,7	+2,5	- 0,9
1900	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,3	+ 0,4	- 1,0	-1,0	+ 0,7	- 0,1	+ 1,6	+ 0,7	- 0,8	+ 0,9	+1,2	+ 0,1
1901	0,0	+ 0,5	+ 0,4	0,0	+ 0,8	0,0	+ 2,6	+1,0	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,7	- 0,3	+ 0,6	+ 0,2	+0,7	- 1,1
1902	- 0,1	- 0,7	- 0,1	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,5	-1,9	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,9	- 0,5	+ 0,4	- 1,0	-1,0	+ 0,9
1903	- 0,2	- 0,6	- 0,2	+ 0,5	0,0	- 0,2	—	+1,4	+ 0,9	+ 0,2	+ 2,0	- 0,1	+ 0,5	- 0,1	-0,6	- 0,2
<b>Moy.</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>- 0,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>

Tableau I (Suite).

	Santiago de Chili		Sydney		St Johns Terre Neuve		St Louis Etats-Unis		St Louis Sénégal		Tahiti		Tananarive		Tashkent	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+19,6</b>	<b>+8,6</b>	<b>+22,1</b>	<b>+10,9</b>	<b>-4,4</b>	<b>+14,2</b>	<b>+1,0</b>	<b>+26,7</b>	<b>+20,4</b>	<b>+27,4</b>	<b>+26,8</b>	<b>+24,7</b>	<b>+21,1</b>	<b>+14,3</b>	<b>-1,6</b>	<b>+27,5</b>
1894	+ 0,2	-0,6	+ 0,3	+ 0,2	-1,1	+ 1,2	+0,9	- 0,5	- 0,5	0,0	- 1,7	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,1	-3,0	+ 0,4
1895	- 0,7	+1,5	- 1,3	- 1,0	+2,2	+ 0,7	-7,0	- 2,0	- 0,5	- 0,4	—	—	- 1,2	0,0	-3,5	+ 0,7
1896	- 0,1	+1,8	+ 2,5	- 0,9	-1,3	+ 1,8	+0,7	- 0,6	- 0,6	+ 0,7	+ 1,0	- 0,7	+ 0,2	- 0,8	+6,8	- 0,2
1897	- 0,7	-0,5	- 0,3	+ 1,3	+0,2	- 0,6	-0,2	+ 0,3	- 1,4	0,0	+ 0,7	- 0,1	- 0,2	+ 1,0	-1,5	+ 0,7
1898	0,0	-1,3	+ 0,6	+ 0,2	-3,1	+ 0,8	+1,9	- 1,0	+ 0,3	- 0,6	- 0,3	- 0,6	- 0,5	- 0,1	-1,1	- 0,2
1899	+ 0,1	+1,3	- 0,1	+ 0,2	-2,1	0,0	-0,7	- 0,7	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,2	+ 0,1	- 0,2	- 1,1	+2,6	- 0,3
1900	+ 0,1	+0,1	+ 0,5	- 0,3	+2,6	- 0,2	+2,0	- 0,7	- 0,4	- 1,5	+ 1,8	- 1,3	+ 0,2	- 0,5	-6,5	+ 0,6
1901	+ 0,2	-0,5	- 1,0	- 0,7	-1,4	- 0,3	+1,8	+ 4,1	+ 1,8	- 0,2	- 1,5	+ 0,2	+ 0,7	+ 0,3	+0,2	- 0,3
1902	+ 1,5	-0,4	- 0,4	+ 0,6	+1,7	- 1,8	-0,8	+ 0,1	+ 0,7	+ 0,4	- 0,6	- 0,2	+ 0,3	+ 0,8	+4,8	- 0,6
1903	- 0,6	-1,5	- 0,5	+ 0,3	-0,5	- 1,9	-0,1	+ 0,4	- 0,3	+ 0,1	+ 0,2	+ 1,1	+ 1,1	+ 0,3	+0,8	- 1,0
<b>Moy.</b>	<b>0,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3,1</b>	<b>0,5</b>

Tableau I (Suite).

	Thorshavn		Tokio		Toronto		La Trinité		Upervivik		Upsala		Vardö		Vienne	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+2,9</b>	<b>+11,1</b>	<b>-3,2</b>	<b>+23,5</b>	<b>-4,4</b>	<b>+20,8</b>	<b>+25,0</b>	<b>+26,3</b>	<b>-21,9</b>	<b>+5,1</b>	<b>-4,1</b>	<b>+16,8</b>	<b>-5,2</b>	<b>+8,5</b>	<b>-0,5</b>	<b>+19,5</b>
1894	0,0	+ 1,2	-0,2	+ 3,3	+2,5	- 0,2	—	- 0,2	- 2,3	+0,2	+2,1	+ 0,3	+1,6	+1,0	+3,0	+ 1,1
1895	-2,6	- 0,2	-1,1	- 1,4	-1,4	- 1,8	—	- 0,1	+ 7,4	+0,5	-3,4	- 2,0	-1,5	-0,9	-2,0	+ 1,0
1896	+0,7	+ 0,2	+0,1	+ 0,6	-1,0	- 0,4	- 0,2	0,0	- 4,5	0,0	+0,8	- 1,4	-1,7	+1,0	-4,0	+ 0,2
1897	-1,0	+ 0,1	+0,5	- 0,6	+3,6	+ 1,5	+ 0,2	- 0,1	- 1,0	+0,7	-1,8	+ 0,9	+2,0	+0,8	-0,5	- 0,1
1898	+2,2	- 0,4	+0,4	+ 2,3	+5,8	+ 0,6	- 0,3	+ 0,3	- 3,6	-1,6	+3,8	- 2,6	+0,6	+2,0	+1,1	- 1,5
1899	-0,5	+ 1,1	0,0	- 0,3	+2,9	- 0,4	- 0,4	+ 0,1	+ 0,1	-0,4	-1,3	+ 2,4	-1,0	+0,2	+3,1	- 0,1
1900	+0,9	0,0	-1,6	- 0,8	+5,6	- 0,5	+ 0,8	0,0	+ 2,6	+1,3	-0,2	- 0,5	+0,4	-2,7	+1,0	+ 1,1
1901	+1,5	+ 0,7	+0,9	- 1,4	-0,1	+ 1,7	+ 0,3	+ 0,3	- 0,1	-1,2	-0,8	+ 4,4	-3,3	+0,9	-3,8	+ 1,3
1902	-1,1	- 2,0	-0,8	- 1,7	+3,7	- 0,3	- 0,4	- 0,2	- 1,7	+1,5	+1,8	- 3,5	-2,2	-1,3	+4,0	- 1,7
1903	+0,3	- 1,0	+1,4	- 0,3	+3,6	- 0,7	+ 0,1	—	+ 3,0	-0,6	-1,1	- 1,1	-0,3	-1,4	-1,7	- 1,0
<b>Moy.</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>3,0</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>2,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>2,4</b>	<b>0,9</b>

Tableau I (Suite).

	Wellington		Werkoiansk		Winnipeg		Zanzibar		Zi-ka-wei	
	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.	Janv.	Juill.
<b>Temp. moy.</b>	<b>+17,2</b>	<b>+8,6</b>	<b>-50,0</b>	<b>+16,3</b>	<b>-18,4</b>	<b>+19,2</b>	<b>+28,5</b>	<b>+24,9</b>	<b>+3,9</b>	<b>+26,8</b>
1894	+ 1,2	+0,8	- 0,9	+ 2,7	- 4,3	+ 1,1	- 0,2	- 0,5	+0,8	+ 1,7
1895	+ 1,1	-1,5	+ 0,7	—	- 4,5	- 1,6	- 0,2	- 0,2	-2,1	- 1,1
1896	+ 0,6	+1,7	+ 2,4	+ 0,1	- 1,4	- 1,0	+ 0,3	0,0	+0,1	- 0,3
1897	+ 1,0	+0,8	- 1,4	+ 2,2	- 0,3	+ 0,5	+ 0,2	0,0	+0,9	+ 0,2
1898	- 0,1	+0,6	—	- 0,5	+ 2,7	- 0,8	+ 0,3	+ 0,1	+0,6	+ 2,4
1899	+ 0,4	-1,4	- 0,8	—	- 2,0	+ 0,1	- 0,4	- 0,7	-0,5	+ 0,2
1900	- 1,0	+0,2	- 3,9	- 4,3	+ 4,3	- 0,9	- 0,2	0,0	-1,9	+ 0,8
1901	- 1,0	-0,9	- 1,3	- 1,9	- 1,3	+ 1,5	+ 0,5	- 0,2	+0,7	- 1,7
1902	- 0,3	-0,5	- 0,3	- 1,0	+ 4,8	+ 0,7	- 0,3	+ 0,5	+2,2	- 0,2
1903	- 1,9	+0,6	+ 5,7	+ 3,0	+ 1,9	- 0,2	- 0,1	+ 0,6	-1,1	- 1,8
<b>Moy.</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>2,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>

Tableau II.

Écarts des années 1884, 1894, 1895 et 1905 aux moyennes des années 1894—1903 janvier et juillet.

	Janv.	Juill.		Janv.	Juill.		Janv.	Juill.
Adelaïde . . . . .	+0,2	-0,2	Honolulu . . . . .	-0,7	+1,3	San Diego . . . . .	-0,5	+0,2
Aden . . . . .	-0,3	-0,3	Ismaila . . . . .	-0,4	+0,2	San Fernando . . . . .	-0,3	-0,4
Alger . . . . .	-1,2	0,0	Ivigtut . . . . .	-0,8	0,0	San Francisco . . . . .	+0,1	+0,6
Arkhangel . . . . .	+0,5	-0,8	Ienisseisk . . . . .	+0,3	+1,2	Santiago de Chili . . . . .	+0,3	-0,3
Astrakhan . . . . .	+0,5	-0,1	Key West . . . . .	-0,2	+0,4	Sydney . . . . .	+0,6	-0,1
Bagdad . . . . .	-1,0	-0,1	Lahore . . . . .	-0,4	-0,5	St. Johns, Terre Neuve . . . . .	-0,6	+0,8
Barnaul . . . . .	+1,1	+0,5	Lisbonne . . . . .	-0,2	-0,6	St. Louis U. S. A. . . . .	-3,9	-1,6
Batavia . . . . .	-0,4	-0,2	Lyon . . . . .	-1,2	+0,8	St. Louis Sénégal . . . . .	—	+0,3
Bermudes . . . . .	+0,2	-0,3	Mandalay . . . . .	-0,8	-0,3	Tahiti . . . . .	-0,9	+1,7
Berufjord . . . . .	-0,1	0,0	Manille . . . . .	-0,6	-0,3	Tananarive . . . . .	0,0	+0,1
Bombay . . . . .	-0,4	-0,3	Marseille . . . . .	-1,3	+0,6	Tashkent . . . . .	-1,7	+0,2
Colombie Britannique . . . . .	+1,9	+1,0	Mascate . . . . .	-0,5	+0,4	Thorshavn . . . . .	-0,3	+0,1
Calcutta . . . . .	-0,4	-0,3	Maurice . . . . .	-0,1	+0,1	Tokio . . . . .	-0,5	+0,6
Le Cap . . . . .	+0,8	-0,2	Melbourne . . . . .	+0,4	-0,3	Toronto . . . . .	-1,9	-1,2
Cayenne . . . . .	-0,1	-0,4	Moscou . . . . .	-0,9	-1,1	La Trinité . . . . .	-1,4?	-0,3
Colombo . . . . .	-0,4	-0,2	Nagasaki . . . . .	-0,5	+1,0	Turuchansk . . . . .	+0,2	+1,6
Cordoba R. A . . . . .	-0,3	-0,8	Nertschinsk . . . . .	+0,5	-0,2	Upernivik . . . . .	-0,4	+0,2
Debreczin . . . . .	-1,5	+0,3	Nouméa . . . . .	+0,1	-0,4	Upsala . . . . .	0,0	-0,7
Funchal . . . . .	+0,1	+0,1	Odessa . . . . .	-0,6	+0,6	Vardö . . . . .	-0,1	+0,1
Gjesvær . . . . .	-0,3	+0,5	Paris . . . . .	-0,9	0,0	Wellington N. Z. . . . .	-0,8	-0,2
Greenwich . . . . .	-0,6	-0,1	Pola . . . . .	-0,1	+1,0	Vienne . . . . .	+0,5	+1,1
Grimsey . . . . .	-1,0	+0,5	Ponta Delgada . . . . .	+0,1	-0,1	Winnipeg . . . . .	-4,1?	+0,7
Hakodaté . . . . .	-1,0	+0,4	Port au Prince . . . . .	-0,2	0,0	Zanzibar . . . . .	-0,4	-0,2
Hambourg . . . . .	-0,4	+0,7	Port Blair . . . . .	-0,8	-0,2	Zi-ka-wei . . . . .	+0,5	+0,4
La Havane . . . . .	-0,2	+0,8	Punta Arenas . . . . .	+1,7	+0,7			
Hebron Labr. . . . .	-0,8	-0,9	Samoa . . . . .	-0,1	0,0			

Tableau III.

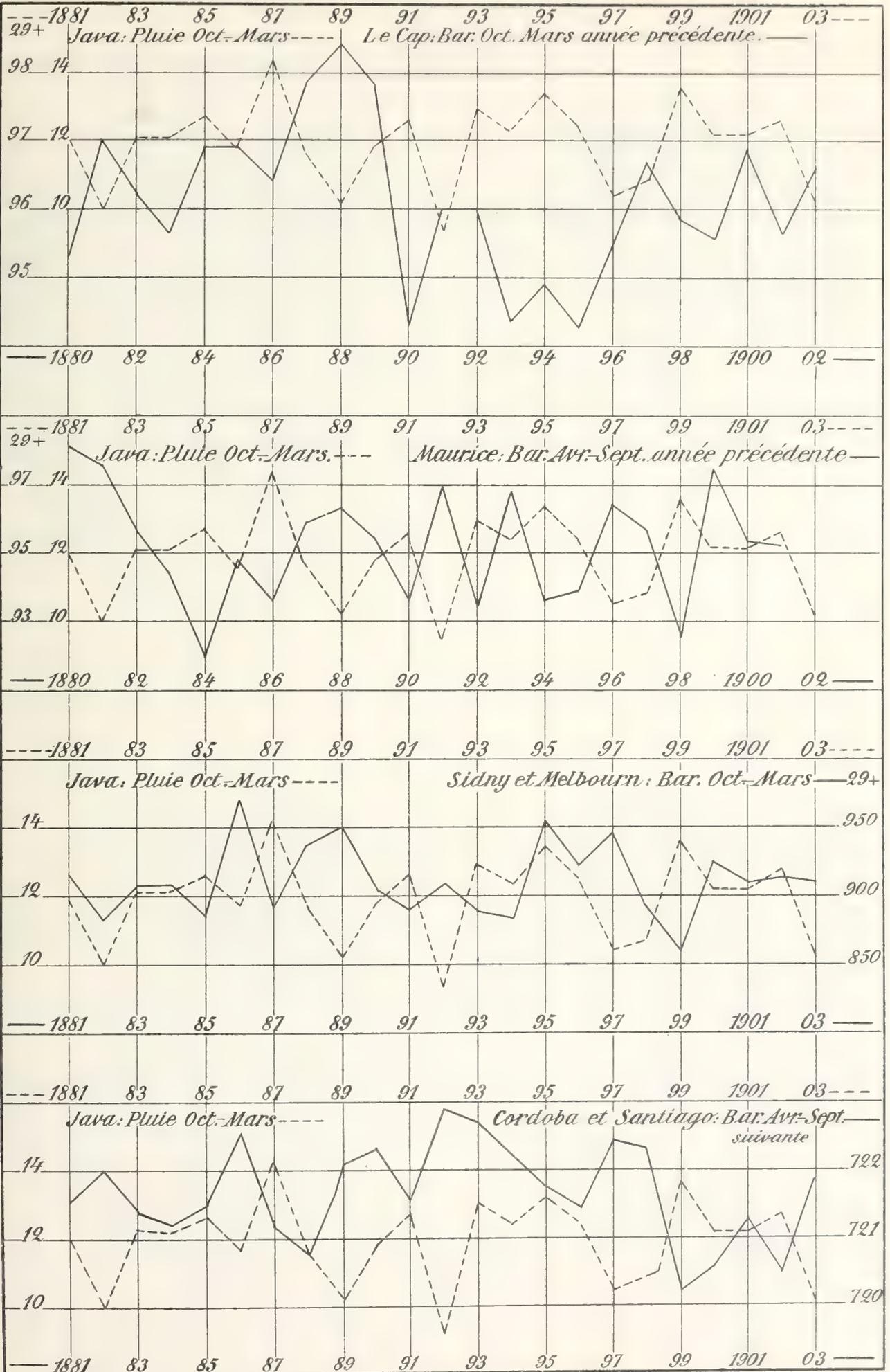
Écarts des années 1888, 1889, 1902 et 1903 aux moyennes des années 1894—1893 janvier et juillet.

	Janv.	Juill.		Janv.	Juill.		Janv.	Juill.
Adelaïde . . . . .	+1,2	+0,3	Colombie Britannique . . . . .	-0,5	-0,6	Hakodaté . . . . .	-0,1	-0,4
Aden . . . . .	-0,5	-0,5	Calcutta . . . . .	-0,4	0,0	Hambourg . . . . .	+0,3	-1,3
Alger . . . . .	-0,5	-0,4	Le Cap . . . . .	+0,2	-0,5	La Havane . . . . .	+0,1	+0,3
Arkhangel . . . . .	-3,6	0,0	Cayenne . . . . .	-0,1	+0,1	Hebron . . . . .	+2,1	+0,2
Astrakhan . . . . .	+1,5	0,0	Colombo . . . . .	-0,4	-0,3	Honolulu . . . . .	0,0	+0,1
Bagdad . . . . .	+0,2	+0,1	Cordoba R. A . . . . .	+0,5	-0,4	Ismaila . . . . .	-0,3	0,0
Barnaul . . . . .	+1,5	-0,5	Debreczin . . . . .	-1,0	-1,0	Ivigtut . . . . .	+0,3	+0,7
Batavia . . . . .	+0,1	+0,1	Funchal . . . . .	0,0	-0,2	Ienisseisk . . . . .	-1,4	+0,1
Bermudes . . . . .	+0,1	0,0	Gjesvær . . . . .	-1,3	+0,1	Key West . . . . .	+0,4	+0,3
Berufjord . . . . .	-0,2	-1,3	Greenwich . . . . .	-0,1	-1,8	Lahore . . . . .	-0,6	-0,3
Bombay . . . . .	-0,1	-0,1	Grimsey . . . . .	-0,8	-1,3	Lisbonne . . . . .	-0,4	+0,6

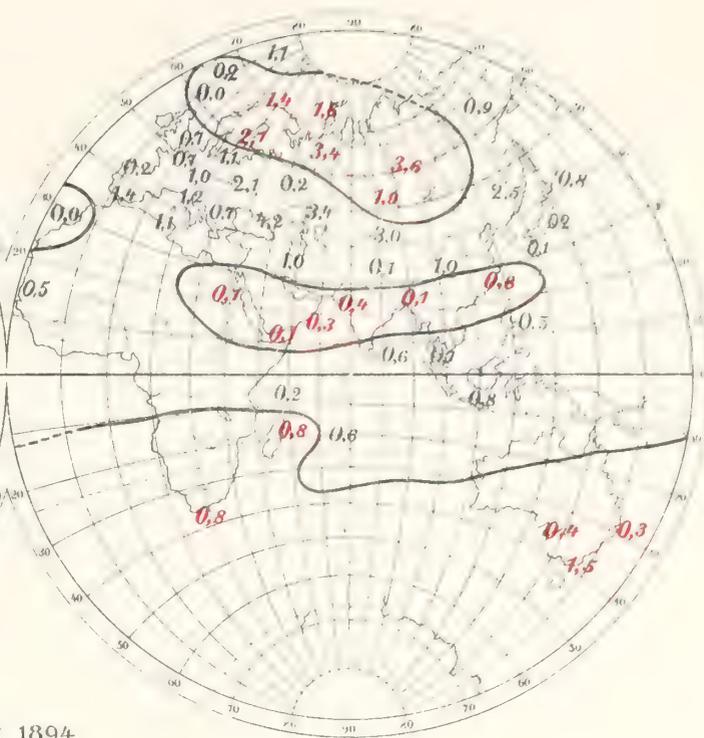
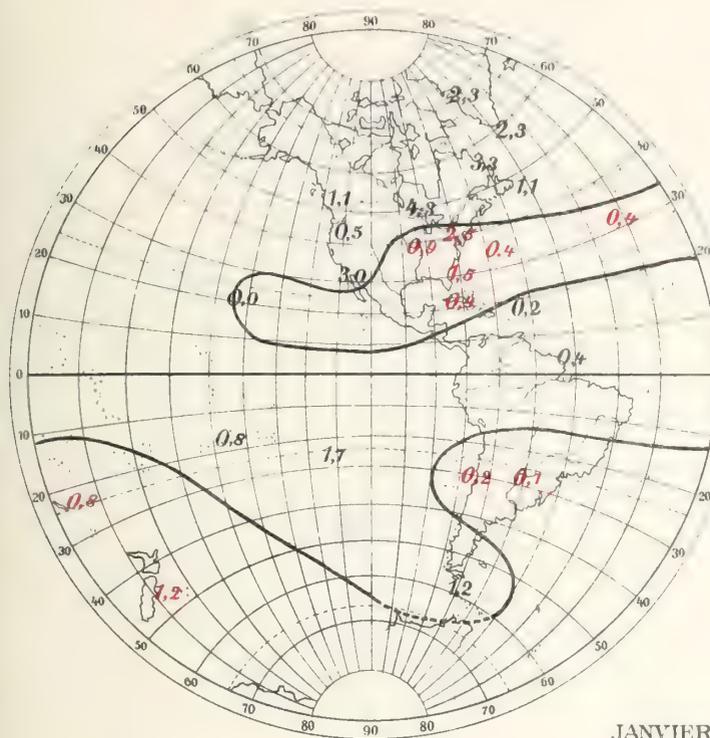
Tableau III (Suite).

	Janv.	Juill.		Janv.	Juill.		Janv.	Juill.
Lyon . . . . .	-0,8	-1,0	Ponta Delgada . . . . .	-0,1	-0,7	Tananarive . . . . .	+0,4	+0,5
Mandalay . . . . .	0,0	-0,4	Port au Prince . . . . .	-0,1	+0,2	Tashkent . . . . .	+1,4	-0,4
Manille . . . . .	+0,1	+0,1	Port Blair . . . . .	-0,6	-0,4	Thorshavn . . . . .	+0,6	-1,3
Marseille . . . . .	-0,4	-1,1	Punta Arenas . . . . .	0,0	-0,4	Tokio . . . . .	-0,1	-0,3
Mascate . . . . .	-0,1	+0,3	Samoa . . . . .	+0,3	+0,4	Toronto . . . . .	+0,8	-0,8
Maurice . . . . .	-0,2	+0,2	San Diego . . . . .	+0,3	+0,3	La Trinité . . . . .	-0,1	0,0
Melbourne . . . . .	-0,1	+0,1	San Fernandö . . . . .	+0,1	-1,2	Upernivik . . . . .	-0,4	+0,9
Moscou . . . . .	-1,9	-0,6	San Fransisco . . . . .	-0,5	+0,2	Upsala . . . . .	+0,5	-1,2
Nagasaki . . . . .	-0,1	-0,2	Santiago de Chili . . . . .	+0,2	-0,8	Vardö . . . . .	-0,9	-1,1
Nertschinsk . . . . .	—	+0,1	Sydney . . . . .	-0,2	-0,7	Wellington . . . . .	+0,2	-0,1
Nouméa . . . . .	-0,1	-0,3	St. Johns, Terre Neuve . . . . .	-0,4	0,0	Vienne . . . . .	-0,4	-1,2
Odessa . . . . .	-1,4	-1,1	St. Louis U. S. A . . . . .	-1,4	-0,4	Winnipeg . . . . .	-0,9	-0,2
Paris . . . . .	-0,8	-1,4	St. Louis Sén. . . . .	+0,1	+0,3	Zanzibar . . . . .	-0,1	+0,7
Pola . . . . .	-0,8	-0,5	Tahiti . . . . .	-0,1	+0,5	Zi-ka-wei . . . . .	-0,3	+0,2

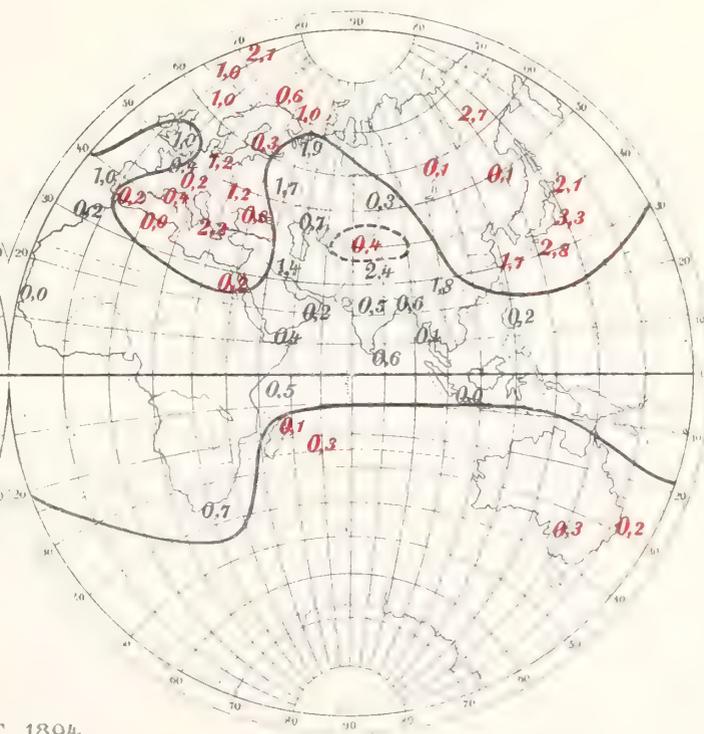
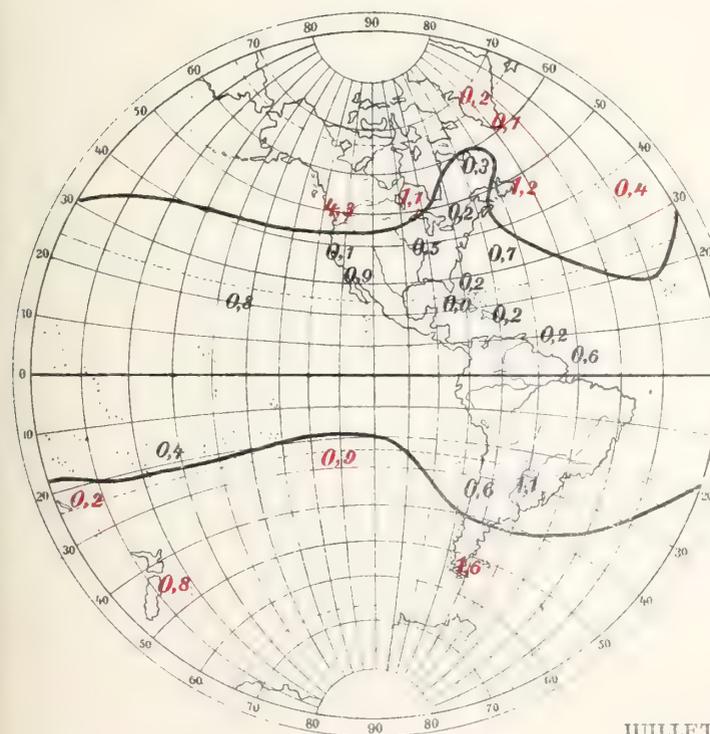
Tryckt den 20 juli 1914.







JANVIER 1894

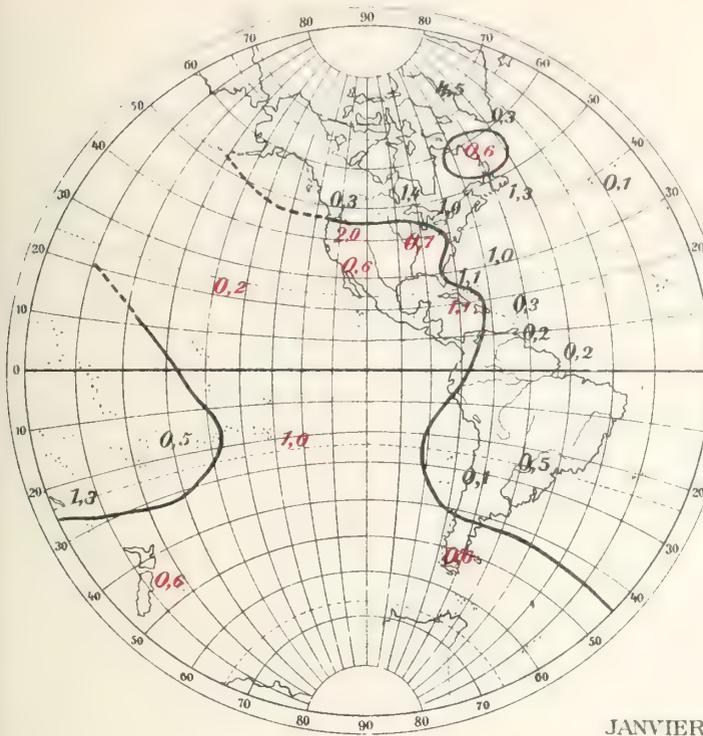


JUILLET 1894

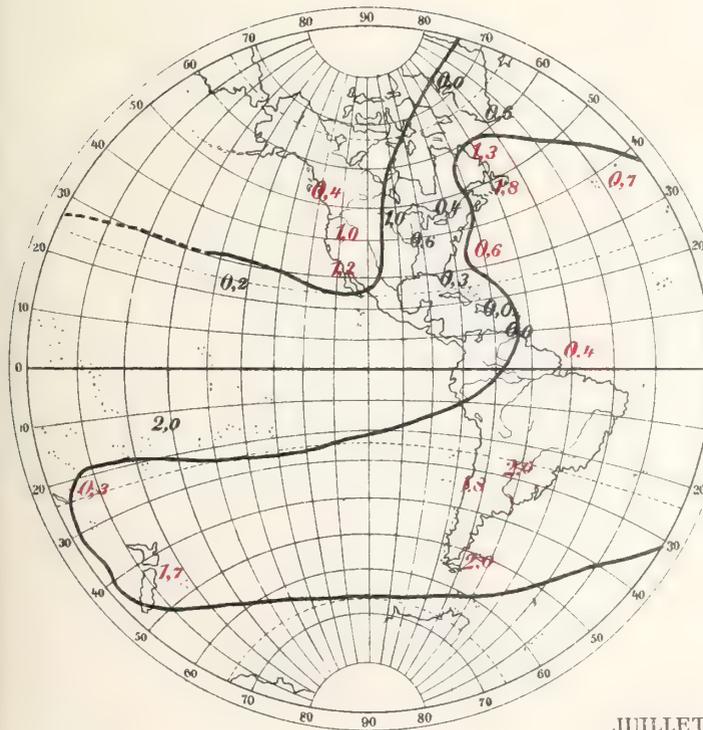
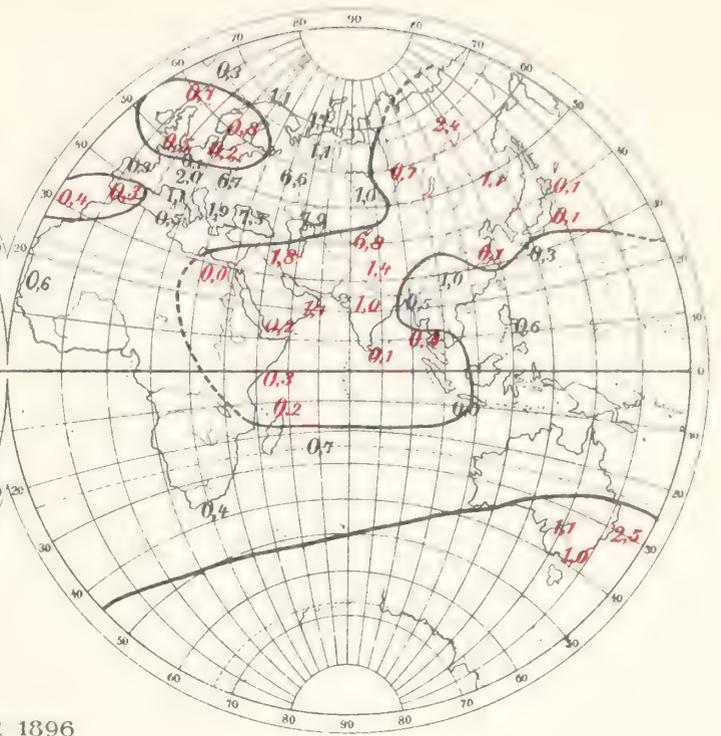




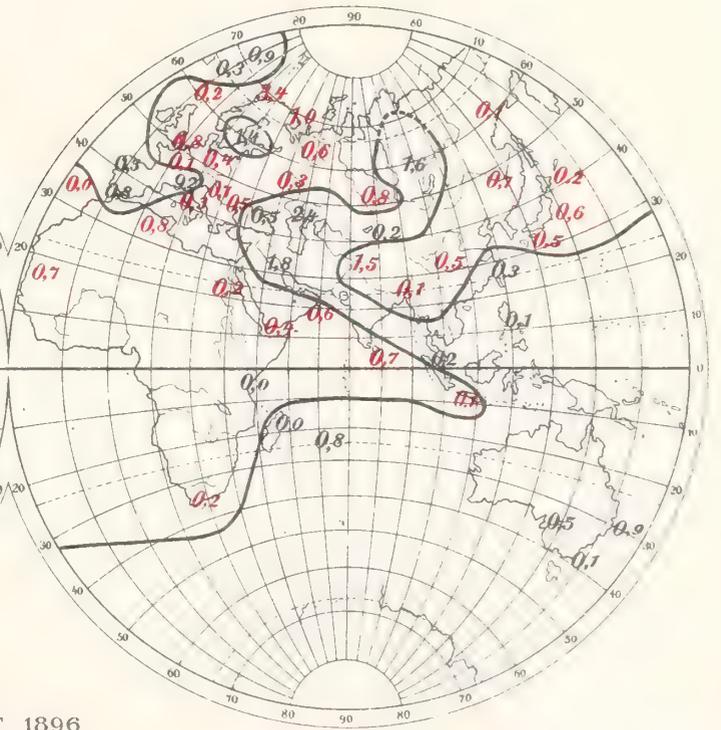




JANVIER 1896



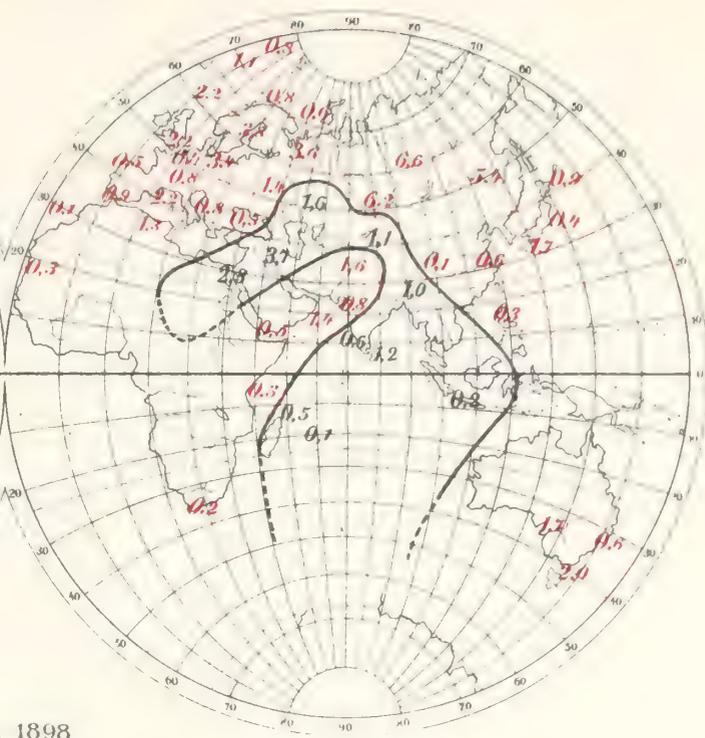
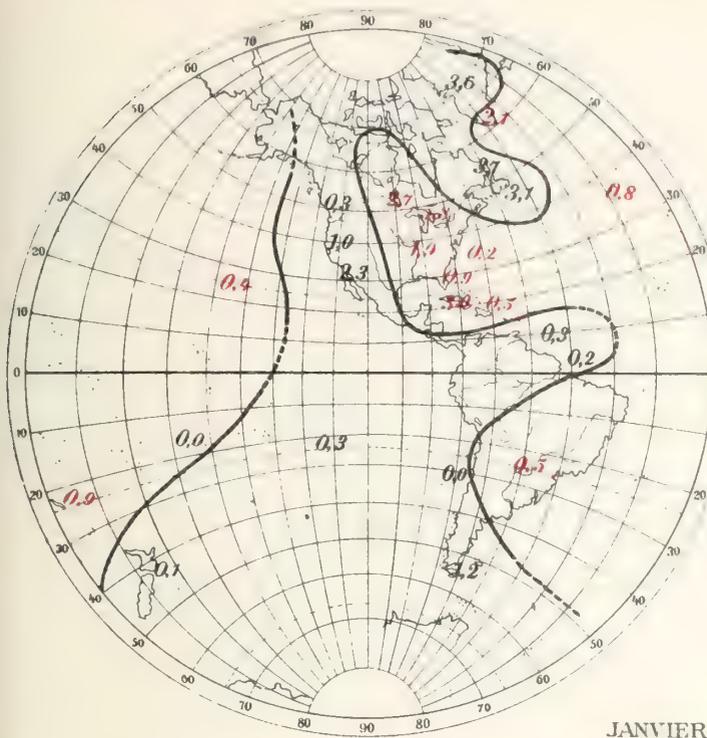
JUILLET 1896



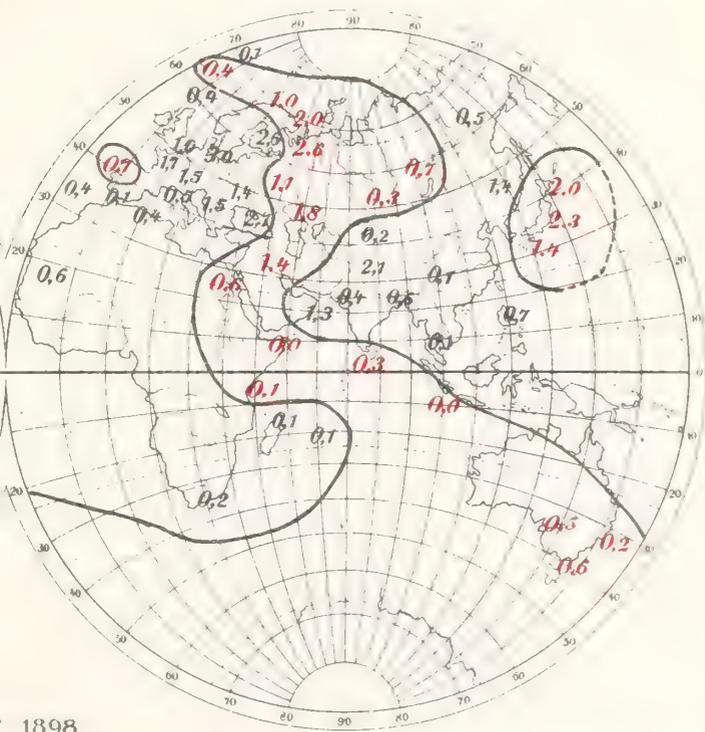
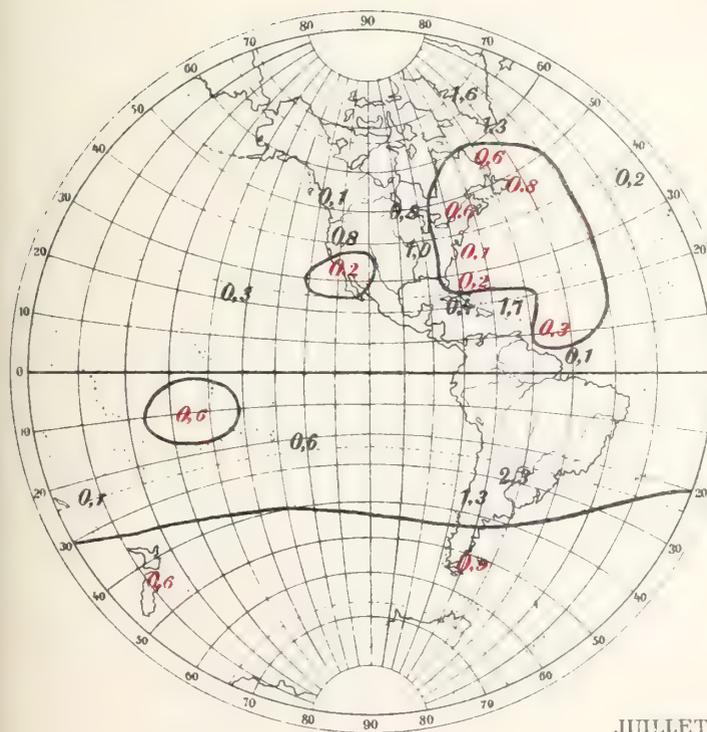








JANVIER 1898

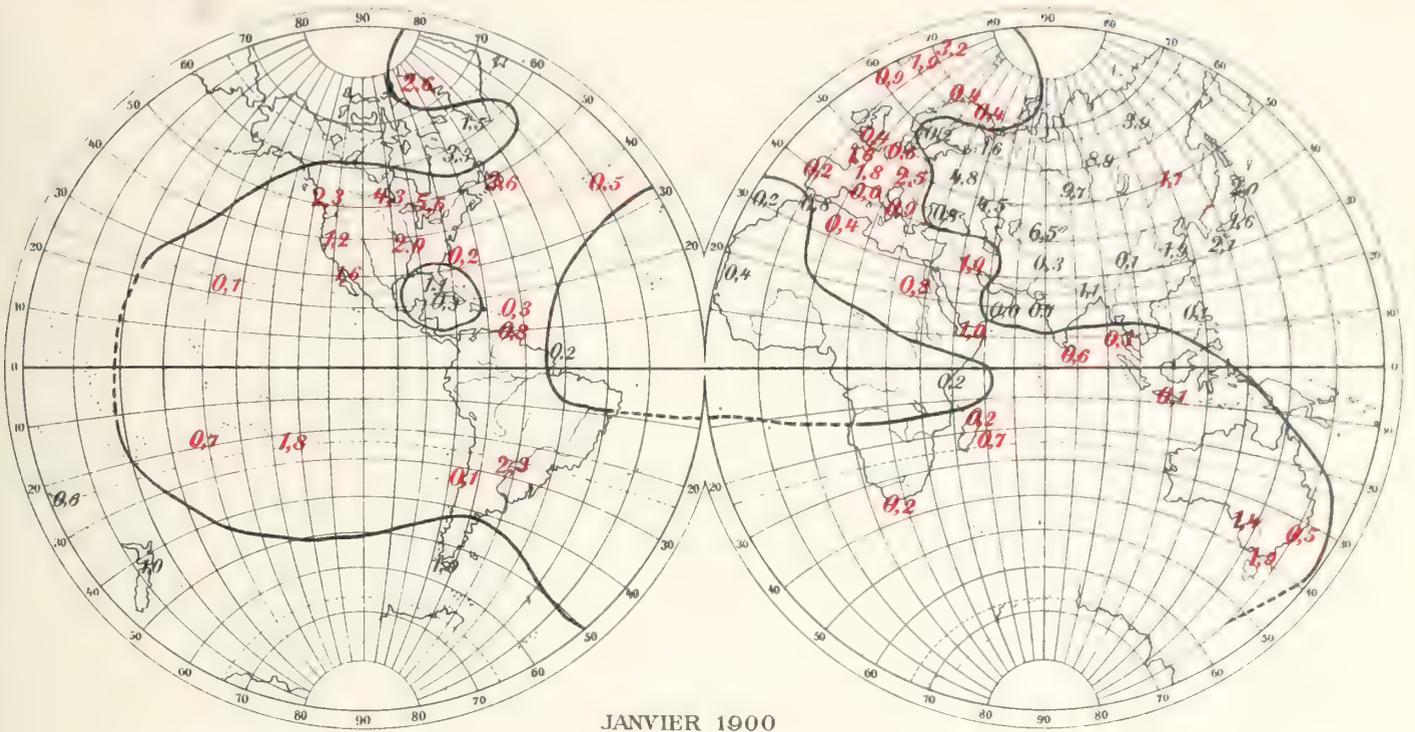


JUILLET 1898

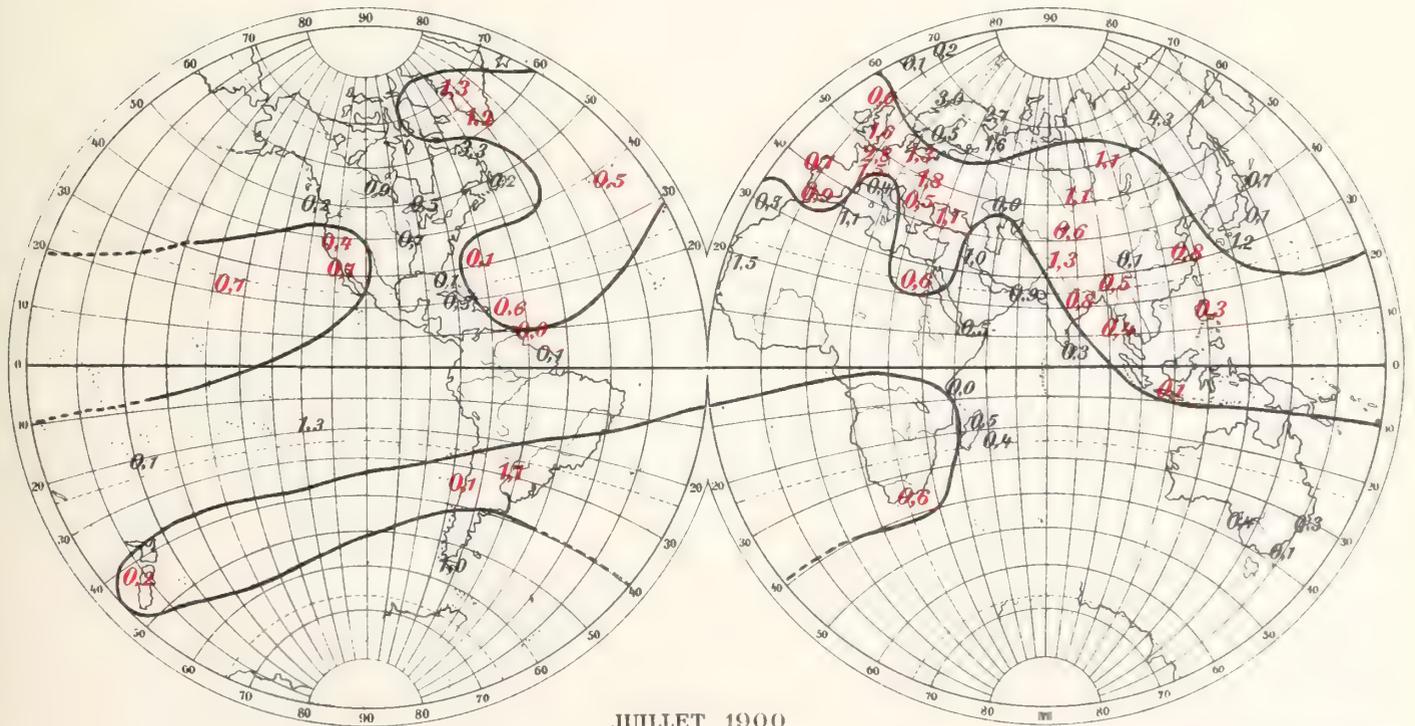






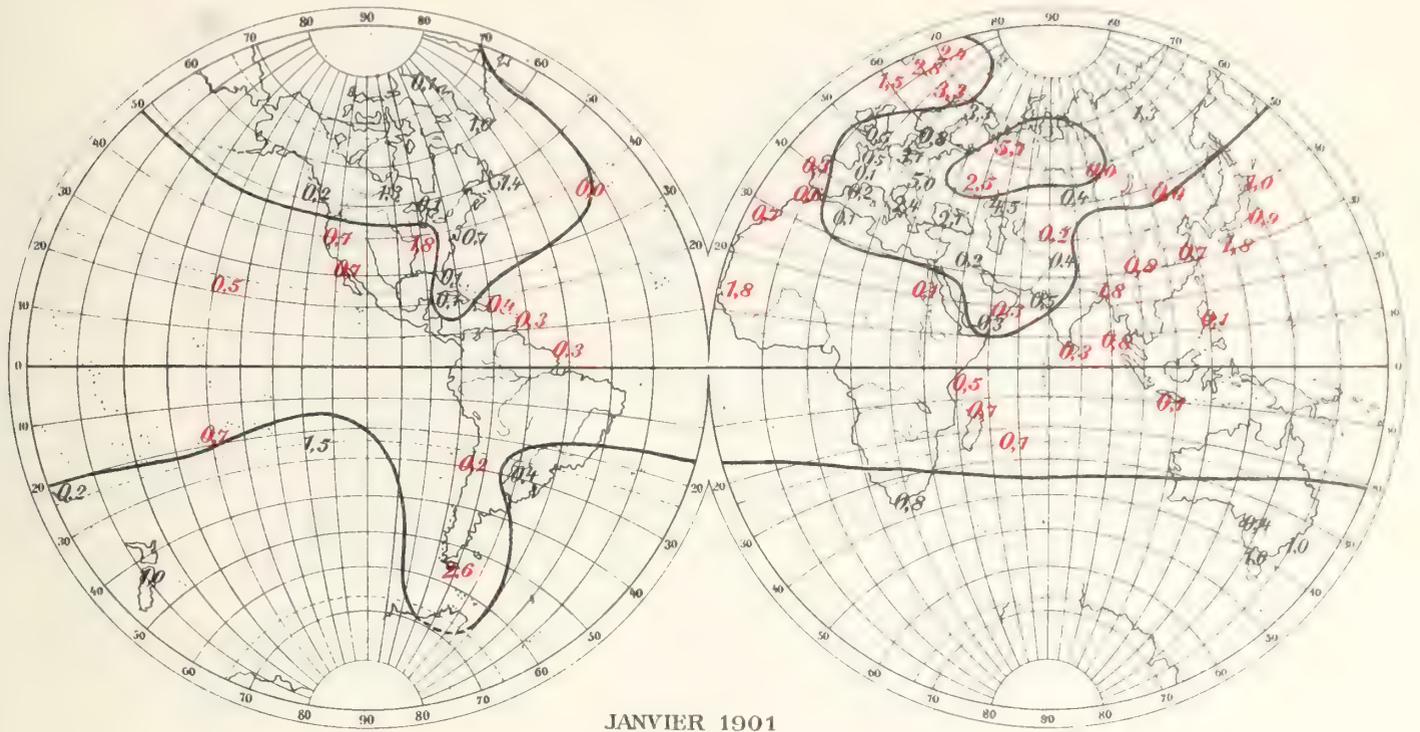


JANVIER 1900

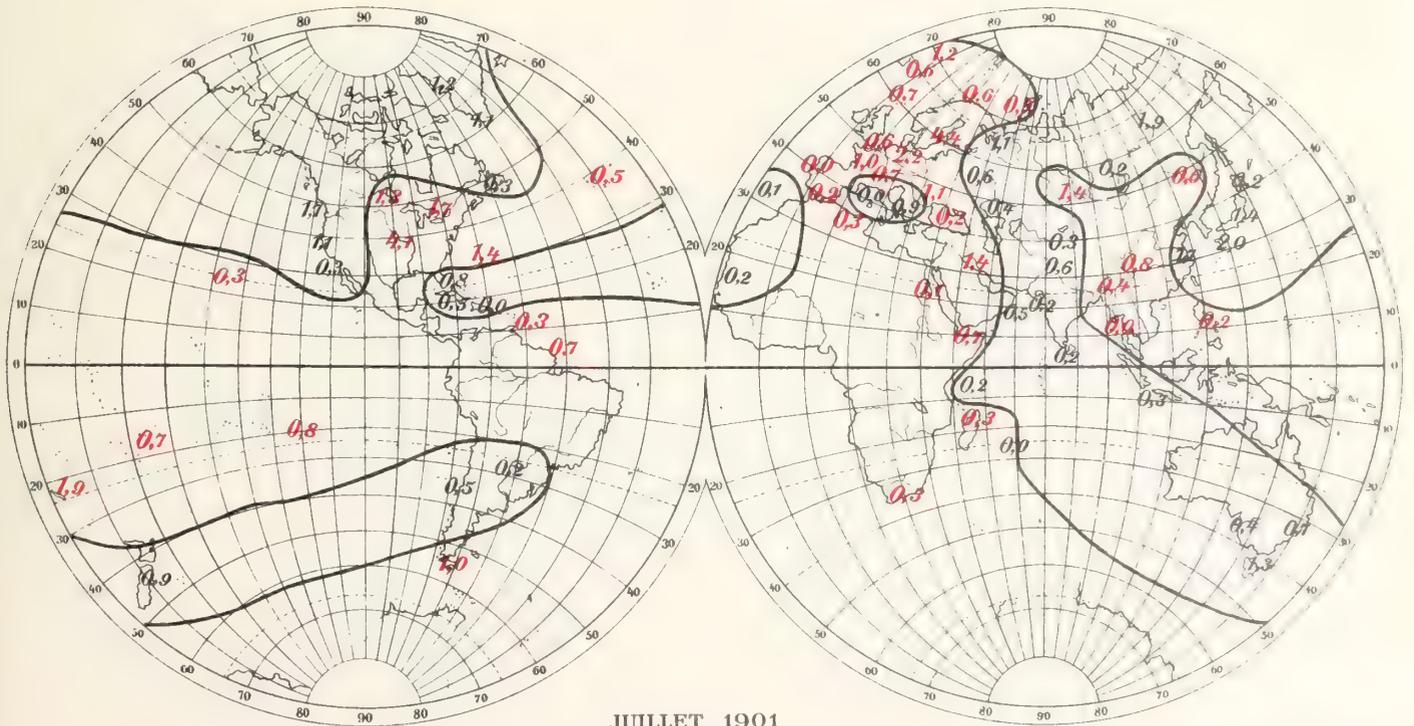


JUILLET 1900



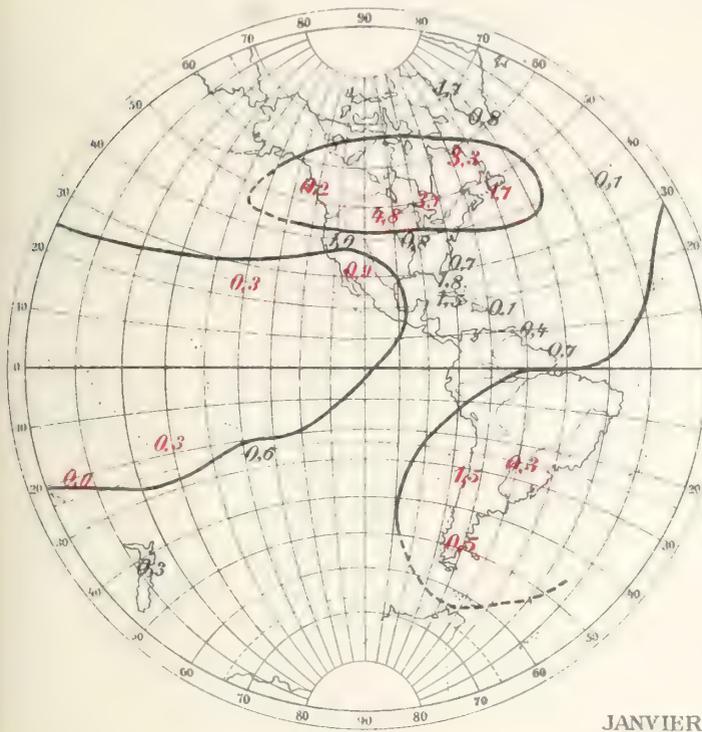


JANVIER 1901

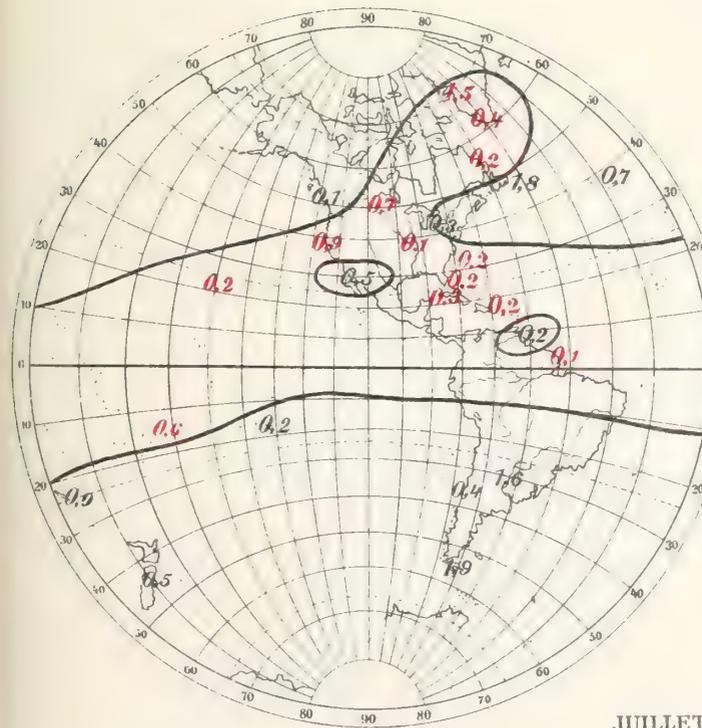
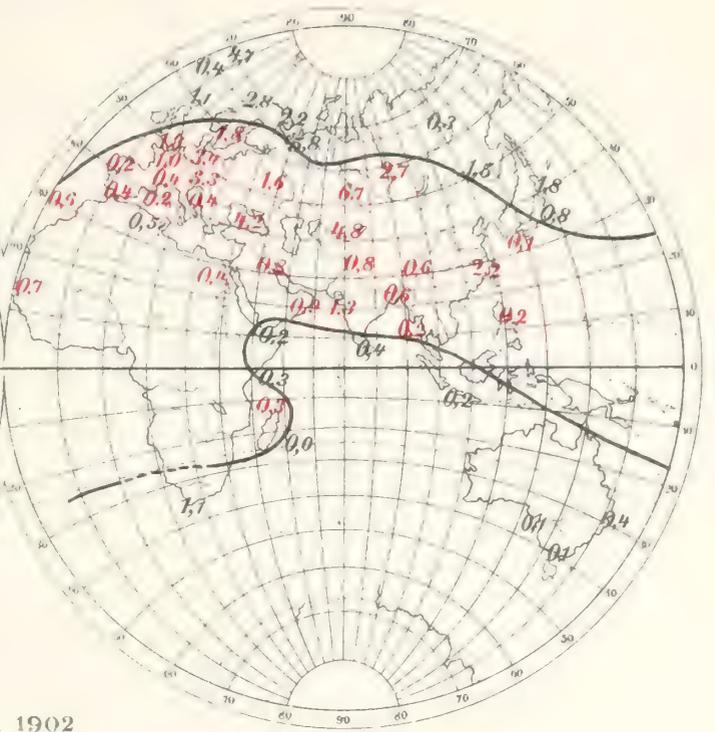


JUILLET 1901

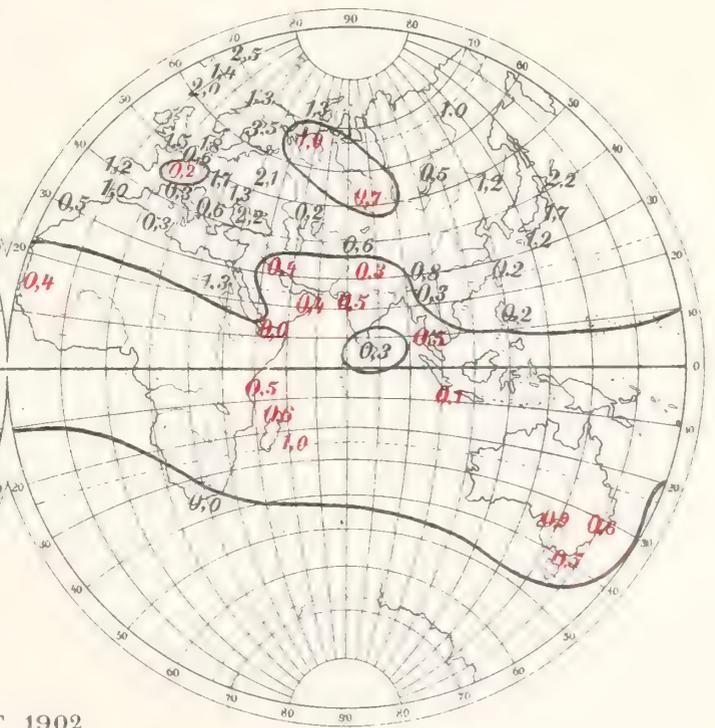




JANVIER 1902



JUILLET 1902



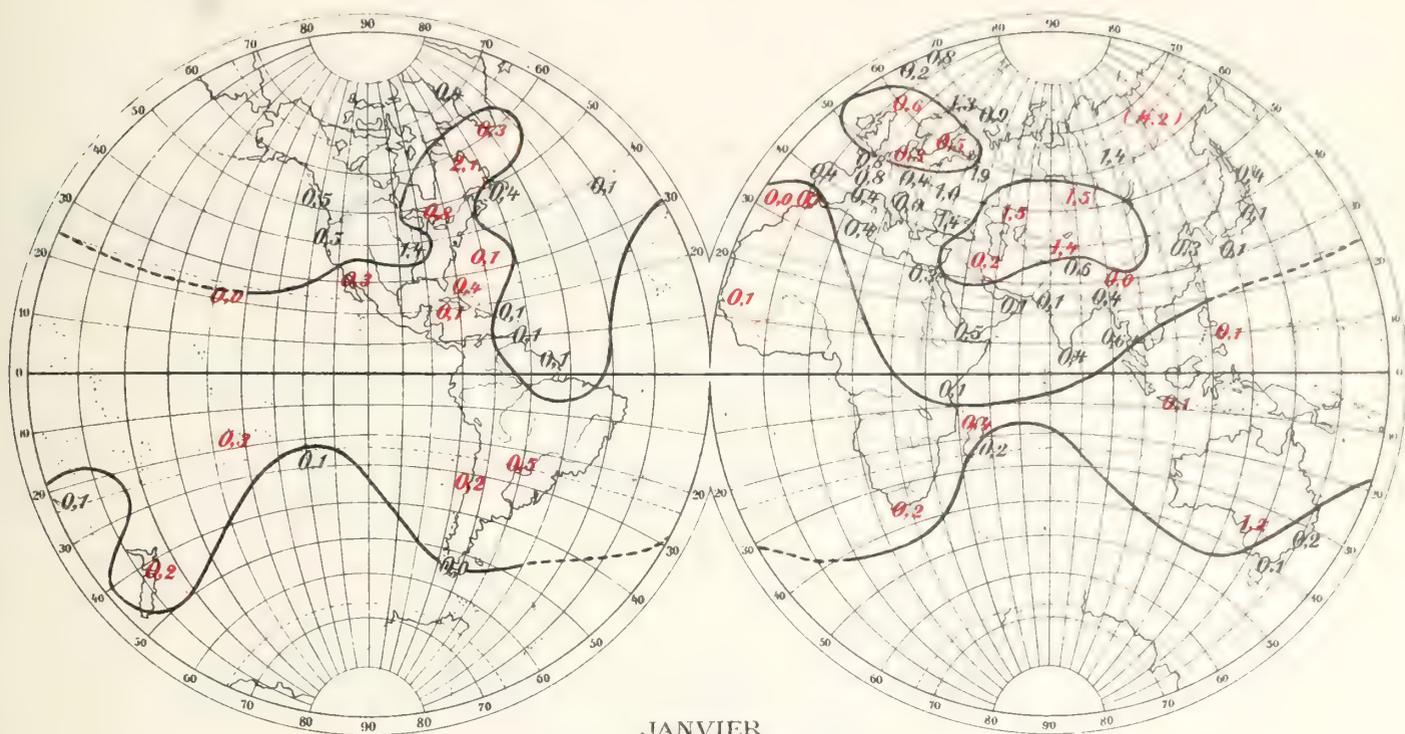




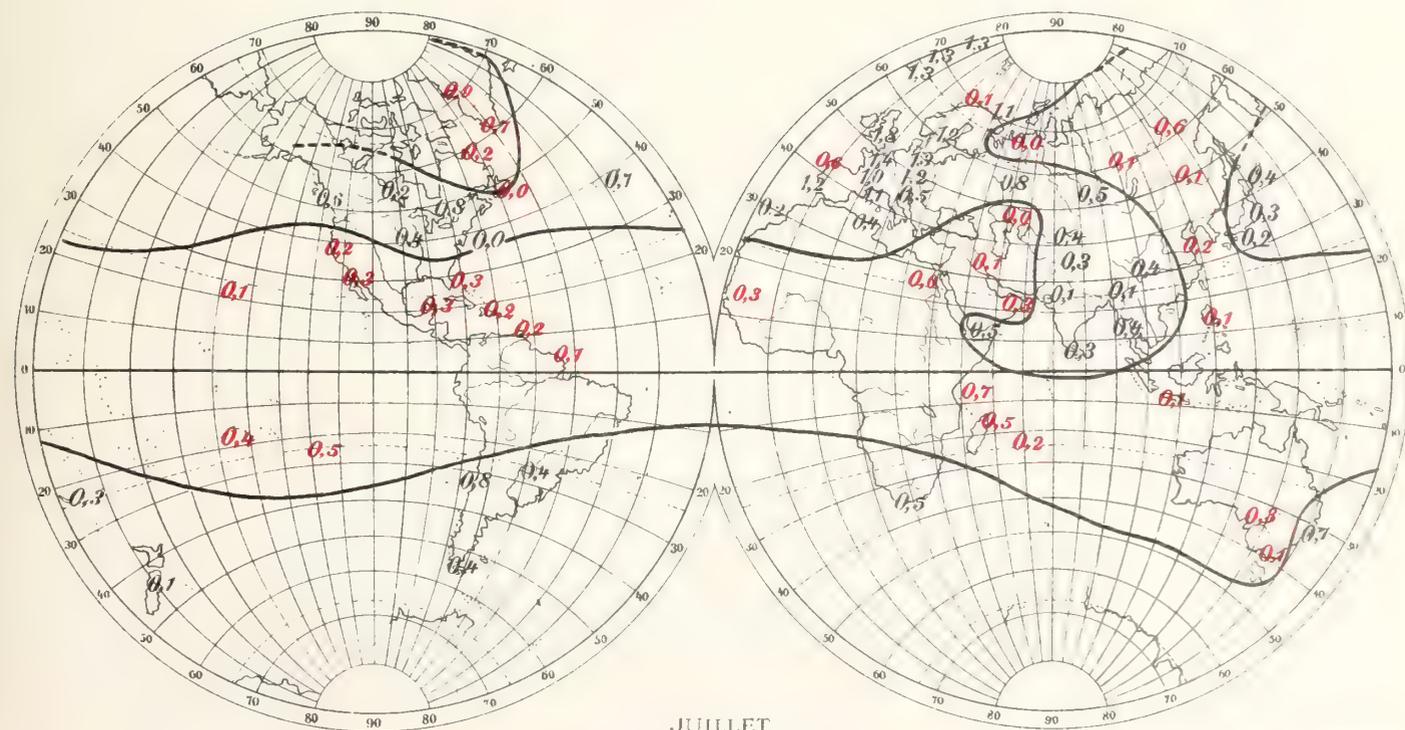








JANVIER  
1888, 1889, 1902 et 1903.



JULIET  
1888, 1889, 1902 et 1903.



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. N:o 9.

# BOTANISCHE ERGEBNISSE

DER

SCHWEDISCHEN EXPEDITION NACH PATAGONIEN

UND DEM FEUERLANDE 1907—1909

IV.

STUDIEN ÜBER DIE VEGETATION DER JUAN FERNANDEZ-INSELN

VON

**CARL SKOTTSBERG**

MIT 7 TAFELN UND 12 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 13. MAI 1914 VON G. LAGERHEIM UND O. JUEL

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1914



Unsere Expedition hatte ursprünglich auf ihr Programm lauter Untersuchungen in den südlichsten Teilen von Südamerika gesetzt. Durch das beispiellose Entgegenkommen der chilenischen Autoritäten wurde eine bedeutende Erweiterung ermöglicht, und u. a. konnte ein Besuch auf den Juan Fernandez-Inseln, welcher aus gewissen Gründen sehr erwünscht war, bewerkstelligt werden. Insbesondere sind wir dem damaligen »director general« der chilenischen Kriegsflotte, Vizeadmiral JORGE MONTT, Dank schuldig. Für die Inselfahrt wurde das grosse und bequeme Transportschiff »Casma« ausgerüstet. Wir verliessen Valparaiso am 20. August 1908 und kehrten am 31. zurück. Durch die grosse Liebenswürdigkeit, welche uns von dem Kommandanten, Kapitän F. DUBLÉ, wie von den übrigen Offizieren, erwiesen wurde, haben unsere Arbeiten eine bedeutende Erleichterung erfahren. Ich benutze diese Gelegenheit um ihnen unsren tiefgefühlten Dank auszusprechen. Hier soll auch erwähnt werden, dass mein treuer Freund und Begleiter, Dr. phil. P. D. QUENSEL neben seinen geologischen Studien auch gelegentlich botanische Sammlungen machte.

Die Bearbeitung der gewonnenen Resultate hat leider viel Zeit in Anspruch genommen, weil sie ein Mal über das andere unterbrochen werden musste. Da ich sie jetzt endlich veröffentlichen kann, ist es mir eine angenehme Pflicht, den folgenden Herren Kollegen, welche durch ihre Spezialkenntnis von gewissen Gruppen meine Arbeit sehr gefördert haben, meinen herzlichsten Dank zu sagen: Dr. G. BITTER — Bremen (*Acaena*, *Margyricarpus*), Dr. C. DE CANDOLLE — Genève (*Peperomia*), Herr C. CHRISTENSEN — Kopenhagen (*Pteridophyten*), Oberpfarrer G. KÜKENTHAL — Coburg (*Cyperaceen*), Dr. R. PILGER — Berlin (*Plantago*, *Gramineen*), Dr. H. ROSS — München (*Urtica*). Die Laubmoose wurden von M. J. CARDOT — Charleville, die Lebermoose von Herrn F. STEPHANI — Leipzig, die Flechten von Dr. A. ZAHLBRUCKNER — Wien gütigst bearbeitet. STEPHANI'S Abhandlung erschien als Nr. 2 in dieser Serie, die beiden übrigen werden folgen.

\* \* \*

Die Juan Fernandez-Gruppe umfasst zwei grössere Inseln, Masatierra (oft Juan Fernandez genannt) und Masafuera; an der Westspitze der ersteren liegt das Inselchen Santa Clara, welche von uns nicht besucht wurde. Masatierra liegt 360 Seemeilen westlich von Valparaiso, Masafuera 92 Meilen westlich von der ersteren Insel. Beide sind hohe, gebirgige Vulkaninseln (über die Geologie weiter unten); die höchste

Spitze von Masatierra, der Yunque (Amboss) ist 927, der Gipfel von Masafuera 1850 bis 2000 m (nach verschiedenen Angaben) hoch. Der Flächeninhalt von Masatierra ist etwa 95, von Masafuera etwa 85 qkm. Die Küste ist meistens eine offene, steile Felsenküste, wo die Landung sehr schwierig, an sehr vielen Stellen unmöglich ist. Ebener Boden breitet sich auf Masatierra in den grösseren Tälern aus, besonders in der Bahía Cumberland und Puerto Ingles, nimmt aber sehr unbeträchtliche Flächen ein. Die Cumberland Bai ist der einzige Hafen der Inseln. Masafuera bildet einen regelmässigen Kegel, der sich sehr steil aus dem Meer auftürmt. Die Landung ist hier immer mit Schwierigkeiten verknüpft. Die Ostküste ist durch tiefe Canons zerschnitten, deren innerster Teil fast unglaublich eng sein kann. Oben breitet sich auf 800–1200 m das eigentümliche Hochplateau, Plano de la mona, aus; auf seinem südwestlichen Teil erhebt sich ziemlich sanft der Gipfel, Los Inocentes genannt.

## KAP. 1.

### Floristische und systematische Bemerkungen.

Ich habe es für unnötig gehalten, eine Flora zusammenzustellen. Für eine Reihe von Arten, die ich nicht selbst gesammelt habe oder welche sehr häufig sind, könnte ich nichts mitteilen, was nicht schon JOHOW oder andere Forscher veröffentlicht haben. Ich beschränke mich also hier auf ein Verzeichnis aller Arten, von denen ich etwas von Interesse zu berichten habe. Ausserdem wurden solche immer mitgenommen, die bei JOHOW unter anderen Namen vorkommen. Da sich meine kleine Liste der seinigen als eine Ergänzung direkt anschliesst, wurde seine Reihenfolge beibehalten. Ausser meiner Sammlung, welche zwischen den Museen in Upsala und Stockholm verteilt worden ist, habe ich auch eine von D. DOUGLAS 1824 auf Masatierra zusammengebrachte zur Bestimmung gehabt; sie gehört dem Botanischen Museum der Universität Lund. Die Hauptsammlung von DOUGLAS wurde von HOOKER und ARNOTT behandelt; die in Lund befindlichen Exemplare lagen jedoch unbestimmt da. Hier werden auch von dieser Kollektion nur Arten, die besondere Aufmerksamkeit verdienen, berücksichtigt. Für die Übersendung bin ich Herrn Professor Dr. S. MURBECK zu Dank verpflichtet.

#### Angiospermae.

#### Compositae.

*Erigeron fruticosus* DC. 1836 (Terranea fernandezia COLLA 1835).

Streng genommen, sollte diese Pflanze *Erigeron fernandezius* (COLLA) heissen. Es gibt nun ein *E. Fernandezi* PHIL., aus Chile, und trotzdem die Nomenklaturregeln

von 1912 beide Namen als zulässig erklären, finde ich sie zum Verwecheln ähnlich, so dass ich es nicht für geraten halte, den immer gebrauchten Namen *E. fruticosus* DC. mit dem anderen zu ersetzen.

JOHOW bemerkt (S. 51), dass sämtliche von ihm auf Masafuera beobachteten Exemplare ganz unzugänglich waren. Ich sammelte aber die Pflanze sowohl auf dem Hochplateau oberhalb 1200 m wie auch im Inneren der Quebrada de las Casas.

**\*Erigeron canadensis L.<sup>1</sup>**

Masatierra, Bahía del Padre! Unkraut.

**\*Lagenophora hirsuta LESS.**

Masafuera, auf dem Hochplateau, 1200 m! Die Exemplare sind steril, die Blätter stimmen aber gut mit dem Typus überein.

**Bidens leucantha (L.) WILLD.**

Masatierra, Strandfelsen bei Bahía Cumberland! und bei Puerto Frances (QUENSEL!).

**Bahia ambrosioides LAG.**

Masafuera, Strandfelsen unweit der Landungsstelle!

**Gnaphalium cheiranthifolium LAM. coll. var. paniculatum (COLLA).**

Dürfte am besten als Varietät angeführt werden.

Masatierra, Felsen bei den Höhlen in Bahia Cumberland!

**Gnaphalium purpureum L.**

Nach REICHE, Flora IV p. 71 hat GERMAIN auf Masafuera eine verkümmerte Form dieser Art gesammelt. In DOUGLAS' Kollektion liegen typische, hochwüchsige Exemplare aus Masatierra! Wahrscheinlich eingeschleppt.

**\*Gnaphalium spicatum LAM. var.**

Masafuera, auf dem Hochplateau, 1000 m! Die vegetativen Teile (bes. Blattform, Behaarung) erinnern stark an die Var. *consanguineum* GAUDICH. aus den Falkland-Inseln, so auch die Blütenköpfe (äussere Schuppen spitz, unten dicht wollig); letztere sind aber zu einer fast kugelrunden Ähre zusammengedrängt. Übrigens ist das Material zu dürftig, um nähere Bestimmung zu erlauben.

**Centaurodendron dracaenoides JOHOW. — Taf. 5 Fig. 2, 3.**

Diese merkwürdige, von JOHOW entdeckte Pflanze wurde jetzt zum zweiten Mal gefunden und zwar ungefähr an der Originalstelle (Masatierra, Nordabhang von Portezuelo de Villagra, c. 500 m). Leider waren sämtliche Stöcke (etwa ein halbes Dutzend) ganz verblüht.

**Centaurea melitensis L.**

JOHOW glaubt diese Art als erster gefunden zu haben und zwar bei Bahía del Padre, wo sie noch wächst. Ein Exemplar befindet sich aber schon in der DOUGLASschen Sammlung.

<sup>1</sup> Mit einem Stern sind die auf den Inseln zum ersten Mal beobachteten Arten bezeichnet.

**Silybum marianum** GAERTN.

Als Sammler wurde bisher nur JOHOW (S. 65) angegeben, die Art wurde aber schon von DOUGLAS (!) gefunden. An der von JOHOW für Masafuera angeführten Stelle habe ich sie auch beobachtet.

**Dendroseris gigantea** JOHOW.

Am Originalfundort, steile Felsenwände in der Quebrada de las Casas auf Masafuera, fand ich einige Bäumchen. Ich konnte sie ebensowenig wie JOHOW erreichen, durch Werfen von Steinen erhielt ich aber einige Blätter, welche sichere Bestimmung erlauben.

## Rubiaceae.

**\*Nertera depressa** BANKS.

Masafuera, Wald NW vom Landungsplatz! Hochplateau, 1200 m! JOHOW hat mir mündlich mitgeteilt, dass er die Pflanze auf Masafuera gesammelt hat, ob schon sie durch Versehen nicht in seiner Flora Aufnahme fand.

## Campanulaceae.

**Wahlenbergia fernandeziana** A. DC.

Auch an Strandfelsen in Puerto Ingles (Masatierra) aber typisch! (vgl. JOHOW, S. 75).

**Wahlenbergia Masafuerae** (PHIL.) SKOTTSB. (Euphorbia? Masafuerae PHIL. 1856; *W. tuberosa* HOOK. fil. 1875).

Masatierra (DOUGLAS n. 48!) Diese Art wurde bisher als in Masafuera endemisch angesehen. DOUGLAS gibt keinen Fundort an, aus seinem eigenen Reisebericht in HOOKER'S Companion etc. II geht aber hervor, dass er Masafuera nicht besucht hat. Wenn also keine Verwechslung vorliegt, muss die Art auch auf Masatierra vorkommen. Übrigens bemerkt JOHOW, S. 76 dass seine Exemplare aus Santa Clara, die er als *W. Berteroi* HOOK. et ARN. aufführt, möglicherweise *W. Masafuerae* gehören.

## Plantaginaceae.

**Plantago fernandezia** BERT.

Spärliche Exemplare wurden von uns an dem einzigen bekannten Fundort, dem Nordabhang von Portezuelo de Villagra, beobachtet.

**\*Plantago Skottsbergii** PILGER n. sp.

»Parva, humilis, radice tenui satis elongata; *folia* pauca vel numerosiora ± decumbentia rosulata, tenuia sed satis rigidula, lanceolata, sensin cuneatim angustata, apice ipso obtusa, basin versus sensim auguste cuneatim angustata, basi longe albedo—cinereo-lanigera, 2,5—4 cm longa, 5—8 mm lata, supra et subtus villis longioribus vix inspersa, demum glabrata, margine longius ± villosociliata, margine (in

foliis angustioribus) subintegra vel (in foliis latioribus) conspicue dentibus nonnullis obtusis notata; *pedunculi* pauci breves, cum spica vix 1 cm superante quam folia breviores, dense pilis brunnescentibus hirsuto-villosi; *bractea* calyce parum brevior, triangulari-ovata, obtusa, 3 mm longa, villis brevioribus et longioribus inspersa, mediano crassa; *sepala latiora* rotundato-ovata, obtusiuscula, concavata, subaequilatera, 3 mm longa, ad medianum villis longioribus et brevioribus inspersa, margine superne parce brevius ciliata, mediano crasso dorso subcarinata; *sepala angustiora* angusta, ovalia, valde inaequilatera (margine latere altero subnullo) rotundata vel subtruncata, crassinervata, ad nervum et ad marginem angustum villis rigidulis brevioribus inspersa; flores clausi; *corollae lacinae* anguste ovatae, acutatae, acutissimae, 3 mm longae; ovula 2, semina in specim. nondum evoluta.

Masatierra, Bahía del Padre (SKOTTSBERG n. 744!).

Die neue Art ist verwandt mit *P. truncata* CHAM. subsp. *firma* (KZE) PILGER, aber verschieden durch die Behaarung und Zähnelung der Blätter, niederliegende Rosette, sehr kurze Blütenstände, starke Zuspitzung der Corollenzipfel und die Behaarung der Kelchblätter. (Mitteilung von Dr. R. PILGER.)

#### Verbenaceae.

*Verbena litoralis* KTH.

Nicht seltenes Unkraut, schon von DOUGLAS (!) gefunden (vgl. JOHOW, S. 79).

#### Solanaceae.

*Solanum fernandezianum* PHIL.

Nach BITTER (FEDDE, Repert. XI, 1912) eine gute Art, die jedoch anderen chilenischen Festlandsarten nahe steht (besonders dem *S. etuberosum* LINDL.).

*Nicotiana cordifolia* PHIL. — Taf. 6 Fig. 4.

Ich fand diese Art an dem einzigen bekannten Fundort, Quebrada de las Vacas auf Masafuera. Sie wächst besonders an der steilen Südseite des Cañons, ein paar Kilometer vom Strande entfernt. Ich sah vielleicht etwas über zwanzig Exemplare; die meisten waren schwer zugänglich. Sie stand in voller Blüte. Die Blüten sind aussen grünbraun, innen rotbraun, gegen die Mündung grünlich; der zurückgerollte Rand ist purpurn (atropurpureus).

*Physalis peruviana* L. (Ph. pubescens R. & P. ap. JOHOW).

#### Polemoniaceae.

*Gilia valdiviensis* GRISEB.

Kommt nach REICHE auf Masafuera vor (nähere Angaben fehlen). Es dürfte sich vielleicht um eine zufälligerweise eingeführte Art handeln. Sie ist in Chile und Patagonien häufig.

## Convolvulaceae.

*Calystegia Hantelmannii* PHIL.

Der einzige bekannte Fundort auf den Inseln ist Quebrada de las Casas auf Masafuera, wo ich sie in grosser Menge beobachtete, von den steilen Felswänden im innersten Teil herabhängend.

## Ericaceae.

*Pernettya rigida* (BERT.) DC.

Das einzige aus Masafuera bekannte Exemplar ist ohne Fundortsangabe (vgl. JOHOW, S. 87). Ich sammelte sie auf dem Hochplateau, c. 1200 m!

## Leguminosae.

*Sophora tetraptera* AIT. subsp. *fernandeziana* (PHIL. s. l.).

Die *Sophora*-Arten der Sektion *Edwardsia* bedürfen einer Revision. Wie PHILIPPI (Bot. Zeit. 1856, 1873) zeigte, sind die Formen auf Juan Fernandez von denen des Festlandes in mehreren Hinsichten verschieden. Er beschrieb 1856 *Edwardsia fernandeziana* und später noch zwei Arten, *E. Reediana* und *E. masafuerana*. Sämtliche werden von JOHOW, welcher dabei HEMSLEY folgt, zu *S. tetraptera* AIT. gestellt; mit dieser Art wird auch *S. microphylla* JACQ. vereinigt. Das drei verschiedene Arten auf Juan Fernandez wachsen, glaube ich nicht. *E. fernandeziana* und *Reediana* unterscheiden sich nach PHILIPPI beide von der Küstenform durch längeren Nagel der Kronblätter. Von *E. masafuerana* sind nur vegetative Teile bekannt. Jedenfalls stehen die Insel-Arten einander sehr nahe und ich fasse sie hier als Formen einer Subspezies zusammen, für welche ich den ältesten Namen behalte. Ich bin nämlich davon überzeugt, dass sie nicht ohne weiteres zu *S. tetraptera* AIT. gezogen werden können. Meine aus Masafuera stammenden, fruchttragenden Exemplare unterscheiden sich nämlich bedeutend von der Küstenform. Die Blätter sind nur 6—10-paarig (gegen 10—20), die Blättchen sind kürzer und breiter, sehr stumpf und bisweilen in der Spitze ausgerandet; ihre Konsistenz ist derber. Die Unterseite ist ± dicht mit grauweissen Haaren bedeckt, Mittelnerve und Rachis sind mit weissen Seidenhaaren dicht bekleidet. Die an ausgewachsenen Blättern der Festlandsform spärliche Behaarung ist rotbraun. PHILIPPI hat die Früchte nicht beschrieben. Diese unterscheiden sich bedeutend von denen der Hauptart, sie sind viel schlanker, die fertilen Abschnitte sind wenig angeschwollen, die Flügel sind kaum ausgebildet.

*Medicago denticulata* WILLD.

Bisher waren von diesem Unkraut nur die von MOSELEY gefundenen Exemplare bekannt. Schon DOUGLAS (!) hatte es aber gesammelt.

*Melilotus parviflora* DESF.

Masatierra (DOUGLAS!). Sonst nur von JOHOW gesehen.

## Rosaceae.

*Acaena argentea* R. & P. var. *grandiceps* BITT. Monogr. *Acaena* S. 217 und var. *pluribracteata* BITT. l. c. S. 216, Taf. XXI.

Sowohl HEMSLEY als JOHOW sind von der Meinung, dass diese Art nicht der ursprünglichen Flora angehört, und seitdem ich ihr Auftreten studieren konnte, bin ich von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugt. Es ist also von Interesse, dass BITTER die Inselformen als besondere Varietäten aufgestellt hat. Ich sammelte nur var. *pluribracteata*.

\**Acaena ovalifolia* R. & P. var. *insulae-exterioris* BITT. l. c. S. 245.

Masafuera, am Rand eines Bächleins auf dem Hochplateau, 1100–1300 m! Im Innern der Quebrada de las Casas!<sup>1</sup> Die Varietät ist endemisch.

\**Acaena masafuerana* BITT. l. c. S. 45, Taf. II.

Masafuera, Hochplateau bei 1100–1300 m!

*Margyricarpus setosus* R. & P. subsp. *digynus* BITT. nov. subsp.

»Rami irregulariter tortuosi, adscendentes; lamina 4–5-juga, foliola manifeste longiora quam in ceteris formis speciei, circ. 10–12 mm longa, setis apicalibus omnino destituta; sepala in statu fructifero patentia vel reflexa, 2,5:1 mm; filamenta usque ad 3,6 mm longa, antherae 1 mm longae, 1,3 mm latae; cupulae semper carpella duo continentis.

Masatierra: GAY! PHILIPPI! (herb. Vindob.) SKOTTSBERG! (nr 412, in locis siccis, valle Colonial, herb. Upsal.).

Margines vaginarum a basi usque ad apicem dense pilis curvatis villosulae, non basi glabrae ut contendit cl. PRESL (Epim. botan. in Böhm. Ges. Wiss. Abh. 5. Folge, Bd VI) pro »specie» sua *M. imberbis*, oriunda e Peruvia et ex insula Juan Fernandez.

Die Inselform von Juan Fernandez weicht ausser durch die nur ihr zukommenden zwei Karpelle habituell erheblich von den festländischen Formen des *M. setosus* durch den robusteren Wuchs und vor allem durch die längeren Blättchen ab. Für sie allein die PRESL'sche Bezeichnung »imberbis» beizubehalten, erwies sich als untunlich, da dieser Autor auch peruanische Pflanzen zu seiner Beschreibung zitiert und zwar an erster Stelle. Ausserdem kann seine Darstellung keineswegs allein auf die Pflanze von Juan Fernandez bezogen werden, sie trifft sogar in verschiedenen Punkten nicht auf sie zu.

Soll man in dem ausschliesslich auf die Juan Fernandez-Pflanze beschränkten Vorkommen von zwei Karpellen einen primitiven Zug der isolierten Inselform gegenüber den in der Reduktion weiter fortgeschrittenen Formen des Festlandes erblicken? Mitteilung von Dr. G. BITTER. — Ausser den von JOHOW angeführten Fundorten verdient der mit Gräsern bedeckte, heideartige Abhang nördlich von Bahía Villagra, wo *Margyricarpus* recht häufig ist, besondere Erwähnung.

<sup>1</sup> Betreffs der Var. *microphylla* PHIL. ex sched. s. BITTER, l. c. S. 238 und Weit. Unters. S. 492. Die Pflanze soll wahrscheinlich aus Masatierra stammen und als Sammler wird PHILIPPI 1873 angegeben. Bemerkte sei nur, dass, soweit bekannt, PHILIPPI nur einmal, im Jahre 1864, die Inseln besuchte. Auch wurde nach JOHOW (S. 38) 1873 überhaupt keine Sammlung auf J. Fern. gemacht.

**\*Rubus geoides SM.**

Masafuera, Hochplateau, bei c. 1200 m! Die Exemplare waren steril, sind aber typisch.

## Halorrhagidaceae.

**Halorrhagis erecta (MURR.) SCHINDL. (H. alata JACQ.)**

Über die Behaarung schreibt SCHINDLER (S. 49): »Suffrutex . . . glaberrimus. Folia . . . glaberrima, sublaevia vel minute scabra». Dies trifft für die von mir auf Masatierra gefundenen Exemplare zu. Dagegen haben die in Quebrada de las Casas auf Masafuera gefundenen rauh behaarten Stamm und Blätter, so dass man diese »scaberrima» nennen würde. Ausserdem sind die Blätter grösser und mehr langgestreckt. Ob wir es, wie es jedenfalls scheint, mit einer besonderen Form zu tun haben, weiss ich nicht, denn die Exemplare waren leider steril. Ich benenne sie vorläufig var. *scabra* SKOTTSB. Die Angabe, dass die Art auch in Chile (GERMAIN) vorkomme, ist unzutreffend. Alle von GERMAIN gesammelten Exemplare stammen, soviel ich weiss, aus Juan Fernandez.

**Gunnera L.**

BERTERO bezeichnete seine auf Juan Fernandez gesammelten Gunnerae (n. 1463!) fälschlich als *G. chilensis* LAM. (*G. scabra* R. & P.). Seine *G. scabra* var. wurde von STEUDEL in J. J. BENNETT u. ROB. BROWN Plantae javanicae rariores p. 75 (1838) als *G. bracteata* beschrieben. In Bot. Zeitung XIV (1856) beschrieb PHILIPPI *G. glabra* PHIL., *G. peltata* PHIL. und *G. insularis* PHIL. JOHOW wie auch REICHE haben nur zwei Arten, *G. peltata* PHIL. und *G. bracteata* STEUD., mit welcher *G. glabra* und *insularis* identisch sein sollen.

Nun hat aber SCHINDLER im »Pflanzenreich» sämtliche Arten PHILIPPI's aufgenommen, und beschreibt ausserdem, wieder nach einem Stück von BERTERO n. 1463 eine neue Art, *G. pyramidalis* SCHINDL. Ich kann aber die Darstellung SCHINDLER's nicht mit meinen eigenen Resultaten in Übereinstimmung bringen.

Auf Masatierra wachsen, soweit ich sehen konnte, nur zwei Arten: eine von diesen ist glatt und hat ganzrandige Ligulae, die andere ist rauh und hat stark zerschlitzte Ligulae. JOHOW hat nun einmal einige Pflanzen gefunden, welche ziemlich rauhe Blätter, aber ganzrandige Ligulae hatten, und möchte darin Bastarde erblicken. Ich habe keine solchen Pflanzen gesehen, sondern nur die zwei soeben erwähnten Typen. Die eine von diesen, welche glatt ist, stelle ich mit HEMSLEY, JOHOW etc. zu

**Gunnera bracteata STEUD. Textfig. 1.**

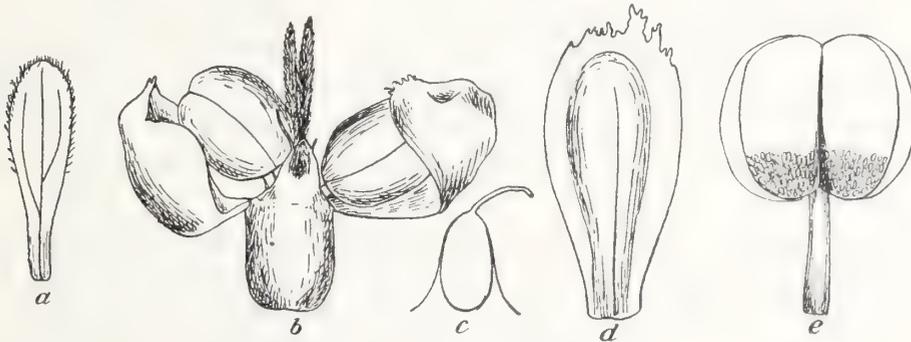
STEUDEL's Diagnose führe ich hier an (die Abschrift verdanke ich meinem Freunde A. GEPP in London): »*G. bracteata*, hermaphrodita, foliis glabris reniformibus angulato-lobatis minute dentato-serrulatis, bracteis spicisque pedunculatis elongatis.

*Gunnera scabra*, var. *Bert. in Herb.*, n:o 1463.

*G. bracteata*, *Steud. in Herb. Bert.*»

Nach dem BERTERO'schen Material wurden von HEMSLEY einige Abbildungen (Challenger. Bot. T. LIV) veröffentlicht. Mit diesen Abbildungen stimmen meine Exemplare der glatten Art vollständig überein. Die Ligulae werden von HEMSLEY nicht beschrieben oder abgebildet, dagegen wird von JOHOW besonders hervorgehoben, dass sie ungeteilt sind. Da nun aber die von SCHINDLER gegebene Beschreibung in mehreren Punkten erheblich von der hier als *G. bracteata* aufgefassten Pflanze abweicht, werde ich diese nach meinem Material ausführlich beschreiben. Es ist vielleicht nicht überflüssig zu erwähnen, dass die unten besprochenen Organe alle mit absoluter Sicherheit zusammengehören. Teile von Infloreszenzen, Blätter etc. eines Herbarexemplars stammen von einem Individuum.

*Rhizom* lang und dick, einen kurzen, selten bis 1 m hohen, aufsteigenden Stamm bildend, einen Schopf von Blättern tragend. *Ligulae* ungeteilt, ganzrandig, eirund, stumpf. *Blattstiel* glatt, ohne Emergenzen, etwa 50 cm lang. *Spreite* lobiert; Loben



Textfig. 1. *Gunnera bracteata* STEUD.

a Tragblatt, nat. Gr.; b Blüte,  $\times 10$ ; c Kelchblatt,  $\times 15$ ; d Kronblatt,  $\times 10$ ; e Staubblatt,  $\times 15$ .

an jungen Blättern spitz, an älteren breiter aber zugespitzt, die Loben wieder schwach lobiert (ebensoviele Abschnitte wie Hauptnerven), am Rand gezähnt; Spreite 50—75 cm diam., von sehr fester Textur, eben und unbehaart, mit besonders an der helleren Unterseite scharf hervortretenden, glatten Nerven. *Gesamtblütenstand* 30—40 cm lang, später verlängert, was besonders von den Partialblütenständen gilt, die bei meinen Exemplaren 7—8, bei den in Kew befindlichen bis 21 cm lang sind. *Tragblätter* stumpf lanzettlich—verkehrt eirund, genagelt, mit ziliertem Rand, 30 mm lang und 8 mm breit. *Blüten* hermaphroditisch, Ovarium 1.5 mm hoch. Kelchblätter mit gewaltiger Glandel, länglich dreieckig, etwa 1 mm lang, am Rande mit 1—2 haarfeinen Emergenzen, die sehr hinfällig sind, versehen, bräunlich. Kronblätter bald abfallend, verkehrt eiförmig mit kurzem Nagel, mit stumpf abgerundeter, zerschlitzter Spitze, löffelförmig, weiss, 4 mm lang und 2 mm breit. Staubblätter 2—2.5 mm lang, davon 1 mm auf den Staubfaden kommend; Staubbeutel biellipsoidisch, 1.5 mm breit, dunkel schwarzrot, mit dichten, niedrigen, platten Warzen skulptiert. Pollen kugelförmig—tetraëdrisch, 30—33  $\mu$ , schwefelgelb, sehr trocken. Griffel der reifen Blüte bis 3.5 mm lang, hellrot. Früchte habe ich nicht gesehen.

Die von SCHINDLER l. c. S. 117 als *G. bracteata* beschriebene Pflanze weicht nun in mehreren Hinsichten von meiner ab. Erstens sollen die Ligulae lang, sehr spitz, stark lobiert sein, mit sehr langen Emergenzen, ferner sollen die Kronblätter aus langem, schmalen Nagel plötzlich löffelförmig verbreitert werden, kleinere Differenze zu verschweigen. Die Blüte ist von HEMSLEY abgebildet worden, und wie oben bemerkt wurde, stimmen meine Pflanzen mit dieser Abbildung überein. Wenn HEMSLEY's Pflanze *G. bracteata* STEUD. ist, und daran zweifle ich nicht, so kann diejenige SCHINDLER's nicht zu dieser Art gehören. HEMSLEY wird von SCHINDLER nicht zitiert. Die von SCHINDLER beschriebenen Ligulae und Bütenteile stimmen gut mit diesen Dingen bei *G. peltata* überein. Da nun BERTERO auch diese rauhblättrige Art in seinem Herbar hatte, unter derselben Nummer und von ihm als *G. scabra* R. & P. bezeichnet, so liegt die Vermutung nahe, dass SCHINDLER's *G. bracteata* auf Material beider Arten gegründet wurde.

*Gunnera glabra* PHIL. stimmt mit der von HEMSLEY, JOHOW und mir *G. bracteata* STEUD. genannten Pflanze gut überein. JOHOW hatte das PHILIPPI'sche Original zur Verfügung. PHILIPPI schildert die Blüten als eingeschlechtlich, wobei die ♂ den Gipfel des Blütenstandes einnehmen (»an spica semper aut casu tantum androgyna?»). Diese Äusserung findet ihre Erklärung darin, dass die Blüten streng dichogam und zwar proterandrisch sind; wenn die apikalen sich öffnen, haben die unteren schon Staubblätter und Krone verloren.

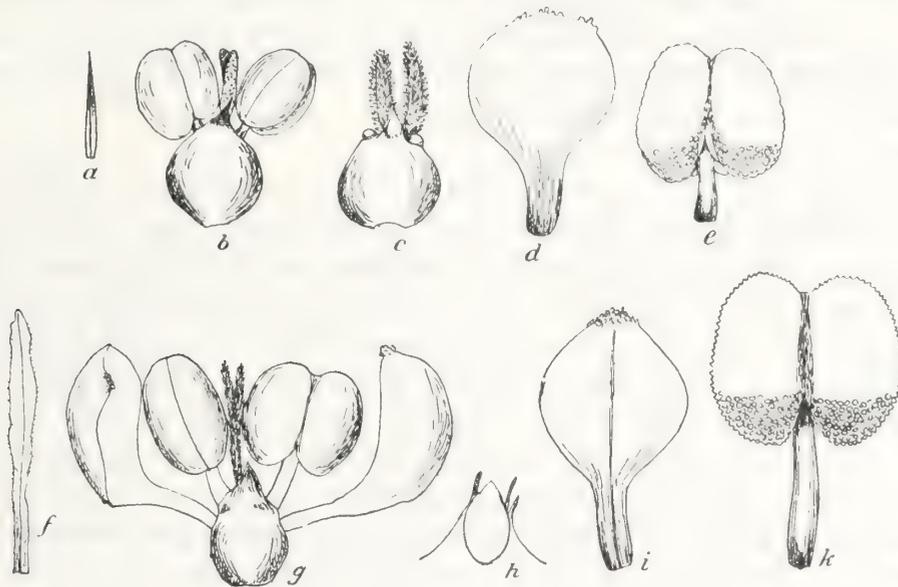
SCHINDLER nimmt *G. glabra* PHIL. als selbständige Art neben *G. bracteata* auf, was ja durch seine Auffassung von der letzteren erklärlich ist. Als Synonym zu *G. bracteata* stellt er dagegen »*G. scabra* PHIL. (non RUIZ et PAV.) Bot. Zeit. (1856) 643.» PHILIPPI hat zwar a. a. O. *G. scabra* erwähnt, aber nur zum Vergleich mit seiner neuen Art *G. peltata*; er hat gar nicht behauptet, dass jene auf Juan Fernandez vorkomme. Eine *G. scabra* PHIL. non RUIZ et PAV. existiert also nicht.

*Gunnera peltata* PHIL. (*G. scabra* BERT. ex p. non RUIZ et PAV., *G. chilensis* HEMSLEY non LAM.) — Textfig. 2, f—k. Taf. 2.

SCHINDLER erklärt, diese Art nicht gesehen zu haben; sie wurde aber auch von BERTERO gesammelt. Es wird im »Pflanzenreich« einfach die Diagnose von PHILIPPI wiedergegeben. JOHOW hat zwar diese etwas ergänzt, aber eine Beschreibung der Blüte fehlt noch.

Der *Stamm* wird mehrere Meter lang und 10—25 cm dick, ist in seinem hinteren Teil, wo er allmählich abstirbt, niederliegend und wurzelnd, steigt dann auf und wird ± aufrecht — die letzten paar Meter —, die Blätter in geringer Anzahl an seiner Spitze tragend. *Ligulae* hellrot, 15—20 cm lang, linealisch—triangulär, mit dickem Mittelnerv, dünnen, lang gefransten Rändern und lang ausgezogener Spitze. Der *Blattstiel* wird meterlang. Die *Spreite*, welche betreffs ihrer Gestalt dieselbe Veränderung wie bei *G. bracteata* erfährt, erreicht oft einen Durchmesser von 0,75—1 m; sie ist im allgemeinen schildförmig und schwach tütenförmig, so dass während Regengüssen erhebliche Quantitäten Wasser angesammelt werden; nierenförmige Blätter mit seitlicher Stielinsertion kommen ausnahmsweise vor. Bei jungen Blättern sind

Stiel wie Nerven der Spreite (auch die feinsten) rauh behaart, aber ohne die  $\pm$  spitzen Höcker, welche die ausgewachsenen, sehr rauen Blätter ganz wie bei *G. chilensis* bedecken. Blütenstand kürzer als der Blattstiel, sicher eine Länge von 5–6 dm erreichend, mit rauh behaarter Achse. Tragblätter linear, fein behaart besonders längs dem Rande, mit kräftigem Mittelnerv, stumpf oder wenigstens ohne ausgezogene Spitze, 25–40 mm lang und 4–5 mm breit. Junge Partialblütenstände 5–6 cm lang (beim Aufblühen) mit einem wenige mm langen, sterilen Basalteil, der später etwas verlängert wird; die Blüten sind sehr dicht zusammengedrängt. In voller Blüte ist die Achse 8–10 cm lang, bei der Fruchtreife 12–13 cm. Die wenige mm starke Achse nimmt dabei nur unbedeutend an Dicke zu. Die Blüten sind zwitтерig



Textfig. 2. *Gunnera chilensis* LAM. (a–e), *G. peltata* PHIL. (f–k).  
a, f Tragblatt, nat. Gr.; b, g Blüte auf ♂-Stadium, c ♀-Bl.,  $\times 10$ ; h Kelchblatt,  $\times 15$ ;  
d, i Kronblatt,  $\times 10$ ; e, k Staubblatt,  $\times 15$ .

und 4 mm hoch. Ovarium breit eiförmig, karminrot, glatt, etwa 1 mm. Kelchblätter 0,75 mm breit, dreieckig,  $\pm$  zugespitzt, sehr dünn aber mit zentraler Glandel, gegen die Spitze mit wenigen fadenförmigen Zipfeln, dunkel karminrot. Kronblätter 3 mm lang und 1,5 mm breit, löffelförmig, mit deutlichem Mittelnerv, schmalen Nagel und scharf abgesetzter, fast kreisrunder Spreite, in der Spitze zerschlitzt, warzig, glatt und weiss. Griffel 2–3 mm lang, karminrot. Staubblätter mit 1–1,5 mm langen gelbgrünen Fäden und 1,5 mm grossen, biellipsoidischen Beuteln, welche eine sehr in die Augen fallende Skulptur von hohen, ziemlich spitzen Warzen zeigen. Pollenkörner 30–33  $\mu$ .

*G. peltata* ist bekanntlich mit *G. chilensis* verwechselt worden; JONOW hat schon gezeigt (S. 98) dass die beiden Arten ganz verschieden sind. Hier mögen nur folgende Beobachtungen über die Blütenstände und Blüten der letzteren Platz finden (Textfig. 2, a–e). Bei der Fruchtreife sind jene 30–35 cm lang, die Partialblütenstände

8—9 cm. Sämtliche Achsen sind stark verdickt, oft an der Basis bis 10 mm. Die *Tragblätter* sind 14—15 mm lang, schmal, lang zugespitzt. Die *Blüten* sind nicht immer zwittrig; die innere Hälfte der Achse trägt nach meinen Beobachtungen ♀-Blüten, welche wahrscheinlich keine Kronblätter haben, aber rudimentäre Staubblätter; die äussere Hälfte trägt ♂-Blüten; dabei fand ich aber, dass diese nicht immer Früchte ausbilden. Blüten etwa 2,5 mm hoch. Ovarium breit eiförmig, glatt, 1 mm gross. Kelchblätter abgerundet triangulär, mit grosser Glandel, etwa 0,5 mm lang, am Rand mit oder ohne fadenförmige Anhängsel. Kronblätter 2,5 mm lang, 1,75 mm breit mit scharf umschriebener, kreisrunder, oben etwas zerschlitzter Spreite und etwa 0,75 mm langem Stiel. Sehr oft ist nur eines gut entwickelt, manchmal ist ausserdem ein rudimentäres vorhanden. Staubblätter 1,5—2 mm lang mit sehr kurzem, grünem Faden und biellipsoidischem, karminrotem Beutel; die Warzen sind breit abgestumpft. Pollenkörner 24—27  $\mu$ . Griffel, auch wenn voll entwickelt, nur 1—1,5 mm lang, mit verhältnismässig kurzen Papillen, karminrot.

*Gunnera insularis* PHIL. l. c. 642.

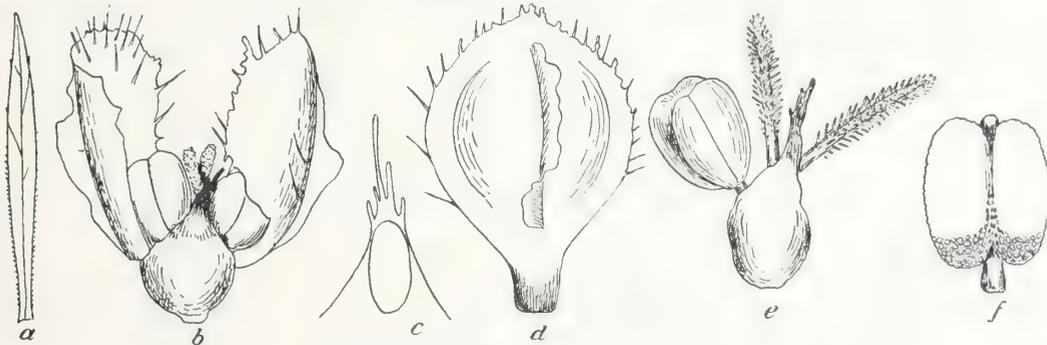
Als PHILIPPI diese Art beschrieb, hatte er die Juan Fernandez-Inseln noch nicht besucht. Es unterliegt keinem Zweifel, dass sie nur eine junge Pflanze darstellt, und JOHOW ist bei der Untersuchung des Original Exemplars zu der Auffassung gekommen, dass sie eine junge *G. bracteata* ist. An der Richtigkeit dieses Urteils zu zweifeln liegt kein hinreichender Grund vor. Trotzdem nimmt SCHINDLER die Art wieder auf; doch ist seine Beschreibung nicht auf PHILIPPI's Exemplar gegründet, sondern auf BERTERO n. 1463 e. p. Die beiden Pflanzen haben wohl nichts mit einander zu tun; wenn SCHINDLER's Diagnose zutreffend ist, und daran zweifle ich nicht, stimmt sein Exemplar nicht mit der Beschreibung PHILIPPI's. Von den schildförmigen Blättern, der charakteristischen Behaarung der jungen Teile, den zerschlitzten Ligulae, was alles das der Beschreibung SCHINDLER's zu Grunde liegende Exemplar charakterisiert, sagt PHILIPPI gar nichts. Seine *G. insularis* wird von ihm mit *G. magellanica* LAM. verglichen und unterscheidet sich durch Blattform und viel ansehnlichere Grösse. Wenn JOHOW nun *G. insularis* für ein Jugendstadium von *G. bracteata* erklärt, müssen wir ja glauben, dass eines der wichtigsten Merkmale derselben, die ungeteilten, ganzrandigen Ligulae, sich auch bei jener findet. *G. insularis* SCHINDL. dürfte ein Jugendstadium von *G. peltata* PHIL. darstellen.

Von SCHINDLER's *G. pyramidalis*, l. c. 119, ist nur ein (vollständiger?) Blütenstand bekannt. Trotzdem dass nach der Beschreibung die Brakteen sehr viel kleiner als bei den anderen Arten sind, finde ich es etwas gewagt, eine neue Art wesentlich nur auf dieses Merkmal zu gründen. Es dürfte sich vielleicht um den Gipfel eines Blütenstandes von *G. peltata*, einer Art die SCHINDLER nicht gesehen hat, handeln.

\**Gunnera Masafuerae* nov. spec. (*G. peltata* PHIL. quoad plantam masafueranam). — Textfig. 3, Taf. 3, Fig. 2, Taf. 4, Fig. 1—3.

Habitu nec non magnitudine *G. chilensis*. *Rhizoma* repens et dein adscendens; *truncus* verticalis 3—4 dm solum attingens, ad 1 dm crassus. *Folia* ad apicem trunci rosulata, gigantea, orbiculato-reniformia, non peltata, petiolo certe ad 7,5 dm longo,

scabro, vestustiore aculeis parenchymaticis numerosis praedito, supra canaliculato; lamina ad 6—7 dm diam., margine 7—9-lobata lobis acutis dentatis (in locis umbrosis magis rotundatis dentibus obsoletis), basi cordata, scaberrima nervis primariis et secundariis subtus aculeis ut in petiolo instructis. *Ligulae* iis *G. chilensis* necnon *G. peltatae* simillimae, i. e. rufobrunneae, margine laceratae, acutissimae, sed paullum tenuiores, ad 20 cm longae. *Scapi* petiolis breviores, aculeis minutis sparse muniti usque ad 40 cm longi, ima basi steriles, dein inflorescentiis dense vestiti. *Bractee* inflorescentiis junioribus longiores, anguste lanceolatae, apice longe acuminatae, praecipue margine atque secus medium dorso hirsutiusculae, 30—50 mm longae ac 3—4 mm latae. *Inflorescentiae* primum densissimae, 20—50 mm longae ac 4—5 mm crassae, dein elongatae ad 130 mm longae. *Flores* omnes hermaphroditi sed distinctissime proterandri, 4 mm alti, ovario breve ovoideo, glabro, 1 mm alto. Sepala acute triangularia, glabra, 1 mm longa in apicem interdum aequilongum filiformem pro-

Textfig. 3. *Gunnera Masafuerae* SKOTTSE.

a Tragblatt, nat. Gr.; b junge Blüte,  $\times 10$ ; c Kelchblatt,  $\times 15$ ; d Kronblatt,  $\times 10$ ;  
e ältere Blüte,  $\times 10$ ; f Staubblatt,  $\times 15$ .

ducta vel margine emergentiis paucis instructa, basi 1 mm lata, atropurpurea, medio glandula incrassata anguste oblonga. Petala 2, longius quam in ceteris chilensibus persistentia, ex ungue brevi  $\pm$  subiter ovato-orbiculata, cucullata, apice obtusa, margine sparse et irregulariter lacerata nec non setis perlongis instructa, dorso crista  $\pm$  insigni munita, extus intusque sparse setosa, pro genere magna, 3—4 mm longa et 2—2,5 mm lata, alborosea. Stamina 1—1,5 mm longa filamentis brevissimis, antheris obovato-vel elliptico-cylindricis, longioribus quam latis, apice brevissime sed distincte apiculatis, verrucoso-punctulatis verrucis planis humilibus, atrorubentibus. Grana pollinis 27—30  $\mu$  diam. Styli 2 in statu foemineo 2,5—3 mm longi, rosei, in parte superiore papilloso, papillae tenues longissimae, patentes.

Masafuera, in parte interiore angusta vallis »Quebrada de las Casas» dictae secus rivulum nec non supra rupes humidus, sat copiose!

Soweit mir bekannt ist, hat nur JOHOW das Vorkommen einer *Gunnera* auf Masafuera angegeben. Er hatte sie gerade an derselben Stelle wie ich beobachtet und nimmt sie als *G. peltata* PHIL. auf. Ich habe vergebens nach *G. peltata* gesucht, der »Pangue» von Masafuera stellt eine selbständige, endemische Art dar. Durch

den kurzen Stamm, die nicht schildförmigen Blätter und den Bau der Blüte unterscheidet sie sich scharf von *G. peltata*; die merkwürdigen Kronblätter entfernen sie sofort von allen mir bekannten Arten. Sehr bemerkenswert sind auch die Staubbeutel; sie dürften denen der *G. apiculata* SCHINDL. ähnlich sein, eine Art die sonst ganz verschieden ist.

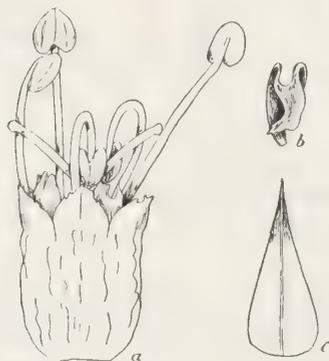
### Umbelliferae.

*Eryngium bupleuroides* HOOK. et ARN. — Textfig. 11, Taf. 5, Fig. 4.

WOLFF's Angabe »Masafuera (REICHE)« — Masatierra wird nicht erwähnt — muss auf einem Irrtum beruhen (ENGLER's Pflanzenreich, Umbell.-Sanicul. S. 269). Die Art ist auf Masatierra endemisch.

*Eryngium sarcophyllum* HOOK. et ARN. — Textfig. 4, Taf. 5, Fig. 5.

Da diese Art unvollständig bekannt ist (vgl. WOLFF, l. c.), wird sie hier ergänzungsweise beschrieben.



Textfig. 4. *Eryngium sarcophyllum* HOOK. et ARN.  
a Blüte,  $\times 10$ ; b Kronblatt,  $\times 10$ ;  
c Involukrallblatt,  $\times 5$ .



Textfig. 5. *Eryngium* (?) *fernandezianum*  
SKOTTSB. Laubblatt, nat. Gr.

Perenne, lignosum, 15—20 cm altum, glaberrimum. Radix lignosa. *Caulis* basi residuis foliorum tectus, erectus vel basi decumbens, parce pseudo-dichotome ramosus ramis divergentibus dense foliosis parte superiore nudis scaposis ad 10 cm longis capitulum singulum terminalem gerentibus. *Folia* ad 10—11 cm longa et 7—8 mm lata, linearia, integerrima, apice acutiuscula et mucrone minimo pungente terminata, basin versus angustata et dein latissime vaginantia, crasse carnosa (fere semicylindrica), in sicco nervis per plurimis parallelis distincte ornata. *Capitulum* hemisphaericum 10 mm diam. *Involucrum* (non deest ut dicent cl. HOOKER et ARNOTT) 12—13-phyllum; bracteae aliquot inaequales, acutae, ovato- vel lanceolato-trianguulares, nervo medio prominente in mucronem pungentem desinente, 3—5 mm longae et 2 mm latae.

*Flores* numerosissimi. Ovarium late ovoideum,  $1,75 \times 1,5$  mm, appendicibus irregularibus humilibus instructum. Sepala triangularia, margine denticulata,  $1 \times 0,75$  mm. Petala alba duplicato-inflexa,  $1 \times 0,75$  mm longa, 0,5 mm lata, margine subintegra. Filamenta 3 mm, antherae 0,5 mm longae. Styli ad 2 mm longi.

Diese hochinteressante, auf Masafuera endemische Art, welche bisher nur zweimal beobachtet wurde (von CUMING und JOHOW), wächst in kleinen, feuchten Felsritzen an der Südwestwand der Insel, wo wir sie in geringer Menge wiedergefunden haben.

**\*Eryngium (?) fernandezianum n. sp. — Textfig. 5.**

Habitu *E. bupleuroidis*. Frutex metralis dichotome ramosus ramis ultimis circ. 5 mm crassis. Cortex cinereus densissime transverse striatus. Folia ad apicem ramulorum confertissime rosulata, basi imbricata, epetiolata, semiamplexicaulia, lineari-spathulata, acuta, margine in parte dimidia vel tertia superiore eximie serratodentata dentibus utroque latere 5—6, margine incrassatis, perdistincte nervosa, nervis 7 primariis parallelis, glabra, circ. 6 cm longa ac 1 cm lata. Cetera desunt.

Während einer Exkursion nach Portezuelo de Villagra auf Masatierra fand ich in einer Höhe von etwa 550 m diesen Strauch in einem dichten Gebüsch von *Eryngium bupleuroides*, *Pernettya rigida*, *Gunnera bracteata* etc. Da die Pflanze steril war, nicht einmal alte Fruchtstände hatte, nahm ich nur ein kleines Stück als Standortsprobe mit. Ich fand sie aber nie wieder. Die auf Juan Fernandez gefundenen, endemischen »Schopfbäume« oder »Schopfsträucher« sind nicht sehr zahlreich. Man wird nur an zwei Gattungen denken können, *Robinsonia* (Compositae) und *Eryngium*. Eine neue Art stellt sie, soviel ich sehen kann, jedenfalls dar, dagegen kann ich sie nur mit Zögern als ein *Eryngium* behaupten. Anatomisch stimmt sie sehr gut mit *Eryngium bupleuroides* HOOK. et ARN. überein; Textur und Nervatur des Blattes sind auch ähnlich. Wir haben es aber nicht mit einer Form jener Art zu tun, die Unterschiede in der Rinde wie in der Blattform sind nämlich bedeutend. Die Rinde ist bei jener glatt, glänzend braun, die Blattnarben sehr deutlich, bei der neuen Art verschwinden sie dagegen gänzlich zwischen den Ringleisten. Die Blätter sind viel schmaler, die Zähne bedeutend grösser aber geringer an Zahl (bei *E. bupleuroides* 10—11 an jeder Seite); die Hauptnerven sind alle gleich stark. Vielleicht handelt es sich sogar um eine neue Gattung unbekannter Stellung.

**Apium fernandezianum JOHOW. — Taf. 5, Fig. 6.**

Masatierra, Bahía del Padre!, wo es von JOHOW entdeckt wurde.

**\*Apium laciniatum DC.**

Nur dm-hohe Exemplare (vielleicht var. *gracile* (Clos)). Masatierra, Bahía del Padre! Bisher von der Küste Perús und Chiles (bis Valdivia) bekannt.

**\*Torilis nodosa GAERTN.**

Masatierra (DOUGLAS n. 41!). Unkraut.

## Euphorbiaceae.

\**Euphorbia lathyris* L.

Masatierra, »deserted fields» (DOUGLAS n. 39!). Unkraut.

*Dysopsis glechomoides* (RICH.) MÜLL. ARG. var. *hirsuta* MÜLL. ARG.

Diese Varietät ist endemisch auf Masatierra; zwar gibt es auf dem Festland sowohl fast glatte wie stärker behaarte Formen, die letzteren sind aber nicht mit var. *hirsuta* identisch. Nicht nur durch Behaarung sondern auch durch Sprosslänge, Form und Grösse der Blätter etc. ist die genannte Varietät leicht kenntlich. Die Art ist in zwei anderen Formen von Ecuador bis nach dem Feuerlande verbreitet.

## Rutaceae.

*Fagara mayu* (BERT.) ENGL. (*Zanthoxylum*, BERT.).

## Malvaceae.

*Modiola caroliniana* (L.) G. DON.

Masatierra (DOUGLAS n. 42!). Masafuera! Sonst nur von JOHOW beobachtet.

## Flacourtiaceae.

*Azara fernandeziana* GAY. (*A. serrata* R. & P. var.).

Im Gegensatz zu JOHOW und REICHE nehme ich diese als selbständige Art auf. Die Unterschiede scheinen mir wirklich gross genug, um dies zu rechtfertigen, sie sind sicher zwischen dieser und *A. serrata* ebenso gross wie zwischen der letztgenannten und *A. lanceolata* HK. fil. Die Charaktere der Inselart scheinen konstant; Zwischenformen fehlen.

## Cruciferae.

*Cardamine chenopodiifolia* PERS. (*C. fernandeziana* (PHIL.) JOHOW).

JOHOW wie auch REICHE bestritt die Zugehörigkeit des *Heterocarpus fernandezianus* PHIL. zu *C. chenopodiifolia*. SCHULZ l. c. p. 443 hat aber dieselbe Meinung wie einst HEMSLEY, und er hat ein Exemplar von Juan Fernandez gesehen, angeblich von PHILIPPI gesammelt, was jedoch zweifelhaft ist, weil nach JOHOW's Angaben nur GERMAIN (auf dessen Exemplar die Pflanze beschrieben wurde) und REED sie gesammelt haben. Jedenfalls dürfen wir nach dem Urteil von SCHULZ die Identität nicht bezweifeln.

Das Vorkommen dieser *Cardamine* auf Juan Fernandez ist, wenn sie wirklich heimisch sein sollte, sehr überraschend. Sie ist in Brasilien und N. Argentinien weit verbreitet, kommt sonst auch in Bolivia vor, aber nicht westlich von den Anden, also nicht in Chile oder Perú. Ich halte es darum für sehr wahrscheinlich, dass sie

durch den Verkehr eingeführt wurde. Während der letzten 40 Jahre wurde sie nicht gesammelt.

*Cardamine flaccida* CHAM. et SCHLECHT. (*C. alsophila* PHIL.).

*Cardamine Krüsselii* JOHOW

wird von SCHULZ als »species dubia» aufgeführt und soll sich von *C. hispidula* PHIL. durch behaartes Ovarium unterscheiden. Dies ist jedoch nicht der einzige Unterschied; die ganze Pflanze ist stärker behaart, die Form des Endblattes ist eine andere, der Griffel bedeutend länger u. s. w.

#### Ranunculaceae.

*Ranunculus muricatus* L.

Masatierra (DOUGLAS!), Bahía Cumberland!

#### Lardizabalaceae.

*Lardizabala biternata* RUIZ et PAV.

Wurde wieder am Originalfundort beobachtet.

#### Caryophyllaceae.

*Spergularia confertiflora* STEUD. (*Arenaria rubra* L. var. *polyphylla* PHIL., *S. polyphylla* ROHRB., *S. rubra* PRESL bei JOHOW p. p., *Tissa polyphylla* (PHIL.) REICHE).

Masatierra, Masafuera, Strandfelsen!

JOHOW nennt alles, was er von *Spergularia* fand, *S. rubra* PRESL. Dass auch wirkliche *S. rubra* auf Juan Fernandez vorkommt, will ich nicht bestreiten (aber wohl eingeschleppt); die betreffende Form muss ich aber mit REICHE für davon verschieden halten. PHILIPPI gibt an, dass er dieselbe in Chile (Rancagua etc.) gesehen hat. Die von mir gesehene, welche mit der Beschreibung STEUDEL's (Flora 1856, p. 425) sehr gut stimmt, ist ein Chamaephyt von Zwergstrauchtypus.

#### Polygonaceae.

\**Rumex conglomeratus* MURR. forma?

Hochwüchsig, mit langgestielten Blättern, deren Spreite scharf abgesetzt ist, oval-elliptisch, mit deutlicher Spitze. Tragblätter des ganzen Blütenstandes als Laubblätter entwickelt. Die Exemplare trugen nur Blüten.

Masafuera: im innersten Teil von Quebrada de las Casas! Die nähere Stellung dieser Form, die auch von Professor MURBECK in Lund untersucht wurde, lässt sich ohne Kenntnis der Früchte kaum ermitteln. *R. conglomeratus*, dem sie wohl am nächsten steht, ist in Chile eingeschleppt worden.

## Piperaceae.

**Peperomia margaritifera** BERT. ex HOOK.

JOHOW soll diese Art auf Masafuera, im Innern von Quebrada de las Casas, gefunden haben. Ich bin aber davon überzeugt, dass es sich um die folgende handelt, die von ganz demselben Standort stammt. Ich hatte erst die Art als *P. margaritifera* aufgefasst, obschon die Unterschiede zwischen meiner Pflanze und den Abbildungen der erwähnten Art in die Augen fielen. Ich sandte also das Material an Dr. CASIMIR DE CANDOLLE in Genève, welcher darin eine neue Art erblickt, von welcher unten eine Beschreibung mitgeteilt wird.

**Peperomia Skottsbergii** C. DC. nov. spec.

»Caule glabro, foliis alternis modice petiolatis, limbo obovato-lanceolato basi acuto apice acute vel obtusiuscule attenuato, 5-nervio, supra glabro subtus praecipue secus nervos piloso, margine ciliato; pedunculis axillaribus solitariis (vel interdum 2) glabris quam petiolo brevioribus vel paullo longioribus, spicis filiformibus subdensifloris glabris quam limbo brevioribus; bractee pelta rotunda centro breviter pedicellata; antheris ellipticis filamentis brevibus, ovario emerso obovato paullulo infra apicem obtusum suboblique stigmatifero, stigmatate globoso dense pilosulo; bacca ovata glandulis asperulata.

Caules a rhizoma crasso erecti usque ad 20 cm alti, inferne 1,5 mm crassi. Limbi in sicco membranacei pellucido-punctulati, superi usque ad 6,5 cm longi et 3,2 cm lati, subsequentes usque ad 3,5 cm lati. Pili cito decidui. Petioli superi usque ad 12 mm, pedunculi usque ad 15 mm longi. Spicae usque ad 5 cm longae, 1 mm crassae; bractee pelta 0,5 mm diam.; bacca sessilis. — Species limborum forma *P. margaritifera* sat referens sed inflorescentia ac aliis notis multis ab illa valde discrepans.» — Mitteilung von Dr. C. DE CANDOLLE.

Masafuera, Quebrada de las Casas (SKOTTSBERG n. 469!).

**Peperomia fernandeziana** MIQ.

Masatierra, Wald bei El Yunque! Weit unter 600 m (vgl. JOHOW, p. 122); Masafuera, mit der vorigen!

## Urticaceae.

**Urtica fernandeziana** (RICH. ap. GAY) ROSS mscr. (*Boehmeria fernandeziana* RICH., *Urtica glomerulaeflora* STEUD.). — Taf. 6, Fig. 5.

Masatierra, lichter Wald oberhalb der Kolonie in Bahía Cumberland! Masafuera, dichter, schattiger Wald in einer Quebrada NW. von der Landungsstelle! Neu für Masafuera.

Von dieser unvollständig bekannten Art hatte ich schon eine ergänzende Beschreibung verfasst, als mir Dr. H. ROSS, München, mitteilte, dass er sich monographisch mit der Gattung *Urtica* beschäftigt. Er hatte die Güte mein Material mit den Originalen von BERTERO und GAY wie auch mit den von PHILIPPI und MOSELEY

gesammelten Pflanzen zu vergleichen. Die folgenden Angaben gründen sich also teilweise auf von ihm mir zu Verfügung gestellte Aufzeichnungen, wofür ich ihm bestens danke.

Auffallend was sofort, dass in Bezug auf die Grösse der ganzen Pflanze, insbesondere die Grösse der Blätter und Länge der Blattstiele meine Exemplare so sehr von den Originalen abweichen, dass man über die Identität in Zweifel geraten könnte. Besonders gilt dies von den Pflanzen aus Masafuera; hier sind die Blätter bis 9,5 cm lang und 6 cm breit und ihre Stiele bis 4 cm. Jedoch, die Exemplare von PHILIPPI nehmen eine Mittelstellung ein, indem die grössten Blätter 5—6 cm lang sind, wovon 1—1,5 cm auf den Stiel kommen, und der Unterschied lässt sich sehr gut durch die Beschaffenheit der Standorte erklären.

*Urtica fernandeziana* ist nicht, wie bisher angegeben wurde, diözisch, sondern monözisch; dies konnte ROSS schon an den von MOSELEY gesammelten Exemplaren feststellen. An dem Material aus Masafuera lässt sich dies sehr gut beobachten. In einer Blattachsel sitzen zwei gestielte Blütenstände; jeder besteht aus zwei etwa 5 mm grossen Köpfchen, entweder auf einem gemeinsamen Stiel von bis 8 oder 9 mm Länge, in welchem Fall die Teilblütenstände scheinbar einen Kopf bilden, oder der Stiel ist gegabelt. Es kommt auch vor, dass der eine Seitenzweig sehr kurz ist und das Köpfchen fast sitzend. Der Zweig erster Ordnung dürfte durch teilweise oder vollständige Verwachsung entstanden sein.

Der Blütenstand besteht aus vielen ungestielten ♀-Blüten und einer bis wenigen ♂-Blüten; letztere sind gelb, offen 4 mm im Durchmesser, mit 4 mm langen Staubblättern und mit Pistillrudiment. Sie sind durch einen kurzen Stiel oberhalb der ♀-Blüten exponiert. Diese sind grün und 0,75—1 mm hoch; die Narbe sitzt nicht ganz in der Mitte des Fruchtknotens, was nach der Angabe von Dr. ROSS auch bei anderen *Urtica*-Arten vorkommt. Das Perigon ist bei beiden Geschlechtern aussen behaart. Die ♂-Blüten fallen sehr bald ab, so dass die meisten Köpfchen keine Spur mehr davon zeigen, was die Angabe über Diözie erklärt. Möglicherweise entwickeln die unteren Blütenstände überhaupt keine männlichen Blüten.

*Parietaria humifusa* RICH. (an = *P. debilis* FORST.?).

Masatierra, Bahía del Padre!

#### Santalaceae.

*Santalum fernandezianum* F. PHIL.

Über den angeblich letzten Baum s. SKOTTSBERG, J. F.-öarnas sandelträd.

#### Gramineae.

\**Setaria imberbis* ROEM. et SCHULT.

Masatierra (DOUGLAS n. 74!). Unkraut.

*Phalaris intermedia* BOSC.

Masatierra, Puerto Ingles! Unsicher, ob einheimisch.

*Stipa Skottsbergii* PILGER nov. nom. (S. bicolor bei JOHOW).

»STEUDEL führt eine *S. fernandeziana* in der Syn. S. 124 auf und sagt: *S. Neesiana*  $\gamma$  *fernandeziana* TRIN. RUPR. sed species distinctissima. Freilich konnte er leicht »species distinctissima» sagen, denn was er beschreibt, ist gar nicht die Varietät von TRINIUS und RUPRECHT, sondern ist *Oryzopsis bicolor* (VAHL) SPEG. (vergl.: flosculo ovato oblongo glumas subaequante basi pilis densis ferrugineis obsito apice coronula pilis rigidiusculis cincto, ferrugineo tenuissime longitudinaliter striato). Daher darf sein Name nicht auf die betr. Varietät angewandt werden. HEMSLEY (Voy. Challenger, Rep. Juan Fernandez S. 61) braucht die Bezeichnung *S. bicolor* VAHL für unsere Pflanze und citiert dazu GAY Fl. Chil. VI. 287, während DESVAUX dort *S. Neesiana* aufführt, mit dem Synonym *S. bicolor* CAV.? (non VAHL) und der Var.  $\gamma$  *Fernandeziana*. Ich halte die Pflanze von Juan Fernandez für verschieden von *S. Neesiana*, schon wegen der Merkmale, die TRINIUS und RUPRECHT für ihre Varietät aufführen, dann auch wegen der im Verhältnis zum Callus grösseren Länge der Frucht und wegen der viel längeren Borsten am Krönchen der Deckspelze. Nun existiert noch eine *S. fernandeziana* von PHILIPPI (Ann. Univ. Chil. 1873, 560) von der mir ein Exemplar aus Juan Fernandez vorlag (PHILIPPI); diese Art ist unterschieden durch kurze, starre, zurückgerollte, behaarte Blätter und dichter behaarte Grannen. Da die STEUDEL'sche *S. fernandeziana* zu *Oryzopsis bicolor* fällt, muss der Name für die PHILIPPI'sche Art bleiben und schliesslich die Varietät von TRINIUS und RUPRECHT einen neuen Namen erhalten. Die mit *S. Neesiana* verwandten Arten in Chile sind schwer zu unterscheiden und bedürfen einer eingehenden Untersuchung und Vergleichung mit den Arten von Juan Fernandez, zu der mein Material nicht ausreicht, unserer Art am nächsten kommt *S. Poeppigiana* TRIN. et RUPR. (*S. mucronata*  $\beta$  major nach DESVAUX), von der ich die Beblätterung nicht kenne; *S. Poeppigiana* hat eine behaarte Deckspelze, während bei unserer Art nur ein einseitiger Haarstreif vorhanden ist. Die Synonymik der neuen Art ist also folgende: *S. Skottsbergii* PILGER (*S. Neesiana*  $\gamma$  *Fernandeziana* TRIN. et RUPR., non *S. fernandeziana* STEUD. nec PHILIPPI; *S. bicolor* HEMSL., JOHOW non VAHL).» — Mitteilung von Dr. R. PILGER. Masatierra, Abhänge N. von Bahía Villagra! — Endemisch.

*S. fernandeziana* PHIL. (S. bicolor bei JOHOW, p. p.).

Masatierra (PHILIPPI). — Endemisch.

*Oryzopsis bicolor* (VAHL) SPEG. (*Stipa fernandeziana* STEUD., *Piptochaetium bicolor* (VAHL) DESV.)

*Oryzopsis laevissima* (PHIL.) PILGER. (*Piptochaetium*, PHIL.).

Masatierra, Puerto Ingles!

*Polypogon monspeliensis* L. (*P. crinitus* TRIN.).

Masafuera, Landungsstelle! Neu für diese Insel. Eingeschleppt.

**Chaetotropis chilensis** KTH.

Masatierra, trockene Abhänge N. von Bahía Villagra!

**\*Gastridium lendigerum** (L.) GAUD.

Masatierra (DOUGLAS!). Stammt aus den Mittelmeerländern, ist auch in Chile seit lange eingebürgert.

**Avena barbata** BROT. (*A. hirsuta* ROTH).

Masatierra, Puerto Ingles!

**Danthonia collina** PHIL.

Zu dieser Art stelle ich zögernd ein steriles Gras, das der Gattung *Danthonia* anzugehören scheint; charakteristisch für trockene Flächen der Südküste bei Bahía Villagra! Die Art ist schon bekannt aus Masatierra (PHILIPPI).

**Bromus cebadilla** STEUD.

JOHOW führt nur *B. unioloides* H. B. K. auf und hält unsere Art für so zweifelhaft, dass sie nicht verdient, zitiert zu werden. Zwar ist sie wohl mit der anderen sehr nahe verwandt, soll aber nach dem Urteil von PILGER eine selbständige Art sein. Ob nun die von JOHOW erwähnten Exemplare dieser oder jener gehören, oder ob beide auf Juan Fernandez vorkommen, weiss ich nicht.

Masatierra, Südabhang von Portezuelo de Villagra!

**Hordeum murinum** L.

Masatierra (DOUGLAS!) Sonst nur bei JOHOW.

**Chusquea fernandeziana** PHIL.

Masatierra, Felsenpartien im inneren Teil von Puerto Ingles!

## Cyperaceae.

Ausser den beiden von JOHOW zitierten *Cyperus*-Arten gibt es vielleicht noch eine dritte, *C. fernandeziensis* COLLA, der nach CLARKE in ENGLER's Jahrb. 30 (1901) p. 6 (*Pycneus*, CLARKE) nicht mit *C. reflexus* VAHL, mit dem ihn HEMSLEY und JOHOW vereinigt haben, identisch sein kann. CLARKE hat aber die betr. Pflanze nicht gesehen.

**Scirpus nodosus** ROTTE.

Masatierra, trockene, waldlose Flächen N. von Bahía Villagra! Masafuera, Strand beim Landungsplatz!

**Heleocharis albibracteata** NEES. (*H. melanocephala* DESV.).**Scirpus cernuus** VAHL. (*Heleocharis maculosa* R. Br. bei JOHOW).

Die von JOHOW angeführte *H. maculosa* R. Br. soll nach C. B. CLARKE in ENGLER's Jahrb. 30 (1901) = *H. vincentina* PHIL. sein. Als Sammler auf Juan Fernandez wird nur REED erwähnt, ohne dass CLARKE angibt, ob er selbst Exemplare gesehen hat oder nicht. Aus JOHOW's »Observacion» p. 143 geht deutlich hervor,

dass es sich nicht um *H. maculosa* oder *vincentina* handelt. Da ich nun selbst *Scirpus cernuus* in Bahía del Padre an einer Stelle sammelte, wo sie JOHOW nicht entgehen konnte, finde ich es nicht allzu gewagt, die oben angeführte Identifizierung zu machen. Über die Identität von REED's Pflanze bin ich im Zweifel. JOHOW, welcher sie gesehen hat, hält sie indessen für mit der seinigen identisch.

*Cladium scirpoideum* (STEUD.) BENTH. et HOOK.

Masatierra, Sumpf an der Südseite von Portezuelo de Villagra!

*Carea Berteroniana* STEUD. (*C. paleata* BOOTT).

Masafuera, im inneren Teil von Quebrada de las Casas! (GERMAIN ohne Standortsangabe).

#### Bromeliaceae.

*Ochagavia elegans* PHIL.

Masatierra, steinige Stellen bei Portezuelo de Villagra, c. 550—600 m!

#### Iridaceae.

*Libertia formosa* GRAHAM (var. *grandiflora* (PHIL.) JOHOW).

Meine Exemplare stimmen auch betreffs der Blütengrösse mit der Originalabbildung in Bot. Register (Taf. 1630) wie auch mit von mir auf Chiloé gesammelten Pflanzen überein.

#### Juncaceae.

\**Luzula* cfr. *alopecurus* DESV.

Steril, daher die Bestimmung unsicher. Es könnte sich möglicherweise auch um *L. chilensis* NEES handeln.

Masafuera, auf dem Hochplateau, 1200 m!

*Juncus imbricatus* LAH. var. *Chamissonis* KTH.

Masatierra, trockene, waldlose Flächen s. von Portezuelo de Villagra!

*Juncus Dombeyanus* J. GAY.

Masatierra (DOUGLAS n. 76!).

#### Pteridophyta.

#### Gleicheniaceae.

*Gleichenia pedalis* KAULF.

Masafuera, auf dem Hochplateau, etwa 1000 m! Neu für diese Insel.

## Cyatheaceae.

**Lophosoria glauca** (Sw.) KUHN. (*Alsophila pruinata* KUNZE).

**Dicksonia Berteroana** HOOK.

Kleine Bestände von 3—4 m hohen Bäumchen kommen auf Masafuera noch in 700 m Höhe vor.

## Polypodiaceae.

**Adiantum chilense** KLF. (*A. aethiopicum* L. bei JOHOW).

**Histiopteris incisa** (THUNB.) J. SM. var. **flavescens** (COLLA) C. CHR. l. c. 14.

Die Varietät, auch vom Verf. auf beiden Inseln gesammelt, ist endemisch.

**Pteris Berteroana** AG. (*P. comans* FORST. bei JOHOW).

Endemisch. Vgl. CHRISTENSEN, l. c. p. 21. Masafuera, Wald NW. vom Landungsplatz, etwa 600 m! In der »Farnsteppe« oberhalb der Waldgrenze! Im inneren Teil von Quebrada de las Casas! Neu für Masafuera.

**Blechnum auriculatum** CAV. (*B. australe* L. bei JOHOW).

**Blechnum cycadifolium** (COLLA) STURM.

Mit Hinweisung auf das von JOHOW, p. 158 Gesagte wie auch unter dem Eindruck von meinen Beobachtungen in der Natur, führe ich diese Art als von *B. magellanicum* (DESV.) METT. spezifisch verschieden auf.

**Blechnum chilense** (KAULF.) METT. (*Lomaria capensis* WILLD. bei JOHOW).

**Blechnum Schottii** (COLLA) C. CHR. (*Lomaria attenuata* WILLD. et L'Herminieri BORY bei JOHOW). — Taf. 7, Fig. 3.

Endemisch. Vgl. CHRISTENSEN, p. 7.

**Blechnum valdiviense** C. CHR. (*Lomaria blechnoides* BORY).

Masafuera, Quebrada de las Casas! Bachufer auf dem Hochplateau, etwa 1000 m! Neu für diese Insel.

**Blechnum longicauda** C. CHR. (*Asplenium longissimum* BL. bei JOHOW).

In recht grosser Menge an einer Felswand im innersten Teil von Quebrada de las Casas auf Masafuera, von JOHOW entdeckt, aber verkannt, von mir wiedergefunden. Vgl. CHRISTENSEN, p. 10, Taf. 1. — Endemisch.

**Asplenium stellatum** COLLA. (*A. lunulatum* Sw. bei JOHOW).

Endemisch. Vgl. CHRISTENSEN, p. 5.

**Asplenium magellanicum** KAULF.

Masafuera, Wald NW. von der Landungsstelle! Im Innern von Quebrada de las Casas!

**Polystichum orbiculatum** (DESV.) GAY. (*Aspidium aculeatum* Sw. bei JOHOW).

Masafuera, Quebrada NW. von der Landungsstelle, häufig im Wald!

**Polystichum Berterianum** (COLLA) C. CHR. (*Aspidium flexum* KUNZE, *A. capense* WILLD. bei JOHOW).

\***Cystopteris fragilis** (L.) BERNH. var. **canariensis** (WILLD.) MILDE.

Masafuera, im Innern von Quebrada de las Casas!

**Dryopteris villosa** (L.) OK. (*Nephrodium villosum* HOOK.).

Masatierra, Wald bei Portezuelo de Villagra!

var. **Berteroana** (HOOK.) C. CHR. (*Polypodium punctatum* THUNB. bei JOHOW).

Masatierra, Wald bei der Kolonie! Masafuera, Quebrada de las Casas! — Die Varietät ist möglicherweise endemisch, wenn nicht *Polypodium spectabile* KLF. dieselbe ist (s. CHRISTENSEN, l. c. p. 13).

**Arthropteris altescandens** (COLLA) J. SM. (*Nephrolepis*, BAK.).

Masafuera, im Innern von Quebrada de las Casas! Neu für diese Insel. Nicht selten auf Masatierra.

**Polypodium pycnocarpum** PRESL. (*P. macrocarpum* PRESL bei JOHOW).

*Polypodium serrulatum* METT. wird von HOOKER, Sp. Fil. 4, p. 175 für Juan Fernandez, Capt. WOOD, angegeben. Mehrere Verfasser zitieren die Art, indem sie sich wahrscheinlich auf die genannte Angabe stützen. Da nun weder HEMSLEY noch JOHOW über ihr Vorkommen zu berichten wissen, nehme ich sie vorläufig nicht auf.

**Polypodium translucens** KZE.

Masatierra, Cumberland Bay, Wald in höheren Lagen!

**Polypodium lanceolatum** L. (*Gymnogramme elongata* HOOK. bei JOHOW).

**Pellaea chilensis** FÉE.

Masatierra: warme, trockene Felswände an der Ostseite von Cumberland Bay!

### Hymenophyllaceae.

**Hymenophyllum dichotomum** CAV.

Masafuera, Quebrada de las Casas!

**Hymenophyllum fuciforme** Sw.

Masatierra, Wald unweit Portezuelo de Villagra! Dichter Urwald am Fuss des Yunque!

**Hymenophyllum cuneatum** KZE. (*H. polyanthos* Sw., rarum R. BR. bei JOHOW).

Zwei Formen, s. CHRISTENSEN, p. 21, beide auf Masatierra! die zweite (mit geflügelter Rhachis) auch auf Masafuera, in der alpinen Region in 1200 m Höhe! Neu für diese Insel.

**Hymenophyllum ferrugineum** COLLA. (*H. subtilissimum* KZE).

Masatierra, Wald bei Portezuelo de Villagra und am Fuss des Yunque!

**Hymenophyllum dieranotrichum** (PRESL) SADEB. (H. chiloense HOOK.)

**Hymenophyllum tunbridgense** (L.) SM.

Masafuera, Bachufer auf der Hochebene, etwa 1000 m! Die erste sichere Angabe für die Inseln.

\***Hymenophyllum peltatum** (POIR.) DESV.

Masafuera, Heide auf dem Plateau, über 1000 m!

\***Serpyllopsis caespitosa** (GAUD.) C. CHR. f. **densifolia** (PHIL.) C. CHR.

Vgl. CHRISTENSEN, p. 28. Masatierra, in höher gelegenen Teilen von Valle Colonial! Masafuera, in der subalpinen Heide in 1200 m Höhe, NW. von der Landungsstelle!

**Trichomanes Philippianum** STURM. (T. dichotomum PHIL. non KZE).

**Trichomanes pyxidiferum** L.

Masatierra, dichter Urwald am Fuss des Yunque!

#### Lycopodiaceae.

\***Lycopodium Gayanum** REMY (nach F. PHIL. Catal. Plant. Chil. = L. Jussieui DESV.).

Masafuera, in der subalpinen Heide, 1000—1200 m!

In Natürl. Pflzfam. führt PRITZEL *L. saururus* LAM. auch für Juan Fernandez auf. Die Angabe dürfte aus BAKER'S Handbook of the Fern Allies, p. 10 stammen, oder aus SPRING'S Monographie, p. 7. Nach HEMSLEY (Rep. Challeng. Juan Fern. p. 22) liegt aber eine Verwechslung zwischen Cumberland Bay, Juan Fernandez, und Cumberland Bay, Kerguelen, vor.

Aus der mitgeteilten Artenliste geht also hervor, dass die Inselflora durch folgende neue Funde bereichert wurde:

Endemische Arten (früher als Varietäten, hier als Arten aufgefasst, sind nicht aufgenommen): *Plantago Skottsbergii*, *Acaena masafuerana*, *Gunnera Masafueranae*, *Eryngium* (?) *fernandezianum*, *Peperomia Skottsbergii*, *Blechnum longicauda*.

Einheimische, aber nicht endemische Arten: *Lagenophora hirsuta*, *Gnaphalium spicatum* var., *Nertera depressa*, *Rubus geoides*, *Apium laciniatum*, *Luzula* cfr. *alopecurus*, *Cystopteris fragilis*, *Hymenophyllum peltatum*, *Serpyllopsis caespitosa*, *Lycopodium Gayanum*.

Eingeschleppte Arten: *Erigeron canadensis*, *Torilis nodosa*, *Euphorbia lathyris*, *Rumex conglomeratus* f., *Setaria imberbis*, *Gastridium lendigerum*.

## KAP. 2.

**Herkunft der Flora.**

Die vielen endemischen Arten und sogar Gattungen der Juan Fernandez-Inseln haben unter den Pflanzengeographen immer Interesse erweckt, und wir finden in den Handbüchern oder sonstigen umfassenderen Darstellungen einige Bemerkungen betreffs der Herkunft jener eigentümlichen Vegetation. Als Beispiel will ich zuerst die folgenden Worte GRISEBACH's (Veg. der Erde II. 543) anführen: »So leicht eine Einwanderung vom Kontinent hier erfolgen konnte, so zeigt die endemische Vegetation doch wenig systematische Verwandtschaft mit der chilenischen oder antarktischen Flora.« GRISEBACH hat dabei an die recht vielen eigentümlichen Gattungen wie an gewisse endemische Arten, deren Verwandte sich nicht in Chile u. s. w. finden, gedacht. Einigermassen gründlich wurde die Flora erst von HEMSLEY (Rep. Challenger Exp.) analysiert. Er kommt zu dem Resultat, dass »its general affinities are decidedly chilean«. Es gilt aber zunächst nicht, die Anwesenheit der chilenischen Typen zu erklären, sondern der nicht chilenischen, besonders der ausseramerikanischen. Die Bedeutung dieser wird von HEMSLEY wie von den folgenden Autoren meiner Meinung nach unterschätzt, ihre verwandtschaftlichen Verhältnisse teilweise verkannt. So finden wir bei ENGLER (Entwicklungsgesch. Pflanzenw. II. 262) die Angabe, dass »die daselbst (auf J. F.) vorkommenden endemischen Gattungen mehr mit denjenigen Amerikas als mit den der altoceanischen Ländern verwandt sind«. Diese Behauptung hat aber keine allgemeine Gültigkeit.

Bekanntlich ist es in erster Linie JOHOW, der uns eine moderne Vegetationsbeschreibung der Inseln gegeben hat. Er behandelt auch die Flora analytisch; betreffs der Endemen schliesst er, dass sie zum Teil Umwandlungen von Arten aus Südamerika, besonders Chile, zum Teil aber westlichen Ursprungs sind. Diese Gruppe soll aber nur aus drei Arten bestehen, vielleicht gehören auch einige der endemischen Gattungen hierher — näher werden aber die letzteren hier nicht besprochen. Die drei Arten sind *Coprosma triflorum*, *Santalum fernandezianum* und *Dicksonia Berteroana*. Dazu kommen noch die nicht endemischen *Halorrhagis alata* (= *H. erecta*), *Pteris comans* (= *P. Berteroana*, endemisch) und *Asplenium longissimum* (= *Blechnum longicauda*, endemisch). Die *Blechnum*-Art hat Anklang an einer amerikanischen Art. SOLMS LAUBACH hat die Frage noch weiter vereinfacht (Leit. Gesichtspunkte der Pflanzengeogr. 200): »unter den 143 wirklich einheimischen Arten, die JOHOW zählt, sind nur 3, die auf dem Continent keine Verwandten haben und vielmehr auf Besiedelung vom pacifischen Florengebiet her hinweisen« (*Coprosma*, *Santalum*, *Dicksonia*). Wie weit wir uns aber dabei von der Wahrheit entfernt haben, werden wir unten sehen.

Bei der Annahme von HEMSLEY, JOHOW, SOLMS u. s. w. dass die Inseln als isolierte Vulkanfelsen entstanden sind,<sup>1</sup> muss man ja glauben, dass die westlichen Arten oder ihre Vorfahren die lange Strecke quer über den pazifischen Ozean zurückgelegt haben. Es fehlt aber nicht an Theorien, dass früher Landbrücken existiert hätten. Von botanischer Seite hat neuerdings H. HALLIER zeigen wollen, dass man ohne solche die Verbreitung zahlreicher Pflanzen nicht erklären kann. Es stehen hier wie in der Zoologie zwei Richtungen einander gegenüber, die wir später näher betrachten werden. Meine Absicht ist jetzt, die Flora unsrer Inseln so genau wie möglich zu analysieren, um dadurch eventuell einen Beitrag zur Lösung jener Fragen zu liefern. Dabei muss ich betonen, dass es sich in vielen Fällen als schwierig erwies, die Affinität der Arten festzustellen; manchmal wäre eine monographische Kenntnis der betreffenden Gruppe erwünscht gewesen, die ich nicht besitze. Wo es möglich war, setzte ich mich mit Spezialisten in Verbindung; nicht immer gelang mir aber dies. Somit weist meine Darstellung Lücken auf, die wohl in einigen Fällen zu unrichtigen Schlussfolgerungen führten. Ich glaube aber nicht, dass diese auf das allgemeine Resultat der Untersuchung erheblich einwirken können.

In der Tabelle ist, um eine zweite lange Liste zu vermeiden, vor dem Namen die Wuchsform (Lebensform, lifsformen) nach RAUNKJÆR's System hinzugefügt; es ist vielleicht von Interesse, dieselbe in ihrem Zusammenhang mit der geographischen Verbreitung (besonders ob endemisch oder nicht) zu betrachten.

### Tabellarische Übersicht über die Gefässpflanzen.

Endemische Gattungen **fett**, endemische Arten und Varietäten *kursiv* gedruckt. Reihenfolge nach JOHOW. Nur einigermassen sicher einheimische Arten sind mitgenommen. Vielleicht habe ich dabei einige unrichtig beurteilt. Es ist aber in mehreren Fällen unmöglich zu sagen, ob eine gewisse Pflanze durch den Verkehr eingeschleppt wurde oder nicht.

N a m e n	Mastfiera		Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandschaftliche Verhältnisse
	Mastfiera	Mastfiera		
N. <i>Erigeron fruticosus</i> DC.	+	+		Nicht näher verwandt mit s.-am. A. Verbinden vielleicht <i>Erigeron</i> mit <i>Tetramolopium</i> NEES, Sandwich Ins. (BENTH. und HOOK.)
Ch. » <i>rupicola</i> PHIL.	—	+		
H. <i>Lagenophora hirsuta</i> LESS.	—	+	Chile, Cord. Linares-Feuerland.	
N. <i>Bahia ambrosioides</i> LAG.	—	+	Nördl. und mittl. Chile.	
Th. <i>Amblyopappus pusillus</i> HOOK. et ARN.	+	—	Perú — Coquimbo in Chile.	

<sup>1</sup> Später nahm JOHOW an, dass sie einst grösser waren (s. unten).

N a m e n	Masafuera		Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandschaftliche Verhältnisse
	Masafuera	Masafuera		
Mi. <i>Rhetinodendron Berteroi</i> (DC.) HEMSL.	+	—		Ohne näh. Verwandten, wenn von <i>Robinsonia</i> abgesehen wird; beide stehen möglicherweise in Beziehung zu der Gattung <i>Raillardia</i> aus den Sandwich Ins. (nach BENTH. und HOOK.).
Mi. <i>Robinsonia macrocephala</i> DCNE.	+	—		
Mi. » <i>Gayana</i> DCNE.	+	—		
Mi. » <i>thurifera</i> DCNE.	+	—		
Mi. » <i>evenia</i> PHIL.	+	—		
N. » <i>gracilis</i> DCNE.	+	—		
H. <i>Gnaphalium spicatum</i> LAM. var.	—	+	Chile bis Feuerl., Falkl.	
Mi. <i>Centaurodendron dracaenoides</i> JOHOW	+	—		Anscheinend verwandt mit <i>Centaurea</i> , habituell sehr abweichend.
Mi. <i>Dendroseris micrantha</i> HOOK. et ARN.	+	—		Dürfte <i>Fitchia</i> HOOK. fil. von den Tubuai-Ins. (150° w. L.) am nächsten stehen; wahrscheinlich auch mit <i>Thamnoseric</i> PHIL. von San Ambrosio verwandt.
Mi. » <i>gigantea</i> JOHOW	—	+		
Mi. » <i>neriifolia</i> HOOK. et ARN.	+	—		
Mi. » <i>macrophylla</i> DON	+	+		
Mi. » <i>pinnata</i> HOOK. et ARN.	+	—		
Mi. <i>Coprosma triflorum</i> BENTH. et HOOK.	+	—	Etwa 70 Arten, davon 40 auf N. Z., übrige subant Ins., Austral., N. Guin., Borneo, Polyn., Sandwich Ins. Keine in Amerika.	
Ma. <i>Psychotria pyrifolia</i> HOOK. et ARN.	+	+	Weit verbr. in den Tropen; etwa 150 Arten in Südamerika, aber keine in Chile.	Nähere Stellung unserer Art nicht bekannt.
Ch. <i>Nertera depressa</i> BANKS	—	+	Mex.-Feuerl., Falkl., Tristan d'A., Austral., Tasm., N. Z., Sandwich Ins.	
N. <i>Wahlenbergia fernandeziana</i> A. DC.	+	—	Schwerpunkt von der Verbr. der Gattung in Südafrika (einige Arten auf St. Helena).	Nach A. DC. gehören unsere Arten, welche den von St. Helena habituell ähnlich sind, einer weit verbr. Sektion (Kapsel 3-loc., A. auf St. Helena 2-loc.). Keine nähere Beziehung zu der chilenischen Art.
Ch. » <i>Berteroi</i> HOOK. et ARN.	+	—		
Ch. » <i>Masafueræ</i> (PHIL.) SKOTTSB.	+	+		
Th. <i>Lobelia anceps</i> THUNB.	+	+	Temp. S. Am. (auch Chile), S. Afr., Austral., N. Z.	
N. <i>Plantago fernandezia</i> BERT.	+	—		Steht <i>P. princeps</i> CHAM. der Sandwich Ins. am nächsten; beide habituell sehr eigentümlich.
Th. » <i>Skottsbergii</i> PILGER	+	—	Mehrere Verw. in Chile.	Steht <i>P. truncata</i> CHAM. nahe.
Mi. <i>Rhaphithamnus longiflorus</i> MIERS	+	+	Ausserdem eine Art in Chile; <i>R.</i> <i>longiflorus</i> MIERS sehr distinkt.	Auch die verw. Gattung <i>Citharexylon</i> ganz amerikanisch.
Mi. <i>Cuminia fernandezia</i> COLLA	+	—		Zeigt Beziehungen zu <i>Bystropogon</i> (die amer. Gruppe) und <i>Oreospha-</i> <i>cus</i> (andin).
Mi. » <i>eriantha</i> BENTH.	+	—		
G. <i>Solanum fernandezianum</i> PHIL.	+	—	Verw. in Chile (Gruppe <i>Tuberarium</i> ).	Vielleicht <i>S. etuberosum</i> LINDL. (Cord. Maule, Cord. Linares) am nächsten (BITTER).

N a m e n	Masafuera		Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandtschaftliche Verhältnisse
	Masafuera	Masafuera		
N. <i>Nicotiana cordifolia</i> PHIL.	—	+	Die meisten Verwandten Mex.-trop. Am.	Gehört nach COMES der Gruppe Ru- stica. Keine näher verw. Art. Die Gattung steht <i>Cynoglossum</i> am nächsten, soll aber auch zu <i>Myo- sotidium</i> (Chatham Ins.) Beziehung haben.
N. <i>Selkirkia Berteroi</i> HEMSL.	+	—		
Ch. <i>Calystegia Hantelmanni</i> PHIL.	—	+	Chile: Valdivia-Chiloé.	JOHOW betrachtet diese Art als ganz verschieden von <i>C. tuguriorum</i> R. Br.
Th. <i>Erythraea chilensis</i> PERS.	+	—	Nördl. und mittl. Chile.	
N. <i>Pernettya rigida</i> DC.	+	+	Hauptsächl. Verbr. in S. Am., schwach vertreten Tasm., N. Z.	Mehrere verwandten Arten im andinen Gebiet. <i>S. microphylla</i> JACQ. auf N. Z., <i>S. toromiro</i> (PHIL.) auf Oster Ins. Die Sect. <i>Edwardsia</i> auch auf Sand- wich Ins. und in Vorderind. re- präsentiert.
Mi. <i>Sophora tetraptera</i> AIT. var. <i>fernandeziana</i> (PHIL.) s. l.	+	+	Kollektive Art: N. Z., Oster Ins., Chile.	
Ch. <i>Acaena ovalifolia</i> R. & P. var. <i>insulae-exterioris</i> BITT.	—	+	Gesamtart längs den Anden von Co- lumbia bis Feuerland.	Die Varietät weicht von übrigen Formen recht scharf ab.
Ch. <i>Acaena masafuerana</i> BITT.	—	+	Von den zahlr. Arten in S. Am. wohl nur mit <i>A. pumila</i> VAHL ver- wandt, kein Anschluss an neuseel. Sippen.	Bildet mit <i>A. pumila</i> (Südchile bis Feuerl.) und <i>A. exigua</i> GRAY (Sandwich Ins.) die Gruppe <i>Subtus- papillosae</i> (BITTER).
Ch. <i>Margyricarpus setosus</i> R. & P. <i>*digynus</i> BITT.	+	—	Hauptart Perú-Chile im andinen Gebiet.	Steht unter den Formen des <i>M. se- tosus</i> recht isoliert (BITTER).
H. <i>Rubus geoides</i> SM.	—	+	Westpatag.-Feuerl., Falkl.	Wohl <i>U. Molinae</i> TURCZ am näch- sten, jedoch stark verschieden.
N. <i>Ugni Selkirkii</i> BERG	+	—	Mehrere Verw. in Chile.	
Ma. <i>Myrceugenia fernandeziana</i> (HOOK. et ARN.) JOHOW	+	—	Verwandten in Chile.	Am nächsten steht <i>M. apiculata</i> NDZ.
Ma. » <i>Schulzei</i> JOHOW	—	+	» » »	» » » <i>M. planipes</i> BERG.
N. <i>Halorrhagis erecta</i> (MURR.) SCHINDL.	+	+	Austral., N. Z. Keine Art in Chile.	
N. <i>Gunnera bracteata</i> STEUD.	+	—	Die Gattung centr.-südamer., polyn., indones., afrikan., die Unterg. <i>Panke</i> (richtiger Pangue) Amer. J. Fern., Sandw. Ins.	Scheint <i>G. petaloidea</i> GAUD. (Sand- wich Ins.) am nächsten. Die Fest- landsarten sind unter einander viel näher verwandt als mit den insulären.
N. » <i>peltata</i> PHIL.	+	—		
N. » <i>Masafuerae</i> SKOTTSB.	—	+		
Mi. <i>Escallonia Callcottiae</i> HOOK. et ARN.	+	—	Andin. und extratrop. S. Am.	Am meisten verwandt mit chilen. Arten, jedoch sehr distinkt.
N. <i>Eryngium bupleuroides</i> HOOK. et ARN.	+	—	Viele Arten anderer Sektionen in S. Am., auch in Chile.	Bilden die Sekt. <i>Fruticosa</i> WOLFF; habituell von allen anderen Arten stark abweichend.
N. » (?) <i>fernandezianum</i> SKOTTSB.	+	—		
Ch. » <i>sarcophyllum</i> HOOK. et ARN.	—	+		
H. <i>Apium fernandezianum</i> JOHOW	+	—	Weit verbreitete Gattung.	Verw. Arten in Chile.
Th. » <i>laciniatum</i> DC.	+	—	Perú-Chile bis Valdivia.	
Ch. <i>Dysopsis glechomoides</i> (RICH.) M.-ARG. var. <i>hirsuta</i> M.-ARG.	+	—	Hauptart Chile bis Feuerland.	

N a m e n	Masatierra		Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandschaftliche Verhältnisse
	Masatierra	Masafuera		
Mi. <i>Colletia spartioides</i> BERT.	+	—	Die Gattung südamerikanisch.	Verw. Arten in Chile.
Ma. <i>Fagara mayu</i> (BERT.) ENGL.	+	+	Weit verbr., trop. Gattung.	Bildet eigene Sektion, <i>Mayu</i> ENGL.; wohl nicht besonders mit südamerik. Arten verwandt. Hat wie Sect. <i>Blackburnia</i> (Austral, Sandwich Ins.) eingeschl. Blüten. Eng verwandt mit <i>A. serrata</i> Hk. fil.
Mi. <i>Azara fernandeziana</i> GAY	+	—	Die Gattung chilenisch.	
H. <i>Cardamine flaccida</i> CH. et SCHL.	+	—	Südl. Chile.	
H. » <i>Krüsselii</i> JOHOW	—	+	Weit verbreitete Gattung.	Verw. Arten in Chile.
Mi. <i>Drimys Winteri</i> FORST. var. <i>confertifolia</i> (PHIL.) JOHOW	+	+	Die Art Mex.-Feuerl.	
N. <i>Lactoris fernandeziana</i> PHIL.	+	—		Bildet eine eigene, monotypische Familie.
N. <i>Berberis corymbosa</i> HOOK. et ARN.	+	—	Die Gattung reich entfaltet in S. Am.	Gehört nach SCHNEIDER der Sect. <i>Corymbosae</i> (2 von Perú, 1 von Ecuador), wo sie aber recht isoliert steht.
Th. <i>Monocosmia monandra</i> (R. et P.) PAX	—	+	Chile von Valparaiso bis Chiloé.	
Th. <i>Tetragonia expansa</i> AIT.	+	—	Austral, N. Z., Polynes., Jap., S. Am. (auch Chile).	
Ch. <i>Spergularia confertiflora</i> STEUD.	+	+	Mittl. Chile.	
Ch. <i>Paronychia chilensis</i> DC.	+	—	Chile, Coquimbo-Araucanía.	
N. <i>Chenopodium Sanctae Clarae</i> JOHOW	+ <sup>1</sup>	—	Weit verbreitete Gattung.	Nähere Verwandtsch. sehr fraglich; möglicherweise zu <i>Ch. paniculatum</i> HOOK. fil. (Perú-Chile) Beziehungen zeigend.
H. <i>Salicornia peruviana</i> H. B. K.	+	+	Westküste von S. Am. bis Chiloé.	
H. <i>Peperomia Berteroana</i> MIQ.	+	+	Trop. Gattung; besonders zahlreich in Südamerika; in Chile sehr schwach vertreten.	Sehr distinkte Arten; <i>P. Berteroana</i> und <i>margaritifera</i> zeigen gewisse Ähnlichkeit mit <i>P. Gibbsiae</i> C. DC. (Fiji) und <i>P. pallidinervis</i> C. DC. (N. Hebrid.); <i>P. Skottsbergii</i> erinnert von <i>P. lonchophylla</i> C. DC. (Sawaii). Mitteil. v. C. DE CANDOLLE.
H. » <i>margaritifera</i> BERT.	+	+?		
H. » <i>Skottsbergii</i> C. DC.	—	+		
H. » <i>fernandeziana</i> MIQ. <sup>2</sup>	+	+	Chile (Valdivia); Sandwichs Ins.?	
N. <i>Urtica fernandeziana</i> (RICH.) ROSS.	+	+	Weit verbreitete Gattung.	Ein allein dastehender Typus.
Th. » <i>Masafuerae</i> PHIL.	—	+		Nahe verwandt mit <i>U. Berteroana</i> PHIL. aus Chile.
Th. <i>Parietaria humifusa</i> RICH.	+	+	Mittl. Chile.	
Mi. <i>Boehmeria excelsa</i> WEDD.	+	—	In den Tropen weitverbr. Gattung.	Verw. mit trop.-amer. Arten (Perú-Venezuela).
E. <i>Phrygilanthus Berteroi</i> (HOOK. et ARN.) REICHE	+	—	6 andere Arten in Chile, ferner trop. Am., Austr., N. Z.	
Mi. <i>Santalum fernandezianum</i> F. PHIL.	+	(+) <sup>3</sup>	Die Gatt. in Ostindien, Austral., N. Caled., Sandwich Ins., Fiji.	Sehr distinkt, nähere Stellung nicht bekannt.
H. <i>Stipa Skottsbergii</i> PILGER	+	—	Mehrere Arten in Chile.	Nahe verw. mit <i>S. Neesiana</i> TRIN.
H. » <i>fernandeziana</i> PHIL.	+	—	» » » »	» » » » »

<sup>1</sup> nur auf Sancta Clara.<sup>2</sup> *P. nummularioides* GRIS. auf Masatierra bedarf Bestätigung.<sup>3</sup> Scheint auf Masafuera völlig ausgestorben.

N a m e n	M a s k e t t e r		Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandschaftliche Verhältnisse
	Maske	Tetter		
H. <i>Oryzopsis bicolor</i> VAHL	+	—	Chile, Argentinien.	
H. » <i>laevissima</i> (PHIL.)				
	PILGER	+	Mittl. Chile.	
H. <b>Podophorus bromoides</b> PHIL.	+	—		Verwandt mit <i>Brachyelytrum</i> BEAUV. (3 Arten, N. Am.) und wohl auch mit <i>Aphanelytrum</i> (1 Art, Ecuador)
H. <i>Polypogon imberbis</i> PHIL.	+	—	Weitverbr. Gattung.	Einige Arten in Chile.
H. <i>Trisetum laxum</i> PHIL.	+	—	Weitverbr. Gattung.	Nach JOHOW eine <i>Koeleria</i> . Nicht von DOMIN erwähnt.
H. <i>Danthonia collina</i> PHIL. <sup>1</sup>	+	—	Mittl. Chile.	
Ch. <b>Megalachne Berteroniana</b>				
	STEUD.	+		Keine näheren Verwandten.
H. <i>Bromus cebadilla</i> STEUD.	+	—	Soll auch in Chile vorkommen.	
N. <i>Chusquea fernandeziana</i> PHIL.	+	—	Die Gattung Mex.-S. Chile.	Verwandte Arten in Chile.
H. <sup>2</sup> <i>Cyperus vegetus</i> WILLD.	+	+	S. Am., auch Chile.	
H. <sup>2</sup> » <i>reflexus</i> VAHL	+	—	Texas-Brasil., Chile.	
H. <i>Heleocharis albibracteata</i> NEES	+	—	Boliv.-Chile, Patagon.	
H. <i>Scirpus nodosus</i> ROTTB.	+	+	S. temp. Zone, auch Chile.	
H. » <i>cernuus</i> VAHL	+	—	Fast kosmop. Chile, Atacama-Feuerl.	
H. <i>Cladium scirpoideum</i> BENTH. et HOOK.	+	—	Weit verbreitete Gattung.	Gehört der Sect. <i>Vincentia</i> GAUD.: 1 Art Madag., 1 Bourb. Ins., 1 Sandwich Ins., 1 N. Z., 1 Brasi- lien. (Nach HEMSLEY besonders verw. mit <i>C. ficticium</i> HEMSLEY, das aber kaum derselben Sektion ge- hört.)
H. <i>Uncinia Douglasii</i> BOOTT	+	+	Die Gattung in Chile bis Feuerl., Falkl., Tristan d'A., N. Z., Sand- wich Ins.	Verw. mit chilenischen Arten.
H. <i>Carex Berteroniana</i> STEUD.	+	+	Weit verbreitete Gattung.	Gehört n. KÜENTHAL der Gr. <i>Echi- nochlaenae</i> : 16 Arten N. Z., 1 N. Z. + Norfolk Ins., 1 W. Austral., 1 Südhile.
Ma. <b>Juania australis</b> (MART.) DR.	+	—		Schliesst sich den Iriarteae und Morenieae (trop. Am.) an. Kein Verw. in Chile.
Ch. <b>Ochagavia elegans</b> PHIL.	+	—		Naher der chil. Gatt. <i>Rhodostachys</i> , von MEZ damit vereint.
H. <i>Libertia formosa</i> GRAH.	+	+	Chile, Valdivia-Chiloé.	
H. <i>Luzula</i> cfr. <i>alopecurus</i> DESV.	—	+	Patagon.-Feuerl., Falkl.	
H. <i>Juncus imbricatus</i> LAH. var.	+	—	Ecuador-Chile, Argent., Urug.	
H. » <i>microcephalus</i> H. B. K.	+	—	Mex.-Urug., Chile.	
H. » <i>Dombeyanus</i> J. GAY	+	—	Perú-Chile, Urug.	

\* \* \*

<sup>1</sup> Unsicher, ob eingeschleppt oder nicht.<sup>2</sup> oder HH.

N a m e n	Masalierna	Masflora	Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandschaftliche Verhältnisse
Gleichenia pedalis KLF.	+	+	Chile, Valdivia-Chiloé.	
Lophosoria glauca (SW.) KUHN	+	+	Mex.-Chile, Brasil.	
Dicksonia Berteroana Hook.	+	+		Gehört n. CHRISTENSEN der süd- polyn. Gruppe, weniger verwandt mit amerikan. oder neuseel. Arten.
<b>Thyrsopteris elegans</b> KZE	+	+		Nach POTONIÉ in Nat. Pflznm. fos- sile Arten in der Jura von Spitz- berg, England, Amur etc.
Adiantum chilense KLF.	+	+	Perú-S. Chile, Falkl.	
Histiopteris incisa (THUNB.) J. SM.			Die Hauptart in S. Afr. und Brasil.,	
var. <i>flavescens</i> (COLLA) C. CHR.	+	+	nicht in Chile.	
Pteris chilensis DESF.	+	+	Südhile.	
» <i>Berteroana</i> AG.	+	+	Weit verbreitete Gattung.	Sehr nahe der <i>P. Endlicheriana</i> AG. der Norfolk-Ins. Keine Verw. in S. Am.
Blechnum auriculatum CAV.	+	+	Temper. S. Am.	
» <i>cycadifolium</i> (COLLA)				Steht <i>B. magellanicum</i> (DESV.) METT. (S. Chile-Feuerl.) nahe.
STURM	+	+	Einige verw. Arten in S. Am.	
» <i>chilense</i> (KLF.) METT.	+	+	Südhile-Patag., Falkl.	
» <i>Schottii</i> (COLLA) C. CHR.	+	-	Keine verw. Art in Chile.	Steht <i>B. attenuatum</i> (WILLD.) METT. (S. Afr., Mascar., N. S. W., Polynes.) am nächsten.
» <i>valdiviense</i> C. CHR.	+	+	Chile, Valdivia-Chiloé.	
» <i>longicauda</i> C. CHR.	-	+	Keine verw. Art in Chile.	In der Nähe von <i>B. Sprucei</i> C. CHR. (Ecuador).
Asplenium obtusatum FORST.	+	+	Perú, Chile, Polynes, Sandwich Ins., Oster Ins., Salay Gomez, N. Z., Austr., Tasm., Crozet Ins., Tristan d'A.	
» <i>stellatum</i> COLLA	+	+	In Chile keine Verwandten.	Steht <i>A. pteropus</i> KLF. (trop. Am.) nahe.
» <i>macrosorum</i> BERT.	+	-	Arten desselben Typus in verschied. trop. Gegenden.	CHRISTENSEN kennt keine sehr nahe- stehende Art.
magellanicum KLF.	+	+	Südhile-Feuerl., Falkl.	
Polystichum orbiculatum (DESV.)				
GAY	+	+	Südhile.	
<i>Berterianum</i> (COLLA)				Verw. mit <i>P. adiantiforme</i> (FORST.) J. SM. (S. Am., Falkl., Tristan d'A., St. Paul)
C. CHR.	+	+		
Cystopteris fragilis (L.) BERNH.				
var. <i>canariensis</i> (WILLD.) MILDE	-	+	Fast kosmopolitisch. Die Var. Iber. Halbins., atl. Ins., Anden.	
Dryopteris villosa Hook.	+	+	Perú-Chile.	
» » var. <i>Berteroana</i>				
(HK.) C. CHR.	+	-	Chile, Galapagos Ins.	
Arthropteris altescandens (COLLA)				Verwandt mit <i>A. tenella</i> (SCHK.) aus Austral., N. Z., N. Caled.
J. SM.	+	+		
Polypodium translucens KZE	+	-	Mittl. Chile.	
» <i>pyncocarpum</i> PRESL	+	+	Trop. Amer., nicht in Chile.	
» <i>lanceolatum</i> L.	+	+	Mex.-Bras., Chile, Afr., Ind., Sand- wich Ins., etc.	

N a m e n	Masafieta		Sonstige Verbreitung der Art oder Gattung	Verwandtschaftliche Verhältnisse
	Masafieta	Masafieta		
<i>Pellaea chilensis</i> FÉE	+	+	Viele Arten in Amerika.	Nahe verw. mit <i>Pellaea nivea</i> (POIR.) PRANTL (Arizona-Chile).
<i>Hymenophyllum cruentum</i> CAV.	+	-	Südchile bis Penas-Golf.	
» <i>dichotomum</i> CAV.	+	+	» » Westpatag.	
» <i>fuciforme</i> SW.	+	-	» » »	
» <i>caudiculatum</i> MART.	+	-	S. Brasil. und Chile (bis Penas-Golf).	
» <i>pectinatum</i> CAV.	+	-	Südchile bis Magell. Str.	
» <i>cuneatum</i> KZE	+	+	Chile, S. Afr., Tasm., N. Z., etc.	
» <i>ferrugineum</i> COLLA	+	-	Südchile bis Magell. Str., N. Z.	
» <i>tortuosum</i> HOOK. et GREV.	+	-	» » Feuerl., Falkl.	
» <i>dicranotrichum</i> (PRESL) SADEB.	+	-	Südchile, Valdivia-Patagon.	
» <i>tunbridgense</i> SM.	-	+	Fast kosmop., auch in Chile.	
» <i>peltatum</i> (POIR.) DESV.	-	+	» » » »	
<i>Serpilopsis caespitosa</i> (GAUD.) C. CHR.	+	+	Südchile bis Feuerl., Falkl.	
<i>Trichomanes exsectum</i> KZE	+	+	Südchile, Valdivia-Chiloé.	
» <i>Philippianum</i> STURM	+	-	» » »	
» <i>pyxidiferum</i> L.	+	-	Mex.-Chile, S. Afr., Ind., trop. Austral.	Trop. Kollektivart.
<i>Lycopodium Gayanum</i> REMY	-	+	Südchile bis Chiloé.	Identisch mit <i>L. Jussieui</i> DESV.?

Die Anzahl der wildwachsenden Blütenpflanzen beträgt 105; davon sind 72,<sup>1</sup> also 68,5 % endemisch, 33, (= 31,5 %) nicht. Sämtliche Arten verteilen sich auf 74 Gattungen, von welchen 11 (= 15 %) endemisch sind; sie repräsentieren 38 natürliche Familien, davon eine (Lactoridaceae) endemisch. Die Zahl der Pteridophyten ist 43 (= 30 % der höheren Flora); 12 Arten<sup>2</sup> (= 28 %) sind endemisch, 31 (= 72 %) nicht. Sie verteilen sich auf 19 Gattungen (1 endemisch) und 5 Familien.

Zusammen kommen also 148 Gefässpflanzen vor, von welchen 84 (= 57 %) endemisch sind, verteilt auf 93 Gattungen, wovon 12 (= 13 %) endemisch.

Von den 72 endemischen Phanerogamen haben 35 ± unzweifelhaft ihre nächsten Verwandten in Südamerika und 29 zwar in Chile; zwei sind zwar mit chilenischen Pflanzen verwandt, werden aber mit ebenso grossem oder grösserem Recht westlichen Arten angegliedert (*Acaena masafuerana*, *Sophora*). Von den übrigen 35 sind 21 von unsicherer Verwandtschaft oder stehen sehr isoliert, können jedenfalls nicht als chilenisch oder amerikanisch bezeichnet werden; 14 sind deutlich verwandt mit polynesischen oder australisch-neuseeländischen Arten. Die 33 nicht-endemischen kommen alle mit einer einzigen Ausnahme (*Halorrhagis*) in Chile vor; mehrere haben eine weitere Verbreitung. Von den 12 endemischen Farnkräutern sind 7 südamerikanisch,

<sup>1</sup> Von diesen haben fünf nur den Rang einer Unterart oder Varietät.

<sup>2</sup> Eine nur in einer endemischen Varietät vertreten.

davon 4 mit chilenischen  $\pm$  nahe verwandt. Von den übrigen 5 steht eine Art ganz isoliert (*Thyrsopteris*), die anderen haben enge Beziehungen zu polynesischen oder australisch-neuseeländischen Arten. Unter den 31 nicht-endemischen befindet sich 1 tropisch-amerikanische Art (*Polypodium pycnocarpum*), die anderen kommen alle in Chile vor. Mehrere sind weit verbreitet, einige sogar kosmopolitisch.

Alles in allem sind also von den 148 Arten höchstens 107 amerikanisch, 41 nicht. Man kann also die Herkunft der Flora nicht einfach damit abfertigen, dass sie mit wenigen Ausnahmen, die so unbedeutend an Zahl seien, dass man sich nicht mit ihnen zu beschäftigen braucht, amerikanischer Abstammung sei. Die Verhältnisse liegen teilweise anders als es Autoren wie WALLACE, SOLMS LAUBACH u. a. sich vorstellten, welche sich auf JOHÖW's Darstellungen stützen. Zwar hat JOHÖW natürlich betont, dass deutliche Anklänge an z. B. Polynesien vorhanden sind, anscheinend aber nicht klar genug gezeigt, wie zahlreich und wichtig sie sind. Hierzu kommt ferner, dass einige Typen, welche auch in Chile vertreten sind, eher hier als östliche Ausläufer betrachtet werden mögen; jene wurden oben zu den amerikanischen gerechnet.

Um eine Basis für eine eingehendere Diskussion der pflanzengeographischen Stellung der Flora zu gewinnen, habe ich unten einen Versuch gemacht, die Arten zu gruppieren. Ich muss scharf betonen, dass es sich nur um einen Versuch handelt, in Bezug auf dessen Resultat natürlich verschiedene Meinungen obwalten werden.

## I. Altpazifisches Element. — 43 Arten.

A. Von  $\pm$  isolierter Stellung und ohne nähere Verwandtschaft mit jetzt lebenden Arten. Alle endemisch. — 22 Arten.

1. Sehr isoliert, endemischen Gattungen angehörend: Rhetinodendron (1), Robinsonia (5), Centaurodendron (1), Selkirkia (1), Lactoris (1), Podophorus (1), Megalachne (1), Thyrsopteris (1).

2. Nicht-endemischen Gattungen angehörend: Erigeron fruticosus, rupicola, Wahlenbergia fernandeziana, Berteroi, Masafuerae, Eryngium bupleuroides, fernandezianum, sarcophyllum, Fagara mayu, Urtica fernandeziana.

B. Verwandte auf den Sandwich-Inseln, in Polynesien, Australien oder Neuseeland. — 21 Arten.

1. Endemisch: Dendroseris (5), Coprosma triflorum, Plantago fernandezia, Sophora tetraptera var. fernandeziana, Acaena masafuerana, Gunnera bracteata, Peperomia Berteroana, margaritifera, Skottsbergii, Santalum fernandezianum, Cladium seirpoideum, Carex Berteroniana, Dicksonia Berteroana, Pteris Berteroana, Blechnum Schottii, Arthropteris altescandens.

2. Nicht endemisch: Halorrhagis erecta.

## II. Tropisch-amerikanisches Element. — 11 Arten.

1. Endemisch: *Psychotria pyrifolia*, *Cuminia* (2), *Nicotiana cordifolia*, *Boehmeria excelsa*, *Juania* (1), *Histiopteris incisa* var. *flavescens*, *Blechnum longicauda*, *Asplenium macrosorum*, *stellatum*.

2. Nicht endemisch: *Polypodium pycnocarpum*.

## III. Chilenisches Element. — 90 Arten.

A. Stark abweichende Arten (19): *Rhaphithamnus longiflorus*, *Pernettya rigida*, *Ugni Selkirkii*, *Myrceugenia fernandeziana*, *Schulzei*, *Gunnera peltata*, *Masafuerae*, *Escallonia Callcottiae*, *Apium fernandezianum*, *Colletia spartioides*, *Berberis corymbosa*, *Chenopodium Sanctae Clarae*, *Phrygilanthus Berteroi*, *Polypogon imberbis*, *Trisetum laxum*, *Chusquea fernandeziana*, *Uncinia Douglasii*, *Ochagavia* (1), *Polystichum Berterianum*.

B. Weniger stark abweichende Arten (13): *Plantago Skottsbergii*, *Solanum fernandezianum*, *Acaena ovalifolia* var. *insulae-exterioris*, *Margyricarpus setosus* \**digynus*, *Dysopsis glechomoides* var. *hirsuta*, *Azara fernandeziana*, *Cardamine Krüsselii*, *Drimys Winteri* var. *confertifolia*, *Urtica Masafuerae*, *Stipa fernandeziana*, *Skottsbergii*, *Blechnum cycadifolium*, *Pellaea chilensis*.

C. Identische Arten (58); die mit S bezeichneten besonders für das südchilenische Waldgebiet (*Valdivia*, *Llanquihue*, *Chiloé* etc.) charakteristisch: *Bahia ambrosioides*, *Amblyopappus pusillus*, *Nertera depressa*, *Lobelia anceps*, *Calystegia Hantelmannii* (S), *Erythraea chilensis*, *Apium lacinatedum*, *Cardamine flaccida* (S), *Monocosmia monandra*, *Tetragonia expansa*, *Spergularia confertiflora*, *Paronychia chilensis*, *Salicornia peruviana*, *Peperomia fernandeziana* (S), *Parietaria humifusa*, *Oryzopsis bicolor*, *laevissima*, *Danthonia collina*, *Bromus cebadilla*, *Cyperus vegetus*, *reflexus*, *Scirpus nodosus*, *cernuus*, *Heleocharis albibracteata*, *Libertia formosa* (S), *Juncus imbricatus* var. *Chamissonis*, *microcephalus*, *Dombeyanus* (S), *Gleichenia pedalis* (S), *Lophosoria glauca* (S), *Adiantum chilense* (S), *Pteris chilensis* (S), *Blechnum auriculatum* (S), *chilense* (S), *valdiviense* (S), *Asplenium obtusatum* (S), *magellanicum* (S), *Polystichum orbiculatum* (S), *Cystopteris fragilis*, *Dryopteris villosa*, *Polypodium translucens*, *lanceolatum*, *Hymenophyllum cruentum* (S), *dichotomum* (S), *fuciforme* (S), *caudiculatum* (S), *pectinatum* (S), *cuneatum* (S), *ferrugineum* (S), *tortuosum* (S), *dicranotrichum* (S), *tunbridgense* (S), *peltatum* (S), *Serpilopsis caespitosa* (S), *Trichomanes exsectum* (S), *Philippianum* (S), *pyxidiferum*, *Lycopodium Gayanum* (S).

## IV. Subantarktisch-magellanisches Element. — 4 Arten.

*Lagenophora hirsuta*, *Gnaphalium spicatum* var., *Rubus geoides*, *Luzula* cf. *alopecurus*.

Was den Namen »altpazifisch« betrifft, so will dieser natürlich nicht besagen, dass sämtliche Arten ihren Ursprung in den im Stillen Ozean jetzt oder früher befindlichen Inseln oder Ländern haben, nur dass sie oder ihre Vorfahren wahrscheinlich einer alten pazifischen Flora angehörten, die auch westliche Bestandteile enthielt. Mehrere Typen stehen recht isoliert; ob nicht einige aus Amerika stammen oder dort früher ihre nächsten Verwandten hatten, wissen wir natürlich nicht — »altpazifisch« sind sie jedenfalls in dem Sinne, dass sie anscheinend ein hohes Alter haben und jetzt nur die im pazifischen Ozean gelegenen Juan Fernandez-Inseln bewohnen. Die unter I A 2 aufgeführten alleinstehenden Arten nicht-endemischer Genera haben hier Platz gefunden, weil ich keinen Grund dafür finde, sie in Beziehung zu Ländern zu setzen, wo die betreffende Gattung zwar ihren Schwerpunkt hat oder reich entfaltet ist, aber keine mit den insulären verwandten Arten zeigt; vielleicht sind die Inselarten die letzten Überbleibsel früher besser entwickelter Gruppen, und übrigens liegt der Schwerpunkt einer Gattung heute gewiss nicht immer da, wo er in früheren Zeiten lag. Man könnte wohl diese Typen, deren Verwandtschaft uns verborgen ist — ob zu endemischen Gattungen gehörig, ist recht gleichgültig, denn nichts steht im Wege, dass z. B. ein *Eryngium bupleuroides* ebenso alt sei wie *Rhetinodendron* oder *Robinsonia* — eine »indifferente«, alte Gruppe bilden lassen, damit wäre aber nichts gewonnen.

Es mögen jetzt einige Bemerkungen zu gewissen Arten der verschiedenen Gruppen folgen.

BENTHAM und HOOKER stellten zwar *Rhetinodendron* und *Robinsonia* in die Nähe von *Raillardia* (Sandwich-Ins.), die Unterschiede sind aber so gross, dass ich jene Gattungen lieber unter I A einreihe. *Centaurodendron* steht allem Anschein nach *Centaurea* am nächsten, von einem Anschluss an eine bestimmte Art oder Gruppe dieser weitverbreiteten Gattung kann vorläufig nicht die Rede sein. Dasselbe mag *Selkirkia* in ihrem Verhältnis zu *Cynoglossum* gelten; HEMSLEY fand auch eine gewisse Analogie mit *Myosotidium* (Chatham-Ins.).

In einer neuen Arbeit (Arch. néerl. sc. exact. et natur. sér. III B, I (1912)) hat HALLIER (p. 51) als seine Meinung ausgesprochen, »qu'on fait descendre *Lactoris* ou bien de Magnoliacées voisines des Iliciées ou directement de Berberidacées du bord oriental du Pacifique«. Die erste Möglichkeit lässt sich wohl denken; ENGLER hat die Ähnlichkeit mit *Drimys*, welche aber keinen amerikanischen Typus darstellt, hervorgehoben. Was die direkte Abstammung von Berberidaceen betrifft, so darf wohl nicht vergessen werden, dass *Lactoris* drei freie Karpelle hat, ein ursprünglicheres Merkmal als der einzige Karpell bei den Berberidaceen. Ich finde also keinen Grund, *Lactoris* dem amerikanischen Element anzuschliessen — vielleicht gehört sie mit *Thyrsopteris* zu den aller ältesten Typen der Insel flora.

Sehr alt ist vielleicht auch *Podophorus*, steht wohl *Brachyelytrum* am nächsten (3 Arten, Nordamerika); vielleicht auch verwandt mit *Aphanelytrum* (1 Art, Ecuador). Man darf wohl nicht glauben, dass jene Gattung eine Beziehung zu der Flora Nordamerikas bedeute.

Über *Erigeron fruticosus* wurde von HEMSLEY gesagt, dass er eine starke Ähn-

lichkeit (a strong resemblance) mit *E. darellianus* aus Bermuda habe, was ich jedoch nicht finden kann. Die in der Tabelle wiedergegebene Angabe von BENTHAM und HOOKER ist vielleicht zutreffend; da andererseits eine Verwandtschaft mit amerikanischen Arten nicht nachgewiesen ist, habe ich unsre Arten als altpazifisch bezeichnet; aus demselben Grund wurden die *Eryngium*-Arten diesem Element angeschlossen. Die drei *Wahlenbergien* weichen von der chilenischen Art stark ab. Habituell sind sie den Arten auf St. Helena ähnlich, werden aber zu einer anderen Sektion gerechnet, die eine weite Verbreitung hat, mit einer isolierten Station auf Juan Fernandez. Ihre Vorfahren haben vielleicht auch Südamerika bewohnt. Dasselbe lässt sich von *Fagara mayu* sagen. Es liegt nahe, diesen Baum dem tropisch-amerikanischen Element anzuschliessen, weil die Gattung im tropischen Südamerika viele Vertreter hat, unsre Art ist indessen so stark abweichend, dass sie eine monotypische Sektion bildet.

Ein hohes Interesse bietet die Gruppe I B. Da es nicht immer möglich war, festzustellen, ob eine Art von westlicher Verwandtschaft — z. B. *Santalum* — in erster Linie an eine Art der Sandwich-Inseln oder Australien u. s. w. angeschlossen werden soll, zog ich es vor, die Gruppe als Einheit zu behalten, obwohl es besser wäre, sie in mehrere zu zerlegen.

Ausser *Santalum* bieten *Coprosma triflorum* und die vier Farnkräuter, von welchen besonders *Dicksonia* und *Arthropteris* hervorzuheben sind, vorzügliche Beispiele westlicher Typen in der Flora. Dagegen muss man in anderen Fällen sich in Acht nehmen, von einem gerade westlichen Ursprung zu reden. So mag *Dendroseris* einem ostpazifischen Typus angehören, der sich gegen Westen ausbreitete.

Man wird vielleicht finden, dass ich ohne genügenden Grund einige Arten hier aufgenommen habe, besonders, wenn sie zu Typen gehören, die auch in Chile vortreten sind. Ich bin aber der Meinung, dass man sie besser nicht als chilenisch behauptet. So z. B. die *Sophora* (*Edwardsia*); wir haben hier einige sehr nahe verwandte Arten, die sogar manchmal als eine kollektive Spezies aufgefasst werden, eine in Neuseeland, eine auf der Osterinsel, wenigstens eine auf Juan Fernandez und eine in Chile. Andere bewohnen die Sandwich-Inseln und Vorderindien. Noch deutlicher scheint mir *Carex Berteroniana* das zu zeigen, was ich hier anstrebe; sie gehört einer Sektion, die nicht nur Juan Fernandez, sondern auch Chile erreichte — ich verweise auf die Tabelle. Unter den *Gunnera*-Arten hat *G. bracteata* ihr Seitenstück nicht in Chile, sondern auf den Sandwich-Inseln (*G. petaloidea*). Die anderen stehen in Beziehung zu südamerikanischen, welche letztere aber mit einander viel enger verwandt sind. Die Zersplitterung der Gattung auf viele Untergattungen, welche zusammen ein weites Areal decken, spricht für ihr hohes Alter; vielleicht hat sich die Untergattung Panke erst in Südamerika entfaltet.

Wenn die Angabe über das Vorkommen von *Peperomia fernandeziana* auf Sandwich sich bestätigt, würde man diese Art zusammen mit den übrigen lieber der Gruppe I B zuweisen, was viel natürlicher scheint.<sup>1</sup> *Halorrhagis erecta* ist das einzige

<sup>1</sup> Dr. C. DE CANDOLLE schreibt mir: »Il est possible que cette espèce existe aussi dans l'île Oahu ainsi que je l'ai indiqué autrefois (Prodr. XVI: 1) d'après un échantillon de NUTTALL, mais elle n'a pas été retrouvée depuis.»

Beispiel einer Art, die sowohl auf Juan Fernandez als westlich davon, aber nicht in Südamerika vorkommt. Für unsere Fragen kommen zwar in erster Linie nicht identische Arten in Betracht, es soll aber nicht geleugnet werden, dass *Halorrhagis* ein sehr alter Einwanderer sei, aus einer Zeit wo die Verbreitungsmöglichkeiten grösser waren als jetzt. Wurde sie erst in späterer Zeit nach Juan Fernandez gebracht, so ist sie in der Insel flora das einzige sichere Beispiel für eine Verbreitung auf sehr lange Distanzen. Von Bedeutung für unsere Auffassung wird wohl die künftige Aufklärung der Masafuera-Form werden.

Wenden wir uns jetzt dem tropisch-amerikanischen Element zu. *Psychotria pyrifolia* hat hier Platz gefunden, weil die Gattung im tropischen Amerika reich entfaltet ist. Für eine Untersuchung über ihre Stellung innerhalb der schwierigen Gattung fehlte mir sowohl Material als Zeit. Dasselbe gilt auch von *Nicotiana cordifolia*; von der Untergattung *Rustica* sind die meisten Arten in Mexico—trop. Amerika zu Hause, und unter den chilenischen steht die Inselart sehr isoliert.

Von denjenigen Arten, welche chilenischen so nahe stehen, dass sie nur als endemische Varietäten aufgefasst werden, dürften vielleicht einige durch das Inselklima direkt hervorgerufene Formen darstellen. Dies nimmt JOHNSON für die *Drimys*-Form an, experimentell bewiesen ist seine Annahme aber nicht. Von den gemeinsamen Arten, welche wohl am ehesten als spätere Einwanderer — bei einigen lässt sich nicht entscheiden, ob sie nicht durch den Verkehr eingeschleppt wurden — aufgefasst werden, gehört ein grosser Teil der südchilenischen Regenwaldflora an, was auch klimatisch sehr verständlich ist. Sumpfpflanzen und Strandpflanzen nebst Pteridophyten herrschen vor. Betreffs einer der letzteren, *Hymenophyllum ferrugineum*, soll kurz auf die Verbreitungskarte bei CHRIST<sup>1</sup> hingewiesen werden (Neuseeland, Juan Fernandez, Südchile); ungefähr dieselbe Verbreitung zeigt *H. cuneatum* (*rarum*, CHRIST l. c. p. 327). So interessant nun auch diese Verbreitung sein mag, so wird man wohl in erster Linie glauben, dass diese beiden, wie die vielen anderen Hymenophyllaceen, aus Chile gekommen sind.

Schliesslich bleibt die subantarktische Gruppe. *Gnaphalium purpureum* L., mit dem *G. spicatum* oft vereinigt wird, hat in Amerika eine weite Verbreitung; die auf Masafuera gefundene Form ist andinen und feuerländischen Formen sehr ähnlich. Für die Beurteilung der Florenzentwicklung auf Juan Fernandez hat die Gruppe vielleicht keine Bedeutung, sie besteht nur aus vier Arten, alle auf die höchsten Teile von Masafuera beschränkt. Interessant ist auch, dass zusammen mit ihnen ein paar südliche Moose, *Dendroligotrichum dendroides* und *Polytrichadelphus magellanicus*, auftreten, ein Verhältnis das ohne Zweifel von CARDOT diskutiert werden wird.

WALLACE hat in seinem berühmten Buch »Island life«, von welcher Arbeit hier die dritte, revidierte Auflage (1911) berücksichtigt wird, alle Inseln auf zwei Klassen verteilt, kontinentale und ozeanische, welche letztere niemals eine Verbindung mit

<sup>1</sup> Die Geographie der Farne. Jena 1912.

einem Kontinent hatten: sie tauchten aus dem Meeresboden empor, und wurden allmählich durch Pflanzen und Tiere besiedelt — je nach dem Alter der Inseln bieten sie heutzutage grössere oder geringere Eigentümlichkeiten dar. Juan Fernandez hat die charakteristischen Züge der Ozeaninseln, es fehlen die Landsäugetiere, Reptilien und Amphibien, ebenso wie gewisse Pflanzenfamilien, z. B. Gymnospermen, Orchideen, Liliaceen und Amaryllidaceen; die Leguminosen sind nur durch eine Art (*Sophora*) vertreten. Ferner sind die Inseln ringsum von beträchtlichen Meerestiefen umgeben. Im allgemeinen schliesst sich HEMSLEY wie auch viele andere Autoren der Auffassung von WALLACE an. SOLMS LAUBACH schreibt bei der Besprechung von St. Helena, dass WALLACE »in schlagender Weise« gezeigt hat, dass man es absolut nicht mit dem Rest einer grösseren Landmasse zu tun habe. Falls endemische Arten fehlen oder mit anderen eines in der Nähe gelegenen Kontinents nahe verwandt sind, bietet die Besiedelung einer ozeanischen Insel der Erklärung keine grössere Schwierigkeit. Anders verhält es sich mit Inseln, welche zu der ersten Kategorie von HEMSLEY (Introd. p. 4) gehören, wo die Endemismen zahlreich und eigenartig sind. WALLACE gründet seine Anschauung vorzugsweise auf das hohe Alter jener Inseln. So soll die Vogelfauna der Sandwich-Inseln zeigen, dass sie von einer »immense antiquity« (Island Life p. 316) sind; der älteste Teil der Flora »dates back to a very remote period« (p. 325). Nach demselben Autor ist es wahrscheinlich, dass die Insektenfauna von St. Helena »dates back to a premiocene period« (p. 301); nun sind viele Insekten auf verschiedene Pflanzen stark spezialisiert, woraus wir mit WALLACE schliessen müssen, dass »the plants were there long before the insects could establish themselves« (p. 306). Und Juan Fernandez ist »a good example of a small island which, with time and favourable conditions, has acquired a tolerably rich and highly peculiar flora and fauna« (p. 287). Der Schlüssel zu dem Verständnis dieser eigenartigen Inselwelt soll darin liegen, dass die isolierten Formen die letzten Überbleibsel von früher weit verbreiteten Typen sind, welche an wenigen Lokalitäten bewahrt wurden (WALLACE p. 308), und dass diese Lokalitäten von hohem Alter sind. Geologisch »alt« brauchen sie ja nicht zu sein, aber aus dem über St. Helena gesagten geht hervor, dass sich WALLACE diese Insel als wenigstens eozän denkt.

Es mag gleich anerkannt werden, dass WALLACE selbst nicht zu dogmatisch ist. Trotz allem redet er selbst von verschwundenen Inseln, die uns helfen könnten, die Herkunft mancher Inselfloren zu verstehen. So das älteste Element in der Sandwich-Flora (p. 325): »we may therefore look upon the Compositae as representing the most ancient portion of the existing flora, carrying us back to a very remote period, when facilities for communication with America were greater than they are now. This may be indicated by the two deep submarine banks in the North Pacific between the Sandwich Island and San Francisco . . .« und Verbindungen ähnlicher Art bestehen mit Ostasien und Polynesien. Bei der Behandlung der Vogelfauna drückt er sich noch schärfer aus (p. 316): »these facts undoubtedly indicate an immense antiquity for this group of islands, or the vicinity of some very ancient land (now submerged), from which some portion of their peculiar fauna might be derived«.

Über das Verhältnis von Juan Fernandez zu Südamerika sagt er p. 281 »and there may have been intermediate islands«. Gegen eine Annahme von grösseren Landmassen im Mesozoikum spricht er sich aber bestimmt aus, wenigstens glaubt er nicht, dass diese für die jetzige Flora eine Bedeutung hatten: »none of these archipelagoes present us with a single type which we may suppose to have been preserved from Mesozoic times . . .« (p. 320). Hier sei an *Thyrsopteris* erinnert, ohne dass ich aber damit sagen will, dass diese Gattung nachweislich so alt ist, denn unbestritten sind die mesozoischen *Thyrsopteris*-Arten ja nicht. Wir wissen aber, dass schon in der unteren, besonders aber in der oberen Kreide viele dikotyle Gattungen auftreten, die noch leben.

Wir wollen jetzt nachsehen, wie es sich eigentlich mit dem hohen Alter der Ozeaninseln verhält. Die Sandwich-Inseln sind ganz und gar jungvulkanisch. St. Helena soll jungtertiär sein. Juan Fernandez besteht nach WALLACE aus »basalt, greenstone and other ancient rocks« (p. 281). Er stützt sich auf PÖHLMANN und JOHOW (p. 4). Zwar nehmen diese ein Grundmassiv von Andesit (roca vercosa, greenstone) an, aber JOHOW hält die Inseln für tertiär oder posttertiär. Auf der Reise nach Juan Fernandez begleitete mich der hervorragende schwedische Geologe Dr. P. D. QUENSEL, welcher eine Arbeit über die Geologie und Petrographie der Inseln veröffentlicht hat.<sup>1</sup> Für eine sichere Altersbestimmung liefert die Geologie keine Anhaltspunkte. Es ist ausschliesslich vulkanisches Material vorhanden, und soweit man schliessen kann, sind die Inseln *höchstens jungtertiär*, d. h. alles was wir von den Inseln sehen können. Von dem vermeintlichen Andesit PÖHLMANN's, das nach diesem Verfasser älteste Gestein der Inseln, sagt QUENSEL p. 266: »hingegen möchte ich weder die betreffenden Gesteine als Andesite bezeichnen, noch behaupten, dass hier eine wesentlich ältere Formation entblösst sei«, und ferner p. 267: »glaube ich nicht, dass hier eine ursprünglich sehr abweichende Facies des Basaltmagmas vorliegt, sondern eher, dass eine kräftige Umwandlung gerade hier einige Lavaströme angegriffen hat.« —

Die alte Auffassung lehrt, dass die Inseln nach ihrer Entstehung allmählich besiedelt wurden. Vögel, Strömung, Winde brachten die »Keime« hin. Die meisten kamen aus Chile, andere aus Australien, Neuseeland oder Polynesien. Die zuerst-gekommenen haben Zeit gehabt, sich in endemische Arten oder sogar Gattungen zu verwandeln. Manche ihrer Verwandten in anderen Ländern sind ausgestorben, wodurch die Isolierung mehr ausgeprägt wurde. Einen Beweis dafür, dass es sich in keinem Falle um ein Überbleibsel einer alten Flora handelt, sondern um eine allmähliche Besiedelung, findet SOLMS LAUBACH (p. 197 ff.) mit WALLACE in dem hohen Farnprozent. Richtig ist es, dass Farnkräuter eine wichtige Rolle spielen. Sie können aber nicht immer das beweisen, was die erwähnten Verfasser wollen. Wenn eine Insel ihre ganze Flora auf überseeischem Weg erhält, werden sich Sporenpflanzen in verhältnismässig grösserer Anzahl als Samenpflanzen einfinden. Entsteht die Insel durch Senkung eines Landgebiets, wobei sich eine alte Mischflora erhält, so wird zwar

<sup>1</sup> Die Geologie der Juan Fernandezinseln. — Bull. of the Geol. Inst. of Upsala XI (1912).

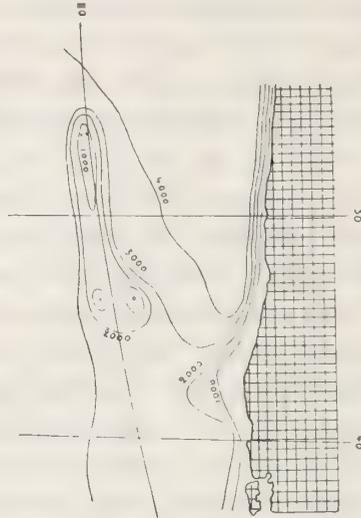
diese Flora kein Überwiegen der Farnkräuter zeigen, aber nach der Isolierung haben diese grössere Möglichkeit dahin verbreitet zu werden, und nach Tausenden von Jahren wird sich das Verhältnis zwischen Samen- und Sporenpflanzen stark zu Gunsten der letzteren verschoben haben.

Können wir uns vorstellen, dass die jungtertiären Juan Fernandez-Inseln ihre ganze Flora und Fauna von den umgebenden Ländern, Chile, Polynesian, Neuseeland etc. allmählich empfangen haben? Ich muss diese Frage mit *nein* beantworten, da sich sonst das alte endemische Element nicht befriedigend erklären lässt. Freilich haben wir keine Ahnung davon, wie schnell Arten oder Gattungen entstehen, aber wir können uns kaum denken, dass in der kurzen Zeit, die seit der Entstehung der jetzigen Inseln verflossen ist, sich Typen wie *Lactoris* oder *Robinsonia* aus »Keimen« entwickelten, die nach den Inseln gebracht wurden, um sich in ungestörter Isolierung umzuformen. Man würde also lieber annehmen, dass identische Arten oder nahe verwandte Stammeltern früher die verschiedenen Inseln und Länder bewohnten, dass sie aber alle später ausgestorben sind. Dies finde ich sehr unwahrscheinlich. Es wäre doch ein sonderbarer Zufall, wenn die merkwürdigen Endemen der Sandwich-Inseln, St. Helena, Juan Fernandez u. s. w. alle ihre nächsten Verwandten, die wir in Nordamerika, Afrika und Südamerika suchen würden, in posttertiärer Zeit verloren hätten. Ich bin der Meinung, dass das alte Element nicht auf Masatierra oder Masafuera entstand, sondern älter ist als die jetzigen Inseln, und dass es wenig wahrscheinlich ist, dass die alten, endemischen (oder andere, eng verwandte) Gattungen und Arten von Juan Fernandez, noch nachdem die Inseln gebildet waren, die vielen vermeintlichen Ursprungsorte bewohnten, und dass Veränderungen in der Pflanzenwelt von Polynesian, Neuseeland, Chile u. s. w. in quartärer Zeit die isolierte Stellung bewirkt haben. Ich glaube also, dass in vor- und frühtertiärer Zeit grössere Entwicklungszentra existierten, und dass ihre Flora nunmehr als ein altpazifischer Rest auf den verschiedenen Inseln fortlebt. Auch eine Restflora wird sich aus vielen Familien und Gattungen aber verhältnismässig wenigen Arten zusammensetzen. Hiermit ist natürlich nicht gesagt, dass nicht viele der betreffenden Typen in noch früheren Zeiten eine andere Verbreitung hatten und aus anderen Gebieten ihren Ursprung nehmen können.

Wir müssen hier das Verhältnis zwischen Juan Fernandez und den nördlich davon in 25° s. Br. gelegenen, vulkanischen Inseln Desventuradas (San Felix und San Ambrosio) kurz besprechen. JOHNSON<sup>1</sup> schreibt darüber folgendes: »Aus dem Vergleiche der Floren und Faunen beider Archipele, welche trotz der grossen klimatischen Verschiedenheiten frappante Verwandtschaft aufweisen, ergiebt sich mit zwingender Notwendigkeit die Hypothese, dass die zwei Inselgruppen in der Vorzeit mit einander in Landverbindung gestanden haben und dass ihre Isolierung die Folge einer stattgehabten Senkung jener Bergkette ist.« Zwar hat REICHE (p. 269) diese nähere Beziehung der Inselloren in Zweifel gezogen; er findet aber, dass *Thamnoseria* PHIL. in wichtigen Merkmalen mit den südpolynesischen *Fichtia* HOOK. fil. übereinstimmt.

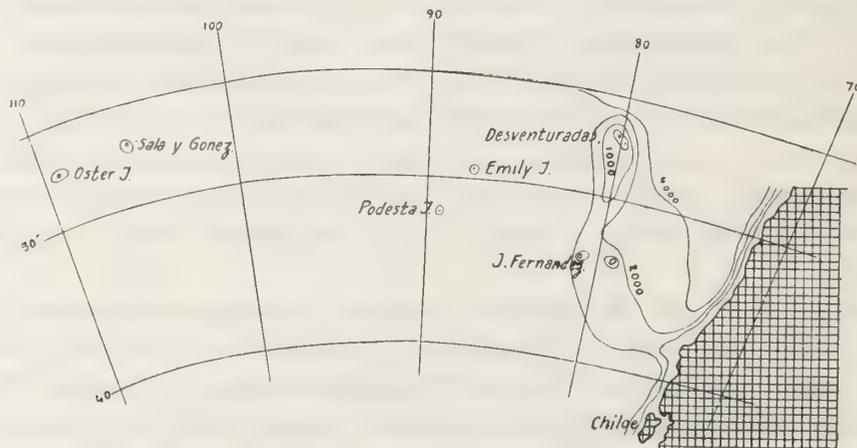
<sup>1</sup> Verhandl. deutsch. wissensch. Vereins Santiago 3 (1893—98) p. 529.

und andererseits wurde allgemein eine Verwandtschaft zwischen der letzteren und *Dendroseris* angenommen. Es scheint auch, dass die bathymetrischen Verhältnisse stark für die Ansicht JOHOW's über die Paläogeographie des Gebiets sprechen. Nach einer Mitteilung in Geogr. Zeitschr. 1897 werden die beiden Inselgruppen durch einen unterseeischen Rücken verbunden, der durch die tiefe Rinne von dem Festland ge-



Textfig. 6. Bathymetrische Karte des Juan Fernandez-Rückens. Nach SUPAN.

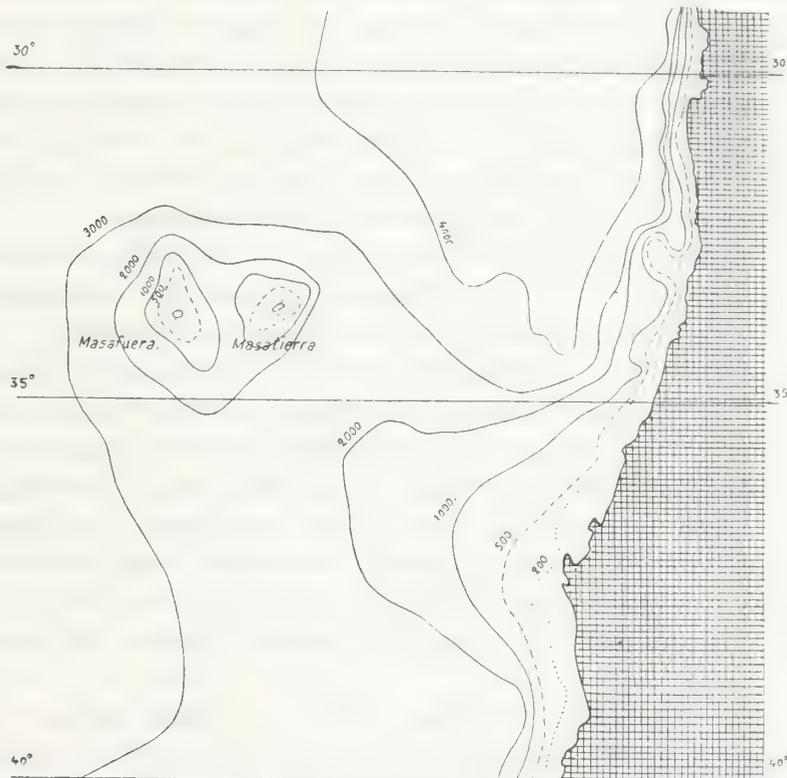
trennt ist. SUPAN hat auf seiner Karte in Peterm. Mitteil. 1899 diesen Rücken eingetragen, begrenzt von der 2000 m-Linie (Textfig. 6). Die 3000 m-Linie längs der



Textfig. 7. Bathymetrische Karte des Juan Fernandez-Rückens. Nach ANDRÉE's Handatlas 1910.

Festlandsküste schliesst den Rücken ein. STIELER's Karte stützt sich offenbar auf diese Angaben. ANDRÉE's Karte weicht bedeutend ab (Textfig. 7), aus welchen Gründen, weiss ich nicht. Hier sind ferner zu bemerken die beiden zwischen Juan Fernandez und der Oster Insel gelegenen Felsen Emily und Podesta. VIDAL-LA-BLACHE lässt Masafuera ausserhalb des Rückens, was wohl nicht richtig sein kann.

TOLLEMER<sup>1</sup> (Textfig. 8) lässt aus unbekanntem Gründen den Rücken ausser Acht; aus eigener Erfahrung haben uns chilenische Marine-Offiziere davon erzählt. Es dürfte sich um einen Parallelfall zu der submarinen Kette westlich von Kalifornien handeln, von der eine Anzahl Inseln, die einige höchst bemerkenswerte Endemismen beherbergen, als die emporragenden Gipfel betrachtet werden (vergl. S. B. PARISH in Fern Bulletin IX: 2, 1901). Mit Sicherheit wissen wir nichts von der Geschichte des Juan-Fernandez-Rückens; es ist aber trotzdem sehr wahrscheinlich, dass der Meeresboden in diesen Gegenden bis ins Tertiär grosse Störungen erlitten hat. Wenn man auch sonst Anhänger der Hypothese von »the consistency of the oceans« ist,



Textfig. 8. Bathymetrische Karte der Juan Fernandez-Inseln. Nach TOLLEMER.

muss man doch hier davon absehen. Die pazifische Küstenlinie von Amerika ist gänzlich durch die Kordilleren bestimmt, welche in ihrer jetzigen Gestalt sehr jung sind. Es darf zwar nicht vergessen werden, dass ältere Kordilleren existiert haben; sie hatten jedoch einen anderen Verlauf und die heutige Küstenlinie ist nicht durch sie bedingt, wenn auch die Verteilung von Land und Wasser in ihren groben Zügen älter als das junge Faltungsgebirge ist. Nichts spricht entschieden gegen die Annahme, dass alte pazifische Inseln erst während der letzten Faltungsepochen verschwanden; die Auffaltung der Anden dürfte mit Senkungen des Meeresbodens verbunden gewesen sein. Das in der Tat ein enormes Heruntersinken stattfand, be-

<sup>1</sup> Carte bathymétrique des Océans. Monaco 1905.

weisen wohl die Tiefen von 6000—7000 m dicht an der Küste von Mittel-Chile; dabei wurde der Juan Fernandez-Rücken gesenkt. Diese Bewegungen standen mit lebhafter vulkanischer Tätigkeit in Zusammenhang, wobei sich die Gipfel aufgebaut haben, welche allmählich mit Pflanzen aus dem sinkenden Tiefland bekleidet wurden. Der Abstand von der chilenischen Küste war anfangs bedeutend kürzer als heute. Darf man ferner annehmen, dass westlich von Juan Fernandez einige jetzt verschwundene Inseln sich befanden, die wichtige Etappen für die Verbreitung darstellten, so sind die grössten Schwierigkeiten überwunden. Es soll daran erinnert werden, dass der pazifische Ozean ringsum von Bruchlinien begrenzt wird (Aleuter-Graben, Japanischer G., Karolinen-G., Kermadec-Tonga-G., Chilenischer G.).

Das wenigstens für die Pflanzen die Verbreitungsmöglichkeiten zwischen Polynesien und Juan Fernandez früher grösser waren als jetzt, beweist wohl der Umstand, dass unter den Endemen viele Arten Beziehung zu neuseeländischen etc. zeigen, unter den anderen nur eine einzige Art (*Halorrhagis*), die übrigens von hohem Alter sein kann, beiden Gebieten gemeinsam ist. Man darf also voraussetzen, dass sich die Flora heutzutage nicht mehr aus dem Westen rekrutiert.

Unsre Vermutungen über Niveauveränderungen im Stillen Ozean muss man als sehr bescheiden bezeichnen. Von verschiedenen Seiten sind viel kühnere Hypothesen aufgestellt worden, von welchen einige unten besprochen werden.

BURCKHARDT (Rev. Mus. La Plata X (1902)) macht einen Versuch, sich auf geologische Tatsachen zu stützen. Gewisse Konglomeratbänke längs den hohen Anden sollen Strandbildungen sein, die die Existenz von einem jurassischen Kontinent andeuten, von welchem das Gebiet der alten Küstenkordillera von Chile einen Teil der Ostküste bildete. Nach REICHE (l. c. 306) hatte aber dieses Land kaum einen heute erkennbaren Einfluss auf die Florengeschichte von Chile, weil es schon in der Kreidezeit wieder versank. Hierbei blieb die Küstenzone Chiles als Rest übrig — warum könnte man nicht ebensogut den Juan Fernandez-Rücken als einen zweiten Rest auffassen?

Jedenfalls hält REICHE das Küstengebiet für älter als das übrige Chile und nimmt an, dass es vom Mesozoikum bis Eozän von einer tropischen oder subtropischen Flora bewohnt wurde, welche grosse Ähnlichkeit mit der argentinischen und südbrasilianischen zeigte, wie die Fossilfunde beweisen sollen. Die Nachkommen dieser Flora wurden im Küstenstrich Chiles, wo das insuläre Klima für ihre Erhaltung massgebend war, isoliert. Man möchte gerne glauben, dass das tropisch-amerikanische Element auf Juan Fernandez wenigstens teilweise aus dieser Zeit stamme; es hat aber mit den heute in Chile lebenden tropischen Typen kaum etwas zu tun. Die Frage ist nun, ob eine grössere Ähnlichkeit mit der ausgestorbenen Flora, die wir aus Coronel und Lota etc. kennen, besteht. Leider darf man sich nicht sehr auf Bestimmungen von fossilen Blättern verlassen. Unter der Annahme, dass die von ENGELHARDT gemachten (Abh. Senckenb. naturf. Ges. 16 (1891)) in unseren Fällen zutreffend sind, wurden bei Coronel eine *Psychotria* und zwei *Zanthoxylum*- (oder *Fagara*) Arten gefunden, Gattungen also, die jetzt auf Juan Fernandez, aber nicht in Chile leben.

TH. ARLDT hat in seiner Arbeit »Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt« (Leipzig 1907) auch die Juan Fernandez-Inseln besprochen. Nach der zänomanen Transgression verband sich Brasilien mit einem »Ozeanien«, das schon in vorkretazeischer Zeit existierte, und welches mit Australien über Neuseeland zusammenhing. Eine ähnliche westliche Erweiterung zeigte Mittelamerika, mit dem sich Hawaii verband. Im Senon wurden Hawaii und Neuseeland isoliert. S. 114 wird Juan Fernandez als Rest des südpazifischen Kontinents behauptet; die Isolierung besteht seit der Kreidezeit (p. 322). Damit scheint aber eine Angabe p. 592 wie auch die Karte XX in Widerspruch zu stehen, denn hier liegt Juan Fernandez noch in der transpazifischen Landbrücke, welche erst während der grossen oligozänen Transgression im Westen losgelöst wurde, eingeschlossen, während ein östlicher Teil bis zu der grossen Faltungsepoche mit Südamerika zusammenhing.

Schliesslich sei eine Arbeit von v. IHERING kurz erwähnt (Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 32 (1911)). Im Mesozoikum und ältesten Tertiär war Südamerika in mehrere Gebiete aufgelöst. »Archiplata« (Mittelchile + Südbrasilien-Argentinien) verband sich mit dem antarktischen Kontinent »Archinotis«, welcher sich im NW. bis westlich von Juan Fernandez ausdehnte. Archinotis ist ferner mit Australien + Neuseeland verbunden. Dagegen hat v. IHERING keine südpazifische Landbrücke, wohl aber eine nordpazifische, »Archigalenis« (Ostasien—Nordamerika) und eine zentrale, »Pacila« (Hawaii—Zentralamerika). Hätte sich v. IHERING mit unseren Inseln beschäftigt, würde er wohl auch eine polynesische Brücke konstruiert haben, denn besser sind wohl die anderen nicht begründet.

Auch von botanischer Seite sind Versuche gemacht worden, Landverbindungen in grossem Massstab zu konstruieren. In einer neuen Arbeit<sup>1</sup> hat HALLIER die Existenz eines gewaltigen pazifischen Kontinents angenommen, welcher die drei Erdteile verband, sich mit seinem Nordrand von SüdJapan über die Sandwich-Inseln bis Niederkalifornien, und mit seinem Südrand von Tasmanien über die subantarktischen Inseln, die Osterinsel und Juan Fernandez bis nach Südchile erstreckte. Später wurde der Kontinent in mehrere Brücken aufgelöst, und soll besonders die »Juan Fernandez-Brücke« zu einem Austausch zwischen Indonesien und Amerika beigetragen haben. Diese Brücken bestanden nach HALLIER so lange, dass sie sogar für Völkerwanderungen von Bedeutung waren. Hätte die Juan Fernandez-Brücke so lange existiert, würden wir aber eine grössere Ähnlichkeit zwischen den Floren erwarten, als wir sie in der Tat finden. Es liegt sicher mehr Grund vor für die Annahme einer antarktischen Verbindung zwischen Südamerika und Neuseeland, denn hier sind die gemeinsamen Typen sehr zahlreich und sehr in die Augen fallend. Die Fossilfunde während unsrer schwedischen Südpolar-Expedition<sup>2</sup> machen mich zu der Annahme geneigt, dass die alte antarktische Tertiärflora sich bis Südamerika und Neuseeland verbreitete; es ist vielleicht nicht einmal nötig, einen Austausch von Arten anzunehmen. Zwar zieht auch HALLIER diese antarktische Verbindung mit

<sup>1</sup> Über frühere Landbrücken, Pflanzen- und Völkerwanderungen zwischen Australasien und Amerika (Mededeel. 's Rijks Herb. Leiden 13 (1912)).

<sup>2</sup> P. DUSÉN: Die tertiäre Flora der Seymour-Insel. Wiss. Ergebn. schwed. Südpolar-Exp. III. 3 (1908).

in Betracht; von den Arten oder Gattungen, welche er wegen ihrer geographischen Verbreitung als Stütze für seine Juan Fernandez-Brücke heranzieht, können aber viele ebensogut oder viel besser sich der antarktischen bedient haben, so *Dacrydium*, *Libocedrus* (fossil auf den Falkland-Inseln!), *Araucaria* (fossil bei Punta Arenas und auf der Seymour Insel, Graham Land!), *Coriaria ruscifolia*, *Drimys* (fossil auf der Seymour Insel!), *Laurelia* (fossil auf der Seymour Insel!), *Griselinia*, *Pseudopanax*, *Selliera radicans*, *Aristotelia*, *Samolus repens*. Warum er z. B. *Lomatia* (O. Austr., Tasm., Chile) zum antarktischen, dagegen *Laurelia* (Neuseel., Chile) zum polynesischen Wandertypus rechnet, ist mir aus seiner Darstellung nicht ersichtlich.

Ich wage gewiss nicht zu bestreiten, dass eine Juan Fernandez-Brücke überhaupt existierte, für das Verständnis der Floren scheint sie aber nicht unbedingt notwendig. Die von WALLACE und anderen gemachten Einwände werden wir immer berücksichtigen müssen, wenn auch die heutige Gestalt des Meeresbodens bei negativen Schlüssen ebenso vorsichtig wie bei positiven verwendet werden muss.

Die Geschichte der Juan Fernandez-Flora denke ich mich also folgendermassen. In vor- bis alttertiärer Zeit existierte im Stillen Ozean mehr Land als jetzt, möglicherweise in Form von grösseren Inseln. Sie waren Entwicklungszentren für eine Fauna und Flora, von denen jetzt zerstreute Reste besonders auf den Ozeaninseln erhalten sind. Ob und wie die altpazifischen Länder mit einander in direkter Verbindung standen, können wir nicht sagen, und es empfiehlt sich, nur mit der grössten Vorsicht und bei dringendem Bedarf ausgedehnte transozeanische Brücken zu konstruieren, welche alle Schwierigkeiten in fast zu einfacher Weise entfernen. Aus der altpazifischen Zeit stammt das älteste Element der Flora. Meeresströmungen, wenn sie wie jetzt von W nach E flossen, Winde etc. konnten für die Verbreitung von Pflanzen aus Neuseeland etc. bis nach Juan Fernandez und Chile sorgen, aber nur wenn die Abstände zwischen den Ländern und Inseln kleiner waren als heute. Die Verbreitung in entgegengesetzter Richtung ging weniger leicht vor sich. Westliche Arten erreichten auch Chile, wo sich einige noch finden. In Anbetracht der grossen Veränderungen, die später stattfanden, liegt nichts Sonderbares darin, dass andere wieder aus der Vegetation der Festlandsküste verschwanden.

Das tropisch-amerikanische Element zeigt deutliche Beziehungen zu Südamerika, aber nicht zu Chile. Zwar besitzt die südchilenische Waldflora tropische Typen, aber andere. Die fossile Tertiärflora bei Coronel etc. ist bunt und zeigt tropischen oder subtropischen Charakter. Diese Flora erstreckte sich vielleicht bis nach Juan Fernandez. Das dort andere Typen fortlebten, mag auf dem günstigeren Klima beruhen. Kein Ort an der Küste hat ganz dasselbe Klima wie Juan Fernandez. Gegen direkte Verbindung zwischen Inseln und Festland spricht das Fehlen der Säugetiere, Lepidosaurier und Amphibien auf Juan Fernandez. Wir wissen nicht, ob sie früher existierten und bei der Landsenkung ausstarben, heute sind wenigstens gute Existenzbedingungen vorhanden, was ja das Gedeihen von pflanzenfressenden eingeführten Säugetieren in verwildertem Zustand direkt beweist.

Wenn auch die Landverbindungen nicht hinreichend waren, um die genannten

Tiergruppen einwandern zu lassen, so müssen wir doch annehmen, dass sie früher besser waren, was übrigens auch WALLACE (p. 287) tut.

Nachdem die Anden sich erhoben hatten, wurde Chile durch diese riesige Wetzscheide von Argentinien isoliert, und die jetzige chilenische Flora, welche von der argentinischen auffallend verschieden ist, konnte sich entfalten. Diese Flora bildet auch die Hauptmasse der insulären Vegetation; die vielen Endemismen lassen uns teils lange Isolierung vermuten, teils früher etwas bessere Verbindungen, wie sie die bathymetrischen Karten andeuten; diese Verbindungen beziehen sich aber nicht auf die gegenüberliegende Küste, sondern auf das valdivianische Gebiet, mit dessen Regenwaldflora dementsprechend die insuläre Vegetation grosse Ähnlichkeit aufweist. Wir sahen oben, dass von den identischen Arten sehr viele gerade in Südchile zu Hause sind. Von diesen treten, dem grossen Abstand von der Küste entsprechend, die Pteridophyten besonders in den Vordergrund. Während von den Gruppen III A + B (32 Arten) nur 3 Farnkräuter sind, zählt III C unter 58 Arten 30 Pteridophyten. Zwar darf nicht vergessen werden, dass Farne eine grosse Rolle in der valdivianischen Waldflora spielen, sie haben aber sicher viel leichter als Samenpflanzen ihren Weg nach den entfernten Inseln gefunden, übrigens eine allbekante Tatsache.

Die Stromverhältnisse können für den Transport von Pflanzen oder Tieren nicht als günstig bezeichnet werden. Von S bis N läuft längs der Küste die kühle Peruströmung, welche überquert werden muss. So viel scheint auch sicher, dass das kalte Wasser nicht die Inseln erreicht, denn so stetige Begleiter desselben wie *Macrocystis* oder *Lessonia* es sind, fehlen bei Juan Fernandez.

Dagegen sind die Windverhältnisse, die ich hier tabellarisch zusammenstelle, viel günstiger. Das Überwiegen der SSE—SE-Winde von August bis März ist auffallend.

### Windrichtung.

Masatierra 1901—1906.

Prozent der Beobachtungen (dreimal täglich), Calmen eingerechnet.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmen
Jan.	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	13.8	<b>32.0</b>	13.3	12.7	10.1	3.2	2.0	0.6	0.0	0.0	11.0
Febr.	1.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	22.5	<b>30.0</b>	16.5	12.3	5.0	0.0	2.1	0.7	0.9	0.0	7.5
März	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	17.4	<b>20.8</b>	14.0	4.5	13.5	2.4	7.3	0.9	2.8	0.0	16.1
April	1.8	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	14.9	14.4	11.8	7.3	13.1	7.1	12.0	0.9	3.5	0.0	12.2
Mai	1.1	0.0	1.9	0.0	0.9	0.4	12.5	7.7	4.1	6.5	<b>17.2</b>	9.5	12.5	4.7	8.0	0.0	13.1
Juni	1.1	0.0	0.6	0.0	0.3	0.3	5.8	16.7	5.8	13.0	<b>20.3</b>	9.4	10.0	5.8	5.5	0.0	5.3
Juli	1.9	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	15.6	15.6	8.3	4.6	<b>17.0</b>	9.4	8.6	1.3	8.0	0.3	8.6
Aug.	1.6	0.0	0.3	0.0	1.3	0.0	11.8	<b>21.2</b>	14.2	5.6	16.1	5.4	3.8	2.4	1.9	0.0	14.2
Sept.	1.1	0.0	1.1	0.0	0.8	0.0	5.0	<b>17.5</b>	15.0	7.8	12.5	8.1	11.2	1.7	4.2	0.0	11.1
Okt.	1.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	13.7	<b>20.0</b>	<b>20.0</b>	16.6	7.2	5.1	4.3	0.0	2.7	0.0	8.3
Nov.	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	14.2	<b>26.4</b>	14.4	8.9	11.1	1.9	6.9	0.3	<b>3.0</b>	0.0	12.8
Dez.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	<b>22.3</b>	<b>22.6</b>	7.2	11.1	0.3	7.8	0.0	0.3	0.0	11.7

Inwieweit die endemischen Varietäten chilenischer Arten durch das Klima direkt hervorgerufen wurden, ist bisher nicht experimentell geprüft worden. JOHOW nimmt für *Drimys Winteri* var. *confertifolia* an, dass sie, nach dem Festland gebracht, in die typische Form übergehen würde; bewiesen ist dies aber nicht. Auch *Aristotelia maqui* sieht etwas anders aus als auf dem Festland, und *Acaena argentea* tritt sogar in zwei endemischen Formen auf, die jedoch nur sehr kleine Varianten sind — und beide Pflanzen werden von allen Verfassern als eingeschleppt betrachtet.

Ob die Inseln je erheblich höher als jetzt gewesen sind, wissen wir nicht. Von einer alten Hochgebirgsflora ist, wenn wir von *Acaena masafuerana* absehen dürfen, keine Spur bekannt, denn die anderen alpinen Arten sind wohl jüngeren Datums. Sie bilden die magellanische Gruppe, welche in den südlichsten Anden ihre Nordgrenze haben. Dass sie nicht auf Masatierra wachsen, mag von der unzureichenden Höhe dieser Insel herrühren; übrigens ist uns nicht bekannt, was der unzugängliche Yunque beherbergt. Von diesen Arten ist eine (*Rubus geoides*) auf das subantarktische Südamerika beschränkt. Wenn wir nicht annehmen wollen, dass sie direkt von dort nach Masafuera gebracht wurde, liegt es nahe zu vermuten, dass sie und die anderen Arten früher weiter gegen den Norden und tiefer in die Küstengegend vordrangen. Wahrscheinlich war dies während der Eiszeit der Fall, aus welcher Zeit vielleicht die magellanischen Arten auf Masafuera stammen. Durch ihre isolierte Lage waren wohl sonst die Inseln vor grösseren Einflüssen seitens der andinen Vergletscherung geschützt.

Schlusswort. Nichts spricht bestimmt dafür, dass die Juan Fernandez-Inseln früher einen Teil einer transozeanischen Landbrücke oder eines riesigen pazifischen Kontinents bildeten. Viele Umstände lassen uns aber vermuten, dass sie trotz ihrer jungvulkanischen Natur Reste einer grösseren Insel sind, und dasselbe dürfte wohl auch für z. B. Hawaii und Galápagos gelten. Sie mögen dieselbe Geschichte haben wie die als Reste von einem »very extensive island« von WALLACE (p. 430) behaupteten Seychellen, die allerdings einen anderen geologischen Aufbau haben.

Immer fort werden in verschiedenen Erdteilen neue Entdeckungen gemacht, welche die Theorie von der Unveränderlichkeit der Kontinente erschüttern. Und ich finde es bemerkenswert, dass A. ENGLER, welcher in seinem »Versuch einer Entwicklungsgeschichte etc.« entschieden den WALLACE'schen Standpunkt einnahm, neuerdings sogar die Möglichkeit einer ehemaligen Verbindung zwischen Südamerika und Afrika zugegeben hat.<sup>1</sup>

\* \* \*

Ich habe überall die Inseln Masatierra und Masafuera als Einheit betrachtet, was ja auch berechtigt ist. Gleichzeitig müssen wir aber die Verschiedenheiten der Floren berücksichtigen. Sie haben 52 Arten gemeinsam, 72 kommen nur auf Masatierra, 24 nur auf Masafuera vor. Von den Endemen finden sich 26 auf beiden

<sup>1</sup> Über floristische Verwandtschaft zwischen dem tropischen Afrika und Amerika sowie über die Annahme eines versunkenen brasilianisch-äthiopischen Kontinents. (Sitzungsber. K. preuss. Akad. Wiss. 1905.)

Inseln, 47 nur auf Masatierra, 11 nur auf Masafuera. Künftige Forschungen werden wohl diese Zahlen modifizieren, da Masafuera noch nicht so gründlich untersucht werden konnte. Von den nicht endemischen gehören 26 beiden Inseln, 26 nur Masatierra, 13 nur Masafuera. Masatierra hat 124 Arten, wovon 73 endemisch, Masafuera 76 Arten, davon 37 endemisch (in Juan Fernandez).

JOHNSON findet es ganz natürlich, dass die weiter draussen gelegene Insel eine ärmere Flora hat, was ja ohne weiteres richtig wäre, wenn die Flora direkt von der chilenischen Küste stammte. Viele Arten scheinen uns aber aus Valdivia, Llanquihue oder Chiloé eingewandert zu sein, und in diesem Fall liegt Masafuera ebenso günstig wie Masatierra. Die topographischen Verhältnisse sind aber verschieden und gewiss ungünstiger auf Masafuera, die eigentlich nur aus einer steilen Felsküste und einem Hochplateau, wo der Wald nicht gedeiht, besteht. Leider haben wir keine exakte Angaben über das Klima von Masafuera; dass Unterschiede bestehen scheint sicher. Lehrreich ist folgender Vergleich zwischen Masatierra und Masafuera. Die endemischen Arten verhalten sich zu einander wie 2 : 1, die nicht-endemischen wie 1,3 : 1. Innerhalb der Gruppe I ist das Verhältnis 2 : 1, innerhalb von I A 2,7 : 1. Für diese Gruppe konnten wir keine amerikanische Abstammung annehmen, und trotzdem ist die Armut auf Masafuera ebenso auffallend.

Dass die Floren der Inseln nicht unbedeutend verschieden sind, ist nicht schwer zu verstehen. Falls die Entwicklung sich ungefähr so abgespielt hat, wie oben geschildert wurde, so liegt nichts Sonderbares darin, dass die beiden Inseln bei der Isolierung nicht immer dieselben Pflanzen empfangen, dazu sind die Verhältnisse zu unähnlich, und die Distanz zwischen ihnen zu gross.

Es kommen unter den endemischen Arten einige vikariierende vor, die ja immer grosses Interesse beanspruchen.

Um von vikariierenden Arten reden zu können, muss man wohl verlangen, dass sie nahe verwandt sind oder wenigstens einander wirklich vertreten. Folgende Fälle erfüllen diese Bedingungen:

Masatierra	Masafuera
<i>Dendroseris micrantha</i>	<i>D. gigantea</i>
<i>Myrceugenia fernandeziana</i>	<i>M. Schulzei</i>
<i>Gunnera peltata</i>	<i>G. Masafuerae</i>
<i>Peperomia margaritifera</i>	<i>P. Skottsbergii</i>

Nach der Pflanzenliste hätte man vielleicht noch *Eryngium bupleuroides* — *E. sarcophyllum* hinzuzufügen. Vikariierende Arten sind diese aber nicht, denn sie weichen enorm von einander ab und in der Vegetation von Masafuera vertritt *E. sarcophyllum* in keiner Weise die andere Art. Überhaupt sind die oben aufgezählten Arten nicht besonders nahe verwandt, sie bilden keine Paare, die man als spezialisierte Formen einer Stammart betrachten würde. Die Frage liegt hier anders als auf den Galápagos oder Sandwich-Inseln, wo die vielen vikariierenden Formen ein noch nicht endgültig enträtseltes Problem bieten.

## KAP. 3.

**Klima und Wuchsformen.**

Über das Klima von Juan Fernandez sind wir zum Teil gut unterrichtet. Seit mehreren Jahren werden in Bahía Cumberland auf Masatierra regelmässige Beobachtungen angestellt, die in den Annalen des Servicio Meteorológico von Chile veröffentlicht werden. Die Station liegt in dem Valle Colonial (früher fast ganz bewaldet), 10 m ü. d. M. Über die ohne jedem Zweifel etwas verschiedenen Verhältnisse in dem ausgedehnten waldlosen Teil von Masatierra und auf Masafuera wissen wir leider nichts Sicheres (ich verweise auf die Darstellung von JOHOW).

*Klima von Masatierra, 1901—1907 (nur 1901—1904, 1906 vollständig).*

	T e m p e r a t u r, °C.					Mittlere relative Luftfeuch- tigkeit %	Niederschlag	
	Mittlere	Mittl. tägl. Extreme		Mittl. absol. Extreme			Menge, Mm	Tage
		Max.	Min.	Max.	Min.			
Jan.	19.0	22.3	16.4	26.9	13.7	74.2	18.6	5
Febr.	19.5	23.2	17.2	27.5	14.3	74.9	31.1	8
März	18.9	22.2	16.7	26.6	14.3	75.7	59.2	10
April	17.2	19.8	14.8	23.5	12.3	76.3	76.5	12
Mai	15.5	18.0	13.7	20.7	10.0	79.3	201.4	16
Juni	13.9	16.2	12.1	19.6	8.4	80.0	242.1	18
Juli	12.7	14.9	10.6	17.9	6.8	78.5	170.7	18
Aug.	12.3	14.7	10.3	18.4	7.1	77.4	108.0	13
Sept.	13.3	15.8	11.3	19.7	8.0	76.3	67.8	12
Okt.	13.5	16.1	11.4	20.0	8.6	75.4	40.4	9
Nov.	15.4	18.5	12.9	23.2	10.4	73.2	40.1	8
Dez.	17.7	21.2	14.6	25.5	11.7	71.9	14.0	4
Jahr <sup>1</sup>	15.6	18.8	13.5	34 <sup>2</sup>	3.8 <sup>2</sup>	76.2	1081.0	130

Das Klima von Juan Fernandez ist also warmtemperiert, die Periodizität in der Temperatur ist nicht sehr gross. Um so auffallender ist die scharf abgegrenzte Periode der winterlichen Niederschläge, welche mit dem Vorherrschen des monsunartigen SW-Windes während der Monate Mai—Juli genau zusammenhängt. Die Inseln gehören also, wie auch ein grosser Teil von Chile (das Küstenland von Mittelchile) zu den warmtemperierten Gebieten mit Winterregen; das Klima ist aber *günstiger für Pflanzenwuchs als in allen anderen Gegenden in Chile*. Es zeigt sich, dass keine andere Station eine so günstige Kombination von hoher Temperatur und grossem Niederschlag besitzt, was für die Beurteilung des Florencharakters gewiss von Bedeutung

<sup>1</sup> ber. aus den Mitteln der vollständigen Jahresserien.

<sup>2</sup> Absolute Extremen.

ist, indem sie die Erhaltung auf den Inseln von empfindlichen Typen, welche, wenn sie überhaupt früher in Chile existierten, davon verschwunden sind, verständlich macht.

Unten werden die klimatischen Verhältnisse von Masatierra und der Küste Chiles mit einander verglichen; die Beobachtungen stammen für Juan Fernandez aus den Jahren 1901—04 und 1906, für Punta Lavapié aus 1904—1908, für die anderen Stationen aus 1901—1908.

Observationsstation	Latitude	Temperatur, °C			Niederschlag, Mm	Tage
		Jahresmittel	Mittl. tägl. Extr.			
			Max.	Min.		
Punta Anjeles	33° 1'	15.9	19.7	11.8	514.7	37
Juan Fernandez	33° 37'	15.6	18.8	13.5	1081.0	130
Punta Tumbes	36° 37'	12.9	16.6	8.5	543.8	86
Punta Lavapié	37° 8'	13.7	17.4	10.0	863.7	110
Punta Galera	40° 1'	11.4	13.8	8.7	2305.9	186

Wo die Temperatur ebenso hoch ist wie auf Masatierra oder höher, ist der Niederschlag gering, wo dieser günstiger ist — sie nimmt bekanntlich gegen S zu, ist jene bedeutend niedriger.

Um nachzusehen, in wie weit die Lebensformen nach RAUNKIAER's bekanntem System ein richtiger Ausdruck für das Klima sind, habe ich unten das biologische Spektrum zusammengestellt. Die Bezeichnungen, welche in der Tabelle p. 29 ff. die Lebensform für jede wildwachsende Art angeben, sind dieselben wie bei RAUNKIAER, mit der unbedeutenden Ausnahme, dass ich die Mega- und Mesophanerophyten (MM) als Macrophanerophyten (Ma) den Microphanerophyten (Mi) gegenübergestellt habe. Zum Vergleich wird RAUNKIAER's »Normalspektrum« angeführt.

	Anzahl Arten	S	E	Ma	Mi	N	Ch	H	G	HH	Th
Juan Fernandez	105	—	1	5	21	19	13	30	1	2	8
Normalspektrum	400	1	3	6	17	20	9	27	3	1	13

Die Übereinstimmung zwischen beiden ist in wichtigen Punkten (Phanerophyten, Hemikryptophyten) auffallend. Die ersteren zählen (S, E nicht mitgerechnet) auf Juan Fernandez 45 %, im Normalspektrum 43 %.

Wird man den Inseln ein Phanerophytenklima zuschreiben? Leider sind wenige Gegenden in dieser Hinsicht untersucht worden. Unter den von RAUNKIAER (Bot. Tidsskr. 29, Kopenhagen 1908) veröffentlichten Spektren erinnert das von Juan Fernandez eigentlich nur an rein tropische, wie an das der Seychellen, wo jedoch das

Phanerophytenprozent bedeutend höher ist (57 %). Jedenfalls liegt der Schwerpunkt in beiden Fällen bei den Ph, aber durch die viel zahlreicheren H ist Juan Fernandez verschieden von den Seychellen, und das Ph-Klima weniger ausgeprägt. Dies ist auch zu erwarten; ich hatte aber den Unterschied bedeutend grösser geschätzt, denn das Klima von Juan Fernandez ist gar nicht tropisch, kaum subtropisch sondern eher warmtemperiert.

Wenn ein Spektrum wirklich ein adäquater Ausdruck für das Klima ist, darf es sich nicht durch fremde Einkömmlinge verändern, vorausgesetzt dass wir solche Pflanzen nicht mitrechnen, die streng an Kulturboden gebunden sind. Diese wichtige Tatsache wurde von RAUNKIAER in seiner Abhandlung »Livsformen hos Planter paa ny Jord« festgestellt (Mém. Acad. Sci. et Lettr. Copenhague 7. sér. VIII (1909)), wobei er als Beispiel die Adventivflora der östlichen Vereinigten Staaten gewählt hat. Ich kenne für die Juan Fernandez-Inseln 85 eingeschleppte Arten, von welchen 49 wahrscheinlich nur durch Kultur erhalten werden. Die übrigen 36 verteilen sich prozentisch folgendermassen auf die Lebensformen: Ma 3, Ch 6, H 33, G 1, HH 1, Th 53. Hier liegt also der Schwerpunkt bei den Therophyten. Und dies ist sehr leicht verständlich, denn es gibt auf Juan Fernandez grosse waldlose Flächen, wo chilenische Annuellen leicht geeignete Standorte finden. Das Spektrum hat sich also hier durch die Neubesiedelung des Bodens verändert; nehmen wir die 36 adventiven Arten mit, bekommen wir das folgende Bild.

Anzahl Arten	E	Ma	Mi	N	Ch	H	G	HH	Th
141	1	4	16	14	11	30	2	2	20

Während die H unverändert geblieben sind, haben die Ph ziemlich abgenommen und das Th-Prozent hat sich mehr als verdoppelt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass es dieses Spektrum ist, welches einen richtigen Ausdruck für das Klima darstellt.

Gegen die Verwendbarkeit von RAUNKIAER's System spricht dies natürlich nicht; es gibt uns aber eine Andeutung davon, dass die Inseln ein altes Element aus einer Flora eigentümlichen Charakters enthalten, welches sich nur durch die geringe Konkurrenz und die lange Isolierung erhalten konnte. Unter den durch den Verkehr eingewanderten Arten befinden sich einige, welche auf die endemische Flora vernichtend einwirken und voraussichtlich das Verschwinden sehr seltener Arten verursachen können. Das sog. altpazifische Element besteht zum grössten Teil, näher bestimmt 71 %, aus Phanerophyten, enthält aber keine annuellen Arten. Dieses Element drückt also sein Gepräge auf das Spektrum, und der Schwerpunkt wird in einer Weise, die das Klima allein kaum erklären kann, zu den Ph verlegt. Es würde sich wohl lohnen, andere Ozeaninseln mit starkem Endemismus aus demselben Gesichtspunkt zu untersuchen. Erst nachher wird man mehr als eine Vermutung aussprechen dürfen; dass aber ein maritimes Klima an und für sich für Phanerophyten nicht besonders günstig ist, sondern gewisse baumfeindliche Faktoren aufweist, ist ja eine allbekannte Tatsache.

## KAP. 4.

## Zur Physiognomie und Biologie der Vegetation, insbesondere des Waldes.

## I. Masatierra.

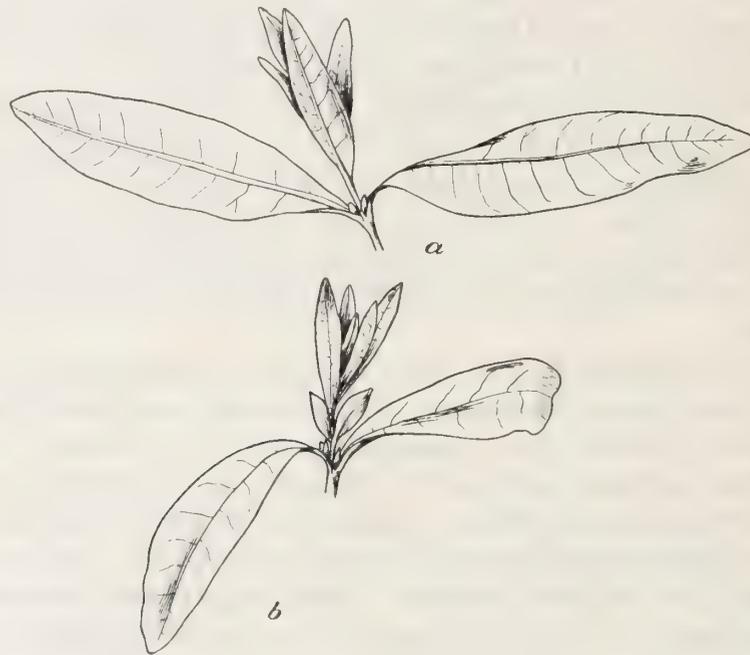
Die Wälder Masatierras, besonders die dichten Hochwälder, nehmen einen ziemlich beschränkten Raum ein. Die Täler der östlichen Hälfte der Insel sind wenigstens früher ganz bewaldet gewesen und enthalten glücklicherweise trotz aller Zerstörung seitens des Menschen und seiner Haustiere noch sehr schöne Waldpartien; besonders die Umgebung des »Yunque« bietet herrliche Beispiele eines unveränderten Urwaldes. Die höheren, oft steinigten Abhänge und Gebirgsrücken haben ihre besondere, durch Gebüsch und kleine Bäume ausgezeichnete Vegetation. Der Küstenstrich ist, nach der Ansicht JOHOW's, die wohl ganz zutreffend ist, wegen geringeren Niederschlags unbewaldet. Der ganze westliche Teil ist vollständig baumlos und wäre, wenn nicht allerlei mit dem Verkehr eingewanderten Arten hier geeignete Standorte gefunden hätten, fast eine Einöde geblieben; hier sind die Sommerregen äusserst spärlich und wenigstens die Südküste ist den beständig wehenden SE—SW-Winden ausgesetzt.

Allgemeine Charakteristik des Waldes. Der Wald auf Juan Fernandez ist immergrün. Von allen Bäumen und Sträuchern macht in dieser Hinsicht nur eine Art, *Berberis corymbosa*, eine Ausnahme, indem sie während des Juli und August blattlos steht. Ich beobachtete am 23. August die Entfaltung des neuen Laubes. Der Wald ist ein typischer Regenwald; gegen JOHOW möchte ich aber einwenden, dass sein Charakter nicht *subtropisch* ist. Es kommt oft vor, dass man einen Urwald subtropisch nennt, nur weil er üppig ist. Das völlige Fehlen aller obligaten höheren Epiphyten und Lianen — denn *Lardizabala biternata* dürfte nach JOHOW erst durch den Mensch eingeschleppt sein — macht die Bezeichnung »subtropisch« in diesem Falle noch weniger zutreffend als für den »valdivianischen« Regenwald, welcher immerhin mehrere Lianen und fakultative höhere Epiphyten besitzt. Interessant ist das Vorkommen von zwei kletternden Farnen, *Arthropteris altescandens* (vgl. SKOTTSBERG, Taf. 9 in KARSTEN und SCHENCK) und *Blechnum Schottii* (Taf. 7 Fig. 3) auf Juan Fernandez. Meines Erachtens ist die Benennung »warmtemperiert« für unsern Wald eine sehr passende.

In gewissen Hinsichten erinnert der Wald stark an den valdivianischen. Mehrere Typen, so die *Myrtaceen*, *Drimys*, *Sophora*, *Escallonia*, *Pernettya*, *Rhaphithamnus*, *Chusquea* sind gemeinsam. Auffallend ist einerseits das Fehlen der in Chile so sehr verbreiteten, physiognomisch dominierenden Gattung *Nothofagus*, andererseits das Auftreten von einigen in Chile gar nicht vorkommenden oder wenigstens dem Regenwald fremden Typen wie *Fagara*, *Psychotria*, *Boehmeria*, *Santalum* und die stattliche Palme *Juania*. Diese Typen sind zwar tropisch oder subtropisch, an dem temperierten

Charakter des Waldes können sie aber nichts ändern. Das ich sie zu dem tropischen Element der Flora zähle, haben wir oben gesehen. Mit vielen Ozean-Inseln teilt Juan Fernandez das vollständige Fehlen der Coniferen.

Die Laub- und Lebermoosflora verträgt in Bezug auf die Üppigkeit keinen Vergleich mit der des südchilenischen Regenwaldes; dagegen spielen die Farnkräuter dieselbe wichtige Rolle wie dort und die Baumform ist, dem milderen Klima entsprechend, reicher entfaltet. Einleuchtend ist in dieser Hinsicht ein Vergleich zwischen dem stammlosen *Blechnum magellanicum* var. *setigerum* der Falkland-Inseln, der Hauptart mit ihrem in Westpatagonien kurzen, massiven, auf Chilóé fast mannhohen, schlanken Stamm und dem stattlichen *B. cycadifolium* von Juan Fernandez, welch letzteres dem anderen jedenfalls sehr nahe steht.



Textfig. 9. *Santalum fernandezianum* F. PHIL. Entfaltung der Knospen. <sup>2</sup>/<sub>3</sub>.

Physiognomisch sehr wichtig sind ferner die zahlreichen Compositenbäume und andere »Federbuschgewächse«, auf welche wir unten zurückkommen werden. Sie treten besonders in höheren Lagen auf; wenn auch die meisten Arten gar nicht häufig sind, übt der eigenartige Typus doch einen nicht zu verkennenden Einfluss auf die Physiognomie der Vegetation aus.

Wie die Klimatabellen zeigen, gehören die Inseln zum Gebiet der Winterregen. Der Sommer ist aber keineswegs so trocken wie in dem gegenüberliegenden Küstenstrich. Wenn auch das Laub der Bäume und Sträucher in sehr vielen Fällen ausgesprochen xerophil gebaut ist, sind ausgeprägte Sklerophylltypen, wie schon JOHOW, welcher dieser Frage seine Aufmerksamkeit gewidmet hat, betonte, nicht häufig.

Der Knospenschutz. Wirkliche, typische Knospenschuppen sind selten, solche beobachtete ich bei *Escallonia Callcottiae* und *Pernettya rigida*. Bei *Boehmeria* kom-

men Nebenblätter von Knospenschuppentypus vor, welche die jungen, stark behaarten Blätter schützen. Bei *Lactoris* dient die Ochrea denselben Zweck. *Coprosma* und *Psychotria* bedienen sich der kleinen, später abfallenden, interpetiolären Nebenblätter.

Bei *Drimys*, welche schon von RAUNKIAER (Types biologiques, Bull. de l'Acad. roy. sci. lettr. de Danemark 1905) beschrieben und abgebildet wurde, kommen in ihrer Entwicklung gehemmte Laubblätter vor, welche die normalen jungen Blätter schützen. Dasselbe beobachtete ich bei *Santalum* (Textfig. 9), wo 1—2 Paare von solchen Blättern auftreten können (*b*); sie können aber auch auswachsen (*a*). Eine Andeutung davon findet man zuweilen bei *Rhaphithamnus*. Häufig kommt es vor,



Textfig. 10. *Centaurodendron dracaenoides* ЖОНОВ. Entfaltung der Knospe.  $\frac{2}{3}$ .

dass die nachten Knospen stark behaart sind, während die ausgewachsenen Blätter das Haarkleid  $\pm$  vollständig entbehren. So bei *Myrceugenia* und *Ugni*, *Azara*, *Sophora*, *Erigeron fruticosus* und *Rhaphithamnus*. Bei *Myrceugenia fernandeziana* fand ich die jungen Blütenstände von einigen Paaren steriler Hochblätter vollständig umschlossen. Bei *Fagara* sind die Knospen klebrig.

Einen besonderen Typus bilden die Federbuschgewächse. Hier werden die jungen Knospen von den breiten Blattbasen umhüllt und ferner sind bei mehreren die jungen Blätter dicht tütenartig um einander gerollt. Besonders hübsch kann man dies bei *Robinsonia* (Textfig. 12) beobachten, ferner auch bei *Eryngium bupleuroides* (Textfig. 11), *Centaurodendron* (Textfig. 10) und *Plantago fernandezia*. Weniger ausgeprägt ist dies bei *Selkirkia*. Bei *Dendroseris* sind die Blatthälften rückwärts

gegen den Mittelnerv eingerollt; von den jungen Blättern sieht man nichts, bis man die Rosette der älteren aufbricht.

Die Periodizität ist bei den meisten Arten sowohl im vegetativen wie im floralen System recht ausgeprägt. An allen von mir im Frühjahr untersuchten Bäumen und Sträuchern besteht eine scharf markierte Grenze zwischen den Blättern des vorigen Jahres und den sich entfaltenden Knospen. Dies wird durch die hier reproduzierten Abbildungen illustriert.

Wenn auch eine völlig blütenlose Jahreszeit nicht existiert, ist doch die Armut an Blüten während des Winters auffallend. Mehr oder weniger unabhängig von der



Textfig. 11. *Eryngium bupleuroides* HOOK. et ARN. Entfaltung der Knospe. Nat. Gr.

Jahreszeit dürften *Cardamine flaccida*, *Lobelia anceps*, *Nertera depressa*, *Parietaria humifusa*, die *Scirpus*-Arten und *Urtica fernandeziana* sein. In voller Blüte standen bei meinem Besuch im August die folgenden Frühblütler: *Apium laciniatum*, *Eryngium bupleuroides* und *sarcophyllum*, die *Gunnera*-Arten und *Nicotiana cordifolia*; ferner *Chaetotropis chilensis*, *Oryzopsis laevissima* und *Stipa Skottsbergii*. Von anderen hatten sich gerade die ersten Blüten entfaltet: *Berberis corymbosa*, *Carex Berteroni-ana*, *Dysopsis glechomoides*, *Escallonia Callcottiae*, *Libertia formosa*, *Myrceugenia fernandeziana*, *Pernettya rigida* und *Uncinia Douglasii*; etwas weiter gekommen waren *Apium fernandezianum* und *Margyricarpus setosus*. Einige Arten, die schon längst

reife Früchte hatten, trugen noch ausnahmsweise spärliche Blüten, wie *Peperomia fernandeziana* und *Skottsbergii*. Nach JOHOW (p. 255) sollen die *Dendroseris*-Arten, *Escallonia*, *Eryngium bupleuroides*, *Ugni Selkirkii* und die *Peperomien* das ganze Jahr blühen. Betreffs der letzteren wage ich diese Angabe nicht zu bestreiten, vielmehr halte ich sie für recht wahrscheinlich. Von *Dendroseris* fand ich nur alte Fruchtstände, von *Ugni* nur reife Früchte; *Eryngium* trug zwar reichlich Blüten, aber keine Früchte und von *Escallonia* sah ich einige Blüten, sonst aber nur alte Früchte.



Textfig. 12. *Robinsonia Gayana* DCNE. Entfaltung der Knospe.  $\frac{2}{3}$ .

Die Federbuschgewächse. In H. SCHENCK's Arbeit über die Kanarischen Inseln (Beitr. zur Kenntnis der Canar. Inseln. Deutsche Tiefsee-Expedition Valdivia II: 1, 1907), finden wir eine ausführliche Darstellung der Federbuschgewächse, teilweise von A. F. W. SCHIMPER verfasst. Es sind Pflanzen von der Gestalt kleiner Bäume oder Sträucher mit spärlicher Verzweigung und mit schopfartig an den Zweigenden angehäuften Blättern. Die Spreite ist ungeteilt und der Blattgrund stengelumfassend. Die Blattbasen decken einander »panzerartig«, dadurch wird die kritische Stelle geschützt. SCHIMPER ist nämlich der Meinung, dass dieser Typus eine Anpassung

an besonders windige Standorte ist: »die Federbuschpflanzen, deren Blätter die gewöhnlichen Dimensionen nicht übertreffen und bei welchen der in Rede stehende Charakter nicht Sippenmerkmal ist,<sup>1</sup> sind ausschliesslich Bewohner sehr windiger Standorte» (p. 275). Er findet diesen Satz bestätigt durch das Vorkommen dieser Typen auf den atlantischen Inseln, während die nächstverwandten Arten der Kontinente einen »gewöhnlichen« Habitus aufweisen, Arten, mit welchen die insulären auf dem Jugendstadium übereinstimmen, und ferner dadurch, dass Federbuschpflanzen innerhalb sehr verschiedener Formenkreise auftreten.

Von diesem Typus besitzt Juan Fernandez folgende Arten: *Rhetinodendron Berteiroi*, *Robinsonia evenia*, *Gayana* (Textfig. 12, Taf. 5 Fig. 1), *macrocephala* und *thurifera*, *Dendroseris gigantea* und *micrantha* (Taf. 1 Fig. 2), *Centauroidendron dracaenoides* (Textfig. 10 Taf. 5 Fig. 2), *Plantago fernandezia* und *Eryngium bupleuroides* (Textfig. 11, Taf. 5 Fig. 4) und *fernandezianum*. Allen gemeinsam sind die terminalen Blütenstände, welche die gabelige Verzweigung verursachen — nur bei *Plantago fernandezia* lateral und der Stamm ungeteilt —, die kurzen Internodien und die kurze Dauer der Blätter, welche wenig über ein Jahr leben. Die Zweige sind bei den Compositen lang und dünn, bei *Eryngium* auch ziemlich dünn, aber kurz.

Ausser den oben erwähnten besitzen die Inseln noch einen Schopfbaum, *Dendroseris pinnata*, welche durch die Gestalt der Blätter von den anderen Arten stark abweicht; sie sind tief geteilt, ungefähr von dem Typus eines *Sonchus* Sect. *Dendrosonchus* der atlantischen Inseln. *Dendroseris pinnata* ist biologisch interessant dadurch, dass sie ein pleiozyklischer Hapaxanth ist, von dem Aussehen einer kleinen Palme oder einer *Musschia Wollastonii*. Ich verweise auf SKOTTSBERG, Taf. 10 in KARSTEN und SCHENCK.

Um die Frage zu beurteilen, ob eine zweckmässige Anpassung vorliegt, werden wir erst feststellen, ob die genannten Pflanzen wirklich Bewohner sehr windiger Standorte sind. Folgende gehören vorzugsweise oder ausschliesslich den Gebirgsrücken, also sicher einem windigen Standort an: die *Eryngium*-Arten, *Robinsonia gayana*, *macrocephala* und *thurifera*, *Dendroseris pinnata*. *Rhetinodendron* und *Dendroseris micrantha* gedeihen besonders in dem geschlossenen Wald, gehen aber auch bis zu den mit niedrigem, offenem Wald und Gebüsch bedeckten höheren Teilen hinauf. *Dendroseris gigantea* kommt im Inneren einer Felsenschlucht vor. *Centauroidendron* und *Plantago fernandezia* gehören nur dem geschlossenen Wald (s. ferner die Standortsaufzeichnungen unten!) Von *Robinsonia evenia* ist die Lokalität nicht näher bekannt.

Die von SCHIMPER aufgestellte Regel ist also nicht ohne Ausnahme. Es gibt Federbuschgewächse, welche nur oder hauptsächlich an windgeschützten Stellen leben. Ich bin aber gar nicht davon überzeugt, dass die vermeintlichen Anpassungen in diesem Falle — ich halte mich zunächst an die fernandezinen Arten — so besonders zweckmässig sind. Es ist wohl richtig, dass die Blattbasen einander etwas schützen, gleichzeitig bietet aber der Schopf dem Winde einen besseren Angriffspunkt. Die

<sup>1</sup> wie bei den Palmen.

Hauptsache ist, dass die Äste biegungsfest gebaut sind, und die Blätter nicht zu gross und von fester Textur. Die grossen, papierdünnen Blätter einer *Dendroseris gigantea* z. B. werden wohl ebenso leicht zerrissen, wenn sie angehäuft sitzen. Und *Eryngium bupleuroides*, welches durch seine Verzweigung und Blattstellung ein sehr schönes Beispiel des Typus liefert, bildet einen rundlichen Strauch mit einem Gewirr von Ästen, da die Jahrestriebe kurz sind; es ist hier wohl gleichgültig, ob die ziemlich kleinen, sehr fest gebauten Blätter endständige Rosetten bilden oder nicht. Was die Verbreitung der Blattbasis betrifft, so ist sie bei Umbellaten, Plantagineen und vielen Compositen Sippenmerkmal — es liegt nun der Gedanke nahe, dass sich der Windtypus gerade innerhalb dieser Familien ausgebildet habe.

SCHIMPER ist der Meinung, dass die Anpassung sich auch in der spärlichen Verzweigung zeige, indem eine reiche Zerteilung in kleine Äste ein leichtes Zerreißen bedingen würde. Dies entspricht doch wohl nicht unseren Erfahrungen über den Einfluss des Windes auf die Gestalt der Bäume und Sträucher, denn er äusserst sich ja gerade in einem kompakten, gedrungenen Wuchs und in der Ausbildung eines Gewirrs von Ästen, was natürlich auch auf Juan Fernandez zu sehen ist, indem an sehr windigen Standorten *Pernettya rigida*, *Ugni Selkirkii*, *Escallonia Callcottiae*, *Halorrhagis erecta*, *Eryngium bupleuroides* u. a. A. undurchdringliche Hecken bilden. Ein einstämmiger oder sehr spärlich verzweigter Baum riskiert eigentlich bei einem Sturm mehr als einer, der vom Grunde aus in viele Äste zerteilt ist.

Mit Recht bemerkt SCHENK p. 287 dass »die nicht canarischen Federbuschtypen noch weiterer Untersuchungen bedürfen, inwieweit bei ihnen eine Anpassung an ein windiges Klima vorliegt, oder ob es sich nur um rein morphologische Charaktere handelt«. Ich möchte hinzufügen: auch für die kanarischen ist eine kritische Prüfung erforderlich. Vielleicht verdient es erwähnt zu werden, dass auf Juan Fernandez eine *Robinsonia* (*R. gracilis*) und zwei *Dendroseris*-Arten (*D. macrophylla* und *neriifolia*) vorkommen, welche etwas längere Internodien haben und deshalb keine typischen Federbuschgewächse sind. Sie bewohnen ebenso windige Standorte wie ihre Verwandten. Der in Chile hiemische *Senecio cymosus* REMY, welcher sich dem Federbuschtypus eng anschliesst, gehört dem valdivianischen Regenwald an. Von Interesse ist es ferner, dass das kleine *Eryngium sarcophyllum* (Taf. 5 Fig. 5), welches in Felsenritzen auf Masafuera wächst, genau dieselbe Architektonik hat wie *E. bupleuroides*. Niemand wird annehmen, dass es sich bei dem ersteren um eine Anpassung an windige Standorte handelt, und da liegt es doch nahe anzunehmen, dass der Verzweigungsmodus und die Blattstellung ebensowenig bei dem letzteren eine bestimmte Anpassung bedeuten.

Die Federbuschgewächse von Juan Fernandez gehören alle zu den ältesten Bürgern der Flora, und ich habe oben zu zeigen versucht, dass sie nicht auf den jetzigen Inseln entstanden sind. Andere Gattungen oder Arten kommen an anderen ozeanischen Inseln oder an Berggipfeln der Kontinente vor, wo sie wohl überall zu den alten Endemen von sehr beschränkter Verbreitung gehören. Man könnte sich ihre Entstehung entweder so denken, dass sich der Stamm von Rosettenpflanzen stark entwickelte, ohne dass die Rosette sich auflöste, oder so, dass sich die Inter-

nodien von Bäumen oder Sträuchern stark verkürzten. Unter welchen klimatischen Bedingungen der Typus zur Ausbildung gelangte, wissen wir nicht; gewisse Umstände geben eine Andeutung, dass sie in einem ausgeprägten Phanerophytenklima stattfand. So sind z. B. *Plantago fernandezia* und *P. princeps* CHAM. et SCHLECHT. (Sandwich-Inseln) die einzigen Bäumchen innerhalb der reich entfalteteten und weit verbreiteten Gattung, und die beiden *Eryngium*-Arten bilden eine eigene Sektion »Fruticosa«.

Dass die Federbuschgewächse so bezeichnend für ozeanische Inseln sind, braucht nur so viel zu bedeuten, dass sie alten Floren angehören, wo der Typus vielleicht früher sehr verbreitet war; von diesen Floren finden wir die letzten isolierten Reste gerade auf weit entfernten Inseln und hohen Bergen, wo sie sich durch günstige Verhältnisse in Bezug auf Klima und geringe Konkurrenz erhalten konnten.

Dass die auf Juan Fernandez heimischen Arten dort als Anpassung an ein windiges Klima entstanden wären, finde ich also sehr unwahrscheinlich. Zwar wird man sich hier der endemischen Varietät *confertifolia* von *Drimys Winteri* erinnern, bei welcher in der Tat die Blätter mehr gegen die Zweigenden angehäuft sind als bei der Hauptart. Die Inseln sind aber keineswegs windiger als unzählige andere Standorte in Südchile und Feuerland, wo *Drimys Winteri* vorkommt. Vielleicht hat auch diese Erscheinung bei *Drimys* mit dem eigentlichen Federbuschtypus einer *Robinsonia* oder *Dendroseris* nichts zu tun.

Die Zusammensetzung des Waldes. — Taf. 1, 2, 5, 7. — JOHOW hat in seinem ausgezeichneten Werk auch die Physiognomie und den Artbestand des Waldes geschildert. Seine Beschreibung ist aber mehr allgemein gehalten, weshalb ich es angemessen finde, meine spezielleren Aufzeichnungen zu veröffentlichen. — Nur einheimische Arten kursiviert.

1. Urwald am Fuss des Yunque. Dicht beschattet, sehr humusreich.

Höchste Waldschicht (bis 20—30 m):

Soc. *Fagara mayu Myrceugenia fernandeziana*

Sol. *Juania australis* (SKOTTSBERG in KARSTEN und SCHENCK, Taf. 8).

Unterholz (2—3 m):

Spars.-cop. *Blechnum cycadifolium* *Dicksonia berteriana*.

Strauchschicht:

Cop. *Lophosoria glauca* Spars. *Thyrsopteris elegans*.

Krautschicht:

Cop. *Blechnum auriculatum* Spars. *Blechnum valdiviense*  
           » *chilense* *Hymenophyllum ferrugineum*

Spars. *Cardamine flaccida* » *fuciforme*

*Asplenium magellanicum* *Trichomanes pyxidiferum*.

Schlingpflanze: *Lardizabala biternata*; *Arthropteris altescandens* und *Blechnum Schottii* kletternd.

Epiphyt: *Peperomia fernandeziana*.

Moose, Lebermoose und Flechten, spärlich an der Erde, reichlich alte Baumstämme bedeckend:

*Dicranum Menziesii* var. *fernandezianum* CARD. n. var., *Hypopterygium plumarium*, *Isopterygium fernandezianum*, *Lamprophyllum splendidissimum*, *Rigodium elegantulum* var. *fernandezianum* CARD. n. var., *Rhacopilum tomentosum*, *Rhynchostegium concavifolium* CARD. n. sp. und *planirameum* CARD. n. sp.

*Balantiopsis cancellata*, *Lepidozia fernandeziensis*, *Madotheca chilensis*, *Mastigobryum Skottsbergii*, *Plagiochila fuscobrunnea* und *squarrosa*, *Symphyogyna lanceolata*, *Trichocolea coalita*, *decrescens* und *opposita*.

2. Wald im untersten Teil des Valle Colonial. Steiler Abhang gegen E. Boden etwas steinig, reichlich mit umgefallenen Stämmen bedeckt. Bodendecke durch Abweiden sehr verarmt.

Höchste Waldschicht (8—20 m):

Cop.-soc. *Myrceugenia fernandeziana* Spars. *Boehmeria excelsa*  
Sol. *Drimys Winteri* var. *confertiflora* *Fagara mayu*  
*Psychotria pyrifolia*.

Unterholz:

Cop. *Aristotelia maqui*.

Krautschicht:

Cop. *Blechnum auriculatum*

Spars. *Polystichum adiantiforme* und *orbiculatum*

Sol. *Dryopteris villosa* var. *Polystichum berterianum*  
*Polypodium lanceolatum* (an Baumst.) *Pteris Berteroana*.

Moose etc. besonders an Baumstämmen:

*Fissidens brachyloma* CARD. n. sp., *curvinervis* CARD. n. sp., und *fernandezianus* CARD. n. sp., *Funaria hygrometrica*, *Rhacopilum fernandezianum* CARD. n. sp., *Rhaphidostegium prostratum* CARD. n. sp., *Rhynchostegium patagonicum* forma?, *Streptocalypta fernandeziana* CARD. n. sp.

*Aneura breviramosa*, *Chiloscyphus* sp., *Leioscyphus chiloscyphoides*, *Lophocolea angulata* und *fernandeziensis*, *Lopholejeunia spinosa*, *Radula Mittenii*.

*Leptogium moluccanum*.

3. Ähnlicher Standort wie der vorige. Baumbestand abgeholzt, der Boden dadurch trockener geworden. Vgl. Taf. 1, Fig. 1.

Strauch:

Sol. *Cestrum parqui*.

## Krautschicht:

Soc.	<i>Acaena argentea</i>	Sol.	<i>Dryopteris villosa</i> var.
Cop.	<i>Lophosoria glauca</i>		<i>Histiopteris incisa</i> var.
Spars.	<i>Polystichum adiantiforme</i>		<i>Polystichum Berterianum</i>
Sol.	<i>Verbena litoralis</i>		<i>Pteris Berteroana</i>
	<i>Blechnum auriculatum</i>		› <i>chilensis</i> .
	› <i>cycadifolium</i> (klein)		

## Bodendecke:

*Anthoceros Skottsbergii*<sup>1</sup> (massenhaft), *Fossombronia fernandeziensis*, *Symphogyna lanceolata*, *Reboulia hemisphaerica*.

4. Urwald unweit Portezuelo de Villagra, 450—500 m ü. d. M., durch steile, aber von Gräsern, Farnkräutern etc. dicht bekleidete Felswände unterbrochen. Sonst tiefer, feuchter Humus. — Taf. 1, Fig. 2.

## Höchste Waldschicht (8—20 m):

Soc.	<i>Myrceugenia fernandeziana</i>	Sol.-spars.	<i>Fagara mayu</i>
Cop.	<i>Drimys Winteri</i> var.		<i>Juania australis</i>
	<i>Psychotria pyrifolia</i>		<i>Sophora tetraptera</i> var.

## Unterholz von Bäumchen, Sträuchern und Baumfarnen:

Spars.-cop.	<i>Blechnum cycadifolium</i>	Sol.	<i>Centaurodendron dracaenoides</i>
	<i>Coprosma triflorum</i>		<i>Chusquea fernandeziana</i>
	<i>Gunnera peltata</i>		<i>Dendroseris micrantha</i>
	<i>Thyrsopteris elegans</i>		› <i>pinnata</i>
Spars.-sol.	<i>Dicksonia Berteroana</i>		<i>Plantago fernandezia</i>
	<i>Rhaphithamnus longiflorus</i>		<i>Rhetinodendron Berteroi</i>
Sol.	<i>Azara fernandeziana</i>		<i>Robinsonia Gayana</i>

An den Baumstämmen häufig *Arthropteris altescandens* und *Blechnum Schottii* kletternd; ferner *Polypodium lanceolatum*, *translucens* und *Serpyllopsis caespitosa*. Die übrigen Hymenophyllaceen meistens als Epiphyten: *Hymenophyllum cuneatum*, *ferrugineum* und *fuciforme*.

## Krautschicht:

Cop.	<i>Lophosoria glauca</i>	Sol.	<i>Cardamine flaccida</i>
	<i>Uncinia Douglasii</i> (offene Stellen)		<i>Fragaria chilensis</i> (offene Stellen)
Spars.	<i>Dysopsis glechomoides</i>		<i>Dryopteris villosa</i> var.
	<i>Urtica fernandeziana</i>		<i>Histiopteris incisa</i> var.
	<i>Adiantum chilense</i>		<i>Polystichum Berterianum</i>
	<i>Blechnum auriculatum</i>		<i>Pteris Berteroana</i>
	› <i>chilense</i>		› <i>chilensis</i> .

<sup>1</sup> Wohl dieselbe Art, die von JONOW unter dem Namen *A. punctatus* var. *dolichocarpus* JONOW erwähnt wird.

## Moosdecke an Baumstämmen:

*Amphidium cyathicarpum*, *Anoetangium fernandezianum* CARD. n. sp., *Dicranum Billardieri*, *Didymodon oligodontus* CARD. n. sp., *Diplostichum Poeppigii* var. *lactevirens* CARD. n. var., *Ditrichum affine*, *Fissidens maschalanthus* var. *minor*, *Hypnum Lechleri* mit var. *fernandezianum* CARD. n. var., *Philonotis scabrifolia*, *Rigodium acuminatum* CARD. n. sp. und *elegantulum*, *Thamnum crassinervium* und *platycladum* CARD. n. sp., *Weymouthia mollis* (von den Zweigen herabhängend).

*Balantiopsis lancifolia*, *Jamesoniella malvina*, *Madotheca chilensis*, *Mastigobryum Skottsbergii*, *Plagiochila fasciata* (von Zweigenden herabhängend), *Lophocolea papulosa*, *Radula microloba*.

*Cladonia pityrea*, *bacillaris* (auf *Dicksonia*), *Cora pavonia*, *Leptogium moluccanum*, *Peltigera polydactyla*, *Sticta Berteroana*, *cinnamomea*, *Freycinetii*.

*Limacinia fernandeziana* (die von JOHOW näher geschilderte Baumpest hervorruhend, auch Sträucher und sogar Farnkräuter arg beschädigend), *Polystictus* (*Polyporus*) *zonatus*, *Sarcosoma* (*Peziza*) *rhytidium*, *Xerotus Berterii*.<sup>1</sup>

## Auf Erde und Steinen:

*Campylopus corralensis*, *fernandezianus* CARD. n. sp. und *introflexus*, *Didymodon oligodontus* CARD. n. sp., *Ditrichum affine*, *Rigodium acuminatum* CARD. n. sp.

*Jamesoniella colorata* und *oenops*, *Plagiochila Neesiana* und *Notarisii*.

5. Hochwald, einige Hundert m ü. d. M. in dem Tal oberhalb von Puerto Ingles. Steiler Abhang gegen E.

Soc. *Myrceugenia fernandeziana*

Cop. *Fagara mayu*

*Psychotria pyrifolia*

Sol. *Juania australis*

*Santalum fernandezianum*,

wahrscheinlich der letzte Baum auf Juan Fernandez.

## Unterholz:

Cop. *Dicksonia Berteroana*

Sol. *Dendroseris micrantha*.

6. Felsenvegetation in dem Valle Colonial, 300—350 m ü. d. M.

## Strauchschicht:

Spars. *Halorrhagis erecta*

Sol. *Pernettya rigida*

Spars.-sol. *Escallonia Callcottiae*

*Robinsonia Gayana*

*Ugni Selkirkii*

*Ugni Molinae*

Sol. *Erigeron fruticosus*

*Blechnum cycadifolium* (klein).

<sup>1</sup> Die Pilze wurden von Herrn Abbé G. BRESADOLA gütigst bestimmt.

## Zwergsträucher und Kräuter:

Soc. <i>Anthoxanthum odoratum</i>	Sol. <i>Libertia formosa</i>
Spars. <i>Fragaria chilensis</i>	<i>Wahlenbergia fernandeziana</i>
<i>Polystichum adiantiforme</i>	Greg. <i>Acaena argentea</i>
Sol. <i>Adiantum chilense</i>	<i>Margyricarpus *digynus</i>
<i>Blechnum auriculatum</i>	<i>Ochagavia elegans.</i>

An Steinen: *Hymenophyllum dichotomum.*

Bodendecke: *Campylopus corralensis*, *fernandezianus* CARD. n. sp. und *introflexus*, *Ptychomitrium fernandezianum* CARD. n. sp.

*Jamesoniella colorata.*

*Cladonia bacillaris* und *pityrea*, *Cora pavonia*, *Parmelia piloselloides* A. ZAHLBR. n. sp., *Stereocaulon ramulosum*, *Sticta Berteroana* und *cinnamomea.*

7. Felsenvegetation bei Portezuelo de Villagra, 550—600 m ü. d. M. Steile Abhänge.

Strauchschicht, bisweilen undurchdringliche Dickichte bildend:

Cop. <i>Pernettya rigida</i>	Sol.-spars. <i>Ugni Selkirkii</i>
Spars. <i>Eryngium bupleuroides</i>	Sol. <i>Berberis corymbosa</i>
<i>Escallonia Callcottiae</i>	<i>Erigeron fruticosus</i>
<i>Gunnera bracteata</i>	<i>Eryngium(?) fernandezianum</i>
	<i>Gunnera peltata</i> (klein).

An offenen Stellen, einzeln:

*Fragaria chilensis* *Wahlenbergia fernandeziana*  
*Gleichenia pedalis.*

8. Unterster, waldfreier Teil von Puerto Ingles:

Soc. <i>Acaena argentea</i>	Spars. <i>Verbena litoralis</i>
Spars. <i>Oryzopsis laevissima</i>	Sol. <i>Avena barbata</i>
<i>Phalaris intermedia</i>	<i>Gnaphalium cheiranthifolium</i>
Greg. <i>Anthoxanthum odoratum.</i>	

Längs dem kleinen Bache: *Boehmeria excelsa* in kleinen Beständen, die Bäume verhältnismässig kräftig (vgl. SKOTTSBERG in KARSTEN und SCHENCK, Taf. 7). Ferner *Polystichum* sp. und *Pteris Berteroana.*

*Ceratodon purpureus* var. *amblyocalyx*, *Funaria hygrometrica.*

9. Waldlose Flächen oberhalb der Bahía Villagra, Südseite der Insel. Grasreiche Heide, welche auf Masatierra den ozeanischen Heidentypus vertritt.

Gestrüpp von *Escallonia Callcottiae*, niedrig.

Bodenmatte:

Cop.	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Spars.	<i>Stipa Skottsbergii</i>
Spars.	<i>Acaena argentea</i>	Sol.	<i>Blechnum auriculatum</i>
	<i>Bromus cecadilla</i>		<i>Dipsacus fullonum</i>
	<i>Chaetotropis chilensis</i>		<i>Halorrhagis erecta</i>
	<i>Danthonia collina</i>		<i>Juncus imbricatus</i> var.
	<i>Libertia formosa</i>		<i>Scirpus nodosus</i>
	<i>Margyricarpus *digynus</i>		<i>Verbena litoralis</i>
	<i>Rumex acetosella</i>	Greg.	<i>Polystichum adiantiforme.</i>

*Jungermannia* sp.

*Lecanora argillacea* und *gelida* an Steinen.

Durch die Heide fliesst ein Bach, von einem üppig grünen Gürtel umsäumt.

Soc.	<i>Gunnera peltata</i> (Taf. 2)	Sol.	<i>Blechnum chilense</i>
Spars.	<i>Libertia formosa</i>		<i>Carex Berteroniana</i>
			<i>Cladium scirpoideum.</i>

10. Bahía del Padre. Nackte Strandfelsen. Lose, stark verwitterte Tuffe oder harte Laven, grossenteils ganz ohne makroskopische Flora.

Zerstreute Flecken von

Spars.	<i>Parietaria humifusa</i>	Sol.	<i>Apium laciniatum</i>
	<i>Spergularia confertiflora</i>		<i>Erigeron canadensis</i>
Sol.	<i>Apium fernandezianum</i>		<i>Gnaphalium purpureum.</i>

Auf Lava: *Blastenia fernandeziana* A. ZAHLBR. n. sp., *Buellia fernandeziana* A. ZAHLBR. n. sp., *Parmelia conspersa*, *Pertusaria melanospora*, *Xanthoria parietina* var. *australis* A. ZAHLBR. n. var.

11. Sonnige, sehr steile Uferfelsen in Bahía Cumberland. Zerstreute Pflanzen an Absätzen und in Rissen.

<i>Bidens leucantha</i>	<i>Verbena litoralis</i>
<i>Gnaphalium cheiranthifolium</i>	<i>Adiantum chilense</i>
» <i>stachydifolium</i>	<i>Blechnum auriculatum</i>
<i>Margyricarpus *digynus</i>	<i>Pellaea chilensis.</i>

12. Schattige, feuchte Strandfelsen bei Puerto Ingles. In den Felsenritzen reichlich

<i>Lobelia anceps</i>	<i>Silene gallica</i>
	<i>Asplenium obtusatum.</i>

*Bryum fernandezianum* CARD. n. sp.

## 13. Salziger Lehm in Bahía del Padre.

Soc. *Salicornia peruviana*.

Um die Mündung eines Baches

Greg. *Scirpus cernuus*.

## 2. Masafuera.

14. Wald in dem mittleren Teil von Quebrada del Mono. Starke Beschattung. Boden mässig feucht, plastischer, reicher Humus von dunkler Farbe. Vgl. SKOTTSBERG in KARSTEN und SCHENCK, Taf. 12 a.

Soc.-cop. *Myrceugenia Schulzei*Spars. *Drimys Winteri* var.Spars.-cop. *Psychotria pyrifolia*» *Fagara mayu*.

Unterholz:

Spars. *Dicksonia Berteroana**Thyrsopteris elegans* (Stamm kurz und dick).

Krautschicht:

Cop.-spars. *Blechnum chilense*Spars.-sol. *Dryopteris villosa**Histiopteris incisa* var.*Pteris Berteroana**Lophosoria glauca*» *chilensis**Polystichum adiantiforme**Urtica fernandeziana* (Taf. 6, Fig. 5)Spars.-sol. *Asplenium magellanicum*Greg. *Nertera depressa*.*Blechnum auriculatum*

Stellenweise ist der Boden mit Laub- und Lebermoosen bedeckt: *Campylopus fuscoluteus* CARD. n. sp., *Philonotis litorea* und *scabriifolia*, *Rhynchostegium concavifolium* CARD. n. sp., *Rigodium elegantulum* var. *fernandezianum* CARD. n. var., *Streptocalypta fernandeziana* CARD. n. sp.

*Chiloscyphus brevistipus*, *Jamesoniella colorata*, *Leioscyphus fernandeziensis* und *repens*, *Lophocolea chilensis*, *Solenostoma obtusiflorum* und *rostratum*, *Tylimanthus silvaticus*.

*Peltigera polydactyla*; *Usnea angulata* und *dasyypoga* an Bäumen.

Die Grenze des zusammenhängende Waldes dürfte auf etwa 700 m gesetzt werden können. Auf ebenem Boden ist er noch dichter und die Erde fast nur von modernden *Myrceugenia*-Blättern bedeckt. Ziemlich reichlich sind noch *Lophosoria* und *Dicksonia*.

15. Heide (»Farnsteppe« von JOHOW) auf dem stark windexponierten Hochplateau, 1000 m ü. d. M. — Taf. 3, Fig. 1.

Spars. *Dicksonia Berteroana*, schöne hochstämmige Gruppen (vgl. SKOTTSBERG, Taf. 12 Fig. b in KARSTEN u. SCHENCK, l. c.)

Cop.-soc. <i>Lophosoria glauca</i>	Spars.-sol. <i>Blechnum chilense</i>
Spars.-cop. <i>Polystichum Berterianum</i>	<i>Histiopteris incisa</i> var.
Spars.-sol. <i>Erigeron fruticosus</i> (sehr klein)	<i>Pteris Berteroana</i> .
<i>Pernettya rigida</i> ( » » )	

Bodendecke: *Hymenophyllum peltatum*.

*Campylopus truncatus*, *Dendroligotrichum dendroides*, *Dicranum Billardieri*, *Pentastichella pentasticha*, *Polytrichadelphus magellanicus*, *Rhacomitrium convolutum*, *Rhynchostegiella leptoneura* CARD. n. sp., *Rhynchostegium concavifolium* CARD. n. sp., *Thysanomitrium leptodon*.

*Lepicolea ochroleuca*, *Lophocolea aromatica*, *Plagiochila elata* und *Notarisii*, *Symphyogyna integerrima*.

*Cladonia coccifera* und *gracilis*, *Stereocaulon ramulosum*, *Sticta endochrysea*.  
Auf Lava: *Enterostigma Skottsbergii* A. ZAHLBR. n. sp., *Parmelia saxatilis*.

In dieser Höhe habe ich einige alte, tote Exemplare von *Drimys Winteri* var. *confertifolia* gesehen (Taf. 3, Fig. 1). Die Farnheide scheint das ganze, langsam ansteigende Hochplateau gleichförmig zu bedecken. An sehr steinigen Stellen treten die Flechten besonders hervor. Die letzten *Dicksoniae* wurden in 1125 m Höhe gesehen.

16. In einer Höhe von 1200 m trug die Vegetation noch dasselbe Gepräge. Einige Arten fand ich hier zum ersten Mal: sie verändern zwar nicht die Physiognomie, sind aber pflanzengeographisch wichtig.

Spars.-sol. <i>Acaena masafuerana</i>	
Sol. <i>Gnaphalium spicatum</i> var.	<i>Lycopodium Gayanum</i>
<i>Lagenophora hirsuta</i>	<i>Rubus geoides</i>
<i>Luzula</i> cfr. <i>alopecurus</i>	<i>Serpyllopsis caespitosa</i> .

An einem Bachufer: *Acaena ovalifolia* var. *insulae exterioris*.

17. Bachufer in etwa 1000 m Höhe.

Cop. *Lophosoria glauca* Spars. *Gleichenia pedalis*.

Bodendecke:

<i>Nertera depressa</i>	<i>Hymenophyllum cuneatum</i>
<i>Blechnum valdiviense</i>	» <i>tunbridgense</i> .

*Bartramia leptophylla*, *Didymodon oligodontus* CARD. n. sp.

*Balantiopsis erinacea*, *Lophocolea aromatica*, *Metzgeria chilensis*, *Plagiochila riparia*, *Radula fernandeziana*, *Schistochila Skottsbergii*, *Symphyogyna Hochstetteri*, *Tylimanthus silvaticus*.



Fleckenweise treten Bryophyten auf:

*Bryum Lechleri*, *Dendrocryphaea cuspidata*, *Diplostichum Poeppigii*, *Fissidens asplenioides* var. *australis* CARD. n. var., *Lamprophyllum splendidissimum*, *Philomotis litorea* var. *proliger* CARD. n. var., *Porothamnium arbusculans*, *Rhacopilum fernandezianum* CARD. n. sp., *Thuidium valdiviense*, *Trichostomum fernandezianum* CARD. n. sp.

*Anthoceros* sp., *Chiloscyphus integrifolius* und *lobatus*, *Marchantia cephaloscypha*.

Einzelne Bäume wurzeln an den steilen Wänden, unter ihnen *Dendroseris gigantea* (Taf. 4 Fig. 2), welche nur hier gefunden worden ist.

19. Die sehr steilen Strandfelsen von Masafuera haben eine arme Flora, die sich grossenteils aus eingeschleppten Arten zusammensetzt. Ich beobachtete die folgenden:

*Adiantum chilense*, *Anagallis arvensis*, *Asplenium obtusatum*, *Bahia ambrosioides*, *Chenopodium multifidum*, *Eryngium sarcophyllum*, *Modiola caroliniana*, *Polypogon monspeliensis*, *Ruta bracteosa*, *Scirpus nodosus*, *Silene gallica*, *Silybum marianum*, *Spergularia confertiflora*, *Wahlenbergia Masafuerae*.

Es ist anzunehmen, dass seit unsrem Besuch die Flora von Masafuera einige Veränderungen erlitten hat, namentlich dadurch, dass sie durch Unkräuter bereichert wurde. Vor einigen Jahren errichtete nämlich die chilenische Regierung eine Strafkolonie auf Masafuera, wo Ackerbau betrieben wurde. Glücklicherweise hatte das Experiment keinen Erfolg, und die Kolonie hat im vorigen Jahr ihre Tätigkeit eingestellt, wie mir vor kurzer Zeit mein verehrter Freund, Gymnastikdirektor J. BILLING in Santiago, mitteilte. Wir wollen hoffen, dass die merkwürdige Flora von Juan Fernandez bald effektiv geschützt wird, so dass wir nicht die Schande eines neuen St. Helena erleben werden.

## Nachtrag zu dem Literaturverzeichnis in JOHOW's Flora.

- BITTER, G. Die Gattung *Acaena*. — Bibliotheca Botanica. Heft 74 (1910—11).  
 ——. Weitere Untersuchungen über die Gattung *Acaena*. FEDDE's Repertorium X (1912).  
 ——. *Solana nova vel minus cognita* V. FEDDE's Repertorium XI (1912).  
 BÜRGER, O. Die Robinson-Insel. Leipzig 1909.  
 CHRISTENSEN, C. On some species of ferns etc. Arkiv för Botanik 1910.  
 JOHOW, F. Flora de Juan Fernandez. Santiago 1896.  
 OLIVER, D. *Santalum fernandezianum* F. PHIL. in HOOKER's Icones Plantarum, 4th series, Vol. V, 1896, tab. 2430.  
 REICHE, K., Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Die Vegetation der Erde, herausg. von ENGLER und DRUDE. VIII, 1907.  
 SKOTTSBERG, C. Reisebericht in Ymer 1908 p. 448 und in Geogr. Journal 1909 p. 292.  
 ——. Juan Fernandez-öarnes sandelträd. Svensk Botan. Tidskr. 1910.  
 ——. Vegetationsbilder von den Juan Fernandez-Inseln. In KARSTEN u. SCHENCK, Vegetationsbilder VIII: 2 (1910).

## Tafelerklärung.

### Tafel 1.

1. Masatierra. *Fagara mayu* (BERT.) ENGL. im Valle Colonial als letztes Überbleibsel eines Waldbestandes. Die charakteristische Form der Krone (verkehrt kegelförmig) ist gut zu beobachten. Rechts ein Teppich von *Acaena argentea* R. & P. Nach einer Aufnahme vom Verfasser.
2. Masatierra. *Dendroseris micrantha* HOOK. et ARN. im Buschwald am Nordabhang von Portezuelo de Villagra. Nach einer Aufnahme vom Verfasser.

### Tafel 2.

*Gunnera peltata* PHIL. auf Masatierra. In dem Blatt unten hat sich Wasser gesammelt. Rechts *Acaena argentea* R. & P. und *Dipsacus fullonum* L. Nach einer käuflichen Photographie.

### Tafel 3.

1. Masafuera. Farnheide auf dem Hochplateau. Die Hauptmasse ist *Lophosoria glauca* (Sw.) KUHN. Die toten Bäume sind *Drimys Winteri* FORST. var. *confertifolia* (PHIL.) JOHOW. Nach einer Aufnahme vom Verfasser.
2. Masafuera. Vegetation an einer vertikalen Felswand im innersten Teil von Quebrada de las Casas. *Gunnera Masafuerac* SKOTTSB., *Blechnum longicauda* C. CHR., *Calystegia Hantelmannii* PHIL. Nach einer Aufnahme vom Verfasser.

## Tafel 4.

Masafuera, Quebrada de las Casas.

1. Äusserer Teil. Nach einer Aufnahme vom Verfasser.
2. Innerer Teil, den reichen Teppich an den Talwänden zeigend Links in der Mitte eine Gruppe von *Dendroseris gigantea* JOHOW, oben rechts ein Blatt von *Gunnera Masafuerae* SKOTTSB. Nach einer Aufnahme vom Verfasser.

## Tafel 5.

1. *Robinsonia Gayana* DCNE. Etwas unter  $\frac{1}{2}$ .
- 2, 3. *Centauriodendron dracaenoides* JOHOW.  $\frac{1}{2,5}$ .
4. *Eryngium bupleuroides* HOOK. et ARN. Etwas unter  $\frac{1}{2}$ .
5. » *sarcophyllum* HOOK. et ARN.  $\frac{1}{2,3}$ .
6. *Apium fernandezianum* JOHOW.  $\frac{1}{2,3}$ .

## Tafel 6.

- 1—3. *Gunnera Masafuerae* SKOTTSB. 1 Ligula, 2 Teil eines jüngeren, 3 eines älteren Blütenstandes. Etwas unter  $\frac{1}{2}$ . Die Partialblütenstände von Fig. 2 zeigen deutlich an ihren Spitzen die jungen, noch Kronblätter tragenden Blüten.
4. *Nicotiana cordifolia* PHIL.  $\frac{1}{2,7}$ .
5. *Urtica fernandeziana* (RICH.) ROSS. Gipfel einer Pflanze aus Masafuera.  $\frac{1}{2,7}$ .

## Tafel 7.

1. *Boehmeria excelsa* WEDD., etwas unter  $\frac{1}{2}$ .
2. *Myrceugenia fernandeziana* (HOOK. et ARN.) JOHOW.  $\frac{1}{2,4}$ .
3. *Blechnum Schottii* (COLLA) C. CHR.  $\frac{1}{2,3}$ .
4. *Thyrsopteris elegans* KZE.  $\frac{1}{2,6}$ .



Tryckt den 22 juli 1914.

Uppsala 1914. Almqvist &amp; Wiksells Boktryckeri-A.-B.





1



2









2

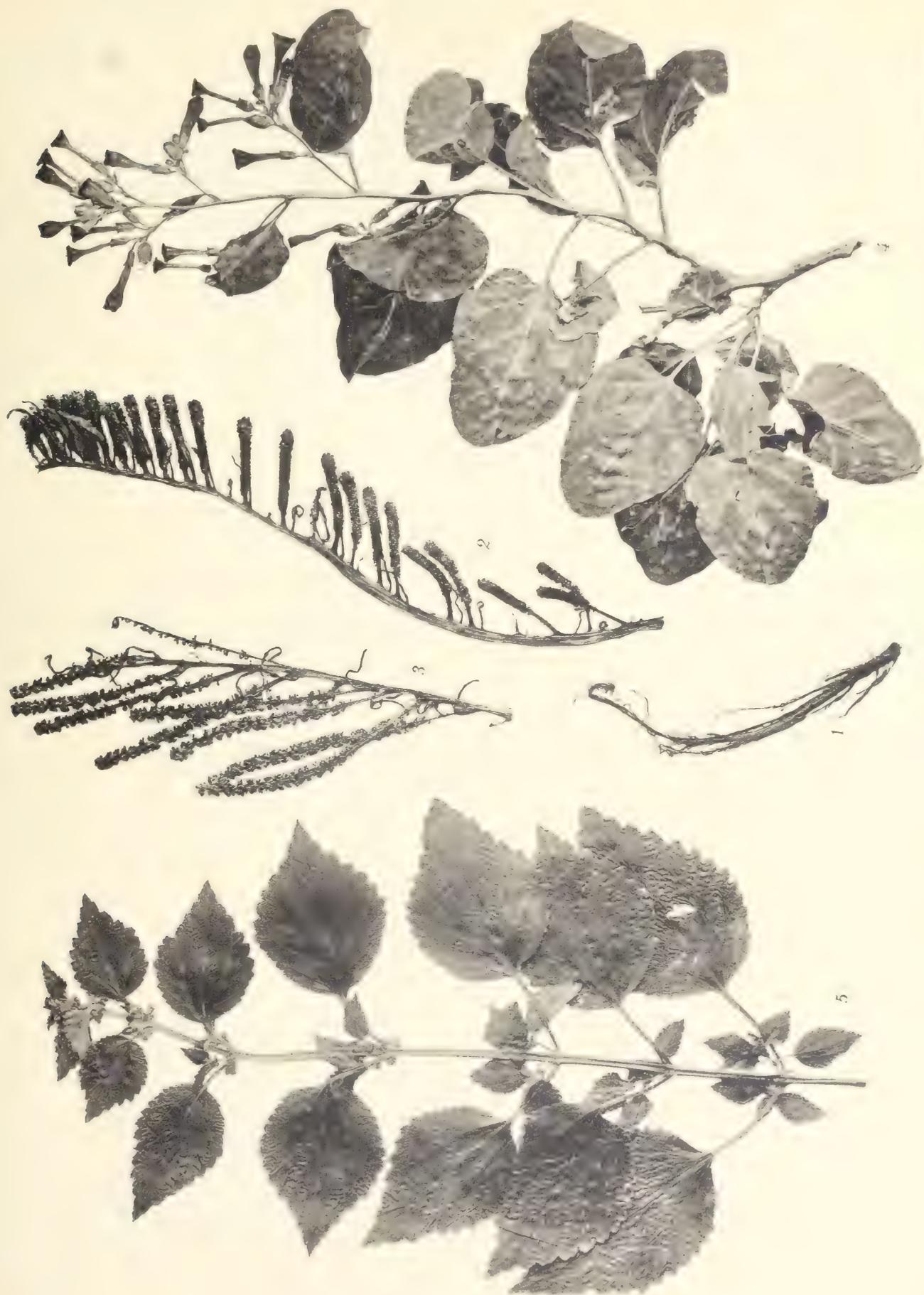


1









Uustr. A. B. Lagrelius & Westphal, Stockholm





Ljustr. A. B. Lagrelus & Westm., Stockholm.



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. No 10.

THE SWEDISH SPECIES  
OF  
PTILOZAMITES NATH.

BY

ERNST ANTEVS

WITH 3 PLATES

COMMUNICATED MAY 13<sup>TH</sup> 1914 BY A. G. NATHORST AND G. LAGERHEIM

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1914



One of the more typical genera of the Rhaetic plant-bearing deposits of Scania is *Ptilozamites*, of which Prof. A. G. NATHORST described several species in his works on the fossil flora of Sweden. The collection of these plants in the Palaeobotanical Department of the State Museum of Natural History at Stockholm having increased considerably since Prof. NATHORST's papers were written, a revision of the genus has proved desirable. Hence this paper.

To Professor NATHORST and Dr. T. G. HALLE I desire to express my best thanks for the good advice they have been so kind as to give me.

### Genus *Ptilozamites* NATHORST.

*Ptilozamites*, NATHORST 1878 a, p. 21.

Fronde pinnate, broadly or narrowly lanceolate to linear. Rachis stout, often forked. Pinnae densely placed to imbricate; long and narrow, or short and broad; square or rhomboidal, linear or triangular, sometimes falcate; attached to the side of the rachis and by the whole of the base; distal margin straight, somewhat concave, or ~-shaped; proximal margin first parallel then bending forward sharply, or rounded from the very base. Veins generally numerous, coming direct from the rachis; bifurcating once or repeatedly; more or less radiating, or sometimes parallel. Consistence thick and firm.

The cuticle (pl. 3, figs. 7—9, 11) has been examined in all the Swedish species of this genus. It is generally thick, sometimes even very thick, but sometimes it is comparatively thin. It is composed of irregular to isodiametrical cells, which on the lower side are generally oblong above the veins. On the upper side it is uniform. The cells have straight or at times somewhat undulated walls, and in some cases indistinct papillae. The cuticle of the rachis differs from that of the segments in so far, as the cells in it are always rectangular, very thick-walled, and ranged in regular rows. Stomata occur on both sides or only on the lower one. As a rule, they are on the lower side only found in the spaces between the veins (pl. 3, fig. 9). Their number varies very much, and generally there is a certain relation between

their number and the thickness of the cuticle. If the latter is comparatively thin, there are, as a rule, no stomata or only a few, and vice-versa.

In various species there are small holes in the cuticle (pl. 3, figs. 7, 11). They occur on both the lower and the upper side of the frond, and in some cases go straight through the segments. It is obvious that they were formed while the plant was still living. They vary somewhat in size, and are generally quite round. The bordering cells are more strongly cutinized than the rest of the epidermis. In some cases regeneration of the cuticle has taken place at the sites of former holes, but it has not attained ordinary thickness (pl. 3, fig. 11).

In another paper (1914 a, pp. 6, 12) I have described similar holes in *Lepidopteris Ottonis* (GÖPP.) SCHIMP. and *Antholithus Zeilleri* NATH. There I expressed the supposition that the holes had probably been caused by a parasitic fungus, and I am inclined to apply the same explanation here. It is, however, also possible that they were caused by insects.

I have already given an account of the distribution of the stomata. The guardian cells were sunk below the epidermis as in other and analogous Xerophytes. At times it is possible to discern remains of them (pl. 2, fig. 9). The round holes (pl. 1, fig. 7; pl. 2, figs. 7, 9) seen in the cuticle are the entrances to the stomata. The walls of the subsidiary cells which border these entrances form a ring, which is sometimes rather thin, and sometimes considerably thick. These stomata differ from those in *Thinnfeldia* and others principally by the ring mentioned and by the fact of the subsidiary cells not having a regular shape. It is true that the difference is sometimes rather striking, but, on the other hand, it is evident that it is only of a superficial nature.

In the recent plants which I have had the opportunity of examining, I have not found any stomata of the same structure; but, on the other hand, I have found such in the closely related fossil *Ctenopteris cycadea* (BRNGN.) and *Ct. Leckenbyi* (LECKENBY ex BEAN'S M.S.).<sup>1</sup>

Earlier KNOWLTON (1895, p. 387; figs. 1—3) described similar stomata in *Palaeohillia Arkansana* KNOWLT., also a fossil plant. KNOWLTON explains the surrounding cells quite correctly as ordinary epidermal cells, but believes he has found under each of them another, on the whole corresponding cell. These latter cells he regards as the guard-cells of the stoma. The number of guardian cells should accordingly vary from four to six.

Later on HOLM (1896, p. 208) discusses the same fossil, and tries to show that KNOWLTON'S opinion cannot be right. He points out that the guard-cells can hardly

<sup>1</sup> The cuticle of *Ctenopteris Leckenbyi* was quite recently examined by THOMAS & BANCROFT (1913, p. 194); and I have nothing to add to the description given by them. The stomata agree with those in *Ptilozamites*, though the ring bordering the entrance is as a rule thicker.

Of *Ctenopteris cycadea* I have examined two fragmentary specimens from Pålshö in Scania. The cuticle is very thick, and is thicker on the upper side than on the lower. On the upper side the cells have very sharp corners, and are rhombic, square, or rectangular; on the lower they are of an isodiametrically polygonal shape. Faint traces of veins can be discerned on the lower side. Stomata occur here fairly numerous but are very rare on the upper side. They are of exactly the same structure as those in *Ct. Leckenbyi*.

number more than two and that the stomata were probably situated in cavities under the epidermis exactly as in *Nerium Oleander*. The round openings should be the entrances to these cavities. He also draws attention to the striking resemblance between the rounded openings with their four to six bordering cells and the basal cells of many vegetable hairs, and considers, on the other hand, that we may have to do with the same case here.

As far as KNOWLTON is concerned HOLM's criticism is sufficient. The cell-walls he discerned and regarded as belonging to the guardian cells no doubt belong to the uppermost of the cell-layers which often lie between these and the epidermis, for, as we now know, stomata with more than two guard-cells do not occur in vascular plants.

Though there is a great resemblance to the basal cells of vegetable hairs, it is not a case of such cells here, at least not in *Ptilozamites*. HOLM's comparison between the holes now in question and the entrances to 'cryptes stomatifères' is somewhat far-fetched. The explanation is surely more simple, and there can be no doubt that the stomata were analogous with those of the Gymnosperms.

*Ptilozamites* was instituted in 1878 by NATHORST (1878 a, p. 21) for fronds having an intermediate position between *Anomozamites* SCHIMP., *Ptilophyllum* MORR., and *Otozamites* BRAUN. According to his opinion at that time *Ptilozamites* differed from the first-mentioned genus in having radiating veins, and from the other two by the pinnae being attached by the whole of the base. Later on, however, he (1879, p. 59) states that the supposed difference from *Anomozamites* did not hold good, as broad pinnae have a venation which agrees perfectly with that of this latter genus. But now, instead, he regards the rounding of the proximal margin of the segments, their regular shape, and the greater thickness of the cuticle as good distinguishing characters.

As a very nearly related species, and as one probably belonging to *Ptilozamites*, NATHORST (1878, p. 51 and 1878 a, p. 23) also regarded *Ctenopteris cycadea* (BRONGN.). Since this proved to have a bipinnate segmentation (NATHORST 1880, p. 45) he (1880, p. 66) considered this feature to be characteristic of *Ptilozamites*, too. But as this supposition was not verified by any find whatever, he (1886, p. 122) proposed the use of the name of *Ptilozamites* for pinnate, and that of *Ctenozamites*, a new generic name, for bipinnate fronds that agree in other respects. *Ctenozamites* should be used instead of *Ctenopteris* SAP., since this name was already (1828) preoccupied by BLUME for a section of *Polypodium* (SMITH 1875, p. 184; NATHORST 1880, p. 66). Now, however, *Ctenopteris* is not used for any genus of living plants, and Prof. NATHORST thinks we had better readopt it for the fossil genus as a nomen conservandum.

As the agreement with *Otozamites* and *Ptilophyllum* is only superficial, both of them having, for example, their pinnae attached to the upper side of the rachis, it is above all *Ctenopteris* and *Anomozamites* that are very nearly related to *Ptilozamites*.

As has been mentioned, *Ptilozamites* is distinguished from *Ctenopteris* only by its segmentation; but as classification based on a difference in this respect is scarcely appropriate, it is principally on account of other circumstances that I retain the name of *Ptilozamites*.

NATHORST (1897, p. 25) once suggested that *Ptilozamites* and *Ctenozamites* (= *Ctenopteris*) ought to be regarded as palaeobotanical subgenera under one and the same botanical genus, but such a classification can hardly, I think, be suitable.

The principal reason for keeping *Ptilozamites*, according to my opinion, lies in the intermediate position which this genus holds between *Ctenopteris* and *Anomozamites*. Agreeing with the former in all except the segmentation, it bears a considerable resemblance to the latter in all respects, and it is impossible to point to any distinguishing character which satisfactorily separates it from either the one or from the other. The possibility of uniting all the three genera cannot, however, be taken into consideration, and it is therefore probably best to keep *Ptilozamites* as a connecting link between the two other genera.

*Anomozamites* is among other things characterized by parallel veins. *Ptilozamites* also has forms with parallel veins; but in this genus the veins are, as a rule, more or less radiating and more frequently forked. Regarding the shape of the pinnae the genera seem to be rather analogous.

The consistence of the two genera seems to have been somewhat different. At least, *Anomozamites minor* (BRNGN.), which I have examined, has a considerably thinner cuticle than any *Ptilozamites*. The stomata are of an appearance common among the Cycadophytes, exactly as in the recent *Zamia* L. and *Encephalartos* LEHM. and in the fossil *Otozamites pterophylloides* BRNGN. and *Dictyozamites Johnstrupi* NATH. (both from Bornholm) among those I have had the opportunity of examining.

In his 'Fossil Plants' SEWARD (1910, p. 546) compares *Ptilozamites* with *Thinnfeldia* ETT., and says that there "can be little doubt as to the very close alliance between the Rhaetic species referred to these two genera". Those forms of *Thinnfeldia* which were separated from this genus and classed as *Dicroïdium* GOTH. and the dichotomical species of *Ptilozamites*, no doubt, present certain analogies, but they can, I think, hardly be regarded as being closely related.

Though it is difficult to point out any general, quite typical character, the Swedish species of *Ptilozamites* agree considerably on the whole. At the same time they are, as a rule, well delimited against each other. Two of them, viz., *Ptilozamites Nilssoni* NATH. (pl. 1, figs. 1—3; pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 5) and *Pt. fallax* NATH. (pl. 1, fig. 8; pl. 2; fig. 6) are bifurcated, and this character combined with others gives them a typical appearance. Two other species, *Pt. Heeri* NATH. (pl. 2, fig. 2; pl. 3, figs. 1—3, 12) and *Pt. Carlssoni* NATH. (pl. 2, figs. 4, 5) are of a peculiar linear shape, and, finally, *Pt. Blasii* (BRAUNS) NATH. (pl. 1, figs. 9, 10; pl. 2, fig. 1; pl. 3, fig. 10) is distinguished by the size of the frond and the pinnae.

Regarding the position which *Ptilozamites* takes in the system, I think it is impossible to express a decided opinion for the present. NATHORST placed it in the Cycadophytes, and this group was the first that came to hand, there being then

only the Cycadophytes and the Ferns to choose between. Now, however, the question stands somewhat differently. We can, I think, feel confident in saying that the fossils in question are not Ferns, as no structures bearing resemblance to sori have ever been found, and as the whole appearance of the fronds and, above all, the thick cuticle and the structure of the stomata speaks against their belonging to this group. — I have discussed the systematical value of the structure of the cuticle and of the stomata in a previous paper (1914, p. 19), and therefore will not enter further into these subjects here. — There is no reason why *Ptilozamites* should not be a cycadophycean genus, but, on the other hand, this is by no means certain. There is a great gap between Ferns and Cycadophytes, in the Palaeozoic bridged over by the Pteridosperms, and one could well conceive that *Ptilozamites* has its proper place here.

In his Tonkin-Flora ZEILLER (1903, p. 51) placed the genus *Ctenopteris* SAP. among the Ferns, to be more exact in the group Odontopteroideae. He did this, however, only with great hesitation and with all reserve regarding its definite classification, as he does not consider it impossible that the genus in question belongs to the Cycadofilices. He founds his classification partly and principally on its agreement with the genus *Ctenis* LINDLEY & HUTTON, in which RACIBORSKI (1894) found rounded tubercles, which in their opinion were sori, and partly on its resemblance to *Dichopteris* ZIGNO, "dont l'attribution aux Fougères est généralement acceptée". "De plus", he continues, "on ne connaît, parmi les Cycadinées fossiles, abstraction faite du genre *Ctenopteris* lui-même, aucun genre à frondes bipinnées, et s'il existe aujourd'hui une Cycadinée à frond bipinnée, le *Bowenia spectabilis* HOOKER, il faut connaître que les *Ctenopteris* n'offrent guère de ressemblance avec elle."

Against this argumentation some remarks may be made. Even without anything further, it is surely very problematical whether the tubercles in *Ctenis* which RACIBORSKI interpreted as sori really are such, and SEWARD (1900, p. 234) pointed also out that it was only a case of prominent, circular papillae in the cuticle. With regard to the nature of *Dichopteris* opinions have, I think, never agreed. The supposed sori figured by ZIGNO will hardly have definitively decided the systematical position of *Dichopteris* in anybody's opinion; and since SEWARD (1910, p. 550) expressed the opinion, which is shared by HALLE — according to a kind communication by Dr. HALLE, who has also examined the specimens in question — that they, without doubt, only constitute "irregularities in the matrix", the question is more open than ever.

The reasons for which ZEILLER placed *Ctenopteris* among the Ferns are accordingly rather vague, and it may be confidently stated that several circumstances speak against the opinion of the genus belonging to this group. — I have dwelt somewhat on ZEILLER's discussion, as it is highly probable that *Ctenopteris* not only closely agrees externally but is also really nearly related to *Ptilozamites*. — Finally, I will once more point out that it is not easy to give a definite place in the system to either one or the other genus for the present. It is, however, most likely that both belong to the Cycadophytes or to an extinct plant-group closely related to these.

As this paper only has reference to the Swedish species of *Ptilozamites*, I cannot speak of its extent, i. e. whether and, under such circumstances, which fossils

described under other names really belong to it. One or two forms I will, however, mention.

The fossils from the Indian Gondwanas described by OLDHAM as *Ptilophyllum* (*Palaeozamia*) *bengalense* (1863, p. 27; pl. 19, figs. 1, 1 a, 2, 2 a, 2 b, 6) and *Pt.* (*Pal.*) *bengalense* var. *obtusum* (1863, p. 28; pl. 19, figs. 3—5), and referred to *Ptilozamites* by NATHORST (1878 a, p. 22) belong to *Otozamites* according to FEISTMANTEL (1877, p. 10). — *Cardiopteris Zuberi* SZAJN. (SZAJNOCHA 1888, p. 15; pl. 2, fig. 1), from the Rhaetic of Argentina, NATHORST (1889, p. 202) shortly afterwards placed under *Ptilozamites*. Judging, however, from SZAJNOCHA's drawing it is also possible to conceive that the frond was bipinnate, and accordingly belonged to *Ctenopteris*. Later on, KURTZ (1896, p. 448), no doubt wrongly, wrote in favour of this form being a *Thinnfeldia lancifolia* (MORR.) [= *Dicroidium lancifolium* (MORR.) GOTH.] — Some fragments described by NATHORST (1897, p. 25; pl. 1, figs. 20, 21) from the Jurassic of Spitzbergen probably represent a species closely related to *Ptilozamites Nilssoni* NATH.

Species of *Ptilozamites* have been found in several localities in Scania, and are very characteristic plants of the Rhaetic deposits there. Further, the genus, as far as I know, is represented in the Rhaetic deposits at Seinstedt, Germany, in the Rhaetic of Argentina, and in the Jurassic of Spitzbergen.

According to the delimitation of different species given in this paper *Ptilozamites* is represented in Sweden by *Pt. Nilssoni* NATH., *Pt. fallax* NATH., *Pt. Heeri* NATH., *Pt. Carlssoni* NATH., and *Pt. Blasii* (BRAUNS) NATH.

## **Ptilozamites Nilssoni** NATH.

Pl. 1, figs. 1—7; pl. 2, figs. 8, 9; pl. 3, figs. 4—9.

- Ptilozamites Nilssoni*, NATHORST 1878 a, pp. 7, 23; pl. 3, figs. 1—5, 8.
- "    *Nilssoni* var. *longior*, NATHORST 1878 a, p. 23; pl. 3, figs. 6, 7.
- Ctenopteris?* *falcata*, NATHORST 1878, pp. 11, 52; pl. 7, figs. 7—9.
- Ptilozamites falcatus*, NATHORST 1878, p. 11.
- "    *Nilssoni*, NATHORST 1879, p. 64.
- "    *falcatus*, NATHORST 1879, p. 63; pl. 11, fig. 14; pl. 12, fig. 9.
- "    *Nilssoni*, NATHORST 1880, pp. 64—66.
- "    (*Ctenopteris*) *Nilssoni*, NATHORST 1880, p. 83.
- "    *falcatus*, NATHORST 1880, p. 66.
- "    *Nilssoni*, NATHORST 1886, p. 123; pl. 12, fig. 9.
- "    *falcatus*, NATHORST 1886, p. 123.

Frond pinnate, comparatively long and narrow. Size varying considerably. Rachis bifurcating, bearing pinnae both below and above the point of bifurcation. Pinnae close to imbricate, pointing straight outwards or somewhat upwards; long and falcate, almost linear; short and broad, rounded; or short and narrow, cuneate; attached by the whole of the base; distal margin straight or somewhat concave,

proximal one convex; apex rounded or acute. Venation generally rather distinct, consisting of several forked, radiating or parallel veins, which come direct from the rachis. Consistence firm.

The cuticle (pl. 3, figs. 7—9) has been examined in several specimens, and on the whole presents the same structure, though the thickness, the number of the stomata, and the degree of the differentiation above the veins are subject to a certain variation. It is thick and firm, and composed of irregularly to isodiametrically polygonal cells. The tissue of the upper epidermis is uniform, and generally lacks stomata altogether. The lower cuticle is somewhat thinner, and has more or less distinct strips of oblong cells indicating the course of the veins. Between the latter there are numerous stomata (pl. 3, fig. 9) of the structure (pl. 1, fig. 7) stated above (p. 4). Sometimes the epidermis has rounded holes (pl. 3, fig. 7), the appearance and the occurrence of which I have already described (p. 4).

When NATHORST instituted this species, there were only a few specimens at his disposal, and for this reason he gave it a somewhat narrow delimitation. It was principally characterized by falcate, obtuse and imbricate pinnae and by dense, distinct, forked, radiating veins. At the same time he instituted a var. *longior*, which, however, I have withdrawn, because the use of varieties does not appear appropriate in the case of fossil plants.

The following year NATHORST (1879, p. 63) described a new species, *Ptilozamites falcatus*, which in his opinion at that time was distinguished from *Pt. Nilssoni* by sparser, less radiating veins and by the pinnae not being imbricate. Later on, however (1886, p. 123), he observed that *Pt. Nilssoni* has not always imbricate pinnae. Herewith the last supposed difference disappeared.

Some fragments originally described as *Ctenopteris? falcata* NATH. (1878, p. 62) Prof. NATHORST soon after (1880, p. 66) placed under *Ptilozamites falcatus*.

When NATHORST described the fossils in question, there stood out certain types of frond which could possibly be regarded as different species, though not so well distinguished; but as the collection has increased, the gaps have been filled. At present the series is so complete that I have felt obliged to include in *Pt. Nilssoni* not only *Pt. falcatus* (incl. *Ctenopteris? falcata*) — although probably not the indeterminate pl. 10, fig. 1, NATHORST 1878 — but also a great number of considerably varying fronds which have not previously been described. Some types can, it is true, be distinguished, but these always merge into each other, and therefore, if one tries to characterize them, it always proves impossible to do so. — I have already spoken of the differences between *Pt. Nilssoni* and *Pt. falcatus* according to NATHORST. Though the original specimens present a certain difference, yet this is of but little importance. As is well known, the venation is always subject to a certain variation, and otherwise its varying distinctness in the present specimens seems to a great extent due to the mode of preservation.

As has just been mentioned, the veins are sometimes very strong, and sometimes rather indistinct; but as a rule they are something between these two extremes (pl. 1, figs.

2, 4, 5; pl. 3, fig. 6). Nor do they always radiate, but they are by no means rarely parallel. Finally, they are sometimes dense, and sometimes sparse.

The segments are generally rather short and broad with a rounded apex, but they may vary somewhat in appearance. In some fronds (pl. 2, fig. 8) they are falcate, pointing upwards, and narrowing towards the apex. These pinnae differ more than any others from the typical ones, but the transition to them is fully complete, no link being missing.

NATHORST (1878 a, p. 23) tried to fix certain limits regarding size, and thus instituted a variety *longior*. It is not easy, however, to fix such limits, for this type of frond is found in quite small fronds (pl. 1, fig. 3) as well as in comparatively large ones (pl. 3, fig. 4), and between these extremes there are all sizes. These differences may often depend on the age of the specimens, but perhaps not always. I have examined the cuticle in fronds of all sizes, but I have never found that the small fronds have a thinner cuticle than the large ones, as might be expected if they were very young. Several explanations are possible. The fronds here grouped together possibly belonged to different botanical species; they may have had a different position on the stem; and, finally, all specimens of one and the same species do not attain the same size.

Taken in this sense, the species is well delimited against others of the same genus. The only one which can be compared to it is *Ptilozamites fallax* NATH., to which some forms with long pinnae show a not inconsiderable resemblance. Regarding the difference between these two species reference may be made to the treatment of *Pt. fallax* (p. 11).

From species of other genera *Pt. Nilssoni* is well distinguished by the bifurcation of the rachis, combined with the shape and the venation of the pinnae.

*Pt. Nilssoni* is represented by a large and fine collection from different localities in Scania. It was first described from the lower seam at Höganäs, where it occurs principally in the ferruginous claystone, but also, though more rarely, in the black slate. The greater part of the collection was found in the plant-bearing layer  $\alpha$  at Bjuf, and a smaller number of specimens are from Bjuf 1, 3, 4, and the lower seams at Skromberga and Hyllinge. All the deposits in which *Pt. Nilssoni* occurs belong to the Rhaetic. (Bjuf  $\alpha$ , zone with *Dictyophyllum exile*. Höganäs, Skromberga, and Hyllinge the lower seams, and Bjuf 1—3, zone with *Camptopteris spiralis*. Bjuf 4, zone with *Lepidopteris Ottonis*.)

## **Ptilozamites fallax** NATH.

Pl. 1, fig. 8; pl. 2, figs. 6, 7.

- Ptilozamites fallax*, NATHORST 1878 a, pp. 7, 24; pl. 3, fig. 18.  
 »       »       NATHORST 1878, p. 11.  
 »       »       NATHORST 1879, p. 59; pl. 7 fig. 10.  
 »       »       NATHORST 1880, p. 66.  
 »       »       NATHORST 1886, p. 122.

Fronde pinnate, comparatively broad; length up to 30 cm. Rachis stout, bifurcating, bearing pinnae both below and above the point of bifurcation. Pinnae close, pointing slightly upwards, long and usually falcate; first linear then rapidly narrowing; or tapering from the very base and obliquely triangular; distal margin concave or sometimes straight, running out into an acute or blunt apex; proximal margin rounded at least in the upper part of the pinnae. Venation, when distinguishable, consisting of a number of fine, forked, parallel veins coming direct from the rachis. Consistence not very thick.

The cuticle is generally comparatively thin. It is of the same thickness on both sides or somewhat thicker on the upper one. The cells are irregularly polygonal. The cuticle of the upper side is uniform and devoid of stomata. On the lower epidermis sometimes there are, and sometimes there are not, strips of oblong cells corresponding to the course of the veins, and between these or over the whole surface are found a greater or less number of stomata (pl. 2, fig. 7; see p. 4). The general rule is: the thinner the cuticle, the smaller the number of the stomata. Holes occur in the cuticle in some instances (see p. 4).

Since NATHORST instituted *Pt. fallax*, the collection of fronds representing this species has considerably increased. Some specimens (pl. 1, fig. 8; pl. 2, fig. 6) are very beautiful and fairly complete, and give a good idea of the appearance of the frond. As is the case with *Ptilozamites Nilssoni* this species has a forked rachis. The most characteristic features are the breadth of the frond, the shape of the pinnae, the indistinctness of the venation, and the relative thinness of the cuticle. The variation presented by different specimens is not very great. It consists principally in a somewhat different shape of the pinnae, these being falcate in some instances, and in others possessing straight, distal margins; in some cases they taper from the very base, and in others only near the apex. Towards the lower part of the frond the pinnae grow shorter and broader, and often assume an almost triangular shape.

*Pt. fallax* is rather closely related to *Ptilozamites Nilssoni*. The two species are, however, at the same time well distinguished, the forms which can be compared being on one side — *Pt. Nilssoni* — the extremely large ones, on the other side the comparatively small ones, whereas the typical representatives show less resemblance. Those specimens which agree in habit can also be distinguished, *Pt. fallax* having less distinct veins and being of somewhat thinner consistence.

*Pt. fallax* is only known from the Rhaetic deposits of Scania, where it is pretty common in the plant-bearing layer 4 at Bjuf. Less frequently it occurs in strata 3 and  $\alpha$  in the same locality. One fragment comes from Bjuf 2. Finally, specimens were found at Billesholm and one fragment in the lower seam at Höganäs. (Bjuf  $\alpha$ , zone with *Dictyophyllum exile*. Höganäs the lower seam, and Bjuf 1—3, zone with *Camptopteris spiralis*. Bjuf 4, zone with *Lepidopteris Ottonis*.)

## Ptilozamites Heeri NATH.

Pl. 2, fig. 2; pl. 3, figs. 1—3, 12.

*Pterophyllum acuminatum* (non auct.), NATHORST 1876 a, p. 33.

*Ptilozamites Heeri*, NATHORST 1878, p. 11.

» *triangularis*, NATHORST 1878, p. 11.

» *linearis*, NATHORST 1878, p. 11.

» *Heeri*, NATHORST 1878 a, pp. 7, 24; pl. 3, fig. 9.

» NATHORST 1879, p. 60; pl. 12, figs. 1, 1 a—1 c, 7.

» *triangularis*, NATHORST 1879, p. 62; pl. 12, figs. 2, 3.

» *linearis*, NATHORST 1879, p. 63; pl. 13, fig. 3.

» *acuminatus*, NATHORST, 1879, p. 62; pl. 12, figs. 4?, 5.

» *acutangulus*, NATHORST, 1879, p. 63; pl. 18, fig. 2?.

» *Heeri*, NATHORST 1880, p. 66.

» NATHORST 1886, p. 122; pl. 12, fig. 5.

» forma *laticor*, NATHORST 1886, p. 122; pl. 12, figs. 2, 3.

» forma *angustior*, NATHORST 1886, p. 122; pl. 13, fig. 3.

» *acuminatus*, NATHORST 1886, p. 122.

» *Heeri*, SEWARD 1910, p. 546; fig. 361.

Fronde pinnate, very long and narrow, linear. Size very varying. Rachis very broad, undivided; its lower part bare. Pinnae close, but not imbricate, to somewhat distant, short and broad; generally rhombic, but at other times almost triangular; apex blunt or rounded. Lowest pinnae very short and broad, rounded, often crescent-shaped. Venation more or less distinct, or at times quite invisible, consisting of a number of parallel or slightly radiating, forked veins. Consistence thick and firm.

I have examined the cuticle in several specimens. There is no difference in its structure above the veins. The cells are irregular or almost isodiametrical. The upper cuticle is either considerably thicker than the lower one, or the difference in thickness between them is insignificant. In the former case the upper epidermis lacks, in the latter case possesses stomata, which are, however, rare. On the lower side the stomata are also rather few in number. They are equally distributed over the whole lamina.

*Pt. Heeri* is represented by several beautiful specimens, some of which are preserved in such a state that it has been possible to detach them from the rock (pl. 3, figs. 2, 12). The largest complete frond reaches a length of 53 cm. and a breadth of 2.1 cm. (NATHORST 1878, pl. 2, fig. 1). Adjacent pinnae do not quite agree in shape and size. Above all, they vary in breadth. As a rule, the segments are rhomboidal, but at times they are almost triangular. The distal margin is straight, and runs out into a blunt or rounded apex. The proximal margin is generally at first parallel with the distal one, then bent in an all but right angle, or rounded from the very base.

The fronds here referred to *Pt. Heeri* were originally described by NATHORST as different species, and here exactly the same fact presents itself as in the case of *Ptilozamites Nilssoni*. According as the collection has become more complete, it has proved that various limits were drawn too narrow and that in some cases what were considered different forms were identical.

Already in 1880 NATHORST (p. 66) suggests that *Ptilozamites triangularis* NATH. (NATHORST 1879, p. 62) and *Ptilozamites linearis* NATH. (NATHORST 1879, p. 63) are identical with *Pt. Heeri*, and at the same time points out the possibility of *Ptilozamites acuminatus* NATH. (NATHORST 1879, p. 62) and *Ptilozamites acutangulus* NATH. (NATHORST 1879, p. 63) also being so. Later on he (1886, p. 122) separates *Ptilozamites triangularis* as a forma *laticor* and *Ptilozamites linearis* as a forma *angustior*, and places the fragmentary '*Ptilozamites acuminatus?*' pl. 12, fig. 5, NATHORST 1879, under *Pt. Heeri*. Here he (1886, p. 123) also unites *Ptilozamites acuminatus* and *Ptilozamites acutangulus*, and points out the possibility of this species only constituting a variety of *Pt. Heeri*. Finally, he has made some unimportant alterations in the explanations of the plates (1886).

Of the specimens originally described as *Ptilozamites acuminatus* and *Ptilozamites acutangulus*, there thus remain only pl. 12, fig. 4 and pl. 18, fig. 2, NATHORST 1879. They do not, it is true, agree in every way with the typical specimens of *Pt. Heeri*, their pinnae having an obliquely triangular shape, short and broad at the base; but on the other hand there is no reason to look upon them as separate species, both because they are too fragmentary to be regarded as such, and because transitional types are not missing.

As already mentioned, NATHORST (1886, p. 122) instituted a forma *laticor* and a forma *angustior*. I have withdrawn these, among other things because the fronds as regards size form a complete series. Whether the small specimens are to be regarded as young ones or not, can be decided here as little as in the case of *Ptilozamites Nilssoni*; and the same possibilities of explanation are available. I have already stated the size of a frond to be  $53 \times 2.1$  cm., but, presuming the same proportion between length and breadth, this seems to have been considerably exceeded, as there is one fragment which measures 2.8 cm. in breadth.

NATHORST (1879, p. 60) drew attention to the fact that the pinnae of opposite sides are of a different length. Later finds show the same peculiarity (pl. 2, fig. 2; pl. 3, figs. 3, 12), so it seems to be characteristic of the species. It is therefore not quite inconceivable that the stalk was forked. Generally, fronds also have segments below the point of bifurcation, but, as is well known, there are examples to the contrary. It may, however, be more likely that the specimens constitute entire fronds and that the asymmetry is due to the position of the fronds in relation to each other. If, for instance, they were placed in a very dense spiral, so that each frond partially covered or shaded the next one, the result might have been that they acquired this shape.

*Pt. Heeri* constitutes a type of frond which is remarkable from several points of view. The enormous length and the narrow shape are striking, and give it a characteristic aspect. Fragments often show a considerable resemblance to *Anomozamites*; but *Pt. Heeri* is on the whole well delimited against species of other genera. Within the genus it is very closely related to *Ptilozamites Carlssoni* NATH. As for the differences between the two species, see *Ptilozamites Carlssoni* (p. 14). *Pt. Heeri*

also presents a considerable resemblance to *Ptilozamites Zuberi* (SZAJN.) NATH. (SZAJNOCHA 1888, p. 15; pl. 2, fig. 1; NATHORST 1889, p. 204) from Argentina.

*Pt. Heeri* is only known from the Rhaetic of Scania. The greater part of the fine collection comes from the plant-bearing layer 3 at Bjuf. In solitary specimens *Pt. Heeri* occurs in strata 1, 2, and 4 in the same locality. One fragment (in the Geol. Museum at Lund) was found in the lower seam at Höganäs. (Bjuf 1—3, and the lower seam at Höganäs, zone with *Camptopteris spiralis*. Bjuf 4, zone with *Lepidopteris Ottonis*.)

### **Ptilozamites Carlssoni** NATH.

Pl. 2, figs. 4, 5; pl. 3, fig. 11.

*Ptilozamites Carlssoni*, NATHORST 1878, p. 11.

» *Oldhami*, NATHORST 1878, p. 11.

» *Carlssoni*, NATHORST 1879, p. 61; pl. 11, figs. 12, 13, 13 a; pl. 12, fig. 8; pl. 13, fig. 18.

» » NATHORST 1880, p. 66.

» » NATHORST 1886, p. 122.

Fronde pinnate, comparatively long and narrow, reaching a breadth of 11 mm. Rachis broad, undivided. Pinnae imbricate, short and broad, rhomboidal, attached by the whole of the base; distal margin straight or somewhat concave; proximal margin at first parallel with the distal one, then bent in a sharp angle, or at times rounded from the very base. Apex blunt to rounded. Veins not very numerous, coming direct from the rachis, parallel, simple or forked. Consistence firm.

The cuticle is on the upper side (pl. 3, fig. 11) uniform, very thick, and composed of isodiametrical cells, which at times have papillae. There are stomata, but they are rather rare. The lower cuticle is considerably thinner, and has more numerous stomata than the upper one. Often it is further somewhat differentiated, the stomata only occurring between the veins. The rachis is composed of rectangular cells. As in other species of this genus some segments have holes (pl. 3, fig. 11) such as I have described on page 4.

The most characteristic feature of *Pt. Carlssoni* is the imbricate position of the pinnae (pl. 2, figs. 4, 5). These are short and broad, rhombic or almost square, and are attached by the whole of the base. The veins are rather few, parallel, simple or forked, and as a rule not very distinct.

*Pt. Carlssonii* is very closely related to *Ptilozamites Heeri*. The only real difference is that the pinnae are not attached in the same way, being imbricate in *Pt. Carlssoni*. The latter only comprises small fronds, and as a rule is considerably smaller than *Pt. Heeri*. This being, however, also represented by small specimens, there is no real difference regarding this point. As at times there may be some difficulty in deciding whether the pinnae are imbricate or not, one could possibly unite the two species. It may, however, be as well to keep them separate, at least for the present, for the typical specimens are well distinguished from each other,

and, although connecting links are not altogether missing, they do not form a complete series. From other forms *Pt. Carlssoni* is well distinguished.

In a list of plants at Bjuf NATHORST (1878, p. 11) names a species *Ptilozamites Oldhami* NATH. (nomen nudum). The specimens referred to are, however, as NATHORST (1879, p. 61) immediately after pointed out, identical with *Pt. Carlssoni*.

*Pt. Carlssoni* is known from the Rhaetic plant-bearing deposits of Scania. It occurs in layers 3 and 4 at Bjuf, but is rather rare. (Bjuf 3, zone with *Camptopteris spiralis*. Bjuf 4, zone with *Lepidopteris Ottonis*.)

## **Ptilozamites Blasii** (BRAUNS) NATH.

Pl. 1, figs. 9, 10; pl. 2, fig. 1; pl. 3, fig. 10.

*Nilssonia Blasii*, BRAUNS 1862, p. 56; pl. 14, figs. 1 a—1 c.

»           »           BRAUNS 1866, p. 245.

*Pterophyllum Blasii*, SCHENK 1867, p. 168; pl. 40, fig. 1.

*Pterozamites Blasii*, SCHIMPER 1870, p. 142.

*Otozamites?* *Blasii*, NATHORST 1876 a, pp. 35, 40.

*Ptilozamites Blasii*, NATHORST 1878, p. 11.

*Sphenozamites?* *Braunsi*, NATHORST 1878, p. 11.

*Ptilozamites Blasii*, NATHORST 1879, p. 64; pl. 13, figs. 4—7.

*Ptilozamites* sp., NATHORST 1879, p. 65; pl. 13, fig. 8.

*Pterophyllum?* *Oldhami*, NATHORST 1879, p. 71; pl. 13, fig. 15.

*Ptilozamites Blasii*, NATHORST 1886, p. 123; pl. 13, figs. 8, 15.

Fronde pinnate, comparatively large, long, broadly lanceolate to almost linear. Rachis stout, undivided. Pinnae close, pointing somewhat upwards; large, one and a half times to twice as long as broad, rhomboidal, or almost square with rounded corners, or more or less rounded; attached by the whole of the base; distal margin almost straight or ~-shaped; proximal margin first parallel with the distal one, then bent in a sharp angle. Veins numerous, coming direct from the rachis, distinct, repeatedly forked, more or less radiating. Consistence moderately thick.

The cuticle is not very thick. It is on the whole similar on both sides, there being only a slight difference in the lower epidermis having somewhat oblong cells above the veins. The cells are irregularly polygonal, and have at times somewhat undulated walls. On the upper side of the frond they now and then have papillae. Stomata are either quite lacking or very few (see p. 4). At times there are holes in the cuticle (see p. 4).

BRAUNS (1862, pl. 14, fig. 1 a) founded this species on a large, beautiful frond from Seinstedt. The specimen in question is more than 20 cm. long, and has a breadth of 7.7 cm., but in a complete condition it probably measured double this length. The largest segment of the frond measures 4 × 2.3 cm., but as there are separate segments which reach a size of 5.5 × 3.5 cm., there can be no doubt that the species could become considerably larger. The lowest and the highest pinnae (pl. 1, fig. 10) are rounded and comparatively short; the others (pl. 1, fig. 9; pl. 2,

fig. 1) are rhomboidal. The veins are, as a rule, very distinct, dense, repeatedly bifurcating and generally radiating but at times almost parallel (pl. 1, fig. 10). NATHORST (1876 a, p. 35 and 1879, p. 64) remarks that SCHENK's statement that the veins are parallel cannot be correct; but there seems to be no reason why it should not be so.

All the specimens from Scania are very fragmentary, but several are so typical that there can be no doubt as to their identity with BRAUNS's *Nilssonia Blasii*.

NATHORST originally described the very insignificant fragments which were at his disposal under different names. In the critical addendum to his works on the fossil flora at Bjuf (1886, p. 123) he later on made the necessary alterations. At the same time he also pointed out the possibility of the fragment described as *Ptilozamites* sp. p. 60, pl. 15, fig. 16, NATHORST 1879, belonging to the present species. It is, however, probably better to regard the specimen in question as indeterminable. As for other fragments, SCHENK (1867, p. 170) united that which BRAUNS (1862, pl. 13, fig. 6) had described as *Odontopteris laevis* with *Pt. Blasii*; but it is, I think, doubtful if it belongs to this species.

Though *Pt. Blasii* presents a striking resemblance to some *Anomozamites*-species, it is still more closely related to *Ptilozamites*, in which genus it certainly has its proper place.

Owing to the considerable size of the segments, *Pt. Blasii* is well distinguished from other species of the same genus. The analogy with *Pt. Heeri*, however, is rather striking, and further the species presents a considerable resemblance to *Ptilozamites Zuberi* (SZAJN.) NATH.

ZEILLER (1903, p. 55) compares his *Ctenopteris Sarrani* to *Pt. Blasii*, with which it shares the considerable size, the venation as well as, on a large scale, the shape of the pinnae. *Ctenopteris Sarrani*, however, is bipinnate, whereas *Pt. Blasii* is pinnate. But ZEILLER considers it not impossible that the two species agree also in this respect, for a specimen figured by BRAUNS (1862, pl. 14, fig. 1 a = SCHENK 1867, pl. 40, fig. 1) is somewhat asymmetrical, and this fact, he thinks, indicates that the specimen in question may have constituted a pinna of a bipinnate frond. This is a matter regarding which no definite opinion can be formed, but it is perhaps more likely, or at least as likely as not, that the specimen represents the lower part of the whole frond and that the asymmetry should be ascribed to the position of the fronds in relation to each other.

*Pt. Blasii* is known from the Rhaetic at Seinstedt in Germany and from the corresponding deposits at Bjuf in Scania, where it occurs in the plant-bearing strata  $\alpha$ , and 2—4. (Bjuf  $\alpha$ , zone with *Dictyophyllum exile*. Bjuf 1—3, zone with *Camptopteris spiralis*. Bjuf 4, zone with *Lepidopteris Ottonis*.)

Pl. 2, fig. 3 shows a pinna which in all probability belongs to *Ptilozamites*. It bears some resemblance to the indeterminable fragment figured by NATHORST (1878 a, p. 25; pl. 3, fig. 10) from Höganäs as *Ptilozamites? latior*.

Finally, there is one indeterminable fragment of *Ptilozamites* which I have not mentioned above, viz., *Ptilozamites* sp. NATHORST 1879, p. 65; pl. 13, fig. 9. It is from layer 3 at Bjuf.

## Bibliography.

- ANTEVS, E. 1914. Die Gattungen *Thinnfeldia* Ett. und *Dicroidium* Goth. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 51. No. 6.
- . 1914 a. *Lepidopteris Ottonis* (GÖPP.) SCHIMP. and *Antholithus Zeilleri* NATH. Ibidem. Bd. 51. No. 7.
- BRAUNS, D. 1862. Der Sandstein bei Seinstedt unweit des Fallsteins und die in ihm vorkommenden Pflanzenreste. *Palaeontographica*. Bd. 9, pp. 47—62.
- . 1866. Der Sandstein bei Seinstedt unweit des Fallsteins und die in ihm vorkommenden Pflanzenreste, nebst Bemerkungen über die Sandsteine gleichen Niveaus anderer Örtlichkeiten Norddeutschlands. (Ein Nachtrag zu *Palaeontographica* Bd. 9, p. 47 ff.) Ibidem. Bd. 13, pp. 237—246.
- COULTER, J. M., & C. J. CHAMBERLAIN. 1910. *Morphology of Gymnosperms*. Chicago.
- ERDMANN, E. 1910. Explanation of the Geological Map of Skåne (Scania). 11th International Geol. Congress, Stockholm. Guide No. 37.
- FEISTMANTEL, O. 1877. Über die indischen Gattungen *Ptilophyllum* Morr. und *Dictyozamites* Oldh. *Palaeontolog. Beiträge*. Cassel.
- HOLM, T. 1896. Remarks upon *Palaeohillia*, a Proplematic Fossil Plant. *Bot. Gaz.* Vol. 21, p. 207.
- KNOWLTON, F. H. 1895. Description of a New Problematical Plant from the Lower Cretaceous of Arkansas. *Bull. Torrey Bot. Club.* Vol. 22, p. 387.
- KURTZ, F. 1896. Recent Discoveries of Fossil Plants in Argentina. *Geol. Mag.* Dec. 4. Vol. 3. No. 388, p. 446.
- NATHORST, A. G. 1876. Bidrag till Sveriges fossila flora. Växter från rätiska formationen vid Päljsjö i Skåne. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 14. No. 3. (German edition: Stuttgart 1878.)
- . 1876 a. Anmärkningar om den fossila floran vid Bjuf i Skåne. Öfv. K. Svenska Vet. Akad. Förhandl. No. 1.
- . 1878—86. Om floran i Skånes kolförande bildningar. *Floran vid Bjuf. Sveriges Geol. Unders. Ser. C.* No. 27, 1878; No. 33, 1879; No. 85, 1886.
- . 1878 a. Bidrag till Sveriges fossila flora. *Floran vid Höganäs och Helsingborg.* K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 16. No. 7.
- . 1879. See 1878—86.
- . 1880. Berättelse om en resa till England. Öfv. K. Svenska Vet. Akad. Förhandl. No. 5.
- . 1886. See 1878—86.
- . 1889. Über das Vorkommen der Gattung *Ptilozamites* in den rhätischen Ablagerungen Argentinien. *Neu. Jahrb. f. Mineralogie etc.* Bd. 1, p. 202.
- . 1897. Zur mesozoischen Flora Spitzbergens. *Zur fossilen Flora der Polarländer.* I: 2.
- . 1910. Les dépôts mésozoïques précrétacés de la Scanie. *Geol. Fören. i Stockholm Förhandl.* Bd. 32. Häft. 3. — 11th International Geol. Congress, Stockholm. Guide No. 38.
- OLDHAM, T., & J. MORRIS. 1863. *Fossil Flora of the Rajmahal Series in the Rajmahal Hills.* *Palaeontologia Indica. Fossil Flora of the Gondwana System.* Vol. 1. Part 1.
- RACIBORSKI, M. 1894. *Flora Kopalna.*
- SCHENK, A. 1867. *Die fossile Flora der Grenzsichten des Keupers und Lias Frankens.*
- SCHIMPER, W. P. 1869. *Traité de paléontologie végétale.* Tome 1.
- . 1870—1872. *Idem.* Tome 2.
- . 1874. *Idem.* Tome 3.
- SEWARD, A. C. 1900. *The Jurassic Flora. Part I. The Yorkshire Coast.* *Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology, British Museum (Natural History).*
- . 1904. *The Jurassic Flora. Part 2. Liassic and Oolitic Floras.* Ibidem.
- . 1910. *Fossil Plants.* Vol. 2.
- SMITH, J. 1875. *Historia Filicum.* London.

- SZAJNOCHA, L. 1888. Über fossile Pflanzenreste aus Cacheuta in der argentinischen Republik. Sitzber. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. Bd. 98. Abt. 1.  
 THOMAS, H. H., & N. BANCROFT. 1913. On the Cuticles of some Recent and Fossil Cycadean Fronds. Transact. Linn. Soc. of London. 2nd Ser. Bot. Vol. 8. Part 5.  
 ZEILLER, R. 1900. Élément de paléobotanique.  
 ——. 1903. Flore fossile des gites de charbon du Tonkin.

## Explanation of Plates.

(All figures are in natural size, if not otherwise stated.)

### Plate 1.

- Figs. 1—7. *Ptilozamites Nilssoni* NATH.  
 Fig. 5. Upper portion of fig. 4, magnified,  $\frac{2}{1}$ .  
 » 7. Portion of epidermis with a stoma,  $\frac{450}{1}$ .  
 » 8. *Ptilozamites fallax* NATH.  
 Figs. 9, 10. *Ptilozamites Blasii* (BRAUNS) NATH.

### Plate 2.

- Fig. 1. *Ptilozamites Blasii* (BRAUNS) NATH.  
 » 2. *Ptilozamites Heeri* NATH.  
 » 3. *Ptilozamites* sp.  
 Figs. 4, 5. *Ptilozamites Carlssoni* NATH.  
 » 6, 7. *Ptilozamites fallax* NATH.  
 Fig. 7. Portion of epidermis with a stoma,  $\frac{610}{1}$ .  
 Figs. 8, 9. *Ptilozamites Nilssoni* NATH.  
 Fig. 9. Portion of cuticle with a stoma seen from below,  $\frac{610}{1}$ .

### Plate 3.

- Figs. 1—3, 12. *Ptilozamites Heeri* NATH.  
 » 2, 12. Photographs of the cuticles.  
 » 4—9. *Ptilozamites Nilssoni* NATH.  
 Fig. 7. Portion of the lower cuticle with a hole,  $\frac{80}{1}$ .  
 » 8. The same with a vein,  $\frac{80}{1}$ .  
 » 9. Lower epidermis; showing the distribution of the stomata,  $\frac{22}{1}$ .  
 » 10. *Ptilozamites Blasii* (BRAUNS) NATH. Upper portion of a pinna; photo of the cuticle.  
 » 11. *Ptilozamites Carlssoni* NATH. Upper epidermis; regenerated cuticle at the site of a former hole,  $\frac{80}{1}$ .

Tryckt den 27 juni 1914.

Uppsala 1914. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

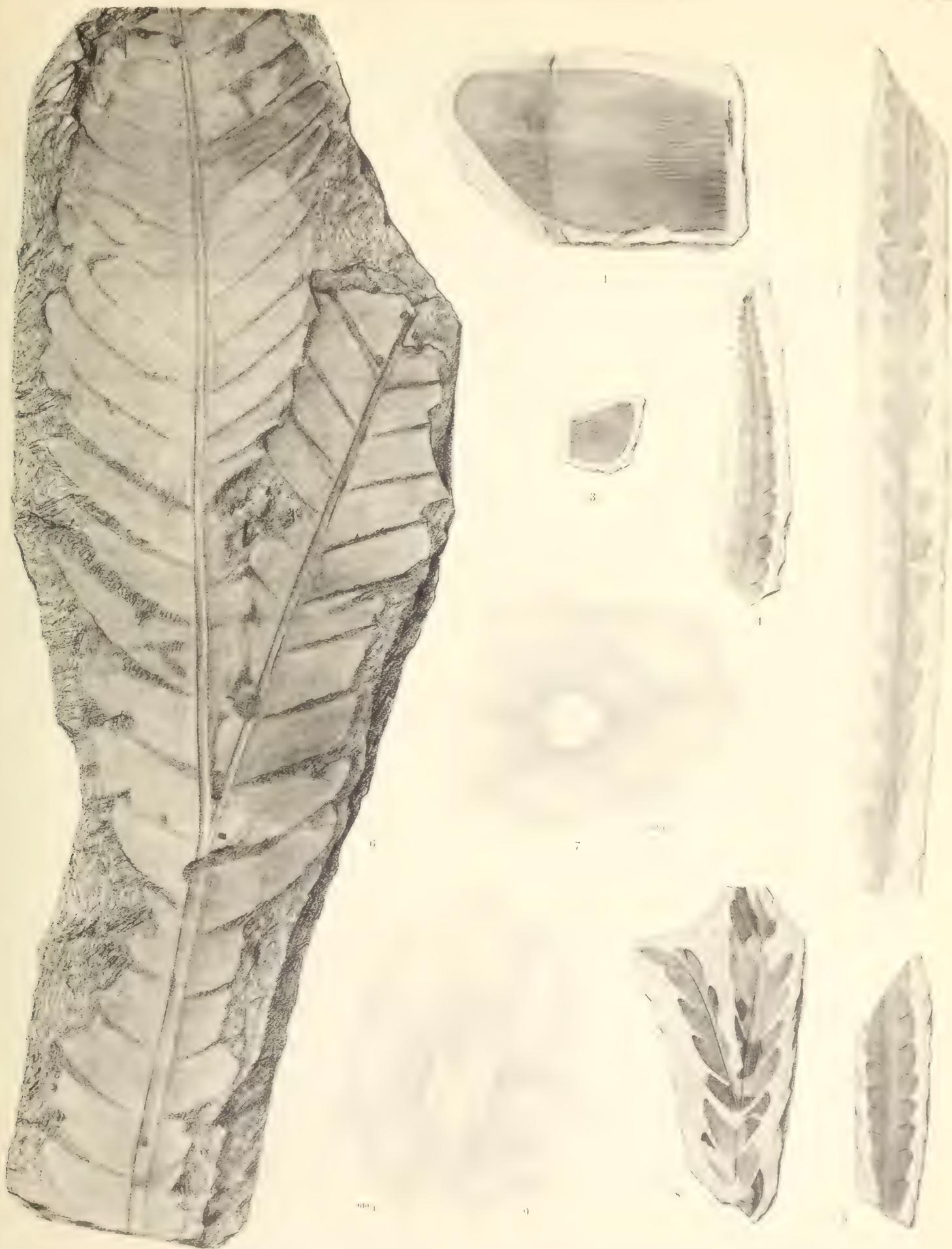




Th. Ekblom del.

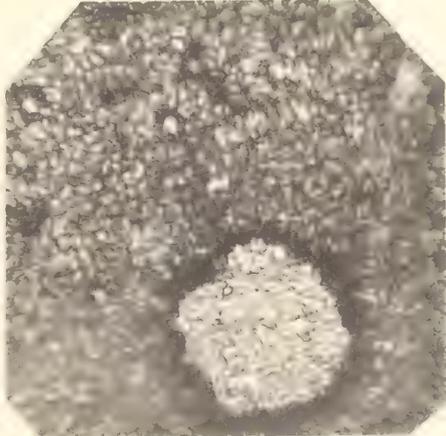
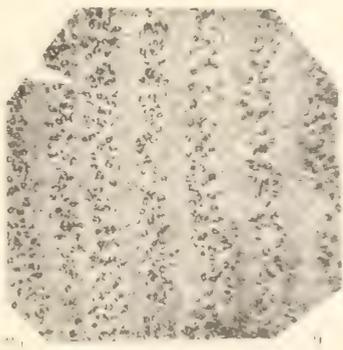
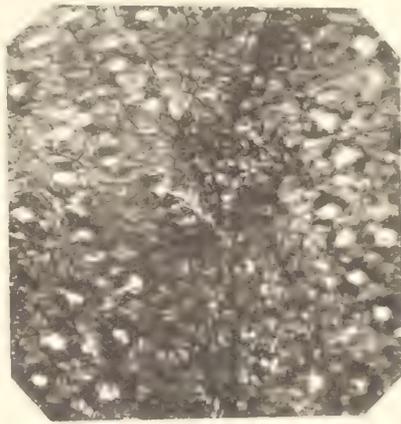
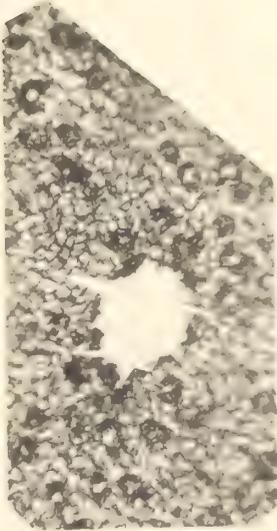
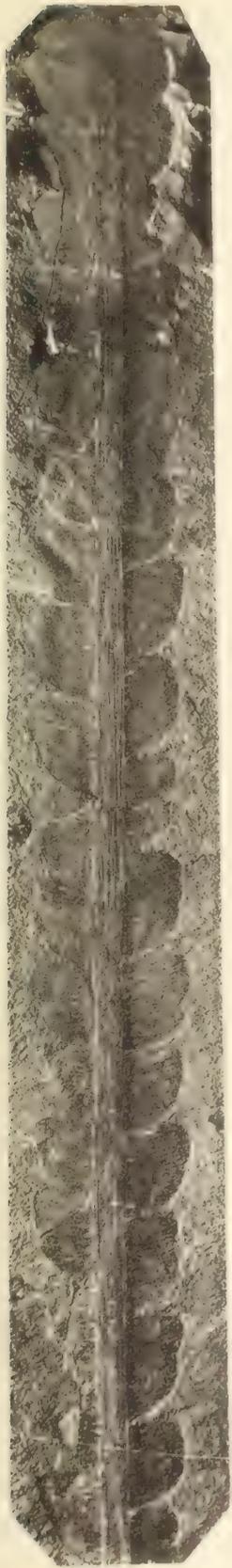
Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.





Th. Ekblom del.







KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. N:o 11.

NORTHERN  
AND  
ARCTIC INVERTEBRATES  
IN THE  
COLLECTION  
OF THE  
SWEDISH STATE MUSEUM  
(RIKSMUSEUM)

---

VII.

ALCYONACEA

BY

ARVID R. MOLANDER

WITH THREE PLATES AND FOURTEEN FIGURES IN THE TEXT

COMMUNICATED SEPTEMBER 9<sup>TH</sup> BY HJ. THÉEL AND CHR. AURIVILLIUS

---

STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1915



## Introduction.

In the following monograph I intend to give a systematic survey of Northern and Arctic Alcyonaceæ, particularly those which are represented in the collection of the Swedish State Museum in Stockholm. This paper will therefore belong to the series of monographs on Northern and Arctic Invertebrates in the Swedish State Museum, edited by Professor Dr. HJ. THÉEL. In conformity with the programme for this series, I have paid special attention to the geographical distribution of the material investigated, i. e. the situations and depths of the localities where the specimens were found.

For further details regarding the scientific expeditions by which these collections were brought home, see THÉEL, Sv. Vet. Ak. Handl. Bd 39.

I have taken the very exact investigation of KÜKENTHAL as the basis of the systematization of the group under consideration. The results obtained by this research, however, differ in certain respects from those of KÜKENTHAL. I have, like KÜKENTHAL, paid particular attention to the structure of the canal-system and of the spicules, as well as to the shape of the colonies, and also to the formation of a calyx. I am convinced that, by means of such a study, it is possible to construct a system for the group, but it is also necessary to investigate with exactness the degree to which these characteristics can be taken as distinctive features.

I have much pleasure in acknowledging my gratitude to Professor Dr. HJ. THÉEL, on whose initiative this investigation was commenced, for much help and encouragement. I am also indebted to Professor Dr. A. WIRÉN, of Upsala, for the kind interest he has taken in my work and for many valuable suggestions.

Several distinguished zoologists have kindly supplied me with valuable material for the investigation. My sincerest thanks are therefore due to M. Dr. RICHARD, Directeur L'institut oceanographique, Monaco, Herrn Professor Dr. BAUER, Direktor Kgl. Museum für Naturkunde of Berlin, Herr Professor Dr. H. JUNGERSEN, of Copenhagen, and Herr Konservator Dr. BJERKAN, of Bergen.

I also take this opportunity of thanking Mr. LILJEVALL for his skilful assistance with the illustrations.

## List of Northern and Arctic Alcyonaceae described in this paper.

**Fam. Cornulariidae.**

- Anthelia borealis* (DAN.).  
 » *fallax* BROCH.  
*Clavularia arctica* (SARS.)  
 » *stormi* DAN.

**Fam. Xeniiidae.**

- Xenia wandeli* JUNGERSEN.

**Fam. Alcyoniidae.**

- Anthomastus purpureus* (KOR. and DAN.).  
 » *agaricus* STUDER.  
*Alcyonium digitatum* LINNÉ.  
 » » var. *digitatum* n. var.  
 » » var. *norvegicum* (KOR. and DAN.).  
*Sympodium catenenatum* (FORBES).

**Fam. Nephthyidae.**

- Gersemia rubiformis* (EHRENBERG).  
 » *uvæformis* (MAY).  
 » *clavata* (DAN.).  
 » » *forma crassa* (DAN.).  
 » » var. *pellucida* (KÜKENTHAL).  
 » » » *truncata* n. var.  
 » *fruticosa* (SARS.) *forma typica*.  
 » » *forma arctica* (DAN.).  
 » » » *loricata* (MARENZ.).  
 » » » *membranea* n. form.

*Gersemia fruticosa* var. *pallida* n. var.

»       »       » *rigida* n. var.

»       *mirabilis* (DAN.).

*Eunephtya glomerata* VERRILL.

»       »       var. *islandica* (DAN.).

»       *flavescens* (DAN.).

»       »       var. *hyalina* (DAN.).

»       *groenlandica* n. sp.

»       *rosea* (KOR. and DAN.).

»       »       var. *umbellata* KÜKENTHAL.

»       *florida* (RATHKE).

»       *spitzbergensis* (DAN.).

## Structure of the colonies of Alcyonacea.

### Canal system.

According to v. KOCH (1887), STUDER (1887), and MAY (1899), the most, primitive family within Alcyonaceæ is the *Haimeidae* (WRIGTH) with the following diagnosis: Solitary polyps: stolons do not exist. KÜKENTHAL (1906) questions whether this family is to be considered as a fixed one. LACAZE DUTHIERS (1900) proves that *Alcyonacae* in the youthful stage, as solitary polyps, are often greater than the polyps, of *Haimea*-species, and he states that it has been by no means proved that the specimens which belong to this family have reached fully decisive development. In other respects the species belonging to *Haimeidae* are very rare and unsufficiently described and species once described have not been found again. BROCH (1912) has proved that *Haimea hyalina* (KOR. and DAN.) is identical with *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.) KÜKENTHAL (1906) supposes that the species of *Haimea* are not fully developed *Cornularids*, and I will suggest that, also within other families, stolons do not always exist (compare BROCH, LACAZE DUTHIERS!). As it seems to me, it is scarcely probable that *Haimeidae* should be considered as a fixed family. What is mentioned above will show my reason for not including the fam. *Haimeidae* (WRIGTH) in my systematical treatment of *Alcyonacea*.

The formation of colonies within *Alcyonacea* proceeds from a single polyp; from this, by means of budding, new polyps are subsequently produced, which, in larger or smaller numbers, constitute the colony. The simplest forms are to be found amongst the family of *Cornulariidae* DANA and especially in the genus *Cornularia* LAMARCK. In this genus, a few free polyps proceed from a narrow, creeping, horizontal tube, a *stolon* as it is called. This contains a simple cavity, which connects the basal parts of the polyps *directly* with each other. The walls of this simple stolon consist of thin ectodermal and endodermal layers of cells, between which there exists a mesenchymatic substance (= mesogloea) (Fig. 1). In the case of *Cornularia*, the stolons, as a rule, preserve a tubular form, but sometimes become creased or flattened. On continued development, as, for instance, in the case of certain species of *Clavularia*, the stolons take on a more tape-like form, and at the same time the mesogloea attains more marked development, and the primary cavity in the stolons is divided into a number of shorter endodermal canals and strings, or rows of cells (Fig. 2). The canals combine freely with each other by anastomosis of

cell-strings. The canals and the cell-strings connect the polyps indirectly. The canals generally run through the centre of the stolons, except at the base of the polyps, where they are situated externally on both sides and communicate with the coelenterons through the cell-strings (Fig. 3 and 4). This displacement is the cause of the dilatation of the stolons, often seen at the base of the polyps. When the polyps increase in number, the stolons and their protuberances coalesce into membranous structures, the arrangement of the horizontal canals remaining unchanged. A change may occur, in this case, as, owing to the crowding together of the polyps, the connection between them may occur directly above the lateral cell-strings (Fig. 4), and the polyps consequently become di-

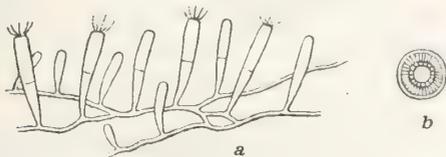


Fig. 1. a) Schematic figure of a *Cornularia*.  
b) Vertical section through the stolon of a  
*Cornularia* (after v. Koch, 1887).

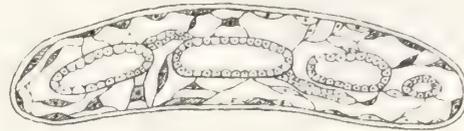


Fig. 2. Schematic figure of the canals within  
a stolon by *Clavularia* (after Hickson, 1894).

rectly connected. This *direct* connection is, however, *secondary*, and not of the same nature as the *primary* one in the case of *Cornularia*. Now there are also species of the *Clavularia* which have a marked membranous development of stolons and few polyps, and within these species the horizontal canals are well developed; they do not extend, however, direct from polyp to polyp, but, by means of an anastomosis, indirect connection between the polyps is maintained. These canals often appear as large, wide cavities.

At a more advanced stage of evolution the growth of the colony proceeds by means of an increase in the thickness of the membranous structure, while its horizontal dimensions tend to decrease. Simultaneously, the coenenchym increases, and a trunk part is begun, which, at first, has a low cushion-like form, as in *Xenia antarctica* KÜKENTHAL. The polyps are inbedded in the coenenchym, and are no longer free from each other. At first (as in the case of the family of *Xeniidae*) it is only the basal portions of the polyps which are surrounded by coenenchym, but as the colony continues its development, the greater become the parts that are surrounded by coenenchym, in addition to which the colony becomes higher and, by degrees, ramified.

This change in the external aspect of the colony corresponds to an internal change in the way in which the coelenterons of the polyps are connected. The stolons, which consist of numerous canals and cell-strings form a tissue, *solenia* (BOURNE), and this extends in the coenenchym between the walls of the coelenterons of the close-lying polyps. The direction of the canals thereby becomes changed; they no longer run in an exclusively horizontal direction; they advance along the coelenterons, even if not so very distinctively at first, and by means of an anastomosis are connected with each other and with the coelenterons — with the latter indirectly. The solenia

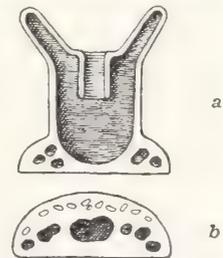


Fig. 3. Schematic figure of a *Clavularia*.  
a) Section through a polyp with stolon. b) Section through the stolon (after v. Koch, 1887).

steadily increases, the formation of new polyps, too, through budding, which occurs partly from the basal, horizontal canals — we call it *horizontal budding*<sup>1</sup> (Fig. 5) — partly near the sides of the coelenterons, i. e. from the canal or strings which run along the sides

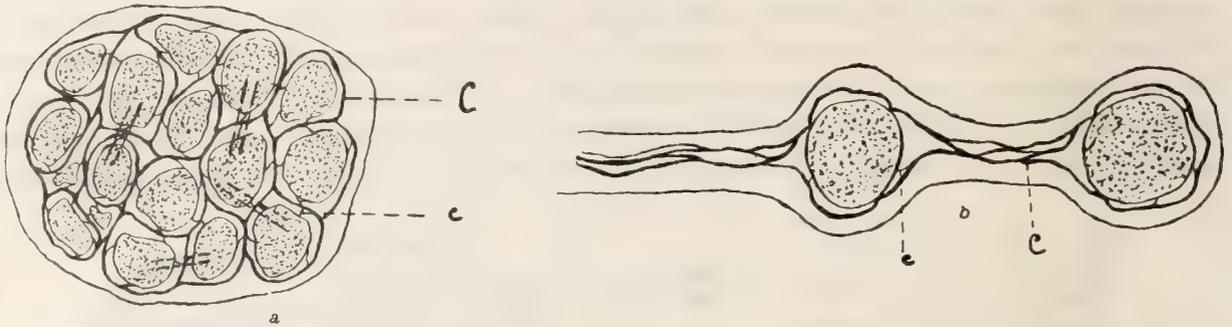


Fig. 4. Schematic figure of the canals within the stolons by *Clavularia*, section through the base of the polyps. a) the polyps placed close together b) the polyps scattered. C = great canals, c = lateral strings (cell strings). The broken lines show the places where the direct canals originate.

of polyps, which latter I call *vertical budding*. The vertical budding occurs at different heights (Fig. 6).

In numerous cases it is difficult to distinguish between the canals and the cell-strings. Transitions between them are numerous. The cell-strings mostly connect

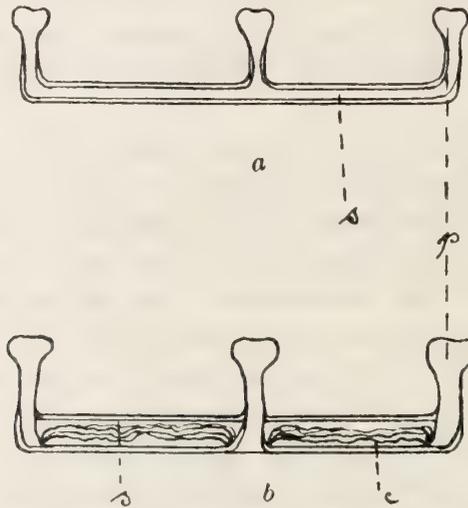


Fig. 5. Schematic figure of the canal system. a) within the *Cornularia*. b) within the *Clavularia* (vertical section). s = stolon, c = canals, p = polyp.

the canals with each other. They also connect the canals with the coelenterons of the polyps. Sometimes the solenia only consists of cell-strings. These are produced either by only one row of cells or by double rows of cells. The cell-strings also may occur as entirely connected plates, without any lumen (*Xenia wandeli*). When the mesogloea between the coelenterons is inconsiderably developed or the coenenchym between these is

<sup>1</sup> Budding in the case of *Cornulariidae* is exclusively horizontal.

vigorously provided with spicules, the cell-strings only occur.<sup>1</sup> The cell-strings occur in the most delicate tissues, for instance, in the septae and in the mesenterial filaments. The canals appear to be secondary formations, which have originated in the cell-strings.

The canals and the cell-strings convey the nutriment. The endodermal cells of their walls possibly have a digestive or secretory functions (PRATT 1902, 1905). These cells also may be amoeboid, as PRATT has found with *Alcyonium digitatum*.

If we examine the numerous membranous forms within fam. *Alcyoniidae* and *Nephthyidae*, the connection between the horizontal and vertical canal systems appears with considerable clearness. In the case of a large number of *Alcyonium*-species, for instance *A. membranaceum* KÜKENTHAL, *A. reptans* KÜKENTHAL, *A. contortum* KÜKENTHAL, *A. digitatum* (L.) var. *norvegicum* (KOR. a. DAN.), and further *Gersemia fruticosa* (SARS) forma *membranea* (= *Sympodium hyalinum* GRIEG), there appear at the base of the colonies more or less numerous horizontal canals and strings, of which the former extend very considerably where the polyps are scattered on the membrane. Where the polyps, however, are forced together and the number of polyps increases through a more

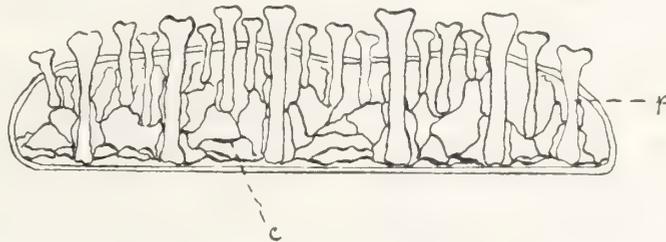


Fig. 6. Diagrammatic vertical section through a colony of a membranous *Alcyonium*.  
p = polyp, c = canals.

intense budding (Fig. 6), the solenia mostly consists of vertical canals and strings. The vertical net has, however, not yet reached its full development in most cases, but the small cell-strings creep nearly along the coelenterons. The horizontal, basal canals are well developed, however, and they constitute the most important system of communication (Pl. III fig. 35). Sometimes a direct connection occurs between the basal parts of the coelenterons (Pl. III fig. 31) above the horizontal, lateral cell-strings. Near the circumference of the membranous colonies, the basal canals sometimes develop into tubes, which often attain a considerable width, and, for a short distance, coalesce into large cavities (Pl. III, fig. 34, 36).

As regards the development of the canal system, there are pronounced differences between the fam. *Xeniidae* and the *Cornulariidae*. In the former, the coenenchym is strongly developed, a trunk has been formed, and the solenia has, simultaneously, extended in the coenenchym between the coelenterons, in the form of a vertically-placed network of more or less developed short, endodermal canals or cell-strings. The canals and cell-strings connect the coelenterons of the polyps indirectly with each other. As, in general, the development of spicules within species belonging to this family is compa-

<sup>1</sup> Beside the horizontal direct canals.

<sup>2</sup> I have divided the genus *Eunephthya* sensu KÜKENTHAL into two genera *Gersemia* (= *Eunephthyae alcyoniformes* KÜKENTHAL) and *Eunephthya* (= *Eunephthyae nephthyiformes* KÜKENTHAL).

ratively insignificant, and the crowding together of the polyps not being so prominent, this endodermal net work of canals and cell-strings becomes strongly developed. In the case of *Xenia wandeli*, the endodermal cell-strings are tightly packed, whereby they have got the appearance of flat bodies lying between the coelenterons. A considerable proportion of the *Xeniidae* are provided with siphonozooids. In similar cases we also find in this family a direct connection, on the one hand, between the siphonozooids, and on the other, between the siphonozooids and the autozooids. These direct, horizontal canals are of *secondary* nature and of the same nature as the direct canals within *Clavularia*. This direct connection occurs above the endodermal cell-strings.

Fam. *Alcyoniidae* has been divided by KÜKENTHAL (1906) into two sub-groups, *Nidaliinae* and *Alcyoniinae*. With respect to the former, he notes, among other characteristics, direct connection between the coelenterons together with a system of canals and strings, which form an indirect system. This latter sub-group is characterized, among other things, by a lack of direct connection between the polyps, but there exists a well-developed endodermal, indirect connection.

A closer investigation of the canal system within *Alcyoniidae* proves, however, that, in this case, KÜKENTHAL'S conception is not correct.

If we now investigate the canal system within *Nidaliinae*, we find there, first of all, a fairly well-developed system of endodermal canals and strings — the indirect system. Further, there is seen, here and there, a direct connection between the coelenterons. KÜKENTHAL looks upon these direct canals as constant, and, as such, of systematic value. But, from the investigations I have made on direct canals within other groups, I have reason to suppose — although I have not had the opportunity of investigating *Nidalia* or *Nidaliopsis* — that these direct canals have come into existence as a consequence of the crowding together of the coelenterons.

Now we come to the *Alcyoniinae*. KÜKENTHAL says that, in this case, the direct connection is wanting. In the majority of cases I found direct connection between the polyps here, too, and it is impossible to distinguish this in any way from the direct connection which KÜKENTHAL found in the case of *Nidaliinae*. A specimen, *Alcyonium Valdiviae*, described by KÜKENTHAL (1906), has distinct direct connection, as appears from his description and figures. KÜKENTHAL says: »Schon oben an der Zweigspitze lassen sich kurze, entodermale Kanäle wahrnehmen, die einen Polyp mit der anderen verbinden, aber auch an Querschnitten vom unteren Teile eines Astes lassen sich solche Verbindungskanäle nachweisen». A rich collection of polyps on short lobes has produced these secondary direct canals in this specimen.

In the case of *Alcyonium digitatum*, too, I have found direct tubes, although less frequently, and chiefly in the case of stunted, ill-developed specimens, which have not yet put out branches or lobes, but have a *Nidalia*-like appearance (Pl. II fig. 24). The membranous *Alcyonium*-forms, too, sometimes have direct canals, as I have mentioned above (Pl. III fig. 31.) Of other groups connected with *Alcyoniinae* I have examined only *Anthomastus*, viz. *A. purpureus*. This genus is characterized, among other things, by the presence of siphonozooids. The few large autozooids are situated at a considerable distance from each other. As in the case of *Xeniidae* with siphonozooids, we find here,

too, an increased direct connection between these. Here again distinct communication is absent, large canals do not exist, probably in consequence of a specially rich spicule-development in the interior of the coenenchym. Lower down in the colony, where the spicules are less prominent, the endodermal cell-strings are more developed. The coelenterons of the siphonozooids are often directly connected with those of the autozooids. Lower down in the shaft, where the autozooids draw closer to each other, a direct connection, too, may exist between them, but not very frequently. The reasons for this direct connection in the case of *Anthomastus* are to be found in the crowding together of the numerous siphonozooids and the few large autozooids, and the rich armature in the inner coenenchym. Compare MOSELEY (1875), KÜKENTHAL (1910), and CYLKOWSKI (1911).

Although it does not necessarily follow from the facts mentioned above that all members of the sub-family of *Alcyoniinae* are provided with a system of direct canals, it is, nevertheless, obvious that the existence of a canal system is not sufficient to serve as a distinguishing characteristic. The indirect canal system, in the case of the fam. *Alcyoniidae*, is the original one, from which the direct has developed. It is, however, obvious that the two systems are connected with each other. It is not my intention here to investigate more closely the systematic treatment of the fam. *Alcyoniidae*, but what has been pointed out here shows the weakness of the existing systematization.

In the systematic treatment of the following families, too, the understanding of the canal system plays a prominent part.

Within the fam. *Nephtyidae*, I have examined the genus *Gersemia* MARENZ. (= *Eunephtyae alcyoniiformes* KÜKENTHAL) and the genus *Eunephtya* VERRILL (= *Eunephtyae nephtyiformes* KÜKENTHAL). According to KÜKENTHAL (1906), *Eunephtya* VERRILL (sensu KÜKENTHAL) and *Gersemia* MARENZ. (sensu KÜKENTHAL) with regard to its canal system, constitutes a direct development of the fam. *Alcyoniidae*. The great development of the solenia of the latter and the vigorous coenenchym has been succeeded within these genera by a powerful reduction in the coenenchym of the branches and the trunk, and has followed the outer change in trunk and branches. KÜKENTHAL (1906, p. 93) remarks: »Das in Mesoderm liegende Netzwerk entodermale Kanäle und Stränge ist zwar teilweise noch vorhanden (i. e. within the fam. *Nephtyidae*) geht aber mit der durch den schlanken, baumförmigen Aufbau verursachten Verringerung des Coenenchym allmählichen Verschwinden entgegen und fehlt den meisten Gattungen, dafür ist eine direkte Verbindung der Gastralräume vorhanden, in dem die bis zur Basis Gastralräume der primären Polypen mit den weniger tief hinabziehenden der später entstehenden Polypen durch kurze Röhren direct verbunden sind», and he states in another connection (p. 101):

»Mit dieser Differenzierung zu schlanken baumförmigen, stark verzweigten Kolonien geht Hand in Hand eine Verminderung des Coenenchym der Äste und des Stammes und damit ein allmähliches Verschwinden des entodermalen Netzwerkes. Das lässt sich sehr schön innerhalb der Gattungen *Eunephtya* [sensu KÜKENTHAL] und *Gersemia* [sensu KÜKENTHAL] beobachten. Bei letzterer Gattung finden sich bereits Formen, bei denen die Gastralräume nur durch dünne Lamellen voneinander getrennt sind. Statt des Netzwerkes treten direkte Verbindungen der Gastralräume auf».

KÜKENTHAL has not made clear here, any more than he has done in the case of the preceding family, what is meant by indirect and direct connection. Apart from this, however, and also because the canal system in the case of *Alcyoniidae* is far from being so homogenous as KÜKENTHAL considers it is, a closer investigation of *Eunephthya* (sensu KÜKENTHAL) and *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL) gives an altogether different conclusion.

The genus *Eunephthya* is divided, if we follow KÜKENTHAL, into two groups: *the alcyoniiformes* and *the nephthyiformes*. The former is distinguished by a richer coenenchym in the points of the branches, from which follows a complete retraction of the anthocodia, the latter being characterised by a reduction in the coenenchym of the branch points. A retraction of the anthocodia is, therefore, not possible. To the *alcyoniiformes* belong the greater number of the species of the genus *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL), as *Gersemia arctica* (DAN.), *G. loricata* MARENZ., *G. Danielsenii* (STUDER), *G. crassa* (DAN.).

On the above-mentioned reduction in the coenenchym of the branch-points in the case of the *nephthyiformes* there does not follow a corresponding reduction in the coenenchym between the coelenterons. The walls of the coelenterons are well-developed, and sometimes very strong, and their reduction is far less than in the case of species belonging to the *alcyoniiformes*, as for instance, *Eunephthya rosea* (KOR. and DAN.), p. 14 and 84. Even this shows that a reduction of the outer coenenchym is not necessarily followed by a reduction in the coenenchym of the walls of coelenterons, so that direct connection results.

Even within *Eunephthya* VERRILL (sensu KÜKENTHAL) — divided by me into *Gersemia* MARENZ. and *Eunephthya* VERRILL — we meet with a well-developed canalicular communicating with the inner coenenchym — an indirect system of canals. It consists, in this case too, of wide canals and cell-strings. These go in different directions, but run for the most part in a longitudinal direction — parallel with the coelenterons. Broad, endodermal direct canals, however, also exist between the coelenterons, just as in the case of the families immediately preceding. These have arisen from various causes and are secondary.

The coelenterons, which run through branches and trunk, terminate at different heights. According to BOURNE (1900), there are found, even among the upper polyps, some whose coelenterons reach down to the base of the colony, but, by examining a series of sections from different species of the genus *Gersemia*, I have found that, in most cases at least, the older polyps do not accompany the growth of the colony so far, but that it is mostly the younger polyps that occupy the upper parts of the trunk and branches. This is pointed out as it is of importance for the arrangement of space between the polyps in the various parts of the colony.

The endodermal canals which run in the coenenchym between the coelenterons are often very wide, and have considerable extension, parallel with the coelenterons, and forming larger or smaller cavities. How the direct canal system has developed here is shown by an account of some different types.

In the case of *Gersemia rubiformis*, *Gersemia uvaeformis*, and *Gersemia clavata*, the points of the branches are strongly swelled, in consequence of a copious development

of coenenchym, and the anthocodiae are mainly placed on these thickened, arched parts, whilst the side parts and the lower parts of the branches contain few or no anthocodiae. In the coenenchym between the coelenterons we find a richly developed system of endodermal cell-strings and canals, which normally bring about an indirect connection between the coelenterons (Pl. III fig. 28). Thanks to the numerous polyps, a great crowding together is caused in the inner coenenchym, and, in consequence, a more direct connection results. The direct canals, which present themselves in the case of the species here mentioned are, however, comparatively few. The direct canals have appeared particularly in places where a powerful indirect connection exists. Lower down on the branch or the colony, where part of the younger polyps have disappeared and but few new polyps have made their appearance, the space and the coenenchym between the coelenterons are better developed, and the direct canals disappear, whilst the indirect connection continues with copious development of canals and strings.

But in the case of *Gersemia fruticosa*, the polyps are placed differently. The branches are more extended and are longer, and the anthocodiae are placed not only on the terminals of the branches, but also along the sides for nearly the whole length of the branches, generally a considerable number at the same height. This has the result that the number of the coelenterons remains constant, and that new coelenterons of polyps from the lower part of the branches appear in the place of the coelenterons, which disappear. We find in the case of this species, too, a system of endodermal strings and canals, which constitute an indirect connection between the coelenterons of the polyps (Pl. III, fig. 30). But this form of connection is often replaced by direct canals, which arise in consequence of the crowding between the coelenterons. This occurs when within the branches a great number of coelenterons are added. When the number of the coelenterons is reduced again by disappearance of the younger coelenterons, the direct canals also disappear (Pl. III, figs. 30, 32). The crowding between the coelenterons also can be repeated many times on the same branch. The crowding can either arise amongst all coelenterons in the branch or only amongst a part of them. The direct canals partly occur between coelenterons of older polyps and coelenterons of younger ones, partly only between coelenterons of older polyps. A direct connection between the same coelenterons of older polyps may be repeated many times on the same branch. When new polyps arise often, the indirect canals and strings are numerous, and the budding of the new polyps has arisen from these. The direct canals do not denote the way of budding of new polyps. The direct canals between the younger coelenterons and surrounding older coelenterons are numerous.

In the case of certain stunted, small specimens, for instance *Gersemia fruticosa* forma *arctica* and forma *loricata*, the direct canals between the coelenterons occur as large, wide openings. Within these specimens the trunk and branches of a colony are but little developed, the coenenchym of the trunk and the branches also is unimportant. The number of polyps is relatively large and the crowding between the coelenterons is great. Through the cessation of increase in the colonies the crowding between the coelenterons is retained and the direct canals at first developed also retained are within the whole trunk or entire branches. The indirect cell-strings within the coenenchym between the coelen-

terons are either strongly reduced or are wanting. In the case of *Gersemia clavata* var. *truncata* I also have found similar direct canals. The points of the branches, which are somewhat swelled within this variety, carry numerous polyps. The coenenchym between the coelenterons of the polyps is insignificant and evidently the crowding between the coelenterons is great. The direct canals are large openings; the indirect cell-strings are mostly wanting. The crowding has enforced the great openings, and as the number of the coelenterons is constant in large parts of the branches, the direct canals are long retained. If we take a section lower down in the trunk, we shall find the coenenchym between the coelenterons better developed and we also shall find a well-developed solenia of endodermal canals and cell-strings (compare p. 50). It seems to be this form of direct connection to which KÜKENTHAL refers (1906, p. 93 and 101).

In the genus *Eunephthya* we meet with some other conditions. The indirect connection in these cases appears, as a rule, in the form of a well-developed solenia. The crowding in the branches has been avoided by the coelenterons of the polyps being shorter and soon terminating, and in this manner the number of coelenterons is kept fairly constant. In addition, the more extensive branching has the result that, in the main trunks of the branches, the number of coelenterons is not so great, because when new polyps have been created though budding, these soon distribute themselves among and on the many minor branches. And even on the minor branches which carry anthocodiae, the number of coelenterons becomes relatively unimportant. This self-regulation of the number of coelenterons renders the crowding in the trunk and branches inconsiderable, and the coenenchym between the coelenterons is well developed. The indirect canal system prevails. An exception within this group is to be found in the specimens that have been investigated of *Eunephthya groenlandica* n. sp., where we find direct connection, and STUDER (1901) showed the existence of direct canals in the case of *Eunephthya flavescens* (DAN.) (= *E. racemosa* STUDER). In the inner coenenchym of *E. groenlandica*, however, between the coelenterons, there exists a powerful spicule-armament, especially in the upper part of the branches and trunk. This has possibly prevented a development of indirect canals and strings. This supposition is supported by the fact that lower down in the trunk and branches, where these spicules are not so numerous, the indirect cell-strings are developed, and the direct canals are rarer. In many other cases, as for instance *Anthomastus purpureus*, however, the profuse appearance of spicules in the inner coenenchym has shown itself to be accompanied by an unimportant development of indirect canals.

As regards *E. groenlandica* and *E. flavescens* in the form described by STUDER, these present the characteristics of young or stunted growth, with insignificant branch-formation (as before demonstrated, the copious branch formation is of considerable assistance in the distribution of the coelenterons), and it is possible that also in this lies a reason for direct canals existing here.

### Connection between the Ramification and Canal System of the Colony in the case of the Genera *Gersemia* and *Eunephthya*.

In the genus *Gersemia*, *G. rubiformis* represents the most original type, as regards the building up of the colony, most nearly resembling the family of *Alcyoniidae*. The short, coarse branches, which are strongly expanded at the point, form, as it were, cushions covered with polyps. The branches unite together closely and almost completely cover the trunk. The solenia consists of numerous indirect canals and cell-strings. The direct canals are rare or altogether absent. From this specimen, with the closely allied *G. uvaeformis* and *G. clavata*, development tends in the direction of finding space for a large number of polyps, with the greatest possible economy of material. This has produced the strongly branched forms, *G. fruticosa* and *G. mirabilis*, which are poorer in coenenchym, and, further, the *Eunephthya* species. Within *G. fruticosa* and *G. mirabilis*, the direct canals are numerous, at least within *G. fruticosa*. The transition in external morphological respects from *Gersemia* to *Eunephthya* is provided by *G. mirabilis*, and, in a still greater degree, by *G. spiculosa* and *G. japonica*. *G. mirabilis* has, on the larger branches, smaller, shorter ones, which, at the points, bear from 4 to 6 polyps. *G. spiculosa* and *G. japonica* also exemplify simplification, as the shaft of the minor branches are shortened, and the number of the polyps on every branch is less, the outer coenenchym in the branches being further diminished, and the power of retraction reduced in a still greater degree. From this point it is easy to follow the development to the *Eunephthya* forms, first of all *E. glomerata*, with grouped, close-lying distribution of polyps along a short branch. A further step forward as regards ramification is marked by the umbellate types, where every large branch is resolved into a number of minor, umbrella-like minor branches bearing polyps. Simultaneously the canal system undergoes the change mentioned above. From what has been said, it may be gathered that the genus *Eunephthya* (sensu MOLANDER) is evidently developed from *Gersemia* (sensu MOLANDER), but the difference between them is, I consider, enough to allow them to be considered as distinct genera.

Apart from the reduction in the coenenchym of the trunk and the branches, which has been the result of the ramification of the *Eunephthya* (sensu MOLANDER), the indirect connection has been retained. If, as is assumed by KÜKENTHAL, the direct canals denote a higher form of development, produced by reduction in the coenenchym, these ought therefore to be very numerous within *Eunephthya*. That this is not the case merely shows—as I have already pointed out—that the direct canal system can not be looked upon as system-characterising and does not arise as a consequence of a diminution in the outer coenenchym in trunk and branches of colonies. It is probable that the indirect canal system is the original for the fam. *Nephthyidae*, and future investigations will very likely make clear its nature, with regard to the other genera of this family.

If the genus *Gersemia* MARENZ. (sensu KÜKENTHAL) had been homogenous, we ought, consequently, to look for a direct canal system, as, according to KÜKENTHAL, it has developed directly from *Eunephthya alcyoniformes* (sensu KÜKENTHAL), and is a con-

tinuation of the direct connection already existing in the case of this group, as a result of the reduction of the coenenchym. It proves, however, that the direct canal system is not at all a constant characteristic of *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL), which, on the contrary, contains a number of species with preponderance of indirect canal system. It will be found from the following pages that *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL) cannot be considered as a legitimate genus. The canal system shows the features characteristic of the respective species, according to the genera or families they belong to.

### Short Summary of the Development of the Canal System.

The connection between the different polyps of the colony is effected by means of stolons. These are either simple (*Cornularia*) or contain endodermal canals and cell-strings (*Clavularia*). These stolons either run singly (*Cornularia*, *Anthelia*, *Clavularia*), or form membranes (*Anthelia*, *Clavularia*), which are the beginning of, and, later on, develop into a more or less ramified trunk. The development of a number of endodermal canals in the case of the *Clavularia* and *Anthelia* is the beginning of what is called indirect canal system, which connects the coelenterons of the polyps by means of numerous endodermal canals and cell-strings, which communicate with each other and with the coelenterons and produce the solenia. When the polyps are packed closer together, the connection may even become direct. On an altered formation of colony follows an altered canal system. In the case of *Xeniidae*, *Alcyoniidae* and *Nephthyidae*, the indirect canal system reaches a high stage of development. The coenenchym between the coelenterons, which corresponds with the mesenchymatic substance (= mesogloea) in the stolon, in the case of a *Clavularia*, is provided with numerous endodermal strings and canals, usually placed vertically, which form a numerously branched solenia, connecting the polyps indirectly. This is, however, partly compensated for by wide, horizontal endodermal canals, which connect the coelenterons directly. These have developed secondarily from different causes, and are to be found both within *Xeniidae* and *Alcyoniidae*, and in *Nephthyidae*. The chief cause of their origin has been the crowding together of and pressure among the polyps. This is the case with the great majority of specimens. Further, it is possible, as, for instance, in the case of *Eunephtya groenlandica*, that a vigorous development of spicules in the coenenchym may hinder the development of endodermal indirect canals and strings, direct canals being formed instead.

The systematic classification has been based partly on the canal system. The existence of direct connection in particular has been adduced as a decisive factor. From what has been said above, it is shown plainly enough that any positive systematic conclusions, based on this feature, are impossible. Variations within the same genus, in the same species at different stages of development, are often to be found. The indirect canal system is found within all genera and families dealt with here.

### The Colony and its Substratum.

In *Alcyonium*, as well as in *Gersemia* (sensu MOLANDER), we find, in the case of certain species, a somewhat widely deviating construction with regard to the form of the colony, for the colony often assumes a creeping form, due to the substratum to which it has attached itself. If this consists of a worm tube, a stem of a gorgonid, or something similar, of a rounded or longitudinal form, the colony extends parallel to, or around, this object, and the trunk and branches are often greatly reduced. As early as 1890, V. KOCH showed something similar in regard to *Alcyonium coralloides* (PALLAS), and during the course of my own investigations I have found many such cases. BROCH showed quite recently (1912) that the same phenomenon may be found in the case of a gorgonid, *Anthothelia grandiflora*, a fact I have had the opportunity of confirming. Such transformations have generally given rise to accounts of »new» species and have caused a number of mistakes as regards systematization.

Within the genus *Gersemia*, we find distinct changes from the normal colony formation to different varieties of shortened and reduced trunk. In the case of a couple of species (*Gersemia clavata* and *Gersemia fruticosa*), the colony seems to become constantly less and more weakly developed, as soon as it is attached to a worm tube, a minor branch of algae, or the like. This is the case with *Gersemia clavata* in particular, where we can plainly perceive the difference in size and form between colonies attached to stones and large shells, and these attached to worm tubes and small shells. These latter colonies also show a stronger extension of the membranous basal portion of the trunk, which at times grows around a tube, or extends along it. The colonies are then usually devoid of branches, and a small number of large polyps assemble on a reduced trunk. A number of species of *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL), such as *Gersemia arctica* (DAN.), *Gersemia loricata* (MAR.), etc., exemplify this (Pl. I, fig. 6, 13). A further development is denoted by an additional reduction of the trunk and the number of polyps, in addition to which many minor trunks or, here and there, small groups of polyps are often developed from the membranous part. By degrees the trunks become fewer and fewer, and often the term »trunk» cannot really be employed, for there then exists only a collection of a small number of large polyps, situated very near to each other. The membranous portion does not always grow around the substratum, but spreads only on the upper side, here and there with interruptions and openings. In the case of a continued simplification, all trunks and branches become reduced, and the polyps extend more or less evenly over the membrane too. Such is the case, for instance, with *Gersemia fruticosa* forma *membranea* (= *Synopodium hyalinum*, GRIEG) (Fig. 7), *Gersemia clavata* var. *truncata*, etc. Such specimens show little similarity to the large, branched colonies, and it is fully explainable why they have been considered *Cornulariidae*, etc.

The examples now given have been taken from the genus *Gersemia*, but in the genus *Alcyonium*, too, there are similar examples. v. KOCH shows that *Alcyonium coralloides* (PALLAS) on another substratum assumes the typical form of *Alcyonium*, a fact which I have had the opportunity of ascertaining. *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum* (= *Ery-*

*thropodium*, KOR. and DAN.), *Alcyonium antarcticum* (WR. and STUD.) and, in all probability, *Alcyonium* (= *Erythropodium*) *contortum*, *Alcyonium membranaceum*, *Alcyonium reptans* show the same peculiarity. *Alcyonium coralloides* is referred by KÜKENTHAL to *Erythropodium*, but according to my contention this cannot be done, as *Alcyonium coralloides*, on another substratum, can assume a typical *Alcyonium* form. The same is the case with *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*, too. This variety, acknowledged by KÜKENTHAL and BROCH as a species — *Erythropodium norvegicum* — shows itself, on closer examination, to have, in normal cases, a fully typical *Alcyonium* colony. An antarctic specimen, the above-mentioned *Alcyonium antarcticum* (WRIGHT and STUDER), often shews a membranous extension of parts of the colony, where the substratum renders it necessary, but otherwise it is typical. In all probability a great proportion of the *Erythropodium*-species, *Alcyonium membranaceum*, *Alcyonium reptans*, and others too, could be classed as abnormal forms of what are, on another substratum, fully normal forms. For this reason, the sub-genus *Erythropodium* should only contain membranous transformations of otherwise typical species of *Alcyonium*, and, consequently, it possesses no claim



Fig. 7. *Gersemia fruticosa* (SARS) forma *membranea* (GRIEG)  
= *Symphodium hyalinum* GRIEG 1887.

to be considered as a separate sub-genus. *The change of form of colonies is, consequently, an adaptation to the substratum, and has probably been produced from statical causes, where the insignificant substratum is not a sufficient attachment for larger colonies.*

If we compare the membranous forms belonging to the genera *Gersemia* and *Alcyonium*, we find certain differences. Generally, the colonies of *Alcyonium* have the polyps more closely packed; often, as in the case of *A. digitatum* var. *norvegicum*, they form a continuous covering over the whole colony, except in the extreme peripheral parts, or else they occur in close-lying groups. This distribution of the polyps on the membranes is a consequence of the distribution of the polyps on the normal, well developed colonies. A *Gersemia* has the polyps more widely scattered, and if the polyps are forced together into closer groups, these latter are often small and irregular. This, in turn, stands in definite connection with the formation of branches within the *Gersemia*-colony and with the distribution of the polyps.

With regard to the canal system, the types of *Alcyonium* and *Gersemia* present a great similarity, as I have previously shown. When the polyps are scattered, the membranous spaces between them are filled with horizontal, shorter or longer indirect canals. In the investigated cases, at least, these indirect canals seems to be more numerous, and nearly fill the membrane in the species of *Gersemia*, while they are much fewer in number in the *Alcyonium*-type, and the indirect canal system mostly consist of endodermal cell-

strings or rows of cells. In the case of the *Alcyonium*, where in general the collection of the polyps is larger, we find an arrangement of the canal system which is mentioned on p. 9. At the base of the coelenterons there will be found, in addition to the indirect connection, a few direct canals. The vertical canals are here but slightly developed. The *Gersemia*-species often lack similar, large collections of polyps, but where such occur there will be found conditions almost similar to those in *Alcyonium*, although generally with a greater development of the vertical canals. A large gathering of polyps is hardly ever produced in the case of *Gersemia*, without a trunk being also developed, in which the canal system mostly consists of direct canals. The membranous formation in the case of *Alcyonium* often changes, so that the whole, membranous, polyp-bearing part takes on the form of a conical or head-like swelling. *Gersemia*-species generally form small trunks with, at first, an insignificant number of polyps. These membranous forms are much like the family of *Cornulariidae*, and a good many of them have even been classed with fam. *Cornulariidae*. The *Alcyonium* species have been classed with *Sympodium*, as is, for instance, the case with *A. digitatum* var. *norvegicum*; but, according to KÜKENTHAL (1906), the great majority of the species of *Sympodium* are nothing but membranous forms. In the case of *Sympodium abyssorum*, DAN., we find a membranous form of *Gersemia fruticosa*, and the same is case with *Sympodium hyalinum*, GRIEG. But *Clavularia*, too, has been increased by membranous forms of other genera. BROCH classifies with this (1912) *Sympodium hyalinum* (= *Gersemia fruticosa* forma *membranea*), GRIEG (1887), DANIELSEN (1887) a small membranous form of *G. fruticosa*, which he names *Clavularia frigida*, KÜKENTHAL (1906) transfers to this GRIEG's *Sympodium margaritaceum*, and WRIGHT and STUDER the antarctic *Clavularia cylindrica*, which is a membranous *Gersemia* species. It has been the purely external formation which has here been taken into consideration. An investigation, however, of the spicules and the canal system etc. in respective forms shows at once that the accepted relationship is incorrect. In the case of the forms mentioned they show constant *Alcyonium*- or *Gersemia* characteristics.

As has been proved most of the species described as *Sympodium* can not belong to this genus. KÜKENTHAL (1906) has strictly limited the genus *Sympodium*, and he refers to *Sympodium* only *S. coeruleum*, EHRENBERG. KÜKENTHAL considers *Sympodium* to belong to *Cornulariidae* and indicates the peculiar spicules and the growth of colonies and the power of total retraction of this species also as characteristics for the genus. The membranous or stoloniferous growth of the colonies also occurs within other genera which do not belong to *Cornulariidae*. The spicules prove a higher differentiation than that which generally occurs in *Cornulariidae* (p. 25). The power of total retraction of polyps can not occur within *Cornulariidae* (p. 22). According to KÜKENTHAL, only pure basal canal system without vertical canal or strings occurs within *Sympodium*. This is possibly correct, but it is by no means proved that this is the case in the species which may be considered as *Sympodium*. With the *Sympodium catenatum* (FORBES) we also find vertical cell-strings. Other characteristics do not indicate anything of the nature of *Cornulariidae*. Nor can I consider *Sympodium* belong to *Cornulariidae*. (Compare p. 32.)

This brings us to the question of the possibility of being able really to distinguish between these membranous forms and the *Cornulariidae*.

According to KÜKENTHAL, the family of *Cornulariidae* is characterized in the following manner: »Polyps separate from each other, connected at the base by free stolons or by a membranous disc containing a small number of canals.» This definition is not satisfactory.

As long as the stolons are single and the polyps are scattered, confusion between the membranous forms and the *Cornulariidae* ought scarcely to occur. So far, however, the membranous transformation seems seldom to advance. But when the stolons unite with the membranes and the polyps collect in larger groups, the *Cornulariidae* show great similarity to the membranous forms of other families. The point to be remembered is that, within the *Cornulariidae*, the thin membrane, which at the base only connects the polyps, contains unimportant coenenchym, which makes a retraction of the polyps impossible. Further, we must notice the spicules, which have their definite character. If we investigate the solenia in the membranous form and the *Cornulariidae*, we meet with a decided difference: within the membranous forms we find a much more vigorous development of the horizontal canals, which, for the most part at least, fill the membrane with a well-developed anastomosis. The vertical canal and cell-strings also occur. In the case of the real *Cornulariidae*, the horizontal canals are limited in number, and the greater part consists of mesogloea, except in the case of *Cornularia*, which has simple stolons. Where there is also a closer gathering of the polyps, this arrangement is retained with an entirely basal connection between the polyps, without vertical cell-strings, while, with the membranous form, an endodermal, vertical tissue of canals is developed. If we keep strictly to the facts now mentioned, we shall find it possible to distinguish the real *Cornulariidae* from the membranous transformations of other families. I regret that it has not been possible for me to investigate all the species of fam. *Cornulariidae*, but by means of my investigations I have already found support for my supposition that many species classed in this family do not belong to it. WRIGHT and STUDER propose the classification of *Clavularia* into *Stolonifera* and *Membranipoda*, a classification which is rejected by SCHENK, as, in the case of a number of *Clavularia* species, he simultaneously found specimens with both stolon and membranous development. A thorough investigation of all *Cornulariidae*, according to WRIGHT's and STUDER's principles, would certainly be full of interest as regards systematization. A minor membranous extension of the stolon is to be found with most of the species of *Clavularia*, for instance, at the bases of the polyps, but my opinion is that the vigorous membranous development within the real *Cornulariidae* is wanting, and that the numerous species which have been classed here as having vigorous membranous extension are foreign to the group. The membranous transformations are a consequence of the special form of the substratum and the statical change thereby caused, but in the case of *Clavularia* there are to be found membranous and stoloniferous forms mingled with each other, independently of the shape of the substratum. I have also found only minor membranous extensions in the case of the real *Clavularia* species I have investigated. The cause

of the membranous transformations being much more vigorous and more extended is the more plentiful supply of coenenchym.

If we once more summarize the differences between the *Cornulariidae* and the membranous forms, we find:

*Cornulariidae:*

*Membranous forms:*

- |                                               |                                                                                     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Coenenchym inconsiderable.                 | 1) Coenenchym vigorous.                                                             |
| 2) Polyps free, connected only at the base.   | 2) Polyps surrounded by the coenenchym.                                             |
| 3) Mesogloea with a few canals.               | 3) Mesogloea with numerous canals and anastomosis strongly developed between these. |
| 4) No vertical canals occur.                  | 4) In addition to horizontal canals, vertical canals.                               |
| 5) The form of spicules: rods and spindles.   | 5) The form of spicules: spindles, rods, rollers, crosses, dumb-bells, etc.         |
| 6) Total retraction of polyps does not occur. | 6) Total retraction of polyps (anthocodiae) may occur.                              |

### Relationship within Alcyonacea.

If we do not take in consideration the fam. *Haimeidae*, the most primitive family within *Alcyonacea* is the *Cornulariidae*.

*Cornularia*, whose polyps are supported by a horny secretion, and lack calcareous spicules, is the most primitive genus. The stolons consist of simple cavities. The development within the family is continued with *Anthelia*. Calcareous spicules exist in the polyp body and in the walls of stolons, and they consist of spicules, rods and clubs. These are of the same shape and size in the upper and lower parts of the polyps. Stolons contain a number of shorter endodermal canals or cell-strings. *Clavularia* is distinguished from *Anthelia* by a differentiation in shape and size between spicules of the upper and lower parts of the polyps (p. 26). KÜKENTHAL (1906) proposes as a distinguishing characteristic between *Anthelia* and *Clavularia* the existence of a calyx (kelch) within *Clavularia*. A calyx also may occur within *Anthelia* (p. 26). A retraction of the whole polyp is impossible both within *Anthelia* and *Clavularia*, in consequence of the unimportant coenenchym in stolons and the well-developed spicules in the polyps. The upper part of the polyp can be retracted in the lower one. The differences between the spicules of polyps within *Clavularia* prove a more developed stage. Within both *Anthelia* and *Clavularia* we meet with membraneous forms. (We must except the membranous forms which belong to other families, but have been considered as Cornularids.) The genus *Sympodium* may be excluded from *Cornulariidae*.

From this family the evolution has proceed to *Alcyoniidae*. The agreement between the shape and distribution of spicules in anthocodiae and colonies is sufficient to

allow us to presume this way of evolution. The membranous Cornulariids show the direction of the evolution, but no direct transitions between *Cornulariidae* and *Alcyoniidae* are found.

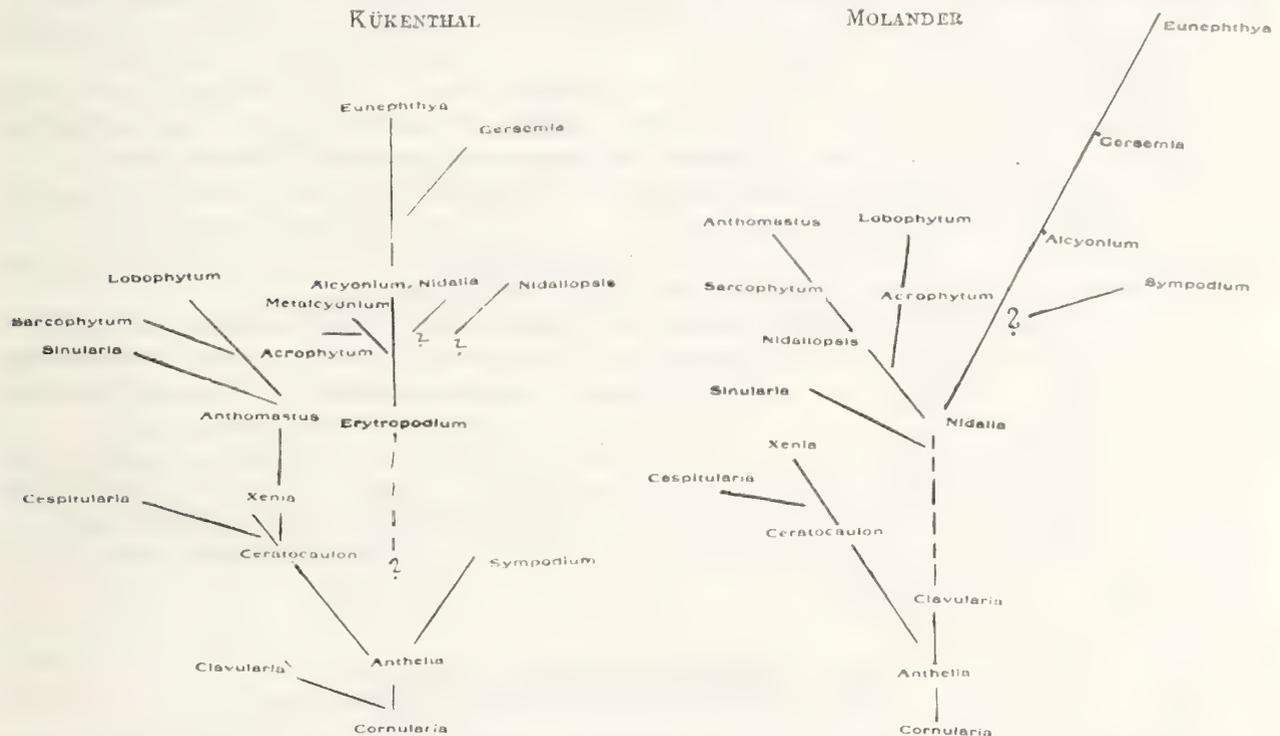
The fam. *Xeniidae* differs from this series of evolution. The colonies have a fleshy build, the spicules are few in number and constitute a type which is distinguished from the type of spicules of *Cornulariidae* and *Alcyoniidae*. The fleshy consistency of the colony compensates for the slight development of spicules for supporting the colony. Within *Xeniidae* we also find dimorphism.

Within *Alcyoniidae* the evolution has followed different directions. It appears to me that *Nidalia* is the most primitive genus. The spicules are of uniform shape, mostly spindles and rods, and the same spicules occur both in anthocodiae and in the coenenchym of the colonies. The colonies are shaped like cones or rollers and are mostly undivided. *Sinularia* differs from this genus in the peculiar, club-shaped spicules in the bark of the upper part of the colony; the colony is divided into shaft and end plate, the tentacles have more than one line of pinnulae. Only the dorsal mesenterial filament generally occurs. Dimorphism may occur. According to KÜKENTHAL (1906), the superficial entodermal canal system is possibly connected with the non-existence of siphonozooids. These canals will be rudimental coelenterons of the siphonozooids. Further the development within the family follows two lines. 1) The colonies are without siphonozooids. They are well developed and generally divided into lobes. The spicules are spindles and rods, which are to a great extent mixed with double stars (dumb-bells), and crosses. In the bark of coenenchym the latter are most numerous (*Alcyonium*). 2) The colonies have dimorphous polyps. The colonies are either cylindrical, unimportant, or not divided (*Acrophytum*, *Lobophytum*), or they have the shape of mushroom (*Anthomastus*, *Sarcophytum*, *Nidaliopsis*); the end-plate is often divided (*Anthomastus*). The spicules in the polyps are spindles and rods, which partly pass over into rollers with girdles, double stars, etc. In the bark of the upper part of the colony the spindles and rods are mixed with a number of double stars etc., especially within the most developed genera *Anthomastus* and *Lobophytum*. Within *Lobophytum* and *Anthomastus* the dimorphism is most developed with numerous siphonozooids, and within *Anthomastus* the few autozooids are large and the siphonozooids only contain generative tissue. The dimorphism has been developed within both the fam. *Xeniidae* and *Alcyoniidae*. But the dimorphism of both the families has been developed independently of each other, and the dimorphic line of *Alcyoniidae* has not been developed from *Xeniidae*.

The position of *Sympodium* is doubtful. The peculiar growth of colonies can not be considered as a characteristic of the nature of *Cornulariidae*, and the genus shows the nature of the *Alcyoniidae* (p. 19, 35). The armature is reduced, and the spicules are small and slightly thorned. The shape of the spicules partly reminds one of that of *Alcyonium*. Short rods, mixed with crosses, stars and irregular calcareous bodies are found. The canal system mostly consists of cell-strings, which in the case of *Sympodium catenatum* also have a vertical distribution and are placed not only at the base of the polyps. At the base we also find larger horizontal canals. The partly lamellated,

irregular, slightly thorned spicules distinguish *Sympodium* from *Alcyonium*. Hypothetically it may be said that *Sympodium* consists of species which generally retain their peculiar mode of growth upon all substrata, in contrast to the most membranous forms (p. 20). For the present I place *Sympodium* in proximity to *Alcyonium*.

KÜKENTHAL (1906 a) presumes, as regards *Alcyoniidae*, the possibility of a diphyletic origin from 1) *Xeniidae* above *Anthomastus*, 2) from *Sympodium* above *Erythropodium* to *Alcyonium*. As I have pointed out, the *Erythropodium* generally contains membranous forms of *Alcyonium*, and the membranous shape of the colony in the case of *Sympodium* does not entitle this genus to be considered as an original one. This genus rather has



been developed from the membranous forms of *Alcyonium*. I also have pointed out that the dimorphic line of *Alcyoniidae* can not have been developed from *Xeniidae*. Nor can the supposed lines of evolution be retained, and the classification by KÜKENTHAL of *Alcyoniidae* in *Nidaliinae* and *Alcyoniinae* can not be carried out, at least not in the opinion of KÜKENTHAL. It is impossible to acknowledge the direct canal system and the various development of a calyx as practicable characteristics (pp. 11 and 35). Another objection must be raised against KÜKENTHAL's method of systematizing the *Alcyoniidae*, viz. that he combines in one sub-family – *Alcyoniinae* – genera related to different lines.

*Gersemia* (sensu MOLANDER) and *Euneophthya* (sensu MOLANDER) are derived in evolutionary sense from *Alcyonium*.

KÜKENTHAL's survey of the relationship is given here, together with my plan of the genera and families dealt with in this paper. This plan has been drawn up in accordance with the principles I have propounded.

## Systematic Section.

### Synopsis of the *Alcyonacea*, VERRILL, 1866.

*Diagnosis:* Alcyonariae which are without ectodermal skeleton axis. Choenuchymatic tissue perfectly homogenous (no trace of a central axis which is distinctly separated from the surrounding tissue).

1906, *Alcyonacea*, KÜKENTHAL.

- A) Polyps separated from each other, connected at the base by free stolons or by a thin, membranous disc, which contains a small number of canals and cell-strings. Spicules are generally rods and spindles and clubs, strongly thorned or lacking thorns. Fam. *Cornulariidae*, DANA, 1846.
- B) Polyps surrounded by coenenchym. The colony develops a trunk or thick membrane. Solenia with numerous canals and cell-strings. Spicules either spindles, rods and clubs, beside rollers with girdles, stars and crosses, strongly thorned or lamellated, flat, irregular calcareous bodies, slightly thorned.
- a) Only the lower part of each polyp surrounded by coenenchym. The colony is soft and of a fleshy consistency. Spicules are flat, lamellated. Fam. *Xeniidae*, VERRILL, 1866.
- b) Only the upper part of each polyp free from surrounding coenenchym. The colonies of a firm consistency. Spicules shaped like spindles, rods, rollers, crosses, stars, etc.
- 1) The colonies are not divided into a sterile trunk and polyp-carrying branches. The polyps are uniformly distributed over the greater part of the colony. Colonies sometimes of membranous structure with closely and evenly packed polyps. Numerous spicules evenly distributed throughout the coenenchym. Fam. *Alcyoniidae*, VERRILL, 1865.
- 2) The colonies consist of an almost sterile trunk, which supports the polyp-bearing branches. Colonies often membranous with few polyps either scattered or arranged in bunches. Spicules in the coenenchym between the coelenterons either scarce or packed in strongly developed formations. Fam. *Nephtyidae*, VERRILL, 1869.

### Fam. *Cornulariidae*, DANA, 1846.<sup>1</sup>

*Diagnosis:* Alcyonaceae, whose free polyps are connected at the base by free stolons or a membranous disc, which contain a small number of canals. Spicules are generally rods and spindles, and clubs strongly thorned or lacking thorns.

1906, *Cornulariidae* (pars), KÜKENTHAL.

### Synopsis.

- A) Spicules of the polyp are of the same type and size. *Anthelia*, LAMARCK, 1816.
- B) Pronounced differences in length and shape between the spicules from the upper and lower part of the polyp. *Clavularia*, QUOY and GAIMARD, 1830.

The limitation of fam. *Cornulariidae* has been more definitely fixed by KÜKENTHAL (1906). As concerns this family, I agree in the main with KÜKENTHAL's view. It must be queried, however, whether some of the species classed among *Clavularia* and *An-*

<sup>1</sup> None of the species mentioned here are to be found in the Swedish State Museum.

*thelia*, ought not to be arranged and classified elsewhere. I refer to such cases as are undoubtedly nothing else than transformed species of *Alcyoniidae* or *Nephthyidae*. (Compare p. 20.)

In my diagnosis of *Cornulariidae* I have recorded the exclusive existence of spindles, rods, and clubs in the armature. In *Cornularia* the spicules do not exist and sometimes also they are absent from *Anthelia*.

Different authors have found mostly other types of spicules within *Clavularia* and *Anthelia* (HICKSON, SCHENK), but it appears to me doubtful whether species provided with such spicules are in reality *Cornularids*. The membranous development of species outside *Cornulariidae* has not always been taken into consideration. Naturally, these spindles, rods, and clubs can be mixed with a few other types, but the principal armature consists of the types mentioned. I have found this in the case of the northern *Cornularids*. Generally, the polyps within *Clavularia* and *Anthelia* are large and the large spindles, rods, and clubs are necessary to support the polyps. The retraction of the polyps in coenenchym is impossible in account of the poor development of coenenchym. It is to be observed that the first differentiation of spicules in polyps from the general type arises in the upper part of the polyps (*Clavularia*), which part can often be retracted in the lower polyp part. Spicules in this part are minor spindles and rods, but also types, which are found in genera of more developed families. The large spindles and rods and clubs are the typical spicules of *Cornulariidae*.

On account of this I cannot refer *Symphodium* EHRENBERG to *Cornulariidae*. (Compare p. 19, 32.)

The most important characteristic relied upon by BROCH (1912) and KÜKENTHAL (1906) to determine the difference between *Anthelia* and *Clavularia*, viz. the existence of a calyx, does not always allow of a sufficiently sharp distinction between these genera. For, owing to the extreme variety, in most cases, in the shapes of the spicules and in their distribution within the polyps, the shape of the calyx, too, is extremely variable, so that, in some cases, it is practically impossible to decide whether a calyx is really developed or not.

As regards the *Anthelia*, although the spicules are all of the same shape and size and are embedded within the body wall of the polyp over the whole of its length, still they cannot be said altogether to exclude the possibility of a retraction of the upper part of the polyp.

In several specimens of *Anthelia borealis* (KOR. and DAN.), BROCH has observed a formation, called »pseudocalyx», which closely resembles the calyx. This proves that, amongst the *Anthelia*, too, there exists at least a tendency towards the same retraction which is common amongst the *Clavularia*, a fact which makes the existence of a calyx inadequate as a distinguishing feature.

There are, however, pronounced differences, both in shape and size, between the spicules from the upper and the lower parts of the *Clavularia* polyps, whereas in an *Anthelia* polyp the spicules are all of the same type. This feature gives us a sufficiently sharp distinction between the members of the two genera, so that we are still entitled to regard them as separate genera.

**Anthelia LAMARCK 1816.**

*Diagnosis:* The spicules of the polyp all of the same type and size.

1906, *Anthelia*, KÜENTHAL.

**Synopsis.**

- A) Large basal planes, the polyps lie at a distance from each other of about 2—4 mm., spicules in tentacles arranged close together in the longitudinal direction of the tentacle. *A. fallax*, BROCH, 1912.
- B) Small basal planes, polyps arranged very close together, spicules in tentacles lying transversely to the longitudinal direction of the tentacles; spicules are scarce in the tentacles.  
*A. borealis* (KOR. and DAN.) 1883.

***Anthelia borealis* (KOR. and DAN.), 1883.**

*Diagnosis:* Small basal planes; polyps placed very close together, spicules in tentacles placed transversely to the longitudinal direction of the tentacles; spicules in tentacles are rare.

1912 a, *Anthelia borealis*, BROCH.



Fig. 8 a) stolon spicules of *Anthelia borealis* (KOR. and DAN.) enlarged 125 times. b) stolon spicules of *Anthelia fallax* BROCH, enlarged 60 times. c) stolon spicules of *Clavularia artica* SARS, enlarged 100 times. d) 1) spicules of calyx 2) spicules of stolon of *Clavularia stormi* (DAN.), enlarged 150 times. e) 1) spicules of calyx 2) spicules of upper polyp part of *Clavularia artica* SARS, enlarged 100 times (after BROCH 1912 a).

By means of an investigation of KOREN and DANIELSEN's original specimen, BROCH determined in 1911 that this species, which by the above-mentioned authors was classed among *Clavularia*, is an *Anthelia*. My own investigations of this and following species only confirm the conclusions of BROCH. The stolons have united to form a basal plane. The polyps are placed together, usually over the whole of the basal membrane, are cylindrical in shape, and attain a length and breadth of 10 and 2,5—3 mm. respectively. The tentacles are 3 mm. in length and are furnished on each side with 6—10 pinnulae. The spicules of the basal plane are numerous, arranged in no definite order (Fig. 8 a), 0,52 mm. in length, in the shape of spindles

Fig. 9. Spicules from polyp of *Anthelia borealis* KOR. and DAN., enlarged 150 times (after BROCH 1912 a).

or rods (see BROCH 1912 a). In the polyp there are found spindles, rods, and clubs, up to 0,75 mm. in length, well provided with thorns. They are arranged in eight converging, double rows. Spicules in tentacles consist of rods or spindles, 0,25 mm. in length and somewhat bent. The spicules here are rather sparse and are transverse to the longitudinal direction of the tentacle. Spicules are also to be found in pinnulae. On the contraction of the polyps, a seeming calyx («pseudocalyx») appears, in consequence of a great development of the spicules in the lower part of polyp, recalling the condition of things in *Clavularia*.

*General Distribution:*

Norway, Trondhjem Fiord, 200—400 met. (BROCH, 1912 a).

*Anthelia fallax*, BROCH, 1912.

*Diagnosis:* Large basal planes. The polyps are placed at a distance from each other of 2—4 mm. In the tentacles the spicules are placed very close together, in the longitudinal direction of the length of the tentacles.

1912 a, *Anthelia fallax*, BROCH.

STORM, in 1884, described this specimen as *Clavularia arctica* incorrectly, as was shown by BROCH in 1912 a, in addition to which this author determined the nature of *Anthelia* in this species, and showed it to be a new species.

The stolons have coalesced and produced membranes considerably larger than those of the preceding species, and the polyps are not so closely packed, lying at a distance from each other of 2—4 mm. The polyps reach a length of 15 mm. and have from 13—14 pinnulae on every side. On contraction the polyps are, naturally, considerably smaller, or about 3—5 mm. The armature is specially powerful. The spicules are spindle-formed almost throughout and are well provided with thorns.

In the basal membrane they are closely packed, and have a length of up to 0,5 mm., somewhat bent. (Fig. 8 b.) The polyps are provided with eight converging double rows of bent, powerful spindles of a length of 1 mm. In the tentacles there are short spicules, strongly bent, and provided with strong thorns on the outer, convex side, in length about 0,48 mm. The pinnulae appear with spicules, in shape and length the same as those of the tentacles. According to BROCH there is no sign of calyx.



Fig. 10. Spicules from polyp of *Anthelia fallax* BROCH, enlarged 150 times after BROCH, 1912 a.

*General Distribution:*

Norway, Trondhjem Fiord, 300—500 met. (BROCH, 1912 a).

**Clavularia QUOY and GAIMARD 1830.**

*Diagnosis:* Pronounced differences as regards their size and shape between the spicules from the upper and lower parts of polyyps.

1906 a, *Clavularia*, KÜKENTHAL.

**Synopsis.**

- A) Lower, non-retractile, part of polyp (calyx) 10 mm. up to 16 mm., wide stolons; stolon spicules 0,5 mm.  
*Clavularia arctica* (SARS) 1861.
- B) Lower, non-retractile, part of polyyps (calyx) up to 2,5 mm.; narrow stolons; stolon spicules 0,25 mm.  
*Clavularia stormi* (KOR. and DAN.) 1883.

KÜKENTHAL (1906 a) gives no less than eighteen species of this genus, of which, however, only a few are northern, viz. *Clavularia frigida* DAN., *Clavularia arctica* (SARS), *Clavularia stormi* KOR. and DAN., *Clavularia alba* (GRIEG), *Clavularia concreta* STUDER, and *Clavularia margaritacea* (GRIEG). On investigating the original specimens, I found that the true species of *Clavularia* can be considerably reduced in number. As I shall demonstrate later on, *Clavularia frigida* is nothing but an inconsiderably developed specimen of *Gersemia fruticosa* (SARS). GRIEG has described *Clavularia margaritacea* as a *Sympodium*, so has MAY (1900), while HICKSON and KÜKENTHAL classify it among *Clavularia*. I have, however, by an investigation of the type specimens, been able to prove that it differs but little from *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*, and ought to be classed there. Of the still remaining species, it is certain that *Clavularia alba* (GRIEG) does not belong to the *Clavularia*. In his study of the *Gorgonaceae* from the Trondhjem Fiord, BROCH points out, in describing the *Anthothelia grandiflora* (SARS) VERRILL, that this specimen comparatively often deviates completely from the usual *Gorgonid*-type. This specimen is then entirely devoid of branches and of every trace of an inner skeleton axis, it spreads itself membranously on worm tubes, etc., and has much the appearance of a membranous *Alcyonium*. On investigating GRIEG's *Rhizoxenia alba*, I found complete resemblance between it and *Anthothelia grandiflora*, with regard to spicules, etc. Consequently, I classify *Clavularia alba* among *Anthothelia grandiflora*. BROCH (1912) classifies *Sympodium hyalinum* GRIEG with *Clavularia*, but this is not correct, for it is nothing but a membranous form of *Gersemia fruticosa* (SARS). (p. 66.)

It appears to me very doubtful whether *Clavularia concreta* STUDER can be considered as a *Clavularia*. The basal membrane is too powerful and the spicules show no characteristics of *Clavularia*. I have not had the opportunity to examine the original specimens of STUDER. On the real position of this species I can not for the time being express any opinion.

***Clavularia arctica* (SARS), 1861.**

*Diagnosis:* Tape-like, broad stolons. Polyyps up to 22 mm., with 16 mm. calyx. The spicules of stolon, up to 0,7, are spindles with closely packed, short thorns. Spicules

of calyx are of the same type, 0,72 mm., spicules of the upper polyp part 0,3–0,47 mm. in length.

1883 *Clavularia arctica* KOR. and DAN.

The specimen is characterized by its large polyps, and by the high, well-developed calyx, which occupies more than one half, or  $\frac{7}{10}$  of the whole polyp. Spicules in the stolon and calyx are large, powerful spindles, respectively 0,5 and 0,72 mm. in length, with long thorns, very closely packed. (Fig. 8 c.) The few spicules of the upper polyp-part are 0,3–0,47 mm. long spindles and rods, slightly thorned. (Fig. 8 e.) For other details I refer to BROCH 1912, as my own investigations only confirm these of BROCH.

*General Distribution:*

Norway, Hardanger Fiord, Varanger Fiord, 55–300 met. BROCH 1912 c).

*Clavularia stormi* KOREN and DANIELSEN 1883.

*Diagnosis:* Creeping, narrow stolons. The polyps are 3 mm. in length, with 2,5 mm. high calyx. Stolon spicules 0,25 mm., long spindles, thorns scarce. The spicules of calyx 0,5 mm. The few spicules of the upper polyp-part 0,1 mm. in length.

1883 *Clavularia stormi* KOREN and DANIELSEN.

From the illustrations accompanying the description of KOREN and DANIELSEN, it may be concluded that this species has broad, membranous stolons. They are, however, very small in reality, and the rather large polyps lie scattered, and not in lines, and the branches of the stolons are feeble and narrow. The spicules of the calyx are very characteristic and the spicules of upper poly-part are very few in number, 0,1 mm. long, spindles and rods. (Fig. 8 d.)

*General Distribution:*

Norway, Trondhjem Fiord, 300 met. (BROCH 1912 a).

Fam. *Xeniidae* VERRILL, 1866.

*Diagnosis:* Alcyonaceae of soft, fleshy build. The polyps in their free parts are, for the most part, not retractile; they are connected in their lower part with coenenchym, which is provided with an endodermal canal system. The lower part of the colony consists of one or more simple or ramified, sterile trunks. Dimorphism may exist. The spicules are small, flat, and lamellated, or are entirely absent.

1902 *Xeniidae* KÜKENTHAL.

**Xenia** LAMARCK 1866.

*Diagnosis:* Sterile, simple or ramified trunk, and thence appearing with a sharply depressed polyp-bearing end plate.

1902 *Xenia* KÜKENTHAL.

Subgen. *Ceratocaulon* (JUNGENSEN, 1891) KÜKENTHAL 1906.

*Diagnosis:* The trunk with outer, ectodermal horny skeleton, in addition to the inner mesodermal. Unimportant coenenchym, and few, large, nonretractile polyps.

**Xenia wandeli** (JUNGENSEN), 1891.

*Diagnosis:* Spicules few, tentacles with two rows of pinnulae, at least twenty pairs in each row.

1906 a, *Xenia wandeli* KÜKENTHAL.

This specimen is of very great interest, as being the only northern representative of the fam. *Xeniidae*. JUNGENSEN, when describing it, established a new gen. *Ceratocaulon*, which he classed close to *Xenia*. KÜKENTHAL demonstrates (1906) the relationship between this specimen and *Xenia*, but at the same time he shows its primitive character, and classes it together with *Xenia antarctica*, with the subgen. *Ceratocaulon*, which must, then, denote *Xeniae* of primitive character.

As regards the structure of the anthocodiae and the colony, I refer to JUNGENSEN (1891). The walls between the coelenterons are poor in coenenchym, and there have been developed endodermal, almost entirely connected plates, without any canals. JUNGENSEN states that, in the lowest part of the trunk, where the inner coenenchym is more developed, there exists a capillary net of endodermal cell-strings. There is, consequently, no other connection between coelenterons. That mentioned, however, could not be determined with complete certainty, on account of the lower parts of the specimen having been destroyed. The endodermal layer occupies the same position as the endodermal canal system, in other *Xeniae* for instance, and as, lower down, it resolves itself into a system of narrow canals, we can assume that this endodermal layer is homologous with the endodermal, indirect canal system in the other *Xeniae*. It may be suggested that it is composed of endodermal cell-strings. As regards *Xenia antarctica* KÜKENTHAL (1906a, p. 21) states that the coenenchym between the coelenterons is very insignificantly developed, and the canal system in this consists of thin layer of endodermal cell strings or row of cells. No direct connection between the gastral tubes exists, which, again, denotes that at least an indirect one exists, and that the endodermal layer and the capillary net lower down in the colony possibly performs its functions.

The armament is weak, the spicules small, from about 0,05—0,09 mm., flat, but on one side somewhat arched, with few thorns. In shape they are broadly rectangular, lamellar, with an impression in the middle.

*General Distribution.*

Lat. 66° 16' N., Long. 25° 20' W., 537 met., 1 sp. (JUNGERSEN, 1891).

Fam. **Alcyoniidae** VERRILL, 1865.

*Diagnosis:* Alcyonaceae, whose colonies are not divided into a sterile trunk and polyp-bearing branches. The polyps are uniformly distributed over the greater part of the colony. Colonies are sometimes of membranous structure with closely and evenly packed polyps. Numerous spicules throughout the coenenchym. Spicules of anthocodiae and colony spindles, rods and rollers with girdles, (dumb-bells), and crosses, strongly thorned, or they are irregular, calcareous bodies, lamellated and slightly thorned. Solenia well developed, with endodermal canals or cell-strings; these latter generally occur.

1906, *Alcyonidae*, KÜKENTHAL.

## Synopsis.

- A) Colonies of mushroom shape, with dimorphismus. Siphonozooids with gonads.  
*Anthomastus*, VERRILL, 1878.
- B) Colonies membranous, stoloniferous or of clumsy lobular shape. Dimorphismus does not exist. All polyps with gonads.
- I. Armature consists of well developed spindles, rods and, rollers, with girdles, strongly thorned, not lamellated.  
*Alcyonium* LINNÉ, 1758.
- II. Armature consists of rods, crosses, or irregular calcareous bodies, often flat or lamellated, slightly thorned or granulated.  
*Sympodium*, EHRENBERG, 1834.

KÜKENTHAL (1906) divided the fam. *Alcyoniidae* in two sub-families *Nidaliinae* and *Alcyoniinae*.

As distinguishing characteristics for these sub-families he also adduces:

<i>Nidaliinae.</i>	<i>Alcyoniinae.</i>
<i>Colony</i> with distinct border between the lower sterile part and the upper fertile part.	With no distinct line of separation between the upper and the lower part.
<i>Canal system</i> direct (almost) and indirect.	Indirect.
<i>Calyx</i> well developed.	Not to be found.
<i>Spicules</i> preferably spindles and rods.	Spindles, rods, rollers with girdles, dumb-bells, etc.

Against this I wish to advance:

1) That, in the preceding chapters, it has been indicated out that the canal system is not to be relied upon as a distinctive characteristic (p. 11), and that direct canal system is also found in *Alcyoniinae*.

2) That the calyx in many cases is to be found in *Alcyoniinae*, especially in small and young specimens — for instance, in *Alcyonium digitatum*, *Alcyonium digitatum* var.

*norvegicum*, *Alcyonium glomeratum*, etc. The calyx is in most cases of altogether too temporary a character to be employed as a means of distinction between different families or genera.

3) The differences drawn between *Nidaliina* and *Alcyoniinae*, as regards the shape of colony, that *Alcyoniinae* has no dividing line between the shaft and the upper part of the colony, I do not consider to be a good characteristic. As regards *Nidaliopsis*, KÜKENTHAL (1906) states that an obvious dividing line does not exist.

4) The spicules are a little different in both the sub-families. But also within *Alcyoniinae* spicules of the same type as in *Nidaliinae* are found with different genera (*Sarcophytum*, *Acrophytum* etc.)

The systematization of KÜKENTHAL in the case of *Alcyoniidae* can not be retained. I can not, however, discuss the more detailed systematizing of *Alcyoniidae*, as I have not had the opportunity to investigate all the species of this family. Further, I refer to p. 22.

On p. 17—22 I have already pointed out that the membranous shape of the colonies not is a characteristic which refers to *Cornulariidae*. We find many species of *Alcyonium* which are membranous. In case of *Sympodium* EHRENBERG, this genus contains membranous or stoloniferous forms. *Sympodium* is strongly limited by KÜKENTHAL, who refers to this genus only *S. coeruleum* EHRENBERG. The totally retractile anthocodiae, the small, flat and irregular spicules, and the membranous shape of colonies he indicated as characteristics of the genus. He also refers *Sympodium* to *Cornulariidae*. For the following reasons I cannot approve KÜKENTHAL's conception as regards the position of *Sympodium* within *Cornulariidae*. (Compare p. 19.):

1) The membranous shape of the colony is not decisive, for many other families contain specimens which are also membranous (p. 19).

2) The spicules of *Sympodium* within *S. coeruleum* do not show the characteristic of *Cornulariidae* (p. 25).

3) The power of total retraction of anthocodiae is not possible within *Cornulariidae* (p. 25) and this peculiarity proves a higher stage of development.

KÜKENTHAL only refers *S. coeruleum* to *Sympodium* with the characteristics of the genus. In 1847 FORBES described *Sarcodictyon catenata*. He classifies *Sarcodictyon catenata* in proximity to *Alcyonium*. Most authors (MAY, HICKSON, BROCH) identify it with *Clavularia*. HERDMAN (1883, 1894), who gives a distinct and careful description of this species, retains the genus *Sarcodictyon*. The stoloniferous or membranous shape of colonies, the shape of spicules, and the total retraction of anthocodiae (HERDMAN 1894) provide distinctions which place the genus close to *Sympodium*, in the opinion of KÜKENTHAL.

If we consider the very acceptable conception of KÜKENTHAL in the case of *Sympodium* as sufficient, the differences between *Sympodium* EHRENBERG and *Sarcodictyon* FORBES are unimportant. On account of this I refer *Sarcodictyon* with its species *catenata* to *Sympodium*. I have not investigated the type-specimens of *Sympodium catenatum*. I have, however, investigated a specimen of *Sympodium* from the west coast of

Norway (in the Bergen museum), which is evidently identical with *Sympodium catenatum*. This specimen also tallies with M. SARS' description of *Rhizozenia filiformis* (1856), which must also be identified with *S. catenatum*. What it said below with regard to the position of *Sympodium* is supported partly by my own investigation of this specimen, partly by HERDMAN's careful description of *S. catenatum*.

The most important characteristic of *S. catenatum* is the shape of the spicules. These are partly rods and crosses, relatively slightly thorned, partly lamellated, irregular, granulated, calcareous bodies. They are comparatively closely packed in coenenchym, they are few in number, however, in the body walls of the anthocodia. The numerous different formations of spicules prove a high differentiation. In other cases the spicules are small and have a rudimental mark. The principal types recall the spicules of *Alcyonium*. The colonies are stoloniferous or membranous (= *Sarcodictyon agglomerata* FORBES). The anthocodiae are small and may be totally retracted. The calyx-like part which surrounds the lower part of anthocodia belongs to the coenenchym and also contains thin cell-strings (compare HERDMAN, 1894). The basal parts of the colony contains large canals.

In account of what I have mentioned above, I refer *Sympodium catenatum* and the genus *Sympodium* to *Alcyoniidae*, and in proximity to *Alcyonium*. The closer relationship between *Alcyonium* and *Sympodium* cannot be distinctly established for the time being. It appears to me that *Sympodium* contains species which have been developed from the membranous forms of *Alcyonium*, and which retain their growth of colonies upon all substrata. The reduced armature has been produced in consequence of the peculiar mode of growth of the colonies. A strong development of spicules is not necessary to support the low, creeping colonies.

### Alcyonium LINNÉ, 1758.

*Diagnosis:* The colonies are of membranous or clumsy, lobular shape, and without dimorphism. All polyps with generative tissue. Spicules are spindles, rods, rollers with girdles (dumb-bells), and crosses. In the bark of the colony the rollers with girdles (dumb-bells) and crosses are more or less numerous. All spicules are strongly thorned and not lamellated.

1906 a, *Alcyonium* KÜKENTHAL.

KÜKENTHAL has proposed a division of the genus *Alcyonium* into three sub-groups, *Alcyonium* (= *Eualcyonium* BROCH), *Metcalcyonium* and *Erythropodium*. As has already been remarked (p. 19), the *Erythropodium* contains species with membranous shape, but these species, under other conditions of existence, may assume the shape of real species of *Alcyonium*. A revision of the genus *Alcyonium*, with attention paid to the views discussed above, is a pressing necessity. At the same time, I wish to point out that in all probability *Metcalcyonium* contains fully developed specimens of *Alcyonium*, as, on investigating antarctic species, I have also found, for instance with *Antalcyonium clavata* PÜTTNER. I must therefore reject KÜKENTHAL's classification.

To this genus belongs only one northern species *Alcyonium digitatum*, but from their systematic interest, I must deal with some of its exotic species.

*Alcyonium glomeratum* HASSAL.

With the genus *Gersemia* MARENZ. KÜKENTHAL (1906) classes *Bellonella variabilis*, which was described in 1901 by STUDER. Further on I shall show in greater detail the inaccuracy of the classification of *Gersemia* as a genus, after KÜKENTHAL. *G. variabilis* is undoubtedly an *Alcyonium*, even if the specimens described are not fully developed. When investigating young specimens of *Alcyonium digitatum*, my attention was called to the great external differences between the shape of the colonies and that of the fully developed. This quite naturally led me to suspect a similar condition of things in the case of other species too, and my supposition was confirmed on investigating *Gersemia variabilis*, which I found to be a not fully developed specimen of *Alcyonium glomeratum* (HASSAL).

On investigating STUDER's original specimens, I find as follows:

From a short, broad, sterile base, a trunk arises, which soon divides into two large lobe-like branches. Even below the ramification, the trunk bears anthocodia, which are spread evenly over the whole colony, and are all of the same kind. The lower part of the anthocodia consists, in most cases, of a calyx, 2—3 mm. in length, with longitudinal ridges, which end in papillae. This calyx is, however, completely retractile. In consequence of the strong armature it is often well developed. The origin of the papillae is that, on retraction, the spicules in the ridges of the calyx are pushed forward past the upper corner. The calyces present some likeness to a bird's-nest, a feature which is also characteristic of *A. glomeratum*. The retractile part of the anthocodia contains eight double rows of spindles, which converge towards the top and are as much as 0,25 mm. in length, the spindles being scattered and having short thorns. Towards the shaft of the anthocodia, the spicules take on the shape of a transversal wreath, composed of some irregularly placed rods and spindles. In the calyx there are spindles and rods, 0,3 mm. in length, besides double stars. In the inner coenenchym the spindles and rods are about 0,25 mm. in length.

As regards the interior construction, this species shows a clear *Alcyonium* character. STUDER describes the canal system as follows:

»Au-dessus vient une épaisse couche gélatineuse dans laquelle sont disposés les sclérites. Elle contient de petites cellules granuleuses de formes irrégulières qui produisent de nombreux filaments protoplasmiques se reconstruant avec des filaments d'autres cellules et forment ainsi un réseau, qui unit les cellules ectodermiques aux cellules endodermiques, qui tapissent les tubes des polypes. Ce tissu est identique à celui de la cloche des méduses et représente un système de nutrition entre l'endoderme et l'ectoderme. Le même tissu se trouve entre les tubes des polypes qui sont rapprochés du centre de la colonie, et là ces cellules se groupent pour former de vrais filons qui se ramifient et vont d'un tube à l'autre; quelque fois ils entourent un canal très mince et se transforment en tubes nutritifs capillaires.»

From this it appears that there exist both a well developed endodermal indirect connection and, more rarely, a direct connection. The general construction of the colony, without differentiation in trunk and branches, the big lobe-like branches, the position of the anthocodiae, the altogether retractile polyps, point to *Alcyonium*. The adventitious formation of calyx has led KÜKENTHAL astray, and has induced him to class this specimen with *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL). In other respects, the species differs in the whole of its construction from the types which KÜKENTHAL refers to *Gersemia*.

Among the *Alcyonium*-species, this species approaches nearest to the *Alcyonium glomeratum* HASSAL. This is particularly the case as regards the bird's-nest-like formation of calyx, and the vigorous development of spicules. The spicules, both in the upper and lower part of the polyp, show a great likeness in shape and dimensions to those of *Alcyonium glomeratum*. The insignificant differences cannot justify a distinction between *Bellonella variabilis* STUDER and *Alcyonium glomeratum* HASSAL. The former, however, may be considered as an incompletely developed specimen of *Alcyonium glomeratum*.

In 1901, STUDER described a new specimen, *Alcyonium compressum*, which, according to his own statement, greatly resembled *Alcyonium glomeratum* HASSAL, but which is distinguished from it by the cylindrical shape of the lobes and the more evident calyx. The spicules, too, are said to present divergencies from those of *A. glomeratum*. With regard to the shape of the lobes, this cannot be relied upon as a specific characteristic; as, in this respect, there exists great variety in *Alcyonium*, the younger and smaller forms of *A. glomeratum* being devoid of any formation of lobes. The existence of a more prominent bird's-nest-like calyx is of still less value as a specific characteristic. As regards the spicules, STUDER has no figures, but the account of their shape and measurements corresponds with that of *Alcyonium glomeratum*. STUDER distinguishes, in *A. compressum*, between an outer layer with small rods and spindles, and an inner layer with longer spindles and rods. In *A. glomeratum*, on the contrary, he has found, in the calyx and the bark of the colony, spindles, rods, and clubs, 0,3 mm. in length, alternating with small rollers with girdles, etc. On an investigation of a specimen of *Alcyonium compressum*, I found, however, a complete correspondence with spicules from *A. glomeratum*; a number of large spindles of 0,3 mm. in length, small rods and clubs appearing beside small rollers with girdles mingled as in the case of *A. glomeratum*. Consequently I identify *Alcyonium compressum* with *A. glomeratum*.

#### *Alcyonium bocagei* (KENT).

As regards *Gersemia bocagei* (KENT) and *G. studeri* (v. KOCH), on the other hand, these differ considerably from *Alcyonium glomeratum*. The difference between *Gersemia bocagei* and *G. studeri* appears to be unimportant. The insignificant differences between the spicules of the anthocodia can scarcely be made a criterion for differentiating the species. The ramification in the case of *Gersemia studeri* is, on the contrary, much less developed, but in all probability the specimen of this species is young. Of these I have only examined *Gersemia bocagei*, i. e. *Nidalia atlantica* STUDER, which by

WRIGHT and STUDER, as well as by KÜKENTHAL, has been considered to be identical with *G. bocagei* (see Pl. II fig. 22).

KÜKENTHAL classifies these species with *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL). The anthocodiae are totally retractile. STUDER hints at the possibility of *Nidalia atlantica* being related to *Eunephtya*.<sup>1</sup> The specimen which I have investigated is comparatively well developed, and has signs of lobe formation on the polyp-bearing part, which, without a dividing line, passes into the sterile, vigorous lower part. The spicules may be as much as 1 mm. in length, very vigorous, sparsely distributed spindles and rods.

On a closer comparison between *Nidalia atlantica* and a large number of *Gersemia* and *Eunephtya* species (sensu MOLANDER), besides *Alcyonium* species, I come to the conclusion that the relationship accepted by STUDER is wrong. I base this conclusion of mine, first of all, on the distinct *Alcyonium*-character of the spicules, although they are unusually large and powerful. This applies equally to the spicules of the anthocodia and to those of the branches. Further, the specimen examined did not show the least sign of ramification, although it was fairly well developed. On the other hand, a sign of division of the polyp-bearing part into two parts (lobes) could be observed. The lower, sterile part of the colony passes, without a definite line of division, into the upper part. This mode of growth is found more frequently in the case of *Alcyonium*. In this genus a young, or a not fully developed specimen often assumes an abnormal shape, as we saw just now in the case of *Alcyonium glomeratum*. In *Gersemia* or *Eunephtya* specimens (sensu MOLANDER) the branches may be wanting, but, in such cases, the colony assumes quite a different form; a trunk is obvious, and the situation of the polyps becomes altogether different. The geographical distribution does not correspond with that of *Gersemia* and *Eunephtya* (sensu MOLANDER). I had not the opportunity of investigating the canal system of *Nidalia atlantica*. On account of the shape of the spicules and the colony, I place *Nidalia atlantica* (= *Gersemia bocagei* sensu KÜKENTHAL) with *Alcyonium*.

#### *Alcyonium digitatum* LINNÉ, 1758.

*Diagnosis:* The bark of the upper part of the colony has short rollers with girdles (dumb-bells) and crosses, 0,1—0,2 mm. in length. In the inner coenenchym the spicules rather pass over into irregular crosses, or spindles and rods, with large processes.

1894, *Alcyonium digitatum* HICKSON.

*Alcyonium digitatum* was already known to LINNÉ and has been described in more or less detail by a great number of writers. It is one of the most common *Alcyonaceae* in the boreal fauna of the northern seas. Beside this species, there is described a variety *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.). Originally the latter was described as a *Symphodium*, but KÜKENTHAL (1906) accepted it as an *Erythropodium*, a description which was confirmed by BROCH 1912, who, in addition, distinguishes it as a separate species.

<sup>1</sup> STUDER retains the classification of KÜKENTHAL, 1896.

BROCH points out that the membranous development in the *A. digitatum* var. *norvegicum* (= *Erythropodium norvegicum*) is also found in specimens of *Alcyonium digitatum*, and I have also found this in numerous specimens from Bohuslän, Sweden. In order to distinguish between *A. digitatum* and the variety *norvegicum*, which he considers as species, BROCH very carefully examines the armature and finds considerable divergences.

Before I ventilate the question of the difference in the shape of the spicules of the two forms, I will briefly refer to the different ideas held concerning the remarkable system of growth which is stated to be a characteristic of *Erythropodium norvegicum* (sensu BROCH).

As a result of v. KOCH's valuable investigations with regard to *Sympodium coraloides* PALLAS, which he considers to be an *Alcyonium* that has adapted itself to its substratum, KÜKENTHAL, in 1906, could greatly reduce the number of species of *Sympodium*, in as much as he considered a number of *Sympodium*-forms to be *Alcyonium*-species belonging to the sub-genus *Erythropodium*, which are distinguished by a low, membranous colony. He points out, at the same time, that the likeness between *Sympodium* and *Erythropodium* should be considered as a phenomenon of convergence, due to singular conditions of life. He tentatively classifies *Sympodium norvegicum* KOR. and DAN., mostly on account of the appearance of the spicules, among *Erythropodium*. BROCH confirms KÜKENTHAL's opinion, but he has not yet explained the real differences between *Sympodium* and *Erythropodium*.

As a result of my own investigations, I have come to a somewhat different conception of these *Erythropodium*-species, in as much as, unlike KÜKENTHAL and BROCH, I do not admit that they belong to a constant sub-genus. (Compare p. 19.) I imagine that they are forms which have adapted themselves to the varying substrata, but which would otherwise be perfectly normal. I obtain further support for this supposition of mine from the conditions existing in *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*.

On tubes and shells of worms, mussel shells, coral trunks, etc., there are found the creeping colonies of *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*, whose colonies often form membranes which completely enclose the substratum. There are found in numerous cases, however, colonies of normal type, as regards their outward shape, with an armature which completely corresponds with that of *A. digitatum* var. *norvegicum*. I wish to point out that a great number of normal specimens, investigated by me, from the coast of Sweden showed an armature corresponding with that of *A. digitatum* var. *norvegicum*. Consequently, as we find the spicules type of *A. digitatum* var. *norvegicum* in the normal colonies, the armature is not decisive of the question: *Alcyonium digitatum* or *Erythropodium norvegicum* (sensu BROCH)? Nor is the mode of growth either, as we find the species now with membranous, now with normal colonies.

BROCH, however, has been able to distinguish two types of spicules, which are to be found in *Alcyonium digitatum* and *A. digitatum* var. *norvegicum* respectively. The transitional form between these types is not absent, and this holds good in particular in respect to the spicules from the bark of the colony.

Type I. *Bark spicules*, short broad rollers, with two or more girdles; sometimes short rods with girdles, crosses, etc. of simple construction; spicules with few, but broad, thorns. (Fig. 11 a.) Length of spicules 0,10—0,15 mm.

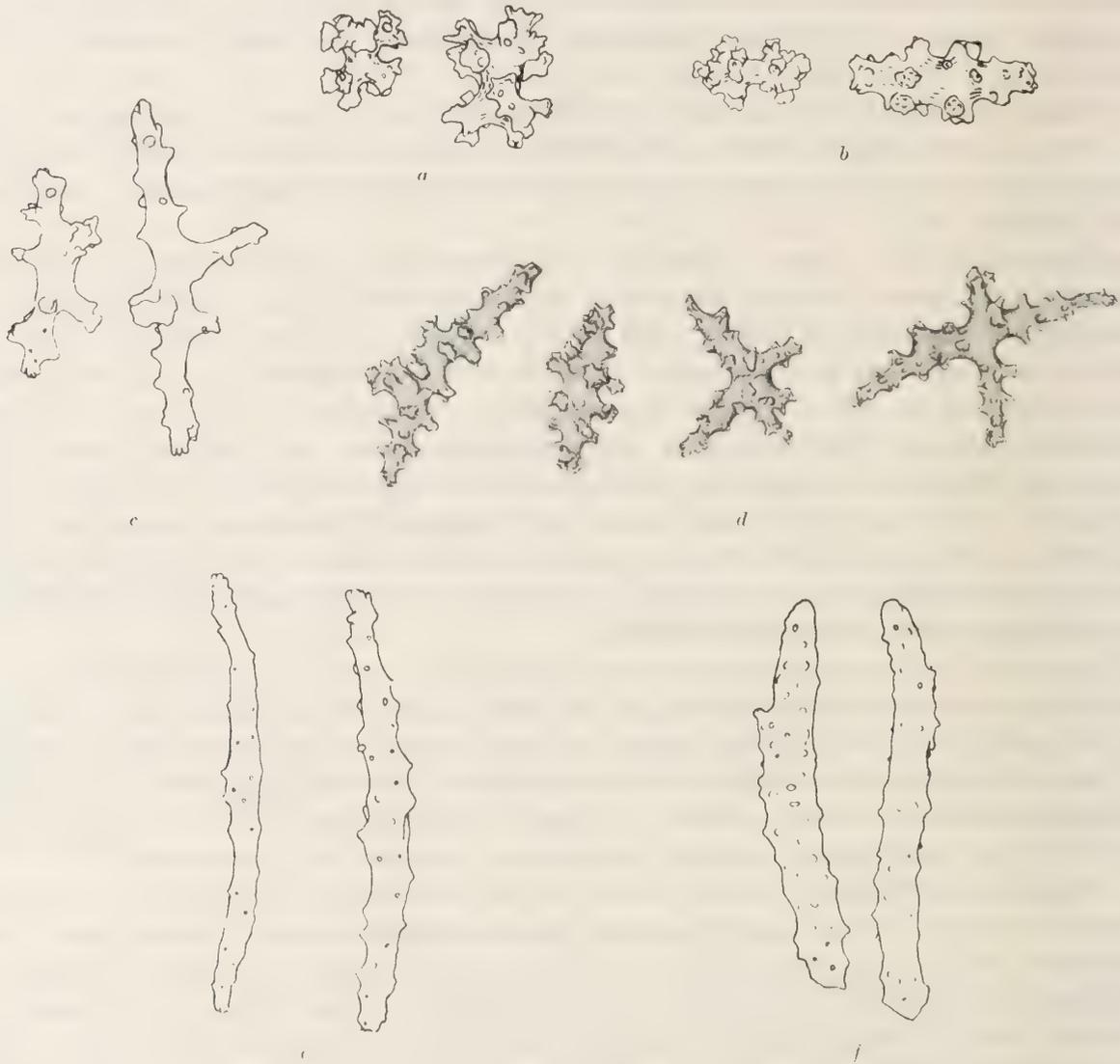


Fig. 11. Bark spicules. a) From *Alcyonium digitatum* LINNÉ. b) From *A. digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.). c) Spicules of inner coenenchym from *A. digitatum* LINNÉ. d) From *A. digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.), Spicules of anthocodia. e) From *A. digitatum* LINNÉ. f) From *A. digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.). (11 a, b, c, e, f after BROCH 1912 a). Enlarged 200 times.

*Spicules of inner coenenchym*, long branches, sparsely thorned; rods and spindles. (Fig. 11 c.)

*Spicules of anthocodia*, spindles, clubs and rods of slender type. (Fig. 11 e.) Length of spicules 0,35 mm.

Type II. *Bark spicules*, somewhat longer, not such broad rollers with fewer, more closely packed thorns; sometimes longer, more rod-shaped spicules, with girdles. (Fig. 11 b.) Length of spicules 0,1—0,2 mm.

*Spicules of inner coenenchym* are distinguished, above all, by abundant ramification; they are abundantly thorned rods and spindles, crosses, and irregular spicules. (Fig. 11 d.)

*Spicules of anthocodia* somewhat shorter, broader spindles, rods and clubs. (Fig. 11 f.) Length of spicules 0,3 mm.

BROCH has correctly found the principal types, as concerns the bark spicules, although it must not be forgotten that, even in *Alcyonium digitatum*, there are to be found longer, more rod-shaped spicules, with girdles, even if, in this case, they have feebler thorns. The largest of the types, however, which BROCH has found from the bark, is not normally to be found there, but in the inner coenenchym. With regard to the spicules of the inner coenenchym, in the case of type II, I found, besides the shape noted by BROCH, the rather exceptionally ramified, irregular spindles, and the characteristic, broad crosses, with their long branches. (Fig. 11 d.) As regards the armature of the anthocodia, the difference between the types of spicules is less, and these merge more into each other. In general, however, there exists a more powerful armature in the case of the *A. digitatum* var. *norvegicum*. In this variety the spicules are somewhat more ramified and have more numerous thorns, which are closely packed. The stronger development of armature in the variety produces a smaller power of retraction of the anthocodiae; a calyx is often developed. The expansion of the anthocodiae, also, is not so strong as in the main species, and the bark of the colony is rougher. The transitions between the two types are numerous.

The canal system apparently deviates very much from the normal, with regard to the membranous forms. The indirect, vertical canal system is very little developed, and the thin cell-strings are placed in the vicinity of the walls of the coelenterons. At the base of the colony we find, on the contrary, a development of the canals. In this case, we must distinguish between two different kinds of canal systems: 1) The original horizontal canals and cell-strings, which unite the polyps indirectly. (Pl. III fig. 35, 36.) The canals may, at times, be of considerable dimensions in width and height. 2) Sometimes, between these canals and the bases of the coelenterons, there are developed a direct connection, above the lateral, and strings. This connection between the polyps, however, soon disappears again. (Pl. III fig. 31, 34.) I have seen less frequently, in the case of the species in question, direct connection between the polyps, as is often the case with other species. That this direct connection between the coelenterons is developed at the base of the colony is due to the fact that, in the case of this species, as well in that of the nearly related *Alcyonium membranaceum*, *A. reptans*, *A. contortum*, the indirect canals or cell-strings, at the base only, are better developed.

Near the circumference of the membranes, where the polyps are wanting, the horizontal canals often coalesce with each other through short transverse strings and thereby give rise to large canals, which, consequently, run at an angle to the longitudinal direction of the colony. (Pl. III fig. 36.)

The question now is whether the points of view here adduced can justify a division of the northern species of *Alcyonium*. The mode of growth of the colonies is of no importance for differentiating various species, as in this respect the variations are too great. The armature falls into two types, but transitions between these types are

found. For this reason, I consider, I cannot retain *Erythropodium norvegicum* (sensu BROCH) as a distinct species, especially as the original and most important characteristic of this species, the membranous mode of growth, is altogether worthless. On the other hand, the *Alcyonium digitatum* includes two different types and may be divided into two varieties *A. digitatum* var. *digitatum* and *A. digitatum* var. *norvegicum*; the latter is identical with *Erythropodium norvegicum* (sensu BROCH).

***Alcyonium digitatum* var. *digitatum* n. var.**

*Diagnosis:* The spicules of type I.

HICKSON, in his excellent monograph on *Alcyonium digitatum*, points out divergencies between the spicules of the different varieties. It seems, however, from his illustrations of spicules, that the white variety mentioned by him corresponds with the var. *digitatum*. The measurement of the bark spicules: 0,10—0,15 mm., of the spicules of anthocodia: 0,35 mm.

Within the var. *digitatum* is found, beside the membranous colonies, stunted, undeveloped colonies, which are of interest on account of their interior construction. (Pl. II, fig. 24—26.)

In most cases the coelenterons of the polyps reach right to the base of the colony. The endodermal, indirect canal system is, as yet, poorly developed, and there is found instead a direct connection between the coelenterons. In the older specimens, however, the direct connection has generally disappeared, and only the indirect vessel-system appears. The crowding among the numerous coelenterons of the polyps in the, as yet but slightly developed, colony may be considered as an explanation of the direct connection. In other respects, this offers a parallel to the conditions in a number of species referred to *Gersemia* (sensu MOLANDER), where the canal system is direct.

*Habitat:*

*Sweden*, off Helsingborg, 32—40 met. sandy loams, THÉEL, TRYBOM 1878. Marstrand, N. Astol—Moholmarna, 36—80 met. LAGERBERG <sup>23</sup>/<sub>7</sub> 1906, 1 sp. Gullmaren, Spättan—Bondhålet 27 met. Kristineberg zool. station 1909 1 sp. Gullmaren, Löken, Kristineberg zool. station 1909 7 sps. Koster Fiord, 9—27 met. rocky bottom, LJUNGMAN <sup>25</sup>/<sub>8</sub> 1865 1 sp.

*Further distribution.*

*Sweden*, Skåne, Öresund, 23—24 met. (LÖNNBERG 1898). Bohuslän, Gullmaren (THÉEL 1907). Denmark, off the west and east coasts of Jutland, Cattedgatt, Öresund, 10—40 met. (LEVINSEN 1893).<sup>1</sup> Denmark, Lim Fiord (MORTENSEN 1897).<sup>1</sup> Norway

<sup>1</sup> On this locality also *A. digitatum* var. *norvegicum* may occur, but the author does not distinguish between the two varieties.

(BROCH 1912). England, coast of, 11—689 met. (HICKSON 1894).<sup>1</sup> Ireland, 185—203 met. (STEPHENS 1909). Bay of Biscay, 142—500 met. (HICKSON 1907).<sup>1</sup> East Cape Cod, 80 met. (VERRILL 1879). Numerous specimens are found in Cattegatt, 10—50 met., and on the coast of Bohuslän, Sweden, 10—40 met. in different localities.

*Alcyonium digitatum* LINNÉ var. *norvegicum* (KOR. and DAN.) 1883.

*Diagnosis:* Spicules of type II.

1834, <i>Sympodium massa</i> EHRENBURG.	1906 a, <i>Erythropodium norvegicum</i> , <i>Clavularia</i>
1883, <i>Sympodium norvegicum</i> , <i>Haimea hyalina</i>	<i>margaritacea</i> KÜKENTHAL.
KOR. and DAN.	1912 a, <i>Erythropodium norvegicum</i> BROCH.
1887, <i>Sympodium margaritaceum</i> GRIEG.	

This variety corresponds to the yellow variety of *Alcyonium digitatum* which HICKSON noticed in 1894. Further species, described as *Sympodium massa* EHRENBURG, *Sympodium margaritaceum* GRIEG, and *Haimea hyalina* KOR. and DAN., belong to this variety of *A. digitatum*. MAY (1900) and KÜKENTHAL (1906 a) consider *Sympodium margaritaceum* GRIEG to be *Clavularia*. KÜKENTHAL (1906 a) refers the membranous form of this variety to his sub-genus *Erythropodium*, and BROCH (1912) proves that *Haimea hyalina* is a young specimen of the *A. digitatum* var. *norvegicum*.

#### *Habitat:*

Sweden, Landskrona—Helsingborg, RHAMM 1870. Helsingborg, 32—42 met. Sandy loams, THÉEL, TRYBOM 1878. Hallands Väderö, S. S. W. Höghalla point in E. S. E., 27 met., shell bottom LÖNNBERG <sup>10</sup>; 1902. Gullmaren, Gåsö, 18—36 m. AURIVILLIUS <sup>27</sup>/<sub>5</sub> 1895. Väderöarna, S. LOVÉN. Strömstad Fiord, 12—27 met. HANSON.

Norway, Flekke Fiord, ÖBERG, 1869.

The North Sea, Lat. 53° 20' N., long. 2° 27' E., 54 met. Eugenie-exp.

#### *Further distribution.*

Norway, Christiania Fiord (EHRENBURG, 1834), west coast, 433 met. (GRIEG 1887), west coast, 20—500 met. (BROCH, 1912 a), England (HICKSON, 1894).

Common in North and Middle Cattegatt and on the coast of Bohuslän, Sweden, 10—50 met. in different localities.

<sup>1</sup> On this locality also *A. digitatum* var. *norvegicum* may occur, but the author does not distinguish between the two varieties.

*Sympodium massa.*

In his treatise, *Korallenthiere des rothen Meeres*, Berlin, 1834, EHRENBURG mentions a species, *Sympodium massa*, from Norway, near Dröbak, in the Christiania Fiord.

»Subpollicare, obducens, pulvinatum, subconicum, spongiosum, molle, flavum, animalculis albis: In sinu Christianiae prope Droebak vivum semper observavi.»

Concerning this species, only one report has been made in the literature. MAY mentions it (1898), but does not discuss the subject. It is possibly identical with *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.).

*Sympodium margaritaceum.*

The two specimens on which GRIEG bases his investigation are small and have only a small number of polyps. One of these specimens is tape-like in shape and therein differs considerably from the other, which is membranous, and, in consequence, has a shape which is much like that of *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*. The anthocodiae are placed with a space of from 1 to 2 mm. between them and have a calyx. The anthocodiae, however, are retractile. The spicules in the anthocodiae are closely packed and are strongly thorned. In the upper part of the anthocodia, the spicules are placed close together in eight longitudinal, double rows, and are composed of sparse rods and spindles, with low thorns. In the tentacles, the spicules are placed very close and at right angles to the longitudinal direction of the shaft. The pinnulae are thick and clumsy, 8 to 9 on each side, and are without spicules. The length of the spicules in the polyp is from, 0.10—0.28 mm., in the tentacles, 0.12 mm. In the bark of the colony there exist short strongly thorned spicules with girdles (dumb-bells), mixed with somewhat longer rollers, about 0.15 to 0.2 mm. in length. In the inner coenenchym there exist spicules, which much resemble those of *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*. The anthocodiae are closely packed on the colony and are from 1 to 1.5 mm. in length. The original type of the spicules is the same as in *A. digitatum* var. *norvegicum*; the difference consists in a more powerful armature in the anthocodia, and in consequence, a larger thorn-formation results in the spicules. In addition, the spicules of the bark and the inner coenenchym are somewhat more closely thorned. In other respects, GRIEG has confused spicules from the inner coenenchym with those from the bark. The difference in the shape of the colony is great, but the variation in this respect within the group in question is great enough to embrace this too. I consider *Sympodium margaritaceum* GRIEG to be an *Alcyonium digitatum* var. *norvegicum*.

**Sympodium EHRENBURG, 1834.**

*Diagnosis:* Colonies membranous or stoloniferous, without dimorphismus. All polyps with generative tissue. The armature consists of small rods and crosses, or irregular calcareous bodies, often flat or laminated, slightly thorned or granulated.

**Symphodium catenatum** FORBES 1847.

*Diagnosis:* In the bark of coenenchym the rods and crosses are most numerous, mixed with irregular calcareous bodies, closely packed. Spicules of anthocodia mostly rods.

1847 *Sarcodictyon catenata*, *S. agglomerata* FORBES.

1856 *Rhizoxenia filiformis* M. SARS.

1892 *Clavularia catenata* HICKSON.

Beyond what is mentioned on p. 32 I will add that it seems me that HERDMAN'S view (1894) as to the position of this species in relation to *Alcyonium* is correct. The attempt of BROCH (1912) to identify this species with *Clavularia stormi* is incorrect. The differences in shape of the spicules of *S. catenatum* and *C. stormi* proves it.

*General Distribution.*

West coast of Norway (M. SARS, 1856), Herlö Fiord (APPELLÖF, 1895), west coast of England, Scotland, 18—72 met. (HERDMAN 1883, 1894), west coast of Ireland, 720—762 met. (STEPHENS, 1909).

**Anthomastus** VERRILL, 1878.

*Diagnosis:* The colonies are of mushroom shape. The upper surface of the colony flat or arched, completely or partially, irregularly divided. Dimorphism exists. Autozooids few, large, and retractile. Siphonozooids numerous, with gonads. Spicules are spindles, clubs, rods, rollers with girdles (dumb-bells), crosses.

1910 a, *Anthomastus* KÜKENTHAL.

## Synopsis.

A) Polyp-bearing part arched, complete.

*A. purpureus* (KOR. and DAN.), 1883.

B) Polyp-bearing part flattened, irregularly divided.

*A. agaricus* STUDER, 1891.

**Anthomastus purpureus** KOREN and DANIELSEN, 1883.

*Diagnosis:* The colony is sponge-shaped, with a shaft and a broad and polyp-bearing arched disc. Large autozooids 12 mm. in length, arranged in three irregular groups. (Pl. II fig. 27.)

1912 a, *Anthomastus purpureus* BROCH.

The colony is from 1.5 to 5 cm. in height, with a shaft which at the base extends membranously, and an arched polyp-bearing part. The polyps are of two kinds, partly large and few in number, occurring only on the upper part of the colony, i. e., the so-called autozooids, and partly small and numerous, situated also on the sides of the colony. si-

phonozooids. The tentacles of the autozooids are 8 mm. in length, strongly armed, and the spicules produce an adoral ridge. In the tentacles and in the body of the anthocodia, the spicules occur as spindles or rods. The siphonozooids are without tentacles, contain gonads, are without armature, but are generally surrounded at the base by a wreath of clubs of varying length. In the inner coenenchym of the colony shaft there are spindles of 0.6—0.8 mm. in length and in the bark, rods together with crosses and stars of 0.15 mm.

By means of transverse sections, I have observed that the canal system consists almost exclusively of wide, endodermal canals, which, on the one hand, connect directly the coelenterons of the siphonozooids with each other, and on the other, connect the coelenterons of the autozooids with the surrounding siphonozooids. The connection between the coelenterons is very well developed and the inner coenenchym is given the appearance of a net-work. Direct communication between the coelenterons of the large autozooids does not appear in the upper part of the colony, but is only found in the lower part, where these are closer together. No endodermal, indirect canals but only cell-strings are found in the upper part of the colony, and it is only in the lower portion of the colony that we see insignificantly developed endodermal cell-strings. The coelenterons of the autozooids reach as far as to the base of the colony. The body cavity of the siphonozooids is very short, but their coelenterons continue far down towards the base. This investigation of mine of the canal system agrees with MOSELEY's investigation of the canal system of a species of *Sarcophytum*. The genus *Sarcophytum*, in the opinion of MOSELEY, is evidently identical with the genus *Anthomastus* VERRILL. Compare further CYLKOWSKI (1911).

#### *Habitat:*

Norway, Bergen, By Fiord, 100—400 met. fine sand (ÖSTERGREN, 1909) 1 sp.; Trondhjem Fiord, 450 met. 1 sp.

#### *Further Distribution.*

Norway, Helle Fiord, By Fiord, Trondhjem Fiord, 200—500 met. (BROCH, 1912 a).

#### *Anthomastus agaricus* STUDER, 1891.

*Diagnosis:* The polyp-bearing part is flat, irregular, divided. Autozooids in the circumference of the disc, the middle part is provided with siphonozooids.

1891, *Anthomastus agaricus* STUDER.

Respecting this species, I refer to STUDER, 1901, who gives a good description with illustrations.

#### *General Distribution.*

Newfoundland, 1267 met. (STUDER, 1901). West coast of Ireland, 720 met. (STEPHENS, 1909).

Fam. *Nephtyidae* VERRILL, 1869.

Alcyonacea, whose colonies consist of a trunk, which supports the polyp-carrying branches. Colonies often membranous with few polyps, either scattered or arranged in bunches. Spicules in the coenenchym between the coelenterons either scarce or packed in strongly developed formations. Spicules of anthocodiae and colony spindles, rods and rollers with girdles, (dumb-bells) and crosses. Solenia well developed, with endodermal numerous canals or cell-strings, the canals abundant.

1896 *Nephtyidae* KÜKENTHAL.1904 *Nephtyidae* KÜKENTHAL.

## Synopsis.

- A) The anthocodiae retractile; the points of the branches with profuse development of coenenchym; spicules of anthocodiae rods, spindles and rollers with girdles. *Gersemia* MARENZELLER, 1878.
- B) The anthocodiae not retractile; the points of the branches with insignificant coenenchym. The spicules of anthocodiae, clubs, spindles, and rods. *Eunephtya* VERRILL, 1869.

Of this family, which is so rich in genera and species, there are found in the northern seas representatives of only two genera, which are very closely related to each other, viz. *Gersemia* MARENZELLER and *Eunephtya* VERRILL.

*Gersemia* was classified by MARENZELLER in 1878. In 1907 KÜKENTHAL distinctly separated the genus *Gersemia* from the genus *Eunephtya* VERRILL. The differentiating characteristic was that called calyx (kelch) within *Gersemia*, which is caused by a vigorous development of spicules in the lower part of the anthocodia and in the coenenchym bark, whereby a complete retraction of the anthocodiae is to some extent prevented. As I shall be able to prove later on, this characteristic is of no value as a distinction between genera. Consequently I reject the genus *Gersemia* proposed by KÜKENTHAL. But for many reasons I divide the genus *Eunephtya* (sensu KÜKENTHAL) into two genera, of which the one may be called *Gersemia*<sup>1</sup> MARENZELLER, the other *Eunephtya* VERRILL. *Gersemia*, in my opinion, is identical with *Eunephtya alcyoniformis* (sensu KÜKENTHAL), *Eunephtya* is identical with *Eunephtya nephtyiformis* (sensu KÜKENTHAL).

When I was determining the specimens at the State Museum, I was struck by the difficulty there was in deciding whether a so-called calyx existed or not. In the case of numerous specimens in the *Eunephtya* (sensu KÜKENTHAL), I found a calyx fully identical with the one I had observed in *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL). By means of investigations with a great number of *Eunephtya*-species (sensu KÜKENTHAL) at the Swedish State Museum, and by comparing them with the type samples of all the *Gersemia*-species which are accepted by KÜKENTHAL, I came to the conclusion that the calyx cannot be relied upon as a means of differentiating between genera or species. The development of a calyx is subject to actual individual variation. I have already pointed out cases, in regard to the family of *Alcyoniidae*, where the calyx varies as regards its existence

<sup>1</sup> MARENZELLER (1878) describes *Gersemia loricata* and *Gersemia florida*, which are identical with *Gersemia fruticosa* (SARS), 1860 [= *Eunephtya fruticosa* (sensu KÜKENTHAL)].

in the same species. I now wish to advance some views, which, I hope, will decide the nature and genesis of the calyx.

1) Young specimens of different species, for instance, *Gersemia* (= *Eunephthya* (pars), KÜKENTHAL) *fruticosa*, *G. clavata* var. *truncata*, and others, have, as a rule, in proportion to their size, vigorous development of spicules in the trunk and the anthocodiae.

2) Since the development of the polyps takes place, as a rule, more rapidly than that of the trunk, and since, too, the poorly developed coenenchym of the colony makes the retraction of the anthocodiae impossible from purely mechanical reasons, the result is a production of a calyx.

3) Certain colonies, on account of adaptation to their substrata and of other biological reasons, have suffered a great change of shape, with a strongly marked reduction of the coenenchym in trunk and branches, as, for instance, *Gersemia fruticosa* forma *loricata* (MAR.). In consequence, there often appears calyx. In this case, however, a retraction can be noticed, too, especially when the number of polyps is small and when they are scattered (*Gersemia fruticosa* forma *membranea*).

4) Even in well-developed specimens a calyx may exist. It is not, however, so constant and appears principally in specimens with profuse armature in the anthocodiae and in the bark of the coenenchym. As this armature, even in the same species and even in the same individual, may vary very much, the natural consequence is a great variation in respect to the occurrence of calyx.

5) The spicules in the lower part of the anthocodiae and in the bark of the coenenchym which surround the lower part of anthocodia, are the chief decisive factors as regards the formation of a calyx, but a strong armature in the upper part of the anthocodiae may also produce a calyx, as, for instance in *Gersemia fruticosa* var. *rigida*, with its long and narrow spicules. The introversion of the upper part of the anthocodia is increased, even rendered impossible, but the lower part of the anthocodia includes the possibly retracted upper part of the anthocodia and also produces a strongly developed calyx. This, however, cannot always prevent a retraction of the anthocodiae as the number and size of the spicules vary in different species.

6) An insignificant armature of spicules in the anthocodia effects their complete retraction; *Gersemia rubiformis*, for instance, which has a sparse development of spicules in the anthocodia, is mostly devoid of the calyx.

7) In all *Gersemia*-species (sensu MOLANDER), possibly with the exception of the last-named, there exists a calyx.

Besides the facts regarding the calyx, I also wish to advance some other points of view to prove the unsuitability of retaining *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL) as a separate genus.

8) The direct canal system, assigned to *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL), develops as a consequence of the crowding between the coelenterons, which is particularly the case with young specimens, in consequence of the more rapid development of the polyps, than of the coenenchym, in the trunks and branches. When the colony is well developed, the direct connection disappears, and in other cases it is only retained as long as the

crowding of the coelenterons of the polyps exists during continued growth. (pp. 14 and 17.)

9) When, as in many species, the colony during the greater part of its development retains a great multitude of polyps in proportion to the insignificant coenenchym, and the colonies do not acquire full development, the direct connection is retained too. The species of *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL) investigated, however, are in most cases such forms and, in consequence, have direct connection in the majority of cases. (p. 14.)

From what I have pointed out, it may be seen:

1) That the calyx is not to be relied upon as a means of differentiating between *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL) and *Gersemia* (sensu MOLANDER),

2) That the interior construction of the colonies also argues against distinguishing the genus *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL).

For these reasons, I reject the genus *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL). The species of this genus mostly belong to *Gersemia* (sensu MOLANDER), viz. *Gersemia arctica* (DAN.), *G. crassa* (DAN.), *G. loricata* (MARENZ.), and *G. danielsoni* (STUDER). *G. variabilis* is, as we have already observed, an *Alcyonium*, and *G. bocagei* closely approaches *Alcyonium*. I have not examined *Gersemia marenzelleri* KÜKENTHAL, but it can certainly be classified with *Gersemia* (sensu MOLANDER), as in other respects it possesses the characteristics of this genus.

In morphological respects, *Eunephtya* (sensu KÜKENTHAL) is classified in two different groups: the *Alcyoniformis* and the *Nephtyiformis*. The former are distinguished by a great development of coenenchym in the trunk and in the points of branches, which increases the retractive power of the anthocodiae; the latter have a more thorough ramification, with the coenenchym reduced in the points of branches; retractile anthocodiae do not exist. As regards the solenia, I have before (p. 14) pointed out a not unimportant difference between these two groups. In all species related to this latter group there exists a collection of numerous spicules on the side of the anthocodia, which is turned outwards. This causes the characteristic bend towards the trunk. The club-shaped spicules are numerous in the anthocodiae. If, consequently, we once more summarize the characteristics which distinguish the *Nephtyiformis* from the *Alcyoniformis*, we have as follows:

- 1) The poor development of the coenenchym in the branches;
- 2) The non-retractile anthocodia;
- 3) The gathering of spicules on one side of the anthocodia;
- 4) The numerous club-shaped spicules in the anthocodia;
- 5) The shape of the canal system;
- 6) The ramification of the colony.

This is, it seems to me, a sufficient reason for distinguishing the *Eunephtya nephtyiformis* from the *Eunephtya alcyoniformis* as two distinct genera. I also distinguish between *Gersemia* (= *Eunephtya alcyoniformis* KÜKENTHAL) and *Eunephtya* (= *Eunephtya nephtyiformis* KÜKENTHAL).

*Gersemia* MARENZELLER, 1878.

*Diagnosis:* The anthocodiae are retractile. The points of the branches with profuse development of coenenchym. Spicules of the anthocodiae are mostly spindles and rods and rollers.

1907, *Eunephthya* (pars), *Gersemia* (pars) KÜKENTHAL.

Synopsis.

*Shema I.* (Fig. 12).

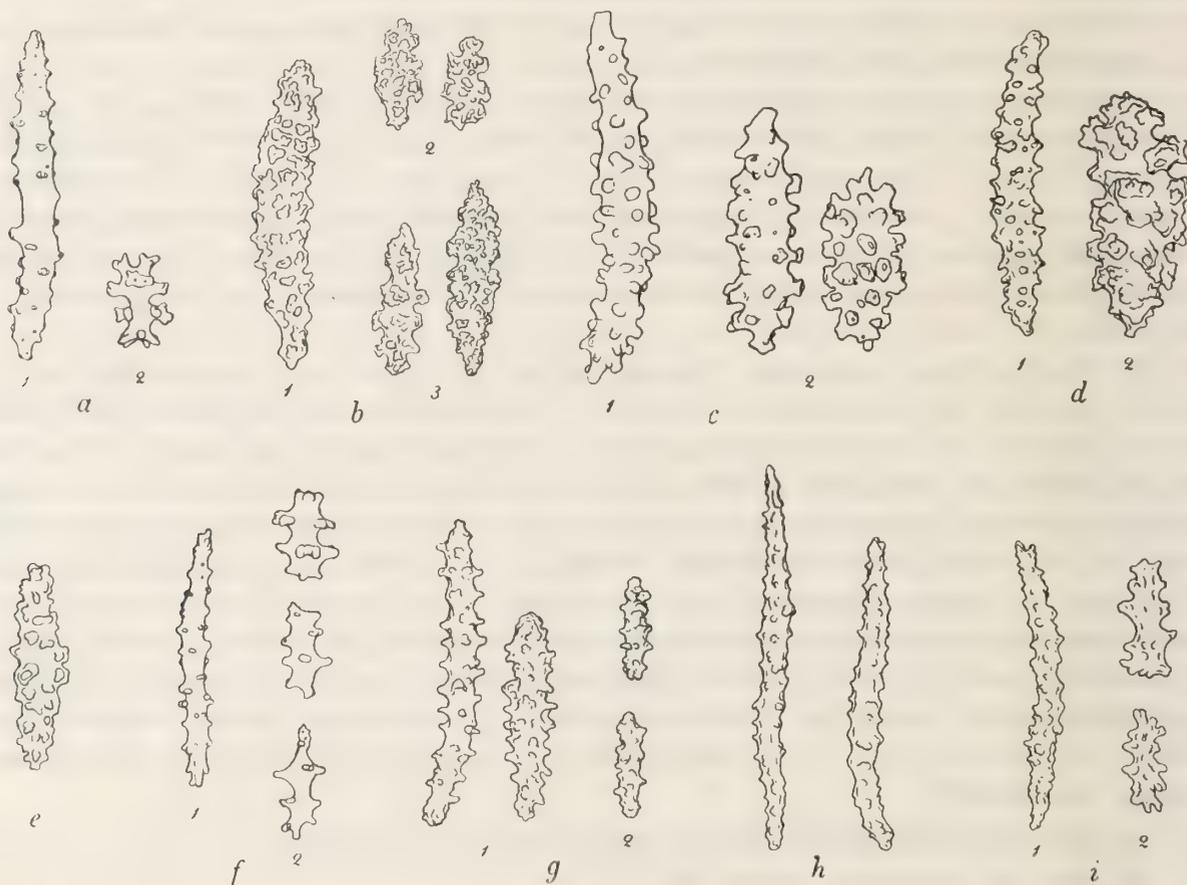


Fig. 12. a) Spicules from *Gersemia rubiformis* EHRENBERG: 1) of upper part of the anthocodia, 2) of the branch bark; b) Spicules from *Gersemia wuaeformis* (MAY): 1) of upper part of the anthocodia, 2) rollers with irregular girdles from the branch bark, 3) spindles and rods from the branch bark; c) Spicules from *Gersemia clavata* (DAN.): 1) of upper part of the anthocodia, 2) of the branch bark; d) Spicules of *Gersemia clavata* var. *truncata* n. var.: 1) from upper part of the anthocodia, 2) from the branch bark; e) Spicules of the branch bark of *Gersemia clavata* forma *crassa* (DAN.); f) Spicules from *Gersemia fruticosa* (SARS): 1) of upper part of the anthocodia, 2) of the branch bark; g) Spicules from *Gersemia fruticosa* (SARS) var. *pallida* n. var.: 1) of upper part of the anthocodia, 2) of the branch bark; h) Spicules from upper part of the anthocodia from *Gersemia fruticosa* (SARS) var. *rigida* n. var.; i) Spicules from *Gersemia mirabilis* (DAN.): 1) of upper part of the anthocodia, 2) of lower part of the anthocodia and the branch bark. (Fig. 12 a, c and f after BROCH, 1912.) All figures enlarged 200 times.

I. Lower part of the anthocodia without spicules (no direct connection between the spicules of the anthocodia and the bark of coenenchym).

A. The basal spicules generally rollers with girdles (dumb-bells), 0.1–0.2 mm. Fig. 12 a.

*Gersemia rubiformis* (EHRENBERG)

- B. Basal spicules are large spindles, rods and clubs amongst the rollers. The latter with girdles (the type of dumb-bells not so conspicuous), 0.1—0.3 mm. Fig. 12 b. *Gersemia waeformis* (MAY).
- C. Basal spicules only rods and spindles, with uniform distribution of thorns.  
*Gersemia clavata* (DAN) var. *pellucida* (KÜKENTHAL).
- II. Lower part of the anthocodia with spicules.
- A. The spicules in anthocodia and basal spicules numerous. Basal spicules spindles, rods, rollers or irregular rollers with girdles.
1. The basal spicules spindles, rods and rollers with uniformly distributed thorns, no dumb-bells, 0.1—0.3 mm. Fig. 12 c. *Gersemia clavata* (DAN.).
  2. The basal spicules irregular rollers with girdles. The dumb-bells are very rare, 0.1—0.25 mm. Fig. 12 f. *Gersemia fruticosa* (SARS).
- B. An insignificant armature in anthocodia and basal spicules few in number. The basal spicules chiefly irregular rollers with no distinct girdles. Fig. 12 i. *Gersemia mirabilis* (DAN.).
- Basal spicules* i. e. those in the bark of coenenchym (in bark of branches on well developed colonies) which surround the anthocodiae.

### *Shema II.*

- I. The anthocodiae are numerous on each branch. The spicules in the anthocodia and branch bark are numerous and strongly thorned.
- A. Thorns uniformly distributed above the bark spicules, which are 0.1—0.3 mm. in length.  
*Gersemia clavata* (DAN.).
- B. Thorns of the bark spicules in girdles, the length of bark spicules 0.1—0.3 mm.
1. Dumb-bells numerous in branch bark.
    - a. Generably dumb-bells, 0.1—0.2 mm., in the branch bark.  
*Gersemia rubiformis* (EHRENBERG).
    - b. Besides dumb-bells long spindles and rollers without regular girdles, 0.1—0.3 mm.  
*Gersemia waeformis* (MAY).
  2. In branch bark dumb-bells scarce; numerous irregular rollers with girdles, 0.1—0.25 mm.  
*Gersemia fruticosa* (SARS).
- II. A few anthocodiae lie on each branch. The spicules in the anthocodiae and branch bark are few in number and weakly thorned.  
*Gersemia mirabilis* (DAN.).

The characteristics for the determination of species within this genus are preferably associated with the armature.

The spicules in the anthocodia are, first and foremost, spindles and rods, of which the former are most frequent. In different varieties these types are found in the upper and lower parts of the anthocodia, in the tentacles, and, in some of the species, in the bark of the branches.

In the upper part of the anthocodia, where in general they are more scattered, they are long and provided with short thorns, but in the shaft of the anthocodia and in the tentacles and branch bark, they are shorter and provided with larger and more powerful processes, which are not so uniformly distributed. In the lower part of the anthocodia, the spicules are generally rods and rollers, often with two or more, generally irregular, girdles of thorns. In the bark of branches, and also in the bark of the trunk, the spicules generally take the shape of rollers with clear girdles. Among those spicules, we find the simple and double stars (dumb-bells), i. e. spicules with two girdles, which are placed

at the two terminations of the spicule and leave a middle part of the spicule free from thorns. According as the girdles are more or less provided with thorns, we call these spicules simple or double stars. In the inner coenenchym nearly the same types appear as in the branches and trunk, but they are of a more simple construction and are generally somewhat irregular.

With reference to the variation in the shape of the spicules and the distribution of the thorns, it may be pointed out that the more closely the spicules are placed together, the more richly are they provided with large thorns or processes. As an instance of this may be pointed out the difference between the spicules in the upper part of the anthocodia of the poorly armed *Gersemia rubiformis*, and those from the same part of the anthocodia of the considerably more strongly armed *Gersemia wvaeformis*, and the difference between the spicules in the upper and lower parts of the anthocodia of *G. fruticosa*. The distinct difference in shape between the spicules in the upper and lower parts of the anthocodia, in the branches, and in the trunk, is due to their different positions and their different functions. The spicules situated in the bark of branches, together with those in the lower part of the anthocodia, — these spicules are also to be found in the parts which form the calyx — are short, with strongly developed thorns and processes. They are a protection, first of all, against pressure from without. These spicules lie very close together, the thorns are entwined closely together, and the whole results in an almost homogenous layer of spicules. The spicules in the upper part of the anthocodia are long and have few and feeble thorns. They are situated in the direction of the length of the anthocodia. They support the anthocodiae and they lack strong thorns, as such would prevent the contraction and retraction of the anthocodia. In the inner coenenchym the spicules are irregular, and they often have no definite longitudinal direction. The thorns, which are less frequently arranged in girdles, are long and slender. In the coenenchym the spicules lie in all directions.

WOODLAND (1905), who has investigated the development of the spicules in *Alcyonacea*, states that spicules which are developed in proximity to ecto- or endodermal surfaces, have a more monaxonic shape, while the spicules are irregular and have long thorns, which are situated in the inner parts. He demonstrates further that the irregularity in the shape of the spicules is a consequence of their being situated in mesodermal substance, far away from all surfaces, and of their vicinity to other spicules, canals, etc., in the surrounding mesoderm; they thus become subject to influences which tend to produce irregularities; or these are produced since, for a growing body in a surrounding resistant medium, it is most effective to develop more or less sharp processes. In this case, it may be remarked that the spicules situated in the surface of the branches, in the bark, in the lower parts of the anthocodiae, and in the walls of the stomodaeum, are by no means regular and have at least numerous, strong thorns. That more or less crowding among the spicules produces a greater or slighter development of thorns is, however, correct, but such crowding also occurs in the proximity of ecto- and endodermal surfaces. As concerns the alternative possibility proposed, this is based on the above-mentioned crowding between the growing spicules. This case is, according to my opinion, by no means different from the one first demonstrated. In brief, we may say that the

general construction of spicules depends on their situation and their function, whilst the details of their shape depend upon the closeness of their situation in relation to each other and on the existence of irregularities in the surrounding tissues.

Within the genus, the evolution proceeds from the clumsy, massive, more *Alcyonium*-like colonies, to more slender *Eunephthya*-types, from rods to spindles in the anthocodiae, from a weak to a strong armature. These changes afford a possibility for the classification of the species. On the other hand, we must not, as KÜKENTHAL points out, attach too great importance to small variations in the strength of the armature, or to small variations of shape in the spicules. As regards the size of the anthocodia and the colony, and the colour of the anthocodiae and colonies, these are subject in a still higher degree to variation and cannot be relied upon as determining characteristics for different species.

The shape of ramification of the colony and the canal system cannot be relied upon as definite characteristics. The shape of the colonies and the canal systems are often very typical in different species, the membranous variations, however, appearing in most species and increasing the difficulties of determination.

In 1900, MAY gave in »Fauna arctica» a short diagnosis of every species in this genus, but this is altogether too uncritically drawn up to be of service, and KÜKENTHAL has to some extent lessened the value of his complete and serviceable investigations by giving too many unimportant details in the description of the species. I shall now endeavour to give a synopsis of the different species of this genus, based upon as few, but as reliable characteristics as possible. The great number of variations as regards most of the characteristics naturally makes it difficult to obtain quite satisfactory results.

#### *Gersemia rubiformis* (EHRENBERG), 1834.

The anthocodiae are numerous on each branch. The spicules in the upper part of the anthocodia are rods and spindles with feeble thorns. Lower part of the anthocodia without spicules. The spicules in branch bark (basal spicules) numerous, generally short rollers with girdles (dumb-bells), 0.1—0.2 mm. (Pl. I, fig. 7.)

1907, *Eunephthya rubiformis*, KÜKENTHAL.

The colony varies much as regards size and shape. The ramification may also vary, the branches lying very close to each other and, as a rule, covering the short trunk. The branches are short and strong, with great extension in the points, and they often bear branches of second order. The anthocodiae are practically exclusively packed on the points of the branches and are fully retractile; length 1—3 mm. In a number of specimens there is a trace of a calyx, 0.5 mm. in height and surrounding the base of the anthocodia. This calyx, which is not frequent and which is insignificantly developed is, however, in no case different from that in other species, and is produced by a somewhat stronger development of spicules in the branch bark (basal spicules).

The spicules in the anthocodiae are few in number, and, in some specimens, they are only found at the base of the tentacles. The lower part of the anthocodia is generally without spicules, although it may happen that, in the case of the most powerfully

armed anthocodiae, the spicules extend down into the shaft of the anthocodiae, but they are never in direct connection with the spicules in the branch bark basal spicules. The spicules in the anthocodia consist of rods with a few scattered thorns, and, in the branch bark, of short rollers with girdles (dumb-bells). Similar spicules are to be found in the bark of the trunk, although of smaller size. For the measurements of the spicules see the table. In the case of those which are most powerfully armed, somewhat more spindle-shaped spicules, which are longer and without regular girdles, are, however, to be found in the bark of the branches. In other specimens the mode of growth, as well as the armature, differs from the normal, inasmuch as the colonies possess a considerably slenderer structure, while the branches are more scattered and the armature in the anthocodiae is reduced to a few spicules at the base of the tentacles. These specimens differ considerably from the normal types and should, as KÜKENTHAL remarks, undoubtedly be classed as a new species, if there were not so many transitions to the normal type.

KÜKENTHAL (1907) indicates the generally distinctive characteristics between *Gersemia rubiformis* and *G. clavata*. He does not point out sufficiently clearly the different shape of the basal spicules and the different distribution of spicules within anthocodia in *G. rubiformis* and *G. clavata*. The limit between the two species uncertain on that account and a later writer, BROCH (1912) has made a mistake regarding these species. In his description and illustration of these species he has evidently confused the spicules from the upper part of the anthocodia and those from the branch bark of *G. rubiformis* with those of *G. clavata*, both in the synopsis (p. 4) and in the illustrations (nos. 2—4, p. 7 and nos. 6—7, p. 9). In his description of both these species, however, he gives in all other respects the exact characteristics. The same remark applies also to BROCH (1912) (DUC D'ORLEANS). It appears as if, in the latter case, BROCH has taken a more strongly armed *G. rubiformis* for a *G. clavata*. The brief accounts in these papers do not allow of a completely reliable decision being come to.

The profuse development of coenenchym in trunk and branches corresponds to a well-developed canal system. Broad, endodermal canals run in a longitudinal direction between the coelenterons, and connect these indirectly with each other. In the upper part of the branches, where a large number of polyps are packed, the walls between the coelenterons are very thin and these walls are often transpierced by direct canals. Lower down in the branch, where the number of the coelenterons is smaller, the walls between them become thicker and stronger, and direct connection between the coelenterons ceases. The polyps are situated almost exclusively on the swelled points of the branches, and new polyps are not added from the sides of the branches.

*Table of the length of spicules in mm.*

Upper part of the anthocodia	The branch bark	The trunk bark	Locality
0.10—0.16	0.04—0.08	0.03—0.07	The Siberean Sea
0.16—0.24	0.10—0.12	0.05—0.08	
0.19—0.24	0.10—0.12	0.05—0.07	
0.18—0.28	0.10—0.14	0.05—0.10	
0.14—0.29	0.09—0.11	0.07—0.10	Spitzbergen
0.21—0.28	0.09—0.10	0.05—0.06	
0.20—0.34	0.07—0.14	0.05—0.07	
0.26—0.30	0.07—0.16	0.05—0.12	
0.24—0.33	0.08—0.15	0.07—0.12	Baffin Bay
0.20—0.24	0.07—0.10	0.05—0.08	
0.20—0.27	0.07—0.11	0.04—0.08	
0.19—0.23	0.06—0.09	0.05—0.07	Newfoundland
0.27—0.34	0.09—0.15	0.05—0.12	

The figures indicate the limits of variation of spicules from various colonies.

KÜKENTHAL (1907) gives the following lengths of the spicules: From the upper part of anthocodia 0.2—0.35 mm., from the branch bark 0.12 mm. A strongly armed specimen, described by MAY in 1900, has the spicules of the branch bark up to 0.25 mm. in length. I have never observed spicules of this length in branch bark within the collections I have investigated.

The differences between the spicules of specimens from the different localities are insignificant and allow of no certain conclusions.

#### *Habitat:*

*Newfoundland*, Lat. 45° 43' N., Long. 51° 56' W., 90 met., pebbles, shells (Ingegård and Gladan, <sup>10</sup>/<sub>8</sub> 1871), 16 sps; do. Lat. 46° 17' N., Long. 51° 46' W., 106 met., stone, shells (Ingegård and Gladan, <sup>10</sup>/<sub>8</sub> 1871), 5 sps.

*N. W. Atlantic*, Lat. 52° 5' N., Long. 52° 19' W., 290 met., sand mixed with clay (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>8</sub> 1871), 3 sps.

*Baffin Bay*, Lat. 75° 20' N., Long. 67° 27' W., 468 met. Hard clay, with stones (Sofia exp., <sup>27</sup>/<sub>7</sub> 1883), 1 sp.; Lat. 76° 9' N., Long. 68° 28' W., 30—40 met., loose mud (E. NILSSON, <sup>5</sup>/<sub>7</sub> 1894), 3 sps.

*Greenland*, Lat. 73° 30' N., Long. 20° 18' W., 25—27 met., gravel, algae (Greenland exp., <sup>18</sup>/<sub>7</sub> 1899), 1 sp.

*Spitzbergen*, Lat. 79° 51' N., Long. 17° 5' E., 45 met., stony bottom, 2 sps.; Bell Sound, 54—72 met., stone, zoophytes (TORELL), 9 sps.; Recherche Bay, between Reindeer Point and Fox Glacier, 90 met., stones with fine gray-blue clay (Spitzb. exp., <sup>8</sup>/<sub>8</sub> 1898), 10 sps.; Ice Fiord, Cape Boheman, 40—50 met. (Spitzb. exp., <sup>31</sup>/<sub>7</sub> 1898), 2 sps.; Lat. 80° 10' N., Long. 16° E., Vertegen Hook, June 1861, 1 sp.; Waygat Island, 54 met., rock bottom, Aug. 1861, 3 sps.; Foster Island, 72 met., sand bottom, Sept. 1861, 2 sps.;

Duyen Point, 64 met., rock bottom (Spitzb. exp., <sup>6</sup>/<sub>7</sub> 1873), 5 sps.; Brandywine Bay, 9—27 met., <sup>5</sup>/<sub>6</sub> 1868, 3 sps.;

*Kara Sea*, Lat. 67° 37' N., Long. 71° 34' E., 64 met., clay bottom (N. Semlja exp., <sup>7</sup>/<sub>8</sub> 1875), 1 sp.;

*The Siberian Sea*, Lat. 75° N., Long. 113° 30' E., 27 met., stone and clay (Vega exp., <sup>24</sup>/<sub>8</sub> 1878), 1 sp.; Lat. 73° 53' N., Long. 138° E., 22 met., clay (Vega exp., <sup>20</sup>/<sub>8</sub> 1878), many sps.; Cape Schelagskoj, 22 met., clay (Vega exp., <sup>5-6</sup>/<sub>6</sub> 1878), 6 sps.; Lat. 69° 32' N., Long. 177° 41' E., 22 met., stone and clay (Vega exp., <sup>7</sup>/<sub>8</sub> 1878), 5 sps.

*Behring Sea*, Port Clarence, 7—11 met., stone and sand (Vega exp., <sup>22</sup>/<sub>7</sub> 1879), 5 sps.; Lat. 65° 34' N., Long. 168° 37' W., 54 met., sand (Vega exp., <sup>22</sup>/<sub>7</sub> 1879), 4 sps.

#### *Further Distribution:*

Newfoundland, Jan Mayen, Spitzbergen, East Port, Behring Sea, 35—240 met. (KÜKENTHAL, 1907). *Kara Sea*, 167 met. (JUNGERSEN 1887). *Kara Sea*, 42—166 met. (BROCH, 1912 c). *Kola Fiord*, 96—324 met. (BROCH, 1912 d), Norway, Porsanger Fiord, 180 met. (BROCH 1913). *Siberean Sea*, 5—60 met. (KÜKENTHAL, 1910).

#### *Gersemia uvaeformis* (MAY), 1900.

*Diagnosis:* The anthocodiae are numerous on each branch. The lower part of the anthocodia without spicules. The spicules of the upper part of the anthocodia are spindles and rods with strong thorns. Spicules of branch bark (basal spicules) are numerous and consist partly of rollers with girdles (dumb-bells not so conspicuous), partly of larger spindles and clubs; 0.1—0.3 mm. (Pl. I, fig. 1.)

1907, *Eunephthya uvaeformis*, KÜKENTHAL.

This species very much resembles the *Gersemia rubiformis*, but differs in many respects, however. The colony does not attain the size of *G. rubiformis*, and it lacks its profuse ramification. The trunk is visible, in the case of better developed specimens at least. The branches are expanded at the points and bear anthocodiae. These, whose length varies between 1 and 3 mm., depending on age and degree of contraction, are closely packed and have a clear calyx. This is pointed out by KÜKENTHAL as something specific for this species, but as we have already noticed in the previous species, it is of rather usual occurrence. That it appears here as a rule is explained by the powerful armature in the branch bark and by the considerable size of these spicules, and also by the fact that the anthocodiae lie very close. In the upper part of the anthocodia are situated large, broad spindles, arranged in numerous rows and usually with strong thorns, which are very uniformly distributed. These spindles are very typical and are easy to distinguish from those of *Gersemia rubiformis*, which, as regards position, correspond to them. The lower part of the anthocodia is without spicules. In the branch bark there are to be found, intermingled, large spindle- and club-shaped spicules and small rollers with girdles. The trunk spicules are narrower, are spindle-shaped, and have long, narrow thorns. The coenenchym between the coelenterons is, in most cases, without spicules.

BROCH asserted, in 1913, that *Gersemia uvaeformis* was identical with *G. rubiformis*. The shape of the spicules, and especially of those in the upper part of the anthocodia and in the branch bark, and the characteristic shape of the colony distinguish this species very clearly from *G. rubiformis*, as well as from *G. clavata*, so that I cannot accept BROCH's assertion as correct. I have not found any transitions between *G. rubiformis* and *G. uvaeformis*.

*Measurements of spicules:* The upper part of anthocodia, 0.2—0.4 mm.; the branch bark, 0.1—0.3 mm.; the trunk, 0.07—0.12 mm. KÜKENTHAL gives (1907) spicules of upper part of anthocodia 0.38 mm., MAY (1900) spicules of branch bark 0.2—0.25 mm.

The canal system is like that of the preceding species. The indirect, endodermal canal system is very developed. In the upper parts of the branches there is often found a direct connection, which, however, disappears lower down, where the walls between the coelenterons become thicker and the number of the tubes reduced. The endodermal cell-strings attain great development and are found in the most delicate tissue, for instance in the mesenterial-filaments. (Pl. III, fig. 28.)

#### *Habitat:*

*Newfoundland*, Lat. 47° 8' N., Long. 52° 28' W., 66 met., stone, sand (Ingegård and Gladan, <sup>15</sup>/<sub>8</sub> 1871), 3 sps.

*Davis Sound*, Lat. 63° 41' N., Long. 52° 25' W., 63 met., shells (Ingegård and Gladan, <sup>5</sup>/<sub>8</sub> 1871), 3 sps.; Lat. 65° 11' N., Long. 53° 33' W., 66 met., clay (Ingegård and Gladan, <sup>13</sup>/<sub>7</sub> 1871), 6 sps.

*Baffin Bay*, Lat. 67° 59' N., Long. 56° 33' W., 176 met., stone, mud (Ingegård and Gladan, <sup>26</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 68° 14' N., Long. 54° 7' W., 236 met., sand mixed with clay (Ingegård and Gladan, <sup>27</sup>/<sub>7</sub> 1871), 5 sps.; Lat. 72° 32' N., Long. 58° 51' W., 209 met., stone (Ingegård and Gladan, <sup>28</sup>/<sub>7</sub> 1871), 2 sps.

*Greenland*, Disco, North Fiord, 290 met., loose gray clay (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.

*Spitzbergen*, Lat. 79° 58' N., Long. 9° 30' E., N. W. from Danish Island, 435 met., gray clay, stones, + 1,5° C. (Spitzb. exp., <sup>27</sup>/<sub>8</sub> 1898), 1 sp.; Ice Fiord, Cape Boheman, 40—50 met. (Spitzb. exp., <sup>21</sup>/<sub>7</sub> 1898), 3 sps.; Bell Sound, 54—72 met., stone, zoophytes (TORELL), 3 sps.; Parry Island, 45—54 met., stone, gravel (<sup>9</sup>/<sub>8</sub> 1868), 2 sps.; Waygat Island, 54 met., rocky bottom (Aug. 1861), many sps.; King Charles Land, Lat. 78° 50' N., Long. 29° 39' E., 60—70 met., fine black-gray clay (Spitzb. exp., <sup>17</sup>/<sub>8</sub> 1898), 4 sps.; Bremer Sound, 100—110 met., fine clay with large stones, traces of *Biloculina* (Spitzb. exp., <sup>8</sup>/<sub>8</sub> 1898), 10 sps.

*Beeren Island—Hope Island*, Lat. 75° 49' N., Long. 24° 25' E., 80 met., rock bottom (Spitzb. exp., <sup>21</sup>/<sub>8</sub> 1898), 7 sps.

#### *Further Distribution:*

Spitzbergen, 90 met. (MAY 1900).

***Gersemia clavata* (DAN.), 1887.**

*Diagnosis:* The anthocodiae are numerous on each branch. The lower part of anthocodia with spicules. The branch bark with numerous spicules (basal spicules), which are short spindles, rods and rollers, up to 0.3 mm. in length, with uniformly distributed, strong thorns. (Pl. I, figs. 2, 5.)

1907, *Eunephthya clavata*, *Gersemia crassa*, *Gersemia Danielsenii*, KÜKENTHAL.

The species recalls, in most respects, *G. rubiformis*. The low colony has in general an obvious, undivided trunk. The branches are short, swollen at the points, and do not cover the trunk. They are few in number, and their points are of equal size on the same specimen, varying from 4 to 8 mm. in transverse section. The branches bear the closely distributed anthocodiae. In consequence of its low, evident trunk, and rounded, small branch points with large anthocodia, and often with apparent, calyx, *G. clavata* possesses a very typical appearance.

The anthocodiae are from 1 to 3 mm. in length and about half that in width. The armature is powerful. The lower part of the anthocodia, too, is provided with spicules. A calyx is often found. The spicules of the upper part of the anthocodia resemble those of *G. rubiformis*, but are more spindle-shaped and somewhat more thorned. They lie in double rows, but the strength of the armature varies rather much here. The spicules in the upper part of anthocodia are up to 0.40 mm. in length, in the branch bark 0.10—0.3 mm., in the trunk bark 0.10—0.15 mm. The spicules in the calyx and at the points of the branches are very typical. They are large spindles and rods with the strong thorns distributed uniformly over the whole surface. Spicules in the coenenchym between the coelenterons are rare.

The canal system resembles that of the preceding species, but the walls between the coelenterons are narrower, and the endodermal cell-strings are limited in their extension and generally have the shape of narrow fillets. Direct connection exists, although not frequently.

Among this species we also class *Gersemia Danielsenii* (STUDER) and *Gersemia crassa* (DAN.).

*Gersemia danielsenii*.

KÜKENTHAL (1907) refers this species to *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL).

STUDER (1901) refers it to his genus *Paraspongodes*.

STUDER's original specimen shows the following characteristics: The colony is about 30 mm. in height, and a few branches are distributed on the short trunk, which at the point divides into large branches. According to STUDER, the anthocodiae, which are packed on the terminal part of the thick, swelled branches, consist of a retractile part of about 2 mm. in length, and of a calyx 0.7 mm. high, with eight longitudinal ridges, terminating in small papillae. This is perfectly correct, but it must be remarked that this calyx may be completely retractile. The branches, according to STUDER, can even contract themselves, a characteristic of the entire genus *Gersemia* (sensu MOLAN-

DER). In the upper part of the anthocodia we find spindles which are scattered and arranged in 8 double rows converging upwards, the spindles being as much as 0.4 mm. in length; towards the base of the anthocodia, the spicules form a transverse wreath. The spicules here are rods, arranged in short rows, with a length of about 0.25 mm. In the bark of the branches we find rods, 0.17 mm. in length, and broad spicules with girdles, a few double stars, and crosses. The rods predominate. The coenenchym between the coelenterons is furnished with a few, small and irregular spicules.

As regards the interior construction, STUDER makes the following statement: »La structure interne du polypier rappelle encore beaucoup celles des *Alcyonides*. Le coenenchyme des branches, qui entoure les tubes des polypes, est épais et parcouru par un réseau de cellules endodermique qui de filaments solides peuvent se transformer en canaux capillaires et s'élargir enfin en tubes endodermiques établissant la communication entre les cavités gastrovasculaires des polypes.»

To this exact description I have only to add that the canal system is a well developed endodermal, indirect net; in the upper parts of the branches, there is occasionally found direct connection between the coelenterons. As, in addition, a real calyx is wanting, and the construction of the canal system is analogous to that in *Gersemia* (sensu MOLANDER), we have every reason to class the species with this genus. Further, in regard to the armature, the shape of the spicules, and their distribution in the anthocodia, etc., this species bears a great resemblance to *G. clavata*. The variation which is to be found in the spicules in the bark of the branches, i. e. the mixture of rods and rollers with girdles, and a few stars and crosses, can scarcely be sufficiently characteristic to establish a new species, so much the more as a variation in the spicules of *G. clavata* in this direction has also been found. For the above reasons, consequently, I classify *Gersemia Danielseni* (STUDER) with *G. clavata* (DAN.).

#### *Habitat:*

*Newfoundland*, Lat. 47° 20' N., Long. 52° 29' W., 164 met., pebbles, mud (Ingegård and Gladan, <sup>15</sup>/<sub>8</sub> 1871), 2 sps.

*Davis Sound*, Lat. 63° 41' N., Long. 52° 25' W., 63 met., shells (Ingegård and Gladan, <sup>5</sup>/<sub>6</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 65° 11' N., Long. 53° 33' W., 86 met., green clay (Ingegård and Gladan, <sup>13</sup>/<sub>6</sub> 1871), 7 sps.

*Baffin Bay*, Lat. 72° 8' N., Long. 74° 30' W., 30—80 met., hard, rocky bottom (E. NILSON, <sup>11</sup>/<sub>9</sub> 1874), 1 sp.

*Greenland*, Lat. 73° 20' N., Long. 21° 20' W., 70 met., slimy bottom, pebbles (Greenland exp., <sup>21</sup>/<sub>7</sub> 1899), 10 sps.; Lat. 73° 32' N., Long. 24° 38' W., Franz Joseph Fiord, Cape Weber, 100—110 met., gravel, stone (Greenland exp., <sup>23</sup>/<sub>8</sub> 1899), 2 sps.

*Spitzbergen*, Lat. 76° 49' N., Long. 15° 22' E., Horn Sound, 210 met., fine black-gray clay, — 2.33° C. (Spitzb. exp., <sup>26</sup>/<sub>8</sub> 1898), 1 sp.; Stor Fiord, Lat. 78° 32' N., Long. 19° E. (MALMGREN, <sup>23</sup>/<sub>8</sub> 1864), many sps.; King Charles' Land, Bremer Sound, 100—110 met., fine clay with stone (Spitzb. exp., <sup>1</sup>/<sub>8</sub> 1898), 2 sps.; d:o Lat. 78° 50' N., Long. 27° 39' E., 20 met., fine red-yellow clay, — 0.2° C. (Spitzb. exp., 1898), 1 sp.

*Kara Sea*, Lat. 70° 45' N., Long. 61° E., 162 met. brown clay (Nordenskiöld exp., 1876 <sup>6-7</sup>/<sub>8</sub>), 1 sp.; Lat. 74° 12' N., Long. 75° 48' E., 32 met., sand mixed with clay (Nordenskiöld exp., <sup>3</sup>/<sub>8</sub> 1876), 1 sp.; Matoschkin Scharr, Gubin Bay, 9—27 met. (Nordenskiöld exp., <sup>10</sup>/<sub>8</sub> 1876), 2 sps.; without definite locality, 40 met., clay, sand (N. Semlja exp., <sup>12</sup>/<sub>8</sub> 1875), many sps.; do. 64 met., clay, sand (N. Semlja exp., <sup>12</sup>/<sub>8</sub> 1875), 3 sps.

*The Siberian, Sea* Lat. 76° 32' N., Long. 116° E., 64 met., gray clay (Vega exp., <sup>22</sup>/<sub>8</sub> 1878), many sps.; Cape Schelagskoj, 21 met., clay (Vega exp., <sup>5-6</sup>/<sub>8</sub> 1878:), 3 sps.

#### *Further Distribution:*

Azorerna, 927 met.; Newfoundland, 155 met. (STUDER, 1901), Jan Mayen, 174 met. (DANIELSEN, 1887), Norwegian Sea, 1187 met. (DAN., 1887), Spitzbergen, 20—240 met. (MAY, 1900), Spitzbergen, 40—140 met. (KÜKENTHAL, 1908), Barents Sea, 269—271 met. (DANIELSEN, 1887), Kara Sea, 90 met. (BROCH, 1912 c), Kola Fiord, 57—297 (BROCH, 1912 d), west coast of Norway, (BROCH, 1912 a).

#### *Forma crassa* (DAN.), 1887.

This form has been classed by KÜKENTHAL with *Gersemia*, on account of its calyx. The insignificant size of the colony, the numerous polyps on a poorly developed trunk, and the short branches, are sufficient causes for a vigorous formation of a calyx. In this case too, however, the anthocodia may be completely retractile, and a true calyx does not exist. This specimen differs in no respects from the general character of the genus *Gersemia*, but it is questionable whether it is a separate species. The shape and size of the spicules in the anthocodia and colony very much resemble those of the spicules in *Gersemia clavata*. But the shape of the colony is different. The shape of the colony is not generally a feature to which can be attributed a decisive differentiating character. I wish to establish the fact that *Gersemia crassa* can be considered as a transformed species, like *Gersemia fruticosa* forma *arctica* and *Gersemia fruticosa* forma *loricata*. It appears that the former is a very small or young specimen with a few polyps on the slightly developed branches. The short, small branches give this species a different shape from that of *Gersemia clavata*. I must point out, however, that this form is in many cases distinct from *G. clavata*, and so I retain *Gersemia crassa* as a distinct *forma crassa* of *Gersemia clavata*.

#### *General Distribution:*

West coast of Norway, 763 met. (KÜKENTHAL, 1907).

#### *Gersemia clavata* (DAN.) var. *pellucida* (KÜKENTHAL, 1906).

*Diagnosis:* The lower part of the anthocodia without spicules. Spicules in branch bark 0.25 mm. in length. The branches strongly swelled terminately.

This variety differs from the principal species in its scarcity of branches and in

the characteristic shape of the spicules in the bark of the branches. The lower part of the anthocodia is without spicules, and the specimen described by KÜKENTHAL is of a transparent nature.

*General Distribution:*

Spitzbergen, Recherche Bay, 40 met., clay, 1 sp. (KÜKENTHAL, 1906 b.). Siberian Sea, 51 met. (KÜKENTHAL, 1910).

*Gersemia clavata* (DAN.) var. *truncata* n. var.

*Diagnosis:* Branches very short with anthocodiae closely packed. The point of the trunk is occupied by large groups of anthocodiae. The spicules of the branch bark (basal spicules) club-shaped in places. (Pl. I, fig. 3.)

In the collection of the Swedish State Museum are to be found a number of specimens which are undoubtedly *G. clavata*, but which differ very considerably as regards the shape of their colony and their armature, so that I have distinguished them from the above, as a variety of *Gersemia clavata*.

Some of the specimens have been brought from Spitzbergen (Pl. I, fig. 3). These colonies attain a height of, at most, 4 cm. and have few, short branches. The trunk is evident, and the branches, which are widely scattered, bear closely packed anthocodiae on the points. It is characteristic of the variety that the point of the trunk is always occupied by a large collection of anthocodiae. These attain a length of 5 mm. When they are closely packed, a formation of calyx usually results. Here and there on the trunk lie solitary anthocodiae. The trunk and branches are hyaline.

The armature recalls, in many respects, that of *G. clavata*. The spicules of the branch bark are very large and powerfully thorned (Fig. 12 d); the spicules in the lower part of the anthocodia are arranged in regular rows. In the upper part of the anthocodia the spicules are placed in 8 double rows, which, towards the lower part of the anthocodia, pass into a transverse wreath, which resolves itself at once into the regular row in the shaft of the anthocodia. The spicules have a little incurvation in the middle, are broad and long-thorned, and have a length of up to 0.35 mm. The spicules in the lower part of the anthocodia are spindles and rods with transitions both towards those of the upper part and towards the spicules of the branch bark, with a clear incurvation in the middle, the thorns lie close together. These spicules vary from 0.2 to 0.3 mm. in length. In the branch bark lie spindles or club-shaped spicules with uniformly and closely arranged thorns, about 0.15.—0.28 mm. long. In the upper part of the trunk lie scattered spicules, varying in length from 0.1 to 0.18 mm., of about the same type as those of the branch bark. In the lower part of the trunk are found spicules somewhat smaller in length, or about 0.11 mm., with but few thorns. The inner coenenchym has small irregular spicules. Tentacles with numerous spindles and rods, placed in one row and measuring 0.04—0.15 mm., are found.

With regard to the canal system, it is of interest to note that the direct connection in the points of branches and trunks is strongly developed, and the indirect, endodermal

canals nearly disappear.<sup>1</sup> Lower down in the branches and in the trunk, the indirect connection becomes more and more developed and at last altogether preponderant. The endodermal indirect canals appear in this variety, too, as long, narrow strings of cells.

The specimens from *Finmark* (Pl. I, fig. 8) differ somewhat from those last described. On one long worm tube are situated colonies, about 10 in number and in different stages of development. The colony possesses but few branches and the trunks are small and, in their lower parts, often have solitary anthocodiae; the points of the trunk are occupied by a large collection of anthocodiae. The spicules in the branch bark differ somewhat from those in the specimens from Spitzbergen, being very closely thorned. In the spicules of the lower part of the anthocodia there are often intermixed spicules with obvious girdles.

The tendency of the colonies to adopt a membranous shape is, however, of interest. The basal parts of the small colonies produce a connected membranous disc over the whole surface of the worm tube. The reduction of the trunks has often proceeded so far that the trunks appear as small branches, and we also find a reduction of both trunks and branches — the anthocodiae are situated directly on the membrane. On the thicker and broader part of the worm tube are found higher and more developed trunks. The vigorous development of the basal part of the trunk and the nearly total reduction of the other part of the trunk depends on the insignificant substratum, which cannot support well-developed colonies.

#### *Habitat:*

*Norway*, Finmark, LOVÉN, 5 sps.

*Spitzbergen*, King Charles' Land, 20 met., fine red-yellow clay (Spitzb. exp., <sup>12</sup>/<sub>10</sub>, 1898), 6 sps.

#### *Gersemia fruticosa* (SARS), 1860. •

*Diagnosis:* The anthocodiae are distributed numerously, not only on the points of branches, but also along the side of the extended branches. The lower part of the anthocodia with spicules. The spicules in the branch bark (basal spicules) numerous irregular rollers with girdles, 0.1—0.2 mm. Dumb-bells scarce. (Pl. I, fig. 9.)

1887, *Sympodium hyalinum*, GRIEG.

1907, *Eunephthya fruticosa*, *Gersemia loricata*, *G. arctica*, *Clavularia frigida*, KÜKENTHAL.

1913, *Gersemia loricata*, *G. abyssorum*, BROCH.

The large number of different names proves the varieties within this species in morphological respects. The variation in the structure of the colony and in the armature is so great that several authorities have classified specimens of *Gersemia fruticosa* with *Clavularia*, *Sympodium*, etc.

As regards the shape of the colony in *Gersemia fruticosa*, we can distinguish the following different forms:

<sup>1</sup> (Pl. III, fig. 29.)

*Forma typica*: The colony consists of an obvious trunk, with well-developed branches. (Pl. I, fig. 9.)

*Forma arctica*: Trunk low, branches reduced. The anthocodiae generally situated directly on the trunk. (Pl. I, figs. 12 and 13.)

*Forma loricata*: Trunk almost totally reduced; anthocodiae placed close together on a short, wart-like trunk. The basal part of the colony often membranous. (Pl. I, fig. 6.)

*Forma membranosa*: Trunk completely reduced. The colonies consist of membranous discs. The anthocodiae are scattered over the membrane. (Fig. 7.)

To *forma typica* belong the great majority of the specimens of this species. *Forma arctica* contains, among others, *Gersemia arctica* (DAN.) and most of the specimens described as *Gersemia abyssorum* (DAN.). *Forma loricata* contains MARENZELLER'S *Gersemia loricata*. *Forma membranosa* contains the *Clavularia frigida* (DAN.) and *Sympodium hyalinum* GRIEG.

It must, however, be observed that these forms can pass into each other, so that this classification cannot be considered as a fully satisfactory one, but it is given as evidence of the distinctions that exist between the numerous varieties.

The canal system within the *Gersemia fruticosa* varies considerably, but it is found most regularly in *forma typica*. The connection between the coelenterons is partly indirect, partly direct. The indirect connection, which is also fairly well developed, consists of short, endodermal, vertically lying strings in the walls between the coelenterons. They may at times have a very vigorous development and produce large cavities in the walls between the coelenterons. In the trunk and in the lower parts of the branches, where the coelenterons are few in number, the development of the indirect canals is more insignificant too, and the connection between the coelenterons unimportant. In the upper part of the branches, the indirect and direct connections change. The direct system consists of short, endodermal canals, which run horizontally and directly between the coelenterons. The direct connection between the base of the younger coelenterons and the coelenterons of the surrounding, older polyps is particularly prominent. This is, of course, the result of the fact that the number of polyps decreases by the budding of a new polyp, and the crowding among the coelenterons favours the production of direct connection. The budding of a new polyp does not occur on the direct canals, but from the indirect, which are numerous at the base of a new polyp, too. (Compare p. 14.)

On account of the development of the branches and the more scattered situation of the polyps on the branches, the number of coelenterons in every branch is very insignificant. Solitary new polyps, or groups of them, occur here and there in the branches. In this case, the crowding among the coelenterons becomes great and changes occur in the relative position of the coelenterons. But gradually the coelenterons of the younger polyps disappear and the number of coelenterons is reduced. By means of this regulation of the space, excessive crowding is prevented, and the coenenchym between the coelenterons nearly always retain a constant thickness. When new polyps occur and the crowding becomes great, the direct connection predominates, but, by degrees, it is replaced by the indirect, when the space between the coelenterons once more grows larger. This

may be repeated many times on the same branch. In the lower parts of the branches and in the trunk, where the number of the coelenterons is more constant, this change from direct to indirect canal system disappears, and the indirect system predominates. (Pl. III, figs. 30, 32.)

In those forms where the branches are reduced and a number of polyps rest on small, short branches, the connection always becomes direct. This occurs, too, in the trunks of specimens belonging to forma *arctica* (DAN.) and forma *loricata* (MAR.), where the coenenchym between the coelenterons, at least with forma *loricata*, have become almost reduced. KÜKENTHAL (1906) mentions this in connection with certain species, which he classifies with *Gersemia*, but which are homologous with *Gersemia fruticosa* forma *arctica* and *loricata*. I have noticed the same characteristic in numerous specimens.

The canal system is, consequently, not a constant characteristic of the species, but is found with all the varieties in the construction of the colony that distinguish the species.

#### Forma typica.

The colony is provided with numerous branches; the latter never cover the obvious trunk. The branches are often divided, and the anthocodiae are generally situated on the branches of the second or third order. The anthocodiae, which vary in size, are somewhat scattered and are found not only on the points of the branches, but also along their sides, although not very close. The calyx is rather common, but the anthocodiae are completely retractile. In young and small specimens, where the branches are small and short, and the trunk low, the existence of a calyx is general. These small colonies, which have small, short branches, sometimes nearly covering the trunk, ought, however, to be distinguished from those of *forma arctica*, where branches are wanting, and the anthocodiae placed directly on the trunk.

The armature is powerful. In the upper part of the anthocodia exist long spindles rather scantily provided with thorns. The lower part of the anthocodia (the polyp shaft) is provided with eight rows of rods, lying more or less closely together, and with uniformly arranged and rather powerful thorns. Often every row is double, with the spicules half impressed into each other, and some of the spicules are considerably narrower and more delicate than the others. In the branch bark there are rollers without distinct girdles. Double stars (dumb-bells) are wanting as a rule. In the trunk bark the spicules resemble those in the branch bark, but are somewhat smaller and have more delicate thorns. (For measurements see the table.) Within these general types there exists ample variety among the spicules, both of the anthocodia and from other parts of the colony, and transitions are found, towards both *Gersemia clavata* and *G. mirabilis*.

The base of the trunk is generally membranously developed. In the specimens, which are found on a loose, clayish bottom, the basal part of the trunk is often formed like a bag, which contains a larger or smaller amount of mud or clay. In this way the colonies obtain a means of securing themselves on the loose bottom. In general the specimens of *G. fruticosa* are attached to some hard and fast substratum.

Table of the length of spicules in mm.

Upper part of anthocodia	Lower part of anthocodia	Branch bark	Trunk bark	Locality
0.30—0.40	0.17	0.11—0.15	0.08—0.10	Kara Sea
0.28—0.37	0.14—0.18	0.10—0.14	0.07—0.10	
0.30—0.38	0.14—0.17	0.10—0.14	0.08—0.10	Sibirean Sea
0.26—0.49	0.14—0.19	0.12—0.15	0.07—0.10	
0.28—0.38	0.12—0.20	0.11—0.19	0.07—0.11	Spitzbergen
0.28—0.42 <sup>1</sup>	0.14—0.20	0.12—0.18	0.09—0.12	
0.35—0.50 <sup>1</sup>	0.15—0.21	0.11—0.17	0.06—0.10	
0.25—0.43	0.10—0.15	0.10—0.15	0.08—0.11	
0.30—0.60 <sup>1</sup>	0.16—0.27	0.12—0.17	0.09—0.12	Greenland
0.30—0.43 <sup>1</sup>	0.16—0.24	0.15—0.22	0.08—0.16	
0.28—0.39	0.14—0.19	0.12—0.16	0.07—0.10	Greenland
0.32—0.45	0.14—0.19	0.11—0.17	0.06—0.10	

The figures indicate the limits of variation of spicules of various colonies.

<sup>1</sup> Well developed calyx.

Taking the average length of spicules of different colonies we find that those of the specimens from Spitzbergen have the greatest length. The statements of KÜKEN-THAL (1907) give the following lengths of spicules: upper part of anthocodia 0.30—0.40 mm., lower part of anthocodia 0.12—0.14 mm., trunk bark 0.09—0.12 mm.

#### Habitat:

*Newfoundland*, Lat. 52° 5' N., Long. 52° 19' W., 290 met. clay mixed with sand (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>8</sub> 1871), 1 sp.

*Davis Sound*, Lat. 63° 35' N., Long., 52° 27' W., 61 met., sand, shells (Ingegård and Gladan, <sup>9</sup>/<sub>8</sub> 1871), 1 sp.

*Baffin Bay*, Lat. 71° 10' N., Long. 58° 56' W., 358 met., blue-brown clay (Ingegård and Gladan, <sup>20</sup>/<sub>7</sub> 1871), 2 sp.;

*Greenland*, Waigattet, 315 met., clay with stones (Sofia exp., <sup>13</sup>/<sub>8</sub> 1883), 1 sp.; Disco, North Fiord, 290 met., loose, gray clay (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Jacobs-havn 180 met., clay bottom (ÖBERG, 1870), 1 sp.; Umanak Fiord, 738 met., gray, loose clay, Ingegård and Gladan, <sup>13</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; d:o, 450 met., fine clay (TORELL), 4 sps.; Lat. 70° 63' N., Long. 22° 29' W., Scaresby Sound, 70 met., mud (Greenland exp., <sup>7</sup>/<sub>8</sub> 1899), 9 sps., Lat. 73° 20' N., Long. 21° 20' W., mud, pebbles, shells, 70 met. (Greenland exp., <sup>21</sup>/<sub>7</sub> 1899), 2 sps.

*Spitzbergen*, Lat. 76° 46' N., Long., 15° 32' E., Horn Sound, 210 met., fine, black-gray clay, 2,33° C. (Spitzb. exp., <sup>20</sup>/<sub>8</sub> 1898), 1 sp.; Ice Fiord, North Fiord, 175 met., fine dark-brown clay (Spitzb. exp., <sup>19</sup>/<sub>7</sub> 1898), 6 sps.; do. Green Harbour, 180 met., stone, clay (Spitzb. exp., <sup>10</sup>/<sub>7</sub> 1873), 1 sp.; Cross Bay, 72 met., clay (GOES, SMITT), 1 sp.; Foul Sound, 90 met., clay and sand (MALMGREN 1864), 1 sp.; August Bay, 90 met., fine clay (TORELL, Aug. 1861), 1 sp.

*Kara Sea*, without definite locality, 47 met., clay, sand (N. Semlja exp.,  $\frac{12}{8}$  1875), 5 sps.; do. 162 met., clay (N. Semlja exp.,  $\frac{4}{8}$  1875), 1 sp.; do. 39 met., clay (N. Semlja exp.,  $\frac{11}{8}$  1875), 2 sps.; Beluscha Bay, 18—27 met., clay and stone (Nordenskiöld exp.,  $\frac{3}{8}$  1876), 1 sp.; Matotshkin Scharr, Gubin Bay, 9—27 met., clay (Nordenskiöld exp.,  $\frac{10}{9}$  1876), 2 sps.; Lat.  $70^{\circ} 20'$  N., Long.  $62^{\circ} 42'$  E., 90 met., brown clay (Nordenskiöld exp.,  $\frac{5}{8}$  1876), 2 sps.; Lat.  $74^{\circ} 30'$  N., Long.  $65^{\circ} 35'$  E., 64 met. clay (Nordenskiöld exp.,  $\frac{5}{9}$  1876), 1 sp.; Lat.  $72^{\circ} 5'$  N., Long.  $66^{\circ} 10'$  E., 153 met., gray-brown clay (Vega exp.,  $\frac{2}{8}$  1878), 3 sps.; Lat.  $71^{\circ} 54'$  N., Long.  $67^{\circ} 37'$  E., 64 met., clay (N. Semlja exp.,  $\frac{7}{8}$  1875), 9 sps.; Lat.  $74^{\circ} 20'$  N., Long.,  $81^{\circ} 14'$  E., 36 met., clay (N. Semlja exp.,  $\frac{14}{8}$  1875), 3 sps.

*The Siberian Sea*, West of Taimyr, Lat.  $76^{\circ} 18'$  N., Long.,  $92^{\circ} 30'$  E. (Vega exp.,  $\frac{13}{8}$  1878), 1 sp.; Lat.  $76^{\circ} 40'$  N., Long.  $115^{\circ} 30'$  E., 63 met., clay (Vega exp.,  $\frac{23}{8}$  1878), many sps.; Lat.  $76^{\circ} 32'$  N., Long.  $116^{\circ}$  E., 64 met., clay, mud (Vega exp.,  $\frac{22}{8}$  1878), many sps.;

#### *Further Distribution:*

Greenland (VERRILL, 1883), Jan Mayen, 481 met., Norwegian Sea, 839—2030 met. (DANIELSEN, 1887), Jan Mayen, (MARENZELLER, 1886). Norway, Finmark, 108—180 met. (M. SARS 1860), Stavanger Fiord, 270—360 met. (JUNGERSEN, 1887), West Norwegian coast plateau, 640 met. (DANIELSEN, 1887), Spitzbergen, 20—1000 met. (MAY, 1898, 1900), Spitzbergen, 200 met. (KÜKENTHAL, 1906), Barents Sea, 249—269 met. (DANIELSEN, 1887), Kola Fiord, 17—360 met. (BROCH, 1912 d), Kara Sea, 90—180 met. (JUNGERSEN, 1887), Kara Sea, 165—220 met. (BROCH, 1912 c), Franz Josef Land, 231—240 met. (MARENZELLER, 1878). Siberean Sea, 18—60 met. (KÜKENTHAL 1910).

#### *Forma arctica.*

To *forma arctica* belongs *Gersemia arctica* (DAN.). KÜKENTHAL (1907) considers this form to be a species, *Gersemia arctica* (*Gersemia* in the opinion of KÜKENTHAL). My investigation of the type specimens has afforded the following details:

#### *Gersemia arctica.*

The colony is low, about 1.5 cm. high, with large but few anthocodiae, which are placed on short, wart-like branches. The lower part of the anthocodia consists of a calyx with strong armature. The spicules lie very close together in the anthocodiae and have strong thorns. In other respects they correspond both in shape and in size to the spicules in *Gersemia fruticosa*. The length of the spicules in the upper part of the anthocodiae is about 0.25 mm. and in the lower part from 0.14—0.15 mm.

As regards the calyx, it has in this case originated in consequence of the scanty development of the coenenchym in the branches, and this specimen is nothing but a young or stunted specimen of *Gersemia fruticosa*. The divergence in the measurement and shape of the spicules in this species and *G. fruticosa* is insignificant. The vigorous armature in anthocodiae, trunk, and branches is not sufficient to differentiate the species. Generally, in the case of younger specimens, the armature is very strong. The

difference between *Gersemia arctica* and *Gersemia fruticosa* is, however, unimportant, and I consider *Gersemia arctica* (DAN.) to be a *G. fruticosa* forma *arctica* (SARS.). (Pl. I, fig. 13.)

*Habitat:*

*Siberean Sea*, Lat. 70° 14' N., Long. 170° 17' O., 21 met., clay (Vega exp., 5-6/10 1878), 1 sp.

*Further distribution:*

Spitzbergen, 475 met. (DANIELSEN, 1887), Barents Sea, 360 met. (DANIELSEN, 1887).

**Forma loricata.**

*Gersemia loricata* MARENZELLER and *Gersemia abyssorum* (DAN.) belong to this form. I have investigated the type specimens of MARENZELLER and DANIELSEN.

*Gersemia loricata.*

*Gersemia loricata*, according to KÜKENTHAL, is a species which belongs to the genus *Gersemia* (sensu KÜKENTHAL). The colony is attached to a colony of a *Bryozoa*. The anthocodiae are placed together on a short trunk, and they have a calyx, but are retractile. No branches exist; the coenenchym is poorly developed, and an obvious trunk is almost wanting. The basal part is strongly developed, and completely covers the substratum (the colony of *Bryozoa*). From this basal part rises the short wart-formed trunk. In the basal part there exist numerous, horizontal canals, connected with each other, and in the insignificant trunk between the coelenterons are developed large, direct canals. The walls between the coelenterons are almost entirely reduced. Instead of a powerful trunk, there has been developed a small, short one, but one possessing a strongly developed basal membrane. This change in the growth has been produced by statical influences. The unimportant substratum cannot receive a large colony. The colonies have adapted themselves to this substratum.

My conception of *Gersemia loricata* as a form of adaptation and not as a distinct species is further justified on a comparison with other specimens of different species. In the Swedish collection of *Alcyonacea* there is to be found a specimen of *Gersemia fruticosa*, which very much resembles the *Gersemia loricata*. (Pl. I, fig. 6.) On a worm tube there lies a colony with a short trunk and with a collection of anthocodiae. The basal part covers the tube. The anthocodiae are large and powerfully armed. In this case a few low trunks could be found, connected with the basal membranes. This can also be found within *Gersemia loricata*. As with this latter, the retraction of the anthocodiae is increased by the poor development of coenenchym in the trunks and in the branches, and a calyx is produced. The anthocodiae are large and are placed close together, all of which favours the production of a calyx.

In *Gersemia clavata* var. *truncata*, the same conditions can be very clearly noticed, too. (Pl. I, fig. 8.)

The number of specimens of *G. loricata*, too, have rapidly increased. KÜKENTHAL (1910) and BROCH (1912) describe such specimens. When compared with the specimens

now mentioned, *G. loricata* does not prove to be anything but a form of adaptation. Compared with *Gersemia fruticosa* it shews great similarities as regards the armature and the shape of the spicules. The possibly somewhat stronger armament of *G. loricata* is the one typical of younger and smaller specimens, and is to be found very marked also in the investigated specimen of *G. fruticosa*. Small differences in the shape of the spicules may occur within the limits of the variety. A more exact description of *Gersemia loricata* is unnecessary, after MARENZELLER's and KÜKENTHAL's carefully prepared demonstrations. I classify this species with *G. fruticosa*. The biological peculiarity adduced as to its mode of growth has led me to retain it as a *forma toricata*.

*Gersemia abyssorum.*

By an investigation of DANIELSEN's type specimens I have convinced myself that we are dealing with a *Gersemia fruticosa*, with *forma loricata*. As regards the spicules, their shape, size, and distribution in the anthocodia, it is in no case distinct from *Gersemia fruticosa* and the *forma loricata*. BROCH (1911) pointed out that *Symphodium abyssorum* might possibly be homologous with *Gersemia loricata* MARENZELLER, and in 1913 he classed *S. abyssorum*, too, with *Gersemia*, but distinguished it from *G. loricata*. I have in no case found any differences between *S. abyssorum* and *G. loricata*, as regards the armature and the shape of the colony. Both are *forma loricata*, of *G. fruticosa*. The somewhat powerful thorns of the spicules in the anthocodia and in the branch bark are somewhat usual in small specimens, where the armature is vigorous, and in this respect *Symphodium abyssorum* proves no exception.

*Habitat:*

. Norwegian Sea, 2,030 met. (Norwegian North Atlantic exp., 14/7 1878), 2 sps.

*Further Distribution:*

Norwegian Sea, 2,030 met. (DANIELSEN, 1887), west coast of Norway, 140—200 met. (BROCH, 1913); Franz Joseph land, 183—203 met. (MARENZELLER, 1878), Siberean Sea, 38 met. (KÜKENTHAL, 1910 b).

**Forma membranacea.**

To *forma membranacea* belong *Symphodium hyalinum*, GRIEG, and *Clavularia frigida*, DANIELSEN.

*Symphodium hyalinum.*

This species is very unlike the forms already examined, but is, however, to be classed with *Gersemia* and *G. fruticosa*. In this case the reduction of trunk and branches has proceeded much further and the whole colony is a membrane. The anthocodiae are scattered above the whole of the membrane. The substratum is tube-like and the colony has so adapted itself to this that it has the appearance of a *Clavularia*, and BROCH classifies it as one. But, first of all, the anthocodiae are completely retractile, and *Clavularia* has never any such thick membrane with an extension over such a great area. In other respects, this case is analogous with that pointed out by v. KOCH, with regard to *Alcyo-*

*nium coralloides* (p. 18). The shape of the anthocodiae recalls *Sympodium abyssorum*, and the spicules have the same character as in *G. fruticosa*. The anthocodiae, which are very few and widely scattered, retain in their upper part spindles and rods, 0.4 mm. in length, in the lower part these are 0.20 mm. and in the calyx 0.15 mm. In the calyx the short rollers with girdles are in the majority; there are also crosses and a few double stars.

*Sympodium hyalinum* is nothing but a greatly changed specimen of *Gersemia fruticosa*. I shall denote this, instead of *Sympodium hyalinum*, as *Gersemia fruticosa* forma *membranea*. (Fig. 7.)

*Clavularia frigida.*

From an investigation of DANIELSEN'S type specimen I am convinced that this species certainly does not belong to *Clavularia*, but is a *Gersemia* and *G. fruticosa*.

On a worm tube lie two small colonies. Each of these consists of two to three anthocodiae, which are placed close together, on a membranous base. Of these anthocodiae, which are of different sizes, one is placed on the side of the other. This fact is of the same nature as that pointed out by BROCH concerning a small specimen of *Gersemia fruticosa*, obtained at station 119 by DUC D'ORLÉANS' *campagne arctic* (BROCH, 1912).

All traces of a calyx are wanting and a bend in the middle of the anthocodia is the only thing that may be supposed to separate the lower part of the anthocodia from the upper. The armature is altogether in accord with that of *G. fruticosa*.

DANIELSEN has, in this case, been misled by the few, but large anthocodiae, which are apparently placed on a membranous disc. The whole, however, is nothing but very small colonies of *G. fruticosa*, with a few, well-developed anthocodiae and an insignificant development of trunk. On a comparison between *Clavularia frigida* and a number of very small specimens of *G. fruticosa*, I am convinced of the correctness of my opinion. I refer *Clavularia frigida* DAN. to *G. fruticosa* forma *membranea*.

*Habitat:*

Norway, Lofoten, 144—180 met. (G. O. SARS), 1 sp.

*Further Distribution:*

Norwegian Sea, 1,977 met. (GRIEG, 1887), Spitzbergen, 475 met. (DANIELSEN, 1887).

*Gersemia fruticosa* (SARS) var. *pallida* n. var.

*Diagnosis:* The spicules of the branch bark (basal spicules) are without rollers with irregular girdles, spindles with scattered thorns and without girdles. A few clubs exist, which have long thorns. The spicules in the upper part of anthocodia with numerous clubs, beside the spindles.

The colony is about 7 cm. in height and somewhat unsymmetrical in shape. The branches exist mostly at one side and have one direction, leaving one side of the trunk free. The branches are rather long and generally further divided. The anthocodiae are placed close together on the small branches and have an obvious calyx. The armature is characterized by the existence of clubs in the upper part of the anthocodia; the

spindles are here comparatively short. In the branch bark there are, as usual, rollers, but the thorns here are somewhat more scattered, as usual, and they are higher. There are also rather numerous small spindles and clubs.

This variety much resembles the *Gersemia fruticosa*, but I have distinguished it as a variety on account of the spicules in the branch bark and the upper part of the anthocodia. The spicules generally show a variation in a direction towards club-shape. (Fig. 12 g.)

*Habitat:*

*Greenland:* Claushavn, 504 met., clay (ÖBERG,  $\frac{8}{8}$  1870), 2 sps.

*Gersemia fruticosa* (SARS) var. *rigida* n. var.

*Diagnosis:* The lower part of the trunk swelled. The upper part of the trunk is strongly tapered, and carries few and short branches. The spicules of the part of the anthocodia are long, 0.3—0.45 mm., and with scattered thorns.

Of this variety, which in most cases corresponds with the *Gersemia fruticosa* forma *typica*, there are two specimens, one from *E. Spitzbergen* and one from *W. Spitzbergen, Ice Fiord*. The following description refers to that from *E. Spitzbergen*. (Pl. I, fig. 11.)

The colony is about 5 cm. high. The lower part of the trunk is strongly swelled and of considerable thickness, and carries 3—4 small, wart-like branches, with 2—3 anthocodiae on each. The upper part of the trunk tapers very much, and carries a few short club-shaped branches, which are closely covered with anthocodiae. The anthocodiae are about 2.5 mm. in length, not including the tentacles, which, in the specimens investigated, are contracted and folded inwards toward the mouth. A calyx generally occurs.

The spicules in the upper part of the anthocodia are long and narrow spindles with scattered thorns and are arranged in 8 double rows, in the upper part converging at sharp angles and, in the lower part, passing into a transverse wreath with 4—5 spicules in a row. Length from 0.3—0.50 mm. (Fig. 12 h.) The lower part of the anthocodia has long, spindle-shaped spicules, with numerous, uniformly distributed thorns, divided into 8 rows with about 10 spicules in each. Length from 0.22—0.28 mm. In the branch bark short rollers with girdles are predominant, but nearest the base of the anthocodia there exist long, spindle-shaped and rod-shaped spicules, homologous with those of the lower part of the anthocodia. These longer spicules disappear, however, in the real branch bark. The length of the girdle spicules is 0.13—0.18 mm. In the trunk bark are placed numerous, broad rollers with girdles of simple shape, crosses, and irregular spicules, etc., measuring 0.07—0.1 mm. and in the inner coenenchym a small number of irregular spicules from 0.03 to 0.06 mm. in length.

The coenenchym between the coelenterons is, in general, very thin. The anthocodiae are situated very close together and uniformly on the branches, and consequently crowding among the coelenterons is fairly great. Both indirect and direct connection exist. The direct is rather constant, and the indirect canals, which generally exist in the shape of narrow strings, are not specially developed. Some of the walls between the coelenterons are powerfully developed, and in these thickened balks the indirect canal system is

better developed. The budding of new polyps generally occurs in these balks. The development of new coelenterons repeats the crowding within the coenenchym, accompanied by the direct canal system.

The armature in most cases is not very different from that in the principal species. The spindles in the upper part of the anthocodia are long and have scattered thorns, but this is not a very special characteristic. However, the extraordinary and characteristic shape of the colony has led me to distinguish this as a new variety, and so much the more as, in one of the collections of a later expedition (Sw. Spitzb. exp. 1908), from an altogether different habitat, I have found a specimen which is also characterized by the same peculiar construction of the colony.

#### *Habitat:*

*Spitzbergen*, Lat. 77° 25' N., Long. 27° 30' E., North of Hope Island, 100 met. (Spitzb. exp., <sup>23</sup>/<sub>8</sub> 1898), yellow brown clay, 0,71° C., 1 sp.; Ice Fiord, North Fiord, 197—190 met., loose clay, 0,77° C. (Sw. Spitzb. exp., <sup>27</sup>/<sub>6</sub> 1908), 1 sp. (MOLANDER, 1915 M. S.).

#### ***Gersemia mirabilis* (DAN), 1887.**

The anthocodiae lie a few (5—6) together on each branch. An insignificant armature in anthocodiae and the basal spicules few in number. The spicules in the lower part of anthocodia and the basal spicules chiefly irregular rollers with no distinct girdles; a uniform distribution of the weak thorns. The lower part of the anthocodia with spicules. (Pl. I fig. 10.)

1887, *Voeringia arborea*, JUNGERSEN.

1907, *Eunephthya mirabilis*, KÜKENTHAL.

From a well-developed, membranous base rises the arboreal, ramified colony. The trunk, generally deeply furrowed, is slender and is provided all the way from the base with branches, which, however, are situated at a great distance from each other. The branches are relatively short, the trunk is high and the whole colony thus obtains an evident longitudinal extension. The main branches do not carry anthocodiae directly, but carry instead minor, very short branches with about 5—6 anthocodiae, which are distributed very closely on the points, not on the sides of the branches. A consequence of the development of the small branches is that a retraction of the anthocodiae is more difficult, and does not often occur, and a calyx often exists. The minor branches also may develop direct from the trunk. The branches are often expanded and transparent at the points.

In young specimens, in which the small branches are not yet developed, the anthocodiae are placed evenly along the larger branches, but the anthocodiae are distributed in distinct groups of from 3 to 5 in number.

The armature is weak within the anthocodia. The spicules in the upper part of the anthocodia are spindles of irregular shape, with scattered thorns, and with a distinct incurvation in the middle. They are few in number and lie in irregular, double rows.

Their length is about 0.17—0.30 mm. In the lower part of the anthocodia we find eight rows of irregular rods, at the base partly with transitions to dumb-bells, with a somewhat curved middle part, about 0.1 mm. in length. In the branch and the trunk bark lie similar, irregular rollers as well as few stars and crosses. In the inner coenenchym there are small, irregular crosses and rollers, few in number and with low thorns. KÜKENTHAL (1907) states that the spicules of lower part of anthocodia are strongly thorned. This is possibly right, if one compares these spicules with those from upper part of the anthocodia, but they are weakly thorned, in comparison with the spicules of the lower part of anthocodia from other species of *Gersemia*.

With this species I identify *Voeringia arborea*, JUNGENSEN, 1887. The spicules of the lower part of anthocodia and branch bark are more thorned and the dumb-bells are more numerous. The differences between *Gersemia mirabilis* and *Voeringia arborea* are too unimportant for the latter to be retained as a definite species.

The indirect canal system is generally predominant. Direct connection appears too, but not so frequently. The indirect canals do not attain any great development either, and the canal system shows a relationship with that of the following genus.

#### *Habitat:*

*Newfoundland*, Lat. 52° 5' N., Long. 52° 19' W., 290 met., clay mixed with sand (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>8</sub> 1871), 6 sps.

#### *Further Distribution:*

Spitzbergen, 267 met. (DANIELSEN, 1887), 52 met. (MAY, 1900), Siberean Sea, 18—20 met. (KÜKENTHAL, 1910), Kara Sea, 165 met. (JUNGENSEN, 1887), Kara Sea, 205 met. (BROCH, 1912 c).

#### **Eunephtya**, VERRILL, 1869.

The anthocodiae are not retractile; the points of branches with insignificant coenenchym. The spicules of the anthocodia are mostly clubs, but also spindles and rods. The spicules are closely packed on the outside of the anthocodiae.

1907, *Eunephtya* (pars), KÜKENTHAL (= *Eunephtya nephtyiformis*).

#### Synopsis.

- A) *Divaricatae-glomeratae*: anthocodiae close together. Spicules in the anthocodiae are generally clubs besides spindles.
- a) In the anthocodia mostly clubs, also spindles. Spindles and clubs of about the same size. Length 0.1—0.38 mm.
- 1) Spicules broad, with broad, short thorns. *E. glomerata*, VERRILL, (Fig. 13 a).
- 2) Spicules narrow with high and slender thorns. *E. flavescens* (DAN.) (Fig. 13 b).
- b) In the anthocodia numerous long spindles besides the shorter clubs. Spicules with slender and scattered thorns. Length 0.15—0.50 mm. *E. groenlandica* n. sp. (Fig. 13 c).

B) *Umbellatae*: anthocodiae distributed terminally. Spicules of anthocodia are mostly rods and spindles, which in places pass into clubs.

a) Exclusively terminal ramification.

1) Armature weak, the lower part of anthocodia usually without spicules, at least as its ventral, inward turned side. *E. rosea* (KOR. and DAN.) (Fig. 13 d).

2) Armature powerful, even in the lower part of anthocodia. *E. florida* (RATHKE), 1806.

b) The ramification basal.

*E. spitzbergensis* (DAN.) (Fig. 13 e).

KÜKENTHAL distinguishes *Eunephtya nephthyiformis* as two groups, 1) *Divaricatae-glomeratae*, 2) *Umbellatae*. This classification is based upon the different situation of the polyps on the branches. To the former group he reckons *Eunephtya glomerata* VERRILL, *E. hyalina* (DANIELSEN), and *E. racemosa* (STUDER); and to the latter *E. rosea* (KOR. and DAN.), *E. spitzbergensis* (DANIELSEN), and *E. florida* (RATHKE). A new

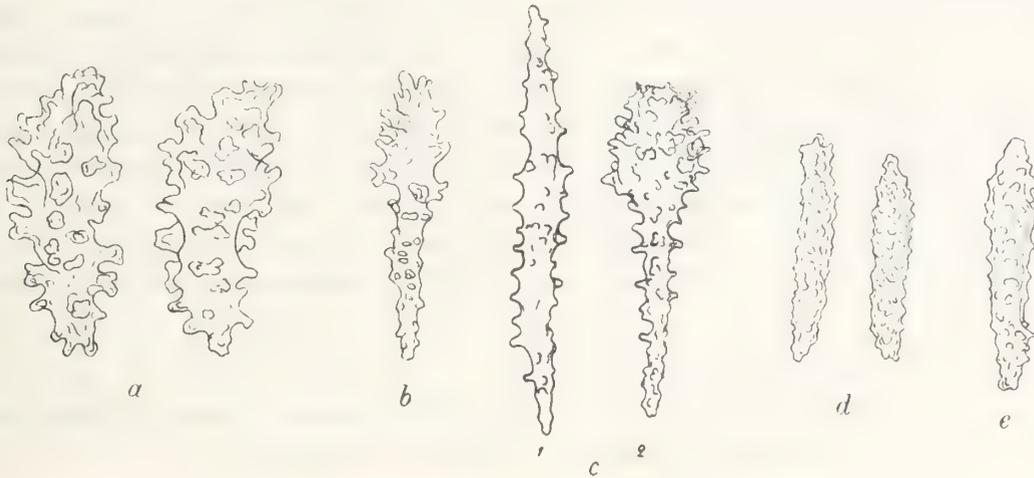


Fig. 13. a) Spicules of the anthocodia of *Eunephtya glomerata* VERRILL. b) Spicules of the anthocodia of *Eunephtya flavescens* (DAN). c) Spicules of anthocodia from *Eunephtya groenlandica* n. sp 1) spindle, 2) club. d) Spicules of anthocodia from *Eunephtya rosea* (KOR. and DAN.). e) Spicules of anthocodia from *Eunephtya spitzbergensis* (DAN). Enlarged 200 times.

species, *E. groenlandica*, proposed by myself, belongs to *divaricatae-glomeratae*. *E. glomerata* includes two different types.

*The first type* has short anthocodiae, at most 3 mm. in length, which are situated in large numbers close together on the branches. These latter lie very close to each other. The spicules of anthocodiae are short and broad, the ridges on the anthocodiae low. The spicules are not so strongly concentrated on the ridges, but lie more evenly distributed above the whole anthocodia. The difference between spindles and clubs is not so apparent, and the spicules are very broad in relation to their length. (Fig. 13 a.)

*The second type* has longer anthocodiae, up to 6 mm., with evident ridges. The anthocodiae well differentiated in shaft and head. The anthocodiae are not placed so close together on the branches as in the other type. The spicules in the anthocodiae are longer and narrower; the thorns here are more scattered and are higher, but not so broad as in the first type. The difference between spindles and clubs very evident, the latter mainly on the ridges. (Fig. 13 b.)

To the first type belong *Eunephthya glomerata* and its variety *islandica* (DANIELSEN). To the latter belong *E. glomerata* var. *flavescens* (DANIELSEN) and var. *rosea* (DANIELSEN) and *Eunephthya hyalina* (DANIELSEN) and *racemosa* (STUDER). KÜKENTHAL considers *flavescens* and *rosea* to be varieties of *E. glomerata*, but *hyalina* and *racemosa* to be obvious species. By means of investigations of these species I have, however, found that all these can be included in the types just mentioned. I also distinguish between two different species, viz., *E. glomerata* (the first type), which includes *E. glomerata*, KÜKENTHAL and the variety *islandica*, KÜKENTHAL, and *E. flavescens* (the second type), which includes the variety *flavescens*, KÜKENTHAL, and *rosea*, KÜKENTHAL, besides the species *racemosa*, STUDER, and *hyalina*, KÜKENTHAL. *E. flavescens*, in my opinion corresponds most nearly to *E. glomerata* var. *flavescens* (DAN.), and consequently I have retained this name.

Just as in the preceding genus it was of importance carefully to decide what characteristics are useful for the differentiation of the species, so here it is of importance to pay great attention to unimportant deviations, especially as regards the ramification of the colony and the armature of the anthocodia, in which case the variations are very numerous. By means of KÜKENTHAL's classification into *divaricatae-glomeratae* and *umbellatae*, we obtain a very useful means of distinguishing the different species. Within the *umbellatae* especially, the species can be determined by an investigation of the ramification. The shape and size of the spicules in the anthocodiae also provide good characteristics.

1) *Ramification*: anthocodiae are:

- a) situated closely along the whole branch: *glomerate ramification*;
- b) exclusively terminal: *umbellate ramification*.

In *umbellatae*, we distinguish:

- a) the branches divided in their upper part (*terminal ramification*);
- b) the branches divided in their lower part (*basal ramification*).

2) *Armature*: I. Shape of the spicules: spindles, rods, clubs;

- a) broad, short, with broad thorns;
- b) long, narrow, with high thorns.

II. The strength of the armature:

- a) strong armature;
- b) weak armature.

#### ***Eunephthya glomerata*, VERRILL, 1869.**

*Diagnosis*: Glomerate ramification. The anthocodiae about 3 mm. in length, with small ridges and bent inwards toward the trunk. The spicules of anthocodia short, clumsy clubs and spindles, 0.2—0.38 mm., generally clubs, their thorns broad and low. (Pl. II, fig. 19.)

1907, *Eunephthya* (pars) *glomerata*, KÜKENTHAL.

The trunk of the colony is generally distinct and well developed; not membranous at the base. The branches are placed close together and cover the trunk, which is furrowed longitudinally. The anthocodiae are arranged on the numerous smaller branches, generally in groups of three anthocodiae, of which one is more vigorously developed than the others. The small branches lie very close together on the larger ones. The anthocodiae are usually short, about 3 mm. long, and strongly bent inwards towards the branches, somewhat club-shaped.

The armature in the anthocodiae consists of clubs and spindles, of which the former are most numerous. These spicules are short, broad, and provided with long, broad thorns. They attain a length of about 0.2 mm. The spicules are distributed very closely and uniformly, and, consequently, the ridges of this species are not so strongly developed. The tentacles contain numerous spicules. In the bark of the branches and trunk there are short, broad spicules, dumb-bells and crosses up to 0.1 mm., mingled with solitary longer spindles and clubs, 0.15 mm. in length.

The connection between the coelenterons of the anthocodiae is indirect. Direct connection appears very seldom and only in the case of a great crowding together of coelenterons. The walls of these latter are rather strong and retain a constant thickness throughout the whole branch. The indirect canals mostly consist of short, narrow cell-strings, which communicate actively with each other and with the coelenterons. The non-existence of direct connection is a natural consequence of the distribution of the anthocodiae on the branches. The coelenterons of the polyps are also rather short and soon disappear, in consequence of which the number of the tubes in the branches becomes insignificant.

#### *Habitat:*

*Newfoundland*, Lat. 47° 20' N., Long. 59° 29' W., 163 met., pebbles and mud (Ingegård and Gladan, <sup>15</sup>/<sub>8</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 52° 5' N., Long. 59° 19' W., 290 met., clay mixed with sand (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>8</sub> 1871), 3 sps.

*Davis Sound*, Lat. 63° 35' N., Long. 52° 57' W., 77 met., sand, shell (Ingegård and Gladan, <sup>9</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.

*Baffin Bay*, Lat. 67° 50' N., Long. 57° 4' W., 237 met., stone and clay (Ingegård and Gladan, <sup>20</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 67° 59' N., Long. 56° 35' W., 176 met., stone, mud (Ingegård and Gladan, <sup>20</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 72° 26' N., Long., 58° 5' W., 209 met., stones (Ingegård and Gladan, <sup>8</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 76° 26' N., Long. 67° 27' W., 468 met., hard clay (Sofia exp., <sup>28</sup>/<sub>7</sub> 1883), 1 sp.

*Greenland*, Godthaab (AMONDSSEN 1861), 6 sps.; Fiskernaes, 270 met. (AMONDSSEN, 1861), 2 sps.; Waygattet, 315 met., stone (Sofia exp., <sup>10</sup>/<sub>6</sub> 1883), 1 sp.; Disco, The North Fiord, 290 met., loose, gray clay (Ingegård and Gladan, <sup>11</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 60° 24' N., Long 45° 31' W., 99 met., shell, pebbles (Sofia exp., <sup>11</sup>/<sub>6</sub> 1883).

*Spitzbergen*, Ice Fiord, Safe Harbour, 54—90 met., stone, clay (MALMGREN, 1864), 7 sps.; Duym Point, 64 met., rocky bottom (MALMGREN, 1864), 1 sp.; Waygat Island, 54 met., rocky bottom (TORELL, 1861), many sps.; Foster Island, 72 met., sand (TORELL,

1861), 1 sp.; King Charles' Land, Bremer Sound, 100—110 met., fine clay and large stones (Spitzb. exp., 1898), 1 sp.

*Barents Sea*, Lat. 75° 49' N., Long. 24° 25' E., 60 met., rocky bottom (Spitzb. exp., 21/8 1898), 5 sps.; Lat. 75° 3' N., Long. 18° 30' E., 410 met., gray clay (Sbptitzb. exp., 4/8 1898), 2 sps.

*Kola Peninsula*, Waideguba, 94 met. (SANDEBERG, 28/7 1877), 1 sp.

#### *Further Distribution:*

Newfoundland, (Halifax) 93 met. (VERRILL, 1879), Greenland, (LÜTKEN, 1875), W. Greenland, 180 met. (M. A. NORMAN, 1876), Greenland, (VERRILL, 1869), Jan Mayen, 481 met. (DANIELSEN, 1887), Spitzbergen, 40—240 (MAY, 1900), Spitzbergen, 95—145 met. (KÜKENTHAL, 1906 b), Barents Sea, 269—271 met. (DANIELSEN, 1887), Kara Sea, 90 met. (BROCH, 1912 e), Kola Fiord, 21—324 met. (BROCH, 1912 d), Franz Joseph Land, 170 met. (MARENZELLER, 1878).

BROCH's statement as regards *E. glomerata* 1912 may possibly apply to *E. flavescens*, as no further descriptions of the specimen discovered have been obtained, but *E. flavescens* generally has a more westerly arctic distribution.

***Eunephtya glomerata* VERR. var. *islandica* (DAN.), 1887.**

*Diagnosis:* The branches are scattered and do not cover the trunk. The anthocodiae as a rule, are sparsely distributed on the branches. The anthocodiae slightly curved towards the trunk, the upper part clearly distinguished from the shaft. Spicules of the anthocodia 0.28 mm. with vigorous development of thorns on one side and slightly curved.

1907, *Eunephtya glomerata* var. *islandica*, KÜKENTHAL.

This variety, too, very much resembles the principal species. DANIELSEN accepted this variety as a species, KÜKENTHAL classifies it as a variety under *E. glomerata*. The distinction between the principal species and the variety is not great, but it is sufficient to distinguish them.

#### *Habitat:*

*Greenland*, Umanak, 768 met., gray, loose clay (Ingegård and Gladan, 13/7 1871), 1 sp. *Spitzbergen*, Waygat Island, 54 met., rocky bottom (MALMGREN, Aug. 1861), 1 sp.

#### *General Distribution:*

Iceland, 547 met. (DANIELSEN, 1887).

***Eunephtya flavescens* (DAN.), 1887.**

*Diagnosis:* Glomerate ramification. The anthocodiae are 4—6 mm. in length and have evident ridges. Spicules of the anthocodiae clubs and spindles, the former prepon-

derating; length of spicules 0.10—0.30 mm. The spicules are more slender than with preceding species and have high and narrow thorns. (Pl. II, fig. 17.)

1883, *Gersemia candida*, KOR. and DAN.

1907, *Eunephthya glomerata* var. *flavescens*, *E. glo-*

1887, *Nephthya flavescens*, *Gersemiopsis arctica*, *Neph-*  
*thya rosea*, *Drifa hyalina*, DANIELSEN.

*merata* var. *rosea*, *E. hyalina*, *E. racemosa*, KÜ-  
KENTHAL.

1901, *Eunephthya racemosa*, STUDER.

1910, *Eunephthya glomerata* (pars), THOMPSON.

This species is differentiated from the preceding one by poor ramification, but the branches are longer and the trunks low, and the entire colony obtains a very characteristic, bush-like shape. The trunk is deeply furrowed. The anthocodiae are placed sparsely on the smaller branches and are very evidently arranged in groups of three specimens each. The anthocodiae attain a length of as much as 4—6 mm., and have a narrow shaft and a broad head, with clearly and sharply developed ridges. The armature in the anthocodiae consists of clubs and spindles. The former are most numerous and appear mostly on the ridges, whilst the spindles produce a kind of bottom layer of spicules. The outer surface of the anthocodia is rough and thorny, as a result of the larger ends of the clubs being turned towards the outside of the anthocodiae, apparently as a protection for the anthocodiae, which do not possess the power of retraction possessed by the *Gersemia*-species. The spindles, as well as the clubs, are distinguished by their delicate shape; they are longer, and their thorns are higher and more sparsely distributed than is the case in the preceding species. The head of the clubs is distinguished by its powerful thorns from the other part, which is considerably narrower. These spicules distinguish the *Eunephthya flavescens* very clearly from *E. glomerata*, and this difference between the spicules is constant, so that, in a large number of specimens investigated, I have been unable to find any direct transitions to the shape represented by *E. glomerata*. The length of the spicules varies somewhat, but attains to about 0.10—0.30 mm. In the trunk bark there are placed, very close, short dumb-bells and spicules with girdles of varying length, from 0.06—0.11 mm., mingled with longer spindles and clubs, 0.10—0.20 mm. In the inner coenenchym there exist small, broad spicules, with girdles.

On comparison with DANIELSEN's type-specimen of *Nephthya flavescens*, which is taken by KÜKENTHAL to be a variety of *E. glomerata*, I have found that many specimens contained in the collections bear the greatest resemblance to this form. Their claims to be considered as a distinct species are beyond all doubt.

I find no reason, however, to retain the variety *rosea* under *E. flavescens*. The difference as regards ramification and armature can be ascribed altogether to the usual variations. The reason why I have selected the name *flavescens* for the collective species is chiefly a practical one, as we already have a species which is known by the name of *Eunephthya rosea*.

With this *E. flavescens*, I class *E. racemosa*, STUDER, and I consider *E. hyalina* (DAN.) as a variety.

KÜKENTHAL (1907) classes *Paraspongodes Sarsii*, MAY with *E. glomerata*, but this species certainly is a *E. flavescens*. I also refer *Gersemia candida*, KOREN and DANIELSEN 1883 to this species. The spicules of the anthocodiae prove in the case of both these species the nature of *E. flavescens*. Also *Gersemiopsis arctica*, DANIELSEN, 1887, belongs to *E. flavescens*.

*Eunephtya racemosa.*

As early as 1909 THOMPSON expresses a doubt whether we can consider *Eunephtya racemosa*, STUDER, as a distinct species, among other reasons because he supposes the dumb-bells observed by STUDER in the bark of the trunk to be nothing but the broken ends of the club spicules which are seen there. This well-founded remark is, however, based in this case on a wrong supposition. The dumb-bells in the trunk bark exist in *E. racemosa*, just as in *E. glomerata* and *E. flavescens*, and, consequently, *E. racemosa* does not prove any exception in this respect. These dumb-bells exist most numerous in *E. flavescens*, a species that *E. racemosa* resembles very much as regards the shape and size of the anthocodiae, the mode of growth of the colony, etc. From THOMPSON'S description it appears that the species mentioned by him is *E. flavescens*. Here, too, we find the numerous, long and small spindles and the more irregular clubs. *E. racemosa* is marked by rather low colonies, 4—5 cm., and by its few branches. On every branch there is an insignificant number of rather large anthocodiae. The trunk tapers greatly towards the point. The anthocodiae are club-shaped, 4 mm. in length. The spicules are similar in shape and size to those of *E. flavescens*. The walls between the coelenterons are filled with spicules, and there is no sign of any endodermal, indirect canal system. The connection between the coelenterons passes through wide, endodermal direct canals. This deviates a great deal from the canal system in general in this genus, and also from that in *E. flavescens*. The great development of spicules in the walls between the coelenterons possibly may produce direct connection, as we see in the case of *Eunephtya groenlandica*. The insignificant ramification of the colony, however, and the short branches produce great crowding among the coelenterons. In other specimens this crowding is prevented by the profuse ramification, from which follows a suitable distribution of the coelenterons in the trunk and branches. But in this case ramification does not exist, and direct connection occurs. This construction of the canal system cannot be relied upon to differentiate the species, and I consequently consider *E. racemosa*, STUDER, as homologous with *E. flavescens*.

According to THOMPSON, the specimens investigated by him should be classed as *vivipara*, something already remarked by DANIELSEN (1887) in connection with *E. flavescens*.

The indirect canal system in *E. flavescens* is well developed, except the specimens, which are described as *E. racemosa*. The walls between the coelenterons are filled with wide canals, which communicate actively with each other. I have not found direct connection between the coelenterons in the cases investigated, and there exists no crowding in general between the coelenterons, this seeming to be the cause of the want of direct connection.

*Habitat:*

*Newfoundland*, Lat. 52° 5' N., Long. 52° 19' W., 290 met., sand mixed with clay (Ingegård and Gladan,  $\frac{11}{8}$  1871), 1 sp.

*Davis Sound*, Lat. 63° 47' N., Long. 52° 25' W., 63 met., shells (Ingegård and Gladan,  $\frac{3}{6}$  1871), 3 sps.

*Baffin Bay*, Lat. 68° 8' N., Long. 58° 47' W., 304 met., stone, clay (Ingegård and

Gladan, <sup>24</sup>/<sub>7</sub> 1871), 2 sps.; Lat. 68° 14' N., Long. 54° 7' W., 235 met., sand mixed with clay, stones (Ingegärd and Gladan, <sup>27</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 69° 16' N., Long. 58° 8' W. 329 met., clay with stones (Ingegärd and Gladan, <sup>22</sup>/<sub>7</sub> 1871), 2 sps.; Lat. 72° 20' N., Long. 59° 39' W., 389 met., clay with stones (Ingegärd and Gladan, <sup>19</sup>/<sub>7</sub> 1871), 2 sps.; Lat. 72° 32' N., Long. 58° 5' W., 209 met., stones (Ingegärd and Gladan, <sup>19</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 75° 26' N., Long. 67° 27' W., 468 met. hard clay with stones (Sofia exp., <sup>20</sup>/<sub>7</sub> 1883), 7 sps. Norway, Finmark, (S. LOVÉN), 1 sp.

*Further Distribution:*

Newfoundland, 1267 met. (STUDER, 1901), Norwegian Sea, 761—1203 met. (DANIELSEN, 1887), Norwegian Sea, Faroe Channel, 355 met. (THOMPSON, 1910), Barents Sea, 269—329 met. (DANIELSEN, 1887), Norway, west coast, 72—92 met. (KÖREN and DANIELSEN, 1883).

*Eunepthya flavescens* var. *hyalina* DAN., 1887.

The trunk compressed on two sides. The branches extend in the same plain. The spicules are more closely packed in the anthocodiae and branch bark than within the main species, and the spicules have slightly longer and slender thorns. In the branch and trunk bark there exist somewhat more numerous longer clubs and spindles. (Pl. II. fig. 15.)

1907, *Eunepthya hyalina*, KÜKENTHAL.

KÜKENTHAL classifies, although with hesitation, *Eunepthya hyalina* (DAN.) as a distinct species. He says: »Auch diese Form gehört in die Nähe von *E. glomerata* (VERR.), so abweichend sie auch auf den ersten Blick gebaut zu sein scheint. Der Aufbau ist zwar sehr locker und in eine Ebene erfolgt aber doch im wesentlichen der gleiche. Die Durchsichtigkeit der Kolonie ist kein entscheidendes Merkmal, sie lässt sich gelegentlich auch innerhalb anderen Arten beobachten. Da aber in der Bewehrung gewisse Abweichungen vorkommen, will ich die Form als eigene Art vorläufig beibehalten.»

The only characteristic, which according to the mentioned writer can be relied upon to differentiate the species is the armature. If, however, we distinguish between two species, i. e. *E. glomerata* and *E. flavescens*, as I have done, *E. hyalina* comes very close to *E. flavescens*, and the difference in the shape and size of the spicules is insignificant.

	<i>Eunepthya flavescens</i>	<i>Eunepthya flavescens</i> var. <i>hyalina</i>
Length of anthocodia . . . . .	4—6 mm. <sup>1</sup>	4—5 mm.
» » spicules in anthocodia . . . . .	0.10—0.30 mm. <sup>2</sup>	0.12—0.30 mm.
» » » in branch bark: spindles,		
clubs . . . . .	0.10—0.20 mm. <sup>3</sup>	0.13—0.20 mm.
rollers, crosses, stars . . . . .	0.06—0.11 mm. <sup>4</sup>	0.06—0.12 mm.

<sup>1</sup> DANIELSEN gives 6—8 mm., but KÜKENTHAL, 4—5 mm. DANIELSEN's account possibly refers to an investigation of the anthocodiae in fresh condition. I have found 4—5 mm. on the type specimen of DANIELSEN. On specimens in the Swedish collections I found 4—6 mm.

<sup>2</sup> DANIELSEN gives 0.39 mm. as greatest length. } I have not found these lengths of spicules on the  
<sup>3</sup> » » 0.26 » » » } DANIELSEN's type-specimens, nor on the other specimens  
<sup>4</sup> » » 0.16 » » » } investigated.

It is not possible to retain the distinction of species between them. The spicules in the anthocodia and branch bark in the case of *E. hyalina* are somewhat more closely packed than with the typical *E. flavescens*, and in addition the thorns are slightly slenderer and longer. The sparser branch formation and the few anthocodiae on each branch one finds in numerous specimens of *E. flavescens*, too. On account of the different development of the shape of spicules I distinguish *E. hyalina* (sensu KÜKENTHAL) as a variety of *E. flavescens*, for I have not found any direct transitions between the two types.

*General Distribution:*

Barents Sea, 329 met. (DANIELSEN, 1887).

***Eunephthya groenlandica* n. sp.**

Glomerate ramification. In the anthocodiae numerous long spindles beside the shorter clubs. Clubs and spindles with long and slender thorns; length 0.12—0.50 mm. Anthocodiae with strongly evolute ridges, about 6 mm. in length. (Pl. II, fig. 18.)

The low colony has a membranous base, from which there generally rise numerous trunks, which are deeply furrowed and very little branched, often with traces of dichotomi. The trunks are only 2—4 cm. high and support, either directly or on short branches, a few, large, broad anthocodiae, of a length of about 6 mm. or more (if we neglect the retracted tentacles), and about half as wide, with 8 strongly marked furrows; the head is considerably wider than the shaft. The tentacles are eight in number, very broad, and are provided with 9—10 wide, clumsy pinnulae, 1.5—2 mm. in length.

The anthocodiae are powerfully armed. The closely packed spicules are arranged in eight double rows converging upwards, forming strongly elevated ridges. In spite of the strong armature around the anthocodia, we can, however, discern an increased formation of clubs on the outer dorsal side and on the ridges. The inner layer of the anthocodia armature consists of numerous spindles, and these also occur numerous in the lower part of the anthocodia. Length of spicules in anthocodiae 0.12—0.5 mm., clubs 0.12—0.35 mm., spindles 0.3—0.5 mm. In the tentacles there are arranged, in almost compact masses, spindles and clubs, 0.17—0.24 mm. in length. The clubs predominate and have their wide, strongly thorned parts turned outwards. The pinnulae are without spicules. In the trunk and in the bark of the branches there are closely distributed spindles and clubs of a length of 0.38 mm. As in the case of the preceding species, the anthocodiae, as well as the trunk bark, are very rough and thorny, this being caused by position of the spicules. In the inner coenenchym there are to be found numerous spicules, usually spindles, with scattered thorns, but somewhat weaker than those in the anthocodiae. Length 0.22—0.38.

Concerning the internal construction of the colony, this species is of some interest. The walls between the coelenterons in branches and trunk are very thick and strong, with numerous spicules. The coelenterons are generally oblong in section. The connection between the coelenterons is generally direct. The indirect canals, which predominate in all the nearly allied species, seem here to be altogether reduced. Endodermal strings of cells occur. The explanation of this phenomenon may possibly be found in

the great development of the spicules between the coelenterons, which prevents a development of the indirect canals. Lower down in the trunk, the endodermal indirect canal system reaches a better development, the formation of the spicules being weaker. In the branches and in the trunks as well, the space between the coelenterons is rather insignificant, the branches are smaller and the coelenterons numerous and this, of course, as the distribution of the coelenterons does not occur in profuse ramification, may lead to direct connection, a feature we have already observed in other cases, as for instance, in the *Eunephtya flavescens* (= *E. racemosa* STUDER).

*Habitat:*

(Greenland, east coast, without definite locality 234 met., clay with stones (Sofia exp., 1/8 1883), 5 sps.

***Eunephtya rosea* (KOR. and DAN.), 1883.**

*Diagnosis:* The ramification is umbellate and terminal, and as a result there is formed a cushion-like collection of anthocodiae. Spicules in anthocodiae are rods, spindles, and a few clubs and crosses. The lower part of anthocodiae is without spicules, at least on its ventral, inner side. No evident ridges on the anthocodiae. The anthocodiae 1.5—2.0 mm. in length. (Pl. II, fig. 20.)

1879, *Alcyonium multiflorum*, VERRILL?

1907, *Eunephtya rosea*, KÜENTHAL.

1912 a. *Eunephtya florida* (pars), BROCH.

*Alcyonium multiflorum.*

In 1879 VERRILL described *Alcyonium multiflorum* from the waters of Newfoundland, KOREN and DANIELSEN, in 1883, note that this species seems to approximate to their species *Dura rosea*. VERRILL points out the hypothetical relationship with *Gorgonia florida*, RATHKE. That the species not is to be referred to the genus *Alcyonium* is evident. It surely belongs to the genus *Eunephtya* (sensu MOLANDER). The brief account of VERRILL is not sufficient to allow us to judge whether this species may be considered as *E. rosea* (KOREN and DANIELSEN) or as *E. florida* (RATHKE). The geographical distribution of *E. rosea* includes other American waters, and it is very likely that *Alcyonium multiflorum* is identical with *E. rosea*. On account of the rules of nomenclature the *E. rosea* (KOR. and DAN.) should be replaced by *E. multiflora* (VERRILL), but I retain the name *E. rosea*, as VERRILL's description does not provide any certain grounds for defining the real nature of *Alcyonium multiflorum* as *E. rosea* or *E. florida*.

BROCH (1912) classes *Eunephtya rosea*, *E. florida*, and *E. spitzbergensis* together as one species, *E. florida* (RATHKE). BROCH has evidently made a mistake in this. The terminal ramification with *E. rosea* and *E. florida* distinguish them very clearly from *E. spitzbergensis*. The differences between the armature are less. The spicules of the anthocodiae of *E. florida* and *E. rosea* are mostly rods and spindles, within *E. spitzbergensis* these spicules are mixed with numerous clubs, and they also have greater length. The distinction between *E. rosea* and *E. florida* is connected with the stronger development of spicules

in the anthocodiae within the latter species, besides the small anthocodiae and the slenderer spicules in anthocodia.

The trunk of the colony is well developed, somewhat membranous at the base. The branches proceed from the whole length of trunk, but do not cover it. This becomes still more noticeable from the fact that large and small branches first begin to ramify in the upper part of the branches (*terminally*), and usually dicotomically, too. The anthocodiae, therefore, collect on the points of the branches and the lower parts are almost devoid of anthocodiae. In consequence of this arrangement, the anthocodiae form close communities, which appear as semispherical, cushion-like parts.

The anthocodiae are 1—1.5 mm. in length, none club-shaped, and have, in general, weak armature. In the anthocodiae, however, this may occasionally be fairly strong, but transitions from these species to more weakly armed ones are numerous. In the tentacles, as well in the anthocodia body, this armature mostly consists of rods, 0.1—0.14 mm., and of spindles, a few clubs and crosses. A great number of spicules are situated at the base



Fig. 14. a) Diagrammatic figure of the ramification in the case of *Eunephthya rosea* (KOR. and DAN.). I, II, III sections through different parts of branches. b) Diagrammatic figure of the reduction of the gastral tubes in the case of *Eunephthya rosea*. Section I is drawn at the base of the polyps, II and III through branches of different sizes. Sections I, II, and III also correspond in the two figures.

of the tentacles. As a rule, spicules are wanting in the anthocodia shaft, and if they are found there, it is only on the dorsal side. The bark of the branches and the upper trunk are almost entirely free from spicules, and it is only in the basal parts of the trunk that we find 0.07—0.1 mm. rollers with girdles and crosses with large thorns. In the walls between the coelenterons we find similar spicules, although smaller ones. This is according to KÜKENTHAL'S observations; the specimens I have investigated have been without spicules in the inner coenenchym.

The indirect canal system is the only one that occurs; it has the shape of rather broad canals, which often produce large spaces between the coelenterons. The umbellate ramification has produced an extraordinary development of the canal system. On every small branch there are placed on an average 4—6 anthocodiae. In the shaft of the small branches on which the anthocodiae are placed the coelenterons of the anthocodiae run side by side. The small branches again are packed two and two on larger branches, the coelenterons of which, consequently, are a direct continuation of those in the small branches. On the coalescence of two of these small branches to a larger one, there should in this case, if no reduction in the number of canals took place, be found from 8—14 coelenterons in the larger branches. This does not occur, however, because, where two

polyp-bearing branches meet, a reduction always takes place in the number of the coelenterons, and, consequently, the larger branches contain a smaller number of coelenterons. It must be maintained that this reduction is really identical with the disappearance of the coelenterons of the younger polyps. The coelenterons are very short and, in the larger branches, only the coelenterons of the older polyps remain. Generally those coelenterons disappear first — they are, too, the youngest — which are situated innermost, at the angle formed by the two branches that meet. This reduction takes place with the same number (one or two coelenterons) from each side. In the branches, of course, a reduction of the number of the coelenterons occurs on other occasions, too. When large branches meet, a reduction in the number of coelenterons also takes place on similar principles (Fig. 14). The large branches contain, consequently, coelenterons, which, later on, are again found in the smaller branches. Numerous changes take place in the situation of the coelenterons in consequence of these reductions. A great number of the coelenterons which are found in the smaller branches can be rediscovered in the larger ones, but it is difficult to trace them through the colony, on account of the change in the situation of the coelenterons. That there certainly is a difference in age between the polyps which are situated on the points of the branches is evident from what has been stated, even if it is difficult to decide in each case which of the polyps is the oldest. By carefully tracing the respective coelenterons right up into the smaller branches, it would seem as if those polyps that are placed outermost on every branch are oldest, although, in consequence of the method of ramification, they have received the same position as others on the same branch. It is impossible to discover in the coelenterons of the terminal polyps a direct connection of the coelenterons formed earliest, as the oldest coelenterons disappear at a relatively early period.

The umbellate and partly dicotomical exterior ramification is not accompanied by a corresponding regularity in the interior parts and in the canal system. These changes in position of the respective coelenterons have been the cause of the beautiful development of the indirect canal system in this species, as, naturally in consequence of the changes, the space between the coelenterons has become better arranged and the smaller branches, too, have retained good development of coenenchym.

The specimens of *Eunephthya rosea* which have been obtained in Baffin Bay and on the west coast of Greenland differ from the North Sea forms in their possession of a more powerful anthocodia armature. They have, too, minor colonies, with short, powerful branches. (Pl. II, fig. 21.)

#### *Habitat:*

*Baffin Bay*, Lat. 68° 8' N., Long. 58° 47' W., 304 met., stones and clay (Ingegård and Gladan, <sup>24</sup>/<sub>7</sub> 1781), 3 sps.; Lat. 72° 32' N., Long. 58° 51' W., 259 met., stones (Ingegård and Gladan, <sup>17</sup>/<sub>7</sub> 1781), 1 sp.; Lat. 76° 26' N., Long. 67° 27' W., 468 met., hard clay with stones (Sofia exp., <sup>29</sup>/<sub>7</sub> 1883), 3 sps.

*Norwegian Sea*, 300—540 met. (UGGLA), 1 sp.

*Norway*, Storeggen, 125—300 met. (v. YHLEN), 1 sp.; Trondhjem Fiord, 1 sp.

*Further Distribution:*

Off Newfoundland, 360—396 met. (VERRILL, 1879), Spitzbergen, 200 met. (KÜKENTHAL, 1906), west coast of Norway, Moldøen, 72—90 met. (KOR. and DAN. 1883), west coast of Ireland, 687—900 met. (STEPHENS, 1909).

*Eunephtya rosea* var. *umbellata* (KOR. and DAN.), KÜKENTHAL, 1906.

*Diagnosis:* The branches are numerous, long, and not so terminally divided. The cushions of anthocodiae are not so strongly marked. The armature is weak.

1906 b, *Eunephtya rosea* var. *umbellata*, KÜKENTHAL

The branches round the trunk are numerous and show great ramification. This is plainly dicotomical and umbellate. The ramification, too, is not so typically terminal as in the case of the principal species, which accounts for this variety being devoid of the characteristic semispherical collection of anthocodiae. (Pl. II, fig. 16.) With regard to the armature and the shape of the anthocodiae, the correspondence with *E. rosea* is great. The armature is weak, the spicules are placed mainly at the base of the tentacles but extend even on the dorsal side, down into the anthocodia shaft. KÜKENTHAL mentions spicules from the lower part of the tentacles, but the specimen investigated by me is without spicules, either in the tentacles or the pinnulae. Some of the spicules of the dorsal side of the anthocodiae are larger and have the part with most thorns turned towards the outside. The spicules in general are rods; length 0.11—0.24 mm. The branch bark, the greater part of the trunk bark, and inner coenenchym are without spicules. In the lower, membranous part of the trunk are scattered a few, irregular spicules, 0.08—0.11 mm. in length.

*Habitat:*

*Baffin Bay*, Lat. 76° 26' N., Long. 67° 27' W., 468 met., hard clay with stones, 1 sp. (Sofia exp., <sup>29</sup>/<sub>7</sub> 1883).

*Further Distribution:*

Spitzbergen, 145 met. (KÜKENTHAL, 1906 b), Kola Fiord, 288—297 met. (BROCH, 1912 d).

*Eunephtya florida* (RATHKE), 1806.

*Diagnosis:* Umbellate and terminal ramification. The anthocodiae lie very close together and form cushion-like collections. The anthocodiae are very small, 0.5—1.2 mm., with strong armature. The spicules are slender rods and spindles and are seen even in the shaft of the anthocodia. Strongly ridged on the anthocodiae. (Pl. II, fig. 23.)

1907, *Eunephtya florida*, KÜKENTHAL.

1912 a, *Eunephtya florida* (pars), BROCH.

The anthocodiae are very small, 0.5—1.2 mm., packed on the exclusively terminally divided branches. The larger branches proceed almost wreath-like from the trunk. The anthocodiae have a relatively strong armature, both on the ventral and dorsal side. The

spicules are very closely packed in the shaft of the anthocodia. Spicules of the anthocodia are slender rods and spindles, 0.25 mm. in length. KOREN and DANIELSEN mention 0.21—0.30 mm., but neither KÜKENTHAL nor I have found a greater length of spicules than 0.25 mm. The bark of the upper part of the trunk and of the branches are almost without spicules; in the lower part of the trunk, irregular rods and stars with long thorns are to be found. The inner coenenchym is without spicules. The canal system is similar to that of *E. rosea*.

*General Distribution:*

Norway, Finmark, 1 sp. (KÜKENTHAL, 1907).

***Eunephtya spitzbergensis* (DAN.), 1887.**

*Diagnosis:* Umbellate and basal ramification. The anthocodiae do not produce any cushions. The armature of the anthocodiae is strong and the spicules are placed around the whole of the anthocodiae; the latter are 2—3 mm. in length. The spicules of the anthocodiae are spindles, rods and clubs. Generally visible ridges in the anthocodiae. (Pl. II, fig. 14.)

1907, *Eunephtya spitzbergensis*, KÜKENTHAL.

1912 a, *Eunephtya florida* (pars), BROCH.

KÜKENTHAL retains a division of this species into different varieties beside the *forma typica*, viz. var. *aurantiaca*, var. *arborescens*, var. *violacea*. I have not rediscovered these different types within the collections which I have investigated. The transitions between the different types are very numerous, if we take into consideration all the specimens both those in the Swedish State Museum and those in the Norwegian collections, which I have investigated. The general notes which I have communicated below also refer to the characteristics of all the *E. spitzbergensis*-specimens.

The trunk is visibly furrowed, with a membranous base. The ramification is sparse, and the trunk is evident, with scattered branches. These latter are basally divided; more seldom dicotomical. By these means there is produced a more scattered arrangement of the anthocodiae, and we do not find the »cushions» in this species. The anthocodiae are placed 4—6 on every branch, 2—3 mm., and are provided with visible ridges, on which the armature has, too, been concentrated. The spicules of the anthocodiae consist of rods and spindles which in places pass into clubs. They have scattered, low thorns and are placed around the whole of the anthocodia, even in the lower part of the anthocodia. Length of the spicules: 0.15—0.32 mm., generally about 0.20—0.25 mm. On the dorsal side the spicules are placed along the whole of the anthocodia in longitudinal rows, and with the somewhat more strongly thorned part directed outwards towards the surface. The broad, short tentacles are practically without spicules and so are the pinnulae. Only at the base of the tentacles are there found short rods, 0.1 mm. in length. In the bark of the branches and in the bark of the upper trunk, spicules are, in general, wanting; sometimes there are spicules and other calcareous bodies with a length of 0.07—0.14 mm. In the lower part of the trunk are found numerous spicules, 0.07—0.10 mm. in length.

rods, crosses, and rollers with girdles. In the inner coenenchym there are crosses and rods of about 0.07—0.10 mm. in length.

The canal system is similar to that in *Eunephthya rosea*, although there does not appear to exist the same regularity, this being the result of the more irregular ramification. The indirect canals are well developed, but there is no direct connection.

#### *Habitat:*

*Baffin Bay*, Lat. 68° 6' N., Long. 58° 47' W., 304 met., stones, clay (Ingegård and Gladan exp., <sup>24</sup>/<sub>7</sub> 1871), 1 sp.; Lat. 69° 16' N., Long. 58° 8' W., 329 met., stones, clay (Ingegård and Gladan, <sup>28</sup>/<sub>7</sub> 1871), 5 sps.; Lat. 72° 32' N., Long. 58° 5' W., 209 met. (Ingegård and Gladan, <sup>18</sup>/<sub>7</sub> 1871), 5 sps.

*Norwegian Sea*, Lat. 62° 15' N., Long. 0° 37' E., 670 met., mud with sand (Greenland exp., <sup>1</sup>/<sub>6</sub> 1899), 1 sp.

*Norway*, Finmark (S. LOVÉN), 1 sp.

#### *Further Distribution:*

*Norwegian Sea*, 547—1187 met., Spitzbergen, 199 met. (DANIELSEN, 1887), *Norway*, west coast, 80—100 met. (KOR. and DAN., 1883), west coast, 540 met. (DANIELSEN, 1887), *Barents Sea*, 329 met. (DANIELSEN, 1887).

### Geographical Survey.

In the table on pag. 86, 87 there will be found a list of localities and depths from this and preceding works regarding *Alcyonacea* with northern distribution. Their geographical distribution extends above the arctic, boreo-arctic, boreal and boreo-Atlantic zones. As regards the extension of the different geographical zones I refer the reader to APPELLÖF (1912).

*Arctic distribution:* *Gersemia rubiformis*, *G. wvaeformis*, *G. clavata*, *G. fruticosa*, *G. mirabilis*, *Eunephthya glomerata*, *E. flavescens*, *E. groenlandica*, *E. spitzbergensis*, *Xenia wandeli*.

*Boreo-arctic distribution:* *Gersemia rubiformis*, *G. wvaeformis*, *G. clavata*, *G. fruticosa*, *Eunephthya glomerata*, *E. flavescens*, *E. rosea*, *E. florida*, *E. spitzbergensis*, *Anthomastus agaricus*, *Alcyonium digitatum*.

*Boreal distribution:* *Gersemia clavata*, *G. fruticosa*, *Eunephthya rosea*, *E. spitzbergensis*, *Anthomastus purpureus*, *Alcyonium digitatum*, *Sympodium catenatum*, *Clavularia arctica*, *C. stormi*, *Anthelia borealis*, *A. fallax*.

*Boreo-Atlantic distribution:* *Eunephthya rosea*, *Alcyonium digitatum*, *Anthomastus agaricus*, *Sympodium catenatum*.

*Atlantic-Mediterranean distribution:* *Alcyonium digitatum*.

In the arctic zones, species and genera belonging to *Nephthyidae* occur mostly, in the boreal zones the *Cornulariidae* and *Alcyoniidae* also exist. The latter have a more limited

distribution and are to be considered as northern outposts of genera with main distribution in exotic zones. The only representative of *Xeniidae*, *Xenia wandeli* was found in arctic water. Within *Nephthyidae* the genus *Gersemia* is more arctic, the *Eunephthya* boreo-arctic-boreal. Most species of *Gersemia* are circumpolar; the species of *Eunephthya* have a more limited arctic distribution, the main distribution is more westerly, between Spitzbergen and the American coasts. Within *Alcyoniidae* *Alcyonium*, *Symphodium*, and *Anthomastus* occur, *Alcyonium* with great boreal distribution. The distribution of *Cornulariidae* is very limited (west coast of Norway). On the west American coast of the Atlantic the arctic species extend further southwards than on the European coasts, in consequence of the cold polar currents. The arctic species exist southwards to Cape Cod.

The bathymetrical distribution varies greatly. The *Alcyoniidae* and *Cornulariidae* on the European coasts occur in littoral and sub-littoral zones; on the American coasts they also are to be found in abyssal depths (*Anthomastus agaricus*). Within *Nephthyidae* the distribution extends from littoral to abyssal zones. Most species reach abyssal depths. In pure arctic zones the bathymetrical distribution is mostly littoral—sub-littoral. In the abyssal depths of the North Atlantic and Norwegian Seas, with their arctic water, several *Gersemia*- and *Eunephthya*-species occur. In the littoral—sub-littoral depths of the boreal zone only *Gersemia clavata* and *G. fruticosa* have been found so far, but *Eunephthya flavescens*, *E. rosea* and *E. spitzbergensis* have been found.

For other details I refer to the table on p.p. 86, 87.

Table of Horizontal and

Name of Species	Skagerak, Cattégatt with Ore- sund	North Sea	The At- lantic	Norwegian Sea	Coast pla- teau of Norway	Spitz- bergen W.	Spitz- bergen E.	Greenland E.
	met.	met.	met.	met.	met.	met.	met.	met.
<i>Anthelia borealis</i> . . . . .	—	—	—	—	200—400	—	—	—
<i>A. fallax</i> . . . . .	—	—	—	—	300—500	—	—	—
<i>Clavularia arctica</i> . . . . .	—	—	—	—	55—300	—	—	—
<i>C. stormi</i> . . . . .	—	—	—	—	300	—	—	—
<i>Symphodium catenatum</i> . . . . .	—	+	18—762	—	+	—	—	—
<i>Xenia wandeli</i> . . . . .	—	—	—	537	—	—	—	—
<i>Anthomastus purpureus</i> . . . . .	—	—	—	—	100—500	—	—	—
<i>A. agarius</i> . . . . .	—	—	720	—	—	—	—	—
<i>Alcyonium digitatum</i> var. <i>digitatum</i> . . . . .	9—80	+	5—689	—	+	—	—	—
<i>A. digitatum</i> var. <i>norvegicum</i> . . . . .	10—50	54	+	—	20—500	—	—	—
<i>Gersemia rubiformis</i> . . . . .	—	—	—	—	—	30—240	35—105	25—27
<i>G. uvaeformis</i> . . . . .	—	—	—	—	—	40—435	45—110	—
<i>G. clavata</i> . . . . .	—	—	—	174—1,187	+	40—240	20—170	70—110
<i>G. clavata</i> forma <i>crassa</i> . . . . .	—	—	—	763	—	—	—	—
<i>G. clavata</i> var. <i>pellucida</i> . . . . .	—	—	—	—	—	40	—	—
<i>G. clavata</i> var. <i>truncata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	20	—	—
<i>G. fruticosa</i> . . . . .	—	—	—	481—2,030	108—640	72—240	65—1,000	70
<i>G. fruticosa</i> forma <i>arctica</i> . . . . .	—	—	—	—	—	475	—	—
<i>G. fruticosa</i> forma <i>loricata</i> . . . . .	—	—	—	2,030	140—200	—	—	—
<i>G. fruticosa</i> forma <i>membranea</i> . . . . .	—	—	—	1,977	144—180	475	—	—
<i>G. fruticosa</i> var. <i>pallida</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. fruticosa</i> var. <i>rigida</i> . . . . .	—	—	—	—	—	190—197	100	—
<i>G. mirabilis</i> . . . . .	—	—	—	—	—	267	52	—
<i>Eunephthya glomerata</i> . . . . .	—	—	—	481	—	54—240	20—110	—
<i>E. glomerata</i> var. <i>islandica</i> . . . . .	—	—	—	547	—	—	54	—
<i>E. flavescens</i> . . . . .	—	—	—	355—1,203	72—90	—	—	—
<i>E. flavescens</i> var. <i>hyalina</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>E. groenlandica</i> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	325
<i>E. rosea</i> . . . . .	—	—	687—900	300—540 <sup>2</sup>	+	200?	—	—
<i>E. rosea</i> var. <i>umbellata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	145	—	—
<i>E. florida</i> . . . . .	—	—	—	—	+	—	—	—
<i>E. spitzbergensis</i> . . . . .	—	—	—	547—1,187	80—540	199	—	—

## Vertical distribution.

Greenland W. with Davis Sound and Baffin Bay met.	Newfound- land met.	Barents Sea met.	East Fin- mark and Murman Coast met.	Kara Sea met.	Franz Joseph Land met.	The Sibe- rean Sea met.	Behring Sea met.	Notes
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	1,267	—	—	—	—	—	—	
—	144 <sup>1</sup>	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
30—468	90—290	—	90—324	40—167	—	5—60	7—63	
63—290	66	80	—	—	—	—	—	
30—86	155—164	269—271	57—297	9—152	—	21—64	—	<sup>1</sup> Off Cape Cod (»If not identical with <i>A. digitatum</i> of Europe it is at least very closely related VERRILL, 1878).
—	—	—	—	—	—	—	—	<i>Gersemia clavata</i> also described from Azores (STUDER, 1901).
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	+	—	—	—	—	
61—768	290	249—269	17—360	9—220	231—240	18—64	—	
—	—	360	—	—	—	21	—	
—	—	—	30—50	—	183—203	38	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
504	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
—	290	—	—	205—267	—	18—20	—	
77—468	93—290	60—410	21—324	90	170	—	—	
768	—	—	—	—	—	—	—	
63—468	290—1,267	269—329	+	—	—	—	—	
—	—	329	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	
259—468	360—396 <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	—	
468	—	—	288—297	—	—	—	—	<sup>2</sup> South parts of Norwegian Sea, off W. coast of Norway. <sup>3</sup> Off Halifax.
—	—	—	—	—	—	—	—	
209—329	—	329	—	—	—	—	—	

## List of Works referred to.

1766. PALLAS, Elenchus Zoophytorum. Haag.
1789. MÜLLER, O. FR., Zoologia danica. Havniae.
1833. QUOY et GAIMARD, VOY. Astrolabe, Zool. v. 4.
1834. EHRENBERG, Die Korallentiere des Roten Meeres. Berlin.
1834. LESSON, Illustrations de Zoologie.
1835. GRAY, J. E., Characters of a new genus of corals (Nidalia). Proc. Zool. Soc. v. 3. London.
1835. MILNE EDWARDS, Mém. sur un nouveau genre de la famille des Alcyoniens. Ann. des Sc. nat., sér. 2. T. IV.
1846. DANA, Report on the Zoophytes of the United States Expl. Exped. Philadelphia.
1847. JOHNSTON, History of British zoophytes. Edinburgh.
1853. FORBES and GOODSIR, On some remarkable marine Invertebrata new to the British Seas. Transact. Roy. Soc. Edinb. v. XX.
1856. SARS, M., Fauna littoralis norvegicae. Part II.
1856. STIMPSON, Descriptions of some new marine Invertebrata from the Chinese and Japanese seas in Proc. Acad. nat. sc., v. 7. Philadelphia.
1857. MILNE EDWARDS, Histoire naturelle, Tome I. Paris.
1857. SARS, M., Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Littoralfauna.
1859. DANA, Synopsis of the Report on Zoophytes. New Haven.
1859. GRAY, J. E., On the Arrangement of Zoophytes with pinnated tentacles. Ann. Mag. Hist. (3) v. 4.
1860. SARS, M., Om nogle nye eller lidt bekjendte norske Coelenterater. Forhandl. Videnskabselskab. Christiania.
1862. GRAY, J. E., Description of two new genera of Zoophytes (Solenocaulon and Bellonella), discovered on the North coast of Australia by Mr. Rayner. Proc. Zool. Soc. London.
1864. VERRILL, A. E., List of the polyps and corals sent by the Museum of Comp. Zoo., to other institutions in exchange, with annotations in Bull. Mus. Zool. Harvard coll. Cambridge, v. 1, No. 3.
1864. WRIGHT, P., On a new genus of Alcyonidæ. Proc. Dublin microscop. Club.
1865. GRAY, J. E., Notice on Rhodophyton, a new genus of Alcyoniadæ, found on the coast of Cornwall. Proc. Zool. Soc. London.
1865. KÖLLIKER, A., Icones histiologicae. Abt. II. Leipzig.
1866. VERRILL, A. E., Classification of Polyps (Proc.). Communicat. Essex Inst. vol. 4. Salem.
1867. KÖLLIKER, A., Bemerkungen, in Verhandl. der Phys. med. Gesellsch. in Würzburg.
1868. GRAY, J. E., Descriptions of some new genera and species of Alcyoniid corals in the British Museum. Ann. Mag. Nat. Hist. (4) v. 3.
- 1868—69. VERRILL, A. E., Critical remarks on the Halcyonoid Polyps in the museum of Yale College. Americ. Journ. of Sc. and Arts, ser. 2, vol. 45 u. 47.
1869. GRAY, J. E., Notes on the fleshy Alcyonoid Corals. Ann. and Magaz. Natur. Hist. ser. 4, vol. 3. London.
1870. —, Catalogue of Lithophytes or stony corals in the collection of the British museum, London.
1870. KENT, S., On two new genera of Alcyonoid corals, taken in the recent Expedition of the yacht Norna off the coast of Spain and Portugal. Monthly Microsc. Journ. vol. X. London.
1871. VERRILL, A. E., Synopsis of the polyps and corals of the North Pacif. expl. in Proc. Essex Inst., v. VI.
1874. KOCH, G. VON, Anatomie der Orgelkoralle. Jena.
1874. KÖLLIKER, A., Die Pennatulide Umbellula und zwei neue Typen der Alcyonarien. Festschrift zur Feier des 25 jähr. Bestehens der phys.-med. Gesellschaft in Würzburg.
1874. VERRILL, A. G., Results of recent dredging expeditions on the coast of New England. Am. Journ. Sci., ser. 3, vol. 7, p. 40.
1875. MOSELEY, H. N., On the structure and the relations of certain corals. Phil. Transact. Roy. Soc. Vol. 166.
1875. LÜTKEN, CHR., List of Fishes, Tunicata, Polyzoa, etc. known from Greenland. Compiled for the use of the British North-Polar museum. London.

1876. NORMAN, M. A., Proc. of Roy. Soc. vol. XXV. London.
1876. HAECKEL, E., Arabische Korallen. Jena.
1877. KLUNZINGER, Die Koralltiere des Roten Meeres. Teil 1. Berlin.
1877. KOREN and DANIELSEN, Fauna littoralis Norvegiæ. Heft III.
1878. KOCH, G. VON, Das Skelett der Alcyonarien. Morph. Jahrb. Bd. 4.
1878. MARENZELLER, E. VON, Die Coelenteraten, Echinodermen und Würmer der k. k. oesterr.-ung. Nordpolexpedition. Denkschr. der k. Akademie der Wissensch. Bd. 35. Wien.
1878. STUDER, TH., Uebersicht der Anthozoa Alcyonaria, welche während der Reise S. M. S. Gazelle gesammelt wurden. Monatsbericht der Klg. Akad. d. Wiss. zu Berlin.
1878. VERRILL, A. E., Notice on recent additions to the marine fauna of the eastern coast of North-America. No. 2. Amer. Journ. of Sc. and Arts, ser. 3, vol. 16.
1879. KOWALEWSKY, A., Zur Entwicklungsgeschichte der Alcyoniden, *Symphodium coralloides* und *Clavularia crassa*. Zool. Anz.
1879. MARION, A. F., Sur le développement des *Clavularia*. Comm. à la section de Zoologie de l'Assoc. franç. pour l'avancement des sciences. Sess. de Montpellier.
1880. VERRILL, Notice of recent additions to the marine invert. of the north-eastern coast of America. Proc. of the Unit. St. Nat. Mus. Washington, vol. II, p. 20.
1882. KOCH, G. VON, Anatomie der *Clavularia prolifera* n. sp., nebst einigen vergleichenden Bemerkungen. Morphol. Jahrb. v. 7.
1882. VERRILL, A. E., Notice of the remarkable marine fauna occupying the outer banks of the southern coast of New England. Amer. Journ. of Science and Arts, vol. 23. New Haven.
1883. HICKSON, S. J., On the ciliated groove (Siphonoglyphe) in the stomodaeum of Alcyonarians. Proc. Roy. Soc., vol. 35.
1883. KOREN and DANIELSEN, Nye Alcyonider, Gorgonider og Pennatulider, tilhørende Norges Fauna. Bergens Museum.
1883. KOWALEWSKY, A., et MARION, A. F., Documents pour l'histoire embryogénique des Alcyonaires. Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille. Tome I.
1883. VERRILL, A. E., Report on the Anthozoa and on some additional species dredged by the «Blake» in 1877—79, and by the U. S. Fish steamer «Fish Hawk» in 1880—82. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College, vol. XI, No. 1.
1883. HERDMAN, On the structure of Sarcodictyon. Proc. Roy. Soc. Edinburgh, vol. VIII.
1883. VERRILL, Results of the explorations made by the steamer «Albatros», Report of the Commissioner of Fish and Fisheries for 1883.
1884. HICKSON, S. J., On the ciliated groove (Siphonoglyphe) in the stomodaeum of the Alcyonarians. Phil. Trans. Royal Soc. London.
1884. WILSON, E. B., The mesenterial filaments of the Alcyonaria. Mitth. Zool. Stat. Neapel.
1886. HICKSON, S. J., Preliminary notes on certain zoological observations. Proc. Royal Soc. London.
1886. MARENZELLER, E. VON, Poriferen, Anthozoen, Ctenophoren und Würmer von Jan Mayen. Die internationale Polarforschung 1882—83. Die österr. Polarstation Jan Mayen, Bd III. Zoologie.
1886. ———, Ueber die Sarcophytum benannten Alcyoniiden. Zool. Jahrb. Abt. Syst., v. 1.
1887. DANIELSEN, Alcyonida, in Norske Nordhavs-Expedition, v. 5.
1887. GRIEG, J., Bidrag til de norske Alcyonarier. Bergens Museums Aarsberetn. for 1886.
1887. JUNGENSEN, H., Kara-havets Alcyonider. Dijnphna-togtets zool. bot. Udbytte. Kopenhagen.
1887. KOCH, C. VON, Gorgoniden des Golfes von Neapel, in Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd 15.
1887. STUDER, TH., Versuch eines System der Alcyonaria. Arch. f. Naturg. 53. Jahrg. Bd. 1.
1888. GRIEG, J., To nye cornularider fra den norske kyst. Bergens Museums Aarsberetn. for 1887.
1889. PFEFFER, G., Zur Fauna von Süd-Georgien. Jahrb. d. Hamb. Wissensch. Anst. Jahrg. 6. 2. Hälfte.
1889. WRIGHT and STUDER, Report on the Alcyonaria. Scient. Res. Challenger, v. 31.
1889. STUDER, TH., Supplementary Report on the Alcyonaria. Scient. Res. Challenger, v. 32.
1890. HICKSON, S. J., Preliminary report on a collection of Alcyonaria and Zoantharia from Port Phillip. Roy. Soc. Victoria.
1890. KOCH, G. VON, Kleinere Mitteilungen über Anthozoen. Morph. Jahrb., v. 16.
1890. STUDER, TH., Note préliminaire sur les Alcyonaires provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle. Mém. Soc. Zool. de France, vol. 3. Paris.
1891. GRIEG, J. A., Tre nordiske alcyonarier. Bergens Museums Aarsberetning, 1890.
1891. JUNGENSEN, H., *Ceratocaulon Wandeli*, en ny nordisk Alcyonide. Vidensk. Meddel. fra den naturv. Forening. Kjøbenhavn.
1891. KOCH, G. VON, Die systematische Stellung von *Symphodium coralloides* Pall. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 5. Jena.
1891. ———, Die Alcyonacea des Golfes von Neapel in: Mittheil. zool. Station zu Neapel. Bd 9.

1891. STUDER, TH., Note préliminaire sur les Alcyonaires prov. des camp. du yacht l'Hirondelle, sec. partie. *Mém. Soc. Zool. de France*, vol. 4. Paris.
1891. —, Cas de fissiparité chez un Alcyonaire. *Bull. Soc. Zool. de France*, vol. 26. Paris.
1893. LEVINSSEN, G. M. R., Annulata, Hydroidae, Anthozoa, Perifera. *Det vid. utbytte av »Hauchs» Togter*.
1894. HERDMAN, W. A., *Transact. Liv. Biol. Soc.*, vol. IX.
1894. HICKSON, S. J., A revision of the genera of the Alcyonaria stolonifera with a description of one new genus and several new species. *Trans. Zool. Soc.*, vol. 13, part 9.
1894. STUDER, TH., Note préliminaire sur les Alcyonaires, Report on the dredging operations by the steamer Albatross. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, vol. 25, No. 5. Cambridge.
1894. —, Alcyonarien aus der Sammlung des naturhist. Museums in Lübeck. *Mitt. der geogr. Gesellschaft und des naturhist. Museums in Lübeck*, Ser. 2, Heft 7 u. 8.
1895. APPELLÖF, A., Faunistiske undersøgelser i Herløfjorden. *Bergens Mus. aarbog*.
1895. BOURNE, G. C., On the structure and affinities of *Heliopora cœrulea* Pallas. With some observations on the structure of *Xenia* and *Heteroxenia*. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, vol. 186.
1895. KÜKENTHAL, W., Alcyonaceen von Ternate, Fam. Nephthyidae Verr. *Zool. Anz.*, v. 18.
1896. BRUNDIN, Alcyonarien aus der Sammlung des Zoologischen Museums in Upsala, in *Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. XXII, Afd. 4, No. 4*. Stockholm.
1896. KÜKENTHAL, W., Alcyonaceen von Ternate, *Abh. Senckenb. naturf. Ges.* Bd. 23. Heft 1. Frankfurt a. M.
1896. SCHENK, A., Clavulariiden, Xeniiiden und Alcyoniiden von Ternate. *Abb. Senckenb. naturf. Ges.* Bd. 23. Heft 1. Frankfurt a. M.
1897. HICKSON, S. J., The anatomy of *Alcyonium digitatum*. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, v. 37, pr. 4.
1897. MORTENSEN, TH., Smaa faunistiske och biologiske Med. *Vid. Medd. Naturv. Forening. København*.
1898. ASHWORTH, J. H., The Stomodaeum, mesenterial filaments, and endoderm in *Xenia*. *Proc. Royal Soc. London*, v. 53.
1898. BURCHARDT, E., Alcyonaceen von Thursday Island (Torresstraße) und von Amboina, in SEMON, *Zool. Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel*. Bd. V. Lief. 4. Jena.
1898. LÖNNBERG, E., Undersökningar rörande Öresunds djurliv. *Medd. från Kungl. Landbruksstyrelsen n:r 1*.
1898. MAY, W., Alcyonaceen von Ostspitzbergen. *Zool. Jahrb. Abteil. für Systematik*. Bd. 11. Jena.
1899. ASHWORTH, J. H., The Structure of *Xenia hicksoni* n. sp. with some observations on *Heteroxenia elisabethae* Kölliker. *Quart. Journ. micr. Sc.*, v. 42.
1899. MAY, W., Beiträge zur Systematik und Chorologie der Alcyonaceen. *Jena. Zeitschr. für Naturw.*, v. 33.
1900. ASHWORTH, J. H., Report on the Xeniiidae collected by Dr. Willey, in *Zool. results*, part 4.
1900. BOURNE, G. C., On the genus *Lemnalia* Gray with an account of the branching-systems of the order Alcyonacea. *Trans. Linn. Soc. London*, v. 7.
1900. LACAZE DUTHIERS, H., Coralliaires du Golfe du Lyon, Alcyonaires. *Archives der Zoologie expérimentale et gen.*, 3 ser., vol. 8.
1900. HICKSON, S. J., The Alcyonaria of the Maldives, part. I, in *Fauna and Geography of the Maldive and Laccadive Archipelagoes*, vol. II, part. 1.
1900. HICKSON, S. A., and HILES, J. L., The Stolonifera and Alcyonacea collected by Dr. Willey, in *WILLEY, Zool. Results*, part. 4. Cambridge.
1900. MAY, W., Die arktische, subarktische und subantarktische Alcyonaceenfauna, in »Fauna arctica», Bd 1, Jena.
1900. PÜTTNER, A., Alcyonaceen des Breslauer Museums, in *Zool. Jahrb.*, Abteil. für Systematik. Bd. 13. Jena.
1901. HICKSON, S. J., *Alcyonium*. *Liverpool Marine Biolog. Memoirs*, 5. *Alcyonium*. London.
1901. STUDER, TH., Alcyonaires provenant des campagnes de l'Hirondelle, in *Rés. des camp. scientif. par Albert I, Prince souverain de Monaco*, Fasc. XX.
1902. KÜKENTHAL, W., Diagnosen neuer Alcyonarien aus der Ausbeute der Deutschen Tiefsee-Expedition in *Zool. Anz.* Bd. 25.
1902. —, Versuch einer Revision der Alcyonaceen. 1. Die Familie der Xeniiiden. *Zool. Jahrb. Abteil. für Systematik*, v. 15.
1902. PRATT, E., Mesogloecal cells of *Alcyonium digitatum*. *Zool. Anz.* Juli.
1902. ROULE, L., Alcyonaria, in Report on the collection of Natural History made in the antarctic regions during the Voyage of the »Southern Cross». London.
1903. KASSIANOW, N., Ueber das Nervensystem der Alcyonarien. *Bergens Museums Aarbog*.
1903. KÜKENTHAL, W., Versuch einer Revision der Alcyonarien. II. Die Familie der Nephthyiden, I. Theil, in *Zool. Jahrb. Abteil. für Systematik*. Bd. 19.
1903. —, Ueber eine neue Nephthyidengattung aus dem südatlantischen Ocean. *Zool. Anz.* Bd. 26, p. 272.
1904. HICKSON, S. J., The Alcyonaria of Cape of Good Hope, Part. II, Capetown.
1904. HOLM, O., Weiteres über Nephthya und Spongodes, in *Results of the Swedish Zool. Exp. to Egypt and the White Nile 1901*, No. 27.
1904. KÜKENTHAL, W., Ueber einige Korallentiere des Roten Meeres. *Festschrift f. Haeckel*. Jena.

1904. PRATT, E., The assimilation and distribution of nutriment in *Alcyonium digitatum*. Rep. Brit. Assoc. Sect. D.
1905. KÜKENTHAL, W., Versuch einer Revision der Alcyonarien. II. Die Familie der Nephthyiden, 2. Teil. Zool. Jahrb. Abteil. für Systematik. Bd. 21.
1905. PRATT, E., The digestive organs of the Alcyonaria and their relation to the mesogloecal cell plexus. Quart. Journ. Microsc. Sc., vol. 49, part. 2.
1905. —, On some Alcyoniidae. In report on the Pearl Oyster fisheries of the Gulf of Manaar. Suppl. Report. XIX.
1905. WOODLAND, W., Studies in Spicule Formation. II. Spicule formation in *Alcyonium digitatum*; with remarks on the histology. Quart. Journ. Micr. Sc., vol. 49, p. 2.
1905. THOMSON u. HENDERSON, On the Alcyonaria. Pearl Oyster fisheries of the Gulf of Manaar. Suppl. Rep. XX.
- 1906 a. KÜKENTHAL, W., Alcyonacea. Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer »Valdivia» 1898—99. Bd. XIII. Jena.
- 1906 b. —, Die Alcyonaceen der Olga-Expedition (1898), Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, neue Folge Bd. 8, Abt. Helgoland. Kiel.
1907. HICKSON, S. J., The Alcyonaria, Antipatharia, and Madreporaria collected by Huxley from the North Side of the Bay Biscay in August 1906. Journal of the Marine Biological Association, new series, vol. VIII. Plymouth.
1907. KÜKENTHAL, W., Versuch einer Revision der Alcyonarien. II. Die Familie der Nephthyiden, 3. Teil. Zool. Jahrb. Abteil. für Systematik, Bd. 24. Jena.
1907. NORDGAARD, O., Mofjordens naturforhold. Det kgl. norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1906. Trondhjem.
1909. STEPHENS, J., Alcyonarien and Madreporarian Corals of the Irish Coasts Fisheries, Ireland, Sci. Invest. 1907. Dublin.
- 1910 a. KÜKENTHAL, W., Zur Kenntnis der Alcyonarien des sibirischen Eismeer. Résultats scientifiques de l'Expédition Polaire Russe en 1900—03. Zool. Vol. 1, St.-Petersbourg.
- 1910 b. —, Beiträge zur Naturgeschichte Ost-Asiens. Abhandlungen der math.-phys. Klasse der K. Bayer. Akademie der Wissenschaften, I. Suppl. Bd. München.
1911. CYLKOWSKI, B., Untersuchungen über den Dimorphismus bei den Alcyonarien. Dissert. Breslau.
1912. APPELLÖF, A., in The depth of the Ocean, edited by Murray and Hjort, Edinburgh 1912.
- 1912 a. BROCH, HJ., Die Alcyonarien des Trondhjemsfiordes, I. Alcyonaceen. Norsk Vid. Selsk. skrifter 1 B. 1911 n:r 7.
- 1912 b. —, Die Alcyonarien u. s. w. II, Gorgonacea, Norsk. Vid. Selsk. skrifter 1912, n:r 2.
- 1912 c. —, Coelenterés du fond, in: DUC D'ORLEANS, Campagne arctique de 1907.
- 1912 d. —, Die Alcyonaceen des Kolafjord. Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St.-Petersbourg, tome XLI, St.-Petersbourg.
- 1912 e. —, Bemerkungen über *Clavularia arctica* (M. Sars). Det kgl. norske Videnskabers Selskabs Skrifter 1911 n:r 4.
1912. HUTTING, C. C., Proc. U. S. Nat. Mus. vol. 34, 35.
1912. NORDGAARD, O., Faunistiske og biol. iakt. ved biol. station i Bergen. Norske Vid. Selsk. Skrifter. 1911 n:r 6.
1913. BROCH, HJ., Arktische Alcyonarien i Tromsø Museum, Tromsø Museums Aarshefter 34.

## Index.

The names in parantheses show the genera under which the species are described. Species with an asterisk(\*) are figured.

	Page		Page
abyssorum, <i>Gersemia</i> ( <i>Sympodium</i> ) DANIELSEN, 1887 . . . . .	66	<i>bocagei</i> , <i>Alcyonium</i> ( <i>Cercopsis</i> ) KENT, 1870 . . . . .	36
<i>agaricus</i> , <i>Anthomastus</i> STUDER, 1891 . . . . .	44	<i>borealis</i> , <i>Anthelia</i> ( <i>Clavularia</i> ) KOR. and DAN., 1883 . . . . .	26
<i>alba</i> , <i>Clavularia</i> GRIEG, 1888 . . . . .	28	<i>candida</i> , <i>Gersemia</i> KOR. and DAN., 1887 . . . . .	25
<i>antarctica</i> , <i>Xenia</i> KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	30	<i>catenatum</i> , <i>Sympodium</i> ( <i>Sarcodictyon</i> ) FORBES, 1847 . . . . .	43
<i>antarcticum</i> , <i>Alcyonium</i> WRIGHT and STUDER, 1889 . . . . .	18	* <i>clavata</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Voeringia</i> ) DANIELSEN, 1887 . . . . .	56
<i>arborea</i> , <i>Voeringia</i> JUNGERSEN, 1887 . . . . .	69, 70	<i>coeruleum</i> , <i>Sympodium</i> EHRENBERG, 1834 . . . . .	19, 32
<i>arctica</i> , <i>Clavularia</i> SARS, 1861 . . . . .	28	<i>compressum</i> , <i>Alcyonium</i> STUDER, 1901 . . . . .	35
* <i>arctica</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Nidalia</i> ) <i>fruticosa</i> forma DANIELSEN, 1887 . . . . .	64	<i>concreta</i> <i>Clavularia</i> STUDER 1891 . . . . .	28
<i>arctica</i> <i>Gersemiopsis</i> DANIELSEN, 1887 . . . . .	75	<i>contortum</i> , <i>Alcyonium</i> KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	9, 18
		<i>coralloides</i> , <i>Alcyonium</i> PALLAS, 1766 . . . . .	17, 18

	Page		Page
* <i>crassa</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Sarakka</i> ) <i>clavata</i> forma DANIELSEN, 1887 . . . . .	58	* <i>membranea</i> , <i>Gersemia fruticosa</i> forma ( <i>Sympodium</i> ) GRIEG, 1888 . . . . .	66
<i>cylindrica</i> , <i>Clavularia</i> WRIGHT and STUDER, 1889 . . . . .	19	<i>membranaceum</i> , <i>Alcyonium</i> KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	9, 18
<i>danielsenii</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Paraspongodes</i> ) STUDER, 1891 . . . . .	56	* <i>mirabilis</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Voeringia</i> ) DANIELSEN, 1887 . . . . .	69
<i>digitatum</i> , <i>Alcyonium</i> LINNÉ, 1758 . . . . .	36	<i>multiflorum</i> <i>Alcyonium</i> VERRILL, 1879 . . . . .	79
<i>digitatum</i> , <i>Alcyonium digitatum</i> n. var. . . . .	40	<i>norvegicum</i> , <i>Alcyonium</i> ( <i>Sympodium</i> ) <i>digitatum</i> var. KOR. and DAN., 1883 . . . . .	41
<i>fallax</i> , <i>Anthelia</i> BROCH, 1912 . . . . .	27	<i>pallida</i> , <i>Gersemia fruticosa</i> n. var. . . . .	67
<i>filiformis</i> , <i>Rhizoxenia</i> SARS, 1856 . . . . .	23, 43	<i>pellucida</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Eunephthya</i> ) <i>clavata</i> var. KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	58
* <i>flavescens</i> , <i>Eunephthya</i> ( <i>Nephthya</i> ) DANIELSEN, 1887 . . . . .	74	* <i>purpureus</i> , <i>Anthomastus</i> ( <i>Sarcophytum</i> ) KOR. and DAN., 1883 . . . . .	43
* <i>florida</i> , <i>Eunephthya</i> ( <i>Gorgonia</i> ) RATHKE, 1806 . . . . .	82	<i>racemosa</i> , <i>Eunephthya</i> STUDER, 1901 . . . . .	76
<i>florida</i> , <i>Gersemia</i> MARENZELLER, 1878 . . . . .	45	* <i>rigida</i> , <i>Gersemia fruticosa</i> n. var. . . . .	68
<i>frigida</i> , <i>Clavularia</i> DANIELSEN, 1887 . . . . .	67	* <i>rosea</i> , <i>Eunephthya</i> ( <i>Duva</i> ) KOR. and DAN., 1883 . . . . .	79
* <i>fruticosa</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Alcyonium</i> ) SARS, 1860 . . . . .	60	<i>rosea</i> , <i>Nephthya</i> DANIELSEN, 1887 . . . . .	
* <i>glomerata</i> , <i>Eunephthya</i> VERRILL, 1869 . . . . .	72	* <i>rubiformis</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Alcyonium</i> ) EHRENBERG, 1834 . . . . .	51
<i>glomeratum</i> , <i>Alcyonium</i> HASSAL, 1835 . . . . .	34	<i>spiculosa</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Eunephthya</i> ) KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	15
* <i>groenlandica</i> , <i>Eunephthya</i> , n. sp. . . . .	78	* <i>spitzbergensis</i> , <i>Eunephthya</i> ( <i>Duva</i> ) DANIELSEN, 1887 . . . . .	83
* <i>hyalina</i> , <i>Eunephthya</i> ( <i>Drifa</i> ) <i>flavescens</i> var. DANIELSEN, 1887 . . . . .	77	<i>stormi</i> , <i>Clavularia</i> KOR. and DAN., 1883 . . . . .	20
<i>hyalina</i> , <i>Haimea</i> KOR. and DAN., 1883 . . . . .	6, 41	<i>studerii</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Cereopsis</i> ) v. KOCH, 1887 . . . . .	36
* <i>hyalinum</i> , <i>Sympodium</i> GRIEG, 1888 . . . . .	66	* <i>truncata</i> , <i>Gersemia clavata</i> n. var. . . . .	59
<i>islandica</i> , <i>Eunephthya</i> ( <i>Drifa</i> ) <i>glomerata</i> var. DANIELSEN, 1887 . . . . .	74	<i>typica</i> , <i>Gersemia fruticosa</i> forma . . . . .	62
<i>japonica</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Eunephthya</i> ) KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	15	* <i>uvaeformis</i> , <i>Gersemia</i> ( <i>Paraspongodes</i> ) MAY, 1900 . . . . .	51
* <i>loricata</i> , <i>Gersemia fruticosa</i> forma MARENZELLER, 1878 . . . . .	63	<i>wandelii</i> , <i>Xenia</i> ( <i>Ceratocaulon</i> ) JUNGERSEN, 1891 . . . . .	30
<i>marenzelleri</i> , <i>Gersemia</i> KÜKENTHAL, 1906 . . . . .	47	<i>variabilis</i> , <i>Bellonella</i> STUDER, 1901 . . . . .	34
<i>margaritaceum</i> , <i>Sympodium</i> GRIEG, 1888 . . . . .	42		
<i>massa</i> , <i>Sympodium</i> EHRENBERG, 1834 . . . . .	42		

## Explanation of Plates.

### Plate 1.

- Fig. 1. *Gersemia uvaeformis* MAY,  $\frac{1}{1}$ .  
 » 2. » *clavata* (DAN.)  $\frac{1}{1}$ ; the polyp expanded.  
 » 3. » *clavata* (DAN.) var. *truncata* n. var.,  $\frac{1}{1}$ , from Spitzbergen.  
 » 4. » *clavata* (DAN.) var. *crassa* (DAN.)  $\frac{1}{1}$ . Belongs to the Bergen Museum.  
 » 5. » *clavata* (DAN.)  $\frac{1}{1}$ ; the polyp retracted.  
 » 6. » *fruticosa* (SARS) forma *loricata* (MAR.),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 7. » *rubiformis* (EHRENBERG),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 8. » *clavata* (DAN.) var. *truncata* n. var.,  $\frac{1}{1}$ , from Finmark, Norway.  
 » 9. » *fruticosa* (SARS),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 10. » *mirabilis* (DAN.),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 11. » *fruticosa* (SARS) var. *rigida* n. var.,  $\frac{1}{1}$ .  
 » 12. » *fruticosa* (SARS) forma *arctica* (DAN.),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 13. » *fruticosa* (SARS) forma *arctica* (DAN.),  $\frac{1}{1}$ . Belongs to the Bergen Museum.

### Plate 2.

- Fig. 14. *Eunephthya spitzbergensis* (DAN.),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 15. » *flavescens* (DAN.), var. *hyalina* (DAN.),  $\frac{1}{1}$ . Belongs to the Bergen Museum.  
 » 16. » *rosea* (KOR. and DAN.), var. *umbellata* KÜKENTHAL,  $\frac{1}{1}$ .  
 » 17. » *flavescens* (DAN.),  $\frac{1}{1}$ .  
 » 18. » *groenlandica* n. sp.,  $\frac{1}{1}$ .  
 » 19. » *glomerata* VERRILL,  $\frac{1}{1}$ .  
 » 20. » *rosea* (KOR. and DAN.),  $\frac{1}{1}$ , from North Sea.  
 » 21. » *rosea* (KOR. and DAN.),  $\frac{1}{1}$ , from Baffin Bay.

- Fig. 22. *Nidalia atlantica* STUDER,  $\frac{3}{4}$ . Belongs to the Museum für Naturkunde, Berlin.  
 » 23. *Eunephthya florida* (RATHKE),  $\frac{1}{11}$ . Belongs to the Bergen Museum.  
 » 24. *Aleyonium digitatum* (LINNÉ),  $\frac{2}{11}$ , young specimen, seen from the side.  
 » 25. » » »  $\frac{2}{11}$ , young specimen, seen from above.  
 » 26. The same, a part,  $\frac{5}{11}$  magnified.  
 » 27. *Anthomastus purpureus* (KOR. and DAN.),  $\frac{1}{11}$ , the colony seen from above.

### Plate 3.

- Fig. 28. Section through *Gersemia uvaeformis*, the upper part of a branch.  
 » 29. Section through the point of the trunk of *Gersemia clavata* var. *truncata*.  
 » 30. Section through a branch of *Gersemia fruticosa*.  
 » 31. Vertical section through a part of the colony of *Aleyonium digitatum* var. *norvegicum* (KOR. and DAN.).  
 » 32. Section through a branch of *Gersemia fruticosa*.  
 » 33. Transverse section through the colony of *Aleyonium digitatum* var. *norvegicum*.  
 » 34. Vertical section through the colony of the same.  
 » 35. Vertical section through the colony of the same.  
 » 36. Vertical section through the colony of the same.

### Abbreviations.

- Bs = basal canals.  
 Cn = coenenchym.  
 DK = direct canals.  
 En = entoderm.  
 Ek = ectoderm.  
 G = gonads.  
 Gf = embryo.  
 Gr = gastral tube = coelenteron.  
 IK = indirect canals.  
 Ms = mesenterial filament.  
 P = polyp (anthocodia) fully developed.  
 p = polyp, not developed.  
 Pg = gastral tube of a young polyp, recently budded.  
 Sp = the cavities from the spicules.

### Contents.

Introduction . . . . .	3
Review of Northern and Arctic <i>Aleyonacea</i> . . . . .	4
Morphological Section . . . . .	6
Structure of colonies in <i>Aleyonacea</i> . . . . .	6
Canal system . . . . .	6
Connection between the ramification and canal system . . . . .	15
Summary of the development of the canal system . . . . .	16
The colony and its substratum . . . . .	17
Relationship within <i>Aleyonacea</i> . . . . .	21
Systematic Section . . . . .	24

Synopsis of the <i>Alcyonacea</i> . . . . .	24
Fam. <i>Cornulariidae</i> . . . . .	24
Fam. <i>Xeniidae</i> . . . . .	29
Fam. <i>Aleyoniidae</i> . . . . .	31
Fam. <i>Nephthyidae</i> . . . . .	45
Geographical Survey . . . . .	84
List of Works referred to . . . . .	88
Index . . . . .	91
Explanations of Plates . . . . .	92
Abbreviations . . . . .	93
Contents . . . . .	93

Tryckt den 19 november 1915.



1



2



3



4



7



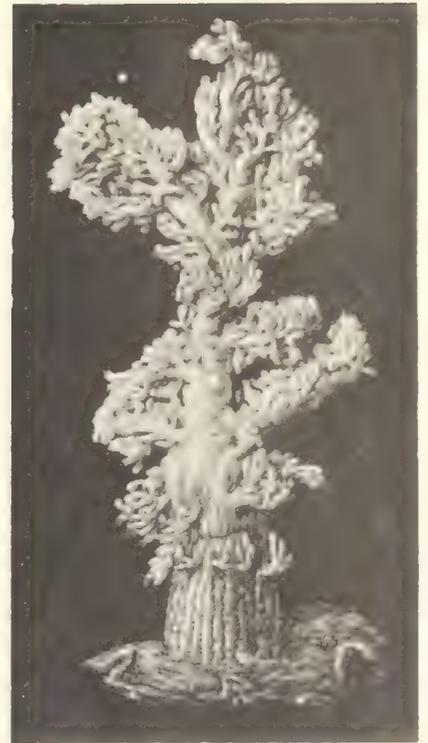
5



6



9



10



8



11



12

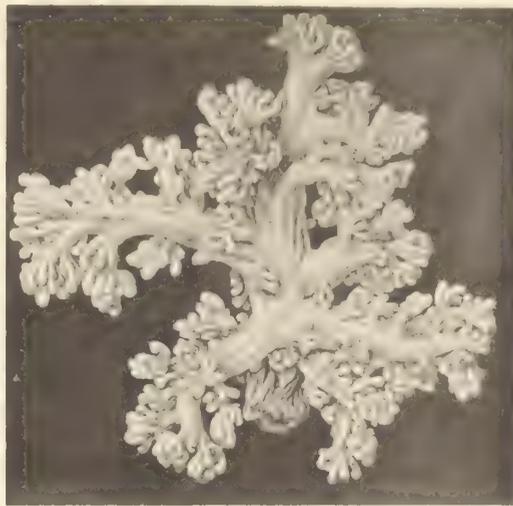


13





14



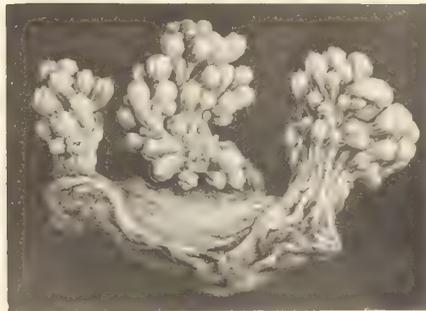
15



16



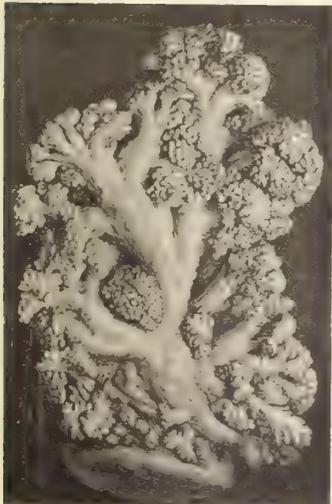
17



18



19



20



21



22



23



24



25



26



27



# DIE DOPPELBRECHENDEN EIGENSCHAFTEN DES NERVENGEWEBES

IHRE URSACHEN UND IHRE BIOLOGISCHEN KONSEQUENZEN

VON

**G. F. GÖTHLIN**

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

MIT 3 TAFELN UND 1 FIGUR IM TEXTE

MITGETEILT AM 26. FEBRUAR 1913 DURCH A. GULLSTRAND UND J. E. JOHANSSON



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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. N:o 2.

# KLIMATFÖRÄNDRINGAR

I HISTORISK OCH FÖRHISTORISK TID

EN STUDIE I GEOFYSIK

AF

O. PETTERSSON



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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



SOME MESOZOIC PLANT-BEARING DEPOSITS  
IN  
PATAGONIA AND TIERRA DEL FUEGO  
AND  
THEIR FLORAS

BY

T. G. HALLE

WITH 5 PLATES AND 4 TEXT-FIGURES

COMMUNICATED APRIL 23<sup>d</sup> 1913 BY A. G. NATHORST AND G. HOLM



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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. N:o 4.

MORPHOLOGISCHE UND EMBRYOLOGISCHE STUDIEN

ÜBER

# DIE MYZODENDRACEEN

VON

**CARL SKOTTSBERG**

MIT 1 TAFEL UND 15 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 14. MAI 1913 DURCH A. G. NATHORST UND O. JUEL

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

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSTIECK  
. 11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 51. N:o 5.

RECHERCHES SUR LA CONSTITUTION  
DES AMAS GLOBULAIRES

PAR

H. v. ZEIPEL

AVEC 10 PLANCHES

COMMUNIQUÉ LE 9 AVRIL 1913 PAR K. BOHLIN ET V. CARLHEIM-GYLLENKÖLD



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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



## DIE GATTUNGEN

# THINNFELDIA ETT. UND DICROÏDIUM GOTH.

VON

**ERNST ANTEVS**

---

MIT 5 TAFELN

MITGETEILT AM 11. MARZ 1914 DURCH A. G. NATHORST UND G. LAGERHEIM

---

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

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



# LEPIDOPTERIS OTTONIS (GÖPP.) SCHIMP.

AND

# ANTHOLITHUS ZEILLERI NATII.

BY

**ERNST ANTEVS**

WITH 3 PLATES

COMMUNICATED APRIL 8<sup>TH</sup> 1914 BY A. G. NATHORST AND G. LAGERHEIM

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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



QUELQUES RECHERCHES  
SUR LES  
CENTRES D'ACTION DE L'ATMOSPHÈRE

PAR

**H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON**

V (FIN)

AVEC 13 PLANCHES

COMMUNIQUÉ LE 22 AVRIL 1914.



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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



# BOTANISCHE ERGEBNISSE

DER

SCHWEDISCHEN EXPEDITION NACH PATAGONIEN

UND DEM FEUERLANDE 1907—1909

IV.

STUDIEN ÜBER DIE VEGETATION DER JUAN FERNANDEZ-INSELN

VON

**CARL SKOTTSBERG**

MIT 7 TAFELN UND 12 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 13. MAI 1914 VON G. LAGERHEIM UND O. JUEL



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

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESSLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



NORTHERN  
AND  
ARCTIC INVERTEBRATES  
IN THE  
COLLECTION  
OF THE  
SWEDISH STATE MUSEUM  
(RIKSMUSEUM)

VII.

ALCYONACEA

ACADEMICAL DISSERTATION

BY

ARVID R. MOLANDER

WITH THREE PLATES AND FOURTEEN FIGURES IN THE TEXT

COMMUNICATED SEPTEMBER 9<sup>TH</sup> BY HJ. THÉEL AND CHR. AURIVILLIUS

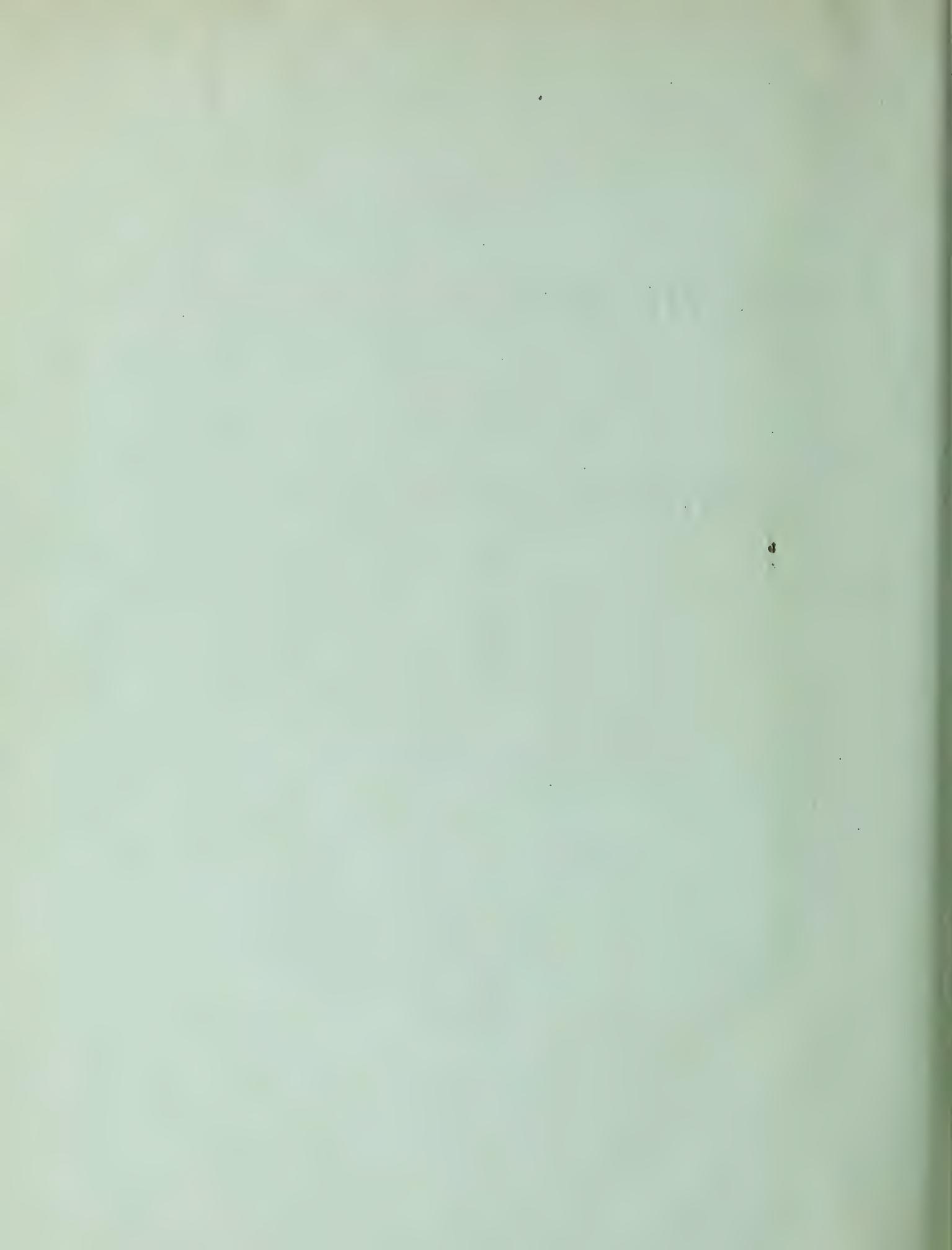


STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE











ockholm. Handlinger.  
485)A

THE BOUND TO PLEASE  
*Heckman Bindery* INC.  
MAY. 65  
N. MANCHESTER,  
INDIANA

AMNH LIBRARY



100197335