

# Kritische Besprechung einiger im Verlaufe der letzten Jahre erschienenen Arbeiten über Fucoiden.

Von Theodor Fuchs.

Mit einer Lichtdrucktafel (Nr. X).

Im Verlaufe der letzten acht Jahre sind von seiten hochachtbarer Fachkollegen eine Reihe von kleineren und größeren Arbeiten erschienen, welche sich mit der Natur der sogenannten „Fucoiden“ im allgemeinen, sowie mit jener der „Flyschnucoiden“ im speziellen beschäftigen, Arbeiten, in denen die betreffenden Autoren, von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend, doch insgesamt gegen die von mir und Nathorst in dieser Sache vertretene Anschauung Stellung nehmen.

Da die verehrten Kollegen sich hierbei meist direkt gegen meine Arbeiten wenden, so wäre es meiner Ansicht nach wohl bereits seit langem meine Aufgabe gewesen, mich hierüber öffentlich zu äußern, sei es, um meinen Standpunkt zu verteidigen, sei es, um einen Irrtum offen einzugestehen.

Es würde wohl für die Öffentlichkeit ohne Interesse sein, die Gründe anzugeben, warum dies bisher nicht geschah, doch will ich nur so viel bemerken, daß die Ursache davon keineswegs in der Materie der Diskussion selbst lag und daß ich während dieser ganzen Zeit durch die Argumente meiner verehrten Gegner nicht einen Augenblick an der Richtigkeit meines Standpunktes irre wurde.

Ich will es nunmehr versuchen, im Nachfolgenden eine alte Schuld einzulösen und die Gründe auseinanderzusetzen, welche mich hindern, meinen bisherigen Standpunkt in dieser Frage aufzugeben.

Die Arbeiten, welche ich hierbei im Auge habe und auf die sich meine kritischen Bemerkungen beziehen sollen, sind in chronologischer Reihenfolge die nachstehenden:

1896. W. v. G ü m b e l. Vorläufige Mitteilung über Flyschnalgen. (Neues Jahrbuch für Mineralogie.)

1896. A. Rothpletz. Über die Flyschnucoiden und einige andere fossile Algen sowie über liasische, diatomeenführende Hornschwämme. (Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft.)

1897. J. Lorenz v. Liburnau. Eine fossile *Halimeda* aus dem Flyschn von Muntigl (*monticulus*) bei Salzburg. (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften.)

1900. J. Lorenz v. Liburnau. Zur Deutung der fossilen Fucoidengattungen *Taenidium* und *Gyrophyllites*. (Denkschriften der kais. Akad. der Wissenschaften Wien.)
1901. W. Pfaff. Bemerkungen über Chondriten und ihre Entstehung. (Geogn. Jahreshfte. Jahrg. XIV. München 1901.)
1902. J. Lorenz v. Liburnau. Ergänzung zur Beschreibung der fossilen *Halimeda Fuggeri*. (Sitzungsberichte der Wiener kais. Akademie der Wissenschaften.)

Ich glaube jedoch bei Besprechung dieser Arbeiten nicht die chronologische Reihenfolge einhalten zu sollen, sondern halte es für zweckmäßiger, mich hierbei von der Natur des Inhaltes derselben leiten zu lassen.

Ich will daher in erster Linie die Arbeiten Lorenz v. Liburnaus besprechen, da dieselben sich nicht nur durch besondere Objektivität, Gründlichkeit und Genauigkeit auszeichnen, sondern überdies von einem Autor herrühren, der zu den ausgezeichnetsten Kennern des Meereslebens gehört und dessen Ansichten in dieser Materie daher von vornherein ein hoher Grad von Autorität innewohnt.

In zweiter Linie werde ich die Arbeit Rothpletz' behandeln, die sich ebenfalls durch Gründlichkeit auszeichnet und in welcher ein ganz neuer Gesichtspunkt in die Diskussion gebracht wird.

Die Arbeiten Gumbels und Pfaffs werde ich nur anhangsweise kurz besprechen; die erstere enthält nicht viel Neues und letztere bringt einen Gesichtspunkt in die Diskussion, der wohl vollkommen neu und originell ist, wie ich aber gleich hier bemerken möchte, mir vollkommen unhaltbar erscheint.

Bevor ich jedoch zu meiner eigentlichen Aufgabe übergehe, halte ich es für zweckmäßig, hier eingangsweise Dasjenige zu präzisieren, was ich als das Wesentliche meines Standpunktes betrachte, und halte ich dies um so mehr für geboten, als ich ja in nebensächlichen Dingen meine Ansichten im Verlaufe der Zeit mehrfach modifiziert habe.

Als wesentlichen Punkt meiner Anschauung betrachte ich demnach, daß die fraglichen pflanzenähnlichen Fossilien (Fucoiden) nach Maßgabe aller konkurrierenden Umstände unmöglich Organismen gewesen sein können, welche frei wuchsen und sodann als Fremdkörper im Sediment eingebettet wurden, daß vielmehr alle Fucoiden entweder vom Anbeginn an oder im weiteren Verlaufe ihrer Ausbildung ein verzweigtes Röhrensystem darstellten, welches von außen her mit anorganischem Sediment ausgefüllt wurde, aus welcher Anschauung weiter folgt, daß Fucoiden niemals verschwemmte Körper sein können, sondern stets genau an jener Stelle entstanden, an der sie gegenwärtig gefunden werden.

Wodurch und auf welche Weise diese pflanzenähnlichen verzweigten Röhrensysteme gebildet wurden, darüber läßt sich meiner Ansicht nach im gegenwärtigen Augenblicke nichts Bestimmtes und

Positives sagen und alle Ansichten, die bisher über diesen Punkt geäußert wurden, erheben sich nicht über das Niveau von Mutmaßungen.

Zuerst nahm man an, daß diese Gänge durch Würmer gegraben wurden, später deutete ich auf die Möglichkeit hin, daß dieselben als Nester für gewisse Tiere oder aber auch zur Aufnahme von Eiern dienten, wobei ich jedoch weniger an die eigentlichen Fucoiden (Chondriten und Verwandte), als vielmehr an die Alectoruriden (*Spirophyton*, *Taonurus*, *Rhizocorallium*, *Dictyodora* etc.) dachte.

Gegenwärtig möchte ich noch auf eine weitere Möglichkeit hinweisen, die sich namentlich auf die eigentlichen strauchartig verzweigten Fucoiden bezieht, eine Möglichkeit, die übrigens bereits von Potonié angedeutet wurde.

Ich halte es nämlich gegenwärtig nicht für ausgeschlossen, daß diese verzweigten Fucoiden tatsächlich Pflanzen- oder Tierkörper darstellen, aber es müßten solche gewesen sein, welche nicht frei wuchsen, sondern im Boden oder auch im festen Gestein bohrten.

Daß es eine ganze Reihe von pflanzlichen Organismen, und zwar sowohl Algen als Pilze gibt, welche in festen Substanzen wie Knochen, Zähnen, Kalkstein usw. bohren und strauchförmig verzweigte Gänge von der Oberfläche aus gegen das Innere vortreiben, ist ja hinlänglich bekannt und möchte ich zur Orientierung nur auf eine Arbeit von Bonnet und Flahault hinweisen<sup>1)</sup>, in der nicht weniger als zehn derartige pflanzliche Organismen behandelt werden, von denen acht zu den Algen und zwei zu den Pilzen gerechnet werden.

Wenn man die beigegebenen Tafeln durchsieht, so wird man gewiß in vielen Fällen eine große Ähnlichkeit mit manchen Fucoiden finden und zeigt namentlich der auf Taf. X, Fig. 1 abgebildete *Siphonocladus voluticola* in auffallender Weise alle wesentlichen Eigenschaften eines im Mergelkalke freischwebenden *Chondrites*.

Allerdings muß ich sofort hervorheben, daß die vorerwähnten verzweigten, bohrenden Thalome durchschnittlich viel kleiner als unsere gewöhnlichen Fucoiden, ja daß die Mehrzahl derselben geradezu von mikroskopischer Kleinheit ist, so daß dieselben nicht unmittelbar zur Vergleichung mit den in Rede stehenden Objekten herangezogen werden können.

Es sind jedoch auch ähnliche, augenscheinlich von sehr einfachen Organismen erzeugte verzweigte Gänge bekannt, die bedeutend größer sind und sich in ihren Dimensionen ganz gut mit manchen Fucoiden vergleichen lassen.

Wenn man eine beliebige *Belemnitella mucronata* aus der weißen Kreide in die Hand nimmt und die Oberfläche aufmerksam betrachtet, wird man auf derselben fast immer eine Anzahl zierlicher weißer Rosetten erkennen, die von dichotomisch verzweigten Ästen gebildet werden, die von einem Punkte aus radial ausstrahlen.

<sup>1)</sup> Bonnet und Flahault, Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des mollusques. (Bull. Soc. botaniques de France XXXVI. 1889. Enthält auch sehr viel Literatur.)

Betrachtet man dieses Gebilde mit einer Lupe, so erkennt man, daß das Zentrum dieser Rosette von einem feinen Loche gebildet wird und daß die ausstrahlenden Äste nichts anderes als hohle, dichotomisch verzweigte Gänge sind, welche unter der Oberfläche der *Belemnitella* verlaufen und mit weißer Kreide angefüllt sind.

Diese kleinen Rosetten sind für mich das Prototyp eines Fucoiden, es sind verzweigte Gänge, die von einem Punkte aus nach verschiedenen Richtungen in eine feste Unterlage getrieben und hinterher von außen her mit anorganischem Sediment ausgefüllt wurden. Es zeigt dieser Fall zugleich, daß derartige Gänge nicht notwendig in die Tiefe der Unterlage eindringen müssen, sondern auch knapp unter der Oberfläche des Substrats horizontal verlaufen können.

Außer diesen Rosetten kommen jedoch auf denselben Belemniten unter ganz gleichen Umständen noch andere Gänge vor, von denen einige unregelmäßig oder streng dichotomisch strauchförmig verästelt sind, während andere ungeteilt bleiben und geradlinig verlaufen.

Quenstedt und Hagenow<sup>1)</sup> haben diese Gänge unter dem Namen *Dendrina* und *Talpina* beschrieben, ohne sich jedoch bestimmt über die Natur der Organismen auszusprechen, durch welche dieselben erzeugt wurden.

In neuerer Zeit wurden ähnliche verzweigte Röhren von Fischer in verschiedenen rezenten Muschelschalen beobachtet und nachgewiesen, daß dieselben von sehr einfach gebauten Sarcodetieren, wahrscheinlich Protisten, erzeugt würden<sup>2)</sup>.

Daß es auch Spongien gibt, die in festem Substrat bohren, ist wohl allgemein bekannt und die Gattung *Vioa* ein naheliegendes Beispiel hierfür.

Die *Vioen* bilden in ihrem Substrat kugelige Kammern, die durch feine Gänge untereinander in Verbindung stehen.

In den meisten Fällen liegen diese Kammern gleichmäßig nach allen Richtungen hin dicht aneinander, so daß das harte Substrat, möge dasselbe ein Kalkgeschiebe oder ein dickes Konchyliengehäuse sein, schließlich das Aussehen einer blasigen Lava erhält.

Es ist dies jedoch nicht immer so.

In manchen Fällen reihen sich vielmehr die kugeligen Kammern nach einer Richtung reihenweise aneinander, ja es kommen auch Fälle vor, wo diese Kammerreihen sich äußerst regelmäßig wiederholt dichotomisch teilen. Sehr ausgezeichnete Beispiele hiervon fand Kustos Kittl auf Kalkgeschieben von Lussin piccolo und erlaube ich mir, auf Taf. X einige Proben dieses interessanten Vorkommens nach photographischen Aufnahmen darzustellen.

Stellt man sich vor, daß derartige Gänge in früheren geologischen Epochen im festen Gestein gebildet und nachträglich von einer anderen Substanz, allenfalls einem grauen Schlamm ausgefüllt wurden, so würde man dieselben, wenn man sie heutigentags im Gesteine fände, ganz

<sup>1)</sup> Quenstedt, Petrefaktenkunde Deutschlands 1846—1849, pag. 469, Tab. 30, Fig. 36, 37.

Hagenow, Monographie der Rügenschon Kreideversteinerungen. II. Abt. (Leonh. und Braun. Neues Jahrbuch 1880, pag. 670.)

<sup>2)</sup> Comptes rendus. 1875. Vol. 81, pag. 1131.

ohne Zweifel für Fucoiden halten und wahrscheinlich mit der Gattung *Hormosira* identifizieren, wie denn auch Heer tatsächlich ganz ähnliche Gebilde unter diesem Namen abgebildet und beschrieben hat<sup>1)</sup>.

Ich gehe nun zu meinem eigentlichen Thema über, indem ich, wie eingangs erwähnt, in erster Linie die Arbeiten von J. v. Lorenz bespreche.

Lorenz sieht in den Flyschfucoiden wirkliche Algen, und zwar gewöhnliche Algen, die frei im Meere wuchsen und entweder an Ort und Stelle von Sediment umhüllt oder aber von ihrer Unterlage losgerissen und weiter fortgeschwemmt als Fremdkörper in Schlamm und Sand eingebettet wurden.

Zur Begründung und Bekräftigung dieser Ansicht sucht er die fossilen Fucoiden mit den lebenden Algen zu vergleichen und den Nachweis zu führen, daß dieselben sich größtenteils ganz ungezwungen auf bestimmte lebende Gattungen zurückführen ließen.

Den ersten Anstoß zu diesen Studien gaben ihm, wie es scheint, einige Stücke, welche er im Salzburger Museum in der reichen Sammlung von Flyschfucoiden fand, die daselbst durch die Bemühungen von Prof. Fugger, Prof. Kastner und Baron v. Doblhoff aus dem kretazischen Flysch von Muntigl und Bergheim zusammengebracht worden, welche Stücke er so sehr mit der lebenden Gattung *Halimeda* übereinstimmend fand, daß er dieselben direkt als *Halimeda Fuggerii* beschrieb und abbildete (l. c.).

Ich muß gestehen, daß bereits diese Stücke keinen überzeugenden Eindruck auf mich machten.

Das Fossil ist für eine *Halimeda* von wahrhaft riesiger Größe<sup>2)</sup>; der Thallus ist, obwohl er aus acht Gliedern besteht, vollkommen unverzweigt, von einer Inkrustation ist keine Spur vorhanden; was aber die Hauptsache ist, das Fossil scheint gar nicht aus einer Folge auseinanderprossender Glieder zu bestehen, sondern es macht vielmehr den Eindruck einer bandförmigen Achse, an der hintereinander paarweise Ausweitungen ständen.

Lorenz hebt übrigens alle diese Differenzen selbst hervor, doch scheinen sie ihm nicht von prinzipieller Bedeutung zu sein, und was den letzten Punkt betrifft, so sucht er denselben mit der Bemerkung zu erklären, daß die einzelnen Glieder ungewöhnlich lang gestielt seien.

Es scheint jedoch, daß Lorenz bei weiteren Studien und bei der Vergleichung weiterer Stücke selbst von einigen Skrupeln erfaßt wurde, so daß er in einem Nachtrage zu seiner ersten Publikation den Namen *Halimeda Fuggerii* in *Halimedes Fuggerii* änderte.

Was bei Lorenz hauptsächlich Skrupel erzeugt zu haben scheint, ist folgendes:

Er fand unter den zahlreichen Stücken der Salzburger Sammlung auch solche, bei denen die einzelnen vermeintlichen Glieder soweit auseinandergerückt erschienen, daß der sie verbindende bandförmige

<sup>1)</sup> Siehe Heer, Flora foss. Helv. Taf. LXVII, Fig. 8, 9, 10, 12, 13.

<sup>2)</sup> Die gegebene Abbildung ist auf die Hälfte der natürlichen Größe reduziert und trotzdem noch bedeutend größer als irgendeine bekannte *Halimeda*.

Strang nicht gut mehr als „Stiel“ der Glieder betrachtet werden konnte, ja es fand sich schließlich ein Stück, an dem nach einer Folge weit auseinanderstehender blattförmiger Glieder diese Blattbildung vollständig aufhörte und der verbindende bandförmige Strang sich ohne jede Anhänge vollkommen selbständig ungegliedert und unverzweigt eine weite Strecke hinaus fortsetzte.

Um diese sonderbaren Verhältnisse zu erklären und trotz denselben die Verwandtschaft der in Rede stehenden Fossilien mit *Halimeda* aufrecht zu erhalten, geht Lorenz auf den inneren Bau der lebenden *Halimeda*-Arten ein.

Er weist darauf hin, daß bei manchen *Halimeda*-Arten die einzelnen Glieder eine mediane Rippe besäßen, ja daß es Arten gäbe, bei denen diese medianen Rippen der einzelnen Glieder sich zu einem fortlaufenden Strang verbänden, der gegenüber den blattförmigen Erweiterungen der Glieder eine gewisse Selbständigkeit zeige.

Diese Selbständigkeit drücke sich darin aus, daß bei manchen Arten die seitlichen blattförmigen Ausbreitungen der Glieder sich vom Strange ablösen ließen, ja daß bisweilen an einzelnen Zweigen des Thallus die Bildung blattförmiger Spreiten ganz unterbleibt, so daß streckenweise nur der nackte Strang übrig bleibe.

Wenn man diese Darstellung einfach liest, so scheint darin allerdings ein vollkommenes Analogon zu den erwähnten eigentümlichen Verhältnissen des vorerwähnten Fossils gegeben und man könnte die Frage damit als befriedigend gelöst betrachten.

Wesentlich anders gestaltet sich die Sachlage freilich, wenn man sich nicht mit dieser prinzipiellen Darlegung begnügt, sondern die fraglichen Objekte selbst in Betracht zieht und vor allen Dingen untersucht, was es denn mit den vorerwähnten, angeblich nackten Strängen von *Halimeda* für eine Bewandnis habe.

Bei dem vorerwähnten Fossil erscheint der mediane Strang als einfaches, unverzweigtes und ungegliedertes Band.

Betrachtet man jedoch die Abbildungen, die Lorenz von den sogenannten nackten Achsen von *Halimeda* gibt, so findet man, daß dieselben verzweigt und so deutlich gegliedert sind, wie der *Halimedenthallus* überhaupt.

Die Gestalt der einzelnen Glieder ist hierbei zylindrisch, tonnenförmig, keilförmig, oder aber, wenn in den einzelnen Gliedern außer der medianen Rippe auch noch zwei seitliche Nebenrippen vorhanden waren, dreiteilig, kleeblattförmig. Es geht schon aus diesen Umständen hervor, daß der Vergleich des medianen Bandes der in Rede stehenden Fossilien mit dem medianen Strange bei *Halimeda* sich nicht aufrecht erhalten lasse. Noch mehr dürfte sich dies jedoch aus nachstehender Darstellung ergeben.

Zu den häufigsten Vorkommnissen im Flysch von Bergheim und Muntigl gehören lange, glatte, unverzweigte und ungegliederte Bänder, die gewöhnlich einen wellenförmigen Verlauf zeigen und was die äußere Form betrifft, vielleicht am besten mit Posidonienblättern verglichen werden können.

Derartige Vorkommnisse sind auch sonst vielfach beschrieben worden und werden gewöhnlich mit dem Namen *Halymenites* belegt.

Mitunter findet man nun an diesen bandförmigen Körpern paarige seitliche Auftreibungen, die eine verschiedene Form besitzen, zumeist aber zusammen einen herz- oder nierenförmigen Umriß zeigen und in jeder Beziehung vollkommen einem sogenannten Gliede der vermeintlichen *Halimeda* entsprechen.

Diese herz- oder nierenförmigen seitlichen Verbreitungen kommen entweder vereinzelt vor oder sie wiederholen sich an demselben *Halymenites*-Band in ganz unregelmäßigen Abständen.

Bisweilen folgen dieselben auch ziemlich dicht nacheinander und derartige Vorkommnisse sind es, die Lorenz als *Halimeda* beschrieben hat.

Von den einfachen glatten *Halymenites*-Bändchen bis zu der von Lorenz zuerst als *Halimeda Fuggeri* beschriebenen Form sind alle Übergänge vorhanden und unterliegt es für mich keinem Zweifel, daß alle die Formen nur im Zusammenhange betrachtet werden dürfen.

Faßt man aber alle diese Formen als eine zusammengehörige Einheit auf, dann dürfte es meines Erachtens nach keinen Phycologen geben, der in derselben eine *Halimeda* oder auch nur eine mit *Halimeda* verwandte Form sehen würde.

Der Thallus von *Halimeda* ist verzweigt und gegliedert.

Das fragliche Fossil von Muntigl ist unverzweigt und ungegliedert.

Das Thallom von *Halimeda* bildet sich dadurch, daß aus dem Rande der vorhandenen Glieder neue Glieder hervorsprossen.

Das vermeintliche Thallom des fraglichen Fossils von Muntigl kommt augenscheinlich dadurch zustande, daß an einem unverzweigten, bandartigen Strange sich mitunter seitliche Aussackungen oder blattartige Verbreitungen bilden.

Wenn mir auf diese Weise der Nachweis der Übereinstimmung der fraglichen Muntigler Fucoïden mit einer bestimmten rezenten Algengattung, speziell mit *Halimeda* nicht erbracht erscheint, so scheint es mir auch, daß die von Lorenz, rücksichtlich des Genus *Taenidium* gegebene Erklärung, einer genaueren, kritischen Prüfung nicht standzuhalten vermag.

Lorenz ist der Ansicht, daß die scheinbare Gliederung der *Taenidium*-Äste tatsächlich keine Gliederung ist, sondern daß vielmehr die Thallusäste Spirale darstellen, und vergleicht die Taenidien infolgedessen mit den spiralig gewundenen Formen von *Volubilaria*, speziell der *Volubilaria mediterranea*.

Nun ist es ja gewiß, daß innerhalb jener problematischen Fossilien, die im allgemeinen als Hieroglyphen und Fucoïden zusammengefaßt werden, das Auftreten von Spiralwindungen sehr verbreitet ist und will ich in dieser Richtung nur auf die bekannten Gattungen *Daimonhelix*, *Spirophytum* und die wunderbare Gattung *Dityodora* hinweisen.

Aber auch unter den eigentlichen Fucoïden kommen wirkliche

Spiralwindungen vor. Squinabol<sup>1)</sup> beschreibt unter dem Namen *Bostricophyton Pantanelli* aus dem eozänen oder oligozänen Flysch von San Martino in Vallato einen Fucoiden, der vollständig einem *Chondrites intricatus* oder *arbusculus* gleicht, mit dem einzigen, allerdings sehr wesentlichen Unterschiede, daß die feinen, fadenförmigen Ästchen in einer zierlichen feinen Spirale eingerollt sind.

Ich habe derartige Vorkommnisse in den verschiedenen italienischen Museen mehrfach gesehen und habe die Form neuerer Zeit auch im Flysch der Umgebung Wiens in der Pfalzau bei Preßbaum aufgefunden.

Außer diesen beschreibt Squinabol aus dem Flysch von Settignano noch eine zweite Art, die er *Bostricophyton etruscus* nennt. Es ist dies eine geradlinige Spirale von zirka 4 cm Länge mit fünf Umgängen. Die Windungen sind viel dicker als bei der erstgenannten Art und am Rücken zugespitzt<sup>2)</sup>.

Auch diese Form habe ich mehrfach in italienischen Museen gesehen und gleichen die Stücke stets vollständig der von Squinabol gegebenen Abbildung. Es waren stets unverzweigte, geradlinige Spirale mit scharfem Rücken.

Das von Heer aus dem Flysch der Prättigau unter dem Namen *Caulerpa Eseri* Ung.<sup>3)</sup> beschriebene und abgebildete Fossil stellt, wie ich mich durch Besichtigung des Original Exemplars im Züricher Museum überzeugen konnte, ebenfalls einen mit dunklem Sediment ausgefüllten Spiralgang dar, wobei die Windungen jedoch einen gewölbten Rücken besitzen.

Unter solchen Umständen hätte das Vorkommen auch eines größeren Fucoiden mit spiralgewundenen Ästen gewiß nichts Auffallendes, ja man möchte es eigentlich beinahe erwarten und ich muß bekennen, daß ich bereits lange vor dem Erscheinen der Lorenzschen Arbeit selbst oft die Frage erwog, ob die scheinbare Gliederung der Taenidien nicht in Wirklichkeit auf einer Spiralwindung beruhe.

So sorgfältig ich aber auch alle mir zugänglichen Taenidien untersuchte, so konnte ich doch absolut keine Stütze für diese Ansicht finden und das Schlußresultat blieb immer, daß hier eine einfache Gliederung, respektive eine Reihe von Einschnürungen vorliege und die Taenidien einen Typus darstellen, der in weiterer Entwicklung zu Formen führen müßte, wie sie Heer als *Hormosira* beschreibt, Formen, bei denen die einzelnen kugeligen Glieder nur mehr in ganz losem Zusammenhang miteinander stehen<sup>4)</sup>.

Die Glieder der Taenidien liegen häufig schief, indem sie entweder von rechts nach links oder von links nach rechts aufsteigen. Würde diese schiefe Stellung der Ausdruck einer Spiralwindung sein, so müßten die Umgänge offenbar auf der rückwärtigen Seite in umgekehrter Richtung aufsteigen. Hiervon konnte ich mich jedoch niemals überzeugen.

<sup>1)</sup> Squinabol, *Algae e Pseudoalgaie fossili italiane* (Atti della Soc. Ligust. di Sc. nat. e geogr. I. 1890), pag. 40.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 41, Taf. XI, Fig. 5.

<sup>3)</sup> l. c. Taf. LIX, Fig. 3.

<sup>4)</sup> Siehe Heer, l. c. Taf. LXVII, Fig. 8, 9, 10, 12, 13.

Der rückwärtige, verkehrt aufsteigende Teil war niemals zu sehen und niemals bloßzulegen und man hatte stets das Bild eines gegliederten, respektive eingeschnürten Schlauches vor sich.

Was auch weiter sehr für das Vorliegen einer Gliederung spricht, ist die Beschaffenheit der Astenden. Diese sind regelmäßig kuppelförmig, wie man dies erwarten muß, wenn man eine Gliederung annimmt. Wäre eine Spirale vorhanden, so müßten dieselben stets in einer seitlichen Spitze enden.

Lorenz hat dieses Moment selbst ganz richtig erkannt, glaubte sich aber dadurch über diese Schwierigkeit hinaussetzen zu können, daß es ihm mitunter doch gelang, unregelmäßig zugespitzte Zweigenden aufzufinden.

Es liegt aber wohl auf der Hand, daß bei der Unregelmäßigkeit der Ablösung des Gesteines derartige Verzerrungen des Umrisses notwendigerweise vorkommen müssen und bin ich überzeugt, daß es sich in den von Lorenz erwähnten Fällen tatsächlich nur um solche handelt.

Tatsache ist, daß in allen Fällen, in denen man gut erhaltene Zweigenden von Tänidien vor sich hat, dieselben kuppelförmig enden.

Lorenz scheint auch sehr viel Gewicht auf den Umstand zu legen, daß man nicht selten Taenidienäste findet, bei denen die einzelnen Glieder scheinbar isoliert und durch Sediment voneinander getrennt erscheinen und scheint er hierin einen Beweis für die Existenz von Spiralwindungen zu sehen. Es wäre dies jedoch ganz verfehlt, denn ein gegliederter Strang muß bei oberflächlicher Bloßlegung genau dasselbe Bild geben.

Lorenz hat wohl selbst das Gewicht der Tatsache erkannt, daß man bei den Taenidienästen niemals eine freie Spirale wirklich sieht, hat sich aber über diese Schwierigkeit durch den Nachweis hinwegzuhelfen gesucht, daß enggewundene und gepreßte Äste von *Volubiliaria* ein Bild geben, welches ganz einem gegliederten Strange gleicht und von Taenidienästen nicht unterschieden werden kann.

Dies ist nun allerdings ganz richtig, aber hieraus folgt meiner Ansicht nach nur, daß enggewundene Spirale und gegliederte Stränge unter gewissen Umständen sich nicht unterscheiden lassen und daß demnach die Taenidien trotz des gegenteiligen äußeren Aussehens Spirale sein könnten, keineswegs liegt aber hierin der Beweis, daß sie auch wirklich Spirale sind.

Ich habe bei meiner bisherigen Darstellung von einer sogenannten Taenidienform abgesehen, welche Lorenz auf Taf. II, Fig. 7 abbildet, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil mir dieses Fossil absolut nicht in den Formenkreis von *Taenidium* zu gehören scheint und meiner Ansicht nach einen vollkommen fremden Körper darstellt<sup>1)</sup>.

Hier sieht man allerdings eine deutliche freie Spirale, deren Umgänge einen scharfen, schneidenden Rücken zeigen, und stimmt dieses Fossil auf das genaueste mit jenem von mir bereits erwähnten überein, welches Squinabol (l. c.) als *Bostricophyton etruscus* beschreibt.

<sup>1)</sup> Lorenz gibt leider nicht an, woher die von ihm gegebene Abbildung stammt.

Ich habe, wie bereits vorher erwähnt, ganz gleiche Vorkommnisse in Italien mehrfach gesehen und stimmten dieselben stets untereinander vollkommen überein.

Immer waren es geradlinige, unverzweigte Spirale von mäßiger Länge mit freien, scharfrandigen Umgängen.

Von irgendwelchen Übergängen in Taenidien oder von einer Zugehörigkeit zu diesem Genus war niemals eine Spur zu bemerken und so lange etwas Derartiges nicht nachgewiesen ist, hat man meines Erachtens kein Recht, diese Vorkommnisse in den Formenkreis von *Taenidium* mit einzubeziehen.

Nach alledem scheint mir die Übereinstimmung der spiralgedrehten Formen von *Volubilaria* und *Taenidium* nicht nachgewiesen zu sein und vermag ich daher auch den daraus abgeleiteten Beweis von der Algennatur von *Taenidium* nicht anzuerkennen.

Ich komme nun zu dem dritten von Lorenz behandelten Genus, nämlich dem Genus *Gyrophyllites*.

Lorenz sieht in dem Genus *Gyrophyllites* eine Alge aus der Familie der Acetabularien und glaubt dasselbe infolge der verhältnismäßig dicken Achse und den zahlreichen übereinanderstehenden Quirlen mit *Pleiophysa* vereinigen zu sollen.

Wollte man bloß die äußeren morphologischen Verhältnisse ins Auge fassen, so läßt sich nicht leugnen, daß dieselben in diesem Falle so übereinstimmend sind, daß sich von diesem Standpunkte aus keine ernstlichen Bedenken gegen die von Lorenz gemachte Identifikation erheben ließen.

Anders verhält sich freilich die Sache, sobald man etwas genauer auf das Objekt eingeht, und fallen hier vor allem die eigentümlichen sichelförmigen Querlinien auf, welche die einzelnen radialen Blätter tragen und welche wie Zuwachsstreifen aussehen.

Diese eigentümlichen Pseudozuwachsstreifen sind ein ganz charakteristisches Kennzeichen sehr vieler Pseudoalgen und findet sich in ganz ähnlicher Weise bei *Hymenocyclus*, *Taonurus* sowie bei vielen *Spirophyton*-Arten, Münsterien und dergleichen.

Um zu zeigen, wie bezeichnend diese eigentümliche Zeichnung ist, möchte ich nur Folgendes anführen.

Zur Zeit, als die Steinbrüche von Bergheim und Muntigl so reich an Fucoïden waren und die jetzige schöne Fucoïdensammlung im Salzburger Museum angelegt wurde, besuchte mich eines Tages Baron J. Doblhoff, der sich lebhaft für diese Vorkommnisse interessierte, und zeigte mir eine große Anzahl von Photogrammen, die er von diesen Vorkommnissen hatte anfertigen lassen.

Unter diesen befand sich auch eine größere Anzahl der in Rede stehenden *Gyrophylliten*, die mir damals noch insofern vollkommen neu waren, als ich sie bis dahin noch niemals in natura gesehen hatte.

Auffallend war nur hierbei der Umstand, daß mehrere dieser *Gyrophylliten* in ganz übereinstimmender Weise einen längeren Stiel zeigten, der sich scheinbar im Zentrum der Sterne ansetzte und dem Ganzen täuschend das Aussehen einer gestielten Blüte gab.

Einen ganz ähnlichen Stiel zeigt auch der von Glocker abgebildete Gyrophyllit, von dem Lorenz in seiner Arbeit eine Reproduktion der Abbildung gibt.

Glocker war tatsächlich der Ansicht, daß hier ein gestielter, blütenförmiger Körper vorliege, und dasselbe war auch die Ansicht Baron Doblhoff's in bezug auf die Gyrophylliten von Salzburg und hatte er für dieselben sogar einen provisorischen Namen vorgeschlagen, durch den er dieser Anschauung Ausdruck verlieh.

Würde man zu jener Zeit bereits die Anschauungen Lorenz' ventiliert haben, so würde man in diesen gestielten Sternen unzweifelhaft flach gepreßt auf der Schichtfläche liegende Exemplare von *Polyphysa* gesehen haben.

Als ich nun die Bilder der Gyrophylliten näher ins Auge faßte, fielen mir sofort die vorerwähnten sichelförmigen Querstreifen auf und ich sprach sofort die Vermutung aus, daß hier ein Spirophytonartiges Fossil vorläge, ja ich hielt es sogar für möglich, daß das Ganze nichts anderes als ein winziges *Spirophyton* wäre. Ich teilte dies auch Baron Doblhoff mit und ersuchte ihn in Salzburg, an den Originalstücken zu prüfen, ob die Gyrophylliten sich nicht spiralförmig senkrecht zur Oberfläche der Schichtung in das Innere des Gesteines fortsetzen.

Baron Doblhoff versprach auch, dies zu veranlassen und kurze Zeit hierauf erhielt ich auch (soviel ich mich erinnere, von Prof. Fugger) einen Brief, in dem mir mitgeteilt wurde, daß meine Vermutung sich bestätigt habe, indem der Gyrophyllit sich tatsächlich senkrecht auf die Schichtung im Gestein fortsetze und eine zentrale Achse vorhanden sei, die senkrecht das Gestein durchdringe.

Auf mein Ansuchen wurde mir hierauf eine größere Anzahl von Gyrophylliten und sonstigen Fucoiden zur Ansicht, Untersuchung und eventuellen Bestimmung zugesandt.

An diesen Stücken bestätigte ich denn auch sofort die senkrechte Stellung der Gyrophylliten im Gestein, erkannte aber auch zugleich, daß hier keine spiralförmig gedrehte Form vorliege wie bei *Spirophyton*, sondern daß die einzelnen Gyrophylliten Quirle bilden, die in ganz kurzen Abständen dichtgedrängt an einer zentralen Achse aufgereiht seien, so daß man beim Absprengen eines Gyrophylliten unter demselben sofort einen neuen Gyrophylliten antrifft<sup>1)</sup>.

Lorenz hat die erwähnten sichelförmigen oder bogigen Querstriche auch gesehen und bei der großen Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit seiner Beobachtungen hat er auch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß derartige Querstreifen bei *Polyphysa* und *Pleiophysa* nicht vorhanden wären. Er glaubte diesem Punkte jedoch keine größere Bedeutung beilegen zu sollen und da er an getrockneten Exemplaren der vorerwähnten Algen bisweilen verschiedene unregel-

<sup>1)</sup> Lorenz bemerkt in seiner Arbeit pag. 54, daß Fugger und Kastner zuerst das Vorkommen mehrerer Gyrophylliten im Gestein konstatiert hätten und dieses Merkmal von mir hinterher als allgemeines Charakteristikum der Salzburger Gyrophylliten aufgestellt worden wäre. — In Wirklichkeit verhielt sich die Sache wie vorerwähnt.

mäßige Schrumpfungsfalten beobachtete, glaubte er annehmen zu dürfen, daß die erwähnte Zeichnung der einzelnen Blätter von Gyrophylliten durch ähnliche untergeordnete Umstände hervorgerufen sein könnte.

Ich kann mich dieser Ansicht nicht anschließen. Die Schrumpfungsfalten, die man bisweilen an Exemplaren von *Polyphysa* und *Pleiophysa* beobachtet, haben einen ganz verschiedenen Charakter und andererseits erweisen sich diese Zuwachsstreifenartigen, sichelförmigen Querstreifen bei zahlreichen Pseudoalgen als so beständig und charakteristisch, daß dieselben meiner Ansicht nach unbedingt mit der Entstehungsgeschichte dieser Fossilien in einem ursächlichen Zusammenhange stehen müssen.

Muß mir daher von meinem Standpunkte aus bereits die vorerwähnte sichelförmige Querstreifung als ein Moment erscheinen, das ein sehr ernstes Hindernis für die Identifizierung von *Gyrophyllites* mit *Pleiophysa* bildet, so gibt es noch einen anderen Umstand, der mir diese Vergleichung gänzlich unstatthaft erscheinen läßt, und dies ist die Erhaltungsweise der Gyrophylliten.

Alle bekannten Gyrophylliten stecken senkrecht im Gestein.

Nun wird zwar immer wieder darauf hingewiesen, daß ja Algen am Orte ihres Wachstums allmählich von feinem Sediment umhüllt und so körperlich in das Sediment eingeschlossen werden könnten.

Man könnte auch vom grünen Tische aus meiner Ansicht nach die Möglichkeit eines solchen Vorganges gewiß nicht geradezu in Abrede stellen, aber ich glaube, daß jedermann, der nur einigermaßen Studien am Meeresufer gemacht hat, wird zugeben müssen, daß solche Vorgänge doch nur ganz ausnahmsweise eintreten könnten.

Im vorliegenden Falle handelt es sich aber um keine Ausnahme, sondern um ein typisches Vorkommen. Es sind gegenwärtig eine lange Reihe von Gyrophylliten aus den verschiedensten Formationen bekannt und alle ohne Ausnahme stecken senkrecht im Gestein. Da kann wohl von ausnahmsweisen Möglichkeiten nicht gut die Rede sein und ich glaube, daß jeder Naturforscher, der das Gesetz des Kausalnexus im Auge behält, sich wird sagen müssen, daß hier ein notwendiger Zusammenhang zwischen äußerer Form und Art des Vorkommens vorliegt, der in der Entstehungsweise des Fossils begründet sein muß.

Hiermit aber ist, wie ich glaube, der Vergleichung von *Gyrophyllites* mit *Pleiophysa* oder überhaupt mit den bekannten *Acetabularien* der Boden entzogen.

Nachdem ich auf diese Weise das Wesentliche dessen vorgebracht habe, was ich in Bezug der Arbeiten Lorenz' bemerken zu sollen glaubte, wende ich mich nunmehr der Arbeit von Rothpletz zu.

Rothpletz steht auf einem vollständig anderen Standpunkte als Lorenz.

Er hält von vornherein die Identifizierung der fossilen Fucoiden

mit bestimmten lebenden Algengattungen für aussichtslos und sucht durch eine möglichst genaue chemische und mikroskopische Untersuchung der fossilen Fucoidenkörper die wahre Natur dieser Fossilien festzustellen.

Es muß ohne Zweifel zugestanden werden, daß diese Methode von vornherein als eine wissenschaftlich vollkommen korrekte bezeichnet werden muß und die auf diese Weise gewonnenen Resultate die höchste Beachtung verdienen.

Ich glaube daher auch die von Rothpletz gegebene Darstellung möglichst eingehend besprechen zu sollen und tue dies in der Weise, daß ich mich den von Rothpletz an erster Stelle behandelten Flyschfucoiden zuwende.

Rothpletz glaubt in dem Fucoidenkörper organische Elemente nachweisen zu können, die aus gegliederten und verzweigten Zellfäden sowie aus Spuren eines parenchymatischen Zellgewebes bestehen.

Das parenchymatische Zellgewebe wird von Rothpletz allerdings mehr angenommen, als wirklich direkt nachgewiesen, indem er annimmt, daß die im Chondritenkörper zerstreuten Partikelchen von Eisenoxyd Ausfüllungen von Zellenlumina darstellen; die gegliederten und verzweigten Zellfäden aber werden von ihm direkt abgebildet und man muß nach der Zeichnung wohl zugeben, daß die dargestellten Gebilde Zellfäden ähnlich sind und, soweit man urteilen kann, solche sein könnten.

Sollte sich dies nun wirklich so verhalten, und durch eine Beobachtung Gümbels, der an *Chondrites affinis* ebenfalls Zellfäden beobachtet haben will, erhält diese Angabe noch eine weitere Stütze, so wäre meiner Ansicht nach die pflanzliche Natur der Chondriten so ziemlich sichergestellt.

Aber auch in diesem Falle dürfte man meiner Ansicht nach nicht an freilebende Algen, sondern man müßte an bohrende Pflanzen denken, die nach der Art der Mycelien in das feste Substrat hineinwachsen.

Man könnte hierbei noch an etwas Anderes denken.

Es ist ja bekannt, daß die bohrenden Thallophyten zumeist im kalkigem Substrat bohren und daß sie hierbei den kohlsauren Kalk auflösen.

Stellen wir uns nunmehr vor, daß in einer Bank von festem Kalkmergel das verzweigte Thallom eines Thallophyten sich verbreitet und hierbei den kohlsauren Kalk auflöst, so müßte ja schließlich ein Gebilde entstehen, das im wesentlichen vollkommen einem Flyschfucoiden gleicht. Wir würden dann in der Mergelbank einen pflanzenähnlichen Körper finden, der der Hauptsache nach aus von Zellfäden durchzogenen kalkfreien Silikaten besteht, in dem zugleich die im Mergel zerstreuten Kohlenpartikelchen sich angereichert hätten.

Ich muß gestehen, daß diese Idee außerordentlich verführerisch ist und mich lange Zeit beschäftigte, dennoch aber glaube ich nicht, daß sie sich aufrecht erhalten läßt, und zwar aus dem Grunde, weil die zwischen den Mergelbänken des Flysches liegenden weicheren, schieferigen Zwischenschichten meist aus genau demselben

kalkfreien und kohlenreichen Silikatmaterial bestehen wie die Körper der Fucoïden.

Rothpletz hat diesen Verhältnissen auch seine Aufmerksamkeit zugewendet, gibt aber an, er hätte bei Untersuchungen im Felde die fraglichen Zwischenschichten stets kalkreich, mithin wirkliche Mergel darstellend gefunden, während die Fucoïdenkörper an derselben Örtlichkeit vollkommen kalkfrei gewesen seien.

Es kann mir natürlich nicht beifallen, die so bestimmt gemachten Angaben Rothpletz' in Zweifel ziehen zu wollen und kann ich daher nur konstatieren, daß dieselben im Widerspruche mit meinen eigenen Erfahrungen stehen.

Ich habe sofort nach Lektüre der Rothpletz'schen Arbeit das ganze Material von derartigen Zwischenlagen vorgenommen, welches ich eben zur Hand hatte. Es waren im ganzen neun Proben von sehr verschiedenen Fundpunkten. Von diesen neun Proben verhielten sich acht gegen Salzsäure vollkommen indifferent und ließen nicht die geringste Kohlensäureentwicklung erkennen, ja sie änderten ihr Verhalten auch nicht im mindesten, nachdem ich die Substanz pulverisiert und die Salzsäure erwärmt hatte, genau so wie die entsprechende Substanz der Fucoïdenkörper, mit der sie auch die äußerst zarte pelitische Struktur, den eigentümlichen Fettglanz und in vielen Fällen eine talkartige Beschaffenheit teilten, die bei den Fucoïden so verbreitet ist und auch von Gumbel ausdrücklich hervorgehoben wird.

Die neunte der vorerwähnten Proben, aus einem Bruche bei der ehemaligen Zementfabrik vom Fuße des Leopoldberges an der Straße nach Klosterneuburg stammend, zeigte ein schwaches Brausen. Es war dies ein sehr kohlenreiches, tiefschwarzes Material.

Die Fucoïden im Liegenden dieser Zwischenschichte (es waren ungewöhnlich große und reichverzweigte Exemplare von *Chondrites affinis*, welche die Mergelbank nach allen Richtungen durchzogen), bestanden aber ebenfalls aus diesem tiefschwarzen Material und zeigten dasselbe leichte Brausen wie die darüber liegende Zwischenschichte.

Ich will damit nicht im mindesten in Abrede stellen, daß im Flysch überhaupt Mergelzwischenlagen vorkommen, dies würde der Wirklichkeit durchaus nicht entsprechen. Ich habe selbst im Flyschgebiete genug weiche Mergelzwischenlagen beobachtet, doch fanden sich dieselben zumeist zwischen Sandsteinbänken und nicht zwischen den fucoïdenführenden Mergelkalkbänken.

Übrigens fehlen sie gewiß auch hier nicht ganz und ich erinnere mich speziell eines auch in anderer Beziehung merkwürdigen Falles, den ich einmal in einem Steinbruche am Anfange des Kierlinger Tales bei Klosterneuburg beobachtete.

Hier fanden sich in einer Bank von lichtem Mergelkalk zahlreiche Exemplare eines dicken, scheinbar gegliederten Fucoïden von tiefschwarzer Farbe, während doch zu meinem Erstaunen das unmittelbar Hangende von einem weißlichen Mergel gebildet wurde.

Als ich aber diese weißliche Mergelschichte näher untersuchte, indem ich mit dem Hammer tiefer hineinarbeitete, fand ich, daß dieselbe ganz von unregelmäßig schlierigen Lagen der vorerwähnten schwarzen Substanz durchzogen war und war demnach doch auch hier

die schwarze Substanz der Fucoïden auch in der hangenden Bank vorhanden.

Auch sonst fand ich, daß das kalkfreie Material im Hangenden einer fucoïdenführenden Bank bisweilen nur sehr geringe Mächtigkeit hatte und daher auch leicht übersehen werden konnte.

Die Herkunft und die Bildungsweise dieser sonderbaren kalkfreien Zwischenschichten inmitten von Bänken, die zum größten Teile aus kohlensaurem Kalke bestehen, ist allerdings an und für sich auch wieder eines jener Rätsel, deren der Fytsch noch so viele bietet, und wußte ich für den Augenblick durchaus keine befriedigende Erklärung für die Entstehungsweise derselben zu geben.

Anfangs dachte ich daran, daß hier ein einfacher Auslaugungsprozeß vorliege, indem das auf den Schichtflächen zirkulierende Wasser den kohlen-sauren Kalk, den es im Verlaufe seines Weges antraf, aufgelöst und fortgeführt hätte.

Solche Prozesse finden ja bekanntlich im Kalkgebirge nicht selten statt, aber das Resultat derselben ist stets ein erdig-toniges Residuum, nicht aber eine so eigentümlich, meist ölgrüne fettglänzende Substanz und überdies würde dies auch nicht erklären, warum denn die Fucoïdenkörper aus genau derselben Substanz beständen.

Als ich später die Möglichkeit ins Auge faßte, daß die Fytsch-fucoïden durch bohrende Pflanzen hervorgebracht wurden, die hierbei den Kalkgehalt des Substrats auflösten, schien es mir, daß man dieselbe Erklärungsweise vielleicht auch auf die kalkfreien Zwischenschichten anwenden könnte.

Man könnte sich ja vorstellen, daß ähnliche kalkverzehrende Mycelien auch in den weichen Mergellagen der Oberfläche gewuchert und hier kalkfreie Schichten erzeugt hätten, während dabei ihre Form eben infolge der Weichheit des Materials nicht erhalten blieb.

Dies alles hätte sich zur Not annehmen lassen, wenn man bloß die Verhältnisse des Wienerwaldes ins Auge faßt, wo die in Frage stehenden Zwischenlagen stets nur von untergeordneter Mächtigkeit, ja mitunter von so geringer Entwicklung sind, daß sie leicht übersehen werden können.

Ganz anders gestalten sich freilich die Verhältnisse, wenn man den Fytsch der Apenninen, zum Beispiel jenen der Umgebung von Bologna, Modena usw. in Betracht zieht.

Hier erreichen diese Materialien, die bei uns nur Zwischenschichten von geringer Mächtigkeit bilden, eine Mächtigkeit von mehreren hundert Metern und treten mitunter selbständig gebirgsbildend auf. Es sind dies die berühmtesten „*Argille scagliose*“, der Schrecken aller Ingenieure, die in solchem Terrain eine Straße zu bauen, eine Eisenbahn zu führen oder gar einen Tunnel anzulegen haben.

Es ist dies eine kalkfreie, sich fettig anfühlende, fettglänzende und meist ölgrüne Substanz, die bis ins kleinste hinein von glänzenden Rutschflächen und Harnischen durchzogen, scheinbar durch Druck in kleine linsenförmige Körper aufgelöst ist, die sich aber ihrerseits wieder zwiebelartig abschuppen lassen, wobei immer wieder neue glänzende Flächen zum Vorschein kommen.

In einem solchen Gebirge ist alles wie im Flusse und einen Tunnel in solchem Gebirge anzulegen, ist genau so, als wenn man einen Tunnel in einem Reisbrei anlegen wollte.

In den Massen dieser „*Argille scagliose*“ gleichsam schwimmend, findet man Bänke von Kalkmergel (*Alberese*), die mitunter ganz erfüllt sind von Fucoiden, die aus derselben Substanz bestehen wie die umgebenden *Argille scagliose*.

Die italienischen Geologen bringen diese *Argille scagliose* mit Vorliebe mit vulkanischen und plutonischen Vorgängen in Zusammenhang, sie behaupten, daß sie meist mit Serpentin in Verbindung stehen und durch allmähliche Übergänge mittels Serpentin-schiefer in massigen Serpentin übergehen.

Es muß jedoch betont werden, daß die *Argille scagliose* auch im Flysch des Apennin durchaus nicht immer so vorwaltend ausgebildet sind, sondern daß sie auch hier meist nur Zwischenlagen zwischen den *Alberese*-Bänken bilden, wenn dieselben auch durchschnittlich eine bedeutendere Mächtigkeit zeigen als bei uns.

Rothpletz geht von der Tatsache aus, daß die Zwischenlagen der fucoidenführenden Mergelbänke auch aus kalkigem Mergel bestehen und die kalkfreie Substanz der Fucoidenkörper etwas denselben Eigentümliches sei, und erwächst ihm hieraus naturgemäß die Aufgabe, nachzuweisen, auf welchem Wege diese eigentümliche Versteinerungsweise zustande gekommen. Er meint, daß man sich den Vorgang folgendermaßen vorstellen könne.

Das Gestein ist von Gesteinsfeuchtigkeit durchzogen, welche in demselben langsam zirkuliert und Kieselsäure und kohlen-sauren Kalk in Lösung hält. An jenen Stellen nun, wo dem Mergel Pflanzenkörper eingelagert sind, findet eine fortwährende Entwicklung von Kohlensäure statt, durch welche der Absatz von kohlen-saurem Kalke verhindert wird, während sich Silikate unbehindert bilden können.

Auf diese Weise wurde der ursprüngliche, kohlige Pflanzenkörper in ein kalkfreies Thonerdesilikat verwandelt.

Es möchte mir nun allerdings scheinen, daß man in diesem Falle eigentlich eher eine Verkieselung des Pflanzenkörpers als eine Bildung so komplizierter Silikate hätte erwarten sollen, doch will ich diesem Einwurfe keine größere Bedeutung beilegen. Weitaus bedenklicher ist aber ein anderer Einwurf.

Fossile Pflanzenreste gehören doch zu den häufigsten Vorkommnissen und finden sich solche in allen Weltteilen in den Schiefen und Mergelschichten aller Formationen in ungeheurer Menge. Wie kommt es nun, daß man bei diesen noch niemals jene eigentümlichen Silikate als Versteinerungsmittel gefunden hat, welche bei den Flysch-fucoiden, man möchte fast sagen ausnahmslos, gefunden werden?

Bei allen diesen unzweifelhaften Pflanzenresten findet bei der Fossilisation ein ganz anderer Vorgang statt.

Die Pflanzensubstanz verkohlt in der Regel und bleibt, wenn der Pflanzenteil ein Blatt gewesen, ein zusammenhängendes Kohlenhäutchen zurück, welches je nach Umständen von größerer oder geringerer Dicke ist und an dem man, wie bekannt, noch sehr häufig den

mikroskopischen Bau der Epidermis und der Spaltöffnungen nachweisen kann.

In manchen Fällen ist dieses Häutchen allerdings so dünn, daß es sich nicht mehr selbständig abheben läßt, sondern nur als schwarze Färbung erscheint, und schließlich kommen auch sehr viele Fälle vor, in denen die Pflanzensubstanz vollständig verschwunden ist und das Fossil nur als Abdruck erscheint.

Diese Erhaltungsweise zeigt sich aber nicht nur etwa bei Teilen von Phanerogamen, sondern auch bei allen unzweifelhaften Algen, wie zum Beispiel bei den an manchen Orten in unseren sarmatischen Schichten in so großer Menge vorkommenden *Cystosiren*, bei der auch von Rothpletz unter dem Namen *Siphonothallus taenitatus* aus der oberoligozänen Molasse von Siegsdorf beschriebenen sowie bei zahlreichen anderen Algen, deren Aufzählung hier wohl nicht nötig ist.

In allen diesen Fällen finden wir entweder einfache Verkohlung oder aber einen bloßen Abdruck, niemals aber eine Ersetzung des Pflanzenkörpers durch eine fettglänzende, kalkfreie, von staubfeinen Kohlenpartikelchen durchsetzte tonige Substanz.

Umgekehrt ist aber noch kein Beispiel bekannt, daß man einen Flyschfucoiden in der Form eines zusammenhängenden Kohlenhäutchens aufgefunden hätte und treten dieselben vielmehr fast ausnahmslos in der vorbeschriebenen Form aus einer kalkfreien Tonsubstanz bestehend auf.

Bei solchen Umständen wäre es wohl die Aufgabe Rothpletz' gewesen, nachzuweisen, welches denn die besonderen Umstände gewesen, welche bei den Flyschfucoiden fast ausnahmslos diese ganz einzig dastehende Versteinerungsweise bedingen, welche in anderen Ablagerungen weder bei Phanerogamen noch auch bei wirklichen Algen gefunden wird.

Von einem derartigen Nachweise ist jedoch bei Rothpletz nicht eine Spur zu finden und vermag ich daher auch nicht, der versuchten Erklärung desselben einen ernsteren Wert beizumessen.

Fasse ich weiter ins Auge, daß Rothpletz' Annahme von der stets mergeligen Natur der Zwischenschichten eine ganz sicher irrige ist, daß vielmehr in sehr großer Verbreitung Zwischenschichten vorkommen, welche genau ebenso kalkfrei sind wie die Substanz der Fucoidenkörper und sich überhaupt substantiell gar nicht von denselben unterscheiden, so ist es mir unmöglich, den Ausführungen Rothpletz', soweit dieselben die substantielle Beschaffenheit des Fucoidenkörpers in Betracht ziehen, irgendwelche Beweiskraft zuzugestehen.

So viel, was die Mitteilungen Rothpletz' über die Flyschfucoiden betrifft, und gehe ich nunmehr zur Betrachtung jenes Teiles der Rothpletz'schen Arbeit über, in dem er die sogenannten Fucoiden der bituminösen Schiefer von Boll behandelt.

Hier bietet sich uns nun ein vollständig verschiedenes Bild.

Bestanden die Fucoiden des Flysches aus einer kalkfreien Silikatsubstanz, welche meistens in eine kalkreiche Matrix eingeschlossen

war, so haben wir hier pflanzenähnliche Körper vor uns, die umgekehrt fast nur aus kohlen-saurem Kalk bestehen und in einem dunklen, schwärzlichen, bituminösen Tonschiefer eingeschlossen sind.

In den kalkreichen Flyschbänken heben sich die stets dunkler gefärbten Fucoiden meist scharf von der lichten Matrix ab.

In den nunmehr in Betracht kommenden Vorkommnissen von Boll ist das Verhältnis aber umgekehrt, hier ist die Matrix dunkel, nahezu schwarz, während die Fucoiden lichtgrau oder geradezu weiß sind.

Es ist wohl natürlich, daß Rothpletz, der ein so großes Gewicht auf die chemische Natur dieser Objekte legte, bereits durch diesen Umstand dahin geführt werden mußte, in den Fucoiden der Boller Schiefer etwas ganz anderes zu sehen als in den Flyschfucoiden und schien ihm auch eine mikroskopische Untersuchung dieses Körpers bald den Schlüssel zur Erklärung des Rätsels zu bieten.

Eine mikroskopische Untersuchung der weißen Substanz, aus der die sogenannten Fucoiden der Boller Schiefer bestehen, ergab nämlich, daß dieselben zum weitaus größten Teile aus Kokkolithen bestehen, zwischen denen sich in zweiter Linie Spongiennadeln, Foraminiferen, Diatomeen und eigentümliche braune, bisweilen verzweigte Fasern fanden, die bisweilen einen Zentralkanal erkennen ließen und eine vollständige Übereinstimmung mit den Fasern von Hornschwämmen zu zeigen schienen.

Auf diese Beobachtungen gestützt, hielt sich Rothpletz für berechtigt, diese sogenannten Fucoiden für Hornschwämme zu erklären, welche in ihrem Grundgewebe Kokkolithen, Foraminiferen und Diatomeen einschlossen, wie dies in ähnlicher Weise auch die rezenten Hornschwämme tun sollen.

Den Gehalt von Bitumen, den bereits Maillard in den sogenannten Fucoiden der Boller Schiefer nachgewiesen, führt Rothpletz auf die vorerwähnten Hornfasern zurück.

Ich muß gestehen, daß, sofern sich die Angaben Rothpletz' bestätigen sollten, man auf Grund der von ihm gegebenen Darstellung keine ernstlichen Einwürfe gegen seine Auffassung erheben könnte und möchte ich nur auch hier die Bemerkung machen, daß, falls hier wirklich Hornschwämme vorliegen sollten, dieselben meiner Ansicht nach bohrende gewesen sein müßten.

Es fällt allerdings auf, daß Hornschwämme bisher noch niemals fossil gefunden worden sind, daß es höchst unwahrscheinlich erscheint, daß sich Hornfasern als solche sollten fossil erhalten haben; auch sind Hornschwämme, welche Kokkolithen so massenhaft in ihrem Grundgewebe aufspeichern, meines Wissens nicht bekannt und was schließlich den Bitumengehalt dieser Körper betrifft, so ließe sich derselbe meiner Ansicht nach viel einfacher aus dem Bitumengehalte der Schiefer ableiten; ist dieser in demselben doch so groß, daß die Schiefer zur Petroleum-erzeugung, ja mitunter direkt zur Feuerung benutzt werden und müßte es ja geradezu wundernehmen, wenn keine Spur dieses Bitumens auch in die eingeschlossenen Körper sollte eingesickert sein.

Alles dies wäre jedoch nicht gerade ausschlaggebend, dagegen

gibt es einen anderen Punkt, der mir viel bedenklicher zu sein scheint und der mich einstweilen noch verhindert, mich der Rothpletz'schen Ansicht anzuschließen.

Unter den sogenannten Fucoïden der Boller Schiefer lassen sich der äußeren Beschaffenheit nach zwei Formen unterscheiden: eine glatte und eine gekörnelte; die erstere wurde zumeist als *Fucoides* oder *Chondrites bollensis*, die zweite als *Phymatoderma* oder *Sphaerococcoites crenulatus* beschrieben.

Rothpletz hält beide Formen für Hornschwämme und glaubt von diesem Standpunkte aus der Oberflächenbeschaffenheit keine besondere Bedeutung zuschreiben zu können und faßt beide Typen unter dem Namen *Phymatoderma* zusammen, indem er zugleich diesen Namen nur auf solche Fossilien beschränkt wissen will, die nachweisbar Hornschwämme sind.

Rothpletz spricht von der granulierten Oberfläche des *Phymatoderma crenulatum* als von einem unwesentlichen Merkmale, scheint mir aber hierbei ganz zu übersehen, daß diese sogenannte Körnelung der Oberfläche sich eigentlich nur auf der Oberfläche des eingeschlossenen Körpers findet; untersucht man jedoch nach der Entfernung des Materials, aus dem der Pseudofucoid oder der Hornschwamm gegenwärtig besteht, die Innenfläche des auf diese Weise bloßgelegten Hohlraumes, so findet man hier nicht unbestimmte Abdrücke einer oberflächlichen Granulierung, sondern man findet einen sehr scharf ausgeprägten zelligen oder klein wabenförmigen Bau, der mir ein sehr charakteristisches und typisches Merkmal zu bilden scheint.

Einen ganz genau gleichartigen zelligen Bau findet man aber auch bei *Phymatoderma (Granularia) arcuatum* und habe ich denselben auch in ganz ausgezeichnete Weise in der Sammlung Bosniaskis auf einigen *Spirophyten* gesehen, die in sehr zartem Schlamm eingeschlossen, eine außergewöhnlich gute Erhaltung der zarteren Details erkennen ließen.

Diese zellig-wabige Schicht scheint mir viel zu typisch und charakteristisch zu sein, als daß ich mich entschließen könnte, dieselbe für eine *qualité négligeable* zu halten und von fucoidenähnlichen Fossilien, welche sie in absolut identischer Weise zeigen, die einen zu den Pflanzen, die anderen zu den Spongien zu stellen.

Ich habe *Phymatoderma arcuatum* im Flysch von Rignano bei Florenz in großen Mengen und in ganz ausgezeichnete Erhaltung gesammelt; dasselbe bestand aber keineswegs aus kalkiger Substanz, sondern vielmehr aus genau derselben glänzenden, schwarzgrünen Schmiere wie alle anderen Fucoïden, die hier in so großer Menge und Abwechslung vorkommen.

Ein Hornschwamm, der durch den Abdruck seiner Oberfläche ein ähnliches Maschenwerk erzeugen könnte, ist mir nicht bekannt, dagegen erzeugen allerdings bohrende *Vioen* an der Oberfläche von Kalksteinen mitunter ganz ähnliche Muster, indem dichtgedrängte, unregelmäßig polygonale Zellen entstehen, die durch scharfe, papierdünne Scheidewände getrennt sind. Allerdings sind diese Zellen bedeutend größer als jene der vorerwähnten Fucoïden

Ich möchte hier zur weiteren Unterstützung meines Standpunktes noch einige besondere Fälle anführen.

Rothpletz erwähnt, daß die Flyschfucoiden ausnahmslos eine dunklere Farbe zeigen als das Nebengestein und daß sie niemals kohlen-sauren Kalk in nennenswerter Menge enthalten. Ich habe dieser Angabe bisher nicht widersprochen, weil dies in der Mehrzahl der Fälle tatsächlich zutrifft und dadurch jedenfalls die Regel ausgedrückt wird.

Wirklich ausnahmslos ist dies jedoch durchaus nicht und habe ich an anderem Orte bereits vor längerer Zeit erwähnt, daß im Flysch von Stammersdorf nächst Korneuburg Fucoiden vorkommen, die aus einer weißen, kalkigen Substanz bestehen, die mit Salzsäure lebhaft braust.

Ein anderer Fall ist folgender.

Bei Port Cheri auf Zante, in der Nähe der bekannten Petroleumquelle dieser Insel, stehen in großer Mächtigkeit kompakte, weiße Miozänmergel an, die sich bereits makroskopisch, noch mehr aber unter dem Mikroskop als ein wahrer Globigerinenschlamm erweisen.

In diesem weißen Globigerinenmergel findet sich nun eine Lage, die durch Bitumen dunkelschwarzbraun gefärbt ist und zahlreiche Fischreste enthält.

Zugleich aber sind diese dunklen Schiefer von zierlichen, feinen, reichverzweigten Fucoiden durchzogen, die den Flyschfucoiden sehr ähnlich sind, aber aus einer weißen, kalkartigen Substanz, der Substanz der einschließenden Globigerinenmergel, bestehen.

Wir hätten demnach hier ein vollständiges Analogon zu den Fucoiden der Boller Schiefer, doch glaube ich nicht, daß selbst Rothpletz diese zarten, reichverzweigten Körper für Hornschwämme halten würde.

Ein dritter Fall ist folgender.

In den sogenannten „Zopfplatten“ des braunen Jura sowie in den Angulatensandsteinen Schwabens kommen in großer Menge zierliche, reichverzweigte Fucoiden vor, die genau so pflanzenähnliche Formen zeigen wie die kleineren Flyschfucoiden und der Form nach von denselben kaum zu unterscheiden sind. Diese Fucoiden bestehen aber ausschließlich aus — Quarzsand!

Für was sollte man vom Rothpletz'schen Standpunkte aus nun diese Sandfucoiden halten? Etwa für „Sandschwämme“? Es wäre ja auch dies schließlich nicht gerade unmöglich, aber für den Moment scheint es mir im Zusammenhalt mit allen einschlägigen Tatsachen doch als höchst unwahrscheinlich.

Bemerken möchte ich noch, daß diese „Sandfucoiden“ fast immer, auch wenn sie horizontal liegen, vollkommen stielrunde Ästchen zeigen. Es dürfte dies wohl daher rühren, daß Sand sich eben nicht so leicht zusammendrücken läßt wie ein toniges Material.

Wenn es mir daher vorläufig noch nicht möglich ist, die Rothpletz'schen Anschauungen zu adoptieren und ich mich vorderhand noch genötigt sehe, auf meinem Standpunkte zu verharren, nach welchem ich die Substanz der Boller Fucoiden nicht für autogen, sondern für von außen zugeführt halte, so möchte ich zur

Bekräftigung dieser Anschauung mich schließlich noch auf eine Autorität berufen, die in der vorliegenden Frage gewiß vollkommen unbefangen ist und deren peinliche Genauigkeit und absolute Verlässlichkeit gewiß von niemand in Zweifel gezogen wird: es ist dies Quenstedt.

Quenstedt sagt in seiner „Jura“, pag. 270 und 271, über das Vorkommen der Boller Fucoiden nachstehendes:

„*Algacites granulatus*“. Schlotheim, Nachträge I, pag. 46, beschreibt und bildet sie fälschlich mit gekerbten Rändern ab, was den Grafen Sternberg (Flora der Vorwelt, letztes Heft, pag. 28) zu dem neuen Namen *Sphaerococcites crenulatus* veranlaßte. Alle späteren Schriftsteller, die Monographen (Kurr l. c. pag. 17, Tab. 3, Fig. 1) nicht ausgenommen, folgten diesem Irrtume; auch bildeten sie nicht die Pflanze, sondern den aschgrauen Schlamm ab, welcher ihre hohlen Räume erfüllt. Und doch ist die Beobachtung so leicht! Die Zweige finden sich nämlich noch in den fetten Schiefen unmittelbar über dem Tafelfleims in Unterepsilon und waren so kräftig, daß sie trotz der Kompression doch noch eine ansehnliche Dicke von  $\frac{1}{2}$ —1“ behielten. Die organische Masse ging später verloren und nun setzte sich in die hohlen Räume aschgrauer Schlamm, und zwar derselbe, welcher unmittelbar darüber folgt. Möglicherweise könnte es auch ein Verwitterungsprodukt sein. Diese mürbe, erdige Masse kann man leicht herauswaschen und dann zeigen sich blasenförmige Zellen in überraschender Deutlichkeit und Schärfe. Auf der breiten Seite erkennt man die Zellen am besten, sie bilden im ununterbrochenen Gewebe rundliche Maschen, auf den schmalen sind die Umrisse stark verschoben.

Brongniarts Geschlechtsname *Phymatoderma* im Pariser Museum spielt wahrscheinlich auf diese Eigentümlichkeiten an. Wenn Zweige zufällig quer durch den Schiefer gehen, so zeigen sie einen rundlichen Umriß, auch sieht man es der Verzweigung noch zu bestimmt an, daß sie nicht in einer Ebene lagen. Aus allem würde folgern, daß das Laub nicht breit, sondern rundlich war und nach allen Seiten seine Nebenzweige aussandte. Diese allseitige Verzweigung erschwert das Verfolgen der Äste in hohem Grade, zumal da immer Massen aufeinandergepackt liegen. Die Nebenzweige gehen zwar stets unter scharfen Winkeln ab, aber der eine nicht selten unter dem anderen durch. Zwischen dieser breitblättrigen Spezies liegt stets auch eine schmalblättrige (Fig. 10) zerstreut, die wenige Zoll drüben an Zahl vorherrschender wird. Herr Prof. Kurr (Flora u. Juraf., Tab. 3, Fig. 3) scheint sie unter *Fucoides Bollensis* zu begreifen, sie ist auf der Oberseite glatt, wenigstens kann ich keine Zelleindrücke finden. Indes der echte

*Fucoides Bollensis*, Tab. 39, Fig. 9 (Zieten, Korresp. d. Landw. Ver. 1839, I., pag. 18) nicht hier liegt, sondern in der allerersten Grenzschicht von Oberepsilon, pag. 120. Die schönen Platten von Boll waren in unseren Sammlungen längst bekannt, aber nicht so das scharfe Lager. Endlich fand ich in den Steinbrüchen von Frittlingen das wahre, äußerst dünne Schieferblatt unter der Jurensisbank. Ich teilte die Sache

Hildebrand mit und bald war sie auch bei Boll an dem Fundorte des *Bollensis* aufgedeckt. Jetzt bilden diese zierlichen Abdrücke einen nicht minder sicheren Horizont als der *Granulatus*."

Aus dieser Darstellung geht nun eine äußerst wichtige Tatsache hervor. Jeder, der eine größere Suite der sogenannten Boller Chondriten durchzusehen Gelegenheit hatte, wird wohl dabei die Bemerkung gemacht haben, daß sich unter denselben, was die Erhaltung betrifft, zwei verschiedene Typen unterscheiden lassen. Bei dem einen Typus besteht der Körper des Fucoiden aus einem weichen, aschgrauen Mergel, der abfärbt und sich mit einer Bürste entfernen läßt, bei dem zweiten jedoch aus einem lichten, weißlichen oder gelblichweißen Mergel, der mehr steinige Beschaffenheit besitzt und sich mit der Bürste nicht entfernen läßt.

Wie man nun aus den Angaben Quenstedts entnehmen kann, kommen in den sogenannten „Boller Schiefen“ eigentlich zwei Lagen von Fucoiden vor, von denen die untere an der Basis des Komplexes liegt und namentlich *Phymatoderma granulatum* enthält, während die zweite eine dünne Schichte darstellt, die gewissermaßen die Decke des Schiefers bildet, unmittelbar von den weißlichen Jurensismergeln bedeckt wird und ausschließlich den echten *Chondrites Bollensis* führt.

Wie man nun aus obiger Darstellung weiter erfährt, enthält der tiefere Fucoidenhorizont die weichen, aschgrauen Fucoiden und es scheint mir schon hieraus hervorzugehen, daß die aus weißem, steinigem Mergel bestehenden Fucoiden eben diejenigen der oberen Fucoidenschicht sind. Es scheint mir dies auch dadurch bestätigt zu werden, daß ich immer nur den echten *Chondrites Bollensis* in dieser Erhaltungswiese sah.

Verhält sich dies nun aber wirklich so, so erhält die gesamte Sachlage mit einem Schlage ein vollkommen neues Ansehen.

Quenstedt führt nämlich ausdrücklich an, daß die untere Fucoidenbank (Seegrasschiefer) unmittelbar von einem weichen, aschgrauen Mergel bedeckt wird, der in jeder Beziehung vollkommen mit dem Material übereinstimmt, aus dem die Fucoiden bestehen, und die Identität dieser beiden Substanzen drängte sich ihm so unmittelbar auf, daß er direkt die Ansicht ausspricht, die Fucoiden müßten einmal Hohlräume gewesen sein, die von oben mit dem aschgrauen Material ausgefüllt wurden.

Bei der oberen Fucoidenschichte macht Quenstedt eine gleiche Bemerkung zwar nicht. Wenn man aber bedenkt, daß diese Schichte nur ganz dünn ist und unmittelbar von den Jurensismergeln bedeckt wird, die der Farbe und Konsistenz nach vollständig mit der Substanz der darunterliegenden Fucoiden übereinstimmen, so wird man wohl nicht fehlgehen, wenn man auch hier einen gleichen Zusammenhang annimmt.

Es wäre gewiß von größtem Interesse, wenn Rothpletz diese Sache verfolgen und nicht nur die Fucoidenkörper, sondern auch in gleicher Weise die Substanz der darüberlagernden Mergel untersuchen

würde; ich für meinen Teil bin vollkommen überzeugt, er würde in diesem Falle in dem Mergel dieselben Kokkolithen, Diatomeen, Foraminiferen und Spongiennadeln, ja vielleicht auch sogar dieselben Fasern finden, die er in den Fucoiden nachgewiesen.

Ich glaube hiermit auch dasjenige vorgebracht zu haben, was ich in Bezug auf die Darstellungen Rothpletz' zu bemerken hatte, und da die Ausführungen Gumbels sich in allen wesentlichen Punkten vollständig mit jenen Rothpletz' decken, so erscheint es mir wohl überflüssig, auf dieselben besonders einzugehen.

Ich kann mich daher sofort zur Arbeit Pfaffs wenden.

Die Ansicht Pfaffs ist ganz originell, indem derselbe bei der Entstehung der Fucoiden die Mitwirkung organischer Wesen überhaupt vollständig ausschließt und in denselben sozusagen Eisblumen sieht, wie man solche im Winter bei plötzlich entstandenem Froste sehr häufig im Straßenkot beobachten kann.

Er hat auch zahlreiche hierauf bezügliche Experimente gemacht und die von ihm l. c. in Fig. 3, noch mehr aber in Fig. 4 nach photographischen Aufnahmen gegebenen Abbildungen zeigen allerdings große Ähnlichkeit mit den kleineren Arten der Flyschfucoiden.

Ich kann nicht leugnen, daß diese Anschauung in meinen Augen etwas außerordentlich Bestechendes hat, ja ich will gestehen, daß ich selbst diese Möglichkeit einmal ernstlich erwog.

• Diese Sache kam so.

Im Oktober des Jahres 1881 machte ich einen kleinen Erholungsausflug ins Waldviertel, und zwar in die Gegend von Zwettl, Ottenschlag, Kottes, Mühldorf und Spitz. Bei dieser Gelegenheit hatte ich nun wiederholt Gelegenheit, den Prozeß des Graphitschlemmens anzusehen und war dabei erstaunt, wie sehr die beim Fließen des breiigen Graphits entstehenden Oberflächenformen jenen glichen, die man so häufig auf der Oberfläche von Flyschbänken findet.

Besonders war dies bei einem Werke in der Nähe von Kottes der Fall, das ich eines Abends besuchte. Hier fanden sich auf kleinem Raume vereinigt fast alle die verschiedenen Oberflächenformen, an denen der Flysch so reich ist.

Da waren die eigentümlichen gekröseartigen Windungen, die langgezogenen Fließwülste, die wulstigen Fließränder, die mannigfachen, durch Wälzen hervorgebrachten, mehr weniger zylindrischen Formen, die sogenannten Klauenwülste usw. Ich wurde nicht müde, immer neue Ähnlichkeiten zu entdecken und bedauerte nur, daß ich nicht das ganze Schlemmbecken mit nach Wien nehmen oder dasselbe doch wenigstens photographieren konnte.

Als ich am anderen Morgen wieder zu meinem Graphitflysch ging, um mir die merkwürdigen Oberflächenbildungen noch einmal anzusehen, blieb ich plötzlich wie eingewurzelt stehen und wollte meinen Augen nicht trauen: mein Graphitflysch war von den schönsten Flyschfucoiden erfüllt! Es war über Nacht ein scharfer Frost eingetreten und so hatten sich in dem feuchten Graphitschlamm die prächtigsten Eisblumen gebildet, die namentlich aus einiger Entfernung täuschend Flyschfucoiden glichen.

Wie gesagt, ich beschäftigte mich damals ernstlich mit dem

Gegenstände, indem mir eine Reihe von sonst rätselhaften Punkten von diesem Gesichtspunkte aus eine einfache Lösung zu finden schien.

So würden dadurch namentlich folgende Punkte eine sehr befriedigende Lösung gefunden haben:

a) Daß die Fucoiden immer nur in besonderen Schichten, hier aber meist massenhaft vorkommen;

b) daß die fucoidenführenden Schichten meist sehr arm an anderen Fossilien sind;

c) daß die Fucoiden durch alle Formationen hindurch einander so ähnlich sind;

d) daß von Fucoiden niemals abgerissene Stücke, geknickte, umgebogene oder untereinander verfilzte Äste gefunden werden;

e) daß man noch niemals Fucoiden beobachtet hat, die von Bryozoen, *Spirorbis* oder anderen sitzenden Tieren besiedelt gewesen wären, was doch sowohl bei den lebenden als auch bei den fossilen, wirklichen Algen so häufig vorkommt.

Hierzu kommt aber noch eine weitere Erwägung.

Es ist bekannt, daß von seiten vieler Geologen, vor allem von Renevier und Bosniaski der Flysch als das Ergebnis einer Eiszeit aufgefaßt wird und läßt sich nicht in Abrede stellen, daß von diesem Gesichtspunkte aus viele Eigentümlichkeiten des Flysches eine sehr befriedigende Erklärung finden würden. So würden sich hierdurch namentlich folgende Eigenheiten sehr einfach erklären:

a) Daß der Flysch ausschließlich aus klastischen Sedimenten aufgebaut ist und organogene Kalksteine so gut wie vollkommen fehlen;

b) daß der Flysch allenthalben Massen von exotischen Blöcken enthält, welche bisweilen die Größe selbständiger Berge erreichen, andererseits aber bis zur Erbsengröße hinabsinken können;

c) daß der Flysch fast in allen Schichten, in denen er auftritt, petroleumführend ist;

d) daß im Flysch nur äußerst selten schaltragende Mollusken gefunden werden, während die massenhaft vorkommenden Kriechspuren doch den Beweis von dem Vorhandensein eines reichen tierischen Lebens bieten, das aber höchstwahrscheinlich vorwiegend aus nackten Tieren, zumeist wohl aus Würmern, bestand.

Würde es sich nun nachweisen lassen, daß die Fucoiden durch Gefrieren von nassem Schlamme entstanden, so wäre nicht nur eine neue höchst wichtige Stütze für obige Annahme gefunden, sondern man müßte dieselbe geradezu als erwiesen betrachten.

So verführerisch mir unter solchen Umständen nun auch die vorerwähnte Anschauung von der Natur der Fucoiden erscheinen mußte, so mußte ich mir doch bald gestehen, daß sich dieselbe bei kritischerer Prüfung nicht aufrecht erhalten ließe und schienen mir hierbei besonders nachstehende Punkte ausschlaggebend zu sein:

a) Durch Gefrieren von Wasser, respektive durch Eisblumen konnten allenfalls Formen gebildet werden, welche den kleinen Flyschfucoiden (*Ch. arbuscula*, *Targioni*) ähneln, niemals aber solche, welche dem *Ch. affinis* ähnlich waren, von Formen wie *Taenidium*, *Spirophyton*, *Gyrophyllites* etc. etc. ganz zu schweigen;

b) die durch gefrierenden Schlamm entstehenden Eisblumen können immer nur in der oberflächlichen Schichte, parallel zur Oberfläche entstehen, unmöglich aber senkrecht in das Gestein eindringen, wie dies die Flyschfucoiden doch so häufig tun;

c) die Flyschfucoiden müßten doch bisweilen Äste zeigen, die nadelförmig spitz ausliefen, was bekanntlich niemals der Fall ist.

Unter solchen Umständen mußte ich meine Idee wohl bald wieder aufgeben und als ich nach Wien zurückkehrte, fand ich (ein seltenes Spiel des Zufalles) auf meinem Tische die bekannte Arbeit Nathorsts über verzweigte Kriechspuren, die meinen Gedanken sofort eine neue Richtung gab.

Jetzt nach 20 Jahren taucht mit einemmal durch die Arbeit Pfaffs die Idee von der Entstehung der Fucoiden durch Gefrieren wieder auf und man wird mir wohl glauben, daß ich diese Arbeit mit dem größten Interesse zur Hand nahm, um zu sehen, ob der Verfasser zur Begründung seiner Ansicht nicht doch mir neue Tatsachen oder Gesichtspunkte vorbringen werde.

Leider muß ich bekennen, daß dies nicht der Fall war und die Bedenken, die mich seinerzeit zum Aufgeben dieser Idee nötigten, durch die neue Arbeit Pfaffs durchaus nicht behoben wurden.

Pfaff faßt am Schlusse seiner Auseinandersetzungen diejenigen Punkte zusammen, welche seiner Ansicht nach zur Stütze seiner Anschauung dienen sollen, aber ich muß gestehen, daß die wesentlichsten derselben meinen Erfahrungen nach unrichtig sind, ja daß in den meisten Fällen die Verhältnisse geradezu umgekehrt liegen.

Ich will nur folgende Punkte anführen:

„1. Die Lagerung der Chondriten ist im Gestein meist annähernd horizontal, das heißt den Schichtflächen parallel.“

Dies ist nur sehr bedingungsweise richtig. In schiefriegen Lagen liegen die Fucoiden allerdings meist flach, in den festen Kalkmergelbänken schweben sie dagegen fast ausnahmslos körperlich im Gestein. Bei den großen Arten (*Ch. affinis*, *Taenidium Fischeri*) kommt sehr häufig der Fall vor, daß eine Hauptachse senkrecht in das Gestein eindringt und von ihr aus horizontal verlaufende Nebenäste ausgehen.

„2. Andernfalls ist ihre Verzweigung ebenso häufig nach oben als nach unten gerichtet.“

Dies ist meiner Erfahrung nach entschieden unrichtig, sie sind vielmehr fast ausnahmslos nach abwärts gerichtet.

„3. Das unverwitterte Muttergestein hat fast genau die Farbe der Chondriten.“

Dies würde an und für sich nicht viel zu sagen haben, verhält sich aber in Wirklichkeit doch etwas anders. An frisch gebrochenen, noch von der Beugfeuchtigkeit durchtränkten Stücken ist allerdings der Farbenunterschied zwischen Gestein und Fucoiden bisweilen sehr gering, es genügt aber, das Stück an der Sonne trocknen zu lassen,

um den Farbenunterschied sofort auffallend hervortreten zu sehen. Das Gestein wird ganz licht, oft fast weiß, der Chondrit schwärzlich.

„4. Die Farbe der Chondriten entsteht teils durch Absorption des Lichtes, teils ist sie bedingt vom Eisengehalt.“

Durch den Eisengehalt ist wohl wahrscheinlich die ölgrüne Farbe der Chondriten erzeugt, die schwärzliche rührt aber doch wohl von den eingestreuten Kohlenpartikelchen her.

„5. Der Chondrit enthält nicht mehr Kohle als das Nebengestein.“

Dies ist, was die Chondriten in den Mergelbänken betrifft, entschieden unrichtig. Wo Chondriten in den dunkeln Zwischenlagen vorkommen, mag es zutreffen.

Die Punkte 6—10 scheinen mir ganz unwesentlich zu sein.

Punkt 11 und 12 gibt nur die Ansicht des Verfassers wieder.

Ich möchte nun zum Schlusse noch etwas ausführlicher einen Punkt besprechen, der mir von größter Wichtigkeit zu sein scheint, in den vorerwähnten Arbeiten aber nur so nebenher und vorübergehend berührt wird, und dies ist die Stellung der Fucoiden im Gestein.

Ich habe seit langer Zeit und bei den verschiedensten Gelegenheiten immer wieder auf den merkwürdigen Umstand hingewiesen, daß die Fucoiden fast ausnahmslos verkehrt im Gestein stecken.

Die Chondriten verhalten sich wie Wurzeln und bei Spirophyten und Verwandte ist die spiral gerollte Spreite nach unten geöffnet.

Es ist dies nicht nur ein wichtiger Punkt, sondern ich betrachte diese Eigentümlichkeit geradezu als einen Kardinalpunkt der ganzen Frage, als den wichtigsten Stützpunkt meiner Auffassung.

Die meisten Autoren und so auch die Autoren der vorbesprochenen Arbeiten gleiten über diesen Punkt, wie es scheint, geflissentlich hinweg.

Sie meinen, in der Flyschformation sei infolge der vielfachen Störungen das ursprünglich Liegende und Hangende schwer zu bestimmen, ja wenn ich mich nicht irre, scheinen sie geradezu der Ansicht zu sein, ich hätte mir diese Angabe in der Flyschformation willkürlich zusammengestellt.

Dies wäre allerdings ein großer Irrtum.

Um eine sichere Entscheidung zu treffen, was an einer Bank oben und was unten sei, dafür gibt es heutzutage in sehr vielen Fällen ganz sichere Kennzeichen, und zwar sind dieselben keineswegs im Flysch festgestellt worden, in dem es wirklich meist kaum möglich ist, von vornherein aus den Lagerungsverhältnissen allein zu bestimmen, was oben und was unten ist, sondern es wurden diese Kennzeichen auf ganz anderen Gebieten, in ganz anderen Formationen gewonnen, wo bei ganz regelmäßiger Schichtfolge ein Zweifel über oben und unten überhaupt gar nicht entstehen konnte.

Den ersten Anlaß, sich mit dieser Frage überhaupt zu beschäftigen, dürfte die Auffindung der bekannten Chéirotheriumfährten im Buntsandstein geboten haben.

Man fand hier auf der Oberfläche von Sandsteinplatten offenbare Tierfährten, doch waren dieselben nicht vertieft, wie ursprünglich Fährten naturgemäß sein müssen, sondern erhaben und überdies waren die Platten mit erhabenen Leisten bedeckt, die unregelmäßig polygonale Felder umgrenzten.

Hier war es nun klar, daß man unmöglich die ursprüngliche Fährte, sondern nur einen Abguß derselben vor sich haben konnte und konnten sich derartige erhabene Fährten demnach nur auf der Unterseite der Sandsteinbänke finden, was auch tatsächlich ausnahmslos zutraf. Die vorerwähnten Leisten wurden auch ganz richtig als Ausfüllungen von Trockenrissen erkannt.

Später kam nun Nathorst mit seiner epochemachenden Arbeit über die Kriechspuren von Meerestieren, in der er nachwies, daß auch Meerestiere vertiefte Spuren im Boden erzeugen, welche durch darübergelagertes Material abgeformt werden können und dann auf der unteren Fläche der Hangendbank als erhabene Reliefs erscheinen.

An diese schloß sich Saportas bekannte Arbeit über die „Fossilisation en demi-relief“ und schließlich wurde in weiterer Folge die Frage in zahlreichen anderen Arbeiten berührt, unter denen ich nur diejenige Wähners über das Vorkommen der Ammoniten von Adnet auf der unteren Fläche der Mergelbänke als besonders wichtig hervorheben will<sup>1)</sup>.

Nachdem nun im Flysch außer den Fucoiden und Fließwülsten in ungeheurer Menge Kriechspuren sowie auch Körper vorkommen, die augenscheinlich organische Körper im Zustande der „Fossilisation en demi-relief“ (Graphoglypten) darstellen, so hatte man wohl eine sichere Basis gefunden, um die obere Fläche von der unteren unterscheiden zu können, und dies war auch die Basis, von der ich bei meinen Studien ausging.

Was die oft erwähnten „Fließwülste“ betrifft, so war ich von vornherein eigentlich überzeugt, daß dieselben auf der oberen Fläche der Bänke vorkommen müßten, wie dies ja auch aus den vorerwähnten Beobachtungen an den Graphitschlemmwerken hervorzugehen scheint, und war ich nicht wenig überrascht, im Verlaufe der Untersuchungen zu finden, daß in Wirklichkeit das Gegenteil stattfindet und die Fließwülste inklusive jener gerollten und mit klauenartigen Gebilden versehenen Oberflächenformen, die einmal sogar als Schildkrötenfährten gedeutet wurden, sich tatsächlich regelmäßig an der unteren Fläche der Bänke finden.

Ich habe es versucht, diese Tatsache experimentell zu behandeln, will aber gern gestehen, daß sie mir noch immer viel Rätselhaftes zu haben scheint; doch kann ich an ihrer Richtigkeit nicht zweifeln.

<sup>1)</sup> Zahlreiche Bemerkungen über das Vorkommen von Fossilien auf der unteren Seite der Gesteinsbänke findet man auch in: Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Stuttgart, 1883.

Von allen diesen Erfahrungen ausgehend und in erster Linie auf die zahllosen Fährten des Flysches gestützt, habe ich nun die Lage der Chondriten im Flysch zu bestimmen gesucht und habe dabei gefunden, daß dieselbe fast ausnahmslos eine umgekehrte sei.

Wenn daher Lorenz im Steinbruche von Bergheim an Professor Fugger die, wie er selbst bemerkt, etwas „skeptische“ Frage richtete, ob in der Umgebung von Salzburg das Auftreten der Fließwülste an der unteren Fläche der Mergelbänke auch an solchen Orten konstatiert wurde, wo über die Lagerungsverhältnisse des Flysches kein Zweifel sein könnte, so hat Lorenz mit dieser Frage nur bewiesen, daß er mit dem fraglichen Gegenstande nicht im entferntesten vertraut war.

Da wir aber schon einmal von Bergheim und Professor Fugger sprechen, so sei es mir gestattet, auch eines Erlebnisses zu gedenken, das ich vor Jahren an dem genannten Orte hatte.

Im Jahre 1896 machte ich eine größere Reise durch Nord- und Mittelitalien, die Schweiz und Süddeutschland, wobei ich mich namentlich in Bologna, Florenz, Pisa, San Guiliano, Genua, Luzern, Zürich, Tübingen und München aufhielt, um die Fucoiden und Hieroglyphen dieser Sammlungen zu studieren.

Auf der Rückreise machte ich noch kurze Zeit in Salzburg Station, wo man damals gerade mit der Aufsammlung der Fucoiden von Muntigl und Bergheim begonnen hatte.

Ich machte bei dieser Gelegenheit auch in Gesellschaft Professor Fuggers einen Ausflug nach Bergheim und Muntigl, wobei wir die Frage der Fucoiden natürlich eifrig besprachen. Da ich nun zu bemerken glaubte, daß Professor Fugger rücksichtlich der verkehrten Stellung der Fucoiden im Gesteine einige Zweifel hege, machte ich ihm den Vorschlag, er möge, ohne daß ich ihm zusehe, Gesteinsstücke mit Fucoiden vom anstehenden Gesteine los schlagen und an denselben eine beliebige, natürlich nur ihm selbst verständliche Marke anbringen, durch welche die ursprüngliche Lage im Gestein festgelegt sei, wobei ich mich anheischig machte, diese Lage aus der bloßen Betrachtung des Stückes anzugeben.

Professor Fugger ging auf diese Probe ein und nachdem wir dieselbe mehrmals, ich glaube vier- oder fünfmal, wiederholt hatten, stellte sich heraus, daß meine Angaben stets das Richtige getroffen.

Daß wir die umgestürzte Lage der Flyschschichten an diesen Lokalitäten hierbei in Betracht zogen, braucht wohl kaum ausdrücklich erwähnt zu werden.

Um aber nicht nur immer von mir selbst und dem Flysch zu sprechen, möchte ich zum Schlusse noch das Zeugnis eines andern Forschers anrufen, der auf ganz anderem Terrain arbeitete, und zwar ist dies Dr. E. Zimmermann.

Zimmermann, dessen außerordentliche Genauigkeit und kritische Gewissenhaftigkeit bekannt ist, hat als Geologe der Preussischen geologischen Landesanstalt durch mehrere Jahre geologische Aufnahmen im Frankenwalde gemacht. Der größte Teil seines Aufnahmeterrains wurde hier durch Dachschiefer gebildet, die teils der Devonformation und teils dem Kulm angehören und in zahlreichen großen

Schieferbrüchen ausgezeichnet aufgeschlossen sind, von denen die bekannten gewaltigen Schieferbrüche von Lehesten einen Weltruf genießen.

Die devonischen Schiefer dieses Gebietes enthalten in großer Menge sogenannte Nereiten, während die Kulmschiefer durch das häufige Vorkommen von *Chondrites Göpperti* und vor allem durch die geradezu wunderbare *Dictyodora Liebeana Zimm.* ausgezeichnet sind.

Die benannten Schiefer zeigen eine sehr gestörte Lagerung und sind namentlich in eine Reihe teilweise überschobener Falten gelegt, deren glückliche Entwirrung ein glänzendes Zeugnis von Zimmermanns Genauigkeit, Geduld und Scharfsinn bildet.

Zimmermann war bei diesen Studien natürlich geradezu darauf angewiesen, sich in jedem Augenblick darüber Rechenschaft zu geben, was oben und was unten sei, ob er eine normale oder eine verkehrte Schichtenfolge vor sich habe, und müssen daher alle seine Angaben, die er in dieser Richtung macht, einen besonderen Grad von Authentizität besitzen<sup>1)</sup>.

Zimmermann hat nun auch der Lage des *Chondrites Göpperti* seine Aufmerksamkeit zugewandt und das Resultat seiner Studien gipfelt darin, daß dieser so häufig vorkommende, reich verzweigte Fucoid regelmäßig verkehrt im Gesteine steckt und die Schiefer nach Art einer Wurzel von oben nach unten durchdringt.

Dieselbe verkehrte Lagerung zeigt aber auch ausnahmslos die merkwürdige *Dictyodora*, indem deren scheinbarer Anheftungspunkt stets nach oben liegt, die seit disant trichterförmige Öffnung der sich allmählich verbreiternden Spirale aber ausnahmslos nach abwärts gerichtet ist<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Ich habe im Sommer des Jahres 1896 das Glück gehabt, durch vier Tage unter Führung Dr. Zimmermanns die Schieferbrüche in der Umgebung von Lehesten studieren zu können und hatte hierbei reichlich Gelegenheit, mich von der geradezu penibeln Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit zu überzeugen, mit der Zimmermann alle seine Arbeiten durchführt, so daß seine Angaben unbedingtes Vertrauen verdienen.

<sup>2)</sup> Zimmermanns *Dictyodora Liebeana* und ihre Beziehungen zu *Vexillum*, *Palaeochorda marina* und *Crossopodia Henrici* (Jahrb. der Gesellsch. von Freunden der Naturwissensch. in Gera, 33.—35. Jahresber.). Zimmermann drückt sich in dieser Arbeit folgendermaßen aus:

„Sehr wunderbar jedoch ist selbst für mich die folgende Beobachtung an dem gewöhnlichen Begleiter der *Dictyodora*, nämlich dem, einem zierlichen Sträuchlein von 1—4 cm Höhe gleichenden *Chondrites Göpperti*. Dieser steht auch fast stets rechtwinklig zu den Schichtflächen (sehr selten ist er umgefallen und auf den Schichtflächen liegend zu finden) und wenn dann gleich mehrere Individuen nebeneinander auf demselben Gesteinsstück stehen, so richten sie alle in gleicher Orientierung den als Hauptstämmchen zu deutenden Teil nach der einen, die Verzweigungen nach der anderen entgegengesetzten Seite. Man möchte nun auch hier (von vornherein) vermuten, daß das Hauptstämmchen nach unten gerichtet gewesen sei, meine Beobachtungen aber am Austehenden und in gleichen Gesteinsstücken mit *Dictyodora* belehrten mich, daß das Hauptstämmchen in gleicher Weise wie die *Dictyodora*-Kegelspitze nach dem Hangenden gerichtet ist, die Zweiglein aber ähnlich einer zerfaserten Wurzel nach unten! Nun — die *Dictyodora* ist eben mit fast allen ihren Begleitern ein an Merkwürdigkeiten, Überraschungen und Problemen reicher Körper, zu dessen völliger Erkenntnis noch mancherlei Untersuchungen und Beobachtungen nötig sind!“

Unter solchen Umständen glaube ich, daß in Zukunft Forscher, die sich mit dieser Frage zu beschäftigen beabsichtigen, sich werden entschließen müssen, diesem Punkte ihre volle Aufmerksamkeit zuzuwenden, auch wenn sich diese Frage im Museum an Handstücken allein nicht entscheiden läßt, und daß jede Erklärung, welche diesen Punkt nicht berücksichtigt oder mit demselben in Widerspruch steht, von vornherein als unzureichend betrachtet werden muß.

Allerdings möchte ich hierbei auch zugleich bemerken, daß eine wirklich wissenschaftliche Lösung des Problems nicht damit gefunden werden kann, daß man angibt, was unter besonderen Umständen allenfalls vorkommen könne und was man sich allenfalls vorstellen könne; es muß vielmehr zwischen der zu erklärenden Erscheinung und der zur Erklärung angenommenen Ursache ein notwendiger Zusammenhang bestehen, kraft dessen die erstere mit Notwendigkeit aus der zweiten folgt; ist dies nicht der Fall, so ist das Vorgebrachte überhaupt keine wissenschaftliche Erklärung.

Wien, 28. Oktober 1904.

