©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Das Flyschproblem im Lichte der Pollenanalyse

Von
Elise HOFMANN

Mit 48 Abbildungen

(Eingelangt am 2. August 1948)

Der Flysch, Petrographie und Entstehung

Eine Zone von Sandsteinen und mergeligen Schiefern bildet in verschiedener Breite den Außenrand des Alpen—Karpathen-Bogens. Dieses als Flysch bezeichnete Gestein ist den Kalkalpen im Norden in ihrem ganzen Verlauf vorgelagert.

Aus solchem Material von bankigem, mit kleinsten Glimmerschüppchen durchsetztem Sandstein und einem schieferigen Kalkmergel, sowie blättrigem roten Tonschiefer baut sich ein in seinem ganzen Verlauf morphologisch ziemlich einheitliches Mittelgebirge mit infolge der leichten Verwitterung sanft gerundeten Bergformen und steil eingeschnittenen Tälern auf. Der Laubwald bedeckt Bergrücken und Hänge.

Der Mangel an Petrefakten und ihrer eindeutigen Bestimmung schließt eine weitgehende Unterteilung des Flysches aus. Er gliedert sich nach heutigen Erkenntnissen in einen der Oberkreide und einen dem Alttertiär (Eozän) angehörigen Anteil. Zu ersterem gehören Sandsteine und Mergel mit reichlichen, als „Fukoiden" bezeichneten Resten, die zum Teil pflanzlicher Natur sind, zum Teil nach O. ABEL Kriechspuren und Bohrgänge verschiedener kleiner Würmer (Anneliden) darstellen. Aber auch Ammoniten wie *Acanthoceras mantelli* finden sich vereinzelt im Flysch von Muntigl, ferner konnte auch ein Zahn des Haifisches *Ptychodus* festgestellt werden, sowie Korallen und Foraminiferen. Das Leitfossil des Oberkreideflysches ist die Bivalvengattung *Inoceramus*. Daneben finden sich kleinste, schüppchenförmige inkohlte Pflanzenreste (Häcksel), auch Kohlenschmitze und vereinzelt Reste von fossilem Harz, dem Schraufit.

Der dem Eozän zugehörige Sandstein ist reich an Hieroglyphen, die als Kriechspuren von Mollusken, Anneliden und Krebsen, als Laichschnüre und Fraßreste etc. gedeutet wurden oder als Fließwülste oder als Spuren des Wellenschlages (ripple markes) anzusehen wären.

Die Gesteine der der Oberkreide angehörenden Flyschzone und deren Petrefakten deuten auf die Entstehung aus einer Flachsee. Somit gilt dieser Flysch als eine marine Bildung der Uferregion des mitteleuropäischen Kreidemeeres, das nach Süden bis an das Kalkalpengebirge reichte. In diese Flachsee wurden von den Strömen des nördlichen Festlandes große Mengen von Sand und Schlamm getragen, in welchem

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Würmer und Schnecken kriechend oder wühlend ihre Spuren hinterlassen konnten.

O. ABEL, der in Florida und in Westindien die Mangrovesümpfe an verschiedenen Stellen, sowie die im Bereiche der Gezeitenzone wachsenden Mangrovearten, insbesondere *Rhizophora Mangle,* zu untersuchen Gelegenheit hatte, neigte der Auffassung zu, daß der ganze Erscheinungskomplex des Flysches die Entstehung aus einem Mangrovesumpf vermuten läßt.

Einer Anregung O. ABELs folgend, entschloß ich mich, an das Flyschproblem aus dem Gesichtspunkte der Paläobotanik heranzutreten. Meine langjährig betriebene Kutikularanalyse und deren eindeutige Resultate bei Bestimmung von Funden, die sich auf dem Wege der Untersuchung dieser widerstandsfähigen Kutikulen ergeben haben, legte den Gedanken nahe, nach den ebenso resistenten Pollen zu suchen und mich bei der Untersuchung des Flysches der Methode der Pollenanalyse zu bedienen.

Eine in Muntigl von mir vorgenommene Aufsammlung bot mir reichliches Material, um vorerst dieses Fundgebiet zu behandeln. Muntigl bei Salzburg, liegt an der elektrischen Bahn, die von Salzburg nach Bergheim bei Maria Plain führt. Es sind dort nicht weit von der Salzach noch einige kleinere Aufschlüsse, im Auwald versteckt, frei zugänglich. Der Flysch von Muntigl, hellgrau, sehr feinkörnig und ohne sichtbare gröbere pflanzliche Einschlüsse, wie solche sonst im Flysch häufig vorkommen, erwies sich nach meinen Untersuchungen relativ reich an Pollen und Gewebsresten. Der Muntigler Flysch gehört der Oberkreide an.

Methode der Untersuchung

Der Flysch muß für die pollenanalytische Untersuchung erst aufgeschlossen werden.

Dazu eignet sich am besten die Salpetersäure-Methode, wie sie THIERGART (1940) 8 für die Braunkohle angibt.

Ein Stückchen Flysch wird zu diesem Zwecke mit dem Hammer zerkleinert und dann mit 60%iger Salpetersäure übergossen. Es tritt lebhafte Entwicklung nitroser Gase ein, die durch Zugießen von Wasser etwas gehemmt werden kann. Die Dauer der Salpetersäureeinwirkung beträgt 24 Stunden. Während dieser Zeit zerfällt das Gestein und bildet mit der Flüssigkeit eine schlammartige Masse. Durch Übergießen dieses Schlammes mit 7%iger Kalilauge entsteht Kaliumnitrat (KNO_3), welches durch Auswaschen entfernt wird.

Das so vorbehandelte Material wird nun auf die Zentrifugengläschen aufgeteilt und mit der fünffachen Menge von THOULETscher Flüssigkeit von dem spez. Gew. 2,21—2,23 übergossen. Nun wird durch 5—7 Minuten zentrifugiert, bis der mittlere Teil der Flüssigkeit im Zen-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

trifugengläschen völlig klar geworden ist. Die Mineralteilchen setzen sich am Boden des Zentrifugengläschens ab, die leichteren organischen Teilchen schwimmen oben. Dieser schwimmende organische Anteil wird nun vorsichtig in ein Glas abgegossen, der verbliebene mineralische Anteil (Bodensatz) aufgerührt, wieder mit THOULETscher Flüssigkeit übergossen und zentrifugiert, was abermals 5—7 Minuten in Anspruch nimmt. Die schwimmenden organischen Reste werden in das erwähnte Glas gebracht und der verbliebene Bodensatz neuerlich mit THOULETscher Flüssigkeit versetzt und wieder zweimal zentrifugiert. Die dabei neuerdings gewonnenen organischen Reste werden den anderen im Glase zugesetzt, mit dem doppelten Volumen destillierten Wassers vermischt, in dem die Pollen untersinken. Der so gewonnene organische Anteil wird nun durchzentrifugiert, dann vorsichtig mit der Pipette dem Zentrifugengläschen entnommen, in Glyzerin untersucht, und ausgezählt.

Die Behandlung des Gesteinsmateriales mit der schweren THOULETschen Flüssigkeit zwecks Trennung der Gesteinsteilchen und der organischen Reste wurde von W. P. GRITSCHUK (1937) ausgearbeitet, eine Methode, welche die Verfasserin bei ihren Flyschuntersuchungen erfolgreich angewendet hat.

Die THOULETsche Flüssigkeit ist Kaliumquecksilberjodid vom spez. Gewicht 3,17—3,22. Sie muß zwecks obiger Untersuchung mit Wasser auf 2,21—2,23 spez. Gewicht verdünnt werden. Dies geschieht am einfachsten mit den Glaswürfelchen zur Bestimmung des spez. Gewichtes nach LINCK. Man gießt der THOULETschen Flüssigkeit vorsichtig tropfenweise Wasser zu, bis der Würfel von dem spez. Gewicht 2,23 in dem Flüssigkeitsgemische schwebt.

Auf anderem Wege zu günstigem Resultate zu gelangen, erwies sich als erfolglos, so die Pulverisierung des Flysches, da in solchem Falle die Pollen zerstört werden, ebenso auch die Verwendung anderer Flüssigkeiten wie Glyzerin, Alkohol, Salzlösung, Zuckerlösung, da die Unterschiede in den spez. Gewichten dieser Flüssigkeiten gegenüber dem zu untersuchenden Material viel zu gering sind, um zu einem Erfolge führen zu können. Das Arbeiten mit THOULETscher Flüssigkeit erfordert eine Zentrifuge mit elektrischem Antrieb, welche in der Minute 2500 Touren macht.

Bemerken möchte ich noch, daß es sehr zweckmäßig ist, die Flyschproben vor der Behandlung mit Salpetersäure unter fließendem Wasser abzuspülen, um dadurch etwaige auf dem Flysch liegende rezente Pollen zu entfernen.

Ergebnis meiner Untersuchung über das Flyschvorkommen in Muntigl bei Salzburg

1. Pollen

Nach meinen Untersuchungen finden sich im Flysch von Muntigl hauptsächlich Dreieckspollen, die unter sich wieder feine Unterschiede

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

aufweisen. Dies, sowie auch die Tatsache, daß der Flyschpollen durch Jahrmillionen hindurch dem Fossilisationsprozeß ausgesetzt war und daher gewisse Deformationen erlitten hat, legte mir in diesem Falle ganz besonders die Notwendigkeit auf, die fossilen Pollenkörner mit allen jenen rezenten Arten zu vergleichen, die in dem einen oder anderen Belange Ähnlichkeit aufweisen. Nur durch diesen Vorgang erschien es mir möglich, die fossilen Formen mit einem reichen Vergleichsmaterial rezenter Arten zu identifizieren. Es wird daher bei meinen Ausführungen das untersuchte rezente Pollenmaterial immer wieder für Vergleichszwecke herangezogen.

Im Flysch von Muntigl finden sich unter den Dreieckspollen solche mit je einer Pore an den Ecken, an denen die Exine etwas verdickt erscheint. Das Innere des Kornes ist kreisförmig, die Seiten sind in der Mitte nach außen schwach vorgewölbt. Die Porenränder sind glatt und gegen das Innere des Kornes gerade verlaufend (Abb. 1). Die Größe des Kornes beträgt etwa 30 Mikren.

Um diesen sehr charakteristischen Pollen auf seine Gattungszugehörigkeit bestimmen zu können, sei nun eine Reihe ähnlich beschaffener Pollenarten zum Vergleich herangezogen.

Als erstes Vergleichsobjekt diene uns der aus dem Paleozän von Hannover stammende, in der Mikropaläontologie THIERGARTs (1940) Taf. XII, Abb. 16, 19 und 20 abgebildete *Pollenites Pompeckij* R. POT., der in seiner Dreiecksform Ähnlichkeit mit dem fossilen Pollen von Muntigl aufweist. Doch sind bei *Pollenites Pompeckij* R. POT. die Poren so stark entwickelt und hervortretend, daß sich zwischen je zwei Poren zum Unterschiede von dem fossilen Pollen aus Muntigl eine förmliche Bucht ergibt, wodurch dieser Typus trotz seiner sonstigen Ähnlichkeit doch von dem fossilen Pollen aus Muntigl abweicht. Auch ist *Pollenites Pompeckij* R. POT., der etwa 35 Mikren im Durchmesser mißt, größer als der Pollen von Muntigl.

Ziehen wir weiters zum Vergleich Pollenformen rezenter Pflanzen heran, so ergibt sich entfernte Ähnlichkeit des in Rede stehenden fossilen Muntigler Pollens mit dem Pollen der rezenten *Nyssa silvatica* (Abb. 1 a) insoferne, als letzterer auch dreiporig ist. Doch sind dessen Seiten kaum als vorgewölbt zu bezeichnen und keinesfalls in der Weise ausgebildet wie bei dem fossilen Pollen. Der Pollen der rezenten *Nyssa silvatica* mißt in der Dreieckshöhe 43 Mikren, ist also bedeutend größer als der fossile Pollen. Durch Liegen in Glyzerin wird die Form des Pollenkornes etwas mehr kugelig, die Seiten mehr vorgewölbt (Abb. 1 a, rechts). Die Porenenden sind einfach, nicht gegabelt. *Nyssa multiflora* besitzt gleichfalls einen dreiporigen Pollen, doch von etwas mehr kugeliger Form. Abb. 1 b zeigt die normalen Formen, welche bei der rezenten *Nyssa multiflora* vorkommen, sowie rechts in der Abb. 1 b die verquollene Form. Etwas größer als diese beiden Arten sind die

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Pollenkörner der rezenten *Nyssa capitata*, auch von Dreiecksform und mit fast völlig gerade gestreckten Seiten (Abb. 1 c). Die Poren zeigen einfache Ränder, die Dreieckshöhe eines Kornes mißt 46 Mikren. Deformiert nimmt auch dieser Pollen Kugelform an, wobei die Poren kaum merkbar sind (Abb. 1 c, rechts). Allen drei Arten von *Nyssa* aber fehlt das abgegrenzte Areal in der Mitte, wie es der fossile Pollen zeigt. *Nyssa*-Arten kommen daher für eine Identifizierung mit dem fossilen Pollen nicht in Betracht.

Auch THIERGART (1940) Taf. II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI bildet einige Pollenkörner vom *Nyssa*-Typus aus den verschiedenen Stufen des Tertiärs ab, doch sind diese entweder kugelig und von unserem Typus völlig abweichend oder dreieckig, aber von anderer Form als die fossilen Pollen von Muntigl oder auch durch Druckeinwirkungen dreilappig. Der Vergleich dieser Abbildungen mit den fossilen Pollenkörnern von Muntigl lehrt ebenfalls, daß die *Nyssa*-Arten nicht mit dem fossilen Pollen identisch sind.

Erklärung der Abbildungen 1 bis 17 (auf Seite 85):

Die angegebenen Vergrößerungszahlen beziehen sich auf die mit dem Zeichenapparat angefertigten Originalbilder, die für die Veröffentlichung auf etwa zwei Drittel verkleinert wurden. — „*" in den Pollenabbildungen bedeutet deformierte Körner.

Abb. 1: Pollen vom Typus *Rhizophora mucronata*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 1 a: *Nyssa silvatica*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 1 b: *Nyssa multiflora*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 1 c: *Nyssa capitata*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 1 d: *Eucalyptus megalophloia*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 1 e: *Engelhardtia Colebrookiana*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 1 f: *Rhizophora mucronata*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 1 g: *Rhizophora Mangle*, gefächertes Endothecium mit Pollenmassulae, (bei „M"), rezent, vgr. 114. — Abb. 1 h: Teil eines solchen Massulae, rezent, vgr. 746. — Abb. 1 i: *Rhizophora Mangle*, Muntigl, fossil, Pollenmassulae mit einigen angedeuteten Körnern, vgr. 114, Pollen daraus, vgr. 746. — Abb. 1 j: Pollen vom Typus *Rhizophora mucronata*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 2: *Pollenites salisburgensis* n. sp., Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 2 a: *Pollenites Abelii* n. sp., Muntigl, fossil, vgr. 746 und 114. — Abb. 3: Pollen vom Typus *Pterocarya*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 4: Pollen vom Typus *Avicennia nitida*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 4 a: *Avicennia nitida*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 5 a: *Xylocarpus moluccensis*, Pollen rezent, vgr. 746. — Abb. 5 b: Pollen vom Typus *Xylocarpus moluccensis*, Muntigl, fossil, Pollengruppe, vgr. 746. — Abb. 6: Spore vom Typus *Lycopodium*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 7: Spore mit Flügelkranz, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 8: Spore vom Typus *Lycopodium*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 9: Spore vom Typus *Platycerium*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 10: Spore von *Platycerium* sp., rezent, vgr. 746. — Abb. 11: Spore? Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 12: Stachelpollen, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 13: Stachelpollen, Muntigl, vgr. 746. — Abb. 14: Stachelpollen, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 14 a: Pollen von *Nymphaea alba*, rezent, vgr. 746. — Abb. 15: Pollen von *Acacia paradoxa*, rezent, vgr. 746. — Abb. 16: Pollen von *Inga bigemina* = *Pithecolobium*, rezent, vgr. 746. — Abb. 16 a: Pollenmassulae, Muntigl, fossil, vgr. 114. — Abb. 17: Pollen und Pollengruppe von *Pandanus furcatus*, rezent, vgr. 746.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

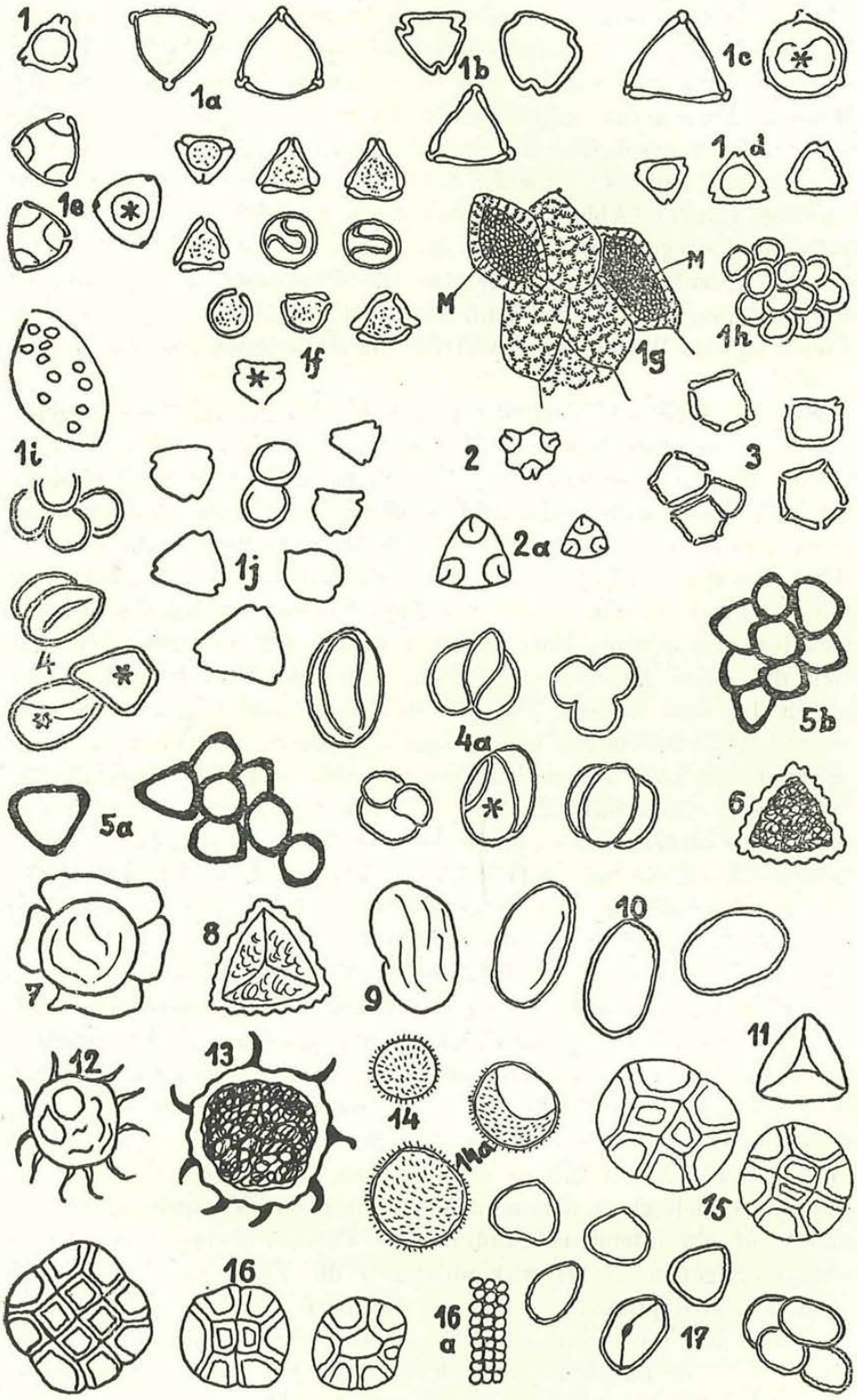

Abb. 1—17 (Erklärung vgl. gegenüberliegende Textseite).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ähnlichkeit im Bau hat ferner noch Pollen von rezenten *Eucalyptus*-Arten, wie *Eucalyptus megalophloia* mit dreiporigem Pollen und einfach gestalteten Porenrändern. Die Dreieckshöhe dieser Pollen beträgt 20 Mikren. *Eucalyptus megalophloia* besitzt eine sehr dickwandige Exine. Die Poren erscheinen als zarte Einschnitte, gerade verlaufend an den Ecken des Kornes. Schwach deformiert entstehen unregelmäßige, zart wellige Ränder (Abb. 1 d, rechts). Doch sind die Seiten des Pollendreiecks nicht vorgewölbt, wie dies der fossile Pollen zeigt. Es kommen daher auch *Eucalyptus*-Arten für eine Identifizierung mit dem fossilen Muntigler Pollen nicht in Betracht. Auch die Abbildungen von *Eucalyptus*-Pollen in dem Werke von ZANDER (1935) weichen von der fossilen Form ab.

Der bei THIERGART (1940) Taf. XII, Abb. 22, 24, 25, 26 abgebildete Pollen von *Eucalyptus*-ähnlichen Typen aus dem Paleozän zeigt wohl mit unserem fossilen Pollen ähnliche Formen, doch sind die Wände nicht nur gerade verlaufend, sondern sogar schwach nach innen gebogen, was bei dem fossilen Pollen aus Muntigl nicht vorkommt.

Eine dem fossilen Pollen ähnliche Form weist auch noch die rezente *Engelhardtia* auf. So zeigt Pollen von *Engelhardtia Colebrookiana* LDL. Dreiecksform mit je einer Pore an den Ecken. Die Poren haben einfache Ränder, die Exine ist nicht sehr dick, daher die Porenlinie keine so lange wie bei dem fossilen Pollen. Die Poren sind gegen das Innere mit einer halbkreisförmigen Linie bogig abgegrenzt, die Seiten des Kornes gleichmäßig nach außen vorgewölbt (Abb. 1 e). Die Dreieckshöhe des rezenten Pollens mißt 27 Mikren. Doch hat auch der Pollen von *Engelhardtia Colebrookiana* nur die Dreiecksform mit dem fossilen Pollen gemein. Auch die bei THIERGART (1940) Taf. V, VI, VII, VIII, IX, X, XI abgebildeten Formen von *Engelhardtia* aus dem Tertiär stimmen mit dem Bild des fossilen Pollens aus Muntigl nicht überein.

Pollen von rezenten *Betula*-Arten ist ebenfalls dem fossilen Pollen aus Muntigl ähnlich, doch haben die Poren von *Betula*-Pollen nach BERTSCH (1942) Taf. II und S. 64 einen gespaltenen „schlangenähnlichen" Rand. Der fossile Pollen von Muntigl aber entbehrt eines solchen Randes, weshalb auch *Betula* für eine Identifizierung ausscheidet. Die Abbildungen von fossilem *Betula*-Pollen bei THIERGART (1940) Taf. III, VI, VII, IX, X, XI führen zu ähnlichen Ergebnissen.

Es war naheliegend, schon in Verfolgung der Vermutung ABELs nunmehr auf ein intensives Studium des Pollens rezenter Mangrovepflanzen einzugehen. Dabei war nicht nur die Form des Pollens der rezenten Mangrovepflanzen genau zu beachten, sondern auch dessen Deformation, die er während der Präparation erleidet. Auch BERTSCH (1942) 60 weist darauf hin, daß sich während der Präparation Deformationen von Pollen ergeben, die mit einer Formveränderung während der Fossilisation übereinstimmen können. Auf dieses Moment habe ich bei meinen Untersuchungen stets besonderes Augenmerk gelegt.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Unter den Mangrovepflanzen besitzt *Rhizophora mucronata* einen typischen Dreieckspollen mit ziemlich dickwandiger Exine. Die Poren sind an den Ecken deutlich sichtbar, das Innere des Kornes ist bei den normalen, d. h. nicht deformierten Körnern, kreisförmig abgegrenzt (Abb. 1 f). Durch Deformation treten die Keimporen sehr stark hervor, die Seiten werden sanft nach außen vorgewölbt wie bei dem Fossil. Die Poren haben einlippige Wände, also keinen „Schlangenrachen" und erscheinen etwas keulenförmig verdickt. Das Innere des Kornes ist fein granuliert. Durch Deformation wird der rezente Pollen von *Rhizophora mucronata* dem fossilen von Muntigl überaus ähnlich. Dies erscheint mir im Hinblick auf die Fossilisationsvorgänge, die der fossile Pollen zweifellos durchgemacht hat, sehr bemerkenswert. Das Endprodukt der Fossilisation ähnelt dem Endprodukt der Deformation bei rezentem Pollen, die ich hervorgerufen hatte durch Liegen in Glyzerin, besonders durch sehr vorsichtiges gelindes Erwärmen in diesem Einschluß, oder auch durch Behandeln in konzentrierter Schwefelsäure oder Kochen in Kalilauge: BERTSCH (1942) 60.

Vergleicht man nun den fossilen Pollen von Muntigl (Abb. 1 und 1 j) mit dem rezenten von *Rhizophora mucronata* (Abb. 1 f), so läßt sich zwischen den beiden Formen weitgehende Ähnlichkeit feststellen. Bei Deformationen des rezenten Pollens treten, wie erwähnt, die Keimporen besonders deutlich hervor, und die Seitenwände wölben sich nach außen. Bei sehr stark deformierten rezenten Körnern erscheint nur mehr die Dreiecksform erhalten und die Keimporen bloß angedeutet, wie aus Abb. 1 f hervorgeht. Solche Pollenkörner kommen auch fossil in Muntigl vor. Manchmal werden die rezenten Körner durch Deformation ganz unregelmäßig geformt, wobei die Keimporen nur mehr schwach als unregelmäßige Einschnitte angedeutet sind (Abb. 1 f unten).

Es finden sich bei dem fossilen Pollen aus Muntigl als auch bei dem rezenten Vergleichsmaterial von *Rhizophora mucronata* genau dieselben Stadien der Deformation von den die Dreiecksform und die vorgequollenen Poren zeigenden Exemplaren bis herab zu jenen, die nur mehr die Dreiecksform mit den Poren als Einschnitte erkennen lassen (Abb. 1 j). Auch aus der deformierten Gestalt der Pollen ist noch immer die Dreiecksform mit den Poren zu rekonstruieren. Bei den stark deformierten rezenten und fossilen Körnern verschwindet auch die kreisförmige Abgrenzung des Innenareales.

Formen wie sie Abb. 1 und 1 j zeigen, finden sich häufig in dem fossilen Material von Muntigl. Ihr quantitatives Auftreten muß das Pollendiagramm feststellen, das erst auf Grund systematisch entnommener Proben aus den Flyschaufschlüssen erarbeitet werden kann, was bei dieser Vorarbeit noch nicht durchgeführt werden konnte.

Jedenfalls aber kann das Vorkommen von Pollen nach dem Typus *Rhizophora mucronata* im Flysch von Muntigl als gesichert angesehen werden.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Rhizophora mucronata aus der Familie der *Rhizophoraceae*, Reihe der *Myrtales*, ist eine Pflanze der Mangrove und heute an den Küsten des Indischen Ozeans von Afrika bis Australien beheimatet.

Da sich nun nach meinen Untersuchungen im Flysch von Muntigl fossiler Pollen von Typus *Rhizophora mucronata* fand, wurde ich dadurch angeregt, auch nach der Leitpflanze der amerikanischen Mangrove, nach *Rhizophora Mangle* zu suchen.

Zu diesem Zwecke untersuchte ich rezenten Pollen von *Rhizophora Mangle*. Dieser tritt nicht in einzelnen Körnern auf, sondern bildet Pollenpakete (Massulae) von ovaler Gestalt, die in dazupassenden Grübchen des Endotheciums eingebettet sind. Die einzelnen Grübchen sind blasig aufgetrieben. Die Massulae nehmen genau den Umriß und die Form des Hohlraumes an (Abb. 1 g), sie zeigen demnach mehr oder weniger ovale oder auch fünfeckige bis sechseckige Gestalt. Nach Entfernen der Massulae ist die Faserschichte des Endotheciums mit ihren Zellen zu sehen (Abb. 1 g).

Mazeriert man die Massulae, so hängen immer mehrere Pollenkörner zusammen und flachen sich gegenseitig zur Vielecksform ab, ähnlich wie dies bei Hoftüpfeln der Fall ist. Die einzelnen Pollenkörner scheinen auch dreiporig zu sein wie bei *Rhizophora mucronata*, doch kleiner und dünnwandiger. Ob die einzelnen Körner von *Rhizophora Mangle* Keimporen aufweisen, läßt sich aus dem mir vorliegenden Herbarmaterial nicht mehr mit Sicherheit feststellen. Man müßte zu diesem Zwecke ganz frisches Material untersuchen können.

Gestützt auf die Ergebnisse dieser Untersuchung am rezenten Pollen von *Rhizophora Mangle* wurde mir nun die in Abb. 1 i wiedergegebene Form aus dem Flysch von Muntigl klar. Es sind solche ovale Gebilde nichts anderes als fossile Massulae. Sie sind von unregelmäßiger Gestalt und lassen nur einige wenige Körner erkennen. Die übrigen sind verquollen, sodaß nur mehr die Umgrenzung der einstigen Massulae sichtbar ist. Einzelne zusammenhängende Körner sind noch deutlich erhalten und weisen eine dickwandige Exine auf (Abb. 1 i, unten). Auch in dem fossilen Endothecium, das als ovaler Sack erscheint, sind noch einige Körner angedeutet (Abb. 1 i, oben).

Demnach ergeben sich Anhaltspunkte für das Vorkommen von Pollen vom Typus *Rhizophora Mangle* im Flysch von Muntigl. *Rhizophora Mangle* ist heute eine Pflanze der amerikanischen Mangrove.

Außer den Massulae von *Rhizophora Mangle* finden sich im Muntigler Flysch in manchen Präparaten auch noch solche, welche aus länglich schmalen bis dreieckigen Pollenkörnern gebildet werden und kleinere Gruppen darstellen (Abb. 5 b). Ähnliche Massulae von kleineren Gruppen bildet der Pollen der rezenten Art *Xylocarpus moluccensis* (Abb. 5 a), dessen einzelne Körner rundlich bis dreieckig sind und im letzteren Fall verstärkte Ecken aufweisen, Merkmale, die auch der fossile Pollen zeigt. Solche Massulae kommen in den Flyschproben von Muntigl

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

öfters vor. Bei der rezenten Blüte von *Xylocarpus moluccensis* liegen die Pollenkörner fast in reihenartiger Anordnung, was aber bei diesen fossilen Resten nicht oder nicht mehr sichtbar ist. Die einzelnen rezenten Körner sind 33 Mikren lang und 25 Mikren breit.

Xylocarpus gehört zur Familie der *Meliaceae*, Reihe der *Terebinthales*, und ist heute eine Mangrovepflanze aus den Tropen der Alten Welt. Durch das eben erwähnte Pollenvorkommen ist diese Mangrovepflanze fossil in der Oberkreide von Muntigl nachgewiesen.

In einem anderen Präparat aus dem Flysch von Muntigl fand sich nun ein Pollenpaket, das in Abb. 16 a wiedergegeben ist. Es erinnert an die reihenartig angeordneten Pollenkörner von *Xylocarpus moluccensis*, da sich auch bei dem Fossil solche Reihung der Körner zeigt. Ob tatsächlich Pollen dieser Pflanzenart vorliegt, müßten erst besser erhaltene fossile Reste beweisen.

Das Studium der Massulae von rezenter *Rhizophora Mangle* führte mich auch zur Untersuchung derer von *Acacia paradoxa* und *Inga bigemina* (Abb. 15 und 16). Die Massulae sind bei den beiden Arten von sehr regelmäßigem Bau mit zwei oder vier zentral gelagerten Körnern, selten auch mit nur einem zentralen Korn. Um diese zentralen Körner lagern sich die anderen sehr dickwandigen Körner geschlossen an, sodaß sehr charakteristische Pollenpakete regelmäßiger Art entstehen. Solche paketartige Massulae wie sie *Acacia paradoxa* und auch *Inga bigemina* zeigen, konnte ich unter dem fossilen Pollen von Muntigl nicht auffinden.

Bei *Acacia paradoxa* liegen zumeist 8 Körner zu einem Paket vereint beisammen, welches 47 Mikren Breite und 53 Mikren Länge zeigt. Bei *Inga bigemina* = *Pithecolobium* mißt ein kleines Paket 43 Mikren im Durchmesser, ein größeres mit meist 8 Pollenkörnern 55 Mikren. Noch größere Pakete, meist von ovaler Form, zeigen 83 Mikren Durchmesser.

Leicht zusammenhängende Gruppen von Pollenkörnern finden sich auch bei den rezenten Arten *Pandanus furcatus* und *Pandanus utilis*. Diese Pollengruppen bestehen aus wenigen, zumeist runden bis ovalen, oder auch unregelmäßig gestalteten Körnern (Abb. 17 und 18). Bei *Pandanus furcatus* beträgt die Größe der Körner 23—33 Mikren im Durchmesser, bei *Pandanus utilis* etwa 32—33 Mikren. An den einzelnen rezenten Körnern sind drei bis vier Keimporen sichtbar. Bei *Pandanus furcatus* sind die Pollenkörner noch unregelmäßiger als bei *Pandanus utilis*. Es liegt nahe, daß unter den fossilen Pollengruppen aus Muntigl auch solche einer zur Mangrove gehörenden *Pandanus*-Art vorkommen.

Das Vorkommen von Rhizophoraceen im Flysch von Muntigl bestimmte mich, bei meinen weiteren Untersuchungen nach Mangrovepflanzen zu suchen, ihre Pollentypen und das Vorkommen von Massulae bei ihnen sowohl wie auch bei anderen Pflanzenarten eingehend zu studieren und das Ergebnis meiner Untersuchungen an dem rezenten Vergleichsmaterial in dieser Vorarbeit zu publizieren, um dann

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

bei meinen weiteren Veröffentlichungen darauf verweisen zu können.

Ich wende mich nun wieder dem fossilen Pollen von Muntigl zu. So fand ich in einem anderen Flyschpräparat Pollen von länglich ovaler Form mit ziemlich dickwandiger Exine und Faltenbildung (Abb. 4). Vergleicht man damit Pollen von der rezenten *Avicennia nitida* (Abb. 4 a), so lassen sich in der Art der Pollengestaltung Analoga mit der der fossilen Pollenkörner von Muntigl erkennen. Besonders die mit „*" bezeichnete Form in Abb. 4 und 4 a zeigen miteinander größte Ähnlichkeit. Pollen von *Avicennia nitida* ist Dreifaltpollen, der in verschiedenen Raumrichtungen verschiedene Ansichten aufweist. Die Exine ist sowohl bei dem fossilen als auch bei dem rezenten Pollen ziemlich dickwandig. Die Längsansicht des rezenten Pollenkornes zeigt ovalen Umriß, ebenso auch die des fossilen. Pollen aus Blütenknospen oder überhaupt von kleineren Antheren sind von mehr rundlicher Gestalt. Poren sind bei dem *Avicennia*-Pollen nicht vorhanden. Der rezente Pollen mißt 12 Mikren in der Länge und 8 Mikren in der Breite. Diese Ausdehnungen gelten auch für den fossilen Pollen aus Muntigl. Der Pollen von Abb. 4 kann demnach dem Typus von *Avicennia nitida* eingereiht werden.

Avicennia-Arten bewohnen als Sträucher oder Bäume den tropischen Meeresstrand und bilden Elemente des Mangrovewaldes der Alten und Neuen Welt.

Dreifaltpollen zählt nach BERTSCH (1942) 72 zu dem häufigsten Pollentypus überhaupt, nach FISCHER gehören ihm 54% aller Pollenarten an. So besitzen z. B. auch unsere einheimischen Eichen-Arten solche Dreifaltpollen, doch sind deren Körner bedeutend größer als die fossilen Körner von Muntigl und messen 26—36 Mikren im Durchmesser. Dies ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem *Avicennia*-Pollen.

Da unter dem fossilen Pollen von Muntigl Vertreter der Mangrovevegetation wie Typen von *Rhizophora* und *Avicennia* vorkommen, sei nun auch noch auf einige andere rezente Pollenarten aus dieser Lebensgemeinschaft verwiesen, wenn auch solche Formen in dem bisherigen fossilen Material nicht vorgefunden wurden. Vielleicht aber können solche bei meinen weiteren Arbeiten im Flysch durch meine Untersuchungen festgestellt werden.

Zu solchen Vertretern aus der Lebensgemeinschaft der Mangrove gehört z. B. *Kandelia Rhedii*, eine Pflanze der ostasiatischen Mangrove. Ihr Pollen ist dreieckig und besitzt je eine Pore an den Ecken. Die Exine ist sehr dickwandig, das innere Areal des Pollenkornes kreisförmig gegen die Poren abgegrenzt. Die Poren bilden keinen sichtbaren tiefen Einschnitt in die Exine, wie z. B. bei *Rhizophora mucronata*. Die Körner sind klein und messen im Durchmesser 27 Mikren. Sie hängen auch manchmal zu mehreren zusammen. Die Seitenwände sind etwas

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

vorgewölbt. Manche Körner erscheinen auch kugelig (Abb. 19). *Kandelia Rhedii* gehört in die Familie der *Rhizophoraceae.*

Ein Element der Indischen Mangrove ist *Lumnicera coccinea,* eine Combretacee. Ihr Pollen ist kugelig bis unregelmäßig oval mit dicker Exine. Das Korn ist im Umriß sechsteilig, wobei die einzelnen Sektoren falten- oder rippenartig vorspringen (Abb. 20). In der Mitte der Rippe liegt je eine Pore. Das Korn mißt im Durchmesser 38 Mikren. Die in Abb. 20 wiedergegebenen Körner stellen verschiedene Teilansichten dar.

In der Mangrove der Alten Welt findet sich ferner mit *Rhizophora mucronata* vergesellschaftet auch noch *Aegiceras fragrans,* eine Myrsinacee, Reihe der *Primulales.* Der Pollen dieser Pflanze ist sehr klein, dreieckig mit schwach angedeuteten Poren (Abb. 21) und dickwandiger Exine. Er mißt im Durchmesser 23 Mikren. Verquollen ist er kugelig. Bei manchen Körnern sind die Poren schärfer angedeutet. Sie lagern in einspringenden Ecken.

Als kleiner buschiger Baum oder Strauch wächst im tropischen Westafrika und an den beiden Küsten Amerikas, östlich bis Florida, die Combretacee (Reihe der *Myrtales) Laguncularia racemosa.* Ihr Pollen, den ich gleichfalls im Herbarmaterial untersuchte, ist kugelig, mit dünner glatter Exine und vier Poren (Abb. 22). Der Durchmesser des Kornes beträgt 32 Mikren.

Pollenformen vom Typus der rezenten *Kandelia Rhedii, Lumnicera coccinea, Aegiceras fragrans* und *Laguncularia racemosa* konnten von mir bisher im Flysch nicht festgestellt werden, doch liegt es im Bereiche der Möglichkeit, daß sie bei meinen weiteren Flyschuntersuchungen nachgewiesen werden können. Aus diesem Grunde wurden auch die eben besprochenen Pollenformen einiger rezenter Mangrovepflanzen im Bilde festgehalten.

Im Flysch von Muntigl konnte ich durch meine Untersuchungen auch Pollen feststellen, der n i c h t v o n M a n g r o v e p f l a n z e n stammt. Diese fossilen Formen seien nun im Folgenden besprochen und auf Grund eingehenden Vergleiches mit rezenten Pollenarten behandelt.

So fanden sich in einer Probe von Muntigler Flysch fünfporige Körner mit schwach verdicktem Porenrand und gerade verlaufenden Seitenwänden. Die Körner messen in der Breite 33 Mikren, in der Länge 27 Mikren. Oft auch haben die Körner nur 28 Mikren Durchmesser. Manchmal hängen sie auch zu dreien oder vieren zusammen, wie Abb. 3 zeigt. In Form und Größe entspricht diesem fossilen Pollen am besten der Typus *Pterocarya,* wie ihn THIERGART (1940) Taf. II, Abb. 11, 12 und 14 aus dem Tertiär abbildet. Er gibt für die Körner als Größe etwa 30 Mikren an, was mit der Größe des Muntigler fossilen Pollens gut in Einklang zu bringen ist. Auch die Abbildung in ZANDER (1935) zeigt gute Übereinstimmung mit dem fossilen Pollen. THIERGART (1940) 38 gibt an, daß Pollen von *Pterocarya* im Umriß 4—7eckig ist.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

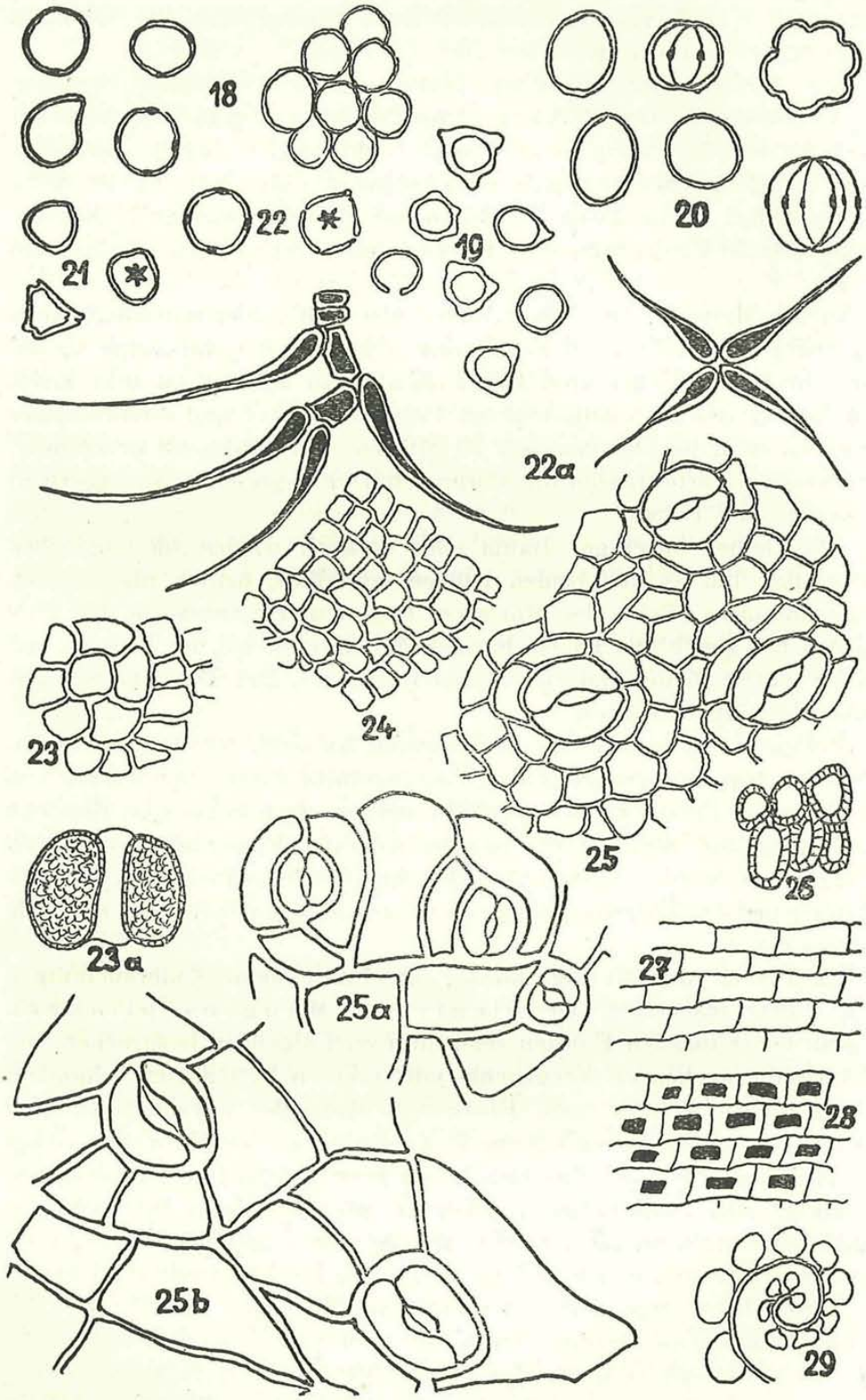

Abb. 18—29 (Erklärung vgl. gegenüberliegende Textseite).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Auch dies konnte ich an den fossilen Körnern beobachten; so kommen meist Fünfeckspollen vor.

Pollen der einheimischen *Alnus*-Arten, der auch 5—7eckig ist, zeigt als besonderes Charakteristikum Bogenlinien, die von Pore zu Pore verlaufen. Solche Bogenlinien, die nach BERTSCH (1942) 68 nur im fossilisierten Zustand erkennbar sind, finden sich bei dem fossilen Muntigler Pollen nicht. Demnach handelt es sich bei dem in Abb. 3 dargestellten fossilen Pollen um solchen vom Typus *Pterocarya*. *Pterocarya*-Arten sind heute in China und Japan beheimatet.

Ein Einzelfund aus dem Flysch von Muntigl stellt einen kugeligen Stachelpollen dar (Abb. 12). Die Stacheln scheinen nach allen Seiten gleichmäßig abzustehen. Im Polleninneren sind Hohlräume angedeutet. Der Durchmesser dieses Kornes mißt 42 Mikren. Diese Form, an Kompositenpollen erinnernd, der aber meist viel kürzere Stacheln aufweist, konnte ich noch nicht identifizieren.

In dem Muntigler Material findet sich auch eine andere und größere Art eines solchen Stachelpollens mit 60 Mikren Durchmesser. Poren sind nicht vorhanden. Die Oberfläche des Kornes ist deutlich granuliert (Abb. 13). Unter dem rezenten Pollen fand ich keinen hiezu passenden Typus.

In einigen Proben aus Muntigl trat ein kleiner und sehr feinstacheliger Pollen von Kugelgestalt mit 27 Mikren Durchmesser auf. Poren sind nicht vorhanden (Abb. 14). Der Pollen der rezenten *Nymphaea alba*, der kugelig, porenlos und mit sehr feinen Wärzchen besetzt erscheint, erinnert an diesen fossilen Pollen. Doch zeigt *Nymphaea* die Wärzchen nur auf einer Seite, die andere Seite ist glatt und dickwandig (Abb. 14 a, rechts). Der fossile Pollen aber hat die Wärzchen über die ganze Oberfläche verstreut. Eine Identifikation dieser fossilen Form gelang mir bisher nicht.

Erklärung der Abbildungen 18 bis 29 (auf Seite 92):

Die angegebenen Vergrößerungszahlen beziehen sich auf die mit dem Zeichenapparat angefertigten Originalbilder, die für die Veröffentlichung auf etwa zwei Drittel verkleinert wurden. — „*" in den Pollenabbildungen bedeutet deformierte Körner.

Abb. 18: Pollen und Pollengruppe von *Pandanus utilis*, rezent, vgr. 746. — Abb. 19: Pollen von *Kandelia Rhedii*, rezent, vgr. 746. — Abb. 20: Pollen von *Lumnicera coccinea*, rezent, vgr. 746. — Abb. 21: Pollen von *Aegiceras fragrans*, rezent, vgr. 746. — Abb. 22: Pollen von *Laguncularia racemosa*, rezent, vgr. 746. — Abb. 22 a: Sternhaare, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 23: *Rhizophora mucronata*, Oberhautzellen, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 23 a: Pollen vom Typus *Pinus haploxylon*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 24: Oberhaut von *Rhizophora mucronata*, rezent, vgr. 746. — Abb. 25: Blattunterseite von *Rhizophora mucronata*, rezent, vgr. 746. — Abb. 25 a: Blattunterseite vom Typus *Platycerium*, Muntigl, fossil, vgr. 746. — Abb. 25 b: Blattunterseite von *Platycerium* sp. rezent, vgr. 746. — Abb. 26: Fossiler Gewebsrest, Muntigl, vgr. 746. Abb. 27: Fossiler Gewebsrest, Muntigl, vgr. 746. — Abb. 28: Fossiler Gewebsrest, Muntigl, vgr. 746. — Abb. 29: Spiralig angeordnete Zellen?, Muntigl, vgr. 746.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem ebenerwähnten fossilen Muntigler Pollen weist *Pollenites spinosus* R. POT. auf, welchen THIERGART (1940) Taf. X, Abb. 5—7, Taf. XI, Abb. 2 und 3 und S. 48 aus dem Eozän abbildet, bzw. bespricht. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um Malvaceen-Pollen, welcher nach THIERGART im Alttertiär vorkommt. Möglicherweise liegt auch bei dem fossilen Muntigler Pollen solcher von Malvaceen vor und wäre somit auch für die Oberkreide nachgewiesen. Der Pollen von *Althaea officinalis* ist auch kugelig, stachelig, aber mit mehreren Poren versehen. Durch dieses Merkmal, aber auch durch seine Größe von 100 Mikren Durchmesser stimmt er mit dem fossilen Pollen nicht überein. Auch für den in Abb. 14 wiedergegebenen Pollen sind mir die entsprechenden rezenten Formen noch nicht bekannt.

Einen höchst bemerkenswerten fossilen Pollen aus Muntigl zeigt Abb. 2, mit je einer Pore an den Ecken. Die Seiten des Kornes sind nach außen vorgewölbt und die Poren durch halbkreisförmige Linien von dem Inneren des Kornes deutlich abgegrenzt, so daß eigenartige Porenareale entstehen. Die Poren verlaufen ziemlich gerade nach innen. Bei THIERGART findet sich keine im Wesen ähnliche Form. Auch unter den rezenten Pollenkörnern konnte ich nichts der fossilen Form entsprechendes finden. Sie kommt seltener als der fossile *Rhizophora*-Typus in dem Material von Muntigl vor. Ich bezeichne sie, um diese äußerst charakteristische Form festhalten zu können, als *Pollenites salisburgensis* n. sp. Die Dreieckshöhe des fossilen Kornes mißt 20 Mikren.

Im Muntigler Flysch finden sich aber noch andere, nicht weniger charakteristische Dreieckspollen von der Gestalt eines gleichseitigen Dreieckes mit ausgesprochen nach innen abgerundeten Porenarealen. Die Keimporen verlaufen entweder gerade nach innen oder etwas gebogen. Die Seiten sind schwach bogig, aber nicht vorgewölbt: Abb. 2 a. Das Innere des Kornes ist hellbraun, die Porenareale sind dunkelbraun. Die Größe beträgt 27 Mikren in der Dreieckshöhe. Die Poren sind einfachlippig.

Bei THIERGART (1940) Taf. XII, Abb. 17 und 18 zeigt der tertiäre *Pollenites Vestibulum* R. POT. ähnliche Formen, doch ist dieser Typus nach den anderen zahlreichen Abbildungen auf den übrigen Tafeln bei THIERGART sehr veränderlich, während die fossile Form in meinem Muntigler Material stets gleichbleibend erscheint. Auch ist die Oberfläche bei *Pollenites Vestibulum* R. POT. „bald feinkörnig, bald faserig, bald grobwarzig": THIERGART (1940) 46; die Oberfläche der fossilen Pollenkörner aus Muntigl aber ist immer glatt. Zu bemerken ist ferner noch, daß bei den tertiären Körnern, wie sie THIERGART abbildet, die Porenränder stets keulig verdickt erscheinen, was beim fossilen Pollen von Muntigl aber nie der Fall ist.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Einige Ähnlichkeit mit diesem fossilen Pollen aus Muntigl besonders in der Größe zeigen die Körner der rezenten *Engelhardtia Colebrookiana* (Abb. 1 e) mit deutlich abgegrenzten Porenarealen, doch sind bei diesem Pollen die Porenkanäle kurz, während die des fossilen Pollenkornes auffallend lang, etwa doppelt so lang sind und auch deutlich gebogen erscheinen. Der in Abb. 2 a wiedergegebene fossile Pollen aus Muntigl entspricht somit nicht dem Pollen von *Engelhardtia Colebrookiana*. Bisher konnte ich diese fragliche, aber recht charakteristische Pollenart leider nicht identifizieren. Ich bezeichne sie im Gedenken an O. ABEL als *Pollenites Abelii* n. sp.

In einigen Präparaten von Muntigl kommt auch Pollen einer Conifere mit Luftsäcken vor, doch nur sehr vereinzelt. Er gehört dem Typus *Pinus* an und zwar konnte ich Pollen mit in der Aufsicht fast kreisförmig geformten Luftsäcken und solchen mit halbkreisförmigen Luftsäcken feststellen. Beide Typen aber sind selten im Muntigler Flysch. Es handelt sich um Pollen vom Typus *Pinus silvestris* und *Pinus haploxylon:* THIERGART (1940) 32 und zahlreiche Abbildungen auf verschiedenen Tafeln. Nach THIERGART kommen diese beiden Typen bereits in der untersten Kreide, dem Wälderton, vor: THIERGART (1940) 19. Die feine netzartige Zeichnung der Luftsäcke, welche in meiner Abb. 23 a nur angedeutet erscheint, ist bei den fossilen Pollenkörnern aus Muntigl immer sehr gut sichtbar, besonders, wenn die Pollenkörner nicht ganz inkohlt, sondern nur schwach bräunlich sind.

Bezüglich des Vorkommens von *Pinus*-Pollen in einer Pflanzengesellschaft der Mangrove ist man anzunehmen geneigt, daß sich hinter dem Mangrovegürtel eine Föhrenvegetation befand und der Pollen durch die Luftsäcke leicht vertragen werden konnte. Ähnliches gilt auch wohl für die anderen, nicht der Mangrove angehörigen Pflanzenarten.

2. Sporen

Unter dem fossilen Material von Muntigl fand sich auch in einem Präparat ein dreieckiges Gebilde (Abb. 6) mit starker Granulation, die besonders an den Seiten deutlich sichtbar wird. Diese Körnelung rührt von kurzen, dicken, warzenähnlichen Gebilden her, welche die Oberfläche überziehen.

Poren sind keine vorhanden. Die Höhe beträgt 58 Mikren. Der Größe und Dickwandigkeit nach zu schließen, dürfte es sich bei diesem Gebilde um eine Spore handeln, vermutlich um eine solche einer *Lycopodium*-Art, da auch die Sporen der rezenten *Lycopodium*-Arten eine ähnlich gekörnelte Oberfläche zeigen. Ein häufigeres Vorkommen solcher Reste wird möglicherweise auch die tetraedrischen Risse, wie sie den Sporen von *Lycopodium* eigentümlich sind, erkennen lassen.

Eine *Lycopodium*-Spore wurde noch in einer anderen Probe aus dem Muntigler Flysch aufgefunden. Sie ist an ihrer Oberfläche ebenfalls

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

sehr deutlich gekörnelt und zeigt die charakteristische Tetraederzeichnung: Abb. 8. Auch THIERGART (1940) Taf. IV, Abb. 3 bildet eine solche *Lycopodium*-Spore aus dem Untermiozän ab, welche mit der fossilen Spore aus Muntigl große Ähnlichkeit zeigt.

Weiters fand sich in dem fossilen Material von Muntigl noch eine andere Spore, kugelig und mit einem Flügelkranz versehen (Abb. 7), der aber nicht mehr ganz intakt ist. Die Oberfläche der Spore ist von unregelmäßigen Falten durchzogen, die vermutlich durch die Fossilisation entstanden sind. Die Spore mißt ohne Flügel 56 Mikren, der Flügel allein 14 Mikren. Eine ähnliche Spore bildet auch THIERGART (1940) Taf. XIII, Abb. 1 als „Spore mit Flugapparat" ab; sie stammt aus Schichten des Tertiärs und der Oberkreide Brasiliens. Doch ist die brasilianische Spore bedeutend größer als die Muntigler, auch ist der Flugapparat der brasilianischen Spore von einer Reihe fensterartiger großer Poren durchlocht.

Bemerkenswert ist ferner noch eine Spore von länglich ovaler Form, ohne Skulptur, etwas deformiert (Abb. 9) welche in der Länge 58 Mikren und in der Breite 43 Mikren mißt. An einer Stelle seitlich ist diese Spore schwach eingedrückt. Diese fossilen Sporen haben mit den Sporen des rezenten Farnes *Platycerium* sp. große Ähnlichkeit. Auch diese sind länglich oval, seitlich schwach eingedrückt und messen in der Länge 66, in der Breite 50 Mikren, sind demnach etwas größer als die fossilen Sporen aus Muntigl, doch können letztere durch die Fossilisation etwas an Volumen eingebüßt haben. Die Sporen des rezenten *Platycerium* sp. sind ebenfalls glatt und ohne jegliche Skulptur (Abb. 10). Der Farn *Platycerium* kommt heute in der Mangrove epiphytisch lebend vor, würde sich also in die Lebensgemeinschaft der fossilen Mangrove gut einfügen. Die Annahme, daß es sich bei der in Abb. 9 wiedergegebenen fossilen Spore um eine solche vom Typus *Platycerium* handelt, wird auch durch das Vorkommen von Epidermisresten von *Platycerium* sp. im Flysch von Muntigl gestützt, worüber im Folgenden noch gesprochen werden wird.

Ferner findet sich im Flysch von Muntigl noch eine andere Sporenart (Abb. 11). Sie ist dreiseitig mit glatter Oberfläche und einer klaffenden Tedradenmarke, wie sie bei THIERGART (1940) Taf. VI, Abb. 5 und 6 abgebildet und auf Seite 23 bei der Art *Sporites adriennis* R. POT. beschrieben wird. THIERGART weist diese zu den Schizaeaceen gehörige Art für das Alttertiär nach und dieser sehr charakteristische Typus konnte nun auch durch meine Untersuchungen für die Oberkreide von Muntigl festgestellt werden.

3. Gewebsreste

In den Flyschproben finden sich nach meinen Untersuchungen auch häufig Gewebsreste, wie z. B. allerkleinste Splitter von Gefäßen aus Hölzern. Solche Gefäßreste zeigen fast immer noch ring- oder

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

schraubenartige Verdickungen, es kommen auch Reste von Tüpfelgefäßen vor. Öfters waren in den Präparaten von Muntigl sehr enge liegende Schraubenleistchen sichtbar. Die Gefäßreste hatten durchwegs sehr enge Lumina und machen infolge ihrer Englumigkeit und ihrer sehr feinen Textur den Eindruck von Gefäßen, wie ich sie bei meinen Untersuchungen verschiedener Materialien immer wieder bei Tropenhölzern auffinden konnte. Daß in den Gefäßresten solche von Tropenhölzern vorliegen, läßt sich mit der Natur der Mangrove als einer tropischen Vegetationsform sehr gut in Einklang bringen. Auch von Laubhölzern stammende Libriformfasern konnte ich in den Flyschpräparaten nachweisen.

Im Flysch von Muntigl finden sich auch mehrgliedrige Haare mit sehr dicken Zellwänden, häufig auch verzweigt (Abb. 22 a). Es sind Sternhaare mit etwas verbreiterter Basis und spitz endigend. Solche dickwandige Haare finden sich nach meinen Untersuchungen häufig an den Blattoberhäuten der rezenten Mangrovepflanzen.

In den Proben von Muntigl kommen öfters auch Reste von Oberhäuten verschiedener Pflanzenteile vor. So fand ich Oberhautzellen mit sehr dicken Wänden und rosettenartig angeordnet (Abb. 23). Solche rosettige Lagerung dickwandiger Zellen zeigt die Blattoberseite der von mir untersuchten rezenten *Rhizophora mucronata* (Abb. 24), während die Blattunterseite innerhalb dieser Zellrosette die Spaltöffnungen trägt (Abb. 25).

Eine sehr gut erhaltene Epidermis mit wohlausgebildeten Spaltöffnungen aus dem Muntigler Flysch ist in Abb. 25 a wiedergegeben. Die Oberhautzellen sind von unregelmäßiger Gestalt und erschienen im Präparat in blauviolettem Farbton. Die vorkommenden Stomata verweisen auf eine Blattunterseite. Eine Epidermis von sehr ähnlicher Beschaffenheit zeigt die Blattunterseite vom rezenten *Platycerium* sp. (Abb. 25 b), nur sind die Zellen des rezenten Blattes größer als die des fossilen Muntigler Restes. Ein Vergleich der rezenten und fossilen Epidermis deutet auf die große Ähnlichkeit in Form und Lagerung der Zellen hin. Auch die Dickwandigkeit der Zellen ist ein gemeinsames Merkmal der fossilen und rezenten Epidermis. Daraus ergibt sich, daß im Flysch von Muntigl Oberhautreste eines fossilen Farnes vom Typus *Platycerium* sp. vorhanden sind, der aber auch durch Sporen in den Flyschpräparaten übereinstimmend mit diesem Befund bereits von mir nachgewiesen ist.

Ein anderer sehr kleiner Gewebsrest baut sich aus sehr dickwandigen Zellen auf, deren Wände an Plasmodesmen erinnernde Durchbrechungen zeigen (Abb. 26). Dieser Rest war nicht indentifizierbar.

Die Abb. 27 und 28 geben gleichfalls Gewebsreste wieder, die aber so wenig typisch sind, daß ich auch deren Zugehörigkeit nicht deuten konnte. Der Rest in Abb. 28 ermöglicht auch nicht den Schluß, ob

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dickwandige mauerziegelartige Zellen vorliegen, oder Zellen mit irgendwelchen Einschlüssen.

Häufig finden sich in den Flyschpräparaten von Muntigl auch Reste von Tracheiden aus den Holzkörpern von Coniferen mit deutlich erhaltenen Hoftüpfeln. Ebenso kommen häufig allerkleinste Harzsplitter vor, die aus den Coniferenhölzern stammen dürften.

Auf eine ziemlich häufig wiederkehrende, höchst auffällige und bemerkenswerte Bildung sei noch verwiesen, die sich in fast allen Flyschproben von Muntigl immer wieder vorfindet. Es ist eine spiralig eingerollte Achse (Abb. 29), welche blattartige Anhänge zeigt, deren Größe von innen nach außen gradatim zunimmt. Diese Anhänge sind völlig glatt, zeigen keinerlei Skulptur und sind stets gleichmäßig dunkel gebräunt. Ich konnte dieses merkwürdige Gebilde, das vielleicht keiner Pflanze angehört, sondern ein tierisches Organ sein kann, nicht identifizieren. Es soll wegen seines häufigen Vorkommens im Muntigler Flysch im Interesse weiterer Forschungen in Evidenz gehalten sein.

*

Zusammenfassung

Der Muntigler Flysch ist besonders reich an allerkleinsten organischen Resten. Von Pollen konnte durch meine Untersuchungen solcher vom Typus *Rhizophora mucronata,* Massulae vom Typus *Rhizophora Mangle* und *Xylocarpus moluccensis* nachgewiesen werden, ferner auch Pollen vom Typus *Avicennia nitida* und *Pterocarya* sp., weiters einige Körner von Stachelpollen, den ich noch nicht identifizieren konnte. Außerdem fanden sich Pollenkörner vom Typus *Pinus silvestris* und *Pinus haploxylon.* Schließlich wurden noch zwei sehr charakteristische Pollenarten als *Pollenites salisburgensis* n. sp. und *Pollenites Abelii* n. sp. mangels jeder Möglichkeit einer Identifizierung zwecks Festhaltung dieser Form von mir benannt.

Von Sporen finden sich solche vom Typus *Lycopodium* und *Platycerium,* ferner vom Typus *Sporites adriennis* R. POT. Auch Sporen zweifelhafter Zugehörigkeit wurden festgestellt, sowie auch einige sehr kleine kugelige dickwandige Sporen, vermutlich Pilzsporen.

Ebenso bedeutungsvoll wie der Pollen von Muntigl sind auch noch die in diesem Flysch vorkommenden Gewebsreste, wie Tüpfel-, Treppen- und Schraubengefäße von Tropenhölzern, sowie Libriformfasern, weiters Reste von Epidermen vom Typus

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Rhizophora und *Platycerium*, dickwandige Sternhaare, schließlich auch Reste von Tracheiden mit Hoftüpfeln und Harzsplitter aus dem Holze von Coniferen.

Die Epidermisreste fallen besonders durch ihre Kleinzelligkeit auf, eine Eigentümlichkeit, die den meisten Mangrovepflanzen anhaftet, wie ich dies bei meinen Untersuchungen wiederholt aufgefunden hatte.

Die weitgehende Auflösung der Zellverbände bis zu mikroskopisch kleinen Splittern herab, deutet auf eine Mazeration, die sich im Mangroveschlamm zu vollziehen vermochte. So wurden nicht nur tierische Körper und tierische Reste, sondern eben auch pflanzliche Organismen und Organe durch den Fäulnisvorgang im Mangroveschlamm zerstört und bis zu dem allerkleinsten Detritus abgebaut, der heute im Flysch in reicher Menge auftritt. Diese pflanzlichen Reste sind inkohlt und können durch Javellesche Lauge bis zur Sichtbarmachung ihres Zellenbaues aufgeschlossen werden.

Unter den im Flysch von Muntigl vorkommenden Pollenarten sind sowohl Elemente der heutigen amerikanischen Mangrove, wie *Rhizophora Mangle* und *Avicennia nitida* als auch solche der heutigen indoafrikanischen Mangrove wie *Rhizophora mucronata* auffallenderweise in einem Vorkommen zusammen vertreten. Die in den Flyschproben auftretenden fossilen Sternhaare, deren Zugehörigkeit zu einer bestimmten Art ich bisher nicht deuten konnte, können immerhin auf xerophytische Anpassungen der einstigen Mangrovepflanzen hinweisen, wie sie auch heute Vertreter der rezenten Mangrove infolge des durch das salzige Meerwasser physiologisch gegebenen Biotops ausbilden.

Als Standort kann nur die Küste des Kreidemeeres in ihrem Charakter als Flachsee in Betracht kommen, sowie heute in Florida im Bereiche der Gezeiten Mangrovepflanzen, wie z. B. *Rhizophora Mangle* gedeihen. Mittels der Pollenanalyse konnte ich nun feststellen, daß Mangrovepflanzen, zumindest solche Arten, die mit den heute lebenden verwandt sind, bereits in der Oberkreide von Muntigl auftreten.

Pollen von Pflanzen, welche nicht der Mangrove angehören, wie solcher von *Pterocarya* und *Pinus*, oder der Stachelpollen, kann wohl leicht aus anderen, hinter dem Mangrovegürtel wachsenden Pflanzenbeständen in den Faulschlamm der Mangrove eingeweht worden sein. So wird Pollen von *Pinus*-Arten leicht sehr weit verweht, da es sich bei diesem Pollen um solchen eines Windblütlers handelt, der zufolge seiner Luftsäcke auch noch überdies lange Zeit schwebend erhalten wird.

Insektenblütige Pflanzen geben bedeutend weniger Pollen als windblütige. Dies dürfte sich auch im Pollenvorkommen des Flysches ausprägen, denn dieses ist eher als spärlich denn als reichlich zu bezeichnen.

THIERGART (1940) 18 verweist auch auf die Pollenarmut tropischer Ablagerungen und begründet dies damit, daß in den Tropen die

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Insektenblütler vorherrschen, die nicht nur einen leicht vergänglichen Pollen hervorbringen, sondern auch als Pflanzen leichter der Zersetzung anheimfallen als Pflanzen der gemäßigten Zonen. Daher darf es auch nicht wundernehmen, wenn bei Insektenblütlern der tropischen Mangrove die Pollenkörner durch ihre leichtere Vergänglichkeit den Einflüssen des Mangroveschlammes erlagen, so daß heute aus dieser Ursache nur wenig Pollen im Flysch erhalten geblieben ist, was ohne diesen Hinweis auf den ersten Blick einigermaßen befremden könnte.

THIERGART (1940) 40 fände es auch wichtig und interessant, wenn nachgewiesen werden könnte, „ob die absolute Vorherrschaft der Dreieckspollen in der oberen Kreide noch wächst." Diese Frage wird durch das Ergebnis meiner Untersuchungen an dem Oberkreideflysch von Muntigl bejaht.

Ein besonderes Argument für die Mangrovenatur des Flysches in Muntigl ist die Übereinstimmung von Pollen mit zugehörigen Epidermisresten mancher Arten, wie sich dies bei *Rhizophora mucronata* gezeigt hat und ebenso bei Sporen und Epidermisresten, die beide dem gleichen Farn *Platycerium* angehören. Pollen- bzw. Sporen- und Kutikularanalyse stützen sich gegenseitig in diesem Falle.

So gibt der Flysch von Muntigl durch seine zahlreichen pflanzlichen Mikrofossilien, wie Pollen, Sporen und Gewebsreste den Beweis für seine Mangrovenatur, wobei Pollen- und Gewebsvorkommen einander in ihrer Gattungszugehörigkeit stützen.

Damit wird aber auch die Vermutung O. ABELs, daß nach seinen Studien in der amerikanischen Mangrove der Flysch als eine fossile Mangrove gedeutet werden könnte, durch die Pollen-, Sporen- und Kutikularanalyse bestätigt.

*

Schriftennachweis

(unter Einbeziehung mehrerer im Text nicht besonders genannter einschlägiger Abhandlungen)

ABEL, O. (1926): Amerikafahrt. Jena.

ABEL, O. (1926 a): Fossile Mangrovesümpfe. Paläont. Z. 8/1.

BERTSCH, K. (1942): Lehrbuch der Pollenanalyse. Handb. prakt. Urgeschichtsforschung 3. Stuttgart.

ERDTMANN, G. (1933): The improvement of pollenanalysis technique. Svensk bot. Tidskr. 27/3.

— (1934): Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollenuntersuchungen. Svensk bot. Tidskr. 28/2.

— (1935): Neue pollenanalytische Untersuchungsmethoden. Ber. geobot. Inst. Rübel Zürich 1935.

— (1935 a): Pollenstatistics, a botanical and geological research method. New York.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

FOUGER, B. (1927): Über die Trennung feinster Gemenge durch Zentrifugieren in schweren Flüssigkeiten, ein Verfahren insbesondere für die weitere Erforschung der Steinkohle. Z. oberschles. berg- u. hüttenmann. Ver. in Katowice, 1:618, 2:706 (Mitt. Aufbereit.-Laborat. Techn. Hochsch. Breslau Dir. Prof. Dr. GROSS).

GRITSCHUK, W. P. (1937): Eine neue Methode der Bearbeitung der Sedimentgesteine zwecks Pollenanalyse. Inqua 3. (Russisch mit deutscher Zusammenfassung).

GROSS, W. (1927): Kohlenpetrographische Untersuchungen auf Grund des spez. Gew. der einzelnen Komponenten, die durch Zentrifugieren in schweren Flüssigkeiten erhalten werden. Fortschr. Miner., Krist. u. Petrogr. 12.

KRÄUSEL, R. (1929): Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden. Jena.

MEINKE, H. (1927): Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalyse. Bot. Arch. 19.

SCHACHINGER, R. (1934): Der Wienerwald. Wien.

THIERGART, F. (1940): Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung. Stuttgart.

VARESCHI, V. (1935): Pollenanalysen aus Gletschereis. Ber. geobot. Inst. Rübel Zürich 1935.

VETTERS, K. (1937): Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte von Österreich und seiner Nachbargebiete. Wien.

VLASSAR, H. E. (1925): Clerici solutation for mineral separations by gravity. The americ. Mineralogist 10/5.

WODHOUSE, R. P. (1935): Pollengrains, their structure, identification and signification in Science and Medicine. New York.

ZANDER, E. (1935): Pollengestaltung und Herkunftsbestimmung von Honig. Berlin.

*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1948

Band/Volume: 1_1

Autor(en)/Author(s): Hofmann Elise [Elisabeth]

Artikel/Article: Das Flyschproblem im Lichte der Pollenanalyse 80-101