N. Jb. Geol. Paläont. Abh.	118	2	177—181	Stuttgart, September 1963

Pilze in oberjurassischen Ammoniten-Schalen

Von

Otto H. Schindewolf, Tübingen

Mit Tafel 16

Gewisse Dinge, die einmal beobachtet und damit in den Bereich der Aufmerksamkeit gerückt worden sind, treten einem bisweilen danach immer wieder entgegen. So erging es mir mit dem Vorkommen von Pilzmyzelen in Ammoniten-Schalen, über das ich kürzlich (1962) berichtet habe. Die damaligen Beobachtungen bezogen sich auf einen Lias-Ammoniten, dessen Schale völlig von einem dichten Pilzgeflecht durchsetzt ist. Es wurde dabei bereits angedeutet, daß ein derartiger Pilzbefall von Ammoniten-Schalen auch sonst verbreitet sein dürfte.

Kurz nach der damaligen Bekanntgabe fand ich besonders schöne Beispiele der gleichen Erscheinung an verschiedenen Ammoniten des Oberjuras: bei *Virgatites* aus der Unteren Wolga-Stufe, bei *Craspedites* bzw. *Kachpurites* aus der Oberen Wolga-Stufe Zentral-Rußlands. Es handelt sich da um die gleichen recht- bis spitzwinklig verzweigten Schläuche, die teils in ± dichten Geflechten parallel der Schalenfläche angeordnet sind, teils als Rasen die Schale quer durchsetzen.

Der Durchmesser der Hyphen liegt zwischen 0,01 und 0,03 mm, andere erreichen eine Dicke von 0,05—0,07 mm. Diese dickeren Schläuche treten jedoch hier stärker zurück als bei dem früher beschriebenen Falle. Die Erhaltungsweise ist dieselbe wie dort: die Wände der zylindrischen oder flach zusammengefallenen Röhren bestehen aus Pyrit bzw. Limonit. Sie heben sich dadurch scharf von der weißen Schalensubstanz ab und lassen sich mit verdünnten Säuren leicht aus ihr herausätzen.

Für derartige verzweigte Schläuche, die in ein festes Substrat eingebohrt sind und aller Wahrscheinlichkeit nach von Pilzen herrühren, habe ich den Sammelnamen *Mycelites* Roux übernommen. Die speziell in der Ammoniten-Schale beobachtete Form wurde zur praktischen Handhabung als *Mycelites conchifragus* bezeichnet. Die neuen Funde sind dem gleichen Typus zuzuordnen, womit nicht behauptet werden soll, daß notwendigerweise die gleiche Art im streng botanischen Sinne vorliegen muß.

Es mag an sich unnötig erscheinen, noch einmal auf diese Dinge zurückzukommen. Doch bin ich in der Lage, hier ein paar Abbildungen nachzutragen, die mir für die Deutung des Thallophyten wichtig zu sein scheinen. Die eine von ihnen (Taf. 16, Fig. 1) zeigt in geringer Vergrößerung die leicht angeätzte Septalfläche eines *Craspedites*, die völlig von dem Pilzgeflecht durchsetzt ist. Die größte Dichte liegt am Außenrande, von dem aus offensichtlich die Besiedlung erfolgt ist. Einige der kurzen Seitenzweige sind terminal leicht verdickt (Sporangien?). Zwei oder mehrere der Schläuche schmiegen sich bisweilen zu parallelem Verlaufe dicht aneinander an, wie es auch früher schon als häufige Erscheinung beschrieben wurde.

Eine andere Abbildung (Taf. 16, Fig. 2) veranschaulicht ein Pilzmyzel, das aus der Dorsalwand der konkaven Windungszone herausgeätzt wurde. Da diese innere Schalenwand und ebenso die Septen, die gleichermaßen eine dichte Besiedlung durch den Thallophyten aufweisen, völlig vom Licht abgeschlossen sind, kann hier keine Photosynthese stattgefunden haben. Daraus folgerte ich seinerzeit, daß der Schalen-Schmarotzer ein Pilz sein muß und daß Algen nicht in Betracht kommen.

Durch dieses Vorkommen der Bohrgänge in inneren, verdeckten Schalenteilen werden ferner mit Sicherheit auch Stolonen ctenostomer Bryozoen ausgeschlossen, an die man etwa der Form nach denken könnte. Dagegen spricht weiterhin, daß unsere Röhrchen nicht ausschließlich an die obere Schalenlage gebunden sind und daß Bruchnarben für die Anheftung der Zooecien fehlen.

In den Schalen von *Virgatites* wurden die gleichen teils flächenhaft ausgebreiteten Myzele, teils pfeilerartig aufgerichteten Hyphen beobachtet (Taf. 16, Fig. 4). Von besonderem Interesse sind einige angeätzte Schalen-Bruchstücke aus der berippten Gehäuse-Region. Die Rippen treten da vielfach als schmale Leisten hervor, die ganz aus verknäuelten Pilzfäden bestehen (Taf. 16, Fig. 5). Das dichte Geflecht hat die ursprüngliche Schale nahezu vollständig zerstört und ersetzt. Dabei beschränkt der Pilzbefall sich vollständig auf das Schalen-Innere; die Schalen-Oberfläche ist völlig intakt und läßt nicht das mindeste davon erkennen, daß das Innere gänzlich von dem Pilz durchwuchert und zerfressen ist.

Nach meiner Überzeugung hat der Pilz die Schalen zu Lebzeiten der Ammoniten und nicht erst postmortal besiedelt. Einige dafür sprechende Argumente, die allerdings zugegebenermaßen nicht zwingend sind, hatte ich früher angeführt. Vor allem der Umstand, daß der Pilz sich schon in frühen Jugendstadien der befallenen Ammoniten findet, scheint mir einen Hinweis dafür zu bieten, daß diese bereits infiziert waren und daß Schale und Pilz dann etwa pari passu miteinander gewachsen sind. Das dürfte wahrscheinlicher sein als die Annahme, der Pilz sei erst nach dem Tode des Ammoniten in die Schale der Wohnkammer eingedrungen und von da aus die ganze Spirale bis zu den jüngsten Windungen zurückgewandert.

Vielleicht läßt sich auch noch eine andere Überlegung ins Feld führen: Der Pilz ernährte sich offensichtlich von den Eiweiß-Substanzen des Conchiolins. Wenn Eiweiß, wie es hier in der Schale der Ammoniten der Fall ist, aus dem Stoffwechsel des Tieres ausgeschieden ist, verliert es seinen Wassergehalt, es trocknet aus. Man darf wohl annehmen, daß das jeweils frisch ausgeschiedene Conchiolin dem Pilz eine geeignetere Nahrungsgrundlage bot als das veränderte Eiweiß der etwa erst später befallenen Jugendwindungen oder gar des gesamten portmortal besiedelten Gehäuses.

*

Im Anschluß an meine frühere Arbeit kann hier noch einige zusätzliche Literatur besprochen werden. Marine Pilze sind neuerdings in so großer Zahl bekannt geworden, daß T. W. Johnson & F. K. Sparrow (1961) ihnen jüngst eine handbuchartige Darstellung widmeten. Für uns sind natürlich nur die kalkliebenden, in Schalen bohrenden Formen von Interesse.

L. Bonar (1936) beschrieb einen in Schnecken-Schalen und Balanen-Panzern auftretenden rezenten Bohrorganismus, dessen Myzelnetz, von der grubig, schwammartig zerfressenen Oberfläche ausgehend, die äußere Lage der Schalensubstanz nahezu vollständig erfüllt. Bonar nannte die Form *Didymella conchae* und hielt sie für einen Ascomyceten. Wie Johnson & Sparrow (1961, S. 553) berichteten, soll *Didymella conchae* nach R. Santesson nur die Pilzkomponente der weltweit verbreiteten marinen Flechte *Arthopyrenia sublitoralis* (Leight.) sein. Möglicherweise aber seien bei dieser Form Alge und Pilz auch nur fakultative Symbionten.

Pilze, die in den Schalen von Foraminiferen, Mollusken, Ostracoden und den Spiculae von Kalkschwämmen bohren, wurden von C. L. Porter & G. Zebrowski (1937) und G. Zebrowski (1937) beschrieben. Das Material stammt aus Süd-Victoria (Australien) und ist unbekannten geologischen Alters (Kambrium—Holozän!). Die meisten der Formen werden für Phycomyceten gehalten, einige weitere mögen zu den Cladochytriaceae, andere vielleicht auch zu den Myxomyceten gehören. Eine baumförmig verzweigte Art, *Arborella Kohli* Zebrowski (1937, Taf. 27, Fig. 8), hat eine entfernte äußerliche Ähnlichkeit mit unserem Ammoniten-Pilz. Sie ist jedoch weniger stark verzweigt als unsere Form und mit zahlreichen großen Sporangien besetzt. Die Hyphen haben einen Durchmesser von nur 1,6 μ, sind also erheblich dünner.

Johnson & Sparrow (1961, S. 546) reihen die von Zebrowski beschriebenen Formen unter einer Sammelrubrik „Fossil Fungi" ein und meinen, daß manche von ihnen zu den Rhizidiaceae, also wiederum zu einer anderen Gruppe, zu stellen seien. Da nach Porter & Zebrowski Thallus und Sporen mancher ihrer Formen grünlich gefärbt sein sollen, handelt es sich wahrscheinlich doch wohl nicht um fossile, sondern um rezente Pilze. Wir erwähnen diese Dinge, um damit zu zeigen, wie schwierig die exakte Bestim-

mung selbst lebender Pilze ist. Die systematische Deutung fossiler Pilze mit ihren geringen morphologischen Anhalten und ohne Möglichkeit, die Fortpflanzungs-Verhältnisse aufzuhellen, muß demgegenüber als ganz hoffnungslos gelten.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit unseren Pilzfäden weisen die Pilze auf, die D. ELLIS (1905) als *Phycomycites Frodinghamii* aus dem oolithischen Eisenstein des Unterlias von Lincolnshire beschrieben hat. F. BENDER (1951) wies die gleiche Form und zwei weitere von ihm als neu beschriebene Arten in einem Eisenoolith-Horizont des württembergischen Unterlias nach. Ob diese Aufteilung in mehrere Arten berechtigt ist, kann vielleicht bezweifelt werden. Andererseits ist es nicht ausgeschlossen, daß sich unter dem Sammelnamen *Mycelites conchifragus* verschiedene botanische Arten verbergen, die sich indes nicht trennen lassen. Das stratigraphische Vorkommen von *Phycomycites* entspricht etwa dem unseres ersten Fundes von *Mycelites conchifragus* im Unterlias (Sinemur.). Eine Identifizierung der beiderlei Pilze ist jedoch nicht möglich, da die Fäden von *Phycomycites* nur etwa $^1/_{10}$ der Dicke unseres *Mycelites* aufweisen.

Ganz neuerdings hat F. BACHMAYER (1962) Pilzhyphen aus Harz-Einschlüssen des niederösterreichischen Flysches beschrieben und als Vertreter der Dematiaceae gedeutet. Diese Form ist zweifellos terrestrisch, doch gibt es unter den Dematiaceae auch marine Pilze. Die verzweigten Hyphen der alttertiären Art sind den unsrigen nicht unähnlich, aber kleiner. Eine Identität oder auch nur nähere Verwandtschaft dürfte nicht bestehen, da die im Harz eingebettete Form kein Kalkschmarotzer ist.

Literatur

BACHMAYER, F.: Fossile Pilzhyphen im Flyschharz des Steinbruches im Höbersbachtal bei Gablitz in Niederösterreich. — Ann. naturhist. Mus. Wien, **65**, 47—49, 1 Taf., Wien 1962.

BENDER, F.: Fossile Pilze aus einem Eisenoolithhorizont des Lias α in Württemberg. — Palaeontographica, (B) **91**, 152—159, 1 Abb., Taf. 22—24, Stuttgart 1951.

BONAR, L.: An unusual ascomycete in the shells of marine animals. — Univ. Calif. Publ. Bot., **19**, 187—192, 1 Abb., Taf. 22, Berkeley 1936.

ELLIS, D.: On the Jurassic fossil fungus, *Phycomycites Frondinghamii* (ELLIS). — Geol. Mag., n. S. (6) **4**, 102—108, 1 Abb., Taf. 7, London 1917.

JOHNSON, T. W. & SPARROW, F. K.: Fungi in oceans and estuaries. — XXII + 668 S., 7 Abb., 17 Taf., Weinheim (Cramer) 1961.

PORTER, C. L. & ZEBROWSKY, G.: Lime-loving molds from Australian sands. — Mycologia, **29**, 252—257, 1 Abb., New York 1937.

SCHINDEWOLF, O. H.: Parasitäre Thallophyten in Ammoniten-Schalen. — Paläont. Z., H. SCHMIDT-Festband, 206—215, 1 Abb., Taf. 21—23, Stuttgart 1962.

ZEBROWSKI, G.: New genera of Cladochytriaceae. — Ann. Missouri bot. Garden, **23**, 553—564, Taf. 27, St. Louis 1937.

Tafelerklärung

Tafel 16

Fig. 1—3. *Mycelites conchifragus* SCHDWF. in der Schalensubstanz von *Craspedites* cf. *okensis* (D'ORB.). Obere Wolga-Stufe, Moskau. Orig. Geol. Inst. Tübingen Pl/Ce 1249/1.

1. Septalfläche, leicht angeätzt. 5×.
2. Schale aus der konkaven Innenzone der Windung, stark geätzt. 20×.
3. Pilzhyphen aus der aufgelösten Außenschale. Oberhalb des Myzels sind im oberen Teil des Bildes senkrecht zur Schalenfläche stehende Pilzschläuche vorhanden, teils abgebrochen und als helle Flecken sichtbar, teils als unversehrte Pfeiler aufragend, aber in dieser Ansicht von oben schwer erkennbar. 30×.

Fig. 4—5. *Mycelites conchifragus* SCHDWF. in der Schalensubstanz von *Virgatites virgatus* (v. B.). Untere Wolga-Stufe, Moskau. Orig. Geol. Inst. Tübingen Pl/Ce 1249/2.

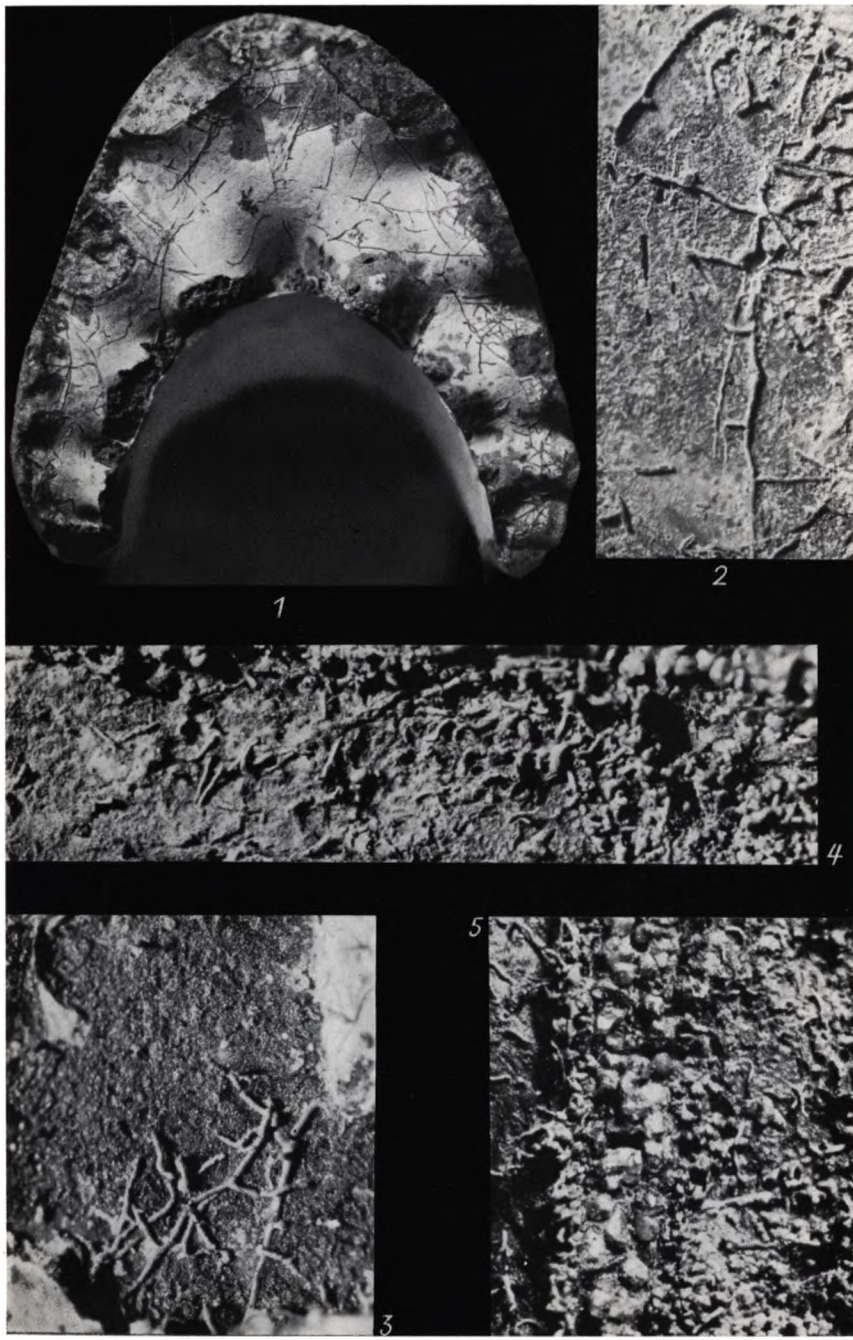
4. Lamelle der Außenschale, stark geätzt. 30×.
5. Lamelle der berippten Außenschale, stark geätzt. Die Rippe nahe dem linken Bildrande ragt als schmale Leiste hervor, die fast ausschließlich aus verknäuelten Pilzfäden besteht. 30×.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 20. Dezember 1962.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. O. H. SCHINDEWOLF, Geol.-Paläont. Institut d. Universität,
74 Tübingen, Sigwartstr. 10.

Nachtrag

Da die Beschäftigung mit schalenbohrenden Thallophyten außerhalb meiner eigentlichen Arbeitsgebiete liegt und ich daher die einschlägige Literatur nicht systematisch verfolgt habe, ist mir leider eine Veröffentlichung entgangen, die sich nahe mit unserem Thema berührt. Herr Koll. W. WETZEL, Kiel, machte mich freundlicherweise darauf aufmerksam, daß er in seiner Abhandlung „Untersuchung eines großen Jurafindlinges von besonderem sedimentologischen und paläobiologischen Interesse" (Palaeontographica, (A) **105**, 1954, S. 159—160, Taf. 23, Fig. 13, 14) ebenfalls bereits über bohrende Pilze in Ammoniten-Schalen berichtet hat. Diese von mir übersehene Angabe sei hier nachgetragen. Zu irgendwelchen sachlichen oder nomenklatorischen Änderungen bietet sie keinen Anlaß; denn die Bohrgänge der von WETZEL als *Mycelites ammoniticus* bezeichneten Pilzform sind gestaltlich abweichend und um mindestens ein Zehnfaches dünner als die unsrigen, mithin sicher artverschieden.



O. H. Schindewolf: Pilze in oberjurassischen Ammoniten-Schalen.