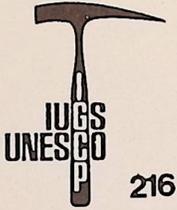




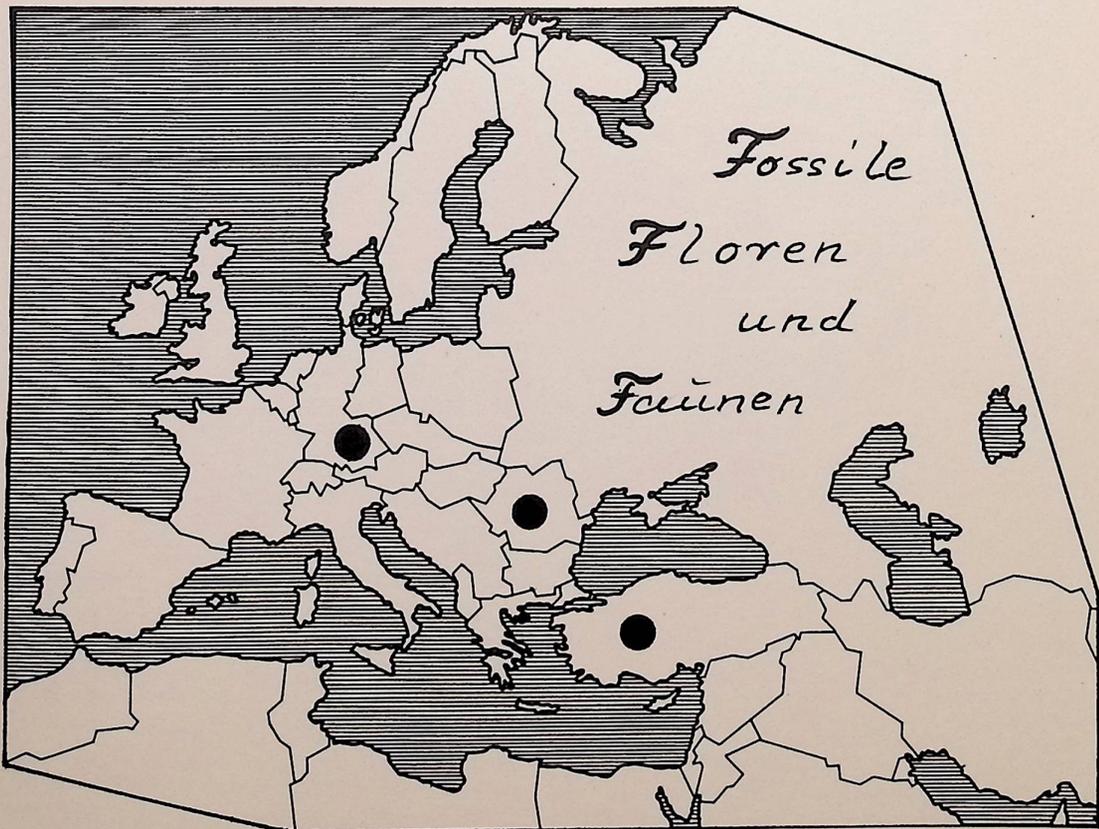
documenta

naturae

No. 59



München 1990



documenta naturae No. 59
München 1990
ISSN 0723-8428

Herausgeber
Dr. Hans-Joachim Gregor
Naturmuseum
Im Thäle 3
D-8900 Augsburg

und

Dr. Heinz J. Unger
Nußbaumstr. 13
D-8058 Altenerding

Bestellungen bei der Buchhandlung und den Herausgebern.

Die Schriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Vor- und Frühgeschichte, Domestikationsforschung, Stratigraphie, Lagerstättenkunde usw.

Die Schriftenreihe ist auch Mitteilungsorgan des Arbeitskreises für Paläobotanik und Palynologie.

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich, für die Gesamtgestaltung die Herausgeber.

Da die Documenta naturae auf eigene Kosten gedruckt werden, bitten wir um Überweisung der Schutzgebühr auf das Konto 6410317280 bei der Bayerischen Hypotheken- und Wechselbank München (BLZ 700 200 01)

- Inh. H.-J. Gregor.

Umschlagbild: H.-J. GREGOR

INHALT

	Seite
GIVULESCU, R.: Zwei neue Bennettiteenblüten aus dem unteren Lias von Anina (Banat, Rumänien)	1-7
GIVULESCU, R. & CZIER, Z.: Neue Untersuchungen über die Floren des unteren Lias Rumäniens	8-19
HOLLEIS, P.: Toneisensteinknollen und Kalkkonkretionen aus dem Lias delta (Amaltheenton)	20-29
GREGOR, H.-J.: Der Erstnachweis von Mastixien in den neogenen Sedimenten von Kaltennordheim/Rhön	30-33
VAVRA, N. & BECKER-PLATEN, J.D.: Eine Bryozoenfaunula aus dem Tertiär der Türkei (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 27)	34-42
UNGER, H.J.: Die Bentonite in Ostniederbayern	43-57
GIVULESCU, R.: Le genre <i>Arctopteris</i> SAMYLINA 1964 dans la flore du Lias inférieur d'Anina, Roumanie	58-62

DOCUMENTA NATURAE 59, S. 1 - 7, 2 TAF., MÜNCHEN 1990

ZWEI NEUE BENNETTITEENBLÜTEN AUS DEM UNTEREN LIAS VON ANINA (BANAT, RUMANIEN)

VON R. GIVULESCU

ABSTRACT:

Two flowers of Bennettitales are presented: a female one, described as *Williamsonia* sp. aff. *W. prynadae*, and a male one, described as *Weltrichia* sp., an n.sp.?

RÉSUMÉ:

On décrit du Lias inférieur d'Anina deux fleurs de Bennettitales: l'une femelle: *Williamsonia* sp. aff. *W. prynadae* et une male: *Weltrichia* sp. an.n.sp.?

1. EINLEITUNG

Die untere Lias von Anina, ante Steierdorf in der älteren Literatur, enthält eine reiche und schöne fossile Flora. Dank der monographischen Beschreibung von ANDRAE 1855, der Revision von KRASSER 1921 und der Studien von SEMAKA 1962 ist sie mehr oder weniger als Mitglied der europäischen Floren bekannt geworden. Aus dem Lias von Anina sind aber nicht nur Blätter bekannt geworden: KRASSER beschreibt 1915 zwei männliche *Williamsoniablüten* und zwar *Williamsonia alfredi* n.sp. und *W. banatica* n.sp., während 1946 Lange eine *Weltrichiablüte* beschreibt. Die Untersuchung der Sammlung SEMAKA im Institut für Geologie und Geophysik in Bucuresti, sowie der Sammlung des Lehrstuhles für Geologie und Paläontologie der Universität Cluj-Napoca führte zur Entdeckung zweier anderer Blüten.

2. BESCHREIBUNG

Diese Blüten sollen im Folgenden angeführt werden:

Gattung *Williamsonia* CARUTHERS

Williamsonia sp. aff. *W. prynadae* TUTUTANOVA KETOVA

Beleg Nr. P.20.483 Bucuresti

Taf.1 Fig. 2.3

Beschreibung: kleiner, schlecht erhaltener, tellerförmiger Megastrobilus. Das mehr oder weniger kreisförmige, etwa halbkugelförmige hervorragende zentrale Feld ist gut sichtbar, da kohliges Material in grosser Menge anhaftet. Rings um das Feld, aus seinem unteren Teil hervortretend, kommen die strahlenförmig angeordneten, dünnen fadenförmigen Syngangien hervor. Diese scheinen zu je 3-5 in Bündeln vereinigt zu sein. Zwischen den Bündeln kommen freie Zonen vor. Nach dem Aussehen scheint es, daß es sich um eine im Jugendstadium erhaltenen Blüte handelt.

Masse: Gesamtdurchmesser: 25 ? mm

Becherdurchmesser: 10 mm

Diskussion: eine sichere Artbeschreibung der Blüte ist zur Zeit nicht möglich. Was Grösse und Form anbelangt so können folgende Arten in Betracht gezogen werden: *W. prynadae*, *W. leckenbyi* NATH. und *W. hildae* HARRIS. Die Erste scheint mit dem beschriebenen Material am ähnlichsten zu sein.

Anschrift des Verfassers: GIVULESCU, R., Donathstr. 17 /M2/66;
3400 Cluj Napoca / Romania

Gattung *Weltrichia* F.BRAUN em.HARRIS

Weltrichia sp. an n.sp.?

Beleg Nr. 1832 Cluj-Napoca

Taf.1, Fig.1, Taf.2, Fig.1,2

Beschreibung: grosse, gut erhaltene, etwas asymmetrisch und schief fossilisierte Blüte, die mit der Rückseite nach oben als Abdruck auf der Gesteinsplatte erhalten ist. Schöne, große, lederige, parallelrandige Lappen die am äußeren Ende abgerundet und in einem Vorsatz enden. Diese sternförmig angeordnete, oberhalb der Basis zusammenhaftende und sich bedeckende Sporophylle sind von einer starken Mittelkante, bzw. Synangialfurche, durchzogen. Sie umgeben die untere Seite des runden, breiten Bechers, entstehen aber in der Nähe des Becheransatzes, bzw. Stieles, der als Erhöhung erscheint. Nach der von KRASSER 1919 vorgeschlagenen Nomenklatur sind am Becher ein Zentralfeld und eine Speichenzzone, sowie eine Schlundzone ersichtlich. Es sind 10 Lappen vorhanden, die Zahl dieser war aber, allem Anschein nach 13-14. Obwohl Synangien auf dieser Rückseite nicht vorkommen können, scheint es doch, daß wenigstens an einem Lappen, durch Transparenz, in der Nähe des Mittelkammes einige regelmäßige angeordnete, ovale Polensäcke sichtbar sind.

Maße: Gesamtdurchmesser: 100 -110 mm
Becherdurchmesser: 45 - 50 mm
Becheransatzdurchmesser: 15mm
Länge der Lappen: 30 mm: Breite 19 -20 mm

Diskussion: So wie erwähnt, wurden von Anina zwei Williamsonien beschrieben: *W. banatica* und *W. alfredi*. *W. banatica* kommt wegen völlig verschiedener Größe, aber besonders wegen der Form der Lappen nicht in Frage. *W. alfredi* stellt dagegen eine große Blüte dar mit einem großen, runden Becher, der aber von klar dreieckigen krallenförmigen Lappen umgeben ist. So kann also auch diese Art nicht in Betracht gezogen werden. Es muß weiter gezeigt werden, daß HARRIS 1969 die Bennettiteenblüten folgenderweise einteilt: der Gattung *Weltrichia* gehören die männlichen Blüten, der Gattung *Williamsonia* dagegen die weiblichen Blüten an, eine Trennung die auch von KIMURA und OKUMI 1989 angenommen wird. So müssen die zwei obenerwähnten *Williamsonia* als *Weltrichia alfredi* n. comb. und *Weltrichia banatica* n. comb umgeschrieben werden. Schließlich unterscheidet sich die von Langer 1947 beschriebene und abgebildete Blüte - *Weltrichia* sp. - gleichfalls durch ihre Merkmale, bzw. Größe, Zahl der Lappen, von unserem Material. Über die Zugehörigkeit der von Anina neu beschriebenen Blüte, kann wegen des Erhaltungszustandes nichts gesagt werden. Die Anwesenheit einer neuen Art kann aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Die Blüte soll also als *Weltrichia* sp. an n.sp.? angegeben werden.

5. SCHLUSSFOLGERUNG

Es werden aus dem unteren Lias von Anina, Rumänien, zwei Bennettiteenblüten beschrieben: *Williamsonia* sp.aff.*W. prynadae* und *Weltrichia* sp. an n.sp.?

6. LITERATURVERZEICHNIS

- ANDRAE, K.J. 1855: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates. - Abh.k.k. geol.R.A.2: 1-48, 12 Taf. Wien.
HARRIS, T.M. 1969: The Yorkshire Jurassic Flora 13: 1-189, 7 Taf., 69 Abb. London.
KIMURA, T., OHANA, T. 1989: Late Jurassic Plants from the Oginohama Formation, Oshika Group in the outer Zone of Northeast Japan. II. - Bull, natn. Sci. Mus. Tokyo, ser.C. 15,2: 53-70, 5 Taf. 5, Abb. Tokyo.

- KRASSER, FR. 1912: *Williamsonia* in Sardinien. - Sitzber. Akad. Wiss. Wien. math. natwiss. Kl. 121,1: 943-973, 2 Taf. Wien.
- KRASSER, FR. 1917: Männliche *Williamsonien* aus dem Sandstein von Steierdorf im Banat. - Denkschr. Akad. Wiss. Wien 93: 1-14. 3 Taf. Wien.
- KRASSER, FR. 1921: Zur Kenntnis einiger fossilen Floren des unteren Lias der Sukzessionsstaaten von Österreich-Ungarn. - Sitzber. Akad. Wiss. matem. naturwiss. Kl. Wien 130: 345-373, Wien.
- LANGER, J. 1947: über einige Stücke der Liasflora von Steierdorf und der Keuperflora von Lunz. - Jb. geol. Bundesanst. Jg. 1945, 90,1-2: 21-33, 9 Taf., 1 Abb. Wien.
- SEMAKA, Al. 1962: Flora liasică de la Anina, Banat. - An. Com. Geol. 32: 527-556, 15 Taf., 6 Abb. Bucuresti.
- TURUTANOVA KETOVA, A.J. 1963: *Williamsoniaceae* sovetskogo Soiuza. - *Palaeobot.* 4: 7-51, 7 Taf., 12 Abb.

7. Tafelerklärungen

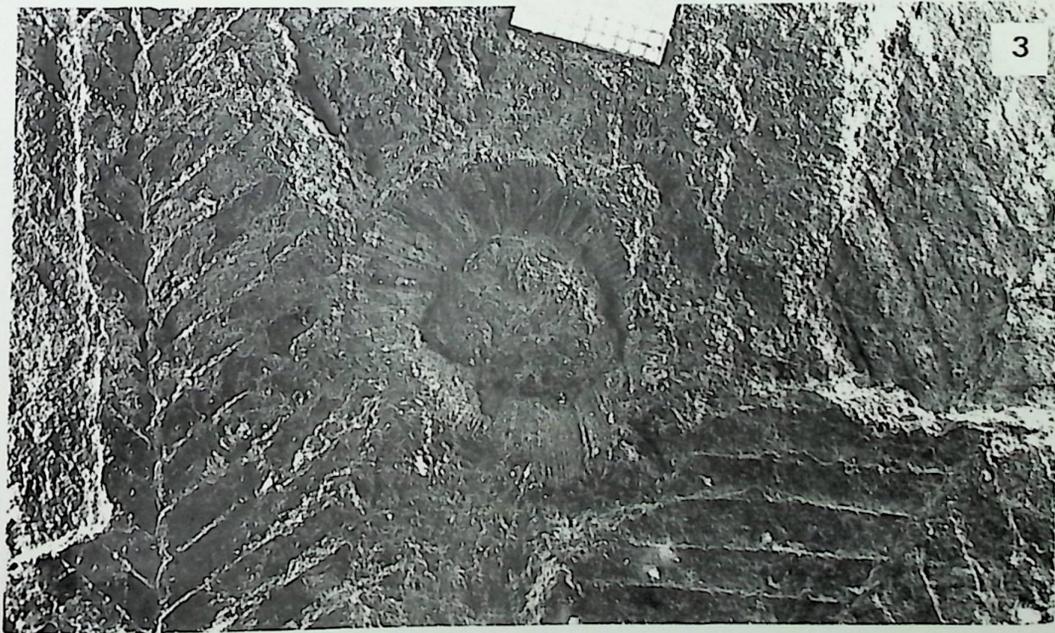
Tafel 1

Fig.1: Weltrichia sp. an n.sp.? Zeichen links - 1 cm

Fig.2: Williamsonia sp. aff. W. prynadae, M 2:1

Fig.3: Dasselbe: zu bemerken links und rechts Ptilo-
phyllum - Ästchen

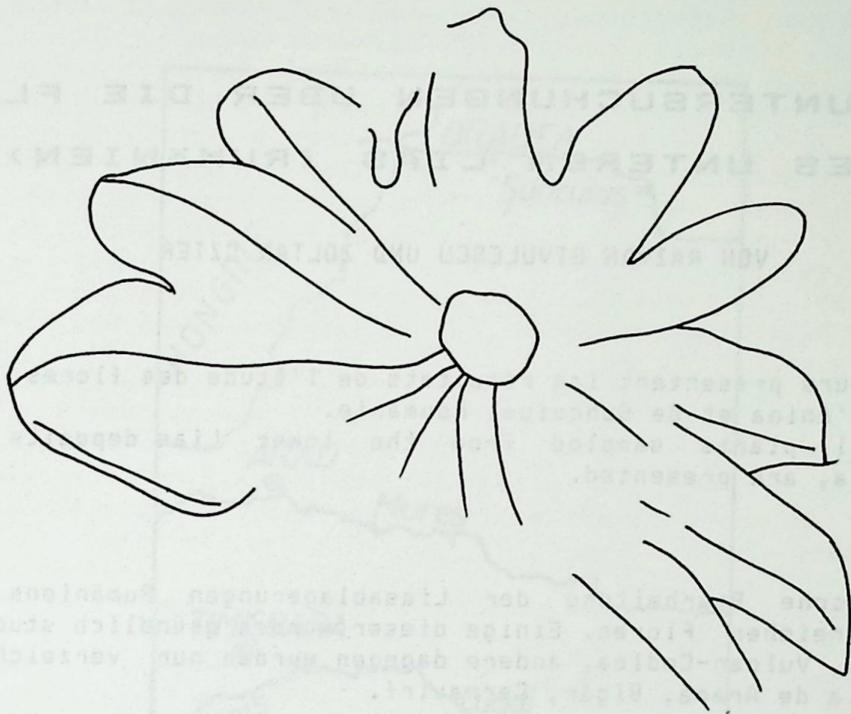
TAFEL I



Tafel 2

Fig.1: Weltrichia sp. an n.sp.? Umriß der Blüte 1 x

Fig.2: Dasselbe, Kopie der Originalblüte anhand einer
Bleistiftretuschierung



1



2

NEUE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE FLOREN DES UNTEREN LIAS (RUMÄNIEN)

VON RAZVAN GIVULESCU UND ZOLTAN CZIER

Résumé: les auteurs présentent les résultats de l'étude des flores fossiles du Lias inférieur d'Anina et de Suncuius, Roumanie.

Abstract: fossil plants sampled from the lower Lias deposits at Anina and Suncuius, Romania, are presented.

1. EINLEITUNG

Die paläobotanische Bearbeitung der Liasablagerungen Rumäniens führte zur Entdeckung zahlreicher Floren. Einige dieser wurden gründlich studiert, so die von Doman, Anina, Vulcan-Codlea, andere dagegen wurden nur verzeichnet: Crasna Jiu, Schele, Baia de Aramă, Bigăr, Cernavirf.

In vorliegender Mitteilung soll versucht werden einerseits die neuen Ergebnisse der Kutikularbearbeitung, durch den ersten Autor, der Flora von Anina, andererseits aber die Entdeckung, durch den zweiten Autor, eines neuen Fossilfundortes im Dorfe Suncuius, darstellen. Um uns eine vollständige Vorstellung über die neuen Ergebnisse der Untersuchung der Flora, so KRASSER (1921), und SEMAKA (1962) für Anina, dann SEMAKA (1969) für Suncuius.

2. DIE FLORA VON ANINA

Die Stadt Anina (vorher Steierdorf) befindet sich im Südwesten Rumäniens (Abb.1.) im Kreis Caras-Severin. Sie liegt auf den gleichnamigen Sattel der aus Ablagerungen einer permisch bis - unterkratazischen Schichtenfolge gebildet ist. Die fossilen Pflanzen kommen im basalen unteren Lias, bzw. im Hettangium, in grosser Menge, mit gut konservierten Kutikeln, vor. Die Flora von Anina wurde von FOETTERLE 1850 angezeigt, dann von ABDREAS 1855 monographisch bearbeitet. Weiter sollen noch zitiert werden: KRASSER (1921), THOMAS (1930), LANGER, (1947) HUMML (1957, 1969), endlich SEMAKA (1962, 1962a). Kutikeln wurden nur von THOMAS und HUMML untersucht, alle andere Studien beziehen sich nur auf die Morphologie der Blätter. Um die Kutikularaspekte der Flora auch bekannt zu machen und somit eine unerwünschte Lücke der Untersuchung dieser Flora zu beseitigen, startete der erste Verfasser 1985 das Studium dieser Flora. In dieser Weise und durch diese Studien gelang es, das Vorhandensein vieler neuer Gattungen und Arten in der Flora von Anina zu beweisen. (Tab. 1)

3. DIE FLORA VON SUNCUIUS

Die Ortschaft befindet sich im Kreis Bihor, bzw. in der sich nach Westen orientierten Verzweigung der Apuseni Gebirge, die als Pádurea Craiului-Berg genannt wird (Abb.1.). Geologisch konnte folgende Sukzession nachgewiesen

Adressen der Autoren:

R. GIVULESCU, Donathstr. 17 /M2/66; 3400 Cluj-Napoca, Romania

Z. CZIER, Muzeul Tárrí Crisurilor; 3900 Oradea, Romania

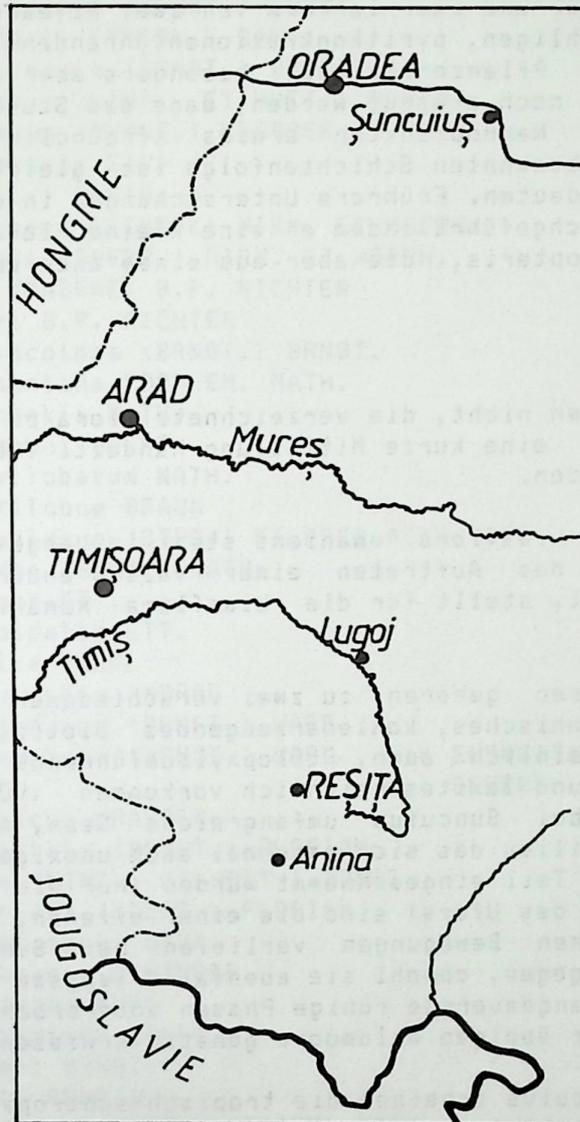


Fig.1: Geographische Lage der Pflanzenfundorte Anina und Suncuius.

werden: Über die weiße Kalke der oberen Trias kommt diskordant eine mächtige Wechsellagerung weißer Sandsteine, Tone und feuerfester verschiedenfarbiger Tonschiefer, vor. Die Pflanzen, die nur als Abdrücke konserviert sind, kommen im x-ten tonigen Horizont vor und zwar in Form von zwei Niveaus: das untere, Nr.1, besteht aus schwarzen, kohligen, pyritkonkretionenführenden Tone. Dieses Niveau enthält auch einige an Pflanzenhäcksel, besonders aber an Equisetaceenresten reiche Schichten. Es soll noch erwähnt werden, dass das Studium der Tone auch das Vorhandensein von Nannoplankton erwies (freundliche Mitt. Prof. N. Meszaros). Das Alter der benannten Schichtenfolge ist gleichfalls als unterer Lias, bzw. Hettangium zu deuten. Frühere Untersuchungen in dieser Gegend wurden nur von SEMAKA (1969) durchgeführt indem er eine kleine Flora mit Selenocarpus, Cladophlebis und Phlebeopteris, die aber aus einem anderen Steinbruch stammt, beschreibt (TAB. 2).

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Verfasser beabsichtigen nicht, die verzeichnete Flora zu besprechen, da es sich eigentlich nur um eine kurze Mitteilung handelt. Trotzdem sollen einige Aspekte hervorgehoben werden.

4.1. Der größte Teil der Liasflora Rumäniens steht in engem Zusammenhang mit einer kohligen Fazies; das Auftreten einer völlig anderen Fazies, die eine verschiedene Flora enthält, stellt für die Liasflora Rumäniens eine wichtige Entdeckung dar.

4.2. Die studierten Foren gehören zu zwei verschiedenen Biotopen: bei Anina handelt es sich um ein limnisches, kohlen erzeugendes Biotop, bzw. eine Waldmoorassoziation, wahrscheinlich auch Ptilophyllumführende Mangroven - Assoziation in der Nilssonia und Zamites reichlich vorkommen (VOZENIN, TAUGOURDEAU 1985). Dagegen kommen bei Suncuius umfangreiche Seen, mit seltenen marinen Transgressionen vor, ein Milieu das sich manchmal auch unoxigeniert erwies. Die Pflanzen, die zum größten Teil eingeschwemmt wurden (nur die Equisetaceen lebten in der unmittelbaren Nähe des Ufers) sind die einer offenen, eventuell hügeligen Landschaft. Die epirogenen Bewegungen verliefen bei Suncuius langsam aber fortdauernd, bei Anina dagegen, obwohl sie ebenfalls langsam waren, wurden sie durch mehr oder weniger langdauernde ruhige Phasen unterbrochen, Phasen die sich für die Entstehung einiger üppigen Waldmoore günstig erwiesen.

4.3. In der Flora von Suncuius scheinen die tropisch-subtropischen Einflüsse zu Gunsten der temperiert-sibirischen überwiegend zu sein. In der Flora von Anina herrschen dagegen genau diese letzten Elemente. Bei Anina sind die Ginkgoites, Baiera, Pseudotorellia, Sphenobaiera und Phoenicopsis reichlich vertreten, so wird der starke Einfluß der exotischen temperierten Elemente, der sibirischen Provinz nachgewiesen. Es scheint, daß einige Ähnlichkeiten zwischen dieser Flora und denjenigen des oberen Teiles der kohligen Serie von Shemshak/Iran, bestehen.

5. TABELLEN

5.1 TABELLE 1:

Zusammenfassende Übersicht der fossilen Flora des unteren Lias von Anina.

1. Nach KRASSER (1921) und SEMAKA (1962) (revidiert nach GIVULESCU 1989);

2. nach GIVULESCU.

(! bezieht sich auf eine Kutikularanalyse)

	1	2
Equisetum laterale PHILLIPS	x	x
Equisetites cf. gracilis (NATH.) HALLE		x
Sphenopteris obtusifolia ANDRAE	x	
Cladophlebis haiburnensis (LINDL. ET HUTT.) BRNGT.	x	

Cladophlebis rumana SEMAKA	x	
Cladophlebis brauniana (DUNK.) SEW.	x	
Cladophlebis denticulata (BRNGT.) FONT.	x	x
Cladophlebis williamsoni (BRNGT.) BRNGT.	x	
Cladophlebis roesserti (PRESL.) SAP.	x	
Cladophlebis whitbiensis (BRNGT.) BRNGT.	x	
Cladophlebis insignis (LINDL. ET HUTT.) RACIB.	x	x
Todites goeppertianus (MÜNST.) KRASSER	x	
Arctopteris inexpectata GIV.		x
Klukia exilis (PHIL.) RACIB.	x	
Phlebopteris muensteri (SCHENK) HIRM. ET HOERH.	x	
Phlebopteris braunii (GOEPP.) HIRM. ET HOERH.	x	
Hausmannia buchii (ANDRAE) B.P. RICHTER	x	
Hausmannia zeilleri B.P. RICHTER	x	
Clathropteris meniscoides (BRNGT.) BRNGT.	x	x
Thaumatopteris brauniana POPP EM. NATH.	x	
Thaumatopteris schenkii NATH.	x	
Dictyophyllum nilssoni GOEPP.	x	
Dictyophyllum brevilobatum NATH.	x	
Dictyophyllum acutilobum BRAUN	x	
Dictyophyllum nervulosum (STBG.) KILPPER, TAF. III		x
Ctenozamites cycadea (BERG.) NATH.	x	x !
Thinnfeldia speciosa ETT.	x	
Thinnfeldia rhomboidalis ETT.	x	
Thinnfeldia banatica HUMML	x	
Sagenopteris obtusifolia ANDRAE	x	
Sagenopteris nilssoniana (BRNGT.) WARD	x	x !
Sagenopteris nilssoniana (BRNGT.) WARD., var ELONGATA SCHENK	x	
Anomozamites banaticus KRASSER	x	
Nilssoniopteris vittata (BRNGT.) FLORIAN	x	
Otozamites obtusus (LINDL. ET HUTT.) BRNGT.	x	
Pseudocycas dunkeriana (GOEPP.) FLORIAN	x	x !
Pterophyllum kudernatschi STUR	x	
Pterophyllum andraeanum SCHIMPER	x	x !
Pterophyllum brevipene KURR	x	x !
Pterophyllum longifolium BRNGT.	x	x !
Pterophyllum jaegeri BRNGT.	x	
Pterophyllum magoti SEMAKA	x	
Pterophyllum sp. aff. angustum (BRAUN) GOTH.		x !
Ptilophyllum rigidum (ANDRAE) KRASSER	x	
Ptilophyllum imbricatum (ETT.) KRASSER	x	
Ptilophyllum sp.		x !
Williamsonia banatica KRASSER	x	
Williamsonia alfredi KRASSER	x	
Williamsonia prynadae TURUT.-KET.		x
Williamsonia pecten PHILLIPS	x	
Williamsonia sp.		x
Zamites schmiedeli PRESL IN STBG.	x	x !
Zamites gracilis KURR	x	
Zamites andraeanus (SEMAKA) GIV.	x	x !
Zamites aninaensis (SEMAKA) GIV.	x	x !
Ctenis asplenioides (ETT.) SCHENK	x	
Nilssonia orientalis HEER	x	x !
Nilssonia banatica SEMAKA	x	
Nilssonia schauburgensis (DUNK.) NATH.	x	
Nilssonia polymorpha SCHENK		x !
Cycadites elegans ETT.	x	
Taeniopteris tenuinervis BRAUNS	x	
Taeniopteris multinervis WEISS	x	

Baiera polymorpha SAMYL.		x !
Ginkgoites taeniatus (F. BRAUN) HARRIS	x	x !
Ginkgoites digitatus (BRNGT.) SEW.	x	x !
Ginkgoites cf. huttoni (STBG.) HEER		x
Pseudotorellia nordenskjoeldi (NATH.) FLORIN		x !
Sphenobaiera rarefurcata SEMAKA	x	x !
Sphenobaiera colchica (PRYN.) DELLE		x
Sphenobaiera furcata (HEER) FLORIN		x !
Sphenobaiera ex gr. S. longifolia (POMEL) FLORIN		x !
Sphenobaiera ex gr. S. pulchella (HEER) FLORIN		x !
Czekanowskia rigida HEER	x	
Phoenicopsis media KRASSER	x	x !
Phoenicopsis speciosa HERR	x	x
Phoenicopsis latior HEER	x	
Phoenicopsis (Phoenicopsis) angustifolia (HEER) DOLUD. et RASKAZ.	x	
Phoenicopsis (Stephenophyllum ?) potonieii KRASSER		x !
Abietites sp.		x !
Cheirolepidium muensteri (SCHENK) TAKHT.	x	
Palissya sphenolepis (F. BRAUN) NATH.	x	x
Pityophyllum lindstroemi NATH.	x	x !
Podozamites lanceolatus (LINDL ET HUTT.) SCHIMP.	x	x !
Podozamites gramineus HEER	x	
Podozamites distans (PRESL) BRAUN	x	
Desmiophyllum sp.		x !
Coniferae sp.		x !

5.2 TABELLE 2:

Zusammenfassende Tabelle der fossilen Flora des unteren Lias von Suncuius.
1. nach SEMAKA (1969) und
2. nach CZIER.

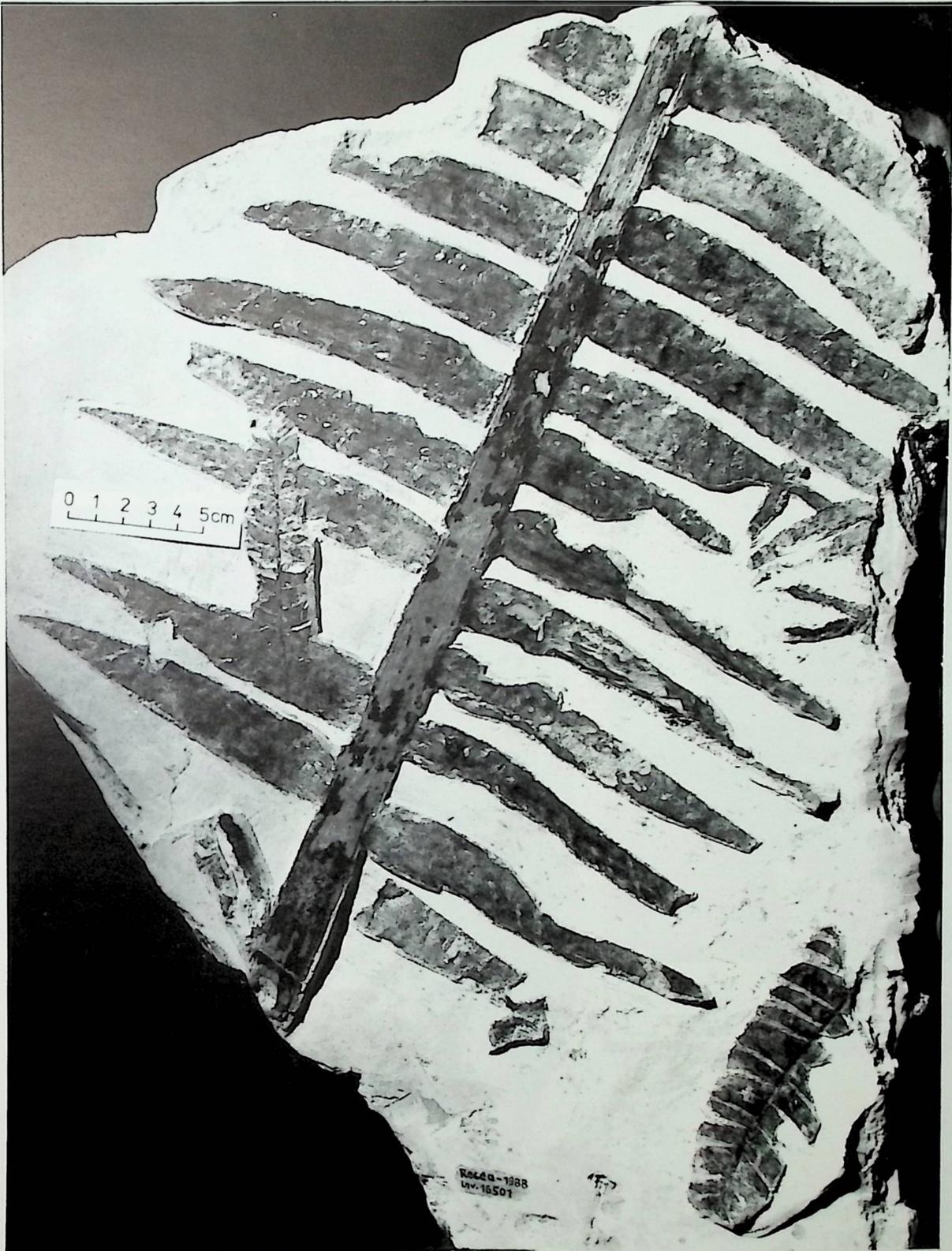
	1	2
Equisetites arenaceus (JÄGER) BRONN	x	
Equisetites burchardtii DUNKER		x
Equisetites liasinus HEER		x
Equisetites muensteri STBG.		x
Equisetites sp.	x	x
Equisetum laterale PHILLIPS		x
Neocalamites carcinoides HARRIS	x	
Neocalamites sp.	x	x
Cladophlebis haiburnensis (LINDL. ET HUTT.) BRNGT.	x	x
Cladophlebis rumana SEMAKA	x	
Cladophlebis nebbensis (BRNGT.) NATH.	x	
Todites sp. aff. T. williamsoni (BRNGT.) BRNGT.		x
Sphenopteris obtusiloba ANDRAE		x
Osmundopsis sp.		x
Phlebopteris angustiloba (PRESL) HIRM. ET HOERH.	x	
Phlebopteris popyodioides (BRNGT.) HIRM. ET HOERH.		x
Dictyophyllum nilssoni (BRNGT.) GOEPP.		x
Dictyophyllum rugosum LINDL. ET HUTT. EMEND. HARRIS		x
Selenocarpus muensterianus (PRESL) SCHENK	x	
Clathropteris meniscoides (BRNGT.) BRNGT.	x	x
Taf. II, Fig. 3.4		
Sagenopteris nilssoniana (BRNGT.) WARD		x
Nilssonia orientalis HEER		x
Nilssonia decursiva SAMYL.		x
Nilssonia comtula HEER		
Taf. II, Fig. 2		x

Pseudoctenis latus DOLUD.	
Taf. I.	x
Baiera muensteriana (PRESL IN STBG.) SAP.	x
Baiera cf. furcata (LINDL. ET HUTT.) BRAUN	x
Ginkgoites ex gr. lepidus HEER	
Taf. II, Fig. 1	x
Phoenicopsis potonieii KRASSER	x
Phoenicopsis media KRASSER	x
Phoenicopsis angustifolia HEER	x
Pagiophyllum setosum (PHILL.) SEW.	x
Pityophyllum lindstroemi NATH.	x
Podozamites lanceolatus (LINDL. ET HUTT.) F. BRAUN	x
Podozamites angustifolius (EICHW.) HEER	x

6. LITERATUR

- ANDRAE, K.J. 1855: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates. Abh.k.k. geol.R.A. 2, 1-48, Wien
- ETTINGSHAUSEN, C.v. 1852: Begründung einiger neuen oder nicht genau bekannten Arten der Lias und Dolithenflora. Abh.k.k.geol.R.A. 1, 1-10, Wien
- FOETTERLE, F. 1850: Über Versteinerungen aus verschiedenen Gegenden des Banates. Jb.k.k. geol.R.A. 1, 356-358, Wien
- GIVULESCU, R. 1989: La flore fossile du Liassique inférieur d'Anina / une nise au point nomenclatorique/. Contrib.bot. 135.138, Cluj-Napoca.
- HUMML, H. 1957: Contributii la flora fosilă din Liasic inferior de la Steierdorf-Anina. Acad. R.P.R. Timisoara. Studii si cerc. st./agric/ 4, 65-74, Timisoara.
- HUMML, H. 1969: Contributii la flora fosilă a Liasicului inferior de la Steierdorf-Anina. Studii si cerc. s. geol. 14, 358-404, Bucuresti.
- KRASSER, F. 1921: Zur Kenntnis einiger fossilen Floren der unteren Lias der Sukzessionsstaaten von Österreich-Ungarn. Sb.Akad. Wien, math.naturw. Kl. 130, 345-373, Wien.
- LANGER, J. 1947: Über einige Stücke der Liasflora von Steierdorf und der Keuperflora von Lunz. Jb. geol. Bundesnast. Jg. 1945, 90, 21-33, Wien.
- SEMAKA, A. 1962: Flora liasică de la Anina, Banat. An.Com.Geol. 32, 527-556, Bucuresti.
- SEMAKA, A. 1962*: Reconsiderarea grupului Zamites schmiedeli Sternberg. Dări seamă Inst.Geol. 46, 93-97, Bucuresti.
- SEMAKA, A. 1969: Die Selenocarpus-Flora aus den Apuseni Gebirge, Rumänien. N.Jb.Geol. Paläont. Mh.10, 609-617, Stuttgart.
- THOMAS, H.H. 1930: Further observations on the cuticle structure of Mesozoic Cycadean Fronds. Jour. Linn. Soc. Bot. 48, 389-415, London.
- VEZENIN-SERRA, C., TAUGOURDEAU-LANZ, J. 1985: La flore de la formation de Shemshak (Rhetien a Bajocien), Iran: rapports avec les flores contemporaines. Implications pelegéographiques. Bull.Soc.geol.France s.8, 11, 663-678, Paris.

TAFEL 1



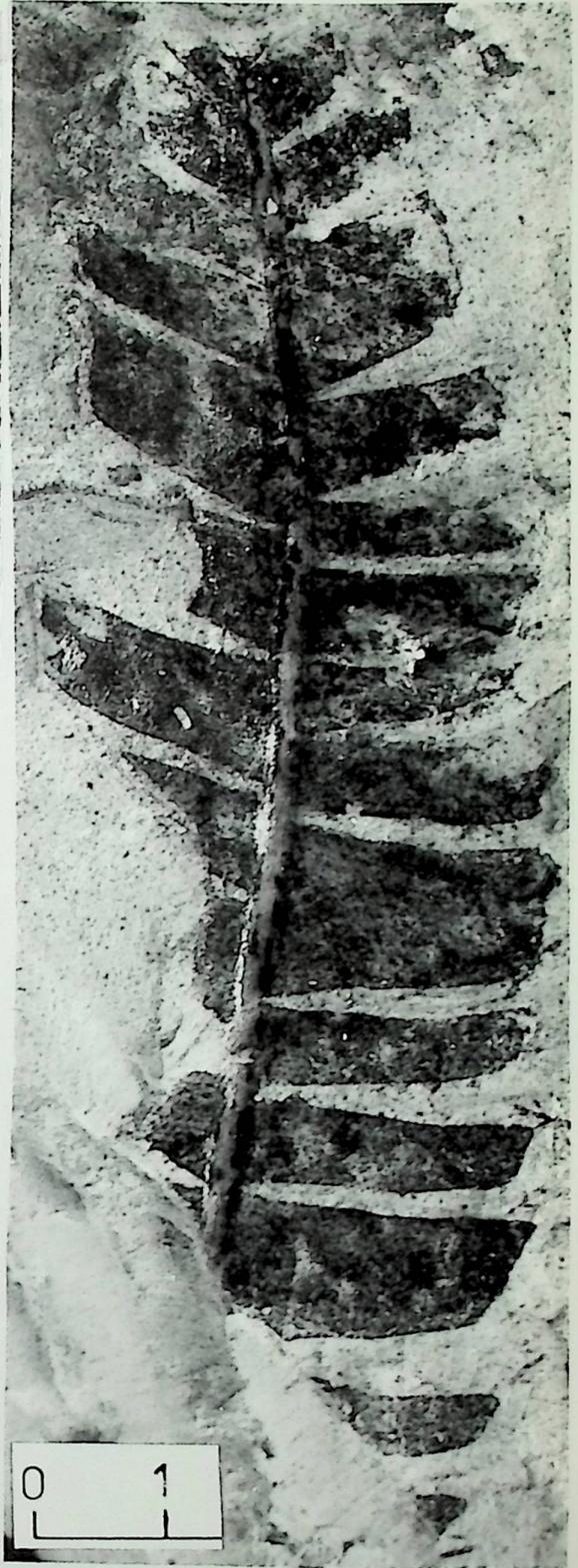
Tafel 2

Fig.1: Ginkgoites sp. ex gr. lepidus

Fig.2: Nilssonina aff. comtula

Fig.3,4: Clathropteris meniscoides

alle von Suncuius, Skala in cm



2

4

TAFEL 2

Tafel 3

Fig.1:
Dictyophyllum nervulosum, Anina

Länge des 5-ten Wedels von rechts: 220 mm



**TONEISENSTEINKNOLLEN UND KALKKONKRETIONEN
AUS DEM LIAS DELTA (AMALTHEENTON)**

von P. HOLLEIS

Zusammenfassung:

In der Literatur finden sich in den Beschreibungen zum Unteren Jura, hier Lias δ (= Amaltheenton), immer Hinweise auf Konkretionen verschiedener Art, die Fossilien wie auch Mineralien, im speziellen Calcite, enthalten können.

Beim Bau des Main-Donau-Kanals im Bereich der Scheitelhaltung bei Bachhausen (Opf.) finden sich im Lias δ Kalkgeoden enormen Ausmaßes und mit Calcit verheilten Schrumpfungsrissen.

1. Einleitung und Dank

Die ersten eigenen Funde von Toneisensteingeoden im Lias δ ergaben sich im Jahre 1972 in Oberfranken. Im Talraum des Mains wurden damals in der Gemarkung Schönbrunn der Gemeinde Staffelstein jungpleistozäne Schotterlagen ausgebeutet. Heute sind diese weiträumigen Kiesgruben zu ausgedehnten Wasserflächen geworden. Unter diesen 3 - 4 m mächtigen Schotterlagen standen bereits angewitterte Tonbänke an, die es näher zu untersuchen galt.

Meine damalige zur Verfügung stehende Literatur war die Geologie von Bayern, Schuster (1928; Seite 107), die über den Lias δ folgendes aussagte:

"In den liegenden und hangenden Teilen der Amaltheen-Zone kommen Lagen von Toneisensteinknollen bis zur Faustgröße vor. In den Austrocknungsrissen der Knollen finden sich Kalzit, Schwefelkies, Zinkblende und Schwerspat. Neben bzw. statt der Knollen treten zuweilen (Triemeusel bei Banz) in der liegenden Hälfte der Stufe graue, harte Geoden von phosphorsaurem Kalk auf. Im mittleren Teil der Stufe finden sich oft bis $1/4 \text{ m}^3$ große Septarien eines weiß- bis blaugrauen Kalkes."

"Meist sind die Ammoniten der Mergel und Toneisensteingeoden verkiest."

* Adresse des Autors: Peter Holleis, Birkenstr. 12, 8038 Gröbenzell

Für die Anregung und Durchsicht des Manuskripts bedanke ich mich bei Herrn Dr. Gregor, Gröbenzell. Für die Bestimmung der fossilen Hölzer (mesozoische Flora) gilt besonderer Dank Herrn Prof. Dr. Gottwald, 2057 Reinbek. Die sachkundige Anfertigung der Dünnschliffe übernahm Herr H. Mertel, die der Fotos Herr Höck, beide Institut für Paläontologie und historische Geologie, München. Der Rhein-Main-Donau AG, Herrn Seidl und Frau Dipl.-Geol. Radeke danke ich für sachdienliche Unterstützung, desgleichen Herrn Dr. Schmidt-Kaler vom Geologischen Landesamt, München. Für die Bestimmung der Calcite danke ich Frau Dr. Schwarzmann, Institut für Mineralogie der LMU München. Die Anfertigung des Calcitstufen-Fotos verdanke ich Herrn Freese, München.

2. Lichtenfelser Funde

2.1 Holzreste

Bereits nach der ersten Begehung der ausgebeuteten Gruben fanden sich harte, außen rotbraun verwitterte Knollen (Toneisensteine und Septarien) sowie einige lose Bruchstücke von *Amaltheus margaritus*. Damit war das Liegende für mich als Lias δ anzusprechen. Diese Knollen fanden sich überwiegend in Faust- bisweilen auch in Kopfgröße. Das Interesse war geweckt. Bei weiteren Suchgängen fanden sich einige freiliegende, aber bereits limonisierte kleine fossile Holzfragmente. Dann jedoch 2 Knollen, die bereits beide zur Hälfte (quer) geöffnet waren, aber aufgrund des grauen Tonüberzuges nichts über ihren Inhalt aussagten. Die eine Knolle (~ 9,0 cm hoch) ließ sich mit einem Hammerschlag öffnen - der Inhalt war ein in Längsrichtung gespaltenes vierkantiges Holzstück (8,8 x 2,5 cm) in bester Erhaltung. Die zweite Knolle enthielt ebenfalls ein Holzstück, diesmal in Stämmchenform (Wurzel?, in der Größe 8,8 x 2,5 x 2,3 cm) mit einem Seitenast (ca. 1 cm), der jedoch bei der Freilegung zerbrach. Beide Stücke konnten bereits bei der Grobansprache als Nadelholz definiert werden. Die beiden fossilen Nadelholzstücke wurden von Herrn Prof. Dr. Gottwald bearbeitet und bestimmt als *Xenoxylon ellipticum* SCHULTZEMOTEL (Tafel 1, Fig. 1, 2 und 3).

2.2 Ammoniten

Eine andere ganze Toneisensteinknolle enthielt einen Ammoniten, zerbrach aber beim Öffnen in mehrere Teile. Eine Bestimmung ist aufgrund der schlechten Erhaltung nicht möglich. Interessant an dem Stück ist jedoch die Erscheinungsform. Die großen Kammern des Ammoniten sind mit Limonit gefüllt. Vorhandene Schwundrisse verheilten mit derbem Calcit, Baryt und Zinkblende(?). Diverse Toneisensteinknollen (im Durchschnitt 8 - 10 cm Dicke) enthielten auf kleinen Klüften Calcit-Kristalle, teilweise mit Barytblättern sowie Pyrit/Markasitkristallen. Septarien (?) fanden sich in der Größe von durchschnittlich 3,5 cm Dicke und 5 cm Durchmesser. Größere Gebilde sind mir nicht in Erinnerung.

3. Fundstelle Main-Donau-Kanal bei Bachhausen

3.1 Geologie der Fundstelle

Die Großbaustelle des Main-Donau-Kanals, in der Scheitelhaltung zwischen Sulzkirchen und Bachhausen, erschloß den gesamten Lias. Im engeren Bereich zwischen Straßenbrücke (Bau-km 111,8) und Bachhausen (Bau-km 112,5) traten Kalkknollen auf, die alle bisher bekannten Funde übertrafen.

In der neueren Literatur findet sich dazu bereits ein kleiner Hinweis, u.a. in den Erläuterungen zur Geologischen Karte M 1 : 25 000 des Blattes Seßlach (BGLA, München 1978).

"Graublaue Schiefersteine führen durchgehend Toneisensteingeoden. Carbonatanreicherungen in Form von Kalkgeoden sind gehäuft im mittleren und obersten Amaltheenton anzutreffen. Im Gebiet lagen große Kalkknollen mit zum Teil über 50 cm Durchmesser und mit von Calcit verheilten Schrumpfungsrissen (= Septarien)."

Bei der Ortschaft Sulzkirchen umfaßte das geologische Profil im Kanalbereich an der Basis noch den Feuerletten (kmf) und den gesamten Lias, wobei der oberste Meter den Lias δ darstellte. Im Bereich östlich Sulzkirchen (km 109,5 bis 109,775) umfaßte der Lias δ bereits mehr als 10 Meter. In der Erkundungs-Kernbohrung der RMD-Baugesellschaft von Bachhausen (Nr. 1978/51) fanden sich dagegen für den Bereich des Lias Delta nur noch etwa 50 cm (Geol. Bl. NO-Bayern, 31, 1981). Das Abkippen des gesamten Profils des Lias ließ sich im Bauab-

schnitt zwischen Sulzkirchen und Bachhausen im Gelände deutlich verfolgen.

3.2 Kalkknollen oder Septarien

Im westlichen Bereich der Straßenbrücke (bei Bau-km 111,0) traten dann die ersten größeren Kalkknollen (Septarien ?) auf, jedoch noch in Größe und Mineralinhalt, der in der Literatur beschriebenen und von anderen Fundorten her bekannten Formen. Die größten Knollen waren hier ca. 60 cm im Durchmesser. Die enthaltenen Calcite sind in der Färbung fast weiß bis leicht gelblich und relativ klein (max. 2 mm). Im langwelligen UV-Licht lassen sich durch unterschiedliche Färbungen drei Wachstumsschübe deutlich erkennen. Die Färbung reicht von der Basis her von hellem Orangegelb zu Violettrosa und rosa-grünlichbraunen Tönungen. Die Calcitbänder sind insgesamt 6 mm dick, wobei die letzte Generation als dreiseitige Skalenoeder anzusprechen sind, die mit mikroskopisch kleinen silbrig-metallisch glänzenden Mineralien (Pyrit ?) sporadisch bewachsen sind. Diese Erzminerale sind mit bloßem Auge nur als Staubkörnchen ansprechbar. Gewöhnliche Toneisensteine traten ebenfalls auf, waren aber meist kompakt und ohne jeden Inhalt.

Östlich der Straßenbrücke (bei Bau-km 112,0) traten dann die großen Kalkknollen auf (erste Funde von 1988) (Abb. 1).

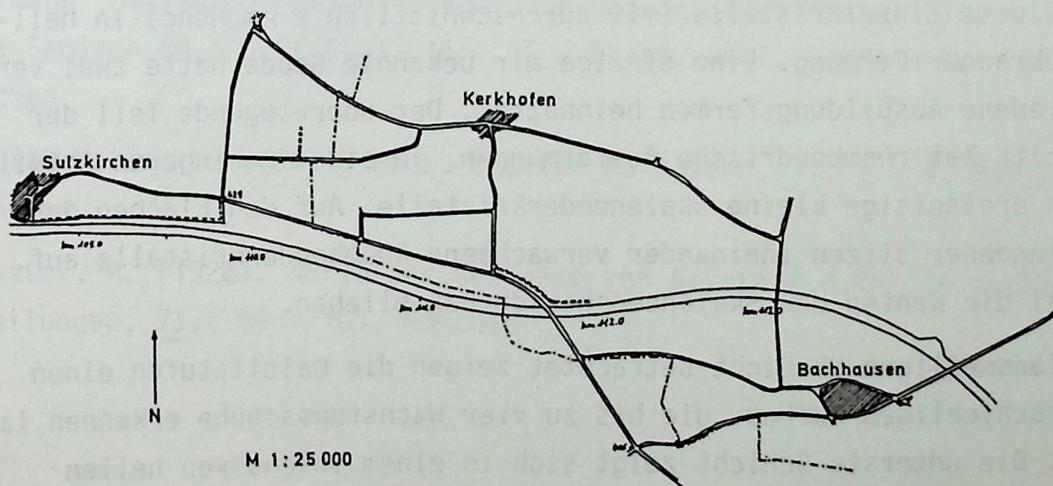


Abb. 1. Fundstelle MD-Kanal-Großbaustelle (M 1 : 25 000 verkleinert)

Die großen Kalkknollen oder Septarien wurden von "Spezialisten" unter den Mineraliensammlern mit schwerem Gerät in mühsamer Handarbeit aufgebrochen und in handliche Stücke zerlegt. Die Eigenfunde beschränkten sich auf die von anderen Sammlern zurückgelassenen Reste bzw. auf auch erbetene Einzelstücke besserer Qualität (Tafel 2, Figur 1).

Die Häufigkeit dieser Kalkknollen im Anstehenden war enorm. Sie lagen regelrecht dicht an dicht im Abstand von ein paar Metern. Die Ausdehnung von West nach Ost im Kanalprofil betrug nur etwa 100 Meter. Zwei dieser großen Kalkknollen wurden von den Münchner Mineralienfreunden e.V. in einer spontanen Aktion per LKW nach München geholt. Eine Knolle wurde geöffnet und präpariert für das Naturkundemuseum im Schloßbrondell zu München-Nymphenburg.

Diese großen Kalkknollen oder Geoden hatten teilweise relativ große Einzelkristalle (bis 15 mm), aufsitzend auf einem dichten Rasen sehr kleiner Kristalle von nur 1 mm Höhe. Dieser dichte Calcitrasen besteht ausschließlich aus steilen Skalenoederkristallen. Auf deren Spitzen, wie auch teilweise an deren Seitenflächen sitzen flache Rhomboederkristalle auf. Die oben beschriebenen großen Einzelkristalle sind hochgewachsene flächenreiche Rhomboeder (Kanonenspat ?).

Die häufigsten Geoden waren jedoch mit einheitlichen Calcitrasen ausgekleidet, entweder mit Rhomboeder- oder mit Skalenoederkristallen. Die Rhomboeder zeigten sich milchig-trübe und ohne Glanz oder weiß bis milchig und durchscheinend, sowie meist verwachsen. Pyrit-einschlüsse sind häufig. Die Skalenoederstufen hatten meist gut ausgebildete Einzelkristalle (mit durchschnittlich 9 mm Höhe) in hellgraubrauner Färbung. Eine einzige mir bekannte Geode hatte zwei verschiedene Ausbildungsformen beinhaltet. Der überwiegende Teil der Calcite hat rhomboedrische Ausformungen, in einem geringeren Anteil auch dreiseitige kleine Skalenoederkristalle. Auf den Flächen der Skalenoeder sitzen ineinander verwachsene Rhomboederkristalle auf, wobei die Kanten der Skalenoeder sichtbar blieben.

Im langwelligen UV-Licht betrachtet zeigen die Calcitstufen einen mehrschichtigen Aufbau, die bis zu vier Wachstumsschübe erkennen lassen. Die unterste Schicht zeigt sich in einem intensiven hellen Orangegelb und einer durchschnittlichen Dicke von 2 - 3 mm. Darüber

folgt eine honigfarbene (grünlichgelbbraun) meist derb auskristallisierte 5 - 6 mm dicke Calcitbildung. Die Skalenoederformen zeigen sich in diesen Farben. Als dritte Generation in hellrosa bis violettrosa die Rhomboederkristalle.

Ging man im Kanalprofil weiter nach Osten - bis zum Bau-km 112,5 - so verschwanden die großen Kalkknollen und die kleineren traten wieder mehr in den Vordergrund. In einer dieser kleineren Kalkknollen (ca. 60 cm Durchmesser) waren auf dem einzigen enthaltenen Schwundriß der Knolle ein dichter Rasen mit sehr kleinen Calcitkristallen zu sehen. Im aufscheinenden Sonnenlicht zeigte sich die Oberfläche so, als wäre sie mit Tausenden von Diamanten besetzt. Der Kristallrasen ist insgesamt nur 2 mm dick. Aber auch hier wieder drei Wachstumsphasen. Die unterste zeigt im UV-Licht dieses helle Orange gelb, die zweite Wachstumsphase die honigfarbenen Skalenoeder an deren Spitzen winzige durchscheinende Rhomboeder sitzen. Die rhomboedrischen Kristalle leuchten in hellem Violettrosa (Tafel 2, Figur 2). Die Fundstelle wurde von den Sammlern, soweit zugänglich restlos ausgebeutet und ist seit Mitte 1989 nicht mehr vorhanden.

4. Literatur:

Gottwald, H. (1986): Xenoxylon ellipticum - Funde am Main bei Staffelfelstein in Oberfranken. - Documenta naturae, 32, 7 - 11, München

Hoffmann, D. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt 5831 Seßlach (M 1 : 25 000), 16 - 36 , Bayer. Geol. Landesamt, München

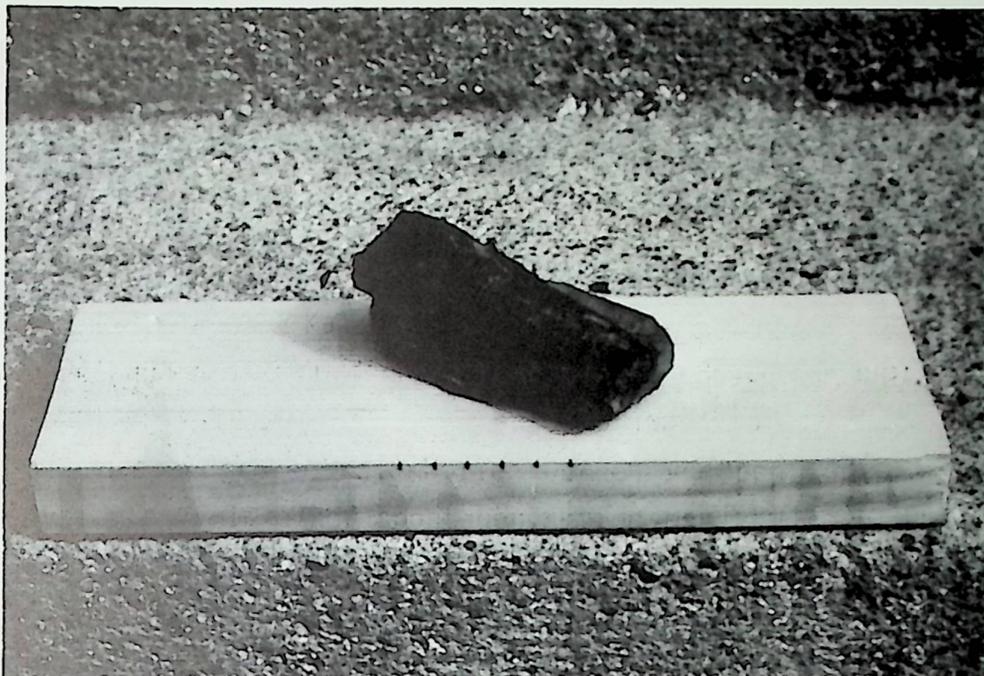
Schmidt-Kaler, H. (1981): Geol. Blätter NO-Bayern, 31, 1 - 4, 349 - 362, Erlangen

Schuster, M. (1928): Abriß der Geologie von Bayern r.d.Rh. in sechs Abteilungen, VI.: 99 - 109, München

5. Tafelerläuterungen

- Tafel 1: Figur 1 Xenoxylon ellipticum (SCHULTZE-MOTEL) in Originalgröße frei präpariert aus einer Toneisensteingeode (in der Größe 8.8 x 2.5 x 2.3 cm)
- Figur 2 Fundstück wie Figur 1 nach Dünnschlifferstellung (R 2)
- Figur 3 Xenoxylon ellipticum (SCHULTZE-MOTEL) Querschliff ca. 40 x (R 2)

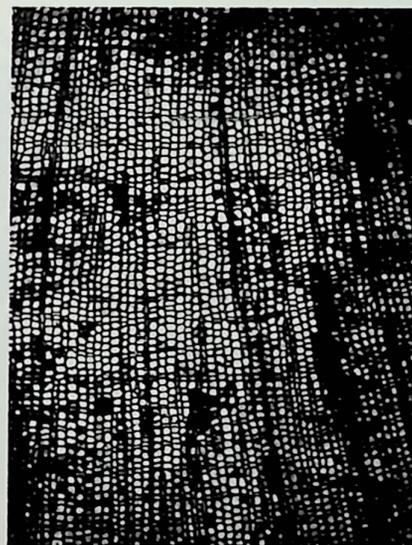
TAFEL 1



1



2



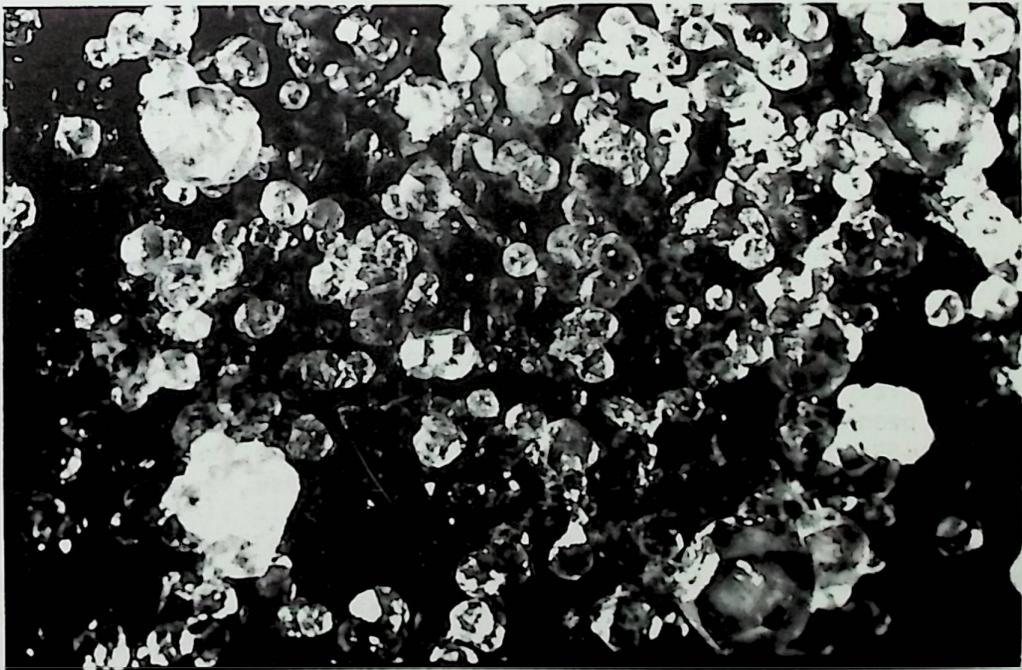
3

Tafel 2: Figur 1 Große Kalkknolle (= Septarie ?) in Fundlage, kurz
nach der Öffnung

Figur 2 Calcitrasen mit Rhomboeder Kristallen (ca. 4 x)



1



2

DOCUMENTA NATURAE 59, S. 30 - 33, 3 TAF., 2 TAB., MÜNCHEN 1990

DER ERSTNACHWEIS VON MASTIXIEN
IN DEN NEOGENEN SEDIMENTEN
VON KALTENNORDHEIM (RHÖN)

VON H.-J. GREGOR

ZUSAMMENFASSUNG

Aus Kaltennordheim in der Rhön wird die erste Mastixie (*Eomastixia hildegardis*) aus der alten Sammlung v. Koenen im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Göttingen mitgeteilt und daraus auf ein untermiozänes Alter der Kohle geschlossen.

SUMMARY

The first *Mastixia* (*Eomastixia hildegardis*) from the Lower Miocene of the Rhön area was found in the old collection of v. Koenen (Göttingen, FRG), together with *Carya* and *Stratiotes* fossils.

EINLEITUNG

Bei einem Besuch des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Göttingen wurde 1980 eine kleine Kollektion fossiler Früchte entdeckt, welche eine kleine Überraschung aufwies, nämlich, u.a. eine kleine Mastixie, welche bisher aus dem Neogen der Rhön völlig unbekannt war (MÜLLER-STOLL 1936). Eine vorläufige Bemerkung in GREGOR 1982:79 soll hier erweitert werden, da den Funden u.a. stratigraphische Bedeutung zukommt.

DIE FUNDE

Im Einzelnen handelt es sich bei dem Sammlungsmaterial um folgende Belege: ein Handstück lagige Kohle mit gagatischem Einschlag. Auf der Oberfläche des 10 x 7 cm messenden Stückes liegen ganze und aufgesplitterte Exemplare von *Stratiotes kaltennordheimensis* (KEILHACK) ZENKER (Taf. 1, Fig. 1-3). Die Kohle ist als "Braunkohle mit Sandkörnern" von Kaltennordheim, Schmalkalden" bezeichnet und stammt aus der Coll. Schwarzenberg.

Wir haben damit das typische "Leitfossil" für Kaltennordheim und Umgebung vorliegen, welches aber im Neogen weit verbreitet ist (KIRCHHEIMER 1957, BUZEK & HOLY 1966).

Einzelne Fossilreste aus der Coll. v. Koenen, welche als *Carya* cf. *laevigata* von "Kalten Nordheim" (2. Zettel: Kaltennordheim) bezeichnet sind. Es handelt sich um 5 Spezimina von *Carya rostrata* (SCHLOTH.) SCHIMPER (vgl. Taf 1, Fig. 4-8) mit z.T. rostrater Spitze. Bei den Nüssen liegt die Größe bei 16-27 x 16-20 mm in der Länge und Breite. Die Art ist aus Seussen, Zittau, Sieblos und Schwerfen (?) bekannt. (MAI 1981: 363)

MAI hat aufgrund schlechten Materials und Fotos diese Funde als *Carya ventricosa* (STERNBERG) UNGER (ibid. 369, No.12) bezeichnet. Zu deutlich sind aber kleine Größe, feine Runzelung und apikales Spitzchen ausgeprägt (freundl. mündl. Bestätigung D. H. MAI vom 31.07.1990).

Adresse des Autors: Dr. Hans-Joachim Gregor, Naturmuseum Augsburg,
Im Thäle 3, D-8900 Augsburg

Ein weiterer Fund, eine Mastixie liegt größenmäßig bei 20 x 14 mm und gehört zur Art *Eomastixia hildegardis* (UNGER) HOLY (Taf. 1, Fig. 9). Obwohl nur 1 Exemplar vorliegt, läßt sich die Art nicht ganz mit der größeren *E. saxonica* (MENZEL) HOLY vergleichen (vgl. *E. persicoides* (UNGER) GREGOR 1978) aus dem Ottnangium der Oberpfalz (Eggenburgium, BUZEK & KVACEK 1990: Fig. 1; Ober-Eggenburg-Ottnang-Unterkarpat sensu KNOBLOCH 1989:79), ist aber formgleich mit der von HOLY neu kombinierten Art aus Franzensbad.

Mit dem Fund einer Mastixie ist für das Gebiet um Kaltennordheim ein Leitfossil für das "Untermiozän" gefunden, welches es gestattet, zusammen mit neuen Befunden zur Rhön (vgl. KELBER & GREGOR 1988:13) das Alter der Kohlen von Kaltennordheim als "tiefes Miozän" zu bestätigen (vgl. Oberpfälzer Braunkohle GREGOR 1978, 1980 und HOLY 1975: 139-Franzensbad). Das Alter reicht allerdings von "Ottnang" bis zum Karpat-Baden".

Die von MOYAEDPOUR (1977) mitgeteilte Flora von Theobaldshof ist revidiert von GREGOR 1982: 79, 80 und kann mit unseren neuen Funden nicht verglichen werden.

Vielleicht stammen die Kirchheimer (1936 a,b) publizierten Funde von Seußen, welche nie wieder dort gefunden wurden, ebenfalls von Kaltennordheim - geographisch wäre eine solche Verwechslung sogar möglich (vgl. Liste in GREGOR 1982:81).

Seltamerweise wurden bei neueren Aufsammlungen weder beim Fundort Zeche Barbara noch am Bauersberg Mastixien gefunden (KELBER & GREGOR 1987:12). Wenn wie nach neueren Befunden die Oberpfälzer Braunkohle zusammen mit Hradek, Wiesa, Hartau und Turow ins Eggenburgium (E.-Ottnangium-Grenze) gestellt wird (BUZEK & KVACEK 1990), so könnte dies im Zusammenhang mit der etwas älteren Flora von Seußen (GREGOR 1982: 81) stehen. In Seussen traten nach KIRCHHEIMER (1936 a, bu. a.) *Eomastixia*, *Retinomastixia*, *Carya*, *Magnolia* u.a. auf, also eine echte Mastixioideenflora, von deren Komposition 2 Formen hier in Kaltennordheim zu finden sind. Da es sich bei der eben genannten Flora um eine "untermiozäne s.l." handelt, kann nicht mehr ganz ausgeschlossen werden, daß die Angaben von Kirchheimer fälschlich waren und die sog. Seussener Fruchtflora (vgl. auch GREGOR 1982:81) aus Kaltennordheim stammt. Seussen wird nach THIELE & JUNG 1981:138 als Oberoligozän bis Untermiozän bezeichnet, eine Einstufung, die etwas älter ist als die von Kaltennordheim.

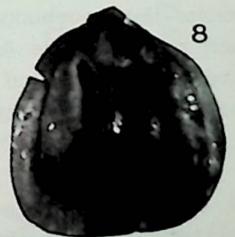
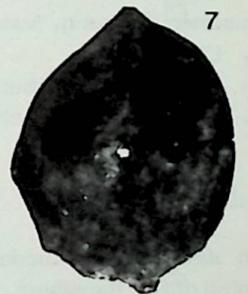
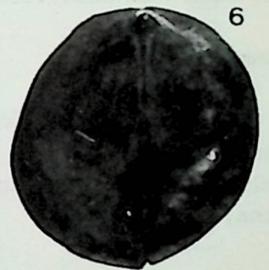
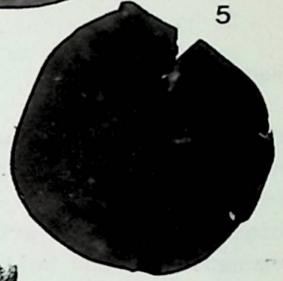
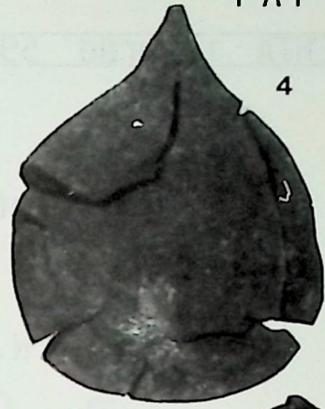
LITERATUR

- BUZEK, C. & KVACEK, Z. (1990): Floristic biostratigraphy of Tertiary basins in the Bohemian massif and correlation with Central Paratethys. - Geol. Zborn., Geol. Carpath., 41:1:3-14, 2 figs., Bratislava.
- GREGOR, H.-J. (1978): Die miozänen Frucht- und Samenfloren der Oberpfälzer Braunkohle I. Funde aus den sandigen Zwischenmitteln. - Palaeotographica, B, 167, 1-3:8-103, 30 Abb., 4 Tab., 15 Taf., Stuttgart.
- GREGOR, J.-J. (1980): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der Oberpfälzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. - Palaeontographica, B, 174, 1-3: 7-94, 15 Taf., 7 Abb., 3 Tab., Stuttgart.
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. - 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Anh., Ferd.Enke-Verlg. Stuttgart.
- HOLY, F. (1975): Representatives of the family Mastixiaceae Calestani 1905 in the Bohemian Tertiary. - Sborn.Narodn.Muz. Prace, 31, B, 3-5:123-147, 4 Taf., Praha.
- HOLY & BUZEK, C. (1966): Seeds Stratiotes L. (Hydrocharitaceae) in the Tertiary of Czechoslovakia. - Sborn. Geol. VED, pal., p, 8: 105-135, 10 Taf., Praha.

- KELBER, K.-P. & GREGOR, H.-J. (1987): Makroflora aus dem Jungtertiär der langen Rhön: erste Ergebnisse und Neuaufsammlungen. - Documenta naturae, 41: 11-13, Taf. 3, 4, München.
- KIRCHHEIMER, F. (1936a): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora. Früchte und Samen aus dem deutschen Tertiär. - Palaeontographica, B, 82, 73-141, 7 Taf., Stuttgart 1936a.
- KIRCHHEIMER, F. (1936b): Weitere Mitteilungen über die Früchte und Samen aus deutschen Braunkohlen IV. Verschiedene Vorkommen. - Braunkohle, 23 35. Jg: 391-394, Halle/Saale.
- KIRCHHEIMER, F. (1957): Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. - 672 S., 55 Taf., VEB Wilh. Knapp Verl. Halle/Saale.
- KNOBLOCH, F. (1989): Die biostratigraphische Stellung der tertiären Blattfloren von Seussen und Wackersdorf (Oberpfalz). - Documenta naturae, 55: 79-89, 2 Taf., München 1989.
- MAI, D.H. (1981): Der Formenkreis der Vietnam-Nuß (*Carya poilanei* (CHEV.) LEROY in Europa. - Feddes Rep., 92, 5-6: 339-385, 10 Taf., 12 Abb., Berlin.
- MOAYEDPOUR, F. (1977): Geologie und Paläontologie des tertiären "Braunkohlenlagers" von Theobaldshof/Rhön (Miozän, Hessen). - Geol. Abh. Hessen, 76, 135 S., 7 Abb., 5 Tab., 21 Taf., Wiesbaden.
- THIELE-PFEIFFER, H. & JUNG, W. (1981): Mikrofloristische Untersuchungen an Braunkohlenablagerungen Oberfrankens und der nördlichen Oberpfalz, - Mitt. Bayer. Staatssls. Paläont. hist. Geol., 21:129-139, München.

Tafel 1

- Fig.1-3: *Stratiotes kaltennordheimensis* (KEILHACK)
ZENKER auf der splittrigen, gagatischen
Kohle aus dem Untermiozän von Kaltennord-
heim;
- Fig.1: Original-Handstück aus der Coll.Schwarzen-
berg (Geol.-Paläont.Inst.Univ.Würzburg)
- Fig.2: Samen vergrößert; x4
- Fig.3: Negativeindrücke von Samen; x4
- Fig.4-8: *Carya rostrata* (SCHLOTHEIM) SCHIMPER aus der
untermiozänen Braunkohle von Kaltennord-
heim;
Material aus der Coll.v.Koenen (Geol.-
Paläont.Inst.Univ.Würzburg).
- Fig.4: großes Exemplar mit deutlicher Spitze
- Fig.5: rundliche Nuß mit abgebrochener Spitze
- Fig.6: ovale Nuß mit deutlicher Spitze
- Fig.7: basal und apikal zugespitzte Nuß
- Fig.8: Fachinnenseite einer Nuß mit rekonstruier-
ter Spitze
- Fig.9: *Eomastixia hildegardis* (UNGER) HOLY, ein
Mastixia-Endokarp aus dem Untermiozän von
Kaltennordheim (Coll. siehe 4-8)



Eine Bryozoenfaunula aus dem Tertiär der Türkei

von N.VAVRA & J.D.BECKER-PLATEN

Zusammenfassung

Eine kleine Bryozoenfaunula aus dem Tertiär wird, soweit es der meist eher bescheidene Erhaltungszustand zuläßt, bestimmt und zum Teil auch beschrieben. Die oft nur in wenigen kleinen Fragmenten, noch dazu von verschiedenen Fundorten (meist Miozän) vorliegenden Zoarien lassen nur in einigen Fällen eine artliche Bestimmung zu. Auf das Vorkommen der beiden cheilostomen Gattungen Steginoporella und Nellia und ihre Bedeutung als möglicher Hinweis auf tropische Klimabedingungen sei hier nochmals verwiesen.

Summary

A small Bryozoan faunule from different fossil sites of the Turkish Tertiary (mainly Miocene) is described here. Badly preserved material only allow problematic determinations. Steginoporella and Nellia, two cheilostome genera are possibly indicators for tropical climatic conditions at that time.

Inhalt:

Zusammenfassung, Summary

1. Einleitung
2. Fossilbeschreibung
3. Schriftenverzeichnis

1. Einleitung

In der Türkei wurden in den Jahren 1965 bis 1969 von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, im Rahmen der technischen Hilfe für die türkische Republik umfangreiche geologische Untersuchungen zur Braunkohlenprospektion durchgeführt. Im Zuge dieser Arbeiten wurden z.T. auch reichhaltige Aufsammlungen tertiärer Fossilien getätigt u.a. Vertebraten, marine und limnische Mollusken und Ostracoden sowie Sporomorphen und Blätter. Viele dieser Fossilgruppen wurden inzwischen wissenschaftlich bearbeitet und publiziert (s. Schriftenverzeichnis in MENZEL & BECKER-PLATEN, 1981: 69-73).

Im folgenden Beitrag wird nun eine Bryozoenfaunula aus nur 9 Einzelproben beschrieben. Ursprünglich sollten diese Bestimmungen einer umfassenden Publikation über die Korallenaufsammlungen oder über die marinen Mollusken hinzugefügt werden. Da sich die Bearbeitung dieser beiden Fossilgruppen voraussichtlich aber noch lange hinauszögern wird, sollten die Bryozoen vorab in einer kurzen Notiz bekanntgemacht werden, zumal unseres Wissens aus dem Tertiär der Türkei kaum Arbeiten über fossile Bryozoen vorliegen.

Anschriften der Autoren: Dr. Norbert Vavra, Institut für Paläontologie der Universität Wien;
Dr. Jens-Dieter Becker-Platen, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2, Postfach 510153, D-3000 Hannover 51.



Abb.1: Lagepunkte der Bryozoenfunde aus dem Tertiär der Türkei (+ Z 808 a = Probenfundpunkt)

Die Tatsache, daß nur vereinzelt Bryozoenreste aufgesammelt wurden, liegt darin begründet, daß die Probennahme nicht im Hinblick auf deren wissenschaftliche paläontologische Auswertung erfolgte, sondern vielmehr primär einer, raschen übersichtsmäßigen Orientierung im türkischen Neogen dienen sollte, entsprechend der lagerstättenkundlichen Aufgabenstellung der Arbeitsgruppen (Braunkohlenprospektion).

Alle nachstehend aufgeführten Bryozoen-Stücke befinden sich in der Sammlung des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Hannover und werden unter den angegebenen tm-Nummern ("Original-Nummern") aufbewahrt. In Klammern wird die Probennummer des Geländegeologen, z.B. T 599, mit dessen Alterszuordnung angegeben. Die Fundorte der Proben sind in Abbildung 1 sowie in Tabelle 1 aufgeführt. Die L-Proben wurden von Dr. S. LANGE, P- und Z-Proben von Dr. J.D. BECKER-PLATEN, S-Proben von Dr. U. STAESCHE, T-Proben von Dr. W. IRRLITZ aufgesammelt. Es ist unbekannt, wer die Probe tm 112 aufgelesen hat.

Die paläontologische Bearbeitung führte N. VAVRA durch, die geologisch-stratigraphischen Angaben gab J.D. BECKER-PLATEN.

Unser Dank gilt Herrn Prof.Dr. E. Voigt, Hamburg, der das Material zu Beginn der Bearbeitung durchgesehen und erste Bestimmungen vorgenommen hat.

2.Fossilbeschreibung

CYCLOSTOMATA

"Idmonea" div. sp.

Insgesamt liegen 5 Fragmente, z.T. sehr abgerollt, von 4 verschiedenen Fundorten vor, die sich jedoch jeder näheren Bestimmung durch den Erhaltungszustand und durch die Spärlichkeit des Materials entziehen. Bemerkenswert sei nur, daß eine Form durch einen auffallenden, zickzack-förmigen Wulst auf der Frontalseite auffällt (Probe L 551 F) und daß es sich bei einer weiteren möglicherweise um eine *Idmidronea coronopus* handelt. Alles in allem dürfte sich dieses spärliche Material auf drei Arten verteilen.

Material:

- 1 Stück, tm 95 (L 551 F, tieferes Miozän),
- 1 Stück, tm 96 (T 559, vermutlich tieferes Miozän),
- 2 Stücke, tm 98 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän),
- 1 Stück, tm 97 (T 599, tieferes Miozän).

Filisparsa sp.

Ein sehr kleines, aber relativ gut erhaltenes Fragment liegt vor; ohne Ovicelle und ohne reicheres Material ist gerade hier keine nähere Bestimmung möglich.

Material: 1 Stück, tm 99 (L 550, tieferes Miozän).

Tervia sp.

Vier kleine Fragmente eines Zoarialtyps, bei dem es sich wohl um *Tervia* handeln wird. Ohne reicheres Material und ohne Ovicelle kann auch hier keine Klarheit geschaffen werden.

Material: 4 Stücke, tm 100 (L 551 F, tieferes Miozän).

Entalophora sp.

Zwei winzige Fragmente, die zweifellos zu diesem Formenkreis gehören, liegen vor. Durch die Spärlichkeit des Materials und ohne Vorliegen einer Ovicelle ist keine nähere Bestimmung möglich.

Material: 2 Stücke tm 101 (L 550, tieferes Miozän).

Hornera frondiculata, LAMOUREUX, 1821

*1821 *Hornera frondiculata*. - LAMOUREUX, S. 41, Taf. 74, Fig. 7-9.

1972 *Hornera frondiculata* AUCT.-MONGEREAU, S. 329-333, Taf. 5, Fig. 1-3, 6, 7, Taf. 7, Fig. 1-2.

Diese gut bekannte und weit verbreitete Art ist durch fünf Exemplare in dem vorliegenden Material vertreten. Die Stücke zeigen alle Merkmale, um sie mit Sicherheit zu identifizieren.

Übergänge zu Formen nach Art der *Hornera striata* sind nicht zu beobachten - es finden sich in den Areae stets mehrere Vakuolen, auch treten nie so auffallend stark entwickelte Nervi auf, wie sie für *H. striata* typisch sind. Eines der vorliegenden Exemplare zeigt allerdings die Peristome in sehr lockeren Reihen angeordnet, so daß es ein wenig an Formen wie *H. subannulata* u. dgl. denken läßt. Es kann jedoch kein Zweifel bestehen, daß dieses Stück trotzdem in den Formenkreis der *H. frondiculata* gehört und es liegt sicher keine *H. subannulata* vor.

Material: 5 Stücke tm 102 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

Sonstige Vorkommen:

Eozän bis Pliozän Europas,

rezent im Atlantik und Mittelmeer.

Darüber hinaus befinden sich im vorliegenden Material noch Fragmente weiterer Horneriden vom Fundort Sivas-Susehri-Cobanli. Die Stücke sind jedoch so dürftig, daß nur bei vier Exemplaren die Bestimmung als "*Hornera* sp." gerechtfertigt erscheint, bei den übrigen drei kleinen Fragmenten kann selbst eine nur gattungsmäßige Zuordnung nicht gesichert werden.

Material: 4 Stücke, tm 114 (T 599, tieferes Miozän).

Hornera cf. *lamellosa* ROEMER, 1863

1863 *Hornera lamellosa* n.sp.-ROEMER, S. 222, Taf. 37, Fig. 8

?1963 *Hornera* sp. - BRAGA, S. 53-54, Taf. 5, Fig. 14-15.

1972 *Hornera lamellosa* ROEMER, 1863-MONGEREAU, S. 335, Taf. 8, Fig. 1-2.

Das nur aus einem einzigen, allerdings vorzüglich erhaltenem Exemplar bestehende Material kann leider nur bedingt identifiziert werden. Das zarte Ästchen von etwa halbzyklindrischem Querschnitt zeigt als auffallendstes Merkmal, das für eine nähere Beziehung zur Art ROEMERs sprechen könnte, die starken etwa parallel verlaufenden Nervi auf der Frontalseite, die deutlich hervortretenden, etwa in Quincunx angeordneten eher spärlichen Aperturen, die ein deutliches Peristom zeigen. Langgezogene Areae mit nur sehr undeutlich erkennbaren Andeutungen von Vakuolen bilden ein weiteres Kennzeichen der vorliegenden Form. Abweichend von ROEMERs Art ist jedoch die Rückseite; bei der Revision der *Hornera lamellosa* durch MONGEREAU (1972) lag leider nur ein Exemplar vor, dessen Rückseite "nicht sichtbar" war (sic MONGEREAU). Die Rückseite des türkischen Materials erinnert fast an *H. dorsocavata*, einer von BOBIES aus dem österreichischen Miozän beschriebenen Art. Sehr nah scheint das türkische Material der von BRAGA beschriebenen "*Hornera* sp." aus dem Priabonien Oberitaliens zu stehen. Für diesen Hinweis bin ich Prof. VOIGT (Hamburg, pers. Mitteilung) zu großem Dank verpflichtet. Die vorliegende Form ist auch deutlich zarter als die Art ROEMERs und stimmt auch hierin besser mit der von BRAGA abgebildeten Form überein (etwa gleicher Aperturdurchmesser etc.).

Material: 1 Stück, te 2 (S 1713; nach türkischer geologischer Karte, 1:500 000, vermutlich Eozän).

Vorkommen der echten *Hornera lamellosa*: U-Oligozän.

Vorkommen von *Hornera* sp. (BRAGA): O-Eozän.

Polyascosoecia coronopus (CANU & BASSLER, 1922)

*1922 *Polyascosoecia coronopus*, new species-CANU & BASSLER, S. 124-127, Textfig. 37, Taf. 20, Fig. 1-8.

1977 *Reteporidaea coronopus* (CANU & BASSLER, 1922).- VAVRA, S. 59-60.

1984 *Polyascoecia coronopus* CANU & BASSLER, 1922. - VOIGT, S. 407-410, Taf. 7, Fig. 8-13.

Die beiden vorliegenden Exemplare (nicht gegabelte Zoarialfragmente) können wohl mit ziemlicher Sicherheit in diesen Formenkreis gestellt werden. Da jedoch keine Ovicelle vorliegt, ist die gattungsmäßige Zugehörigkeit eigentlich nur eine - allerdings nicht unbegründete - Vermutung; der auffallende dreieckige Querschnitt spricht keinesfalls gegen die Bestimmung als *P. coronopus*. Die Variationsbreite ist ja bei diesen Formen relativ groß, wie schon CANU & BASSLER (1920) für Vertreter dieser Gattung aus dem nordamerikanischen Alttertiär feststellten.

Material: 2 Stücke, tm 103 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

Sonstige Vorkommen: Im Miozän Europas sehr weit verbreitet (vgl. VAVRA 1977), ältere Vorkommen (Paleozän z.B.) sind eher fraglich und hängen ebenso wie jüngere (Pliozän) eng mit noch ungeklärten Fragen der Taxonomie dieser Gruppe zusammen.

Lichenopora sp.

Ein größeres Fragment eines Zoariums mit Brutkammer liegt vor. Es ist jedoch durch den Erhaltungszustand nicht sicher feststellbar, ob die Zooecien uni- oder biserial angeordnet sind; da es sich eben nur um ein Fragment handelt, ist auch über die Größe der Zentralarea nichts auszusagen, sodaß eine nähere Bestimmung nicht möglich ist.

Material: 1 Stück, tm 104 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

CHEILOSTOMATA

Steginoporella cf. *elegans* ssp.

Das spärliche Material läßt zwar keinen Zweifel an der Zuordnung zum Genus *Steginoporella*, erlaubt jedoch keine sichere artliche Bestimmung. Es kann, da insgesamt an den drei Fragmenten nur 6 unversehrte Zooecien zu beobachten sind, nicht einmal die für eine exakte Bestimmung grundlegende Frage beantwortet werden, ob ein Dimorphismus mit A- und B-Zooecien vorliegt oder nicht. Die Bestimmung als "*Steginoporella* cf. *elegans*" erfolgte auf Grund der Tatsache, daß man eine sehr schwache Krenellierung des Randes der Zooecien mehr erahnen als erkennen kann - wie sie für den Formenkreis der *St. elegans* typisch wäre (aber nicht nur für diese!) und insbesondere auch deshalb, weil ein Zooecium deutlich ein starkes Absinken des Cryptocyst gegen das Opesium zu erkennen läßt bei Vorliegen von auffallend großen Opesiulæ. Beides sind Merkmale die m.W. nur bei *Steginoporella elegans chattiensis* auftreten (vgl. POUYET & DAVID, 1979 a).

Bemerkungen: Auf die Bedeutung des Vorkommens dieser Gattung als Hinweis auf mögliche tropische Klimabedingungen sei hier noch verwiesen (vgl. POUYET & DAVID, 1979 b).

Material: 3 sehr kleine Fragmente (eines davon nur 1 Zooecium!), tm 105 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

Sonstige Vorkommen: (*St. elegans* ssp.) Oligozän (Deutschland), Miozän (Frankreich).

Cellaria sp.

Es liegen von dieser weitverbreiteten Gattung nur drei dürftige Fragmente vor, von denen 2 möglicherweise als *Cellaria fistulosa* anzusprechen wären.

Material:

2 Stücke, tm 106 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

1 Stück, tm 107 (T 559, vermutlich tieferes Miozän).

Sonstige Vorkommen: Miozän bis Pleistozän,
rezent: kosmopolitisch (außer Polarmeere).

Nellia oculata BUSK, 1852

*1852 *Nellia oculata* BUSK.-BUSK, S.18, Taf. 64, Fig. 6, Taf. 65, Fig. 4.

1929 *Nellia oculata* BUSK, 1852. - CANU & BASSLER, S. 185-187, Taf. 5; Fig. 12-13.

1974 *Nellia oculata* BUSK, 1852. - DAVID & POUYET, S. 132.

Obwohl diese häufige Art nur in zwei sehr kleinen Fragmenten vorliegt, besteht wohl kein Zweifel an der Zuordnung. Die Fragmente zeigen die vierreihige Anordnung der Zooecien, die Avikularien sind erkennbar, Ovicellen jedoch nicht vorhanden. Auch die mikrometrischen Werte zeigen befriedigende Übereinstimmung mit der Literatur (Lz: 0,46, lz: 0,16; Lo: 0,30, lo: 0,10).

Bemerkungen: Diese Form wird von CANU & BASSLER (1929) als tropische Art bezeichnet und auch OSBURN (1950) bezeichnet sie als eine Art, die in "wärmeren Gewässern" weltweit verbreitet ist.

Material: 2 Stücke, tm 108 (P 1083, tieferes Burdigal).

Sonstige Vorkommen:

Eozän bis Miozän: Europa, Afrika und Amerika,
im Miozän auch in Asien und Australien,

Pliozän/Pleistozän: Asien, Amerika,

rezent: Atlantik, Indischer und Pazifischer Ozean.

Sertella sp.

Von zwei Fundorten liegen drei kleine Fragmente vor, die wohl mit Sicherheit zu dieser Gattung gestellt werden können; näheres läßt sich nicht feststellen.

Material: 1 Stück, tm 109 (T 559, vermutlich tieferes Miozän).

2 Stücke, tm 110 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

Adeonellopsis sp.

Es liegt ein schlecht erhaltenes Fragment vor, das aber mit Sicherheit zu dieser Gattung zu stellen ist. Dafür spricht sowohl die Anordnung der Zooecien als auch die gerade noch erkennbaren Areas.

Material: 1 Stück, tm 111 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).

Cryptosula pallasiana (MOLL, 1803)

*1803 *Eschara pallasiana*. - MOLL, S. 64, Taf. 3, Fig. 13.

1979 *Cryptosula pallasiana* (MOLL). - HAYWARD & RYLAND, S. 90-91, Fig. 30.

Das vorliegende Material inkrustiert (z.T. zusammen mit Balaniden) als postmortaler Bewuchs kleine Austernschalen. Die Übereinstimmung mit rezentem Material ist auffallend. Bemerkenswert ist, daß die Zooecien keinerlei Bildung eines Umbo und daher auch keine Avikularien aufweisen. Dies kommt aber auch bei der rezenten Form häufig vor (teste HAYWARD & RYLAND: "frequently not umbonate"), sodaß dies keinerlei Einwand gegen eine artliche Identität darstellt.

Bemerkungen: Diese Art ist nach HAYWARD & RYLAND charakteristisch und verbreitet im intertidalen Bereich, aber sublittorale wahrscheinlich nie unterhalb des mit Algen bewachsenen Bereiches.

Material: 2 Austernschalen und 1 Schalenfragment mit z.T. reichem Bewuchs, tm 112 (? Sarmat, ? Oligozän).

Vorkommen: Pliozän,

rezent: weit verbreitet, von Norwegen bis zum Schwarzen und Roten Meer, von Neuschottland bis N-Carolina etc.

Einige weitere Fundstücke aus den Aufsammlungen in der Türkei, die aber nicht näher auswertbar sind, werden der Vollständigkeit halber genannt:

- Cyclostomata indet. und ? Smittinidae: (1 Gesteinsstück mit zahlreichen Exemplaren, tm 113 Z 808 a, unteres bis mittleres Oligozän; "ziemlich sicher" Priabon (briefliche Mitteilung Prof. Dr. G. HILLMER, Hamburg, vom 7.3.1978).
- ? Filisparsa: 1 Stück, tm 115 (T 892, tieferes (bis mittleres) Miozän).
- ? Retoporidae: 1 Stück, tm 116 (L 551, F, tieferes Miozän).

Tabelle 1: Bryozoen-Fundpunkte aus dem Tertiär der Türkei

L 550	Sivas - 6 bis 8 km südöstlich von Imranlı - am Weg von
L 551 F	Cukuryurt nach Boğazören; Übergangsbereich "marine sediments with gypsum" in "Upper Red sediments" (LANGE 1971, Taf. 1); tieferes Miozän.
P 1083	Denizli-Kale-Profil am Kepez-Tepe (mit marinen Mikrofossilien und Kale-Pollenbild; tieferes Burdigal; BECKER-PLATEN 1970 : 61, Abb. 3 und BENDA et al. 1977 : 3, Abb. 1, Profil Kale (die Probe wurde im unteren Teil der 2. Schicht von oben genommen).
S 1713	Istanbul-Çatalca-Straße von Sazlıbozna nach Hadımköy; vermutlich Eozän (nach türkischer geologischer Karte 1:500 000).
T 559	Sivas-Suşehri - südlich von Çobanlı, nordwestlich von Onarı; gipsreiche Mergelschichten; vermutlich tieferes Miozän.
T 599	Sivas-Suşehri-Çobanlı; Rote Konglomerat-Sandstein-Schichten; tieferes Miozän (IRRLITZ 1972 : 50, Taf. 6).
T 892	Erzurum-Aşkale - westlich von Küçük Kağdarioğlu - südlich der Brücke über den Karasu-Fluß; Kalkstein-Schichten von Küçük Kağdarioğlu; tieferes (bis mittleres) Miozän (IRRLITZ 1972 : 65, Taf.7).
tm 112	Straße von Yalova nach Karamürsel (ca. 7 km östlich von Yalova); (? Sarmat, ? Oligozän).
Z 808 a	Afyon-Dazkırı - im Tal ca. 1 km westlich von Hasandede bei den Wassermühlen; Obere Molasse-Schichten (BERING 1971, Abb. 5, S. 26; -- Legende zu Abb. 5 befindet sich auf S. 50, da Legenden für Abb. 5 und Abb. 7 vertauscht wurden --); unteres - mittleres Oligozän mit Tokça-Pollenbild (BENDA 1971:24).

3. Schriftenverzeichnis

- BECKER-PLATEN, J.D. (1970): Lithostratigraphische Untersuchungen im Känozoikum Südwest-Anatoliens (Türkei). (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 2.).-Beih. geol. Jb. 97: 1-244, 12 Abb., 22 Tab., 11 Taf.; Hannover.
- BENDA, L. (1971): Grundzüge einer pollenanalytischen Gliederung des türkischen Jungtertiärs. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 4.). - Beih. geol. Jg., 113 : 1-46, 1 Tab., 4 Taf.; Hannover.
- BENDA, L., MEULENKAMP, J.E., SCHMIDT, R.R., STEFFENS, P. & ZACHARIASSE, J. (1977): Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. 2. Correlation between sporomorph associations and marine microfossils from the Upper Oligocene-Lower Miocene of Turkey.- Newsl. Stratigr., 6 (1):1-22, 1 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Berlin, Stuttgart.
- BERING, D. (1971): Lithostratigraphie, tektonische Entwicklung und Seengeschichte der neogenen und quartären intramontanen Becken der Pisidischen Seenregion (Südanatolien). - Beih. geol. Jb., 101 : 1-150, 7 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; Hannover.
- BRAGA, G. (1963): I Briozoi del Terziario veneto Ie contributo.-Boll. Soc. Paleont. Ital., 2, (1) : 16-55, 9 Abb., Taf. 2-5; Modena.
- BUSK, G. (1852): Catalogue of marine Polyzoa in the collection of the British Museum, I. : 1-54, 68 Taf.; London (British Museum).
- CANU, F. & BASSLER, R.S. (1920): North American early Tertiary Bryozoa. - Smithsonian Instn., U.S. Nat.Mus. Bull., 106 : XX+859, 162 Taf.; Washington.
- CANU, F. & BASSLER, R.S. (1922): Studies on the cyclostomatous Bryozoa. - Proc. U.S. Nat. Mus., 61, (Art.22) : 1-160, 40 Abb., 28 Taf.; Washington.

Abb.2: Ungefähre stratigraphische Position der Bryozoen-Fundpunkte aus dem Tertiär der Türkei (nach MENZEL & BECKER-PLATEN 1981, Tab.5).

Tabelle 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Mio. Jahre	BLOW-Zonen (n. BIZON et al. 1979)	Tethys-Gliederung Alter in Mio. Jahren (n. VASS 1975)	Pollenbilder Türkei (n. BENDA 1971)	Neogene Mammal Units (n. ENGESSER 1980)	Faunengruppen Türkei	Abschnitt (s. S. 10)	Kontinentale Gliederung "Mammal Ages"
1	N 23	↑ jünger				1	
2	N 22	CALABRIUM 2,0		Q1	YUKARI SÖĞÜTÖNÜ	4	VILLANYIUM
3	N 21	PIACENZIVM	AKÇA	16	GÜLYAZI	5	
4	bis	ZANCELEUM		(15)	DINAR-AKÇAKÖY	6	RUSCINIUM
5	N 18	5,05 ± 0,44		14			
6		MESSIMNIUM		13	AMASYA	7	
7	N 17		KIZILHISAR		KINIK	8	TUROLIUM
8	bis	7,95 ± 0,43		12	GARKIN	9	
9		TORTONIUM		11	KAYADIBI	10	
10	N 16			10	EŞME-AKÇAKÖY	11	VALLESIUM
11				9			
12	N 15	12,19 ± 0,46					
13	N 14		YENI-ESKIHISAR	8	YENI-ESKIHISAR	12	
14	N 13	SERRAVALLIUM					
15	bis	15,03 ± 0,51		7	SOĞÇA	13	
16	N 9	LANGHIUM					ARAGONIUM
17	N 8	16,27 ± 0,55		6	ÇANDIR	14	
18	N 7		ESKIHISAR				
19	N 6	BURDIGALIUM		5	PAŞALAR	15	
20	bis						
21							
22	N 5		KALE			16	AGENTIUM
23	N 4	AQUITANIUM 23,5 - 24,0			L550, L551F		
24	bis				P 1083		
25	N 3	CHATTIUM	KURBALIK		T559 T599 T892	17	
		RUPELIUM	TOKÇA		Z 808 a	18	
		LATDORFIUM					
37						19	
					S 1713		

- CANU, F. & BASSLER, R.S. (1929): Contribution to the Biology of the Philippine Archipelago and adjacent Regions : Bryozoa of the Philippine Region. - Smithsonian Instn., U.S. Nat. Mus. Bull., 9, (100) : XI+685, 224 Abb., 94 Taf.; Washington.
- DAVID, L. & POUYET, S. (1974): Revision cheilostomes miocenes du Bassin de Vienne-Autriche. - Docum. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon, (60), 1974 : 83-257, 4 Abb., 15 Taf.; Lyon.
- HAYWARD, P.J. & RYLAND, J.S. (1979): British Ascophoran Bryozoans. - In: Synopses of the British Fauna (New Series), 14, KERMAK, D.M. & BARNES, R.S.K. (ed.), 312 S., 129 Abb.; London (Academic Press).
- IRRLITZ, W. (1972): Lithostratigraphische und tektonische Entwicklung des Neogens in Nordostanatolien. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 6.). - Beih. geol. Jb., 120 : 1-111, 9 Abb., 10 Taf.; Hannover.
- LANGE, S. (1971): The subdivision of the Cenozoic in Eastern Central Anatolia. - In: Scientific Results of the German-Turkish Lignite Exploration in Turkey of the years 1965 to 1968. (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 3.). - Newsl. Stratigr., 1,3 : 37-40, 1 Tab.; Leiden.
- LAMOUREUX, J.V.F. (1821): Exposition methodique des genres de l'ordre des Polypiers, VIII+115, 84 Taf.; Paris.
- MENZEL, H. & BECKER-PLATEN, J.D. (1981): Otolithen aus dem Tertiär der Türkei (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 24.). - Geol. Jb., B 42 : 5-91, 1 Abb., 8 Tab., 8 Taf.; Hannover.
- MOLL, J.P.C. (1803): Eschara ex zoophytorum seu phytozoorum ordine pulcherrimum ac notatu dignissimum genus novis speciebus auctum, methodica descriptum, et iconibus ad naturam delineatis illustratum. - 70 S., 4 Taf.; Wien.
- MONGEREAU, N. (1972): Le genre *Hornera* LAMOUREUX, 1821, en Europe (Bryozoa-Cyclostomata). - Ann. Naturhist. Mus. Wien, 76 : 311-373, 13 Taf.; Wien.
- OSBURN, R.C. (1950): Bryozoa of the Pacific Coast of America. Part 1, Cheilostomata-Anasca. - Allan Hancock Pacific Expeditions. - 14 : 1-269, 29 Taf.; Los Angeles.
- POUYET, S. & DAVID, L. (1979 a): Revision systematique du Genre *Steginoporella* SMITT, 1873 (Bryozoa, Cheilostomata). - Geobios, 12(6) : 763-817, 9 Fig., 4 Taf.; Lyon.
- POUYET, S. & DAVID, L. (1979 b): Revision of the Genus *Steginoporella* (Bryozoa Cheilostomata). - In: Systematics Assoc. Spec., 13, "Advances in Bryozoology", LARWOOD, G.P. & ABBOTT, M.B. (ed.) : 565-584; London (Academic Press).
- ROEMER, F.A. (1863): Beschreibung der norddeutschen tertiären Polyparien. - Palaeontographica, 9 : 199-245, Taf. 35-39; Kassel.
- TERNEK, Z. (ohne Jahr): Geological Map of Turkey 1:500 000, Blatt Istanbul; Ankara (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü).
- VAVRA, N. (1977): Bryozoa tertiaria. - In: Catalogus Fossilium Austriae, Heft Vb/3, ZAPFE, H. (ed.), 210 S., 3 Abb.; Wien (Österr. Akad. Wiss.).
- VOIGT, E. (1984): Die Genera *Reteporidae* D'ORBIGNY, 1849 und *Crisidmonea* MARSSON (Bryozoa Cyclostomata) in der Maastrichter Tuffkreide (Oberes Maastrichtium) nebst Bemerkungen über *Polyascosoezia* CANU & BASSLER und andere ähnliche Gattungen. - Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, 56, 385-412, Hamburg.

DOCUMENTA naturae 59 S.43-57 8 Abb. 5 Tab München 1990

Die Bentonite in Ostniederbayern

Chemismus, Entstehung, Lagerung, Verbreitung und
industrielle Einsatzmöglichkeiten

mit 8 Abbildungen und 4 Tabellen

von

Heinz Josef Unger*

Inhalt

Vorwort.....	3
1. Einleitung	3
2. Was ist Bentonit?	3
3. Entstehung, Lagerung und Verbreitung der Bentonite in Niederbayern	9
3.1. Entstehung	9
3.2. Lagerung und Verbreitung	10
4. Industrieller Einsatz von Bentoniten und Bentonit- produkten	14

* Anschrift des Verfassers: Dr.Heinz Josef Unger, Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstr.128, D-8000 München 40

Vorwort

Der hier vorzulegende zusammenfassende Überblick über die Bentonite Niederbayerns stellt die überarbeitete Fassung eines Vortrags dar, der im Rahmen des XIX.Kolloquiums für Prospektion und Exploration zum Thema "Nichtmetallrohstoffe" am 23. 11.1989 an der TU Berlin gehalten wurde.

In einer Übersicht wird, neben bereits bekannten Fakten, die neueste stratigraphische Einstufung der Bentonite Ostniederbayerns vorgelegt.

Die Bemerkungen zum Chemismus basieren auf: LINCK, G. & JUNG, H. (1960): Grundriß der Mineralogie und Petrographie, VEB G. Fischer Verlag, 3. Auflage, 415 S., Jena, die Angaben über den industriellen Einsatz hauptsächlich auf: FAHN, R. (1973): Die Gewinnung von Bentoniten in Bayern.- Erzmetall, 26:425-428, Stuttgart; FAHN, R. & BUCKL, H. (1968): Industrielle Verwendung von Bentonit.- Keramische Ztschr., 5:1-6; FAHN, R. & SCHALL, N. (1985): Über die Verwendung von Bentoniten in Wasch- und Reinigungsmitteln.- Tenside, Detergents, 22/2:57-61, München.

Die umfangreiche Literatur zum Thema Bentonit in Bayern ist bei UNGER, H. J. & NIEMEYER, A. (1985): Die Bentonite in Ostniederbayern - Entstehung, Lagerung, Verbreitung.- Geol. Jb., D 71:3-58, Hannover, aufgelistet.

1. Einleitung

Die wirtschaftlich interessantesten und größten Bentonitlagerstätten Deutschlands liegen in der ostbayerischen Molasse zwischen Mainburg und Landshut sowie um Malgersdorf in Niederbayern (Abb. 1). Bentonite finden sich außerdem im Raum Augsburg, um Krumbad-Thannhausen, im Hegau, um St. Gallen, Zürich und Le Locle in der Schweiz, in der Rhön und in Schleswig-Holstein. Wirtschaftlich von Bedeutung sind allerdings nur die ostbayerischen Bentonitlagerstätten.

1985 wurde zwischen Bentonitlagerstätten und Bentonitlagen unterschieden. Nach MAUCHER ist eine Lagerstätte ein geologischer Körper, in dem ein Element oder eine Elementkombination erheblich über den Durchschnitt hinaus in der Erdkruste angereichert ist. Die Benennung als "geologischer Körper"

setzt dabei eine gewisse Größe voraus. Eine in geringmächtigen Lagen oder Linsen hoch angereicherte Mineralkombination ist keine Lagerstätte, sondern höchstens ein Mineralfundpunkt. Ein Bentonit von 6 cm Mächtigkeit etwa ist demnach eine geringmächtige Tonlage hoher Montmorillonitkonzentration, wirtschaftlich jedoch uninteressant, selbst wenn nur 1 m Abraum darüber lagern würde, da diese 6 cm maschinell nicht in der erforderlichen Reinheit abgebaut werden könnten.

Definitionsgemäß sind Bentonitlagerstätten wirtschaftlich interessante, bauwürdige Bentonitlagen größerer Mächtigkeit mit hohen Montmorillonitgehalten (über 85% Montmorillonit), die, bei größerer Ausdehnung, maschinell abgebaut werden können.

Als Bentonitlagen werden geringmächtige (unter 0,5m Mächtigkeit), linsig-lagige Tonschichten geringer räumlicher Ausdehnung mit einem hohen Montmorillonitgehalt bezeichnet.

In Niederbayern wurden die Bentonite früher als Bleich- oder Weißerden benannt. Erstere Bezeichnung bezog sich auf das chemische Endprodukt nicht auf den Rohbentonit, letztere auf die weißgrauen bis weißen, erst mäßig umgesetzten Glastuffe und Glasaschen, wie sie im Malgersdorfer Raum abgebaut wurden. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts erkannte man übrigens erst die Bedeutung des Bentonits für den Färbe- und Bleichprozeß. Nach dem 2. Weltkrieg, als sich die weitgefächerten Einsatzmöglichkeiten des Bentonits und der Bentonitprodukte in einer Vielzahl von technischen Bereichen abzeichneten, wurde die Exploration und die Förderung forciert. Heute werden in Niederbayern von zwei Firmen jährlich etwa 660 000 t Bentonit gefördert.

2. Was ist Bentonit?

Als Bentonit wird in Niederbayern ein hoch Montmorillonit-haltiger Ton mittelmiozänen Alters bezeichnet, der durch die Zersetzung von sauren vulkanischen Glastuffen und Glasaschen entstanden ist.

Der Name Bentonit wurde 1898 von dem amerikanischen Geologen KNIGHT für einen kretazischen Ton mit hohem Quellvermögen eingeführt, den er bei Fort Benton im US-Staate Wyoming fand. Das Haupttonmineral des Bentonits, der Montmorillonit erhielt seinen Namen nach einer unbedeutenden Tonlage bei Montmorillon im südfranzösischen Dep. Vienne, in der es zum ersten Mal mineralogisch nachgewiesen wurde. Die niederbayerischen Bentonite führen neben Montmorillonitgehalten von über 80% wechselnd hohe Anteile an vul-

kanischen Gläsern (je nach Umwandlungsgrad) und geringere Gehalte an Kaolinit und Illit in der Feintonfraktion (unter 0,002 mm Ø). In der Feinsandfraktion (bis 0,02 mm Ø) finden sich in den Bentoniten Begleitminerale wie Quarz, Glimmer, Feldspäte und Pyrit, die im frühdiagenetischen Stadium in das Sediment gelangten. In der Fraktion kleiner 0,001 mm können als syngenetische oder epigenetische, nichttonige Minerale, die zeitgleich mit der Tonbildung oder bei der Diagenese ins Sediment gelangten, Eisenhydroxide, Karbonate, Sulfate und Sulfide auftreten.

Kalziumkarbonat tritt gelegentlich gehäuft als lagig oder linsig angereicherte Konkretionslagen im Bentonit auf und bereitet der Aufbereitung nicht geringe Probleme.

Bentonit ist also der petrographische Sammelbegriff eines mehrmineralischen Gesteins, das sich aus dem Hauptmineral Montmorillonit und einigen Begleitminerale zusammensetzt.

Der Bentonit wird in großen Tagebauen mit Abraumhöhen bis zu 40 m abgebaut. Das Abraummaterial sind unverfestigte Schotter, Kiese, Sande, Mergel und Schluffe. Die Bentonitmächtigkeiten schwanken zwischen einigen Zentimetern bis 4 Meter, im Schnitt liegt die Mächtigkeit bei 2 Metern. Ein oft beobachteter Aufbau des Bentonitstoßes ist (von unten nach oben): Gelbton, olivfarbener Plattenton und darüber oliver bis blauer Ton. Mit Plattenton bezeichnet man eine verfestigte, meist linsige Bentoniteinschaltung im weichen Bentonit, die einen höheren Quarzanteil in der Feinsandfraktion aufweist. Die Farbe des Bentonits kann im frischen Anriß weiß, grauweiß, gelblichweiß, gelb, ocker, braun, oliv, dunkelblau oder dunkelviolet sein. Der Plattenton ist meistens oliv-bis grau-farben.

Die Farben des Bentonits werden in erster Linie durch den Eisenoxidgehalt und die jeweils vorliegende Wertigkeit der Eisen-Ionen sowie durch Beimengungen von Eisenoxidhydraten oder organischen Gemengteilen bestimmt. Zweiwertiges Eisen, beispielsweise bei Anwesenheit von Pyrit, färbt den Bentonit blau, Eisen in oxidischer, dreiwertiger Form ergibt gelbe bis braune Farben. Mischfarben entstehen bei gleichzeitiger Anwesenheit von zwei- und dreiwertigen Eisen-Ionen. Generell haben die Farben keinen Einfluß auf die Tonqualität, jedoch ist erfahrungsgemäß der qualitativ beste Bentonit meistens gelb gefärbt.

Frisch gebrochener Bentonit zeigt muscheligen, strahlenförmigen, selten glättflächigen Bruch, er fühlt sich wachs- oder seifenartig an. Lockere, krümelige Massen brechen selten herein, im Habitus

als Plattenton kann er sehr hart sein. Auffallend ist der hohe Wassergehalt des Bentonits im grubenfri-schen Zustand.

Montmorillonit-haltige Tone geben mit Methylenblau eine lebhaft violette, blauviolette oder blaue Farbe, die durch KCl lebhaft hellblau oder bläulichgrün wird.

Die chemische Zusammensetzung der niederbayerischen Bentonite schwankt stark, ebenso ihre mineralogische Zusammensetzung, was in ihrer Genese begründet liegt. In folgenden Grenzen bewegen sich die Schwankungen (ermittelt aus 205 Analysen):

SiO ₂	48,00 - 75,00%
TiO ₂	0,12 - 0,60%
Al ₂ O ₃	11,00 - 24,00%
Fe ₂ O ₃	2,60 - 5,80%
MnO	0,01 - 0,05%
MgO	0,60 - 4,10%
CaO	0,30 - 2,60%
Na ₂ O	0,01 - 0,90%
K ₂ O	0,06 - 2,30%
P ₂ O ₅	0,02 - 0,11%

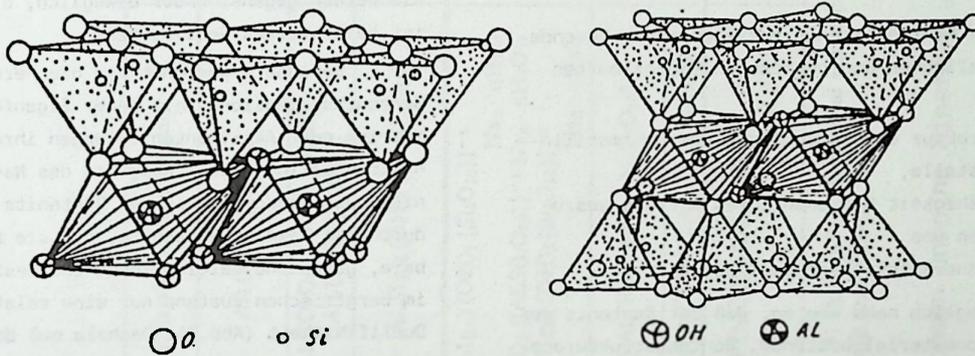
Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Montmorillonits machen den Bentonit zu einem begehrten Rohstoff. Der Montmorillonit gehört zur gleichnamigen Tonmineralgruppe (Tab.1).

Tab.1 Die wichtigsten Tonminerale
(aus LINCK & JUNG 1960:171-171)

1. Kaolinitgruppe:	
Kaolinit	(OH) ₄ Al ₂ (Si ₂ O ₅), ebenso Nakrit und Dickit
Halloysit	(OH) ₄ Al ₂ (Si ₂ O ₅) · 2H ₂ O
2. Montmorillonitgruppe:	
Montmorillonit	(OH) ₂ Al ₂ (Si ₄ O ₁₀) · n H ₂ O mit Ca, Mg und Alkalien
Beidellit	(OH) ₂ Al ₂ (AlSi ₃ O ₉ OH) · n H ₂ O
Nontronit	(OH)(Fe ³⁺ , Al)(Si ₄ O ₁₀) · n H ₂ O
(Die Glieder dieser Reihe bilden Mischkristalle)	
3. Glimmerartige Tonminerale:	
Illit und Vermiculit (zersetzte Muskovite und Biotite).	

Montmorillonit entsteht einerseits im Verwitterungskreislauf als Zerfallsprodukt aus Feldspäten und Feldspatvertretern durch Umbau aus Muskovit und Biotit (Tab.2) und andererseits aus vulkanischen Tuffen unterschiedlichster Provenienz. Der Montmorillonit in den niederbayerischen Bentoniten entstammt ausschließlich der Verwitterung saurer vulkanischer

Mineralart	Aufgenommene Wassermenge bezogen auf Trockengewicht in %	Teilchengröße in μm
Na-Montmorillonit.....	600-700	<2
Ca-Montmorillonit.....	200-300	<2
Kaolinit.....	90	70% <2
Quarzmehl.....	30	2-10



Strukturschema der Zweischicht-(Kaolinit, links) und der Dreischicht-Mineralien (Montmorillonit, rechts)

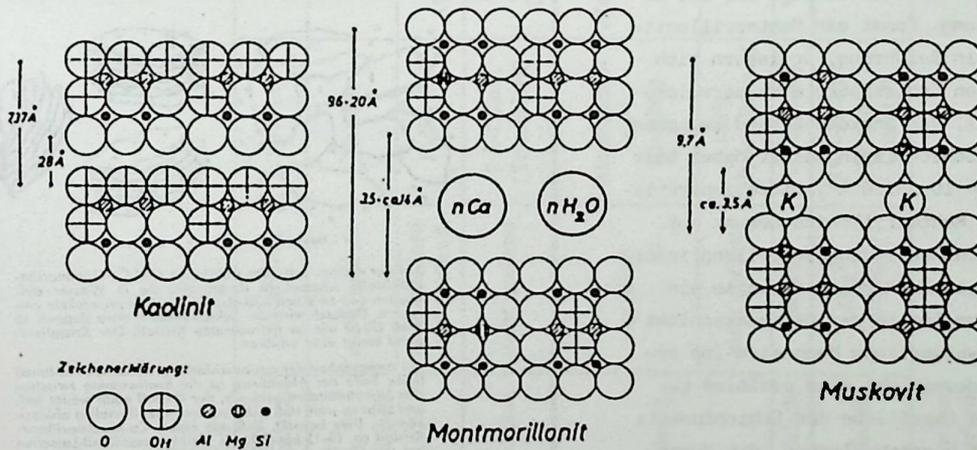


Abb.2 Strukturschemata von Tonmineralien und Muskovit
(aus LINCK & JUNG 1960:175,176,177)

Glastuffe und Glasaschen.

Tab.2 Die Entstehungsbedingungen der Tonmineralien (aus LINCK & JUNG 1960:172)

Ausgangsmaterialien	Zwischenprodukte bzw. Lösung	Endprodukte
<i>1. Zerfall der Ausgangsmaterialien</i>		
Feldspäte, Feldspat- vertreter u. a.	Ionen- lösungen	schwach sauer → Kaolinit
		schwach alkalisch bis schwach sauer (Gegenwart von K-Ionen) → Illit
		schwach alkalisch (Ca, Mg) → Montmorillonit
<i>2. Umbau der Ausgangsmaterialien</i>		
Muskovit	→ Hydronuskovit → Illit	→ Montmorillonit
Biotit	→ Hydrobiotit → Vermiculit	→ Montmorillonit

Die den Montmorillonit auszeichnenden besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften sind:

- die Struktur und Morphologie der Montmorillonitkristalle,
- ihre Fähigkeit Kationen ihres Gitters auszutauschen und
- ihre innerkristalline Quellfähigkeit.

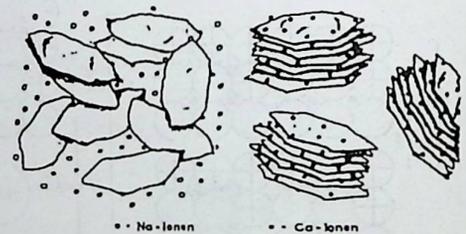
Ursprünglich nahm man an, daß der Bentonit aus amorphem Tonmaterial bestünde. Röntgenstrukturanalytisch und elektronenmikroskopisch konnte jedoch nachgewiesen werden, daß der Montmorillonit ein kristallines, schichtförmig aufgebautes Aluminium-Hydrosilikat ist (Abb.2, Tab.3). Das einzelne Kristall besteht aus drei Schichtlagen mit je einer SiO_4 -Tetraeder-, einer Aluminiumoxidhydrat-Oktaheder- und einer SiO_4 -Tetraeder-Schicht und das in mehrfacher Wiederholung. Kommt ein Montmorillonit-Kristall mit Wasser in Berührung, so lagern sich zwischen die einzelnen Schichtpakete Wassermoleküle ein, es quillt auf. Der Schichtabstand zwischen zwei Montmorillonit-Schichtlagen wächst dabei beim Ca-Montmorillonit von 10 auf 30 Å. Diese innerkristalline Quellung des Montmorillonits beruht auf einer nicht ausgeglichenen Ladungsverteilung innerhalb der Schichtpakete. Wird beispielsweise ein dreiwertiges Aluminium-Ion in der Oktahederschicht isomorph durch ein zweiwertiges Magnesium-Ion ersetzt, hat die Oktahederschicht eine positive Ladung weniger, d.h. die Oberfläche des Schichtpakets besitzt eine negative Überschußladung, die durch die Einlagerung positiver Ionen, meist Calcium-, Magnesium- oder Natrium-Ionen kompensiert wird. Diese Kationen sind austauschbar, also nicht fest im Gitter eingebunden und können bei Anwesenheit anderer Ionen in hoher Konzentration wieder ausgetauscht werden. Die Menge der austauschfähigen Ionen pro 100g Trockenton beträgt beim Kaolinit

3-15 mval, beim Illit 10-50 mval und beim Montmorillonit 70-100 mval.

Die Ionen sitzen beim Montmorillonit zwischen den Silikatschichten und haben bei Anwesenheit von Wasser das Bestreben sich zu hydratisieren. Die Folge ist, daß Wasser zwischen den Schichten eingelagert wird, wodurch sich der Schichtabstand vergrößert. Deswegen ist der Montmorillonit ein wichtiger Bestandteil der sog. Bodenkolloide, er hat für das Wasserhaltungsvermögen und die Adsorption von Basen, also für die Bodenfruchtbarkeit, größte Bedeutung.

Die Bindekraft zwischen den einzelnen Schichtpaketen lockert sich durch die Wassereinlagerung und sie werden gegeneinander beweglich, d.h. der Kristall ist kein starres Gebilde mehr.

Besonders geeignet für die Herstellung von Bentonitsuspensionen mit hoher Eigenfestigkeit sind Natrium- oder Aktivbentonite wegen ihrer starken innerkristallinen Quellfähigkeit des Na-Montmorillonits. Die niederbayerischen Bentonite sind allerdings durchwegs Calcium-Bentonite, d.h. sie führen austauschbare, gebundene Calcium-Ionen und besitzen dadurch im bergfrischen Zustand nur eine relativ geringe Quellfähigkeit (Abb.3). Deshalb muß der technisch einsetzbare, hochquellfähige Aktivbentonit erst durch eine chemische Aktivierung aus diesem Calcium-Bentonit hergestellt werden, was durch einen Austausch der Calcium- durch Natrium-Ionen geschieht.



Auf der rechten Seite der Abbildung sind Ca-Montmorillonitkristalle schematisch dargestellt, die in Wasser aufquellen und zwischen Silikatschichten Wassermoleküle einlagern. Dadurch wird der Schichtabstand etwa doppelt so groß (20 Å) wie im getrockneten Kristall. Der Kristallverband bleibt aber erhalten.

Bei Anwesenheit der austauschfähigen gebundenen Na-Ionen (linke Seite der Abbildung) ist die Kraftwirkung zwischen den Silikalplättchen geringer, der Kristall quillt weiter auf, und zwar so weit, daß sich einzelne Silikatlamellen auflösen können. Dies bewirkt, daß aus einem Ca-Montmorillonit-Kristall ca. 10-15 hauchdünne Na-Montmorillonit-Lamellen bei der Quellung in Wasser entstehen.

Abb.3 Schematische Darstellung der unterschiedlichen Quellung von Ca- und Na-Montmorillonit-Kristallen (aus FAHN 1973)

Schichten	Besetzung der Oktaederschicht	Ausdehnung	Gruppe	Art	Kristallchemische Formel	Raumgruppe	Struktur schematisch
Zweischicht-Min. (1:1)	dioktaedrisch	nicht quellend	Kaolinit	Kaolinit Dickit Nakrit	$Al_4(OH)_3[Si_4O_{10}]$	Cc/P1 Cc Cc/R 3c	<ul style="list-style-type: none"> • Si • Al, Mg, Fe austauschbare Kationen ○ K ○ O ● OH ○ H₂O
		nicht quellend und quellend	Halloysit	Halloysit Metahalloysit	$Al_4(OH)_3[Si_4O_{10}] \cdot (H_2O)_4$ $Al_4(OH)_3[Si_4O_{10}]$	C m	
	trioktaedrisch	nicht quellend	7 Å-Chlorit (Septechlorit)	Berthierin („Kaolin-Chamosit“)	$(Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Mg)_6(OH)_3[(Al, Si)_4O_{10}]$	C m	
Dreischicht-Min. (2:1)	dioktaedrisch	quellend	Montmorillonit ¹⁾ (Smektit)	Montmorillonit Beidellit Nontronit	$\{(Al_{2-x}Mg_x)(OH)_2[Si_4O_{10}]\}^{-x} Na_x \cdot nH_2O$ $\{Al_2(OH)_2[(Al, Si)_4O_{10}]\}^{-x} Na_x \cdot nH_2O$ $\{(Fe_{2-x}Mg_x)(OH)_2[Si_4O_{10}]\}^{-x} Na_x \cdot nH_2O$	Monoklin	
		nicht quellend	Illit ¹⁾ (Hydroglimmer)	Illite	$(K, H_3O) Al_2(H_2O, OH)_2[Al Si_3 O_{10}]$	C 2/m oder C m	
Vierschicht-Min. (2:2)	trioktaedrisch	quellend	Vermikulit ²⁾	Vermikulit	$(Mg, Fe)_3(OH)_2[Al Si_3 O_{10}] Mg \cdot (H_2O)_4$	Cc	
	trioktaedrisch	nicht ²⁾ quellend	14 Å-Chlorit (normaler Chlorit ²⁾)	Chlorite	$(Al, Mg, Fe)_3(OH)_2[(Al, Si)_4O_{10}] Mg_3(OH)_6$	Monoklin	

¹⁾ Auch trioktaedrische Varietäten selten.

²⁾ Auch dioktaedrische Varietäten selten.

³⁾ Quellende Chlorite sind selten und bilden dann Übergangsformen zwischen Vermikulit und Chlorit.

Tab.3 Klassifizierung der wichtigsten Tonminerale (ausgenommen unreine Minerale und amorphe Phasen)
(aus DEGENS, E.T. 1968:13,14; Tab.1.-Geochemie der Sedimente).

3. Entstehung, Lagerung und Verbreitung der Bentonite in Niederbayern

3.1. Entstehung

AMMON interpretierte 1901 die "Malgersdorfer Weißerde" als "tonige Kieselgur von porzellanartigem Aussehen". Spätere Autoren deuteten den Bentonit als Kaolinisierungsprodukt, das bei der Verwitterung der moldanubischen Granite entstanden sei oder als Kieselsäurehydrat, das bei der Entstehung des Quarzkonglomerats Niederbayerns übrigblieb. Als erster erkannte SIEGL 1948, daß die bayerischen Bentonite Umwandlungsprodukte saurer vulkanischer Glasstufte seien, die dem damals noch vulkanischen Ries entstammen sollten. Ungeachtet dieser Erkenntnisse bezogen und beziehen heute noch andere Autoren die Bentonite aus dem Naabtal, sprechen sie als Verwitterungsprodukte alpiner Tonmergel an oder postulieren bis heute einen "Intra-Molasse-Vulkanismus" als Lieferanten.

GENTNER et al. bestimmten bereits 1970 mittels der Kalium-Argon-Methode für Gläser aus den Bentoniten Bayerns ein Alter von $14,5 \pm 0,8$ Mill. Jahren. Die Arbeiten von GÜNTHER 1968 und HARR 1976 brachten die Bentonitforschung insofern einen wesentlichen Schritt weiter, als sie die Abkunft der niederbayerischen Bentonite von sauren vulkanischen Glasstufen und Glasaschen nachweisen konnten. LUFT bewies 1983, daß zwischen den Moldaviten - Microtektoniten, die auf den Riesimpakt zurückzuführen sind - und den Gläsern in den bayerischen Bentoniten überhaupt kein Zusammenhang besteht, daß es sich bei ersteren vielmehr um aufgeschmolzene Mergel, entstanden beim Impakt, handelt.

Nach langjährigen Geländestudien und Probenaufsammlungen und Vergleichen des Chemismus der miozänen Vulkanite Mitteleuropas kamen wir 1985 zu dem Schluß, daß die Bentonite Niederbayerns Abkömmlinge des miozänen Rhyolithvulkanismus im Pannonischen Becken sein müssen. Aus den Untersuchungen an den Gläsern in den Bentoniten Bayerns ist bekannt, daß die Glastufte und Glasaschen, die Ausgangsprodukte der Bentonite, einem rhyolithischen Magma der pazifischen Sippe entstammen. Im Miozän gab es in der näheren und weiteren Umgebung Nie-

derbayerns nur einen einzigen sauren, rhyolithischen Vulkanismus dieser Sippenzugehörigkeit, der auch die erforderlichen Tonnagen an Tuff liefern konnte, nämlich den des Pannonischen Beckens und seiner Randgebiete.

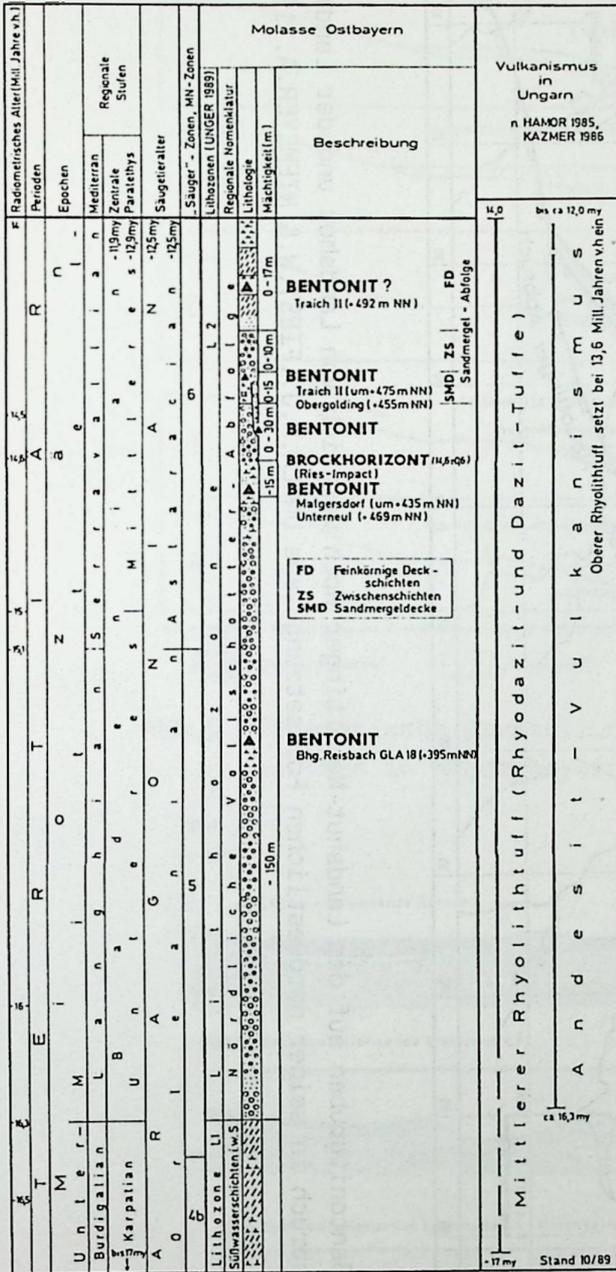
1985 postulierten wir mindestens zwei Horizonte mit Bentoniten, die durch tektonische Bewegungen oder das generelle Süd-bis Südost-Einfallen der Molasse-Schichten in unterschiedlichen NN-Niveaus vorliegen können. Inzwischen gilt als gesichert, daß Bentonite in den NN-Höhen um +435m, +455m, +475m und +488m auftreten können, wobei zwei dieser Bentonite, in +435m und in +475m faunistisch abgesichert sind, während die in +455m und +488m lithologisch faßbar sind, deren genaue stratigraphische Einstufung in manchen Fällen jedoch noch nicht gänzlich geklärt werden konnte. Stratigraphisch liegen sie jedoch alle im Mittelmiozän, im mittleren Baden, in absoluten Zahlen ausgedrückt: zwischen 14,7 bis 14 Mill. Jahren vor heute (Tab.4).

Arbeiten im Umfeld des Landshut-Neuöttinger Hochs und glückliche Zufälle bei Aufschlußarbeiten in Bentonitgruben erbrachten den Nachweis, daß am Landshut-Neuöttinger Abbruch, einer Hauptbewegungslinie der ostbayerischen Molasse, noch im Obermiozän Abschiebungen in der Größenordnung von 15 Metern stattfanden (Abb.4).

Da auf dem Landshut-Neuöttinger Hoch im Obermiozän wahrscheinlich keine tektonischen Bewegungen mehr stattfanden, muß davon ausgegangen werden, daß die Möglichkeit besteht, daß ein Bentonit in +455m NN, dem Nördlichen Vollschotter eingebettet, zeitgleich oder jünger als ein Bentonit in +475m NN sein kann, wobei letzterer auf der Sandmergeldecke lagert (Tab.4). Der Bentonit in +455m NN ist in einigen Fällen mit Sicherheit in einer Erosionsrinne, die in den Nördlichen Vollschotter eingetieft wurde, sedimentiert worden. Fand diese Erosion nach der Sedimentation der sog. Sandmergeldecke und des ihr auflagernden Bentonits statt, ist der heute in +455m NN lagernde Bentonit jünger als der in +475m NN, bestand die Erosionsrinne bereits zur Zeit der Sedimentation des Bentonits in +475m NN, ist ersterer zeitgleich.

Zu den Schwierigkeiten, diese Zusammenhänge aus dem Aufschlußbefund zu klären kommt hinzu, daß Bentonite in unterschiedlichen NN-Höhen auch unterschiedlichen Chemismus haben können. Jedenfalls zeigt sich ganz deutlich aus den Analysen, daß die ostbayerischen

Tab.4 Stratigraphische Einstufung der niederbayerischen Bentonite (aus UNGER,H.J.,FIEST,W.& NIE-MEYER,A. 1990 im Druck)



Bentonite Ausgangsstufen rhyolithischen, dazitischen und andesitischen Charakters zugeordnet werden können.

Die bis jetzt bekannten Bentonite Ostbayerns gehen offensichtlich auf mindestens drei im Chemismus sich unterscheidende gewaltige Tufferuptionen innerhalb eines einzigen großen vulkanischen Geschehens im unteren Mittelmiozän im Pannonischen Becken und seinen Randgebieten zurück. Diese Tuffe

entstammen u.a. phreatomagmatischen Eruptionen, d.h. untermeerischen Eruptionen, da Teile des Pannonischen Beckens im Mittelmiozän unter Meeresbedeckung lagen. Bei diesen Eruptionen folgen nach LORENZ auf anfängliche Lavaergüsse große Aschen-Dampfwolken, die Tuffe und Aschen bis in große Höhen zu schleudern in der Lage sind. Diese äolisch vertragenen Glastuffe und Glasaschen, die z.T. bereits montmorillonitisiertes Material mit sich führten, wurden in Ostbayern in Rinnen und Senken abgesetzt und im limnischen Milieu in situ zu Montmorillonit umgesetzt.

Generell lassen sich aus den vorliegenden 205 Analysen bei der Umsetzung des glasreichen Tuffs zu Montmorillonit folgende chemische Veränderungen feststellen:

Bei den Hauptelementen tritt eine prozentuale Abnahme bei SiO_2 , CaO , Na_2O und K_2O und eine Zunahme bei Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 und MgO ein. Bei den Spurenelementen läßt sich bei As, Cu, Nb, Ni, Sn, Zn, Zr, Ce, Cr, La, Sc und V eine ppm-Zunahme, bei Rb, Ba und Co ein ppm-Abnahme konstatieren. Nach HÖLLER, KOLMER & WIRSCHING (1976:460 ff) werden bei einer "in situ"-Umwandlung eines Rhyolithglases nur etwa 70 Gew.-Prozent Montmorillonit und etwa 30 Gew.-Prozent Kaolinit gebildet. Höhere Montmorillonitgehalte stellen nach diesen Autoren eine sekundäre Anreicherung etwa durch Zusammenschwemmung dar.

Eine interessante Frage, der wir uns in den kommenden Jahren verstärkt zuwenden werden ist, wohin das überschüssige SiO_2 abtransportiert wird. Nach unseren derzeitigen Erfahrungen scheint ein Teil des freierwerdenden SiO_2 sich im sog. Plattenton abzulagern.

3.2. Lagerung und Verbreitung

Die in Rinnen und Stillwasserbereichen sedimentierten Bentonite zeigen meistens weitflächige Linienform. Die Entstehung dieser Bentonitlagerstätten versuchten wir 1985 schematisch darzustellen (Abb.5).

Ein Großteil der bauwürdigen Bentonite liegt derzeit auf dem Landshut-Neuöttinger Hoch (Abb.4). Es gelang in den vergangenen Jahren den Verlauf dieser Kristallinhochlage im tieferen Untergrund und ihre Begrenzung gegen die Wasserburger Senke zu verfolgen. Da der Landshut-Neuöttinger Abbruch nachweislich noch bis Ende Obermiozän in Bewegung stand, könnten die damals sicherlich auch auf der Tiefscholle sedimentierten Bentonite entweder in heute exploratorisch noch nicht erfaßte Tiefen abgesenkt oder z.T. der

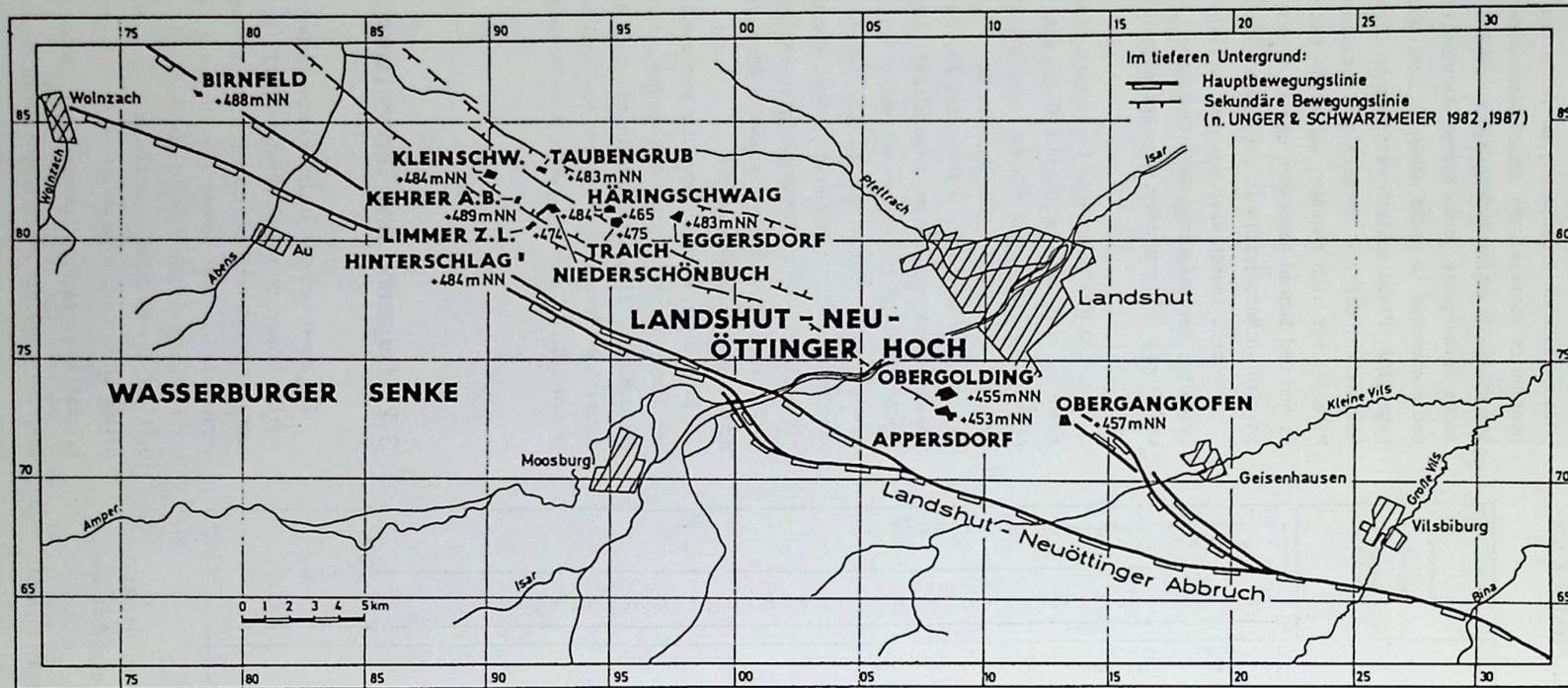


Abb.4 Lage einiger Bentonitgruben auf dem Landshut-Neuöttinger Hoch westlich von Landshut und der Landshut-Neuöttinger Abbruch in seiner nordwestlichen Fortsetzung (aus UNGER, H.J., FIEST, W. & NIEMEYER, A. 1990, im Druck)

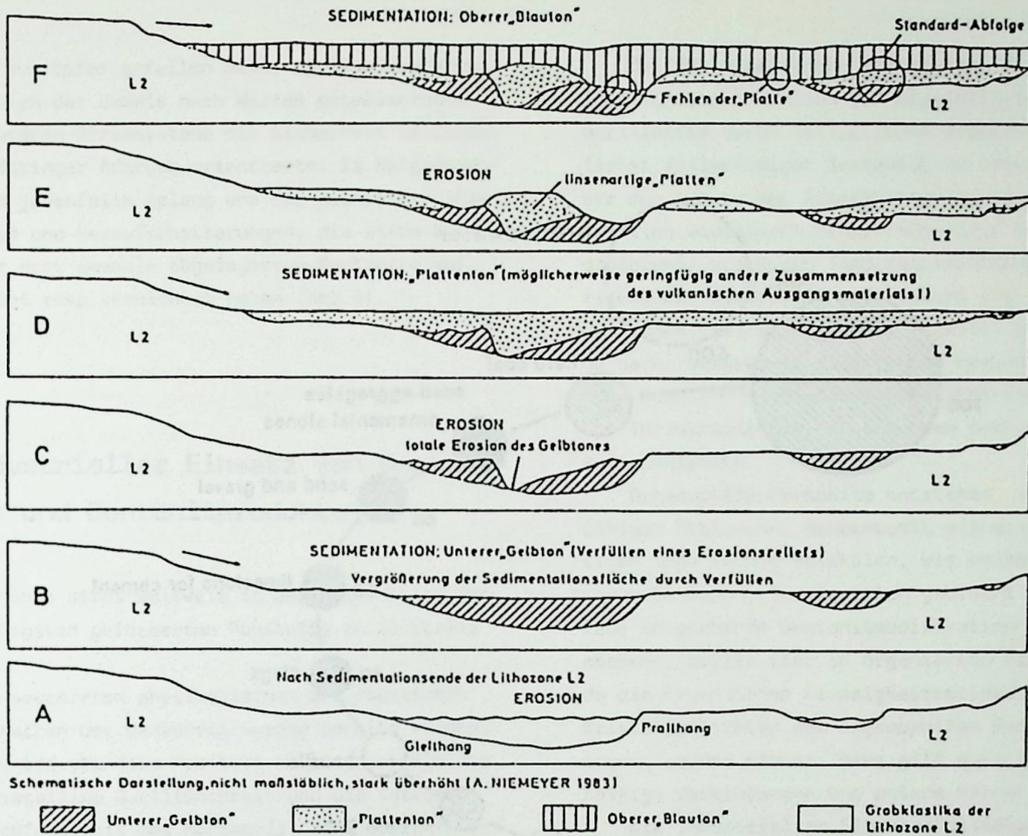


Abb.5 Schematische Darstellung der Entstehung von Bentonitlagerstätten in Niederbayern (aus UNGER & NIEMEYER 1985:40, Abb.10)

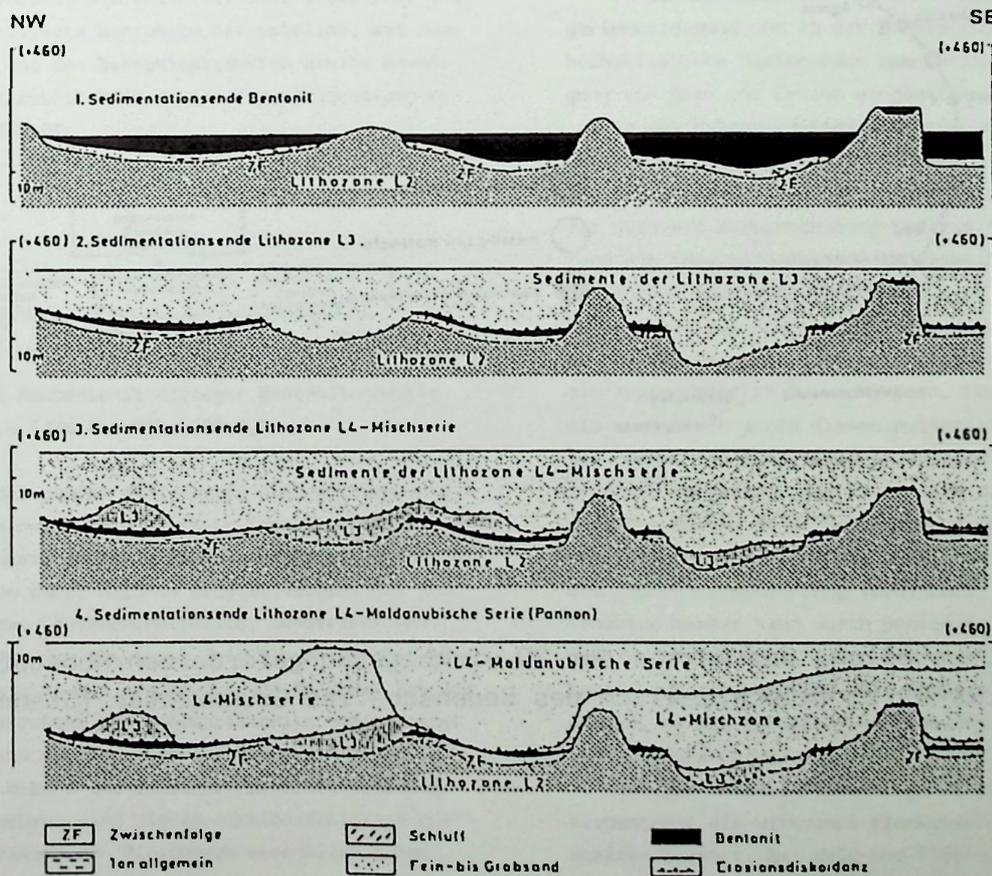


Abb.6 Der Sedimentationsablauf auf dem Gradabteilungsblatt 7442 Arnsdorf auf einer Südost-Nordwest verlaufenden Linie (aus UNGER & NIEMEYER 1985:26, Abb.5).

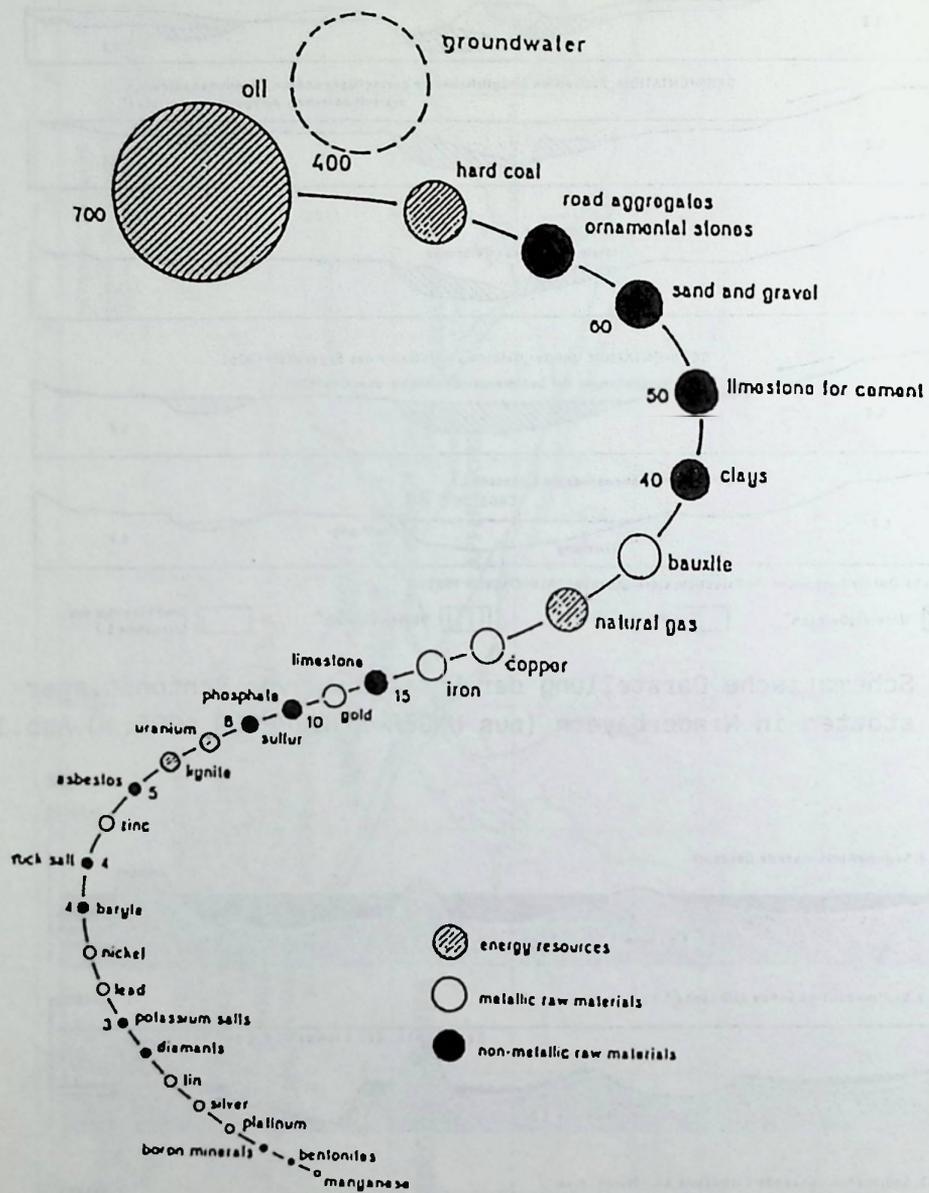


Abb.7 Darstellung des Wertes der 30 wichtigsten geförderten Rohstoffe der Welt, einschließlich des Bodenschatzes Grundwasser (Stand 1977)

Erosion zum Opfer gefallen sein, da sich der Hauptstromstrich der damals nach Westen entwässernden distributären Stromsysteme mit Sicherheit am Landshut-Neuöttinger Abbruch orientierte. Im Malgersdorfer Raum jedenfalls gelang uns der Nachweis großer Erosionen und Neuaufschotterungen, die einen Großteil der dort ehemals abgelagerten Bentonite aufgearbeitet resp. vernichtet haben (Abb.6).

4. Industrieller Einsatz von Bentoniten und Bentonitprodukten

Bentonit steht weltweit in der Reihenfolge der 30 wichtigsten geförderten Rohstoffe an 29.Stelle (Abb.7).

Die besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bentonits wurden bereits erwähnt. Als wohl bedeutendste Positive sollen nochmals die innerkristalline Quellfähigkeit und die Kationenaustauschfähigkeit des Montmorillonits erwähnt werden. Diese besondere chemische Reaktionsbereitschaft des Montmorillonits ermöglicht es, aus dem niederbayerischen Ca-Rohbentonit chemisch modifizierte Produkte wie beispielsweise sauer oder alkalisch aktivierte Bentonite herzustellen, was dem Bentonit und den Bentonitprodukten breite Anwendungsmöglichkeiten in vielen Industriezweigen eröffnet (Abb.8).

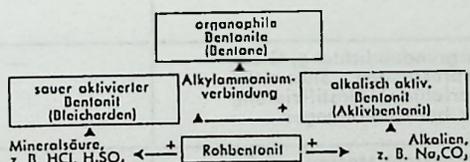


Abb.8 Aus Rohbentonit erzeugte Bentonitprodukte (aus FAHN & BUCKL 1968:1,2).

Bei der sauren Aktivierung wird der Rohbentonit mit einer Mineralsäure in Kontakt gebracht, wobei die austauschfähig gebundenen Erdalkali- und Alkali-Ionen durch H-Ionen ersetzt werden. Bei entsprechender Säurekonzentration, Temperatur und Druck über eine bestimmte Zeit findet ein Lösungsvorgang statt, bei dem Al-,Fe- und Mg-Ionen aus der Kristallstruktur des Montmorillonits herausgelöst werden, was zu einer Oberflächenvergrößerung im Kristallverband und zu einer Porositätssteigerung führt. Dadurch wird die Adsorptionsfähigkeit der dabei entstehenden Bleicherde wesentlich erhöht.

Bei der alkalischen Aktivierung werden durch eine Ionen-Umtauschreaktion die Erdalkali-Ionen des Montmorillonits durch Alkali-Ionen ersetzt. Um einen möglichst vollständigen Austausch zu erreichen, muß Wasser zur Lösung der Alkali-Ionen anwesend sein. Die Reaktion wird durch Scherkräfte (zur Oberflächenvergrößerung) und durch Temperaturerhöhung (zur Erniedrigung der Viskosität des Wassers und zur Erhöhung der Ionen-Diffusionsgeschwindigkeit) beschleunigt. Je nach zugegebener Wassermenge bewirkt die alkalische Reaktion eine hohe Plastizität bzw. Viskosität und Thixotropie des entstehenden hochquellfähigen Aktivbentonits.

Organophile Bentonite entstehen, wenn hochquellfähiger Aktiv- oder Rohbentonit mit polaren, langkettigen organischen Molekülen, wie beispielsweise Alkylammonium-Ionen, zur Reaktion gebracht wird. Die daraus entstehende Bentonitmodifikation ist wasserabstoßend, quillt aber in organischen Flüssigkeiten, da die organischen Flüssigkeitsmoleküle zwischen den Kristallschichten des organophilen Bentonits eingelagert werden können. Dies gilt auch für stickstoffhaltige Verbindungen und polare Farbstoffmoleküle.

Die industriellen Einsatzmöglichkeiten dieser drei aus dem Rohbentonit entwickelten Reaktionsprodukte sind vielfältig (Tab.5; aus FAHN & BUCKL 1968:3):

In der Speiseöl- und Fettindustrie, bei der Margarineherstellung und in der Mineralölindustrie werden hochaktivierte Bleicherden zur Entfärbung und Reinigung von Ölen und Fetten eingesetzt.

In der Nahrungsmittelindustrie werden Rohbentonite, Bleicherden und Aktivbentonite zur Reinigung von Zuckersaft, Sirup und zuckerhaltigen Lösungen, zur Wein- und Saftenttrübung und zur Bierstabilisierung als Adsorptionsmittel eingesetzt.

In der chemischen Industrie wird feingemahlener Rohbentonit als Puder- oder Trockenmittel verwendet, um bei Düngemitteln oder kristallinen Chemikalien ein Zusammenbacken zu verhindern. Sowohl Rohbentonit als auch Bleicherden dienen pulverisiert und gepreßt als Träger für Metalloxidkatalysatoren für Insektizide und Fungizide. Bei Nylon wird durch Aufbringen geringer Mengen einer Bentonitsuspension mit anschließender Trocknung die statische Aufladung und die Trockenverschmutzung verhindert. Radioaktiv verseuchtes Wasser kann durch Bentonite zu 98% gereinigt werden. Schwach radioaktiver Müll kann, mit Bentonit vermischt und geglüht, problemlos endgelagert werden, da die radioaktiven Elemente in unlösliche Verbindungen übergehen.

Bei der Wasseraufbereitung hat sich Roh- und Aktivbentonit als wirksames Flockungsmittel von Schwebstoffen bewährt. Bei Wald- und Flächenbränden werden

Industrie	Bleicherde (sauer aktiviert)	Roh-Bentonit (Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ - Bentonit)	Aktiv-Bentonit (alkalisch aktiviert oder natürlich)	Bentone (organophile Bentonite)
Speiseöl-, Speisefett- u. Margarine-Industrie	Raffination, Entfärbung und Reinigung von pflanzl. u. tier. Ölen u. Fetten			—
Mineralöl-Industrie	Raffination, Entfärbung und Reinigung von Mineralölen, -fetten, -wachsen, Paraffin usw. Cracken von Ölen		--	--
Nahrungsmittel- Industrie	Zuckerraffination, Reinigung von Sirup, Wein- und Saftschönung, Bierstabilisierung			--
Chemische Industrie	Katalytische Träger u. Katalysatoren Trägerstoff für Insektizide und Fungizide, Füllstoff für Kautschuk und plastische Massen, Trockenmittel		—	—
	--	für Wasserreinigung Adsorptionsmittel f. radioaktive Stoffe		—
Wald- und Gewässer- schutz	Pulver-Feuerlöschmittel, Bindemittel für Öl auf Wasser		---	---
Reinigungen u. Reinigungsmittel- Industrie	Regenerieren organ. Kleider- reinigungsf- lüssigkeiten	Polier- u. Pflegemittel, Zusatz für Seifen- herstellung		—
Pharmazeutische Industrie	—	Rohstoff f. Heilerden u. Medikamente, Grundlagen f. Salben u. Kosmetika		—
Gießerei-Industrie	—	Formsandbinder für spezielle Formsande	Formsandbinder f. synth. Formsande, Kernsandbinder	Formsandbinder für wasserfreie Formsande
Bohr-Industrie	—	Bohrspülung für Salzwasser	Thixotr. Suspens. f. Bohrspülungen	—
Bergbau-Industrie	—	Als Bindemittel bei der Erzpelleterisierung		—
Bau-Industrie	—	Betonzusatz, Untergrundabdichtung, Gleit- mittel bei Durchpressungen, Stützmittel bei Schlitzwandverfahren, Plastifizierung von Erdbeton bei Abdichtungen		—
Keramische Industrie	—	Plastifizierung keramischer Massen, zur Er- höhung d. Trockenbiegefestigkeit als Fluß- mittel		—
Teerverwertungs- Industrie	—	—	Herstellung von pastenförmigen Teer-Wasser-Emuls.	Stabilisierung von Teeransrichen
Farben-, Lacke-, Anstrichmittel- Industrie	--	—	---	Stabilisierung u. Erhöhung der Ausgiebigkeit von Farben, Lacken u. Kittlen

Tab.5 Die industriellen Einsatzmöglichkeiten der Bentonitprodukte
(aus FAHN & BUCKL 1968:3)

Rohbentonit und Bleicherden als Pulverlöschmittel und als Bindemittel von Öl auf Gewässern eingesetzt.

Auf dem Reinigungssektor wird Bleicherde zur Lösungsmittelregenerierung verwendet, um Fett-, Schmutz- und Schwebstoffe aus den verunreinigten Reinigungsmitteln zu entfernen. Polier-, Pflege- und Reinigungsmittel enthalten oft Bentonit als mildes Schleifmittel; besonders die Aktivbentonite werden wegen ihres seifenartigen Habitus häufig Handwaschpasten und Seifen zugesetzt.

Die pharmazeutische Industrie setzt den Bentonit als Adsorbens ein, um Bakterien und Giftstoffe bei Darminfektionen, Durchfällen oder Vergiftungen zu binden und unschädlich abzuführen. Wund- und Hautpuder wird er zugesetzt. Bentonit dient als Salbengrundlage mit sehr guten antiseptischen Eigenschaften und als Auflockerungsmittel bei gepreßten Tabletten. Große Mengen von Na-Bentonit benötigt die Gießerei-Industrie als Formsandbinde-der zum Aufbau synthetischer Formsande, um diese plastisch und formbar zu machen. In der Bohrindustrie werden hochquellfähige Aktivbentonite für Bohrlochspülungen verwendet. Diese Bentonitsuspensionen sind flüssig, solange sich der Meißel und das Gestänge drehen. Bei einem Stillstand erstarrt die Bentonitpülung zu einem puddingartigen Gel, wodurch eine Bohrlochstabilisierung erreicht und ein Festwerden des Gestänges verhindert wird.

Beim Weiterbohren wird dieses Gel wieder flüssig. Im Bergbau dient Bentonit als Bindemittel bei der Erzpelletisierung. In der Bauindustrie ist Bentonit im Grundbau im Einsatz. 2-4% Bentonitzugabe bezogen auf das Zementgewicht verbessern das Haftvermögen des Betons und erhöhen die Wasserdichtigkeit. Thixotrope Bentonitsuspensionen werden zur Reibungsminderung bei Senkkastengründungen oder Brunnenabsenkungen, sowie im Tunnel- und Stollenbau verwendet. Bentonit dient außerdem als Basisabdichtmaterial bei Mülldeponien, beim Dammbau und beim Schlitzwandverfahren. In der Teerverwertungsindustrie werden Teer-Wasser-Bentonit-Emulsionen beim Auftrag des Teers auf schrägen Flächen verwendet, um ein Abfließen zu verhindern. In der Farbenindustrie werden Bentone den Lacken, Druckfarben, Kitten und Wachsen zugesetzt. Lacke fließen durch die beigemischten Organo-Suspensionen (Thixotropie) beim Streichen leicht und gleichmäßig, hört die Streichbewegung auf, werden sie fest.

Damit ist der Kreis geschlossen: von der Begriffsbestimmung des Bentonits über die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Montmorillonits hin zur Genese, Lagerung und stratigraphischen Einstufung der Bentonite in Ostbayern bis zu den Einsatzmöglichkeiten der Bentonitprodukte im industriellen Bereich spannt sich der Bogen.

DOCUMENTA NATURAE 59, S. 58 - 62, 1 ABB., 1 TAF., MÜNCHEN 1990

**LE GENRE ARCTOPTERIS SAMYLINA 1964
DANS LA FLORE DU LIAS
INFÉRIEUR D'ANINA, ROUMANIE**

par RAZVAN GIVULESCU

(rue Donath 17/M2/66, Cluj-Napoca, Romania)

RÉSUMÉ

L'auteur décrit une nouvelle espèce du genre *Arctopteris* provenant du Liasique inférieur d'Anina, Roumanie.

ABSTRACT

A new species of the genus *Arctopteris* is recorded from the lower Liassic deposits at Anina, Romania.

I. INTRODUCTION

La révision d'une collection à plantes fossiles appartenant à la Chaire de Géologie et Paléontologie de l'Université de Cluj-Napoca, provenant du Liasique inférieur d'Anina, a mis en évidence l'existence, dans cette flore, d'un genre rare: le genre *Arctopteris Samylina* 1964.

II. BREVE PRÉSENTATION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

La localité d'Anina est située dans le département Caras-Severin dans le sud-ouest de la Roumanie (GIVULESCU & CZIER 1990). Du point de vue géologique on est en présence d'un anticlinorium orienté entre Resita au nord et Moldova Nouă au sud. Anina est située à peu près au milieu de cet anticlinorium, à savoir sur l'anticlinal au même nom, anticlinal qui présente dans son axe des dépôts permien, tandis que les flancs sont formés d'une succession appartenant à l'intervalle Liassique inférieur - Crétacé inférieur. Les plantes fossiles sont cantonnées dans les schistes noires-grisâtres qui forment les intercalations de stérile des assizes de charbon de la base du Liassique (GIVULESCU 1990), à savoir du Hettangien.

III. DESCRIPTION DU MATÉRIAL

Grande fronde très bien conservée, qui présente un rachis gros de 5mm strié en longueur. Les pennes, au rachis évident s'insèrent à des distances variant entre 15-20 mm; elles présentent des longueurs qui croissent de la base vers le milieu de la fronde, puis décroissent vers le sommet. A mentionner qu'elles sont plus développées sur un côté que sur l'autre, conférant ainsi à la fronde un aspect d'asymétrie évidente. L'insertion des pennes sur l'axe de la fronde présente des angles variables, en base 90°, vers le milieu 45°, vers le sommet 35°. Sur l'axe des pennes s'insérant étroitement avec toute la base les pinnules dont le nombre varie (sur les pennes de la partie gauche) entre 10 en base, 30-32 dans la partie médiane. Ces pinnules, arrondies à la base de la penne, évoluent vers le milieu et l'extrémité distale vers une forme triangulaire-falciforme, au sommet acuminié et à disposition faiblement oblique. La marge des pinnules est entière, le sinus est profond. Il faut encore noter qu'à la base de la penne il y a toujours une pinnule impaire orientée

contrairement aux autres et que les pennes sont imparipennées. La nervation est fine et évidente deux nervures émergent séparément de l'axe de la penne: l'une catadrome à trois ramifications dichotomiques seulement sur le côté inférieur, celles-ci se dichotomisant encore une fois vers la marge inférieure de la pinnule; puis une autre, anadrome, plus évidente, qui représente la nervure principale de la penne, celle-ci présente une dichotomisation multiple: jusqu'à les ramifications terminales. A noter que les pinnules rondes à la base de la penne présentent une nervation dichotomique à l'aspect d'un éventail.

Dimensions: longueur fronde 285 mm, largeur 130 mm (photo)
longueur pennes 40-90-95 mm, largeur 15-25 mm
longueur pinnules 7-10 mm (à la base), 15mm, (au milieu)
largeur 5-6 mm.

IV. DISCUSSION

Le genre *Arctopteris* a été établi par Samylina en 1964 sur un matériel provenant du Crétacé inférieur de l'Asie de Nord (le Bassin Kolima sur la Lena). Il faut pourtant noter qu'un matériel à caractères identiques a été décrit en 1905 par Fontaine (dans Ward), puis en 1914 par KNOWLTON de l'Alaska, sous la dénomination *Cladophlebis huttonii*. Les deux auteurs cités observant et soulignent comme représentant le caractère essentiel du matériel qu'ils décrivent le fait que ce sont deux nervures qui émergent du rachis dans la pinnule. Le génotype de SAMYLINA est *A. kolymensis*, et dans la même note l'auteur décrit aussi l'espèce *A. rarinervis*. Malheureusement les photos présentées, à l'exception de la Pl.4, f.4 et Pl.13, f.5b sont d'une facture assez mauvaise, de même les diagnoses un peu vagues. En tout cas le caractère essentiel du genre est bien relevé par Samylina, c'est justement celui observé par les auteurs américains cités: dans la pinnule pénètrent deux nervures, l'une d'importance réduite et l'autre, au dessus d'elle, plus forte. Les deux présentent une ramification dichotomique multiple. Après SAMYLINA ce sont KIRITSKOVA (1966) qui décrit *A. heteropinnulata*, puis VASSILEVKAJA en 1967 qui décrit *A. lenaensis*. Enfin, Samylina étudiant en 1976 la flore du Crétacé inférieur (Aptien-Albien) de la région d'Omsoukhan, y retrouve son matériel décrit en 1964 et y ajoute *A. obtusipinnatus*.

Il faut rappeler que VAKHRAMEEV et al. (1978) met en évidence le fait que le genre *Arctopteris* (y compris aussi *Birisia* et *Jacutopteris*) est spécifique pour le Crétacé inférieur Sibérien, (nous citons: "einige Farne gab es in der Unterkreide nur in Sibirien") et ne dépasse pas les frontières de la région Sibérienne. Cette affirmation n'exclut pas sa présence dans le Lias européen. A remarquer qu'à Anina nous avons trouvé d'autres taxons caractéristiques pour le Crétacé inférieur de la Sibérie, à savoir *Sphenobaiera pulchella*, *S. longifolia*, *S. colchica*, *Baiera polymorpha*, *Phoenicopsis angustifolia*.

V. DIAGNOSES DIFFÉRENTIELLES

Nous présentons une brève description des cinq espèces mentionnées en haut, pour pouvoir valider l'indépendance de notre matériel:

Arctopteris kolymensis SAMYLINA: avec des pinnules allongées, étroites, decourentes, soudées à la base, à marges faiblement divergentes et denticulées, à sommet acuminé.

Arctopteris rarinervis SAMYLINA: avec des pinnules étroites, acuminées, decourentes sur l'axe de la penne.

Arctopteris obtusipinnatus SAMYLINA: avec des pinnules asymétriques très rapprochées, à base soudée, au sommet arrondi ou même lobé.

Arctopteris lenaensis VASSILEVSKAIA: avec des pinnules grandes, allongées, decourentes, à disposition oblique, à marge entière ou denticulée.

VI. CONCLUSIONS

Le matériel que nous venons de présenter appartient sans discussion au genre *Arctopteris*, car il présente le caractère essentiel de la nervation. Il est à souligner que l'on a retrouvé ce genre du Crétacé inférieur de la Sibérie dans le Jurassique inférieur de l'Europe. Il va sans dire que nous ne nous pouvons pas rapporter aux 5 espèces connues, celles-ci provenant d'une part d'une part d'une époque supérieure, d'autre part d'une autre partie de l'Eurasie. Au plus, la brève énumération présentée ci-dessus a montré que les espèces de la Sibérie diffèrent totalement du matériel que nous venons de décrire.

Vu ces faits, nous considérons être dans la situation de pouvoir établir pour le matériel d'Anina une espèce nouvelle et proposons la dénomination "*inexpectata*".

Arctopteris inexpectata nov. sp. Pl. 1, Text-fig. 1.

Derivatio nominis: *inexpectatus* - inattendu.

Holotypus: nr. 1797 collection de la Chaire de Géologie et Paléontologie de l'Université de Cluj-Napoca.

Stratum typicum: Lias inférieur.

Locus typicus: Anina/Roumanie.

Descriptio: frons magna, pinnis imparipinnatis, cum numerosis pinnulis marginibus integris, basim versus rotundatis, triangulare falciformibus, in parte mediana superioraque oblique dispositis, cum pinnula solitare imparo inverse basiscopica et duabus nervis praedictis in pinnulam intrante, ille inferiora tenuiora bis dichotomica divisa, sed solum in parte inferiora, sed nervo superiore conspicuus dichotomice multiplicata. Holotypus in collectione Universitatis Claudiopolitanae sub nr. 1797 inventur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GIVULESCU, R. (1990):

Zwei neue Bennettiteenblüten aus dem unteren Lias von Anina (Banat, Rumänien). *Documenta naturae* 59: 1-7, 1 Abb., 2 Taf., München.

GIVULESCU, R. & CZIER, Z. (1990):

Neue Untersuchungen über die Floren des Unteren Lias Rumäniens. *Documenta naturae*, 59: 8-19, 2 Tab., 3 Taf., München.

KIRITSKOVA, A.I., SLASTENOV, I.U.L. (1966):

Stratigrafiia i flora nijnemelovih otlojenii r. Lepinske (Zapadno Priverhodanie). dans: *Geologija i nefterazohosnosti Zapadnoi Iakutii*. Tr. VNIGRI, vol. 249, p.147-169.

KNOWLTON, F. H. (1914):

Jurassic Flora of Cape Lisburne, Alaska. USA Geol. Surv. Prof. pap., vol 85 D, p. 39-55.

SAMYLINA, V.A. (1963):

Mezozoiskaia flora Levoberejia r. Kolimî I, *Palaeobot.*, vol.5, p. 41-78.

SAMYLINA, V.A. (1976):

Melovaia flora Omsuckeana, *Ak. nauk. SSSR, Bot. Inst.*, p. 1-208.

VAKHRAMEEV, V.A., DOBRUSKINA, I.A., MEYEN, S.V., ZAKLINSKAIA, E.D. (1978):

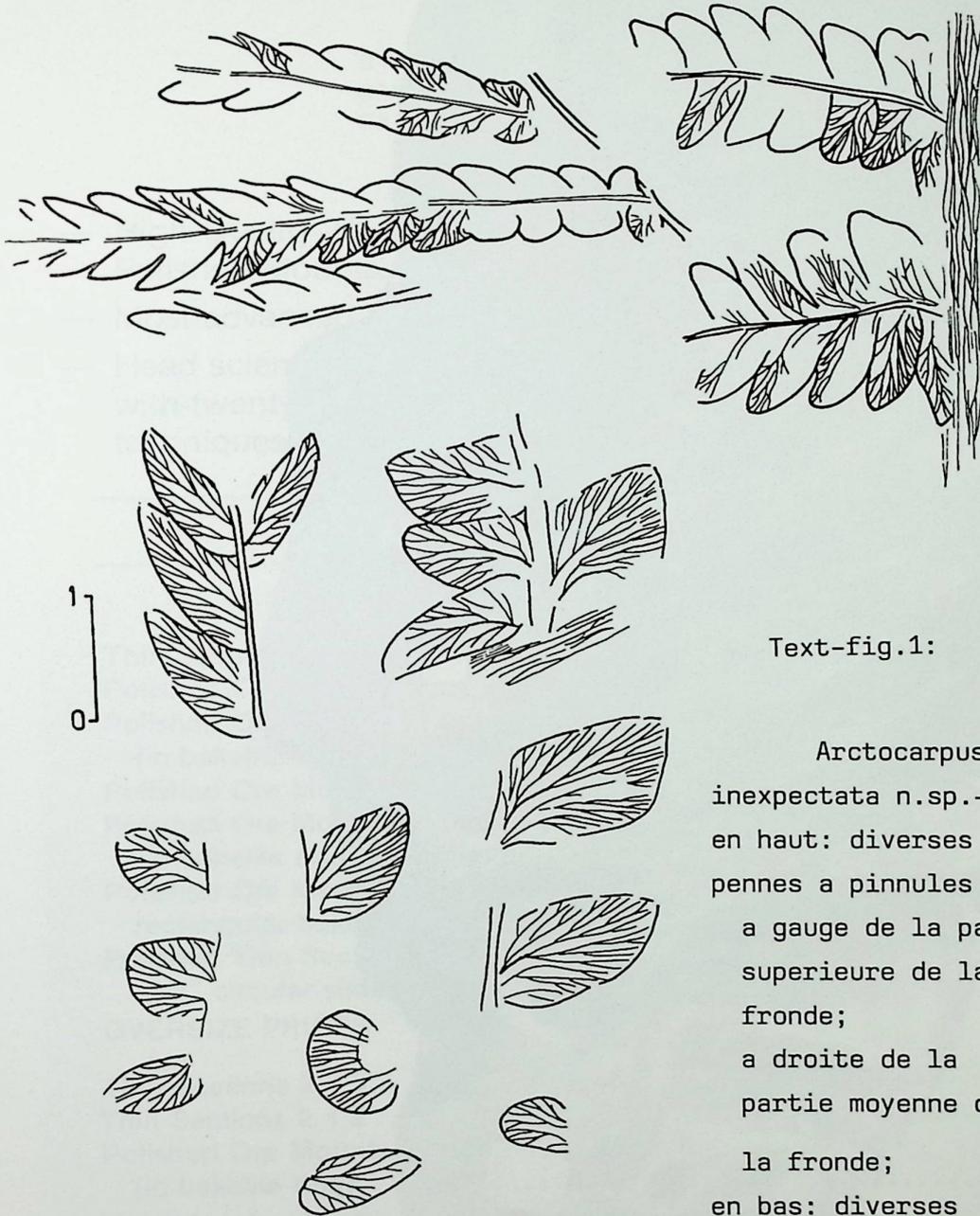
Paläozoische und mesozoische Floren Eurasiens und die Phytogeographie dieser Zeit. VEB. Gustav Fischer Verlag Jena, 300 p.

VASILEVSKAIA, N.D. (1967):

Rannemelovîe paprotniki Leno-Oleneskogo raiona Lenskogo basseina. *Uc. zap. NIIGA. Paleont. i stratigr.*, vol. 17, p. 58-78.

WARD, L.F. (1905):

Status of the Mesozoic floras of the United States. USA Geol. Surv. Monogr. vol. 48, p. 1-616.

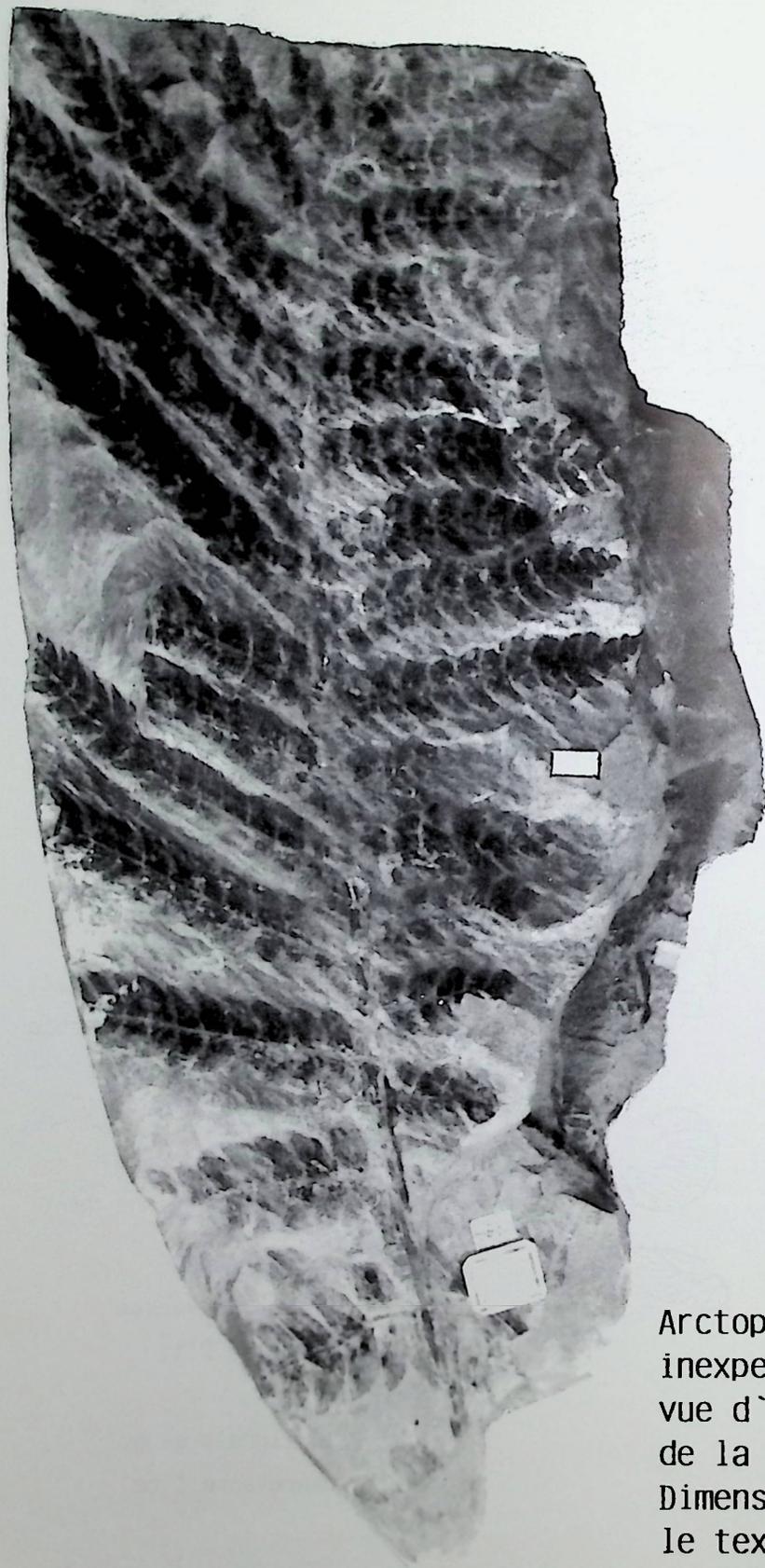


Text-fig.1:

Arctocarpus
inexpectata n.sp.-
en haut: diverses
pennes a pinnules 1:1;
a gauge de la partie
superieure de la
fronde;
a droite de la
partie moyenne de
la fronde;
en bas: diverses
pinnules 2:1;

la ligne a gauge
represente 1 cm

Planche 1:



*Arctopteris
inexpectata* n.sp.;
vue d'ensemble
de la fronde.
Dimensions dans
le texte.
Scale 1 cm.