

Plantae fossiles.

Vorliassische Diatomeen?

Sammelbericht von **Julius Pla**, Wien.

Die alte Frage nach dem Vorkommen von Diatomeenresten in der Trias und im Paläozoicum ist durch einige wichtige Arbeiten der letzten Jahre neuerdings angeregt worden. Es ist sehr zu wünschen, daß sie vermittels

der verbesserten Präparationsmethoden und an der Hand von recht viel weiterem Material geprüft wird. Um solche Untersuchungen richtig anzulegen und auszuwerten, ist es aber notwendig, eine klare Vorstellung von den Möglichkeiten zu haben, auf die es ankommt, damit nicht, wie es wohl geschah, Mühe auf Beobachtungen verwendet wird, die ohnedies nicht zweifelhaft sind oder mit dem Problem kaum etwas zu tun haben. Einer solchen Übersicht der bestehenden Möglichkeiten soll diese Besprechung dienen. Ganz besonders soll sie auf die neuen Arbeiten ZANON's hinweisen, die leider nicht allgemein genug bekannt zu sein scheinen. Wenn ich seinen Schlußfolgerungen auch noch nicht beistimmen kann, ist der von ihm eingeschlagene Weg doch zweifellos der einzige, der zu einer Klärung führen kann.

1. Die Ansichten über das Alter der Diatomeen.

Die Botaniker neigen im allgemeinen offenbar — wenn es auch nicht immer ausdrücklich behauptet wird — der Meinung zu, daß die Diatomeen sehr alt sein müssen. Der Hauptgrund für diese Ansicht, der sich tatsächlich nicht ohne weiteres entkräften läßt, ist ihre große Verschiedenheit von allen anderen Algen, die auf eine sehr lange selbständige Entwicklung schließen läßt (vgl. SAMOJLOFF, 1924, S. 595). Auch Gründe des ökologischen Zusammenhanges zwischen den Organismen werden im selben Sinne angeführt. CASTRACANE glaubte (1875, S. 415), daß die Diatomeen zur Erhaltung des tierischen Lebens von jeher notwendig waren, weil die Sauerstoffversorgung und die Reinigung der Gewässer von organischen Stoffen ohne sie versagen würde (vgl. auch RICHTER, 1906, S. 67 über ihre Wichtigkeit für die Reinigung der Flußwässer). SAMOJLOFF setzt außerdem einen geschlossenen „Kieselzyklus“ zwischen Diatomeen und Tieren mit Kieselsäureskeletten voraus, bei dem nur die Algen Si-Verbindungen mittels des Sonnenlichtes zerlegen, während die Tiere das SiO_2 aus der pflanzlichen Nahrung beziehen (1924, S. 595). Es sei hierzu nur kurz bemerkt, daß wahrscheinlich kiesel-säurefällende Spaltalgen früher eine größere Rolle als heute spielten. Sie könnten die Diatomeen im Haushalt der Natur stellenweise ersetzt haben.

Vereinzelt sind auch allgemein biologische Gründe für ein junges Alter der Diatomeen geäußert worden. PIA (1924, S. 178) weist darauf hin, daß ein so außerordentlich großer Artenreichtum, wie bei den rezenten Diatomeen, bei sehr alten Gruppen in der Regel nicht gefunden wird.

Es liegt auf der Hand, daß solche Überlegungen immer nur schwache Wahrscheinlichkeitsbeweise bilden können.

Im Gegensatz zu den Vermutungen der Botaniker steht das Ergebnis der Paläontologie. Denn die meisten Verfasser — mit den weiter unten zu besprechenden Ausnahmen — sind überzeugt, daß die Diatomeen erst in verhältnismäßig jungen Gesteinsschichten vorkommen: VAN HEURCK (1899, S. 43) hält die paläocänen Diatomeen des Londontones für die ältesten bekannten. SOLMS-LAUBACH (1887, S. 37), SCHENK (1888, S. 17), SCHIMPER & SCHENK (1890, S. 14), SCHÜTT in ENGLER & PRANTL (1896, I 1 b, S. 54) glauben, daß das Vorkommen der Diatomeen erst von der Oberkreide an gesichert sei. Auch KARSTEN (in ENGLER & PRANTL, 1928, S. 200) erwähnt sie erst

von der Kreide an. Seitdem ROTHPLETZ dann (1896) Diatomeen im Lias nachgewiesen hatte, galt dieser Fund meist als der älteste. Das ist die Meinung von SEWARD (1898, S. 154), ZEILLER (1900, S. 29), POTONIÉ & GOTHAN (1913, S. 84; 1920, S. 76; 1921, S. 18), DEECKE (1922, S. 5), ANDRÉE (in SALOMON, 1924, S. 754), PIA (1924, S. 177 und in HIRMER, 1927, S. 44), KRÄUSEL (1929, S. 38). POTONIÉ (1920) und KRÄUSEL halten die Stellung der liassischen Fossilien übrigens nicht für sicher.

Wenn also ZANON (1928, S. 238—239) die Darstellung in HIRMER's Handbuch, die er irrtümlich FRENGUELLI statt PIA zuschreibt, scharf kritisiert, wendet sich sein Angriff gegen eine stattliche Reihe führender Paläobotaniker der letzten 40 Jahre — was natürlich an sich nicht darüber entscheidet, wer recht hat.

Es verhält sich auch nicht etwa so, daß die genannten Verfasser durchweg ohne eigene Beobachtungen auf Grund des Schrifttums geurteilt hätten. Mehrere von ihnen haben sich — jedoch erfolglos — bemüht, Diatomeen in älteren Schichten aufzufinden, so SCHENK in Gesteinen aller Formationen. CLEVE (1894, S. 12) hat im Silur und im Rhät vergeblich nach ihnen geforscht. Andere Beispiele solcher Untersuchungen werden weiter unten zu nennen sein. Allerdings muß gleich hier gesagt werden, daß man unsere Fossilien auch in jüngeren, sicher zu Lebzeiten der Gruppe gebildeten Gesteinen oft vergeblich sucht. CLEVE hat in verschiedenen Kreide- und Alttertiärschichten nach ihnen geforscht, ohne sie zu finden. DEECKE hat mit demselben negativen Erfolg hunderte von Jura- und Kreidemergeln geschlämmt oder in verdünnter Salzsäure aufgelöst (1922, S. 4).

Dieser paläontologische Befund kann in sehr verschiedener Weise gedeutet werden. Ich hebe die wichtigsten Möglichkeiten schon hier hervor. Am Ende des Berichtes sollen sie ausführlicher besprochen werden.

1. Die Diatomeenschalen wurden vielleicht nur noch nicht gefunden, weil zu wenig auf sie geachtet und keine genügend starke Vergrößerung angewendet wurde.

2. Sie mögen in den älteren Gesteinen aufgelöst oder sonst unkenntlich geworden sein.

3. Die Diatomeen könnten erst im Mesozoicum aus einer anderen bekannten Algengruppe hervorgegangen sein.

4. Sie könnten ihren erhaltungsfähigen Kieselpänzer verhältnismäßig spät erworben haben, als selbständiger Stamm aber schon sehr alt sein.

Bevor wir auf diese Möglichkeiten eingehen, müssen aber jene Angaben geprüft werden, die von Funden älterer als liassischer Diatomeen berichten. Um das besser tun zu können, ist zunächst noch eine Vorfrage zu erledigen, mit der sich der nächste Abschnitt befaßt. Es wird sich nämlich zeigen, daß eine ständige Gefahr für die Erforschung der älteren Diatomeen in der Möglichkeit des Eindringens rezenter Schalen in das Material liegt. Es wäre deshalb wünschenswert, ein Merkmal zu haben, das uns vor solchen Verwechslungen warnt. Das einzige — wenn auch freilich nicht immer verlässliche — liegt meines Erachtens in einer allgemeinen Kenntnis der Entwicklung der Diatomeen. Aus dieser wird man dann schließen können, ob ein

einer bestimmten Flora zugeschriebenes Alter wahrscheinlich oder verdächtig ist.

2. Die Zusammensetzung der ältesten sicheren Diatomeenfloren.

Es ist bekannt, daß die Diatomeengattungen zwar durchschnittlich sehr beständig sind, daß aber doch die Floren der rezenten um so unähnlicher werden, je weiter man in der geologischen Stufenleiter hinuntersteigt. Die Übersicht in HIRMER's Handbuch (1927, S. 45) stellt dies gut dar. Es sei nur darauf verwiesen, daß unter den darin angeführten Floren keine mesozoischen sind (ebend. S. 46). Die Zurechnung der ältesten zur Kreide war ein Irrtum PERAGALLOS. Es ergibt sich aus dieser Übersicht, daß alle Diatomeenfloren des Paläocäns und Untereocäns („Kreide“ bei PERAGALLO) weniger als $\frac{1}{2}$, manche überhaupt nur wenige Hundertel rezente Arten enthalten. Auch von den Gattungen des Paläocäns sind viele ausgestorben. Das zeigt der folgende Auszug aus FRENGUELLI's großer Tabelle in HIRMER (S. 47—51). Er umfaßt alle Gattungen, die in den Spalten 1 und 2 (Paläocän von Kusnetzki und Ananino) vorkommen. Ein vorgesetztes Kreuz bedeutet, daß das Genus nach FRENGUELLI heute nicht mehr lebt.

Diatomeengattungen des Paläocäns.

<i>Navicula</i>	+ <i>Pseudo-Cerataulus</i>
<i>Raphoneis</i>	<i>Aulacodiscus</i>
+ <i>Syndetoneis</i>	+ <i>Craspedoporus</i>
+ <i>Pyrgodiscus</i>	+ <i>Ratrayella</i>
+ <i>Goniothecium</i>	<i>Cestodiscus</i>
+ <i>Pyxilla</i>	<i>Actinoptychus</i>
+ <i>Ktenodiscus</i>	+ <i>Truania</i>
<i>Stephanopyxis</i>	+ <i>Actinodictyon</i>
<i>Skeletonema</i>	+ <i>Lepidodiscus</i>
+ <i>Stephanogonia</i>	+ <i>Wittia</i>
+ <i>Pantocsekia</i>	<i>Mastogonia</i>
<i>Melosira</i>	+ <i>Gyrodiscus</i>
<i>Cyclotella</i>	<i>Stictodiscus</i>
<i>Hyalodiscus</i>	<i>Arachnoidiscus</i>
+ <i>Centroporus</i>	<i>Pyxidicula</i>
<i>Anaulus</i>	<i>Liradiscus</i>
<i>Hemiaulus</i>	+ <i>Brightwellia</i>
+ <i>Trinacria</i>	<i>Porodiscus</i>
<i>Biddulphia</i>	+ <i>Acanthodiscus</i>
<i>Triceratium</i>	+ <i>Bruniella</i>
+ <i>Odontotropis</i>	+ <i>Cosmiodiscus</i>
+ <i>Keratophora</i>	<i>Coscinodiscus</i>
<i>Auliscus</i>	+ <i>Cheloniodiscus</i>
<i>Pseudo-Auliscus</i>	

Von diesen 47 Gattungen sind also 24 oder fast genau die Hälfte ausgestorben.

Zur Ergänzung dieses Bildes sei auch auf die alttertiären Arten noch etwas eingegangen. Ich wähle zunächst eine Liste aus dem Paläocän von Ananino Simbirsk, die TEMPÈRE und PERAGALLO (1907, S. 9) geliefert haben. Die Flora von Kusnetz (ebend. S. 140) wäre zwar noch wesentlich reicher. Ich habe sie aber absichtlich nicht herangezogen, weil ihre besonders starke Abweichung von der rezenten allgemein bekannt ist und ich kein extremes Beispiel vorführen wollte. Bei jeder der von TEMPÈRE und PERAGALLO aufgezählten Arten habe ich aus der *Sylloge algarum* (DE TONI 1894) festgestellt, ob sie nur fossil oder auch rezent vorkommt. Wenn dieser Katalog auch schon etwas veraltet ist, dürfte sich das Bild durch neuere Untersuchungen wohl nicht wesentlich geändert haben. Ich habe vorsichtshalber angenommen, daß alle durch GRUNOW (1884) aus den Meeresgrundproben bei Franz-Josefsland bekannt gemachten Arten tatsächlich — wie er glaubt — rezent sind. Ich bin von dieser Deutung allerdings nicht überzeugt, sondern halte es für wahrscheinlicher, daß die nach GRUNOW's Angabe (S. 53, 54) sehr seltenen und schlecht erhaltenen Diatomeenschalen sich größtenteils auf zweiter Lagerstätte befinden und einem alttertiären Absatz auf Franz-Josefsland entstammen, der anstehend noch nicht gefunden wurde.

Die Anzahl der bei TEMPÈRE und PERAGALLO aufgezählten Arten und Varietäten von Ananino beträgt 57. Von diesen sind 42 ausgestorben. 8 sind außer fossil nur in den Grundproben von Franz-Josefsland bekannt. Bloß 7 können als sicher heute noch lebend bezeichnet werden.

Das Schrifttum über die ziemlich schlecht bekannten Diatomeen des paläocänen Londontons hat STOLLEY (1900, S. 124—125) zusammengestellt. Halten wir uns an seine Liste nach PRINZ und VAN ERMENGEM (1883), so wären am häufigsten folgende 7 Spezies:

1. *Coscinodiscus oculus iridis*
2. „ *eccentricus*
3. „ *radiatus*
4. *Trinacria regina*
5. „ *excavata*
6. *Corinna elegans*
7. *Hemiaulus polycystinorum*.

Von diesen sollen die Arten der Gattung *Coscinodiscus* alle drei heute noch leben. Nr. 4 wird zwar mit Zweifel als lebend angegeben, doch scheint mir diese Bestimmung nicht allzu sicher. Nr. 5 und 6 sind in rezenten Absätzen nur von Franz-Josefsland bekannt, so daß für sie das oben Gesagte gilt. Nr. 7 wäre ausgestorben.

Die alttertiären Floren sind also in bezug auf den Hundertsatz der lebenden Arten untereinander wohl ziemlich verschieden. Es ist allerdings anzunehmen, daß dieser auch für den Londonton kleiner würde, wenn die selteneren Arten besser bekannt wären. Jedenfalls scheint mir die Vermutung berechtigt, daß eine altmesozöische oder paläozoische Flora, die ja um ein Vielfaches älter als eine paläocäne wäre, mehr ausgestorbene als noch lebende Arten, ja sogar Gattungen enthalten müßte. Das ist keine Forderung aus

allgemeinen deszendenztheoretischen Anschauungen, sondern eine einleuchtende Extrapolation aus den Erfahrungen im Tertiär. Daß in jenen alten Zeiten fast lauter noch lebende Formen vorhanden waren — wie es wiederholt behauptet worden ist —, könnte nur auf Grund sehr starker Beweise angenommen werden.

Es ist zwar richtig, daß sich die wesentlichen Eigenschaften der Diatomeen während der geologischen Zeit, durch die wir sie verfolgen können, nicht merklich geändert haben (SEWARD, 1898, S. 153—154). Das ist aber nicht so zu verstehen, als ob auch die Gattungen und Arten durchaus dieselben geblieben wären.

Eine von der bisher dargelegten abweichende Auffassung scheint sich allerdings aus manchen Berichten über die Diatomeen der oberen Kreide zu ergeben. Leider liegen über diese mit wenigen Ausnahmen nur recht alte Arbeiten vor. Die wohl reichste bisher gefundene Flora in der Moreno-Formation Kaliforniens (ANDERSON & PACK, 1915, S. 46; HANNA, 1927, S. 103) ist meines Wissens noch nicht beschrieben.

Auf die Ergebnisse EHRENBERG's möchte ich nicht näher eingehen. Es ist kein Zweifel, daß er größtenteils kreideähnliche Tertiärlagerungen untersucht hat (vgl. MÜLLER, 1911, S. 664; auch schon MANTELL, 1845, S. 86).

MANTELL hat als einer der ersten nach EHRENBERG Schreibkreide und zugehörige Feuersteinknollen (aus dem südöstlichen England) eingehender mikroskopisch betrachtet. Er fand aber — außer Foraminiferen und *Dicthyocha* — nur mehrere Arten von *Pyxidicula* (1845, S. 76 und 84).

MÜLLER hat (1911) aus dem Turon eine scheinbar auf die Oberkreide beschränkte Gattung zentrischer Diatomeen, *Actinoclava*, beschrieben.

Die Funde dieser beiden Forscher lassen die Diatomeenflora der Oberkreide derjenigen etwas älterer, gleich zu erwähnender Schichten ähnlich erscheinen.

Eine größere Liste von Diatomeen aus der Schreibkreide hat dagegen O'MEARA (1857) veröffentlicht. Da seine Angaben äußerst merkwürdig sind, seien sie hier etwas ausführlicher besprochen. Seine Fundorte liegen in Irland, in der Grafschaft Antrim, und zwar an folgenden Stellen:

1. Ballyleg. An der Straße zwischen Carrickfergus und Larne nördlich Belfast, in einem großen Steinbruch. Er schließt das Gestein in mehr als 100 Fuß Mächtigkeit auf. Die untersuchte Probe stammte von einer Schicht 120 Fuß unter der Oberkante der Wand.

2. Steilküste bei Glenarm.

3. Garron Point.

4. Zwischen dem Giant's Causeway und dem Dorf Portrush an der Nordküste von Irland.

Soweit ich mich aus der Übersichtskarte der Geological Survey in London (1912) unterrichten konnte, steht an den angegebenen Stellen tatsächlich Schreibkreide an.

Das Gestein wurde in Salzsäure aufgelöst. In dem Rückstand fanden sich sehr viele Diatomeen. Nur wenige waren dem Verf. unbekannt. Die meisten erwiesen sich als rezente Arten. Viele kamen an mehreren der unter-

suchten Fundorte vor. Nach O'MEARA setzt sich die Flora — abgesehen von den neuen Arten — folgendermaßen zusammen:

Süßwasserarten	31
Arten des Brack- und Süßwassers	4
rein marine Arten	7
zusammen	<u>42</u>

Dieses Ergebnis ist in doppelter Beziehung rätselhaft. Zunächst kommt es uns auf Grund der früheren Darlegungen unerwartet, daß die Oberkreide vorwiegend lebende Arten enthalten soll. Dann ist es auch ganz unverständlich, daß in einem so hoch marinen Gestein vorwiegend Süßwasserarten auftreten. Andererseits ist aber nicht recht einzusehen, wo ein Irrtum O'MEARA's liegen könnte, zumal er nach seiner Beschreibung auch bei der Präparation ziemlich vorsichtig vorgegangen ist. Die Sachlage ist recht ähnlich, wie bei mehreren gleich zu besprechenden Funden aus älteren Schichten.

Die Diatomeenfunde aus der Unterkreide und dem Jura habe ich in HIRMER's Handbuch (1927, S. 44) so weit zusammengestellt, daß ich hier darauf verweisen kann. Aus diesen Zeiten kennt man nur die Gattungen *Stephanopyxis* (= *Pyxidicula*) und *Coscinodiscus*. Beide sind mehrfach vertreten. Das von ROTHPLETZ entdeckte Vorkommen im Lias ist nicht ganz so vereinzelt, als es mir früher (1924, S. 177) schien. Schon MÜLLER hat (1911, S. 666) — ohne übrigens alle erwähnten Funde zu kennen — darauf hingewiesen, daß das hohe Alter solcher rundlicher Formen den stammesgeschichtlichen Erwartungen, die sich aus der Morphologie ergeben, entspricht.

Dürfte man von den Funden O'MEARA's absehen, so ließen sich die Diatomeen der Kreide und des Juras ganz gut als weniger differenzierte Vorfahren der alttertiären auffassen. Ein altertümlicher Zug ist, soweit die geringen Kenntnisse schon ein Urteil erlauben, angedeutet.

Was wir an noch älteren Diatomeenvorkommen zu besprechen haben, zeigt — soweit es sich um reichere Floren handelt — durchwegs eine gewisse Ähnlichkeit mit den Funden in Irland. Noch lebende Gattungen und Arten wiegen darin in einer überraschenden Weise vor.

3. Angebliche Diatomeen der Trias.

Die Angaben über Triasdiatomeen sind nicht zuletzt deshalb lehrreich, weil sie die verschiedenen Fehlerquellen zeigen, denen solche Beobachtungen ausgesetzt sind.

Vorausgeschickt sei, daß nicht jeder sog. „Tripel“ ein Diatomeengestein ist. Beispielsweise hat derjenige des westdeutschen Muschelkalkes (RATZEL, 1909) mit diesen Algen nichts zu tun (nach freundlicher Auskunft von Herrn K. TEUFEL).

PANTOCSEK hat (1889, 2, S. 5 u. 11) vermutet, daß die Diatomeen von Kusnetz (Gouv. Saratow, Südrußland) triadisch seien. Er stützt sich dabei ausschließlich auf die von der rezenten sehr stark abweichende Zusammensetzung der Flora. In Wirklichkeit sind diese Schichten alttertiär (vgl. ROSANOW, 1910, S. 290).

Kaum besser begründet ist eine Angabe von EDWARDS (1893). Die von ihm bekannt gemachten Diatomeenreste (*Gomphonema acuminatum* und *Brebissonia lanceolata*) stammen aus dem roten gebänderten Ton einer Ziegelgrube am Passaic River genau südlich der Stadt Passaic in New Jersey. Die Unterlage ist nicht zu sehen. Bedeckt sind die Schichten von glazialen Absätzen. Offenbar ist das Alter in keiner Weise sichergestellt. Es dürfte sich eher um ein quartäres Umschwemmungsprodukt der Triasschichten handeln. EDWARDS selbst gibt an, daß er in der sicheren Newark-Formation an vielen Stellen vergeblich nach Diatomeen gesucht habe.

EHRENBERG bildet in der „Mikrogeologie“ (1854, Taf. 37, Fig. 5 b, Nr. 1) eine *Gallionella halophila* ab, die er in einem Steinsalzkristall aus dem Bergwerk in Berchtesgaden, Südbayern, gefunden hat. Die Figur ist ziemlich klein, doch ist an der Diatomeennatur des Fossils nicht zu zweifeln. Das Salzgebirge von Berchtesgaden ist untertriadisch. Dasselbe muß aber offenbar nicht von den Diatomeen gelten, denn Salzkristalle bilden sich in den Bergwerken ja immer wieder neu und Diatomeen können leicht von obertags hineingelangen. An analogen Fällen fehlt es nicht. Ich möchte weniger Gewicht auf die prähistorischen Funde in den Bergwerken legen, da diese in Haselgebirge, nicht aber in reines Salz eingeschlossen sind. Streng vergleichbar sind dagegen wohl die Käfer, die im Bergwerk von Wielicka (Polen) in körnigem Salz und sogar in Drusen klarer Salzhexaeder gefunden werden (ZABLOZKI, 1928, S. 12). Sie gehören der rezenten Art *Niptus unicolor* an. Sie sind auf regeneriertes Salz beschränkt, in das sie eingeschlossen werden, wenn sie zufällig in das Bergwerk geraten sind. Wie mir Herr Dr. KARL HOLDHAUS freundlichst mitteilt, hält sich die genannte Käferart fast ausschließlich in Häusern auf und es ist keineswegs erstaunlich, daß sie auch in Bergwerke gelangt.

Die Kenntnis eines weiteren vergleichbaren Falles, der noch nicht veröffentlicht ist, verdanke ich Herrn Prof. B. SAHNI in Lucknow. In den ausgedehnten Salzlagern der Salt Range im nordwestlichen Indien fand sich einmal ein Baumstamm. Man hoffte, aus diesem „Fossil“ etwas über das strittige Alter des Salzes erschließen zu können und sandte eine Probe des Holzes an Prof. SAHNI zur Untersuchung. Es erwies sich jedoch, daß es sich um die rezente *Acacia catechu* handelt. Später entdeckte man auch Unregelmäßigkeiten in der Lagerung des Salzes, die bewiesen, daß der Stamm von obertags hineingelangt war.

Die Beispiele ließen sich leicht weiter vermehren. Man wird also mit Diatomeenfunden im Salz chronologisch nichts anfangen können.

Die bisher besprochenen Angaben werden auch von ZANON (1929, S. 289 bis 290) nicht für gesichert gehalten.

Viel ernster als alle bisher erwähnten Beobachtungen sind die HEINRICH'S (1913) zu nehmen. Sein Material stammte aus einer fossilführenden Linse der *Aonoides*-Schichten, also der julischen Stufe (untersten Obertrias) des Feuerkogels am Rötelstein bei Aussee in Nordsteiermark. Es wurde durch Auflösen von nur 2 g Gestein in Salzsäure gewonnen. Außer den Diatomeen enthielt der Kalk auch Radiolarien und Spongiennadeln, besonders aber

Foraminiferen. HEINRICH betrachtet ihn als einen fossilen Globigerinenschlamm (S. 233). Für einen solchen ist er aber wohl zu reich an größeren bentonischen Foraminiferen.

Die Diatomeen gehörten zu folgenden Gattungen, die größtenteils durch mehrere Arten vertreten waren:

<i>Melosira</i>	}	weitaus am häufigsten
<i>Synedra</i>		
<i>Cyclotella</i>	}	ziemlich häufig
<i>Stephanodiscus</i>		
<i>Coccinodiscus</i>		
<i>Navicula</i>	}	seltener
<i>Epithemia</i>		
<i>Cymbella</i>		
<i>Colonais</i>		
<i>Cocconeis</i>		
<i>Gyrosigma</i>		
<i>Fragilaria</i>		
<i>Surirella</i>	}	

Die Diatomeen sind sehr gut erhalten; fast alle Arten sind durch vollständige Exemplare vertreten. Oft hängen beide Schalen noch zusammen. Die Zellen von *Melosira* sind noch zu Ketten aneinandergereiht. Viel schlechter sind die Radiolarien erhalten. Man findet von ihnen fast nie vollständige Skelette.

Diatomeen wurden nur in dieser einen Gesteinsprobe beobachtet. In anderen Fällen wurden 5—6 g Kalk aufgelöst, ohne daß sich die geringste Spur solcher Algen fand. Dagegen waren Spongiennadeln immer, Radiolarien fast immer vorhanden.

Die Sammlung HEINRICH ist aus seinem Nachlaß in den Besitz des Naturhistorischen Museums in Wien übergegangen. Ich fand darin aber keine triadischen Diatomeen. Es wurden von ihnen wohl keine Dauerpräparate angefertigt. Dagegen waren solche von jüngeren Diatomeenabsätzen vorhanden.

Bedenkt man alle die angeführten Umstände, besonders die angebliche Beschränkung der Diatomeen auf ein einziges Gesteinsstückchen und ihre günstige Erhaltung, die viel besser als die der doch kräftigeren Radiolarien war, so kann man sich der Vermutung kaum erwehren, daß die Algen gar nicht aus dem Hallstätter Kalk stammen, sondern eine Verwechslung unterlaufen ist. Man muß sich ja vor Augen halten, daß das Anfertigen eines solchen Diatomeenpräparates wiederholtes Auswaschen und stundenlanges Absetzenlassen erfordert, ferner daß Dr. HEINRICH der Paläontologie nur die spärlichen freien Stunden eines vielbeschäftigten Arztes widmen konnte. Wenn ZANON (1929, S. 292) es so wendet, als wären meine Zweifel ein Angriff auf die Ehre Dr. HEINRICH's gewesen, kann ich nur feststellen, daß mir nichts ferner lag. Wer von uns irrt nicht täglich? Ich behaupte auch gar nicht, daß die besprochenen Diatomeen nicht triadisch sein können. Es wäre dringend zu wünschen, daß die Versuche mit verschiedenen Hallstätter

Kalken wiederholt werden. Vorläufig scheinen sie mir aber als Beweis für das Vorkommen triadischer Diatomeen nicht auszureichen.

Denselben Eindruck habe ich leider von ZANON's eigenen Ergebnissen (1929). Die von ihm untersuchten Gesteine gehören den Raibler Schichten an, sind also mit dem Material HEINRICH's ungefähr gleich alt. Es sind die folgenden:

1. Fischschiefer von Masciago, Valcuvia, Provinz Varese, Lombardei.
2. Dunkler Schiefer mit *Voltzia* von Raibl selbst.
3. Kohlenflözchen an der Basis der Raibler Schichten zwischen Ovaro und Cludonico in den Karnischen Alpen.

Nr. 1 enthält nur heute noch lebende Süßwasserarten. Vorherrschend ist *Nitzschia stagnorum*. Diese und die häufigsten anderen Spezies gehören stehenden Süßwässern an, doch kommen auch solche aus rasch fließenden Wässern vor. Sie sind wohl eingeschwemmt. Die Flora entspricht dem heutigen Klima. Meerische Formen fehlen vollständig.

In Nr. 2 wurden viel weniger Arten gefunden. Teilweise handelt es sich um solche aus kühlem Klima, die einen Zufluß von Gebirgsbächen vermuten lassen. Einige der vorhandenen Formen treten auch im Brackwasser auf, aber nicht ausschließlich.

In Nr. 3 wurden 2 neue Arten entdeckt:

Amphora triasica n. sp. gehört zur Gruppe *Archiamphora*, die nur aus dem marinen Oligocän von Oamaru, Neu-Seeland, bekannt ist. Die Bestimmung gründet sich auf ein Bruchstück und ist vielleicht nicht ganz sicher. Die Figur sieht nicht besonders bezeichnend aus.

Epithemia triasica n. sp. scheint besser erhalten zu sein.

Auch zwei nur fossil bekannte Arten werden angegeben: *Cyclotella iris* BRUN aus dem Tertiär und *Coscinodiscus simbirskianus* PANT. aus dem Paläocän von Simbirsk.

Die anderen zahlreichen Spezies dieses Gesteines sind rezent und weisen durchweg auf Süßwasser, teilweise auf Plankton großer Seen, teilweise auf kühle Bergwässer. Es werden sogar Gletscher als Ursprungsgebiet dieser Bäche angenommen, was für die tiefere Obertrias wohl schwer vorstellbar ist. Die Kohle ist viel reicher an Diatomeen als die Schiefer Nr. 1 und 2. Auch kommen in ihr Spongiennadeln und Pflanzenepidermis-Stückchen vor.

ZANON ist bei den Untersuchungen sehr vorsichtig zu Werke gegangen (Beschreibung der angewendeten Verfahren S. 291—292). Die Arbeiten sind schwierig und auch ziemlich kostspielig. Viele Präparate enthielten nichts.

Bei einer späteren Gelegenheit (1930, S. 91) erwähnt ZANON noch Beobachtungen an einem Gestein mit *Diplopora annulata* von Valsorda bei Predazzo in den Dolomiten, das merkwürdigerweise als unterer Teil der Mitteltrias bezeichnet wird. Es enthielt ausschließlich Süßwasserdiatomeen.

Wenn ich allen diesen Angaben gegenüber immer noch in einer — vielleicht wirklich übertriebenen — Zweifelsucht verharre, geschieht das hauptsächlich aus zwei Gründen: Vor allem paßt die Zusammensetzung der beschriebenen Floren gar nicht zu den Absatzbedingungen einer warmen Hochsee,

wie wir sie aus allen anderen Beobachtungen jedenfalls für die alpine Mitteltrias und wohl auch für den größten Teil der Obertrias ablesen können. Dann müßten wir, wie ja schon erwähnt, auf Grund der Funde im Tertiär (und auch nach Analogie aller anderen, besser bekannten Algengruppen) in der Trias einen unvergleichlich höheren Hundertsatz ausgestorbener Arten erwarten. Ich kann mich deshalb des Verdachtes nicht erwehren, daß rezente Diatomeenschalen in poröse oder zerklüftete Gesteine ein Stück weit eindringen können, wenn diese längere Zeit an feuchten Stellen liegen. Ich verkenne aber nicht, daß das Vorkommen einzelner nur fossil bekannter Arten — falls es wirklich unzweifelhaft feststeht — für jede solche Erklärung eine fast unüberwindliche Schwierigkeit ist.

Unzweifelhaft triadischen Alters ist freilich eine andere Gruppe von Fossilien, die ebenfalls mit den Diatomeen in Verbindung gebracht worden ist, die *Bactryllien*. Doch hat diese von HEER (in ESCHER, 1853) begründete Deutung kaum Anhänger gefunden. SCHIMPER und SCHENK (1890, S. 27) und HAUPTFLEISCH (in ENGLER & PRANTL, 1897, I 2, S. 549) rechnen wenigstens mit ihrer Möglichkeit, ohne sie für sicher zu halten. Aber schon ZEILLER (1900, S. 29) und POTONIÉ-GOTHAN (1921, S. 18) betonen ihre Zweifel auf das stärkste. SEWARD (1898, S. 154—156) lehnt die Meinung, daß die *Bactryllien* Diatomeen oder überhaupt Pflanzen sind, unter Berufung auf C. DE STEFANI (1882) gänzlich ab. Ähnlich spricht sich ZANON (1930, S. 92) aus. Wir brauchen uns hier mit ihnen wohl nicht weiter zu beschäftigen. Denn selbst wenn sie — gegen alle Wahrscheinlichkeit — mit den Diatomeen Beziehungen haben sollten, müßten sie doch eine recht selbständige Gruppe bilden und würden also höchstens beweisen, daß Verwandte der *Bacillariaceen*, nicht aber diese selbst, schon in der Trias lebten.

4. Angebliche Diatomeen des Carbons und Perms.

CASTRACANE erwähnt mehrfach (1875, S. 415; 1876, S. 1), daß schon DAWSON Diatomeen in der Steinkohle beobachtet haben dürfte. Ja, diese (ihm nur durch einen Hinweis HUXLEY's bekannte) angebliche Beobachtung scheint ihn zu seinen eigenen Untersuchungen angeregt zu haben. In Wirklichkeit spricht DAWSON aber offenbar nicht von *Pinnularia* EHRENBURG, sondern von *Pinnularia* LINDLEY & HUTTON (vgl. DAWSON, 1868, S. 445). Diese gilt als Wurzel von Calamiten (vgl. HIRMER, 1927, S. 399). Einen Hinweis darauf, daß DAWSON carbonische Diatomeen festgestellt hätte, konnte ich in seinen Arbeiten nicht finden.

Wir können uns also gleich CASTRACANES eigenen Beobachtungen zuwenden. Leider ist mir die ursprüngliche italienische Veröffentlichung derzeit nicht zur Hand. Ich stütze mich deshalb auf die englische und die deutsche Wiedergabe (1875 und 1876) und auf einen kurzen französischen Bericht (1874).

Die erste Probe, die CASTRACANE untersucht hat, wurde aus dem Mineralienkabinett der Sapienza in Rom entnommen und war als von Liverpool stammend bezeichnet. Genauer verfolgen ließ sich die Herkunft des Handstückes scheinbar nicht. Die Kohle wurde vorsichtig verbrannt. (Nähere Beschreibung der Methode siehe 1875, S. 419; 1876, S. 5). Der ganze Ver-

such wurde zweimal ausgeführt. Das Verhalten der beiden Präparate stimmte gut überein. In der Asche fanden sich folgende Diatomeen:

1. Süßwasserarten.

<i>Fragillaria harrisonii</i>	<i>Nitzschia curvula</i>
<i>Epithemia gibba</i>	<i>Cymbella scotica</i>
<i>Sphenella glacialis</i>	<i>Synedra vitrea</i>
<i>Gomphonema capitatum</i>	<i>Diatoma vulgare</i>

2. Meeresarten.

<i>Grammatophora</i> spec.	? <i>Amphipleura</i> cf. <i>danica</i>
<i>Coscinodiscus</i> spec.	

Die genannten Arten leben durchwegs heute noch.

Die marinen Diatomeen hält CASTRACANE für den Beweis eines vorübergehenden Eindringens des Meerwassers in das Absatzgebiet der Kohlenflöze. Er glaubt nicht, daß Meeresdiatomeen leicht durch den Wind verweht werden (was allerdings durch Erfahrungen wie die über das Vorkommen von Diatomeen auf den Segeln der Schiffe so ziemlich widerlegt wird).

Anschließend konnte CASTRACANE noch einige andere Kohlen untersuchen, und zwar von St. Étienne in Frankreich, von Newcastle in England und eine Cannelkohle aus Schottland. Sie wurden ebenfalls aus der Sammlung der Sapienza entnommen. Auch in allen diesen Stücken waren Diatomeen, und zwar durchwegs heute noch lebende Süßwasserdiatomeen, vorhanden.

In allen Fällen waren die Algen als selten zu bezeichnen. Oft fanden sich nur ganz wenige Exemplare in einem Präparat. Die Floren der untersuchten Fundorte waren deutlich verschieden. Das spricht gegen eine Verunreinigung der Proben durch die verwendeten Gläser oder das Waschwasser. Nach Möglichkeit wurden übrigens stets früher ungebrauchte Gefäße benutzt.

Daß die gefundenen Diatomeen den Kohlen vielleicht nur äußerlich anhaften könnten, hat CASTRACANE als erfahrener Beobachter natürlich nicht übersehen. Er glaubt sich dagegen aber genügend geschützt zu haben, weil er die Proben immer aus dem Inneren der Handstücke entnahm.

Trotz der angewendeten Vorsicht und der unbestrittenen Stellung CASTRACANE's als Diatomeenkennner ist seine Entdeckung von weitaus den meisten Fachgenossen nicht für hinlänglich sicher angesehen worden. Schon SOLMS-LAUBACH (1887, S. 37) bezeichnet sie als „unendlich verdächtig“. CLEVE (1894, S. 12) und ZEILLER (1900, S. 29) lehnen sie ohne nähere Begründung ab. EDWARDS (1893, S. 818) vermutet, daß CASTRACANE vielleicht tertiäre Kohlen untersucht habe. Das ist doch wohl wenig wahrscheinlich, wenn man nicht an eine Verwechslung im Museum glauben will. Ausführlicher ist WILLIAMSON der Frage der Carbondiatomeen nachgegangen (1880, S. 519). Er hat den Versuch CASTRACANE's mehrfach wiederholt. Er zählt 24 Proben aus England und Australien auf, die er geprüft hat, ohne Diatomeen darin zu finden. Ähnliche Erfahrungen haben KITTON, O'MEARA und DAVIDSON WILLIAMSON brieflich bekannt gegeben. WILLIAMSON glaubt

deshalb, „that Count CASTRACANE has been mistaken as to the source of his Diatoms“.

SCHENK (1888, S. 17) vermutet, daß die von CASTRACANE gefundenen Diatomeen rezent und entweder schon in England oder erst in Italien in die Kohle hineingelangt sind. SCHIMPER und SCHENK (1890, S. 14, Anm.) verweisen besonders darauf, wie sonderbar es sei, daß CASTRACANE lauter heute in England lebende Arten in der englischen Kohle gefunden habe. Auch SEWARD (1898, S. 154) und POTONIÉ-GOTHAN (1921, S. 18) halten die besprochenen Reste für rezent. Dieser verweist besonders auf das Wasser der Kohlenwäschen als mögliche Quelle für sie.

Da mir selbst keine eigenen oder überhaupt neueren Beobachtungen zur Verfügung standen, habe ich mich in einer Zusammenfassung über die fossilen Algen (HIRMER, 1927, S. 44) der Auffassung der angeführten hervorragenden Fachgenossen angeschlossen.

In letzter Zeit hat nun ZANON (und TUFFI, 1928) in einer — vielleicht mit für den Deutschen ungewohntem Aufwand an Rhetorik abgefaßten, aber sicher sehr wertvollen — Arbeit gegen die fast einmütige Ablehnung der Ergebnisse CASTRACANE's Stellung genommen. Er wendet sich ganz besonders gegen die Darstellung in ZITTEL's und HIRMER's Handbüchern. Dabei unterlaufen ihm allerdings ein paar kleine Versehen. Für die Ausführungen in dem ersten Werk macht er ZITTEL verantwortlich, obwohl dieser ganze Band doch von SCHIMPER und SCHENK, das Kapitel über die Diatomeen wohl vermutlich noch vorwiegend von SCHIMPER ist. Die Darstellung in HIRMER's Buch hält er für eine Übersetzung nach FRENGUELLI. Ich glaubte deutlich genug ausgedrückt zu haben, daß der Abschnitt über die vortertiären Formen von mir selbst geschrieben ist. Die Bemerkung, mit der ich die Beobachtungen CASTRACANE's ablehne, hält ZANON für eine Übersetzung derjenigen CLEVE's. Es ist vielleicht beschämend, aber ich muß gestehen, daß ich das Werk CLEVE's zu jener Zeit noch gar nicht gesehen hatte. Übrigens ist es auch sprachlich nicht richtig, meine Worte als eine „traduzione letterale“ des englischen Textes CLEVE's zu bezeichnen (S. 239).

Es ist wohl ein unbilliges Verlangen, daß der Verfasser eines Handbuches alle wichtigeren Beobachtungen selbst noch einmal überprüfen solle. In einem Fall wie dem vorliegenden, in dem eine weit überwiegende allgemeine Überzeugung der ersten Fachleute einer einzigen Angabe, wenn auch sicher von sehr beachtenswerter Stelle, gegenübersteht, blieb mir wohl nichts übrig, als mich der herrschenden Meinung anzuschließen, da mir keine neuen Gründe gegen sie vorlagen.

Wenn ZANON (S. 241—242) sagt, daß die Angaben CASTRACANE's ohne jede Nachprüfung abgelehnt wurden, scheint ihm nicht bekannt zu sein, daß Aschenpräparate von Kohlen zu anderen Zwecken ja recht oft hergestellt werden. Es wäre sehr verwunderlich, wenn darin nie Diatomeen gefunden würden, auch falls das nicht der eigentliche Zweck der Untersuchung ist. Die von WILLIAMSON ausgeführten und von anderen ihm mitgeteilten Versuche werden ebenfalls gar nicht erwähnt, scheinen ZANON also unbekannt geblieben zu sein.

Sind also ZANON und TUFFI in ihren kritischen Bemerkungen nicht allzu glücklich, so gebührt ihnen andererseits das Verdienst, die Veraschungsmethode CASTRACANE's durch eine einfachere und sicherere ersetzt zu haben. Beim Verbrennen der Kohle können die Diatomeenpanzer nämlich in Anwesenheit von Alkalien leicht schmelzen. Die Verf. zerstören die Kohle deshalb auf nassem chemischem Weg, durch Anwendung von Schwefelsäure und Salpetersäure (S. 247—248, Ergänzungen S. 252). Dabei bleiben schließlich auch nur die mineralischen Bestandteile übrig.

Auf diese Art wurde eine der alten Proben CASTRACANE's, von Newcastle, behandelt. Die Verf. bezeichnen diese Kohle (S. 255) als permisch. Es ist jedoch die allgemeine Ansicht, daß in England keine permischen Kohlen vorhanden sind, ja daß das untere Rotliegende dort fehlt (vgl. VERSEY in EVANS & STUBBLEFIELD, 1929, S. 309—310; ALLAN, 1928).

Folgende Arten wurden in der Kohle von Newcastle gefunden:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. <i>Cocconeis helvetica</i> | 5. <i>Nitzschia valida</i> |
| 2. <i>Synedra ulna</i> | 6. „ sp. |
| 3. „ <i>biceps</i> | 7. <i>Melosira crenulata</i> |
| 4. <i>Nitzschia perpusilla</i> | 8. <i>Triceratium favus</i> . |

Außerdem kamen unbestimmbare Spongiennadeln und viele Sporen darin vor. Mit Ausnahme von Nr. 1, von der gleich die Rede sein soll, leben alle angeführten Arten sicher heute noch. Nr. 2, 3, 4, 7 kommen in europäischen Süßwässern vor, und zwar, soviel ich mich unterrichten konnte, mindestens Nr. 2, 3 und 7 auch in England. Nr. 5 und 8 sind marin und leben u. a. im Atlantischen Ozean.

ZANON glaubt, daß die Kohle von Newcastle aus Pflanzenresten besteht, die durch einen Fluß in eine Lagune oder ein Delta eingeschwemmt wurden. Ich halte diese Art der Bildung bei bauwürdigen Steinkohlenflözen für ziemlich unwahrscheinlich, kann aber hier nicht auf reine Fragen der Kohlengeologie eingehen.

Besonderen Wert legt ZANON auf die *Cocconeis helvetica*. Es sei dies eine Art, von der bisher wahrscheinlich nur eine einzige Schale aus einem alpinen See bekannt war. Sie habe den Habitus einer marinen *Cocconeis*. Vermutlich sei sie fossil und in das rezente Süßwassersediment nur eingeschwemmt. Wenn das richtig ist, wäre allerdings nicht einzusehen, wie sie etwa durch rezente Tagwässer in die Steinkohle gekommen sein könnte. Die Annahme ZANON's wird aber schon dadurch widerlegt, daß BRUN (1880, S. 32) sechs verschiedene Fundorte der *Cocconeis helvetica* anführt. Übrigens wurden an dem neuen Exemplar Merkmale beobachtet, die an den ungenügend bekannten Urstücken nicht festgestellt waren. Es bleibt also dem Nichtspezialisten immer der Zweifel, ob es sich wirklich um dieselbe Spezies handelt, ein Zweifel, den ich durch Vergleich der Figuren nicht ganz beheben konnte.

Eine zweite Kohlenprobe, die ZANON beschreibt, hat mit der hier behandelten Frage wohl unmittelbar kaum etwas zu tun. Sie wird bezeichnet als „Carbone fossile stratoso di Inghilterra con impronte di *Zostera*“. Kiesel-schwammreste, die sich darin fanden, werden auf cretacische Arten bezogen (S. 254 und Nachtrag, 1930, S. 99). Auch *Zostera* soll bis in die Oberkreide

zurückgehen (POTONIE-GOTHAN, 1921, S. 351). Nun sind mir allerdings oberercretacische Kohlen aus England nicht bekannt. Jedenfalls ist aber nicht anzunehmen, daß es sich um ein carbonisches Stück handelt, und so scheidet es für uns aus. ZANON allerdings möchte (1930, S. 93) auch die *Zostera* in das CARBON versetzen!

Die Untersuchungen ZANON's sind hauptsächlich wegen der darin dargelegten chemischen Methoden wertvoll, die eine den besonderen Erfordernissen angepaßte Abwandlung der sonst üblichen Mazerationsverfahren (vgl. etwa KRÄUSEL, 1929, S. 57) sind. Die sachlichen Ergebnisse dagegen genügen meiner Meinung nach noch nicht, um die hier behandelte Frage aufzuklären. ZANON hat bewiesen, was ohnedies von niemandem bezweifelt wurde, daß nämlich in den von CASTRACANE untersuchten Kohlen tatsächlich Diatomeen, und zwar zu rezenten Arten gehörige, vorhanden sind. Er hat aber nicht bewiesen, daß diese Diatomeen carbonisch sind. Dazu wäre notwendig gewesen, in der Grube selbst Proben frisch gebrochener, trockener Kohle zu entnehmen, nicht aber alte, viele Jahrzehnte lang in Sammlungen liegende Stücke, deren genaue Vorgeschichte nicht bekannt ist, zu untersuchen.

Wohl hat auch ZANON (S. 240) erwogen, ob nicht rezente Diatomeen in die Kohle gelangt sein können. Er ist dabei aber von der Vorstellung ausgegangen, daß die Diatomeen in die anstehende Kohle des Flözes eingedrungen sein müssen, nicht in das einzelne Handstück. Das führt natürlich zu ganz abenteuerlichen Annahmen von einer Erweichung der Kohle und der überlagernden Gesteine usw. Wären aber die Diatomeen durch in den Gruben fließendes Wasser zugeführt worden, so müßten sie nach ZANON (S. 241) den Kohlen nur oberflächlich anhaften.

Diese Bemerkungen könnten als genügend angesehen werden, wenn es sich um einen Fall handelte, der zu unseren sonstigen Ergebnissen paßt und gegen den keine ersten Zweifel erhoben worden sind. Sie genügen meiner Meinung nach aber nicht, um eine Beobachtung zu sichern, die auf Grund der weiter oben aufgestellten Regeln für die Entwicklung der Diatomeen ganz unverständlich erscheinen muß, die zu bestätigen auch WILLIAMSON und seinen Mitarbeitern trotz vieler Versuche nicht gelungen ist. Ich verkenne durchaus nicht, daß eine Erfahrungsregel nicht selten durch eine einzige Beobachtung umgestürzt wird. Es ist andernteils aber gewiß auch begründet, wenn man in einem solchen Fall mehr Vorsicht anwendet, bevor man die Beobachtung als erwiesen ansieht. Es wird wahrscheinlich nie gelingen, die Herkunft von CASTRACANE's Kohlendiatomeen einwandfrei aufzuklären. Eine Möglichkeit scheint mir aber die folgende zu sein: Die Kohlen in den Flözen sind nicht selten sehr trocken. Sie stauben dann beim Umschichten stark. Um das zu verhindern, werden sie mit Wasser besprengt (STUTZER, 1923, S. 17). Das verwendete Wasser wird sicher in Tümpeln oder künstlichen Behältern oft länger stehen. Es kann deshalb reich an Diatomeen sein. Auch marine Formen könnten bei Kohlenzechen in der Nähe des Meeresstrandes auf die eine oder andere Art wohl hineingelangen. Die Kohlen sind oft von vielen feinen Rissen durchsetzt. In die wird das Wasser durch Kapillarwirkung eindringen und kann dabei die sehr kleinen Diatomeenschalen

mit sich ziehen. Auf diese Art können solche Panzer immerhin ein Stück weit unter die Oberfläche der Handstücke gelangen. Prof. R. KRÄUSEL hat mir erzählt, daß er im Inneren von Steinkohlen Diatomeen fand, die noch Plasmareaktion zeigten, also sicher rezent waren.

Die angedeutete Erklärung ist nur eine Vermutung, sie sollte aber zeigen, daß noch nicht alle Möglichkeiten für eine Auffassung von CASTRACANE's Diatomeen als rezent erschöpft sind.

Später (1930) hat ZANON noch verschiedene andere jungpaläozoische Sedimente auf Diatomeen untersucht. Sein Material erhielt er diesmal von GORTANI. Die Richtigkeit der Altersbestimmung ist also nicht zu bezweifeln. Es handelt sich um folgende Gesteine:

1. Oberes Perm, *Bellerophon*-Kalk, mit *Avicula striatocostata*. Karnische Alpen.

2. Fusulinenkalk des unteren Perms der Karnischen Alpen.

3. Schiefer mit *Walchia piniiformis* des unteren Perms, Sardinien.

4. Verschiedene Schiefer mit *Lepidodendron*, *Calamites*, *Neuropteris* des oberen Carbons, von mehreren Fundorten.

Auch diese Proben enthielten nur Süßwasserformen (S. 91). Die meisten der etwa 60 Arten leben heute noch. Einige sind aber erloschen (S. 92). Auch viele Varietäten, die es heute gibt, kommen in den jungpaläozoischen Gesteinen vor. Neue Formen sind:

Epithemia argus var. *ocellata* KÜTZ. forma *minor* n. f.

Fragillaria parasitica W. SM. forma *lanceolata* n. f.

Epithemia sorex KÜTZ. forma *minor* n. f.

Melosira sulcata KÜTZ. var. *crenulata* GRUN. forma *permiana* n. f.

Die zuletzt genannte Varietät ist von Simbirsk und Franz-Josefs-Land bekannt, also marin und alttertiär, die einzige meerische Art in dem Schiefer mit *Walchia*.

Eine ganze Reihe von Formen sind 2—4 der untersuchten Gesteine gemeinsam. Mehr als die Hälfte kommt aber nur in einem vor.

Auf S. 120 gibt ZANON eine (von Versehen nicht ganz freie) Übersicht, aus der hervorgeht, daß viele der von ihm festgestellten Gattungen früher nur bis in das Jungtertiär oder das Quartär zurückverfolgt waren. Alle beschriebenen Gattungen hatte er selbst aber auch schon in der Trias gefunden.

Verschiedene der gefundenen Diatomeen leben als Epiphyten auf anderen Wasserpflanzen (S. 93). ZANON wendet sich gegen die angebliche Behauptung, daß es im Carbon keine echten Wasserpflanzen gegeben habe. Mir war diese Hypothese bisher nicht untergekommen. Sollte eine Verwechslung mit J. WALTHER's entgegengesetzter Meinung vorliegen, daß es damals noch keine echten Landpflanzen gab?

In carbonischen und permischen (ebenso wie in triadischen) Gesteinen wurden auch einige kieselige Hüllen von Euglenen (Flagellaten) gefunden (S. 96). S. 97—98 wird ferner beschrieben, daß im Mittelcarbon verkieselte Schuppen von Schmetterlingen — scheinbar teilweise von ausgestorbenen Arten — entdeckt wurden. Es soll ausgeschlossen sein, daß sie rezent und

nachträglich in das Präparat gelangt seien. Für vollständig geklärt hält ZANON allerdings die Sache in diesem Fall noch nicht.

Im ganzen möchte ich es derzeit immer noch für wahrscheinlich halten, daß es in der Steinkohle keine carbonischen Diatomeen gibt. Bedeutet das nun, daß die Algen im Carbon nicht gelebt haben? Es wäre auch eine zweite Möglichkeit vorhanden, daß nämlich die Absatzbedingungen der Kohle das Vorkommen der Diatomeen ausschließen. Diese Möglichkeit läßt sich prüfen. Denn wenn man in den Braunkohlen Diatomeen findet, ist es doch recht wahrscheinlich, daß sie in den Steinkohlen nicht aus faziellen Gründen fehlen. Nun sind Angaben über das Auftreten von Kieselalgen in der Braunkohle selbst — nicht in deren Liegendem oder Hangendem oder in Zwischenlagen — nicht allzu häufig (KAUNHOWEN, 1901, S. 48). Folgende seien als Beispiele angeführt:

CASTRACANE selbst berichtet (1874) über meerische und Süßwasser diatomeen, die er in einem miocänen Lignit der Gegend von Urbino in den Marken beobachtet habe.

E. HOFMANN hat jüngst (1930, S. 52) mitgeteilt, daß sie Diatomeen in der eocänen Braunkohle des Geiseltales bei Merseburg in der Provinz Sachsen beobachtet hat (vgl. dazu WEISSERMEL, 1930).

RENAULT hat an mehreren Stellen Diatomeen aus Braunkohlen erwähnt. So führt er 1898 (S. 223) und 1899 (S. 943) aus einer eocänen Kohle des Herault in Frankreich *Frustularia araurisiensis* REN. als recht selten an. Andere Funde (1899, S. 975, 976, 981) stammen nicht aus Kohlen, sondern aus bituminösen Schiefen, sind also hier weniger brauchbar.

RYTZ (1923, S. 88) gibt eine lange Diatomeenliste (135 Arten) aus der diluvialen Schieferkohle von Gondiswil-Zell in der Schweiz. Allerdings wurden auch diese Fossilien nicht in der eigentlichen Kohle, sondern in dem sie begleitenden Faulschlamm gefunden.

Das unübersehbare Braunkohlenschrifttum enthält sicher noch zahlreiche andere ähnliche Angaben. Es ist nicht zu bestreiten, daß möglicherweise manche dieser Funde ähnlich zu erklären sind, wie ich es bei der Steinkohle versucht habe. Es scheint mir aus den angeführten Fällen aber doch hervorzugehen, daß Diatomeen aus faziellen Gründen in Kaustobiolithen vorkommen können, obwohl sie darin nicht sehr häufig sind. Wenn also ZANON (1928, S. 242) unter Berufung auf CECCHIA-RISPOLLI fragt, warum Diatomeen nicht gerade so gut in der Steinkohle als in der Braunkohle auftreten sollen, spricht dieser Gedankengang richtig durchgeführt gegen ihn. Gerade daß sich Diatomeen in Braunkohlen verhältnismäßig leicht, in Steinkohlen aber bisher nicht einwandfrei nachweisen ließen, deutet darauf hin, daß sie im Carbon noch gar nicht gelebt haben.

5. Die angeblichen Diatomeen des Devons.

Die ältesten mir bekannten Angaben über das Auftreten von Diatomeen im Devon sind die von WHITE (1862). Er fand in Hornsteinen des Corniferous limestone in New York „disks which probably are to be considered as Diatoms“ (vgl. seine Textfig. 13). ZANON legt auf diesen Fund großen Wert,

besonders weil DANA ihn in sein Lehrbuch übernommen hat (1863, S. 271; 1875, S. 257; 1880, S. 257). DANA hatte auf diesem Gebiet aber sicher keine besonderen Kenntnisse. Das geht schon daraus hervor, daß er unmittelbar vorher *Spirophyton* unter den Algen anführt. Er hatte wohl auch von der Bedeutung eines solchen Fundes keine richtige Vorstellung. So mußte ich denn (in HIRMER, 1927, S. 44) das Vorkommen devonischer Diatomeen für unbewiesen halten.

Ein Jahr darauf schien sich diese Sachlage allerdings gründlich zu ändern. In einer Arbeit von GRÜSS (1928, S. 509 ff.) wurden nämlich von der Bäreninsel aus pflanzenführenden Schichten, die wohl nur Oberdevon oder unterstes Carbon sein können, recht zahlreiche Diatomeenreste beschrieben und abgebildet. Diese Flora ist anders beschaffen, als die weiter oben aus dem Carbon, dem Perm und der Trias angeführten, denn alle darin vorkommenden Formen werden zu neuen Gattungen und Arten gestellt. Allerdings soll eine Spezies von einer rezenten *Hantzschia* nicht unterscheidbar sein. Nur nebenbei sei erwähnt, daß die Art der Benennung der Fossilien ziemlich unglücklich ist. Es werden Artnamen für Formen aufgestellt, von denen es ausdrücklich heißt, daß die Artmerkmale an ihnen nicht zu erkennen sind. Auch die Wahl von „*Baculites*“ für eine Diatomeengattung kann wohl nicht als zweckmäßig angesehen werden.

GRÜSS erwägt (S. 511 u. 513) die Möglichkeit, daß die Diatomeen nachträglich durch Wasser unter Druck in das Gestein eingepreßt sein könnten. Eine solche Vorstellung ist aber nicht durchführbar. Das Einzige, was in Betracht käme, wäre wieder das Eindringen entlang feiner Haarrisse, wie es bei den carbonischen Diatomeen besprochen wurde. Dem scheint aber die Tatsache entgegenzustehen, daß die Diatomeen in den Dünnschliffen von festem Gestein eingeschlossen waren.

Ich hatte anfangs die Funde von GRÜSS für gut gesichert gehalten (PIA, 1929). Verf. beruft sich zur Bestätigung der Diatomeennatur seiner Fossilien auch auf das Urteil von R. KOLBE. Dieser war nun aber so freundlich, mir brieflich und später auch mündlich mitzuteilen, daß er die Sache nicht für so sicher hält, als es nach GRÜSS vielleicht scheinen könnte. Teilweise ist es doch nicht ausgeschlossen, daß es sich um eingeschwemmte jüngere Schalen handelt, teilweise ist die Natur der beschriebenen Fossilien recht unklar.

6. Angebliche Diatomeen des Silurs und Ordoviciums.

In diesem Kapitel kann ich mich kurz fassen, denn alle hier zu nennenden Angaben sind äußerst unsicher.

WHITE erwähnt in seiner schon oben angeführten Schrift (1862) auch eine angebliche Diatomee aus dem ordovicischen Black River limestone von New York (Abb. 29). Diese Bestimmung ist ebenso wie die der devonischen Vorkommen zu bewerten.

ROTHPLETZ (1880, S. 452) bildet aus dem untersten Obersilur von Sachsen eine *Navicula* ab, von der er mehrere Exemplare beobachtet hat. Nach der Figur scheint eine sichere Deutung nicht möglich.

Endlich ist hier noch eine Arbeit von EDWARDS (1906) zu nennen. Sie ist so verwirrt und in so schlechtem Englisch geschrieben, daß es schwer fällt,

sie zu verstehen. Ein großer Teil handelt über junge Seekreiden. Im Trenton limestone und in anstehenden Schiefen des Untersilurs wurde vergeblich nach Diatomeen gesucht. Dagegen finden sich solche in angeblichen Hudson River-Schichten (Ordoviciun), die allerdings nicht an Ort und Stelle beobachtet wurden, sondern von Jutland (N. J.) unweit Eastern (Pa.) mit der Bahn zugeführt waren. Das Gestein wird beschrieben als yellowish or reddish shale along with blue-black slate mixed with it. The shale passes into a clay of a yellowish color. In diesem clay wurden zehn rezente Arten von Süßwasserdiatomeen und Nadeln von *Spongia* gefunden. Es ist wohl anzunehmen, daß es sich um einen ganz jungen, durch Verwitterung der paläozoischen Schichten entstandenen, umgeschwemmten Lehm handelte.

Man wird mir zugeben, daß die Berichte über silurische Diatomeen derzeit nicht verwendbar sind.

Das Ergebnis dieser Übersicht scheint mir zu sein, daß sich das Vorkommen vorjurassischer Diatomeen bisher nicht beweisen, aber auch nicht sicher widerlegen läßt. Mein Eindruck ist ja allerdings, daß alle vorjurassischen Funde auf irgendwelche Irrtümer, sei es in der Bestimmung oder in der Altersangabe, zurückgehen. Man wird mir vielleicht vorhalten, daß es meine Aufgabe gewesen wäre, die wichtigsten Präparate selbst nachzuuntersuchen. Ich glaube das aber nicht, denn sicher wird es sich dabei vorwiegend um Dinge von recht schwieriger Erhaltung handeln. Über solche zu entscheiden, kommt nur jemandem zu, der schon viel Erfahrung mit besserem Material gesammelt hat.

7. Deutungen.

Wer auf Grund der angeführten Umstände der Meinung zuneigt, daß im Paläozoicum und in der Trias noch keine Diatomeen gefunden worden sind, muß sich fragen, wie man diese Erscheinung zu deuten hat. Ich greife dabei auf den Überblick am Ende des ersten Kapitels meines Berichtes zurück.

a) Besonders früher führten mehrere Forscher das Fehlen älterer Diatomeen einfach auf Unkenntnis zurück, so SOLMS-LAUBACH (1887, S. 37), auch noch SAMOJLOFF (1924, S. 596).

b) Ich habe schon bei anderer Gelegenheit (1924, S. 178) auseinandergesetzt, daß verschiedene Beobachtungen für eine leichte Löslichkeit der Diatomeenschalen sprechen: Ihre Auflösung in der Tiefsee, das häufige Vorkommen von Pseudomorphosen nach ihnen, das vollständige Fehlen in den Opallagen innerhalb der Tripelabsätze. Ähnliche Bemerkungen finden sich bei vielen anderen Verfassern, bei POTONIÉ (1920, S. 76), DEECKE (1922, S. 4 u. 11), WALTHER (1927, S. 614), CAYEUX (1929, S. 388). Diese Forscher weisen auch auf das häufige Fehlen von Diatomeen in jüngeren Schichten hin, die sicher erst während der Lebenszeit und im Lebensbereich der Gruppe entstanden sind. WALTHER (1927, S. 133—134) betont besonders, daß man auch im Tripel oft vergeblich nach den Panzern sucht und an ihrer Statt nur feinstes Quarzpulver findet. Wenn ZANON (1930, S. 91) die Diatomeenskelette unzerstörbar nennt, ist das ein bei Botanikern nicht seltener, aber unberechtigter Schluß aus dem Verhalten in der Sammlung auf das in der Natur.

Die Erklärungen a und b werden manchem für genügend erscheinen. Wer — wie Ref. — das nicht annehmen zu können glaubt, der muß schließen, daß die Diatomeen erst im Mesozoicum entstanden sind.

c) Daß sie zu dieser Zeit aus einer anderen bekannten Pflanzengruppe hervorgegangen wären, ist mehr als unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, wie wenig die damaligen Algen im allgemeinen Bau von den heute lebenden abweichen, wie sehr andererseits die Diatomeen von allen anderen Algen verschieden sind.

d) Es bleibt also nur die Annahme, daß die Diatomeen als Stamm schon alt sind, daß sie aber erst im Mesozoicum einen erhaltungsfähigen Kieselpanzer erworben haben. Von den meisten Botanikern wird allerdings der Besitz dieses Panzers als ein altes und wesentliches Merkmal der Gruppe angesehen. Ich habe aber schon oft auseinandergesetzt, daß sich über die Beständigkeit und phylogenetische Bedeutung einer Eigenschaft a priori nichts ausmachen läßt. Einen Hinweis auf eine große Bedeutung des Kieselpanzers könnte man vielleicht darin sehen, daß nach RICHTER (1906) Kieselsäure den Diatomeen zum Leben notwendig ist. Freilich genügt im Notfalle die aus dem Glas oder dem Agar der Kulturgefäße stammende. Wird reichlicher SiO_2 zur Verfügung gestellt, so wird der Panzer viel kräftiger. Am günstigsten erwies sich CaSi_2O_6 .

In der letzten Zeit haben nun aber BACHRACH & LEFÈVRE (1929) höchst überraschende Versuche bekannt gemacht, aus denen hervorgeht, daß die Diatomeen ihren Kieselpanzer verhältnismäßig leicht verlieren können. Die Algen wurden — ähnlich wie dies auch RICHTER u. a. taten — auf Agar-agar gezogen, das aber ziemlich viel Si enthielt. Die Kulturen waren insofern rein, als sie nur eine Algenart enthielten. Dagegen gelang es nicht — wie dies bei RICHTER's Versuchen der Fall gewesen sein soll —, auch bakterienfreie Kulturen zu erzielen. Es scheint jedoch nicht, daß dieser Umstand von großem Einfluß war.

Bei einer Reihe von Arten verschwindet nun in diesen Kulturen — bald schon nach einer Woche, bald erst nach mehreren Jahren — der Panzer. Die Algen verlassen ihn nicht etwa, sondern er wird zurückgebildet (BACHRACH & LEFÈVRE, 1929, S. 248). Die Zellen sind dann von einer durchsichtigen Hülle umgeben, deren Natur noch nicht aufgeklärt wurde (S. 245). Selbstverständlich sind sie nun ganz unbestimmbar. Manche Kulturen panzerloser Diatomeen wurden durch 13 Monate beobachtet. Die Algen teilten und vermehrten sich während dieser Zeit reichlich (S. 244), so daß sie viele Male auf neues Medium übergeimpft werden konnten. Nur in älteren Kolonien scheint die eine der beiden Tochterzellen teilungsunfähig zu sein und allmählich zugrunde zu gehen. Auxosporenbildung wurde nie beobachtet (S. 247.)

In einem etwas flüssigeren Medium können sich die schalenlosen Diatomeen recht gut bewegen. Der Panzer ist dazu also nicht notwendig, wie man vielfach meinte (S. 247).

Gegen Hitze sind die schalenlosen Formen sehr empfindlich.

Es ist nicht bekannt, ob solche nackte Formen wieder einen Panzer bekommen können (S. 248).

Nicht bei allen Arten trat der beschriebene Erfolg ein. Besonders große Spezies blieben oft unverändert. Dagegen scheint der Vorgang mit der stärkeren oder geringeren Entwicklung der normalen Verkesielung nichts zu tun zu haben.

Vorwiegend wurden nackte Formen bei marinen Arten beobachtet, und zwar bei den Gattungen *Nitzschia*, *Navicula*, *Fragilaria*, *Licmophora*. Dagegen versagte der Versuch bei *Coscinodiscus*, *Achnantes*, *Pleurosigma*, *Rhabdonema* und *Amphora*.

Auch eine Süßwasserart konnte schließlich in eine nackte Form übergeführt werden, allerdings erst nach zweijähriger Kultur. Es ist dies *Nitzschia palida*, dieselbe Form, die RICHTER zu seinen Versuchen diente. Dieser hatte die Spezies über ein Jahr lang beobachtet (1906, S. 112). Es ist wohl ein Zufall zu nennen, daß nicht er schon den merkwürdigen Vorgang entdeckt hat.

Ganz im allgemeinen wird man aus diesen Versuchen wohl schließen dürfen, daß entgegen der älteren Vermutung verhältnismäßig geringe äußere oder innere Veränderungen genügen können, um den Panzer der Diatomeen zum Verschwinden zu bringen oder wohl auch wieder hervorzurufen. Die nähere Ursache der ganzen Erscheinung konnten BACHRACH & LEFÈVRE allerdings noch nicht aufklären. Deshalb können wir auch nicht vermuten, welche Umstände etwa in der Natur für die Entstehung des Diatomeenpanzers maßgebend waren. Anknüpfend an die heutige Verbreitung der Bacillariaceen habe ich früher einmal (1924, S. 177) angedeutet, daß die Temperaturniedrigung am Beginn des Lias damit vielleicht etwas zu tun hat. Es könnte sich mindestens ebenso gut aber auch um chemische Ursachen handeln. Wie ich an anderer Stelle darlegen werde, liefern gewisse Algengruppen Anhaltspunkte dafür, daß das Meer im Paläozoicum und frühen Mesozoicum anders zusammengesetzt war als heute. Auf das Süßwasser wird das allerdings kaum anwendbar sein. Es ist ja aber gut möglich, daß die schalenlosen Vorfahren der Diatomeen nur im Meer lebten.

8. Schriftenverzeichnis.

- ALLAN, D. A.: The stratigraphy of the British Carboniferous. — C. R. Congr. 1928 Stratigr. Carbonif. Heerlen 1927. S. 1. Liège.
- ANDERSON, R. & R. W. PACK: Geology and oil resources of the West border 1915 of the San Joaquin Valley North of Coalinga, California. — Bull. U. S. Geol. Surv. Washington. 603.
- BACHRACH, E. & M. LEFÈVRE: Contribution à l'étude du rôle de la silice 1929 chez les êtres vivants. Observations sur la biologie des diatomées. — Journ. Physiol. et Pathol. générale. Paris. 27. S. 241.
- BRUN, J.: Diatomées des Alpes et du Jura et de la région suisse et française 1880 des environs de Genève. Genève et Paris.
- CASTRACANE, CONTE F.: Sur l'existence des diatomées dans différentes for- 1874 mations géologiques. — C. R. Ac. Sc. Paris. 79. S. 52.
- 1875 Diatomaceae in the Carboniferous period. — Geol. Mag. London. (2) 2. S. 414.
- 1876 Die Diatomeen in der Kohlenperiode. — Jahrb. f. wiss. Botan. Leipzig. 10. S. 1.

- CAYEUX, L.: Les roches sédimentaires de France. Roches silicieuses. — Mém. 1929 Carte géol. de la France, Paris.
- CLEVE, P. T.: Synopsis of the Naviculoid Diatoms. — Svenska Vetensk.- 1894 Akad. Handl. Stockholm. 26. Nr. 2 und 27. Nr. 3.
1895
- DANA, J. D.: Manual of Geology: treating of the principles of the science 1863 with special reference to American geological history. 1st ed. Phi-
1875 ladelphia. 2nd & 3d ed. New York.
1880
- DAWSON, J. W.: Acadian geology. The geological structure, organic remains, 1868 and mineral resources of Nova Scotia, New Brunswick, and Prince
Edward Island. 2nd ed. London.
- DEECKE, W.: Phytopaläontologie und Geologie. Berlin.
1922
- DE-TONI, J. B.: Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum. 2. Bacil- 1894 lariaceae. Patavii 1891—1894.
- EDWARDS, A. M.: The Diatomaceae of the Triassic (?) sandstone of New 1893 Jersey. — Amer. Naturalist. Philadelphia. 27. S. 817.
1906 The magnesian limestone of New Jersey and the search for Bacil-
laria in it. — Nuova Notarisa. Modena. 21. S. 174.
- EHRENBERG, CHR. G.: Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende 1854 Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde.
Leipzig.
- ENGLER, A. & K. PRANTL: Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren 1896 Gattungen und wichtigeren Arten, insbesondere den Nutzpflanzen.
1897 Leipzig. I. Teil. Abt. 1 a, 1900; Abt. 1 b, 1896; Abt. 2, 1897; Nach-
1900 träge zu Abt. 2, 1911.
1911
1928 Desgl., 2. Aufl. 2.
- ESCHER v. D. LINTH, A.: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vor- 1853 arlberg und einige angrenzende Gegenden. — Neue Denkschr. Schweiz.
Ges. Naturw. Zürich. 13. Nr. 5.
- EVANS, J. W. & C. J. STUBBLEFIELD: Handbook of the Geology of Great 1929 Britain. A compilative work. London.
- Geological Survey of Great Britain: Geological Map of the British Islands. 1912 1 : 1 584 000. 2nd ed. London.
- GRÜSS, J.: Zur Biologie devonischer Thallophyten. — Palaeobiologica. Wien 1928 und Leipzig. 1. S. 487.
- GRUNOW, A.: Die Diatomeen von Franz-Josefs-Land. — Denkschr. Ak. Wiss. 1884 Wien. Math.-nat. Kl. 48. S. 53.
- HANNA, G. D.: The lowest known Tertiary Diatoms in California. — Journ. 1927 of Paleont. Chicago. 1. S. 103.
- HEINRICH, A.: Untersuchungen über die Mikrofauuna des Hallstätter Kal- 1913 kes. — Verh. Geol. Reichsanst. Wien. 1913. S. 225.
- HIRMER, M.: Handbuch der Paläobotanik. Mit Beiträgen von J. PIA & W. 1927 TROLL. Band I: Thallophyta — Bryophyta — Pteridophyta. Mün-
chen und Berlin.

- HOFMANN, E.: Paläobotanische Untersuchungen von Braunkohlen aus dem 1930 Geiseltal und von Gaumnitz. — Jahrb. Halleschen Verb. Erforsch. Mitteldeutsch. Bodenschätze. Halle a. S., N. F. 9., S. 43.
- KAUNHOWEN, F.: Über einige Mikroorganismen der fossilen Brennstoffe. 1901 (Nach B. RENAULT.) — Zeitschr. f. prakt. Geol. Berlin. 9. S. 46 und 97.
- KRÄUSEL, R.: Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. Ein Leit- 1929 faden für die Untersuchung fossiler Pflanzen sowie der aus ihnen aufgebauten Gesteine. Jena.
- MANTELL, G. A.: Notes of a microscopical examination of the Chalk and 1845 Flint of the Southeast of England; with remarks of the animalcules of certain Tertiary and Modern deposits. — Ann. and Mag. Nat. Hist. London. 16. S. 73.
- MÜLLER, O.: Diatomeenreste aus den Turonschichten der Kreide. — Ber. 1911 Deutsch. Botan. Ges. Berlin. 29. S. 661.
- O'MEARA, E.: Diatomaceae occurring in Chalk. — Nat. Hist. Review. Lon- 1857 don. 4. S. 256.
- PANTOCSEK, J.: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns. 1886 I. u. II. Nagy-Tapolcsany 1886 und 1889; III. Poszony 1905. 1889 1905
- PIA, J.: Geologisches Alter und geographische Verbreitung der wichtigsten 1924 Algengruppen. — Österr. Botan. Zeitschr. Wien u. Leipzig. 73. S. 174.
- 1929 Besprechung von J. GRÜSS: Zur Biologie devonischer Thallophyten. — Resumptio genetica. Haag. 4. S. 77.
- POTONIÉ, H. & W. GOTHAN: Paläobotanisches Praktikum. Mit je einem 1913 Beitrag von J. STOLLER und A. FRANKE. — Bibliothek f. naturwiss. Praxis. Berlin. 6.
- POTONIÉ, H.: Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe über- 1920 haupt (wie des Torfs, der Braunkohle, des Petroleums usw.). 6. Aufl., durchgesehen von W. GOTHAN. Berlin.
- 1921 Lehrbuch der Paläobotanik. 2. Auflage, umgearbeitet von W. GOTHAN. Mit Beiträgen von P. MENZEL und J. STOLLER. Berlin.
- PRINZ, W. & E. VAN ERMENGEM: Recherches sur la structure de quelques 1883 diatomées contenues dans le „Cementstein“ du Jutland. — Ann. Soc. belge de Microscopie. Bruxelles. 8. S. 7.
- RATZEL, A.: Über ein Vorkommen von „Tripel“ im Muschelkalk des ba- 1909 dischen Baulandes (Oberschefflenz). — Ber. Oberrhein. Geol. Ver. Stuttgart. 42. Vers. in Heidelberg 1909. S. 110.
- RENAULT, B.: Sur la constitution des lignites. — Le Naturaliste. Paris. 20 1898 = (2) 12. S. 221.
- 1899 Sur quelques Microorganismes des combustibles fossiles. — Bull. 1900 Soc. de l'industrie min. St. Etienne. (3). 13. S. 865 und 14. S. 5.
- RICHTER, O.: Zur Physiologie der Diatomeen. (1. Mitteilung.) — Sitz. Ak. 1906 Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. Abt. I. 115. S. 27.

- ROSANOW, A. N.: Quelques données nouvelles sur la géologie de la partie nord
1910 du gouv. de Saratoff. — Ann. Géol. et Minér. de la Russie. Novo-Alexandrie. 12. S. 289.
- ROTHPLETZ, A.: Radiolarien, Diatomaceen und Sphärosomatiten im silurischen
1880 Kieselchiefer von Langenstriegis in Sachsen. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Berlin. 32. S. 447.
- 1896 Über die Flysch-Fucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liassische, diatomeenführende Hornschwämme. — Ebend. 48. S. 854.
- 1900 Über einen neuen jurassischen Hornschwamm und die darin eingeschlossenen Diatomeen. — Ebend. 52. S. 154 und Nachtrag S. 388.
- RYTZ, W.: Die Pflanzenwelt der Schieferkohlen von Gondiswis-Zell. — Die
1923 diluvialen Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. z. Geol. d. Schweiz. Geotechn. Ser. Bern. 8. S. 79.
- SALOMON, W.: Grundzüge der Geologie, ein Lehrbuch für Studierende, Berg-
1924 leute und Ingenieure. Band I. Allgemeine Geologie. Stuttgart.
- SAMOJLOFF, J.: Die Evolution des Mineralbestandes des Skelettes der Orga-
1924 nismen. — Centralbl. f. Min. usw. Stuttgart. 1924. S. 594.
- SCHENK, A.: Die fossilen Pflanzenreste. (Sonderdruck aus A. SCHENK, Hand-
1888 buch der Botanik.) Breslau.
- SCHIMPER, W. PH. & A. SCHENK: Paläophytologie. (K. A. ZITTEL, Hand-
1890 buch der Paläontologie. II. Abteilung.) München und Leipzig.
- SEWARD, A. C.: Fossil plants for students of botany and geology. 1. Cam-
1898 bridge.
- SOLMS-LAUBACH, H. Graf zu: Einleitung in die Paläophytologie vom bota-
1887 nischen Standpunkt aus. Leipzig.
- STEFANI, K. DE: Vorläufige Mittheilung über die rhätischen Fossilien der
1882 apuanischen Alpen. — Verh. Geol. Reichsanst. Wien. 1882. S. 96.
- STOLLEY, E.: Über Diluvialgeschiebe des Londonthons in Schleswig-Holstein
1900 und das Alter der Molerformation Jütlands, sowie das baltische Eocän überhaupt. — Arch. f. Anthrop. u. Geol. Schleswig-Holsteins. Kiel und Leipzig. 3. S. 105.
- STUTZER, O.: Kohle. (Allgemeine Kohlengeologie.) — Die wichtigsten Lager-
1923 stätten der „Nicht-Erze“. II. Teil. Berlin.
- TEMPÈRE, J. et H. et M. PERAGALLO: Diatomées du monde entier, collection
1907 TEMPÈRE et PERAGALLO. 2e ed., Troyes.
- VAN HEURCK, H.: Traité des diatomées contenant des notions sur la struc-
1899 ture etc. etc. Anvers.
- WALTHER, J.: Allgemeine Paläontologie. Geologische Fragen in biologischer
1927 Betrachtung. Berlin.
- WEISSERMEL, W.: Zur Geologie des Geiseltales bei Merseburg mit besonderer
1930 Berücksichtigung der Braunkohlen. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Berlin. 82. S. 257.
- WHITE, M. C.: Discovery of microscopic organisms in the siliceous nodules
1862 of the Palaeozoic rocks of New York. — Am. Journ. of Sc. New Haven. (2.) 33. S. 385.

- WILLIAMSON, W. C.: On the organization of the fossil plants of the coal-
1880 measures. — Part. X. Including an examination of the supposed
Radiolarians of the Carboniferous rocks. — Philos. Transact. Lon-
don. 171. S. 493.
- ZABŁOCKI, J.: Exkursionsführer durch das Salzbergwerk in Wielicka. —
1928 5e excursion phytogéogr. internat., guide des excursions en Pologne,
8e partie, Cracovie.
- ZANON, V. et R. TUFFI: Le Diatomee del carbon fossile. — Mem. Ac. Nuovi
1928 Lincei. Roma. 11. S. 235.
- ZANON, V.: Diatomee triassiche. — Atti Acc. Nuovi Lincei. Roma. 82. S. 289.
1929
- 1930 Diatomee del Permiano e del Carbonifero. — Mem. Acc. Nuovi
Lincei. Roma. 14. S. 89.
- ZEILLER, R.: Éléments de Paléobotanique. Paris.
1900.
-