Zur Biologie devonischer Thallophyten.

Von

J. Grüss

(Berlin).

Mit 33 Textfiguren und Tafel XXXIX—XLI.

(Eingelangt am 4. Juni 1928.)

I. Algen.

In der Devonzeit waren es zwei floristische Evolutionen, die sich zeitlich auf einander folgten und sich in weite Gebiete des damaligen Festlandes erstreckten. Zuerst traten nach Ansicht der Geologen[1]) die Psilophyten auf, die einen mäßig hohen, einfachen oder einen wenig oder mehr verzweigten, dann strauchförmigen Thallusstamm besaßen (Fig. 1). Sie erhoben sich schon dadurch über die Algennatur, daß sie ein zentrales primitives Leitbündel ausbildeten, welches noch keine Gefäße besaß und aus länglichen, tracheidenartigen Zellen bestand.

Die Gattung Psilophyton, welche nach Dawson im oberen Silur auftrat, enthielt Arten, deren einfache gabelförmig verzweigte Stämmchen am Ende die länglichen Sporenkapseln trugen (Fig. 1).

Die späteren Geschlechter können als Vorläufer der Archaeopterisflora aufgefaßt werden, indem die Stammoberfläche mit stachelartigen Emergenzien besetzt war, (Fig. 2.)

Diese Stacheln sind gewissermaßen Blattorgane und entwickelten sich später als Blätter. Eine ähnliche Umwandlung, die aber rückläufig erfolgte, hat im Verlauf des Kaenozoikums bei den Kakteen stattgefunden, deren Dornen morphologisch als reduzierte Blätter gelten. Die Sporangien waren längliche Kapseln, die an den Zweigenden auftraten (Fig. 1s).

Die Psilophytenflora erstreckte sich durch das zentrale Mitteleuropa. Im Unter- und Mitteldevon Englands, dem Old Red Sandstone, sind unter anderen Geschlechtern zu nennen: *Psilophyton princeps* und *ornatum*, *Hostinella* und andere. Im deutschen Devon waren besonders die Arten der Gattung *Haliserites*, dann hin und wieder *Hostinella* (*H. hostinensis* P. u. B.), z. B. in Böhmen die hauptsächlichsten Vertreter der „nackten" Gewächse.

[1]) Vgl. E. A. Newell Arber, Devonian Floras. Cambridge 1921.

Haliserites Dechenianus (Fig. 3a) war zahlreich im westfälischen Devon und durch dasjenige des Rheinlandes bis in die Eifel hinein verbreitet. Seine Sporangien, Fig. 3 b H, waren unregelmäßig kugelförmig 50—70 μ groß, gekammert oder mit Leisten durchsetzt, die in das Thallusgewebe verliefen. Die Sporen waren 3—5 μ groß und vermehrten sich durch Quer- und Längsteilung, wodurch als Thallusanfänge kleine Gewebekörper entstanden, Fig. 3 b k.

Das mittlere Thallusstämmchen, Fig. 3a ×, ist durch den Schliff halbiert worden, so daß das primitive Leitbündel freigelegt wurde.

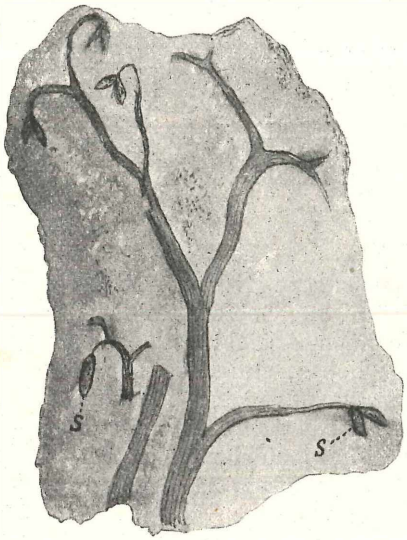


Fig. 1.

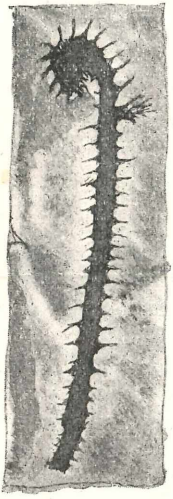


Fig. 2.

Fig. 1. *Psilophyton, princeps, Dawson,* aus dem Unterdevon von Röragen, Norwegen = Dawsonites arcuatus, Halle. s = Sporangien.

Fig. 2. Psilophyton princeps, Dawson; v. ornatum.

In den vielen Dünnschliffen aus den Kohlenschiefern der Gruben „Karlshoffnung" und „Reuter", ferner aus denen von Giersberg und Olpe gelang es mir nicht, in den primitiven Leitbündeln von *Haliserites* echte Gefäße aufzufinden. Dagegen fanden sich häufig solche Sporangien, wie sie in Fig. 3 b H dargestellt sind, in Verbindung mit Thallusresten. Da diese beiderlei Gebilde sich bei der Oxydation mit Kaliumchlorat + Salpetersäure mit dem gleichen Farbenton rötlichbraun färbten, so kann man wohl annehmen, daß die Sporangien (Fig. 3b H) zu *Haliserites* gehören.

Diejenigen Psilophyten wenigstens, die es als Landpflanzen noch nicht zur Ausbildung eines primitiven Leitbündels gebracht hatten, muß man als Land- oder Luftalgen bezeichnen.

Fossile Algen finden sich jedoch früher schon im Silur. Der als „Seetang" aufgeführte *Phycodes circinnatus* aus dem Kambrium, nach welchem man die Schicht als Fukoiden-Sandstein bezeichnet, wird als Pflanzenrest stark angezweifelt. Besser als solche erkannt sind die Kalkalgen, welche sich im baltischen und skandinavischen Silur finden, und die zur formreichen Gruppe der Siphoneen gehören. Hierfür seien die *Cyclocrinus*arten aus dem Syphoneenkalk des baltischen Silurs angeführt.

Im Devon traten neue Geschlechter auf, die man zu einer Familie, den Nematophyzeen, vereinigen kann, zunächst die Gattungen *Nematophycus*[1]), *Pachytheca*[2]) und *Nematophyton*[3]).

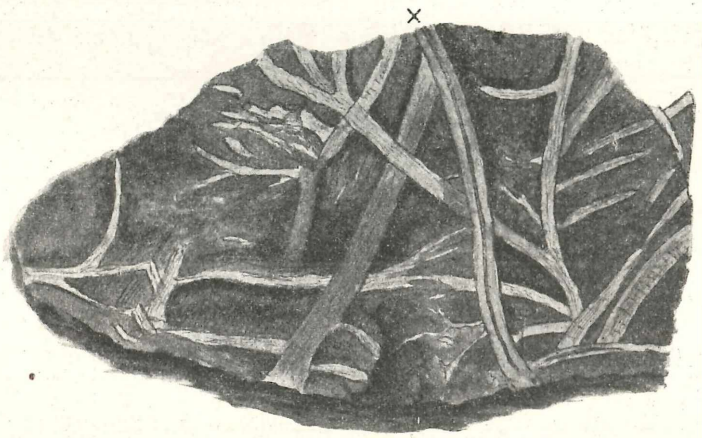


Fig. 3a. *Haliserites Dechenianus* aus dem Unterdevon. Grube Karlshoffnung, Neunkirchen-Siegen. Durch den Schliff × halbiertes Thallusstämmchen, das primitive Leitbündel zeigend.

Einzelne *Nematophyton*arten waren respektable Pflanzen, wie z. B. *N. Logani*, welche 1856 von DAWSON (l. c.) entdeckt wurde: dies waren mehrere Meter lange und 3—4 englische Fuß dicke Stämme, deren Fruktifikationsorgane man nicht auffinden konnte. Das Thallusgewebe aller dieser Arten bestand aus röhrenförmigen Zellen.

---

[1]) J. W. Dawson, Notes on new Erian (Devonian) plants. Quarterly Journ. geol. soc. London, vol. 37, p. 306, pp. 319, 320.
W. Carruthers, Quart. Journ. Microsc. Science. Vol. XI, Section IV, 1888.
D. P. Penhallow, Transactions of the Royal Society of Canada, Vol. VI, Section IV, 1888.
C. A. Barber, Nematophycus Storriei, nov. spec. in Annals of Botany, Vol. VI, Nr. XXIV, 1871.

[2]) C. A. Barber, The Structure of Pachytheca in Annals of Botany, Vol. V, Nr. XVIII.

[3]) Graf zu Solms-Laubach, Über devonische Pflanzenreste aus den Lenneschiefern in der Gegend von Gräferath am Niederrhein. Jahrbuch der königl. preuß. geologischen Landesanstalt. 1894.

Nematophora fascigera gen. nov.

Ein neuer Fund wurde gemacht gelegentlich einer Fahrt in das nördliche Eismeer, welche der deutsche Kapitän Bade 1908 unternahm. Als das Schiff in der Magdalenen-Bucht ankerte, fand einer der Teilnehmer der Expedition auf einem Ausflug an der Küste der Bay eine Sandsteinplatte, die ihm wegen der darauf zu erkennenden fossilen Pflanzenabdrücke auffiel und deshalb des Mitnehmens für wert erschien.

Das Fundobjekt ist eine Sandsteinplatte[1]) von den Dimensionen 29×14 cm. Es erscheint stellenweise durch Einlagerung von Eisenoxid rostgelb und mehr oder weniger dunkel durch Auswitterung feiner Kohlenstäubchen. Die Quarzkörner dieses Felsitgesteins sind unregelmäßig rundlich bis eckig und enthalten eine ganze Reihe der

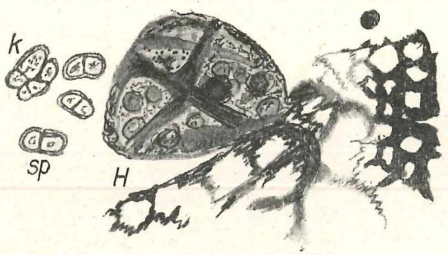


Fig. 3b. Sporangium von *Haliserites Dechenianus*. Grube Karlshoffnung. sp = Sporen, die sich teilen; k = Embryonaler Gewebskörper von Haliserites (?). H = Sporangium.

verschiedenartigsten Einschlüsse: größere und kleinere Kristalle von Feldspat (Anorthit, Andesit usw.), Trichite, Kohlenkörnchen und Bläschen von Kohlensäure. Dazwischen kommen Bruchstücke von Chrysopras vor.

Die Sandsteinplatte ist aus mehr oder weniger dicken, scheibenförmigen Schichten mit zahlreichen Abdrücken flach zylindrischer Stämmchen zusammengesetzt, deren Größe zwischen den Grenzwerten (11,5×6) und (5×0,8) cm, s. Fig. 4 und 6a, schwankt.

Die Oberfläche einiger von ihnen läßt ein Gefüge von Streifen erkennen, welche annähernd parallel laufen und etwa 0,2 bis 1 mm breit sind. Dies sind die primitiven, gefäßfreien Leitbündel. Ein zweiter Typus ist durch eine schwach netzförmige, etwas körnige Struktur ausgezeichnet, Fig. 6 a. Daß es sich hier nicht um zwei verschiedene Arten handelt, wird dadurch bewiesen, daß unter dieser Netzstruktur die Streifen zum Teil sehr deutlich hervortreten. Die Verschiedenheit rührt daher, daß die gestreifte Form an Stämmen vorkommt, die infolge von Abscheuerungen ihre Rinde verloren hatten, als sie mit dem später den Sandstein bildenden Material bedeckt wurden und so zur Ablagerung gelangten.

[1]) Diese befindet sich zur Zeit im Besitze des Instituts für Gärungsgewerbe, Berlin, Seestraße.

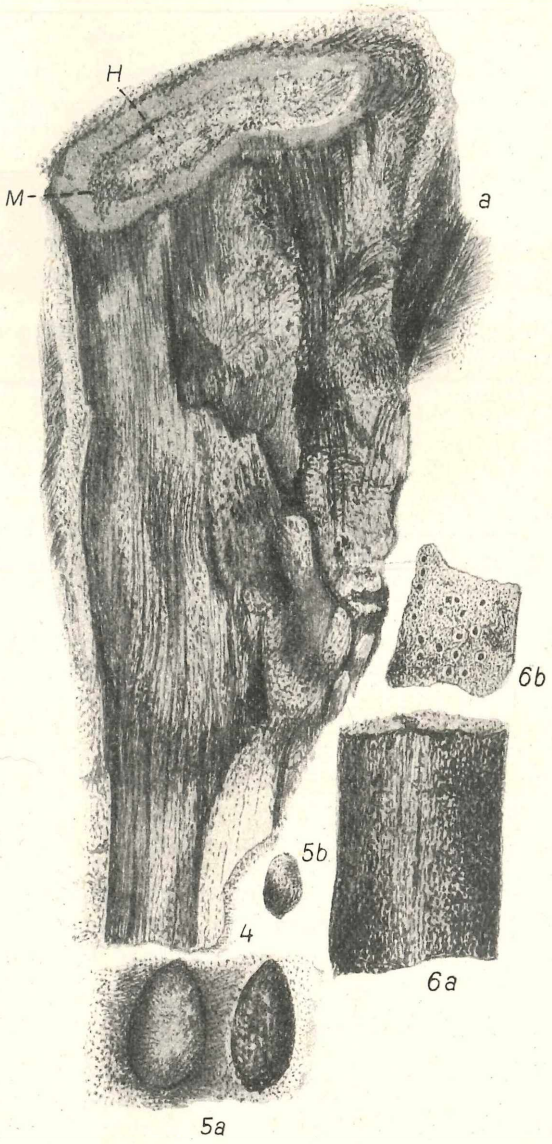


Fig. 4. Ein Thallusstück der *Nematophora*, deren primitive Leitbündel, die Längsstreifen, teilweise freigelegt sind. H = Höhlung mit Quarz angefüllt; M = Markschicht; a = ein vom Hauptstamm abzweigender Ast.

Fig. 5a. Rechts ein Knöllchen aus Kieselkohle, links der Hohldruck desselben. Nat. Gr.

Fig. 5b. Ein kleineres Knöllchen aus Kieselkohle.

Fig. 6a. Ein Thallusstück mit erhaltener Rindenschicht.

Fig. 6b. Wie vorher. Die Rinde mit Poren durchsetzt.

Die Sandsteinplatte wurde auf der Moräne des Gletschers gefunden, der das Konglomerat von Breccien aus dem Devongebiet mit herunterführte.

Von dem Sandstein eingeschlossen, finden sich durch die ganze Platte zerstreut Körner und Knöllchen von dunkler Kieselkohle, welche echte Versteinerungen sind, in denen die pflanzliche Struktur mit außerordentlicher Schärfe erhalten ist. Die Größe der eingesprengten Körner schwankt zwischen den kleinsten, welche mit der Lupe wahrnehmbar sind, und den größten, deren Achse 2,4 cm beträgt. Auch die Färbung ist verschieden: von tief dunkelbraun bis hellgrau. Die Oberfläche ist glatt, runzelig oder feinkörnig, s. Fig. 5 a und b.

Die Dünnschliffe der Kieselkörner ergaben ein Strukturbild, dessen Elemente mit denen der Abdrücke fast vollkommen übereinstimmten. Es kam dadurch ein Zellengewebe zum Vorschein, welches unzweifelhaft die Algennatur offenbarte.

Die Querschnitte der röhrenförmigen Zellen sind kreisrund bis elliptisch. Einer ähnlichen Erscheinung wie im Wabenbau der Bienen begegnet man auch in jenem Zellkomplex. Durch den gegenseitigen Druck gehen die zylindrischen Zellen in sechskantig prismatische über, und dementsprechend ist dann ihr Querschnitt sechseckig, oder aber dieser ist durch Unregelmäßigkeiten bisweilen nicht regulär ausgebildet. Der Zelldurchmesser beträgt 9—12 μ[1]).

Außer diesen kommen dazwischen gelagert noch größere Ringe mit dem Durchmesser 45 μ vor, die aber schon deshalb keine Zellquerschnitte sind, weil sie öfter in ganz unregelmäßige Massen übergehen. Ihre Substanz ist radiär streifig, entweder wasserhell oder bis bräunlich gelb gefärbt. Die streifige Struktur geht teilweise in eine sehr feinkörnige über. Es sei hier schon erwähnt, daß es sich bei diesen Gebilden um eine besondere Form der Interzellularsubstanz handelt.

Die Längsschnitte der Zellen entsprechen hinsichtlich der Wandstärke und des Zellumens ganz den Querschnitten, und auch eine scheinbare Schichtung der Zellwand ließ sich auffinden. Der Verlauf dieser röhrenförmigen Zellen ist entweder gradlinig oder gewunden, und in diesem Falle kann man die ganze Zelle meist nicht von einem bis zum anderen Ende verfolgen. Die obere Grenze des Längsdurchmessers konnte noch bis 0,8 mm festgestellt werden. Diesen Betrag hatte eine nicht verkieselte, aus den Kohlenresten isolierte Zelle. Die obere Grenze für den Längsdurchmesser der verkieselten Zellen ist etwa 0,6 und die untere liegt zwischen 0,4 und 0,5 mm; doch sind viele gewunden verlaufende Zellen viel länger.

[1]) Über Abbildungen solcher Zellen siehe in meiner Schrift: Nematophora fasciger a gen. nov., eine Devonalge als Vorläufer der Gymnospermen und ihre Beziehungen zu einer neuen Kohlentheorie auf gärphysiologischer Grundlage. Tauber-Verlag, Berlin 1924. mit 6 Tafeln. Preis 1 Mark.

Eine junge dagegen, wie es schien, embryonale Zelle, hatte die Länge von 0,3 mm. Vereinzelte Zellen waren bogenförmig gekrümmt.

Die Zellen endigen entweder spitz zulaufend oder abgestumpft. Viele mikroskopische Bilder sprechen dafür, daß die Zellen in einem gewissen Stadium ein Teilungsvermögen hatten, denn es fanden sich hin und wieder Querwände, durch welche das Lumen wie gefächert erschien. Jugendliche Zellen hatten abgerundete Enden, und man muß wohl annehmen, daß sie noch ein Längswachstum eingehen konnten. In einzelnen seltenen Fällen kamen zwischen zwei benachbarten Zellen kurze Anastomosen nach Art der Schnallenbildung vor. Eine solche Erscheinung kann man als vorläufigen Geschlechtsakt auffassen, als einen Vorgang, der sich zu einem solchen ausbilden konnte.

Der Zellinhalt besteht aus einer homogenen oder sehr feinkörnigen, schwach gelblich gefärbten Kieselmasse, oder er ist undurchsichtig wolkig und dann aus feineren oder gröberen Kohleteilchen zusammengesetzt, in welchem Falle die Zellen ehemals reich an Kohlehydraten gewesen sein mochten.

Die Interzellularsubstanz, die sich nur in der Wachstumszone am Ende der Zweige findet, breitet sich zwischen den Zellen aus, diese fest umschließend in wechselnder Ausdehnung. Sie bildet unregelmäßige zylindrische oder prismatische Körper, in welche die embryonalen Zellen hineinwuchsen, wodurch die Substanz mehr und mehr schwindet, d. h. sie diente den jungen Zellen zum Aufbau ihrer Körper, was nur dadurch möglich war, daß diese Fermente ausschieden, welche Hemizellulose lösen konnten, also Cytasen. Sie mußten aber auch noch Revertasen sezernieren, durch welche der im Überfluß zugeführte Zucker zu Hemizellulose unter Wasserabgabe kondensiert wurde. Der Zucker konnte in löslicher Form nur vom Hautgewebe her nach der Wachstumszone hinströmen und wurde dann, soweit er nicht direkt verbraucht wurde, in neue Kondensationssubstanz umgewandelt. Dies ging wahrscheinlich auch schon damals regulatorisch zu, d. h. bei Zuckermangel wurden Cytasen abgeschieden und umgekehrt bei Überfluß Revertasen.

Die Meristemzone um die Interzellularkörper und die Leitbündel.

Die Interzellularkörper, die sich in der Wachstumsregion ausbildeten, wurden von embryonalen Zellen umschlossen, die sich durch Teilung vermehrten. Dadurch bildete sich eine meristematische Zone aus. Nach vollendeter Teilung blieben aber, nicht wie bei höheren Gewächsen, die Zellen im Zusammenhang, sondern wuchsen getrennt voneinander in die Interzellularsubstanz hinein, die in entsprechendem Maße aufgezehrt wurde.

Nach einigen Bildern von Dünnschliffen war es nicht unwahrscheinlich, daß in der Interzellularsubstanz auch stammeigene

autogene Zellen gebildet wurden, die mit den anderen in keinem Zusammenhang standen.

In Fig. 7 ist der Querschnitt eines Interzellularkörpers von der Form eines fünfseitigen Prismas abgebildet. Innerhalb der unteren Seite der Figur befindet sich eine meristematische Zone von 6 Zellen, die aus dreien — a, b, und c —, den Mutterzellen, durch Teilung derselben hervorgegangen waren. Die Zellen d und e könnten vielleicht autogen entstanden sein.

Die Zelle f zwingt zu der Annahme, daß sie in die Interzellularsubstanz hineinwuchs. Es sei noch erwähnt, daß die Interzellular-

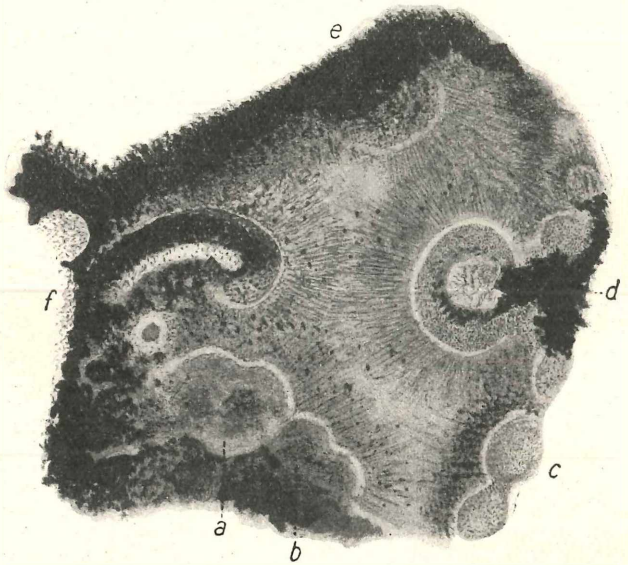


Fig. 7. Interzellularkörper aus dem Thallus der *Nematophora*.

körper mehr und mehr an Substanz verlieren, bis sich nur noch Überreste zwischen den vollkommen ausgebildeten Zellen vorfinden. Vgl. Fig. 1, Taf. XXXIX, rechts unten. In Fig. 2, Taf. XXXIX, ist der Querschnitt eines verkieselten primitiven Leitbündels dargestellt. Dasselbe wird von einer Meristemzone umschlossen, die aus zwei Schichten besteht: einer inneren hellen und einer äußeren opaken, durch Kohleauscheidung undurchsichtigen. Dies zeigt an, daß hier vor der Verkieselung größere Kohlehydratmassen angehäuft waren, während aus der hellen Innenschicht die Lösungsprodukte nach innen abgeströmt waren, wo sie von den älteren Zellen weitergeleitet wurden.

Die zweite hervorstechende Eigenschaft der Meristemzone bestand darin, daß sie nach innen dünnwandige und nach außen dickwandige Zellen ausbildete, die offenbar als Schutzscheiden funktionierten. Im Leitbündel zeichnen sich einige dünnwandige

Zellen, wenn sie nicht leer sind, durch ihren feinkörnigen, bräunlich gefärbten Inhalt aus. Man kann vermuten, daß sie die Funktion der rezenten Phloemzellen ausübten. In der Region der Fruktifikationsorgane nahmen die von der Meristemzone nach innen abgeschiedenen Zellen einen anderen Charakter an: sie resorbierten vollständig die Interzellularsubstanz, erhielten eine gleichmäßig dicke Wandstärke und bildeten so, wie ich es nennen möchte, ein Pseudotracheidengewebe. Ein Teil davon ist rechts an dem Mikrosporangium, Textfig. 8, schräg abwärts laufend abgebildet (p).

Dieses Gewebe schien nicht nur für die Leitung von Nährstoffen bestimmt, sondern diente auch als Stütze und Schutzvorrichtung gegen Umbrechen und Einknicken dieses Stammteils.

Das Hautgewebe.

Aus den Kohleresten ließen sich durch Erwärmen mit konzentrierter Salpeter- und Salzsäure und durch nachfolgende Behandlung mit heißer Kalilauge Stückchen der Kutikula freimachen. Diese bildeten feine Häutchen, denen kleine, durchsichtige, gelblich gefärbte Körnchen in großer Anzahl anhafteten (Bakterien?). Die mit jenen in Kontakt stehenden Epidermiszellen waren nur sehr undeutlich erhalten geblieben.

In den Dünnschliffen der Kieselknöllchen ließen sich nunmehr diese Kutikularhäutchen identifizieren, und an ihnen waren die noch anhaftenden Epidermiszellen etwas besser zu erkennen. Diese waren viel kürzer als die übrigen Thalluszellen und mehr oder weniger rechteckig. Meist aber fehlten sie und an ihrer Stelle waren Häufchen von Kohlekörnchen vorhanden, die in regelmäßiger Anordnung durch gleichmäßig verlaufende, mit Kieselsäure erfüllte, schmale Zwischenräume getrennt waren.

Jedenfalls entstanden hier im Hautgewebe durch Assimilation von Kohlensäure die Kohlenhydrate der Pflanze, ob mittelst Chlorophyllkörner oder anderer Plasmaelemente, muß unentschieden bleiben. Die hydrolytischen Lösungsprodukte diffundierten zu den Verbrauchsorten in den Leitbündeln hin.

Die Epidermis wurde noch von einzelnen Öffnungen durchsetzt, deren Ränder tiefe Einkerbungen hatten, zwischen denen sich gleichmäßig abgerundete, polsterförmige Ausschnitte befanden, so daß die Öffnungen sternförmig erschienen. Aus ihnen traten wahrscheinlich die reifen Sporen aus. S. Fig. 6 b.

Die Zellulosesubstanz der Zellhäute ist ziemlich weit bis zu den Huminstoffen hin abgebaut und noch darüber hinaus, bis endlich die Zellwände ganz verschwunden waren und durch Kieselsäure ersetzt wurden.

Wenn man die dunklen Thalluszellen mit Flußsäure freimacht, durch Behandeln mit Kaliumchlorat + Salpetersäure aufhellt, so reagieren die Zellhäute noch auf Zellulose. Selten aber tritt reine

Bläuung ein, vielmehr werden sie rotviolett. Die Färbung mit Cyanin[1]) fällt zwar positiv aus, ist aber meist wenig ausgiebig und zwar entsprechend der Zellulosereaktion.

Von den vielen mikrophotographischen Aufnahmen, die ich aus den Dünnschliffen der Kieselknöllchen habe herstellen können, sind fünf als typische Bilder ausgewählt worden, aus denen man die anatomische Struktur des Nematophorenthallus erkennen kann.

Fig. 1, Taf. XXXIX, stellt einen Teil des Dünnschliffes durch ein Knöllchen aus Kieselkohle wie Fig. 5a dar, welches unter dem Abdruck, Fig. 4, gelegen war. Auf der rechten Seite befindet sich eine Gruppe von querdurchschnittenen Röhrenzellen, die also als ein primitives Leitbündel aufzufassen ist. Am Rande rechts oben und unten sind unregelmäßig gestaltete Interzellularkörper sichtbar, in welche sich die Röhrenzellen eindrängen. Durch die Mitte verläuft ein Bündel solcher Zellen im Längsschnitt und links davon ein anderes, welches in schräger Richtung abzweigt. Die Vergrößerung ist zirka 300fach.

Fig. 2 ist aus einem anderen Knöllchen erhalten. Die Vergrößerung beträgt zirka 150. Das hier hervortretende Bündel ist, wie schon vorher bemerkt wurde, durch zwei Zonen ausgezeichnet, die einen fast regelmäßig kreisförmigen Umriß haben, wodurch sie sich von denen der Fig. 1 unterscheiden. In der hellen Zone findet sich außer den Zellen mehr oder weniger Interzellularsubstanz. Von diesen gezonten Bündeln fand sich zwar eine ganze Anzahl, aber entschieden weniger als die anderen, die nicht so scharf umschrieben waren.

Fig. 3 bringt einen Thallusschnitt, welcher zeigt, daß die Zellen nicht immer so regelmäßige Gruppen bilden. Die Vergrößerung erreicht hier nur das 75fache. Dieser wie auch der folgende Schliff stammen aus verschiedenen Kieselknöllchen.

Fig. 4 gibt ein ähnliches Bündel wieder wie rechts in Fig. 1. Unten findet sich Interzellularsubstanz, in welche sich vom unteren Rande her eine Zelle hineinschiebt. Die dunklen Punkte sind die Enden zweier spitz auslaufender Zellen.

Die Fruktifikationsorgane.

In den Schliffen lassen sich zweierlei Fruktifikationsorgane erkennen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit denen der Fukazeen besitzen und die man als Mikrosporangien und Oogonien bezeichnen kann. Die Mikrosporangien sind zylindrische, etwas konische, an den Enden ellipsoidisch abgerundete Hohlräume, die von einer Längsachse durchzogen sind, s. Fig. 8. Diese durchbohrt die einzelnen übereinander angeordneten Kammern, welche die Form von zylindrischen Scheibchen haben und nach obenhin kleiner werden.

[1]) Siehe über die Ausführung l. c., pag.

Die Hohlräume sind 0,3 bis 0,4 mm lang und nicht ganz einhalbmal so breit. Von solchen Mikrosporangien sind viele aufgefunden worden. Dasjenige in Fig. 8 öffnet sich rechts unten durch einen kleinen Kanal, durch welchen die Inhaltsstoffe ins Freie gelangen konnten.

In diesem Kanal, rechts unten, sind einige kleine Kügelchen zu bemerken, die anscheinend aus der unteren, leere Hohlräume enthaltenden Sporenkammer stammten. Die vielen Kammern, die ich daraufhin untersucht habe, enthielten hin und wieder auch derartige Körperchen, deren Natur mit Sicherheit nicht zu bestimmen war: es konnten z. B. Karamelkörperchen gewesen sein, vielleicht Überreste von Sporen. Ebensogut könnten es auch Spermatozoiden gewesen sein, deren Hautschicht gelöst worden war. In diesem Falle wären die einzelnen Kammern als Antheridien zu deuten und wären gleichbedeutend mit denen der Fukazeen, nur daß diese nicht Kapseln, sondern die Endzellen verzweigter und gegliederter Haare sind. Andernfalls sind es Mikrosporangien, aus deren Sporen erst die Spermatozoiden hervorgehen. Eine Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten ist schwer zu treffen, denn der Inhalt der durchsichtig geschliffenen Kammern besteht aus einer sehr feinkörnigen, homogen verteilten Masse, in der bisweilen sporenartige Körperchen liegen.

Die im Kanal des Mikrosporangiums, Fig. 8, auftretenden Körperchen seien ihrer Form gemäß als Mikrosporen bezeichnet, die entweder selbst mit der Eizelle kopulierten oder zu diesem Zweck die Spermatozoiden entwickelten.

Die Mikrosporen findet man meist zahlreich in der Nähe der Mikrosporangien, sind etwa 5 μ groß und lassen eine deutliche Hautschicht erkennen, die aber auch häufig fehlt. Der Inhalt besteht aus kleinen Körnchen, die Färbung ist schwarz, dunkelbraun bis hellbraun. In Fig. 5, Taf. XXXIX, kann man viele derartige Gebilde erkennen. Über ihre Natur lassen sich naturgemäß nur Vermutungen aussprechen. Vielleicht befruchteten sie die Eizelle direkt oder sie entsendeten die erwähnten Körnchen als Spermatozoiden.

Viel besser und sicherer kann man sich die Entwicklung der Mikrosporangien ableiten: Eine Thalluszelle, die sich sonst durch nichts weiter von den anderen unterschied, teilte ihren Inhalt in Kompartimente, die mit dunkler körniger Masse angefüllt wurden. In Fig. 5, Taf. XXXIX, findet sich links unten ein derartiges Gebilde mit 3 Fächern, während die folgenden noch im Entstehen begriffen waren; die Anzahl derselben stieg in einigen Fällen bis auf 7. Nun nahm die Größe der Zelle zu und damit auch ihr Inhaltskörper.

Nach weiterer Zunahme ließ sich erkennen, daß die Kompartimente durch eine zentrale Achse miteinander in Verbindung standen. Diese tritt in Fig. 6, Taf. XXXIX, zwischen den beiden Mittelfächern auf. Noch weiter entwickelt ist das Mikrosporangium in Fig. 7, Taf. XXXIX, wo die Achse durch alle Fächer verläuft. In Fig. 8 und 9 ist die endgültige Ausbildung erreicht. Der Raum des

Mikrosporangiums hatte seine höchsten Dimensionen erlangt, die Wände waren schwach nach außen gekrümmt, und die Form hatte sich zapfenförmig ausgebildet.

Textfig. 8 ist eine genaue Zeichnung der Fig. 8, Taf. XXXIX, nur etwas vergrößert. In dem unteren Abteil sind 3 kleine Hohlräume zu erkennen und ferner eine bei starker Lichtquelle deutliche Wan-

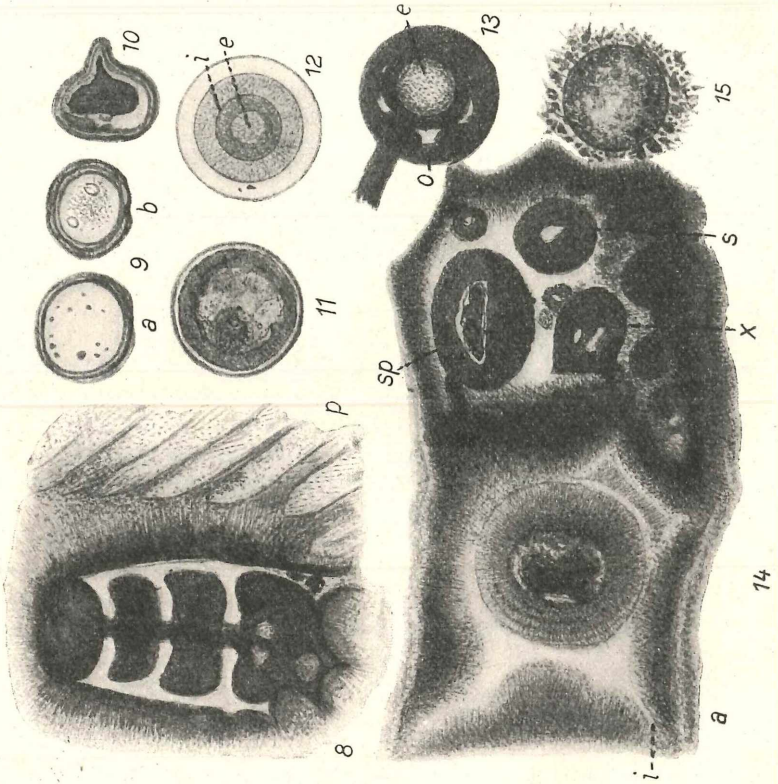


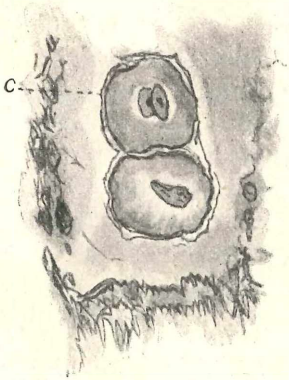
Fig. 8. Ein Mikrosporangium der *Nematophora* = 0,1 × 0,04 mm. p= Pseudotracheidengewebe.
Fig. 9. Makrosporen aus Kohle freigelegt.
Fig. 10. Wie vorher, aber im Keimungszustand.
Fig. 11. Ausgebildete Makrospore, dieselbe, welche in Fig. 16, Taf. LX, mikrophotographisch aufgenommen ist.
Fig. 12. Makrospore noch auf dem Stiel sitzend, von oben angeschliffen. (S. Text, S. 502.)
Fig. 13. Oogonium (o) vermutlich mit Eizelle (e).
Fig. 14. 2 Konzeptakeln im Querschnitt mit ähnlichen Oogonien.
Fig. 15. Eizelle mit Körperchen (Spermatozoiden?).

dung. Sonst ist der Inhalt bis auf ein gröberes Körnchen sehr feinkörnig; zwei ähnliche befinden sich, wie erwähnt, in dem Ausführungskanal. Das obere und das untere Fach ist mit der Wandung des Mikrosporangienraumes verschmolzen.

Die Makrosporenkammern.

Die weiblichen Organe haben eine zu auffallende Ähnlichkeit mit den Oogonien der Fukazeen, als daß man daran achtlos vorübergehen könnte. Die Konzeptakeln sind längliche Kammern, von denen Textfig. 14 zwei nebeneinanderliegende im Querschnitt wiedergibt; sie waren in dem Kieselknöllchen enthalten, in welchem sich auch das Mikrosporangium der Textfig. 8 befunden hatte.

Ein anderes Kieselknöllchen ergab einen Dünnschliff, in welchem über 120 miteinander in Zusammenhang stehende Kammern gezählt wurden. Das Gefüge derselben ist am besten aus Fig. 18, Taf. XL, zu ersehen, bei einer etwa 66fachen Vergrößerung, und in der Fig. 10 erscheinen die Kammern oder Konzeptakeln viel stärker vergrößert, und zwar zirka 170fach. Die längste derselben ist 1,15 mm und



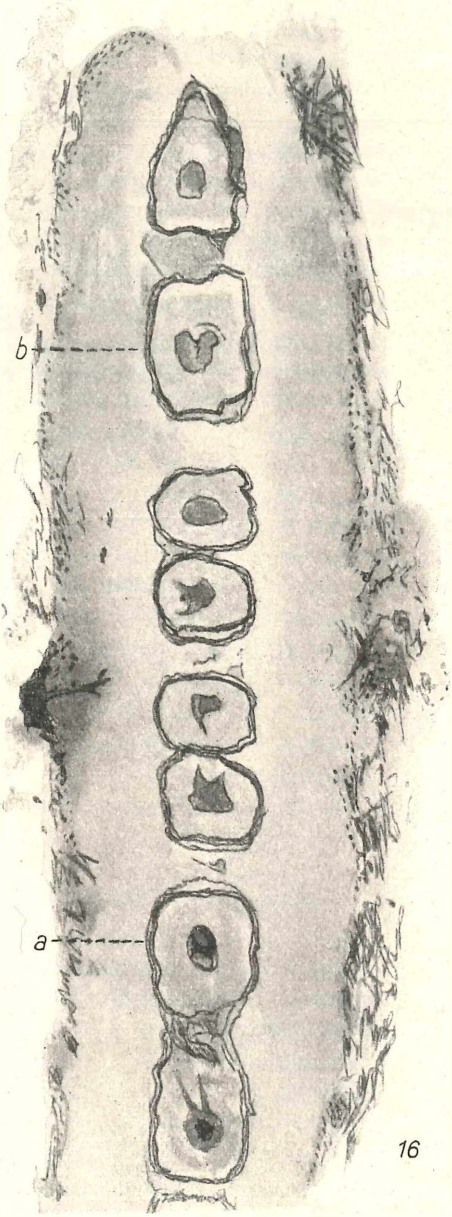


Fig. 16. *Hormosporites devonicus.* Unter dem Immersionssystem abgezeichnet. Vergr. zirka 1200fach.

0,35 mm breit; sie befindet sich in der Mitte der Fig. 14 und ist leicht an den zwei opponiert stehenden Oogonien zu erkennen. Vergrößerung 56fach.

Dieselbe Zelle ist in Fig. 17 links oben und in Fig. 11 rechts unten enthalten. Die Fig. 12 und 13 bringen die beiden opponiert stehenden Oogonien in verschiedenen optischen Querschnitten. Die Fig. 15 (Vergr. 85) und Fig. 16 (Vergr. 370) sind dadurch ausgezeichnet, daß in ihnen je eine ungestielte, also losgelöste Makro- oder Oospore vorkommt, und daß ferner in den betreffenden Kammern zahlreiche mikrosporenartige Körperchen mit und ohne Hautschicht zu beobachten sind, und zwar solche, wie sie auch an den Mikrosporangien Fig. 8 auftreten.

Sämtliche Figuren auf Tafel XL sind aus einem und demselben Dünnschliff entnommen.

Während bei den rezenten Fukazeen die Konzeptakeln rundliche Höhlungen sind, hatten sie bei der Nematophora die Form unregelmäßig eckiger Räume, deren durchschnittlicher Querschnitt etwa 0,5 × 0,3 mm betrug. Der Längsdurchmesser konnte eine Länge von über 1 mm erreichen.

Verschiedene Kammern, die keinen Inhalt hatten, waren nach der Oberfläche des Kieselknöllchens hin geöffnet gewesen, denn vor dem Anschleifen ließen außen auf der Oberfläche feine helle Punkte die Mündungen von Kanälchen erkennen.

Die Makrosporenkammern, wie man die Konzeptakeln auch nennen kann, waren dem Thallus eingesenkt, denn an der einen Seite verlaufen die röhrenförmigen Thalluszellen zwischen dem großmaschigen Kammernetzwerk.

Wahrscheinlich ist, daß auch die Poren auf dem Rindenstück, Textfig. 6b, die Ausgänge von Makrosporenkammern darstellen.

Die Entwicklung der Oogonien.

Wie die Mikrosporangien lassen sich auch die Oogonien stufenweis verfolgen. In den Konzeptakeln bemerkt man an vielen Stellen Anschwellungen der Innenhaut oder der Intine. Diese erheben sich und werden halbkugelförmig, wie man dies z. B. an der Wandung der großen Kammer, Taf. XL, Fig. 14, sehr deutlich sehen kann. Von der Halbkugel, die noch mit breiter Basis aufsitzt, bis zur vollständig ausgebildeten gestielten Kugel gibt es eine ganze Anzahl Übergangs- oder Zwischenformen.

Schon in der halbkugeligen Form differenzieren sich die Schichten: Man erkennt eine helle, nur aus Kieselsäure bestehende Hautschicht, welche eine dunkle, Kohlenstäubchen enthaltende Zone

einschließt. In dieser befindet sich zentral gelegen ein kugelförmiger heller Kern, den man wohl als die junge Eizelle deuten kann.

Der Stiel des Oogonium wird durch die zapfenartig vorspringende Intine oder Innenhaut gebildet, wie es aus den Fig. 11, 12 und 13, Taf. XL, zu erkennen ist.

Die beiden opponiert stehenden Oogonien in der großen Kammer, Fig. 11 und 14, sind typische Fälle, die immer wiederkehren. Sie werden in verschieden optischen Schnitten in den Figuren 12 und 13 wiedergegeben. Ihr größter Durchmesser beträgt 112 μ. In der Fig. 12 verläuft der optische Schnitt zentral und man bemerkt über dem stielförmigen Nabel eine helle runde Zelle, die man als Eizelle deuten kann.

Die Bildung der zapfenförmig vorspringenden Stiele in den Kammerwänden kann kein Zufall sein, sondern muß eine biologische Bedeutung haben, und zwar die als Träger von Fruktifikationsorganen.

Ähnlich so sind auch die Oogonien in den Konzeptakeln der rezenten Fukazeen gestielt.

Ohne diese Stiele könnte man an oolithische Konkremente denken, die auf anorganischem Wege entstanden wären; dann hätten sie aber auch im polarisierten Licht das Kreuz ergeben müssen, welches jedoch nirgends auftrat.

Das große Sporangium Fig. 14 in der linken Kammer hatte ursprünglich auch auf einem Stiel gesessen, der aber durch den Schliff abgetragen wurde. Der Durchmesser beträgt 250 μ, und es übertrifft damit die Größe des Fukazeenoogoniums, das nach der von THURET gegebenen Abbildung den Durchmesser von 150 μ erreicht. Es ist das größte; die nächstfolgenden sind die beiden gestielten und fast ganz aus Kohle bestehenden Sporangien: Fig. 14 Sp., und aus einem anderen Schliff Fig. 13, deren Durchmesser 230 bis 235 μ betragen.

Der Diameter der in ihnen enthaltenen Eizellen oder Oosporen ist 87 μ lang.

Genau dasselbe Ausmaß hat die ungestielte große Spore, Fig. 16, welche in einem Kammerkanal gelegen ist, und ebenso die in Fig. 15.

In Textfig. 11 ist dieselbe Spore, die in Fig. 16, Taf. XL, photographisch aufgenommen ist, genau mikroskopisch abgebildet.

Außer der Kugelform und auch dadurch, daß der Stiel fehlt, deutet auch die sehr dünne helle Hautschicht an, daß es sich um eine Oospore handelt. Auf die deutlich abgesetzte Haut folgt eine dunkle Zone, die eine wieder hellere, wolkige Innensubstanz einschließt. In dieser ist exzentrisch eine kleine kugelförmige Masse gelegen. Würde es sich um ein rezentes Gebilde handeln, so wäre

es schon ohne Anwendung von Färbemitteln als Zellkern zu erkennen. Der gesamte Inhalt ist sehr feinkörnig und der größte Durchmesser beträgt 87 μ. Ebensoviel mißt auch die freiliegende — also ungestielte — Oospore s in der rechten Kammer der Textfig. 14. Sie besteht ganz aus Kohle und ist in der Mitte durchsichtig.

In Textfigur 12 ist dagegen zum Vergleich ein junges Oogonium dargestellt. Es befindet sich genau in dem gleichen Entwicklungsstadium wie das untere in Fig. 12 und 13, Taf. XL, nur in einer anderen Kammer, und sein Stiel hatte eine senkrechte Stellung zum Schliff, was während des Schleifens festgestellt werden konnte. In gleicher Weise ließen sich auch die Schichten verfolgen, so daß mit aller Sicherheit ausgesagt werden kann: die Zone i ist der Querschnitt der zapfenförmig vorspringenden Kammerwand oder des stielförmigen Oogoniumträgers, und zwar von seinem oberen Ende. Der helle Mittelkreis gehört zur Eizelle und ist gewissermaßen ihre untere Kugelhaube. Als Bestätigung und Ergänzung hiezu ist das aus einer anderen Kammer stammende und fast ganz, bis auf die Mitte, aus Kohle bestehende Oogonium in Textfig. 13 abgebildet. In ihm läßt sich die Eizelle e unschwer erkennen; ihre Substanz besteht aus Kieselsäure mit ausgeschiedenen feinen Kohlenstäubchen. Das große Sporangium, Fig. 14, links, scheint die Anlage für zwei Oosporen enthalten zu haben.

Noch auf einem anderen Wege gelangte ich zu Oosporen. Zwischen den Abdrücken auf der Sandsteinplatte befanden sich kohlige Überreste, welche eingesammelt, fein pulverisiert und dann mit Kalilauge auf 70° erwärmt wurden. Nach Entfernung des Alkali wurden die Kohleflitterchen mikroskopisch untersucht, und dazwischen fanden sich 10 Sporen, die doch sicherlich von der *Nematophora* stammen mußten, zumal da auch aus Kohle bestehende Bruchstücke der nicht zu verkennenden Thallusröhrenzellen zahlreich vorhanden waren.

Leider sind die 3 abgezeichneten Sporen, Textfig. 9 (a und b) und 10, bei dem Versuche, sie zu isolieren, verlorengegangen. Es konnte aber an ihnen noch die Jod-Schwefelsäurereaktion hervorgerufen werden: sie färbten sich schwach, aber deutlich blauviolett. Von den in dieser Weise aufgefundenen Sporen ist die in Fig. 10 dargestellte Spore noch dadurch interessant, daß sie sich im Keimungszustand befand: Ihre Außenhaut war an einer Stelle zapfenartig ausgetrieben, und in den kleinen Hohlraum ragte der dunkle, aus Huminstoffen bestehende Plasmarest mit einem Vorsprung hinein.

Der Durchmesser dieser Sporen betrug 67 μ. Wenn nun auch dieser Betrag geringer ist als derjenige der verkieselten, in den Kammern vorkommenden Oosporen, wie die in Textfig. 11 respektive Fig. 16, Taf. XL, so ist zu bedenken, daß jene durch Substanzverlust

an Inhalt verloren haben könnten; daher ist ihre Form nicht gleichmäßig sphärisch, sondern erscheint etwas zusammengeschrumpft. Die Kammersporen (Fig. 11) dagegen sind durch Aufnahme von Kieselsäure völlig turgeszent und ihr Umriß erscheint ohne Abweichung kreisrund. Ferner könnte bei der Verkieselung auch das Volum vergrößert worden sein.

Wenn man die Frage nach dem Befruchtungsakt aufwirft, so muß man damit den Boden realer Tatsachen verlassen. Daß die Mikrosporangien zu diesem Zweck vorhanden waren, dürfte man wohl zugeben. Leider fanden sich in dem dichten Inhalt ihrer scheibenförmigen Kompartimente nur undeutliche Konkremente, deren Ausmaß sich nicht lohnte.

Würde ich nun der Erklärungsweise B. RENAULT's folgen, der uns fossile Bakterien vorführt, so könnte ich sagen, daß die Oospore von Spermatozoiden befruchtet und danach zur keimfähigen Makrospore wurde. In einzelnen Kammerausgängen liegen sogar große Mengen von Mikrosporen mit und ohne Hautschicht. Aber schon die Frage: „Stammen diese aus den Mikrosporangien?" ist nicht zu beantworten. In dem Kammergewebe hatten sich, wie später noch berichtet werden soll, mindestens zwei verschiedene Pilze angesiedelt, von denen die Mikrosporen herrühren könnten. Ferner wäre möglich, daß die Kohlekörnchen ohne Hautschicht auf anorganischem Wege aus Kohlehydraten entstanden sein mochten. Nach der vorher erwähnten phantastischen Erklärungsweise könnte die in Textfig. 15 abgezeichnete Oospore, die sich frei in einer Kammer befindet und von zahlreichen Kohlekörnchen eingehüllt ist, sich im Stadium der Befruchtung durch Spermatozoiden befunden haben, welche aus den Mikrosporen stammen; denn THURET gibt eine ganz ähnliche Zeichnung von einem Fukazeen-Ei, welches von Spermatozoiden umschwärmt wird.

Nach einer solchen Befruchtung würde sich dann die Oospore zu einer keimfähigen Makrospore ausbilden.

Rekonstruktion der Nematophora.

Die Thallusstämmchen waren mehr oder weniger abgeflachte Zylinder von elliptischem Querschnitt. Der Durchmesser des stärksten derselben beträgt 5 bis 5,5 cm. Vielleicht mögen noch dickere vorgekommen sein. Die Länge betrug nach einer Berechnung aus dem Abfall der Querschnitte etwas über 1 m.

Die Verzweigung war schwach; vom Thallus zweigten sich nur wenige Äste ab, von denen sich einzelne als Fruchtäste ausbildeten.

Die mikroskopische Struktur im Thallus gleicht ganz und gar derjenigen von *Nematophyton Logani (Prototaxites Logani* DAWSON). Ein Unterschied besteht darin, daß einzelne Primitivleitbündel den Stamm durchziehen, von denen astförmige Teile sich in die Zweige erstreckten. Durch diese Eigenart des Gewebes erhebt sich

Nematophora über den Algencharakter und könnte den Kormophyten angegliedert werden.

In der Rindenschicht unter der Haut sind die assimilatorischen Zellen kürzer und endigen stumpf.

Die Fortpflanzungsorgane haben große Ähnlichkeit mit denen der Fukazeen, nur sind die Konzeptakeln nicht rund, sondern eckige Kammern, in denen die Eizellen gerade so wie bei jenen auf nabelartigen Stielen stehen. Die Räume öffnen sich nach außen durch sternförmige Poren.

Ähnlich verhalten sich die Mikrosporangien. Diese sind konisch-zylindrische Hohlräume, von einer Achse durchsetzt, welche durch die übereinandergeschichteten Mikrosporenbehälter geht. Aus den Sporen derselben traten wahrscheinlich die Spermatozoiden aus.

Von diesen dürften die Eizellen wie bei den Fukazeen befruchtet worden sein.

Das Wachstum erfolgte an den Zweigenden. In diesen wuchsen die embryonalen Zellen um Interzellularkörper und eingebettet in dieser Substanz, welche von ihnen zur Ernährung resorbiert wurde. Dabei entstanden kurze meristematische Zonen, deren Elemente dann auseinander wichen.

Bis auf die Sporangien, die bei der Nematophora im Thallus verborgen liegen, ist der äußere Habitus derselben dem des *Psilophyton princeps*, Fig. 1, sehr ähnlich.

Hormosporites devonicus gen. nov.

Auf der Bäreninsel wurde um 1904 eine Platte[1]) aus blättrigem Kohlenschiefer gefunden, der neben Kalkmergel mehr oder weniger Kieselsäure enthielt. Durch Spaltung ließ sich dieses Fundobjekt in zwei Hälften zerlegen und dadurch wurden auf der einen zwei echt versteinerte, schön ausgebildete Stämme von *Cyclostigma kiltorkense* frei, von denen der eine sich in der Mitte gabelt. Die Dimensionen sind folgende: 7 cm breit und 20 cm lang, der gegabelte unten 4, oben 3,5 cm breit und 30 cm lang, der Gabelast 18 cm l. Die andere Hälfte der Platte enthält die Hohldrucke. Zwischen den Stämmen ist ein dichtes Gewirr von Stengelstücken, Wurzelfäden, Blattstielen und Abdrücken von Farnblättern, hauptsächlich der Sphenopteridiumarten u. a. eingelagert. Mit ähnlichen Fossilien sind die Außenseiten eng besetzt. Hier befinden sich außerdem noch dünnere Lepidodendronstengel und dazwischen viel dickere *Knorria*-Stämme; dies sind die Hauptwurzeln der Zyklostigmastämme mit den Narben der Nebenwurzeln.

Es war ein glücklicher Zufall, daß zwischen den *Knorria*-Stammstücken ein seltener Fund gemacht werden konnte. Dies

[1]) Diese befindet sich zur Zeit gleichfalls im Besitz des Instituts für Gärungsgewerbe (in der Lehrsammlung).

geschah folgendermaßen: Ein Spaltstück (von zirka 7×8 cm) wurde auf der frischen Bruchfläche mit einem Skalpell abgeschabt und das so erhaltene Pulver mit Kaliumchlorat + Salpetersäure behandelt. Unter dem Mikroskop fand sich unter den Bruchstücken und Stäubchen des Schiefergesteins ein 2,5 mm langer verkieselter Algenfaden, von welchem Fig. 21 und 22 auf Taf. XLI die photographischen Aufnahmen in 500facher bzw. 1000facher Vergrößerung bringen.

Bei ganz oberflächlicher Beobachtung konnte man das Objekt für eine Tracheidenzelle mit behöften Koniferentüpfeln halten. Aber abgesehen davon, daß es im Devon noch keine echten Koniferen gab, sprechen folgende Gründe dagegen, die gleichzeitig eine Charakteristik der Alge enthalten:

1. Die Zellen sind sehr verschiedenartig: rund, länglich-eiförmig, viereckig und auch ganz unregelmäßig im Umriß, was bei Tüpfeln doch kaum anzutreffen ist.

2. Es war nur ein Zellfaden, von dem etwa ein Halbteil beim Isolieren verloren ging; ganze Länge = zirka 5 mm. Es ist nicht einzusehen, wie sich eine einzelne Tracheide aus dem Gewebe herauslösen sollte.

3. Die Zellen werden von einer durchsichtigen, inhaltleeren Hülle umgeben, die vor ihrer Verkieselung wahrscheinlich aus Gallerte bestand. (Textfig. 16.)

4. An dieser Hülle war keine Spur einer Tracheidenwand zu erkennen.

5. Einige Zellen enthalten 2 Kerne, resp. einen im Teilungszustand, Fig. 16 a, b und c.

6. Die Zellen, Fig. 16a, scheinen sich wie im Trennungszustande zu befinden. Die obere Zelle leitet vielleicht eine neue Zellteilung ein. Fig. 16c stellt das Fadenende dar.

7. Bei 2000facher Vergrößerung erkennt man, daß der Kern im Zentrum des Lumens liegt.

8. Der sicherste Beweis ist darin zu finden, daß die Zellen des Fadens bei der Drehung um seine Längsachse ihren Durchmesser nicht veränderten und der Kern in der Mitte blieb. Tüpfel hätten mindestens linsenförmig werden müssen. Die Größenverhältnisse sind folgende: Der Querdurchmesser der Zellen ist durchschnittlich 12,5—15 μ; der Längsdurchmesser schwankt zwischen 15—20 μ.

Form und Größe der Zellkerne sind verschieden: kugelig bis oval, bisweilen mit zackigen Fortsätzen versehen. Um einige bemerkt man eine helle Zone und ferner ein oder zwei Nukleolen.

Die Zellen sind zum Teil paarweise angeordnet, was vermutlich ein vorübergehender, von der Teilung herrührender Zustand ist, da sie an anderen Stellen lückenlos zusammenschließen.

Um die Umhüllungszone herum befinden sich nur die Teilchen der Gangmasse. Nach ihrem morphologischen Charakter stimmt die Alge ungefähr mit Hormospora überein, deren Arten in Torfmooren und Waldteichen vorkommen. Demgemäß würde sie nach der

Bezeichnungsweise als *Hormosporites devonicus* zu benennen sein, und danach hätte sich die Zyklostigmaplatte im Sumpf ausgebildet. Diese Alge ist bis jetzt von den Chlorophykazeen die älteste und einzige im Devon[1]).

Nematorites oscillatoriaeformis gen. nov.

In der Sandsteinplatte, welche die Überreste der Nematophora in sich birgt, fand sich noch eine zweite, von dieser sehr verschiedene Alge; sie ist in drei Exemplaren im Schliff Nr. 30A enthalten. Dieser besteht aus den Scheiben der Quarzkörner des Felsits mit den üblichen Einschlüssen, und dazwischen sind zahlreiche Bruch-

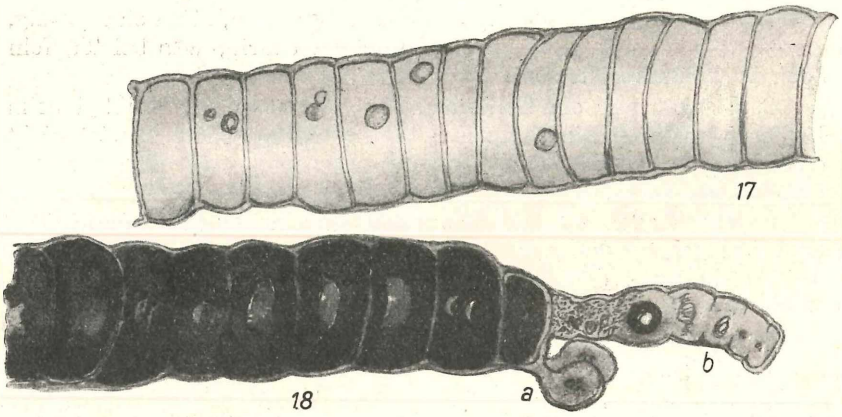


Fig. 17 und 18. *Nematorites oscillatoriaeformis.* Die dunklen Zellen, Fig. 18, enthalten Luft. Die Körperchen der Zellen in Fig. 17 sind vielleicht Zellkernreste. Vergr. zirka 650fach; in Kieselkohle gefunden.

stücke von Nematophorakohle eingekeilt. In diesen fanden sich die drei Fäden, von denen der eine schleifenförmig eingerollt ist und welche in den Textfig. 17 bis 20 dargestellt sind. Die dunklen Zellen sind mit Luft angefüllt und erscheinen durch die totale Reflexion bis auf die Mitte ganz schwarz. Kleine Luftblasen finden sich auch zerstreut in den übrigen Zellen.

Die Fäden sind aus kurzen, aber breiten zylindrischen Zellen zusammengesetzt. Der quere Durchmesser dieser kleinen Zylinder schwankt um den Betrag von 27,5 μ; die Höhe beträgt zirka 12 bis 15 μ. Die Zellhäute sind schwach gelbbraun. Bis auf die erwähnten kleinen Luftblasen sind die Zellräume vollständig leer.

Am Ende des Fadens, Textfig. 18, finden sich nun 3 Fortsätze, von denen zwei linsenförmig gestaltet sind (s. a) und der dritte fadenförmig gegliedert (s. b). Der Zellinhalt dieser 3 Gebilde ist

[1]) Beschreibung und Abbildung dieser Alge findet sich auch in Wochenschrift für Brauerei 1927, Nr. 32.

mehr oder weniger feinkörnig und die Färbung etwas dunkler als die der übrigen Zellen; nur der dunkle Kreis in der Mitte von b ist eine Luftblase.

Man könnte die 3 Fortsätze für Haftorgane halten. Dies ist aber unwahrscheinlich, denn an den beiden Zellen a findet sich keine Spur des Haftmaterials. Es handelt sich sehr wahrscheinlich nach Form und Inhalt um die Geschlechtsorgane. Fig. 18b würde dann den Antheridienzweig und die Zellen a die Oogonien bedeuten. Dazu kommt noch, daß zwischen diesen und denen der Coleochaeten eine große Ähnlichkeit besteht, nur daß die Trichogynen fehlen. Sollte diese Vermutung richtig sein, so könnte die Alge schon nicht mehr

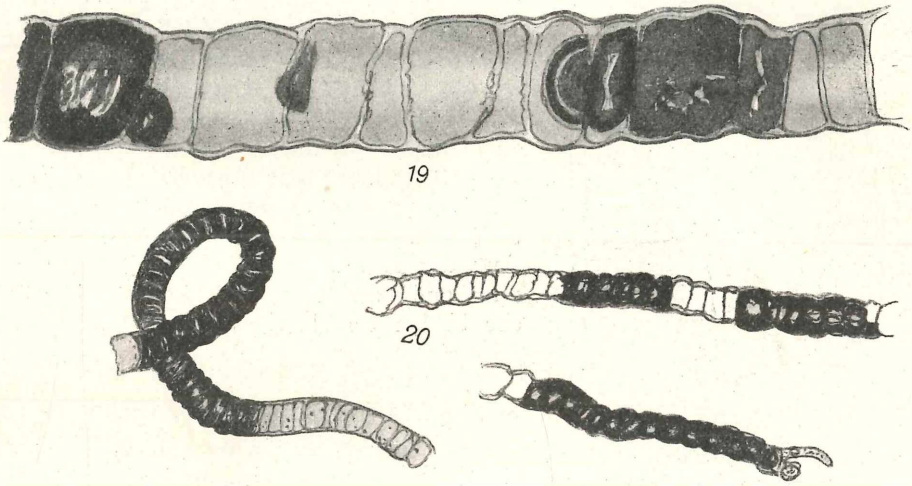


Fig. 19. Wie vorher.
Fig. 20. Die 3 Zellfäden der *Nematorites oscillatoriaeformis*. Vergr. zirka 180fach.

als Oszillarie gelten. Wären die Fortsätze Haftorgane gewesen, so hätten die Fäden nur pendelartige Bewegungen machen können, und während der phylogenetischen Weiterentwicklung könnten sie diese Organe allmählich reduziert und endlich ganz aufgegeben haben. Ob überhaupt diese Oszillarien bewegungsfähig gewesen sind, ist eine Frage, die nicht beantwortet werden kann.

Die photographischen Aufnahmen Taf. XLI, Fig. 19 und 20, die als Belege dienen, zeigen die Alge in 320facher Vergrößerung.

Nach der Form ist die Bezeichnung *Nematorites oscillatoriaeformis* gewählt, welche gleichzeitig daran erinnert, daß diese Alge neben der Nematophora aufgefunden wurde.

Die Gasblasen können Zersetzungsprodukte von Bestandteilen des Plasmas sein oder sie sind durch das Erhitzen des Präparats entstanden, als Luftblasen aus dem Kanadabalsam entfernt werden mußten.

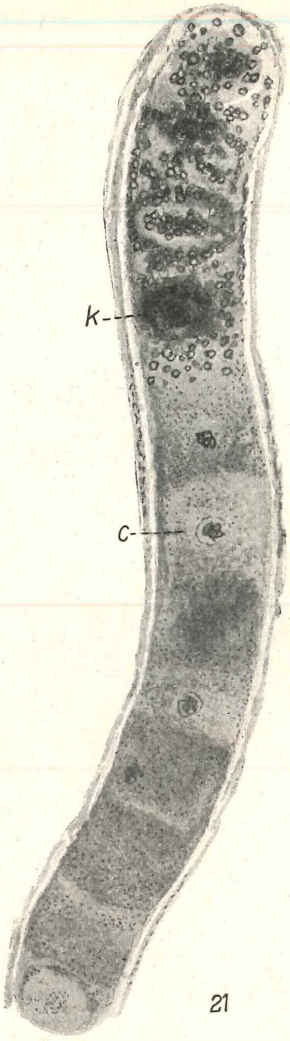


Fig. 21. *Nematorites coccigenitor.* Vergr. zirka 650fach; in Kieselkohle gefunden.

Der Form nach gleicht Nematorites bis auf die Fortsätze der *Oscillaria princeps* VAUCH., deren Zellen 1/5 bis 1/2-mal so lang als dick sind und deren Querdurchmesser 30 bis 35 μ beträgt.

Die Wahrscheinlichkeit, daß es sich um eine Oszillarie handelt, wird durch einen anderweitigen Fund noch erhöht. KIDSTON und LANG haben im Old Red Sandstone eine äußerst ähnliche Alge entdeckt, welche sie als *Archaeothrix oscillatoriaeformis* beschrieben haben[1]).

Die Oszillarie des englischen Devons ist nur 3—4 μ dick gegen 27,5 μ des *Nematorites*. Dies hat für den Unterschied nur eine unwesentliche Bedeutung, denn der Durchmesser der rezenten Oszillariazeenarten bewegt sich zwischen den Grenzen 3—55 μ. Aus der frappanten Ähnlichkeit kann man auch auf ein gleich hohes Alter der beiden Oszillarien schließen[2]).

Nematorites coccigenitor n. sp.

In einigen der Dünnschliffe aus dem Material der Nematophora-Sandsteinplatte fanden sich noch vereinzelte kurze Fäden, die sicher keine Hyphen oder Nematophorazellen sein konnten. Das längste dieser Fadenstücke mißt 0,3—0,4 mm. Der Querdurchmesser beträgt 28—30 μ.

Diese Fäden sind aus kurzen zylindrischen Zellen zusammengesetzt,

[1]) On Old Red Sandstone plants showing structure from the Rhynie chert bed, Aberdeeshire. Part V. The Thallophyta etc. Transact. Roy. Soc. Edinburgh. Bd. 52. Pag. 855. 1921.

[2]) Von P i a wird als „unsicher" hingestellt, daß die Nematophoraplatte aus dem Devon stammt. Dagegen ist Folgendes zu sagen: 1. Die Platte wurde auf der Moräne des Magdalenengletschers gefunden, dessen Zunge im Urgebirge in das Meer abfällt, und welcher nur aus der Devonregion herabkommt. 2. In einem der Dünnschliffe fanden sich zwei devonische Foraminiferen. Dazu käme dann 3. die Übereinstimmung der beiden Oszillarienarten.

deren Inhalt aus grünlichem Quarz (ähnlich dem Chrysopras) besteht. Diese Masse ist nicht wasserhell, sondern durch Ausscheidung winzig kleiner Körnchen getrübt, und insofern unterscheiden sich diese Fäden von den anderen und lassen sich auch leicht auffinden. Einige gröbere Konkremente, vgl. c in Textfig. 21, zeigen eine äußere Zone, und es wäre möglich, daß diese Zellkernreste sein könnten, ähnlich wie bei der vorigen Art, Fig. 17.

Größere zellkernähnliche Gebilde finden sich in den Zellen am Ende des Fadens, Fig. 21k; ihre Ausmaße sind 15×20 μ.

Diese Alge hat sicherlich mit der vorher beschriebenen Art, *N. oscillatoriaeformis*, eine sehr große Ähnlichkeit; sie unterscheidet sich aber dadurch, daß ihre Zellen durchschnittlich etwas länger sind und hauptsächlich durch die Ausscheidung kleiner sporenartiger Körperchen in den Zellen am Ende des Fadens.

Die Kügelchen gleichen großen mit Vesuvin gefärbten Kokken: sie sind hell gelbbraun mit dunkler, scharf abgegrenzter Haut, 1—2 μ groß und kommen nicht außerhalb des Zellfadens vor, weshalb es also wohl Zellprodukte sein müssen.

Unter dem Immersionssystem betrachtet, erscheinen sie zum Teil zu zweien wie Diplokokken, dann aber auch zu größeren Häufchen, zu 20 und mehr, zusammengeschlossen. Auch die Konkremente c in den übrigen Zellen des Fadens bestehen aus den gleichen Körnchen.

Die Endzellen erinnern an diejenigen der *Cladophora*, in denen sich die Schwärmsporen entwickeln; nur fehlen die Wimpern.

Die devonischen Diatomeen.

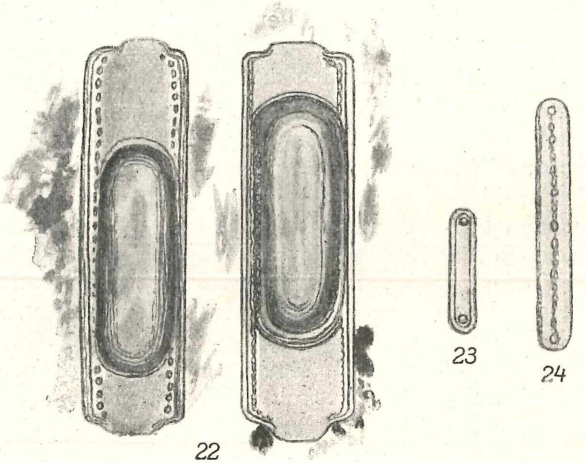
„Diatomeen im Devon?" höre ich fragen, und sicherlich, der in dieser Frage liegende Zweifel hatte auch mich erfaßt, als ich die ersten dieser Diatomeen erblickte, noch dazu in Anbetracht dessen, was GOTHAN in seiner Vorgeschichte der Pflanzen anführt: „Die ältesten Reste dieser Algen gibt man aus der Juraformation an; hier findet man im oberen Lias ein schieferig-kalkiges Gestein, den Posidonienschiefer, in dem man Schalen von diatomeenähnlichen Organismen gefunden hat. Ob es sich sicher um Diatomeen handelt, muß die Zukunft lehren."

Die Diatomeen, über die zu berichten ist, befinden sich in der Substanz der Dünnschliffe, die sämtlich aus dem Gestein der Zyklostigmaplatte herrühren. Jeder Zweifel mußte mir völlig entschwinden, als ich unter Ölimmersion und bei intensiver Beleuchtung zahlreiche Bruchstücke innerhalb der Schliffflächen entdecken konnte.

Bevor wir nach den Ursachen suchen, die es ermöglicht haben, daß diese altehrwürdigen Naturdenkmäler sich solange erhalten haben, so möchte ich zunächst anführen, daß sich in dem Kohlenschiefer zahlreiche Pilzsporangien vorfanden, deren Beschreibung

im zweiten Teil dieser Abhandlung erfolgen wird und von denen hier nur erwähnt werden soll, daß sie nach Aufhellung durch Oxydation eine intensive Zellulose-Jodreaktion ergaben.

Die Lagerstätte muß aus diesem Grunde für die Erhaltung der Organismen eine sehr günstige gewesen sein. Dies dürfte in erster Linie durch die überlagernde fettreiche Karbonkohle bewirkt worden sein. Es mögen wohl noch andere Umstände in Betracht kommen, so z. B. die niedrige Jahrestemperatur dieser arktischen Region. Hiezu sei erwähnt, daß die Bäreninsel schon im Perm eine Eiszeit überdauert hat. Auch lokale Verhältnisse könnten eine gün-



22 23 24

stige Wirkung ausüben: wenn nämlich in der wärmeren Jahreszeit das Schmelzwasser der auf schrägem Boden lagernden Eismassen möglichst schnell abfließen kann, so daß nicht Sümpfe mit stagnierendem Wasser entstehen. Die einzelnen Arten sind folgende:

1. *Nitzschiopsidea septentrionalis.*

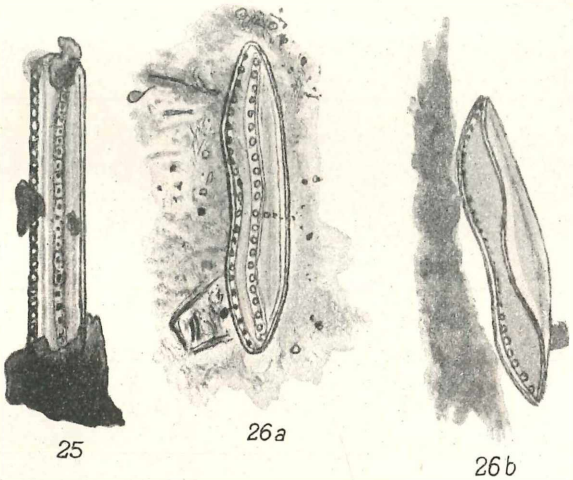
Textfig. 22, und Taf. XLI, Fig. 23 und 24.

Von dieser Art sind in einigen Dünnschliffen mehrere Exemplare aufgefunden worden, die gut erhalten waren. Die Form ist ein länglich schachtelförmiges Gehäuse, 40 μ lang und 11,5 μ breit. Die Vergrößerung der Fig. 22 beträgt zirka 1200. Die Langseiten sind mit je 30 Höckerchen besetzt, die im mittleren Teil etwas undeutlich sind. In der zweiten Schale fehlen dieselben an der einen Seite fast ganz.

An den Enden sind die Schalen ein wenig ausgerandet. In dem Zellumen jeder der beiden befindet sich eine Gasblase, die ungefähr $^5/_6$ des Raumes einnimmt. Wahrscheinlich ist das Gas Kohlensäure,

die aus der Zersetzung von Plasmastoffen herrührt oder beim Erhitzen des Präparates zur Entfernung von Luftblasen entstanden ist. Ein drittes Exemplar war leer. Sonst konnten nur noch Bruchstücke aufgefunden werden. In Fig. 23 und 24, Taf. XLI, sind die photographischen Aufnahmen wiedergegeben.

Nach Ansicht Dr. KOLBE's, der als spezieller Diatomeenforscher bekannt ist, handelt es sich unzweifelhaft um eine Art der Familie *Nitzschiaceae*. Leider war eine nähere Bestimmung nicht möglich, da die Präparate unter Ölimmersion nicht untersucht werden konnten. Berücksichtigt man die gute Erhaltung, so dürfte es sich



25 26a 26b

wohl um Diatomeen handeln, die mit dem Schwemmwasser in den Kohlenschiefer eingeführt wurden.

Vielleicht haben an der Lagerstätte Dislokationen infolge von Seitenschub stattgefunden, wodurch die eingeschwemmten Schalen unter Druck in den Schiefer hineingepreßt wurden, und dazu kommt, daß dieses Gestein ein blättriges Gefüge hat, von welchem sich die Schichten leicht abspalten lassen.

2. *Hantzschiopsidea ursoruminsularis.*

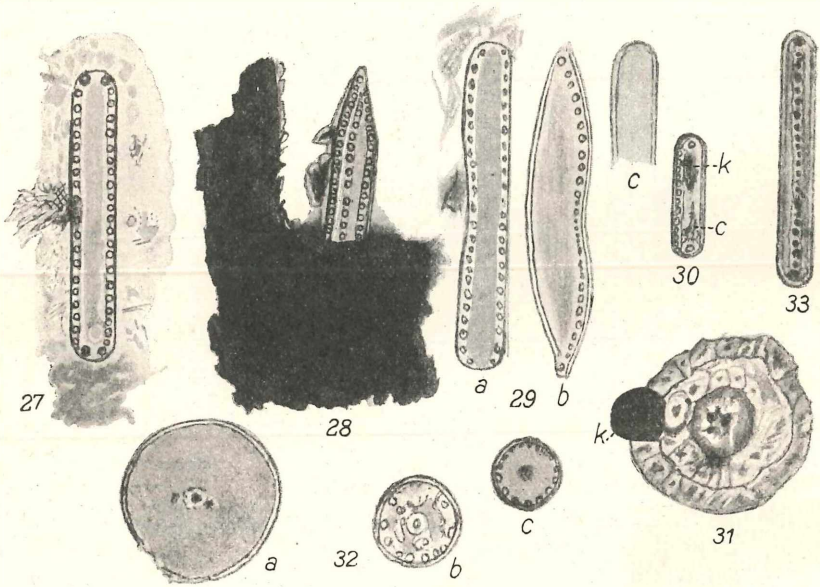
Fig. 26 a, b, 28 und 29 a, b, c.

Nach Dr. KOLBE's Erklärung sind die 5 Exemplare, welche in den Fig. 26 a, b und 29 a, b und c genau wiedergegeben sind, identisch und gehören zur Gattung Hantzschia. Da sich die Art aus dem gleichen Grunde wie vorher nicht ermitteln ließ, wurde sie nach dem Fundort benannt.

Die Form ist folgendermaßen ausgebildet: Die Länge der Schale beträgt 30,8 μ, die Breite 6,1 μ. Die eine Längsseite ist schwach

konvex, die andere in der Mitte etwas eingebuchtet. Die Hauptseite der Schale ist länglich elliptisch mit spitz zulaufenden Enden. Die eine Längsseite läßt eine Einbuchtung erkennen. Diese Längsseite ist am Rande mit 24 Knötchen besetzt. In Fig. 29 b ist diese unsymmetrische Flächenansicht dargestellt; die untere Hälfte ist entsprechend ebenso gebaut. Die eine Gürtelseite mit abgerundeten Enden, Fig. 29 a, zeigt also die beiden Knötchenreihen, die andere dagegen, Fig. 29 c, nicht.

In Fig. 26 a und b sind 2 Exemplare abgezeichnet, welche schräg gelagert sind. In 26 a sieht man daher die eine Gürtelseite mit den



beiden Knötchenreihen und die Hauptseite; in Fig. 26 b ist diese mit der anderen, knötchenfreien Gürtelseite gepaart.

Die Zeichnungen 26 a, b, und 29 a, b, c, mußten von 5 verschiedenen Exemplaren entnommen werden, da die Schalen von der Gangmasse fest eingeschlossen sind und sich nicht drehen lassen. Von der Gürtelseite, Fig. 29 c, ist nur der Teil gezeichnet, welcher im optischen Schnitt liegt, der fehlende befindet sich darunter. Alle fünf kommen in einem und demselben Dünnschliff vor.

Nach Dr. Kolbe gehört auch die in Fig. 28 dargestellte Art zu derselben Gattung und soll sogar mit der gleichen Spezies identisch sein. Da sich aber deutlich 3 Knötchenreihen an ihr unterscheiden ließen, von denen die eine über die Mitte der Schalenhauptseite verlief, so möge sie als Varietät gelten mit dem Zunamen „ornata"; also *H. ursoruminsularis v. ornata.* Die Breite beträgt 5 μ.

die Länge läßt sich nicht bestimmen, da es, wie aus der Zeichnung hervorgeht, etwa bis zur Hälfte in Kohle steckt.

Professor GOTHAN, dem ich diese Diatomeen gleichfalls vorgelegt habe, ist der Meinung, es könne sich für diese nicht um eingeschwemmte Schalen handeln. Da aber andere dies dennoch für möglich halten könnten, so will ich selbst versuchen, eine Einschwemmungserklärung für diesen Fall aufzustellen.

Wie vorher dargestellt ist, könnte es sich auch mit diesen Diatomeen ähnlich so verhalten. Sie wurden mit dem Schwemmwasser unter Druck eingepreßt — vielleicht auch dadurch, daß in den oberen Lagen starke Eisbildung eintrat. Die Schalen wurden dann durch die Karbonschichten getrieben, die hier auf der Bäreninsel eine fettreiche Kohle führen. Darauf wurden sie noch weiter hinein in den Devonschiefer eingedrückt. So kam es, daß einige Schalen mehr oder weniger in Kohle steckten, andere hatten einen dunklen Inhalt, der aus Kohlenstäubchen und Huminstoffen bestand, und schließlich fanden sich noch angebrochene und Bruchstücke von Schalen, die bezeugten, daß sie unter gewaltsamen, mechanischen Einwirkungen gestanden hatten. Ob nun diese Erklärung zutrifft, will ich dahingestellt sein lassen.

Die Bakuliten.

Die mitgeteilten Funde regten mein Interesse an, die Dünnschliffsammlung (über 70 Präparate), welche ich aus dem devonischen Kohlenschiefer der Bäreninsel hergestellt habe, daraufhin zu untersuchen, ob noch mehr von niederen vegetabilischen Organismen darin enthalten wäre.

Wie ich beobachten konnte, fanden sich zerstreut in der Gesteinsmasse kleine abgeflachte Stäbchen mit Merkmalen, aus denen man schließen mußte, daß keine anorganische Bildungsweise vorlag. Daß sie eine Höhlung besitzen, ist daraus zu entnehmen, daß in einigen Gasblasen vorkamen.

Für das Vorkommen dieser Gebilde kann man nun kaum noch die Einschwemmungserklärung gelten lassen, und zwar schon, abgesehen von ihrer Einbettung, deswegen, weil sich nach Dr. KOLBE in keiner der rezenten Diatomeengattungen analoge Formen vorfinden. Sie mögen daher unter der Bezeichnung *Diatomaideae*, Diatomeenähnliche, zusammengestellt sein. Vielleicht sind die ganz einfachen die Urformen der späteren hoch organisierten bilateral symmetrischen Arten.

1. *Baculites minutus*, Fig. 23.

Es ist diese die kleinste und einfachste aller Arten. Die Form ist diejenige eines riesengroßen Bazillus. Die Länge beträgt 11,5 μ. die Breite 2,7 μ. Die Enden sind abgerundet und mit je einem

Knötchen oder Porus besetzt. Wegen der genau zentralen Lage derselben hielt ich das Stäbchen nicht für eine organische Trichitenbildung. Von dieser Art kamen mehrere in dem Schiefergestein zerstreut vor, und dies gilt auch für die folgenden Arten.

2. *Baculites medionodatus*, Textfig. 24.

Diese Art stimmt mit der vorigen darin überein, daß sie die beiden Endknoten besitzt. Die Länge wurde mit 25,4 μ, die Breite mit 3,4 μ festgestellt. In der Längsrichtung verläuft eine Linie von 20 Knötchen durch die Mitte, wo zwei von diesen durch ihre Größe hervortreten.

3. *Baculites binodatus*, Textfig. 25 und 27; Taf. XLI, Fig. 25, 26.

Diese Art fand sich in mehreren Exemplaren unter denen, die vorher unter *Hantzschiopsidea* beschrieben sind. Das Stäbchen, Fig. 25, hat eine Länge von 32,3 μ und eine Breite von 5,4 μ. Die eine Langseite ist mit 22 Knötchen besetzt, und in der scheinbaren Mediane befindet sich gleichfalls eine Reihe von ebenso vielen, von denen jedes umrandet ist. Diese Kette biegt nach den Enden hin von der Mittellinie etwas ab.

Ob die Endknoten stärker hervortreten, läßt sich hier nicht erkennen, da sie von Kohle umhüllt sind. In Textfig. 27, Fig. 25 und 26, Taf. XLI, dürften 3 Exemplare derselben Art vorliegen. Die Länge ist fast gleich, nämlich 30—32 μ, nur die Breite ist für dasjenige der Fig. 27 mit 4,8 μ etwas geringer. Auch die Anzahl der Knötchen ist dieselbe, also an jeder Langseite 22, von denen die Endknoten sich stärker abheben. Denkt man sich das Stäbchen, Textfig. 25, nach rechts gedreht, so rückt die mediane Reihe nach außen und man erhält die in Textfig. 27 dargestellte Form.

4. *Brachybaculites semelnodatus*, Textfig. 30.

Die Form dieser Art ist ein kurzes Stäbchen mit abgerundeten Enden, in denen je ein Knötchen mit einem Porus gelegen ist; es gleicht insofern dem *B. minutus*. Die Dimensionen sind folgende: Länge 20 μ, Breite 5 μ. Der Rand der einen Längsseite ist mit 16 Knötchen besetzt. In der Figur bedeutet k ein aufgelagertes Kohlestückchen und c eine Korrosionsspalte, durch welche die innere Höhlung sichtbar wird.

5. *Baculites devonicus*, Textfig. 33.

Neben *Archaeopteris* und *Cyclostigma* wurde im Oberdevon der Bäreninsel ein vollständig verkieselter zylindrischer Steinkern gefunden, dessen Länge zirka 20 cm und dessen Breite 25 mm

betrug. Äußerlich war die Rinde mehr oder weniger runzelig, zeigte aber sonst keine Merkmale, so daß keine nähere Bestimmung möglich war. Im Innern fand sich ein Netzwerk aus Strängen, welche aus undeutlichem Zellgewebe bestand. Die Maschen, welche von demselben umschlossen wurden, waren unregelmäßig eckig oder rundlich und 1—2 mm² groß.

Das Objekt befindet sich in der Sammlung der devonischen Fossilien zu Bremerhaven (Nr. 647).

In den Zwischenräumen des Netzwerkes, also ganz in Kieselsäure liegend, fanden sich die Arten, welche in den Fig. 31, 32 (a und b) und 33 abgebildet sind.

Fig. 33 stellt eine Bakulitenform dar, die unzweifelhaft devonisch sein muß, da sie ganz in Kieselsäure eingebettet liegt und daher nicht eingeschwemmt sein kann — deswegen auch die Bezeichnung:

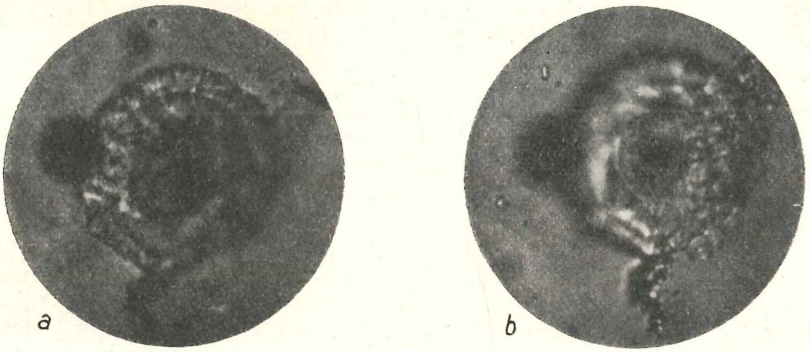


Fig. 33. *Discoites sticticus.* Vergr. zirka 1050fach.

devonicus. Die Länge dieses Stäbchens ist 32,5 μ und seine Breite 5 μ. Die Enden sind abgerundet und enthalten je ein stark hervortretendes Knötchen mit Porus (soweit sich dies unterscheiden ließ). Diese Endknötchen werden in der Mediane durch eine Reihe von 20 kleineren Knötchen verbunden.

Diese Art gleicht sehr dem *B. medionodatus*, unterscheidet sich aber durch seine Größe, ferner dadurch, daß in der Mitte die beiden größeren Knötchen fehlen und daß deren Anzahl um zwei vermehrt (22 gegen 20) ist. Da diese Unterschiede sehr gering sind, so kann man wohl annehmen, daß mindestens *B. medionodatus* keine in das Gestein eingeschwemmte Form ist, sondern gleichfalls eine devonische Art.

In zwei anderen Dünnschliffen desselben Steinkerns fanden sich nun runde, scheibenförmige Arten, die man wohl als echte Diatomeen gelten lassen kann, und dies ist auch die Ansicht Dr. Kolbe's.

1. *Discoites sticticus*, Textfig. 31 und 33.

Diese Art hat in der Flächenansicht die Form einer runden Scheibe, deren Rand ein wenig korrodiert ist und daher an einer Seite schwach zackig erscheint. Die Mitte ist vertieft und trägt mit einem zentral gelegenen Porus eine kleine schildförmige Scheibe, welche von einer gefelderten Mittelzone umringt wird. Die einzelnen Felder enthalten je einen dunklen Punkt. Darauf folgt nach außen die Randzone, welche in gleicher Weise ausgestaltet ist; sie enthält ungefähr 24 Felder, deren genaue Anzahl nicht zu bestimmen ist, da die rechte Seite der Schale infolge von Korrosion nicht so deutlich hervortritt. Der Durchmesser beträgt 27,5 μ. Die beiden photographischen Aufnahmen sind von verschiedenen optischen Schnitten gemacht worden, und aus ihnen ist zu erkennen, daß die Form rund schachtelartig ist, wie man dies auch durch Heben und Senken der Stellschraube am Mikroskop beobachten kann.

2. *Cycloites minor*, Fig. 32 c.

Diese Art stellt eine kleine Scheibe dar, mit dem Durchmesser 10 μ. Sie zeigt eine deutliche Randlinie, an welcher etwa 16 kleine Knötchen angelagert sind. In der Mitte befindet sich ein dunkel umrandeter Porus. Die Fläche ist bis auf die helle Randlinie schwach gelblich gefärbt.

3. *Cycloites medius*, Fig. 32 b.

Vielleicht handelt es sich um die gleiche Art wie vorher. Der Durchmesser beträgt 15 μ. Die Randknötchen sind weniger wie bei *C. minor*, aber etwas größer; ihre Anzahl läßt sich nicht genau feststellen, da ein Teil von ihnen durch Korrosion abgetragen und nur als kleine Punkte eben sichtbar sind. Nur der deutlich umrandete Mittelporus hebt sich gut ab. Die Fläche ist durch kleine Risse und Löcher stark korrodiert.

4. *Cycloites unipunctatus*, Fig. 32 a.

In dem Dünnschliff, in welchem die vielen Exemplare der *Hantzschia*ähnlichen Diatomeen vorkommen, fand sich eine größere rund schachtelförmige Scheibe, die eine deutliche, helle, an einer Stelle (unten) abgetragene Randlinie besitzt. In der Mitte befindet sich ein umrandeter Porus und daneben, wie in der Figur dargestellt ist, noch ein zweiter, undeutlich, welcher der Unterseite angehört und schärfer hervortritt, wenn man die Stellschraube senkt. Links von dem Mittelporus ist ein kleines Körnchen gelegen, das nur aufgelagert ist. Die Fläche ist nicht glatt und eben, sondern scheint etwas korrodiert zu sein.

Die vorliegende Arbeit konnte unter mehrfacher Beihilfe zustandekommen:

Der reichen Erfahrung von Herrn Professor Dr. GOTHAN habe ich zu verdanken, daß ich mehrere Abschnitte kritischer durchgearbeitet, mehr beweisführende Tatsachen beigebracht habe und daß ich durch ihn Literaturhinweise und Material aus der geologischen Landesanstalt erhielt. Herrn Dr. R. W. KOLBE verdanke ich die Bestimmung und Durchsicht der Diatomeen.

Die mikrophotographischen Aufnahmen 1—3 und 5—9 stammen aus meiner eigenen Sammlung. Alle übrigen wurden von Herrn Professor Dr. P. LINDNER mit Hilfe seiner Assistentin Frl. SEMERAU, und zwar unter Überwindung nicht unbedeutender Schwierigkeiten hergestellt.

Ich entledige mich hiemit der angenehmen Pflicht, allen Beteiligten meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Figurenerklärung der Tafeln XXXIX—XLI.

Die Abbildungen der Tafeln XXXIX und XL bringen die mikrophotographischen Aufnahmen der Dünnschliffe von *Nematophora fascigera*.

Tafel XXXIX.

Fig. 1. Thallusbild. Längs und quer verlaufende Röhrenzellen. Vergr. zirka 300fach.

Fig. 2. Querschnitt durch ein primitives Leitbündel, von zwei Zonen umschlossen. Vergr. zirka 150fach.

Fig. 3. Thallusschnitt mit längs- und querverlaufenden Zellen, die unregelmäßig gruppiert sind. Vergr. zirka 75fach.

Fig. 4. Thallusschnitt, ähnlich wie Fig. 1 rechts, unten Interzellularsubstanz. Vergr. zirka 300fach.

Die Abbildungen 5—9 lassen die Entwicklung des Mikrosporangiums erkennen. Vergr. 150fach.

Fig. Das embryonale Mikrosporangium.

Fig. 6 und 7. Mittleres Stadium der Entwicklung.

Fig. 8 und 9. Endstadium.

Tafel XL.

Fig. 10. 6—7 Kammern, zirka 170—180fach vergrößert.

Fig. 11. Einige Kammern, in denen sich die Oogonien ausbildeten. Vergr. zirka 120fach.

Fig. 12 und 13. Die beiden Oogonien der großen Kammer links unten in Fig. 11 in verschiedenen optischen Schnitten aufgenommen.

Fig. 14. Die gleiche Kammer wie vorher. Vergr. 56fach.

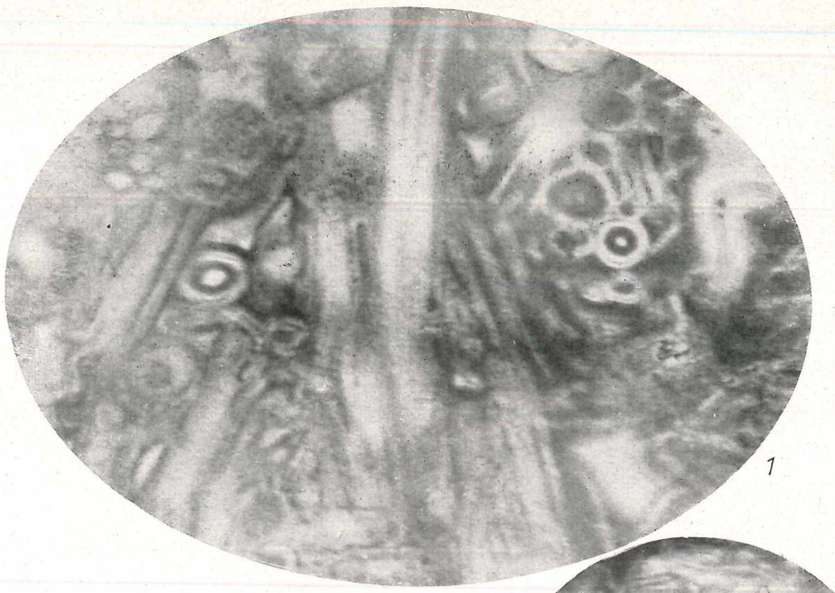
Fig. 15. Ein Kammergefüge. In einem der Konzeptakeln nach der Mitte eine ausgebildete Makrospore. Vergr. zirka 85fach.

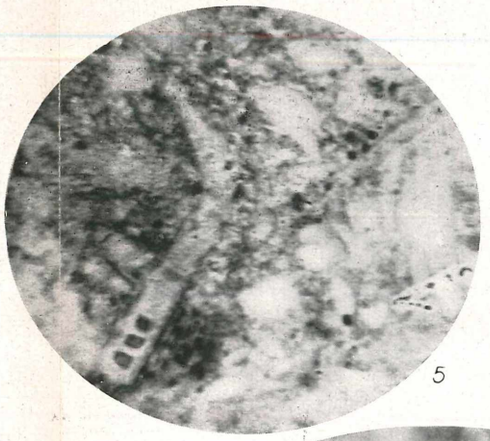
Fig. 16. Wie vorher. Vergr. zirka 370fach.

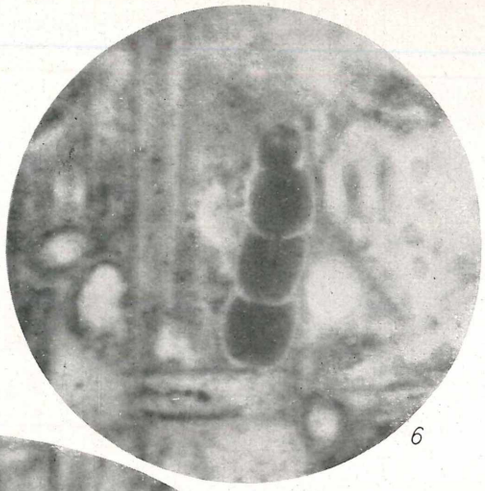
Fig. 17 und 18. In dem Dünnschliff befinden sich über 120 Makrosporenkammern, deren Querschnitt ein Netzwerk bildet. Teile davon sind hier in zirka 66facher Vergrößerung wiedergegeben.

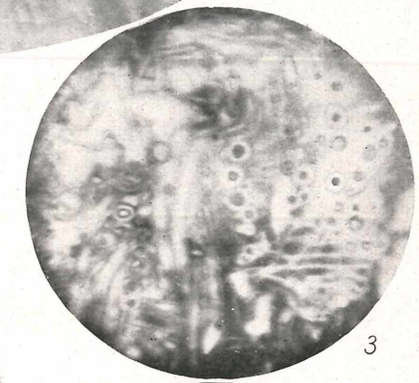
Tafel XLI.

Fig. 19. *Nematorites oscillatoriaeformis.* Ein spiralig gerollter Algenfaden in zirka 320facher Vergrößerung.
Fig. 20. Ein anderer Faden in der Längsansicht. Vergr. vorher.
Fig. 21. *Hormosporites devonicus.* Vergr. 500fach.
Fig. 22. Wie vorher. Vergr. 1000fach.
Fig. 23 und 24. *Nitzschiopsidea septentrionalis.* Vergr. zirka 1100fach.
Fig. 25 und 26. *Baculites binodatus.* Vergr. zirka 625fach.


1

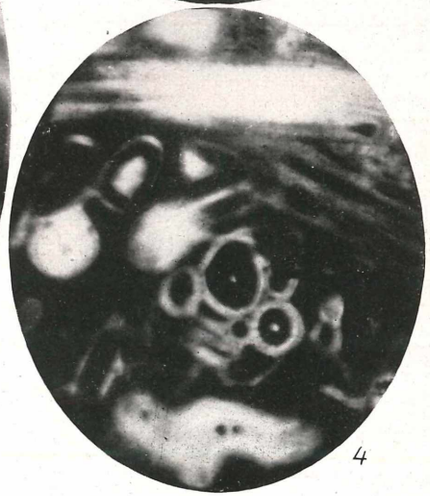

5

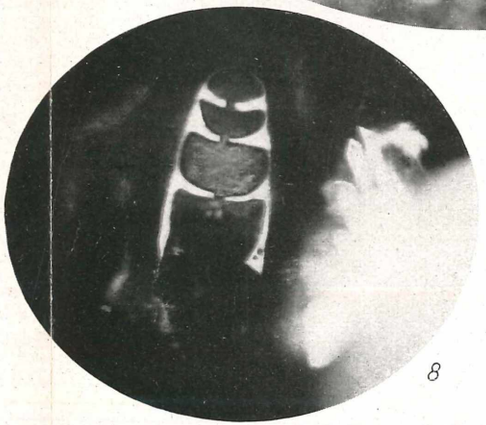

6

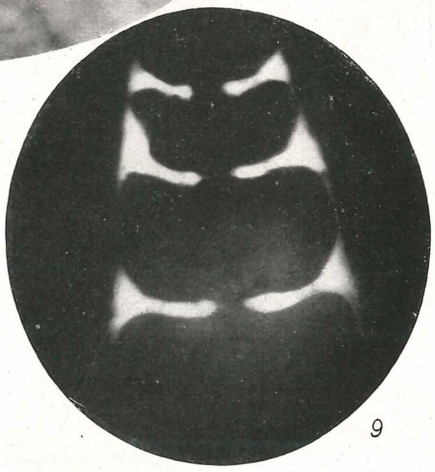

3

7

2

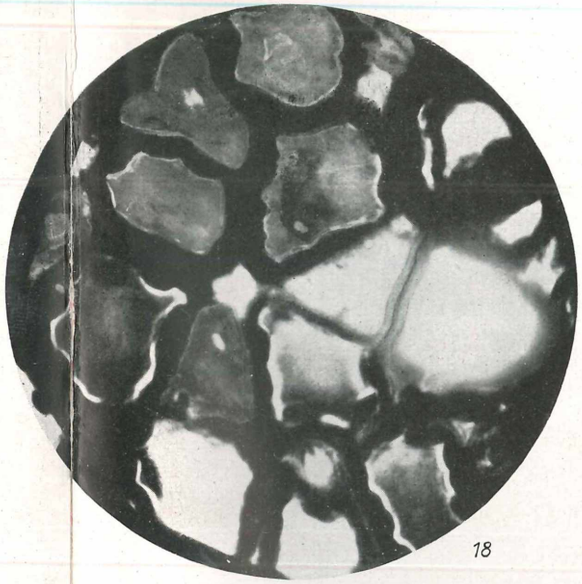

4


8


9

Verlag von **Emil Haim & Co.**, Wien und Leipzig.

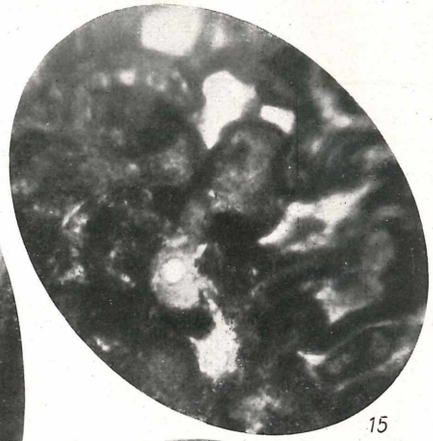
10



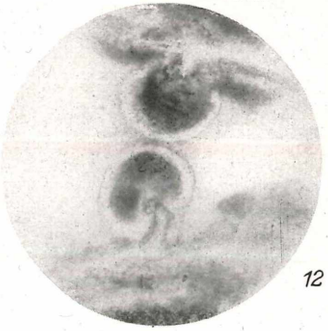
18

17

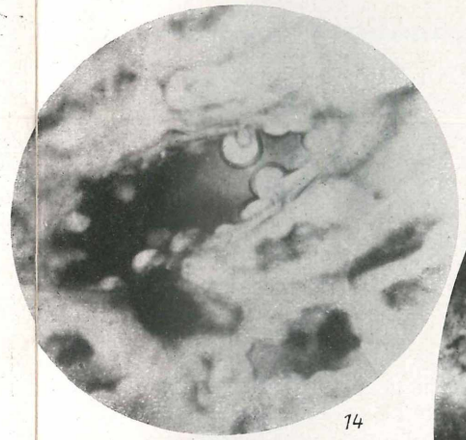
11



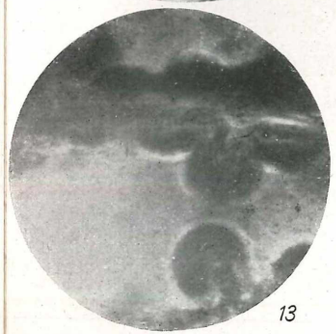
15



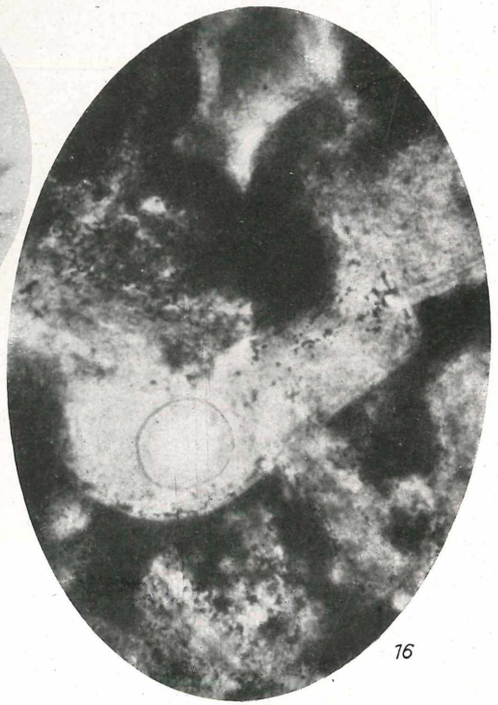
12



14

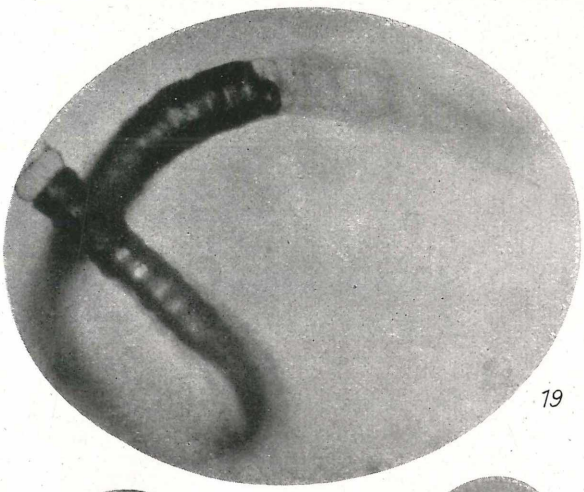


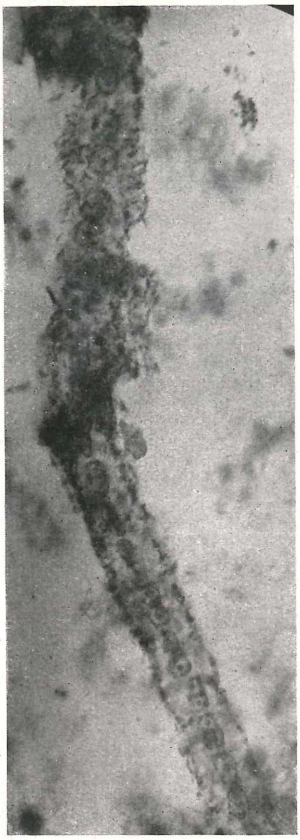
13

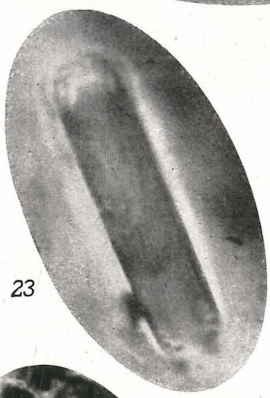


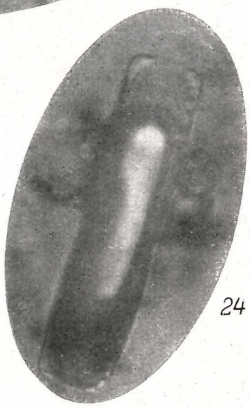
16

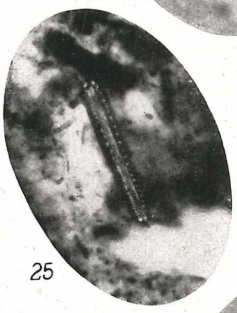
Verlag von **Emil Haim & Co.**, Wien und Leipzig.

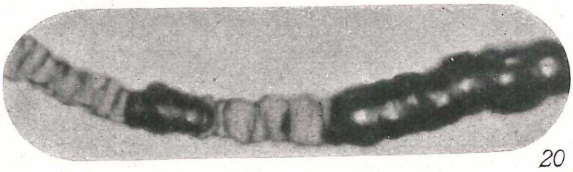

19

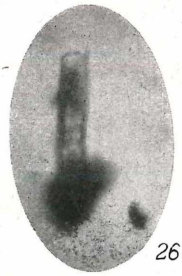

21


23


24


25


20


26

22

Verlag von **Emil Haim & Co.**, Wien und Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Palaeobiologica

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Grüss(Grüß) J.

Artikel/Article: Zur Biologie devonischer Thallophyten. 487-518