


Forschungen
aus den Naturwissenschaften



documenta
naturae

ISSN 0723-8428

Nummer **33** München 1986

Mitteilungen des Arbeitskreises für
Paläobotanik und Palynologie

APP

1986



Bisher sind erschienen:

Documenta naturae 1 Ein Kalkbrennofen am Stadtberg Pyrgos bei Hagia Marina (Kopais-Boiotien) ⁺	1976
Documenta naturae 2 Neues aus dem Oberpfälzer Braunkohlen-Tertiär ⁺	1981
Documenta naturae 3 (Preis DM 7.50) Die Bromeliaceen vom Rio Grande do Sul (S-Brasilien)	1982
Documenta naturae 4 (Preis DM 7.50) Neues aus dem niederbayerischen Jungtertiär	1982
Documenta naturae 5 (Preis DM 7.50) Rhizomknollen fossiler und rezenter Strandbinsen	1983
Documenta naturae 6 (Preis DM 7.50) Neue paläokarpologische Untersuchungen im Tertiär Europas	1983
Documenta naturae 7 (Preis DM 10.--) Der Friedhof von Sandau	1983
Documenta naturae 8 (Preis DM 7.50) Holozäne Makro- und Mikroflora von Arnbach (Dachau)	1983
Documenta naturae 9 (Preis DM 7.50) Archäologie und Geologie des Natternbergea	1983
Documenta naturae 10 (Preis DM 7.50) Miozäne Flora von Steinheim am Albuch (Baden-Württemberg)	1983
Documenta naturae 11 (Preis DM 7.50) Maßendorf, eine jungtertiäre Fossilfundstelle in Niederbayern	1983
Documenta naturae 12 (Preis DM 7.50) Neue Funde aus der Oberen Meeres-Molasse Süddeutschlands	1983
Documenta naturae 13 (Preis DM 7.50) Mesophytische Elemente aus jungtertiären Feuchtgebieten Europas	1983
Documenta naturae 14 (Preis DM 7.50) Fossile Aesculus-Reste aus Griechenland	1983
Documenta naturae 15 Tierknochenfunde aus fünf frühmittelalterlichen Siedlungen Altbayerns ⁺	1983
Documenta naturae 16 (Preis DM 7.50) Subtropische Elemente im europäischen Tertiär IV	1984
Documenta naturae 17 Stoffbestand und Genese der Braunkohlen der Niederrheinischen Senke ⁺	1984
Documenta naturae 18 (Preis DM 7.50) Das Rib-Glazial von Steinheim a.d. Murr	1984
Documenta naturae 19 Fossile Araceen und Mikrofloren ⁺	1984
Documenta naturae 20 (Preis DM 6.--) Lias Ammoniten im Ostalpin	1984
Documenta naturae 21 (Preis DM 14.--) Fossile Insekten von Ceresté	1984
Documenta naturae 22 (Preis DM 26.--) Alttertiäre Fossilien - Helmstedt, Niedersachsen	1984
Documenta naturae 23 (Preis DM 14.--) Mittelalterliche Pflanzen	1985
Documenta naturae 24 (Preis DM 26.--) Initiale Floren und deren Ökologie an der Basis der Rheinischen Braunkohlenflöze aufgrund geologischer und paläobotanischer Untersuchungen	1985
Documenta naturae 25 (Preis DM 8.50, HOLY-Gedächtnisband) Neue paläontologische Untersuchungen im mediterranen Raum (Känophyticum)	1985
Documenta naturae 26 (Preis DM 14.--) Kreide-Fische Brasiliens	1985
Documenta naturae 27 (Preis DM 7.50) Varia (Bohrung Goldern, Quartärmollusken Elsaß, Kreidefruktifikationen)	1985
Documenta naturae 28 (Preis DM 8.--) Griechenlands Neogen	1986
Documenta naturae 29 (Preis DM 18.50, KILPPER-Gedächtnisband) Neue griechische Floren	1986
Documenta naturae 30 (Preis DM 20.--) Makroflora von Achldorf	1986
Documenta naturae 31 (Preis DM 18.50) Salzburger Vorlandseen - Sedimentations- u. Eutrophierungsgeschichte	1986
Documenta naturae 32 (Preis DM 9.--) Neueste Nachrichten	1986

Die mit + bezeichneten Hefte sind nicht mehr lieferbar

DOCUMENTA naturae 33
(Forschungen aus den Naturwissenschaften)

I S S N
0723 - 8428

Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae:

Dr. HANS-JOACHIM GREGOR
Hans-Sachs-Str. 4
D-8038 Gröbenzell

Dr. HEINZ J. UNGER
Nußbaumstr. 13
D-8058 Altenerding

Druck: W. ECKERT
Richard-Wagner-Str. 27, D-8000 München 2

Vertrieb: Buchhandlung KANZLER - HASEITL
Gabelsbergerstr. 55, D-8000 München 2

Bestellung: bei der Buchhandlung und den Herausgebern

Anfragen: direkt bei den Herausgebern

Die Schriftenreihe erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten Geologie, Paläontologie, Botanik, Anthropologie, Vor- und Frühgeschichte, Domestikationsforschung, Stratigraphie usw. Sie ist ab sofort 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, wird um Überweisung der Schutzgebühr auf das Konto Nr. 6410317280 bei der Bayer. Hypotheken- und Wechselbank München (BLZ 70020001) Konto-Inhaber: H.-J. Gregor, gebeten.

Schutzgebühr für diesen Band:

Umschlagbild-Entwurf und -Zeichnung: H.-J. Gregor

Kennzeichen des Arbeitskreises für Paläobotanik und Palynologie - das Ginkgoblatt.

Inhalt:

Vortragsskizzenfassungen (unverändert)

REMY, W. : Das Telom und die Evolution des Sprosses	1
HASS, H. : Untersuchungen zur Morphogenese einiger unterdevonischer Pflanzen	1
BERTRAM, U.: Über Lyginopteridaceen-Achsen aus dem Namur A von Ostrava (Ostrau), CSSR	
SCHULTKA, ST.: Aspekte zur Paläo-Umweltsituation im Bereich des Flözes Zweibänke (Piesberg)	1 - 4
REMY, W.: Das Karbon und Perm von Weiach, Möglichkeiten der Interpretation ehemaliger Umweltsituationen	4
PELZER, G., RIEGEL, W. & WOLK, U.: Struktur und Fazieskontrolle zweier Flöze aus dem Wealden des hannoverschen Berglandes	5
GUY-OHLSON, D.: Jurassic Palynology of the Vilhelmsfält Bore No. 1, Scania, Sweden (Toarcian-Aalenian)	5
WILDE, V. & SCHAARSCHMIDT, F.: Angiospermenblätter - Geschichte und Tendenzen ihrer Bearbeitung	5 - 6
REMY, W.: Versuch der Interpretation und Rekonstruktion von Umweltsituationen im Jüngeren Unterdevon	6

Vortragsmanuskripte (verändert, ergänzt)

AVERDIEK, F.-R.: Problematik der Palynologie an einem Erdfall	8 - 10
BURGH, J.v.d. : Ökologische Interpretationen miozäner Floren des Niederrheinischen Braunkohlenreviers	11 - 16
GREGOR, H.-J.: Rezente und känophytische Rhizome (speziell Angiospermen) und deren Biotopverhältnisse	17 - 19
MOHR, B. : Eine eozäne Palynomorphen-Vergesellschaftung aus der Südatlas-Randzone westlich Boumalne du Dades (Marokko)	20 - 28
MOSBRUGGER, V. : Zur Autökologie der Psaroniaceae - eine funktionelle Betrachtung ihrer Wuchsform	29 - 34
SCHULZ, E.: Holozäne Vegetation der zentralen Sahara	35 - 40
WEHMEIER, D., APOSTOLIKAS, A., MEINKE, K., RIEGEL, W., SCHWARZ, G. & VELITZELOS, E.: Ökologie und Fazies der miozänen Braunkohle von Aliveri/Euböa, Grie- chenland	41 - 46

Zusätzliche Artikel von APP-Mitgliedern

GIVULESCU, R. & RÜFFLE, L.: Zanthoxylon europaeum UNGER 1847 in der fossilen Flora Rumäniens	47 - 49
---	---------

Winfried REMY

Das Telom und die Evolution des Sprosses

Die Fossilüberlieferung belegt, daß das Unterdevon der Zeitraum ist, in welchem sich aus einfach aufgebauten Pflanzen vom Cooksonia- bzw. Rhynia-Typ Pflanzen mit komplexerem Stelär-Körper entwickelt haben.

Rhynia-artige Pflanzen wurden von ZIMMERMANN als Modell für das Telom-Konzept und als Grundlage der Telom-Theorie betrachtet. Die Telom-Theorie versucht die Entstehung von Pflanzen mit komplexer Morphologie und komplexem Stelär-Körper zu erklären.

Verschiedene Ergebnisse unserer Untersuchungen zur Morphogenese unterdevonischer Pflanzen scheinen in Widerspruch zur Telom-Theorie und zum Telom-Konzept zu stehen bzw. finden dort keine hinreichende Erklärung. Wir gelangten zur Ansicht, daß zur Klärung morphogenetischer Prozesse fossiler Pflanzen das Telom als kleinste morphogenetisch definierte Einheit nicht ausreicht und durch ein Konzept aus Meristemen ergänzt werden sollte.

Über die Rekonstruktion der Morphogenese, die von den tatsächlichen zeitlichen und räumlichen Veränderungen der Meristeme einer Pflanze ausgeht, könnte der komplexe evolutionäre Weg zu Organisationsplänen des Mittel- und Oberdevons verfolgt werden, selbst wenn nach der äußeren Morphologie keine evolutionäre Kontinuität gegeben zu sein scheint.

Wenn das zutrifft, könnte man über den morphogenetischen Gehalt einer Pflanze auch Abschnitte ihres evolutionären Weges zurückverfolgen. Anders ausgedrückt, man könnte bisher unbekannte Evolutionswege vom Silur zum älteren Devon herausarbeiten.

Wir haben das an Lyonophyton versucht. Dabei stellt sich heraus, daß eine von FRITSCH (1945) als Hypothese dargestellte, also bisher nicht aufgefundene "Ur-Landpflanze" als früher Vorfahre von Lyonophyton der Realität entsprechen könnte.

Hagen HASS

Untersuchungen zur Morphogenese einiger unterdevonischer Pflanzen

Im deutschen Unterdevon wurden von uns zwei bisher unbekannte Zosterophyllaceen aufgefunden und beschrieben (Anisophyton gothani und A. potoniei). Die Luftsprosse beider Pflanzen bestehen aus einem dichopodial verzweigten, tragenden Achsensystem und zusätzlichen Organen und Achsensystemen, die den Verzweigungsachsen ansitzen. Wir bezeichnen sie als Angularorgane. Diese Angularorgane unterscheiden sich in ihrem Wachstumsverhalten deutlich von dem tragenden Achsensystem. Sie durchlaufen nach der Anlage zunächst eine ausgedehnte Ruhephase. Die Angularorgane stimmen in Anlageposition und primärem Wachstumsverhalten weitgehend mit den als axillary tubercles bezeichneten Bildungen von Grenaticaulis verruculosus und Goslingia breconensis, sowie den Sporangien von Konioria andrychonviensis überein.

Die Position und das Wachstumsverhalten unterscheidet die Angularorgane dieser Zosterophyllaceen von ähnlichen Organbildungen anderer devonischer Taxa. Das Auftreten von Angularorganen halten wir für ein taxonomisch auswertbares Merkmal, das eine Zuordnung auch steriler Sprossreste zu Zosterophyllaceen ermöglicht.

Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß die Angularorgane Ausdruck einer speziellen Verzweigungsstrategie sind, die nicht auf eine doppelte Dichotomie zurückzuführen ist. Der morphogenetische Vergleich zeigt große Übereinstimmungen z.B. mit Rhizophor-Anlagen bei Selaginellaceen und hat Ähnlichkeit mit axillären Sproßverzweigungen. Die Unterschiede in ihrer Ausbildung zeigen an, daß die Angularorgane unterschiedliche Funktionen übernehmen können.

U. BERTRAM

Über Lyginopteridaceen-Achsen aus dem Namur A von Ostrava (Ostrau), CSSR

Kurzfassung

Das bearbeitete Material (coal balls) stammt aus dem Koksflöz (Namur A, Obere Ostrauer Schichten, Unterstufe von Poruba) (Abb. 1) bei Ostrava, CSSR (ehemals Ostrau, Oberschlesisches Steinkohlebecken).

Erstmals erwähnt bei STUR 1835, weitere Bearbeitungen von KUBART 1908, 1910, 1911, 1913, 1914, 1917, 1931 und BLANC-LOUVEL 1966.

Untersucht wurden Achsen von Heterangium- und Lyginopteris-Arten. In den Ostrauer coal balls kommen zwei Heterangium- (H. alatum, H. polystichum) und sechs Lyginopteris-Arten (L. sturii, L. schusteri, L. andrei, L. heterangioides, L. lacunosa, L. austriaca) vor.

Die klassische Unterscheidung von Heterangium und Lyginopteris basiert auf der Annahme, daß H. eine Protostele und L. eine Eustele besitzt. Dementsprechend waren die bisher bekannten Arten systematisch klassifiziert worden. KUBART 1914 stellte mit Hilfe von sogenannten "Zwischenformen" (in Bezug auf die Stelenentwicklung) eine phylogenetische Reihe zwischen Heterangium und Lyginopteris auf. Nach seinen Angaben könnte folgender Stammbaum konstruiert werden (Abb. 2).

Die Gegenüberstellung beider Gattungen (Abb. 3) zeigt jedoch grundlegende morphologische Unterschiede in der Entwicklung aller Gewebeschichten:

- | | |
|---|----------------------------------|
| - äußere Rinde | - einfache, doppelte Blattspuren |
| - innere Rinde | - Sekundärholzentwicklung |
| - Perizykel | - Primärbündel |
| - Verteilung der Blattspuren in Rinde und Perizykel | - Stele |

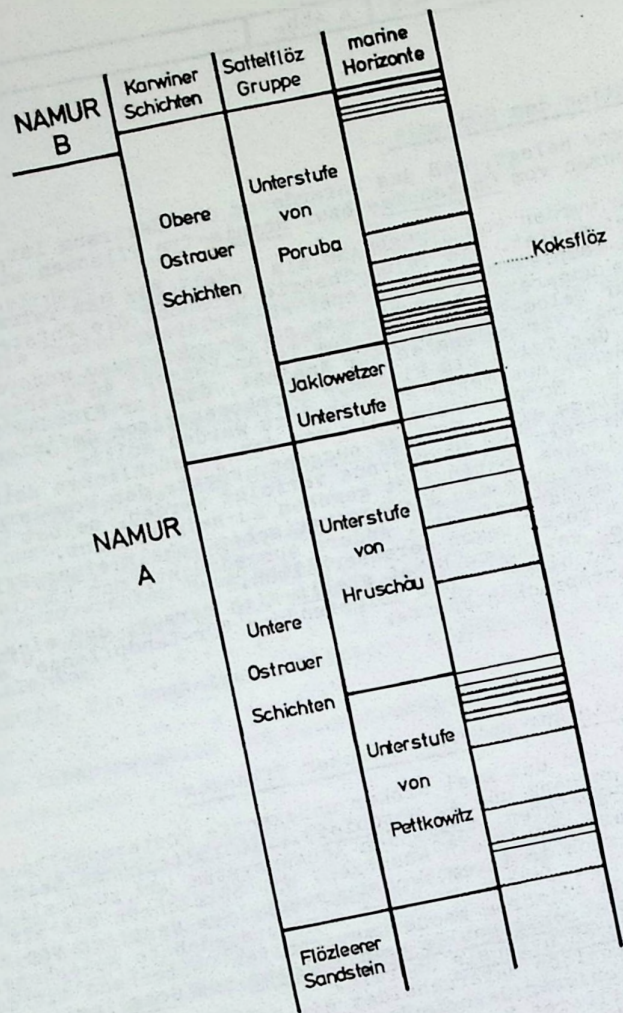


Abb.1

STAMMBAUM nach KUBART 1914

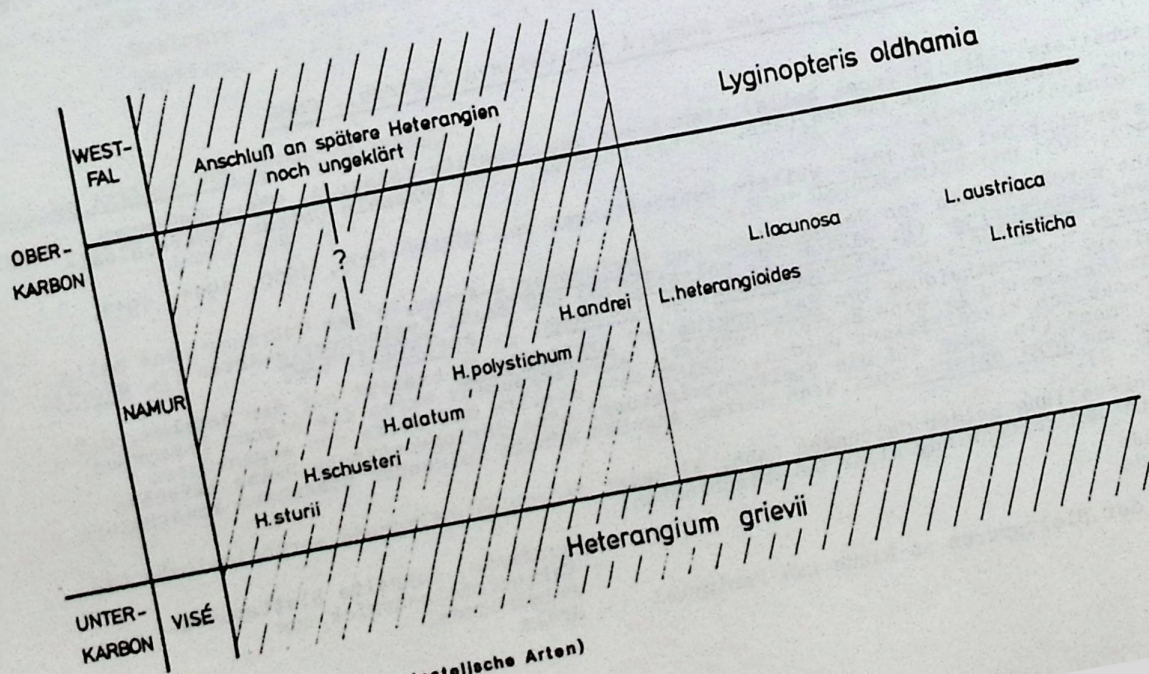


Abb.2

(Schraffur: protostellische Arten)

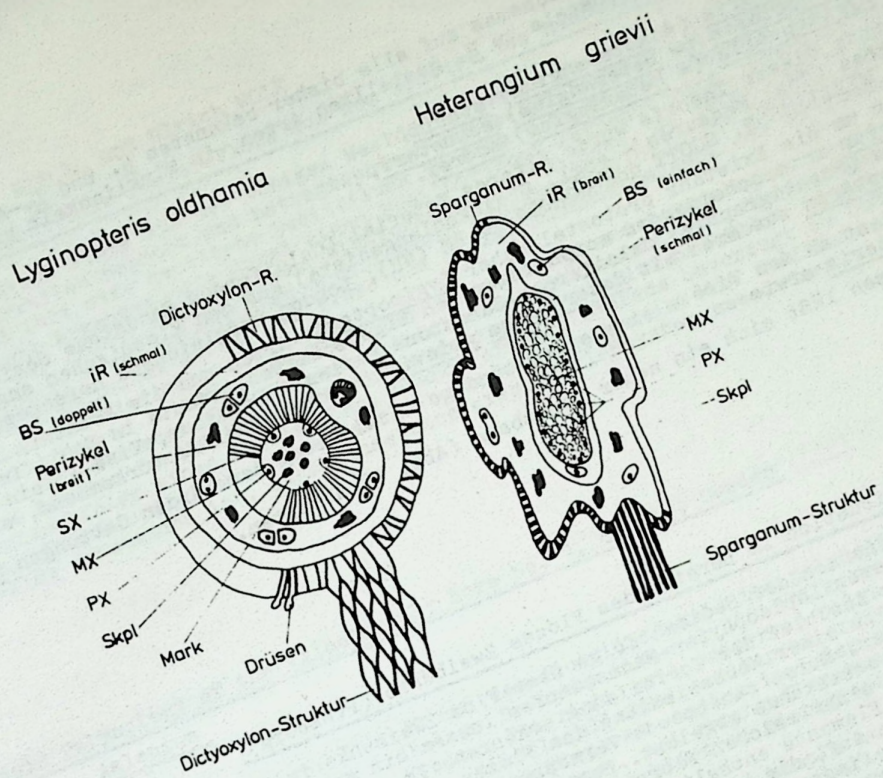


Abb. 3

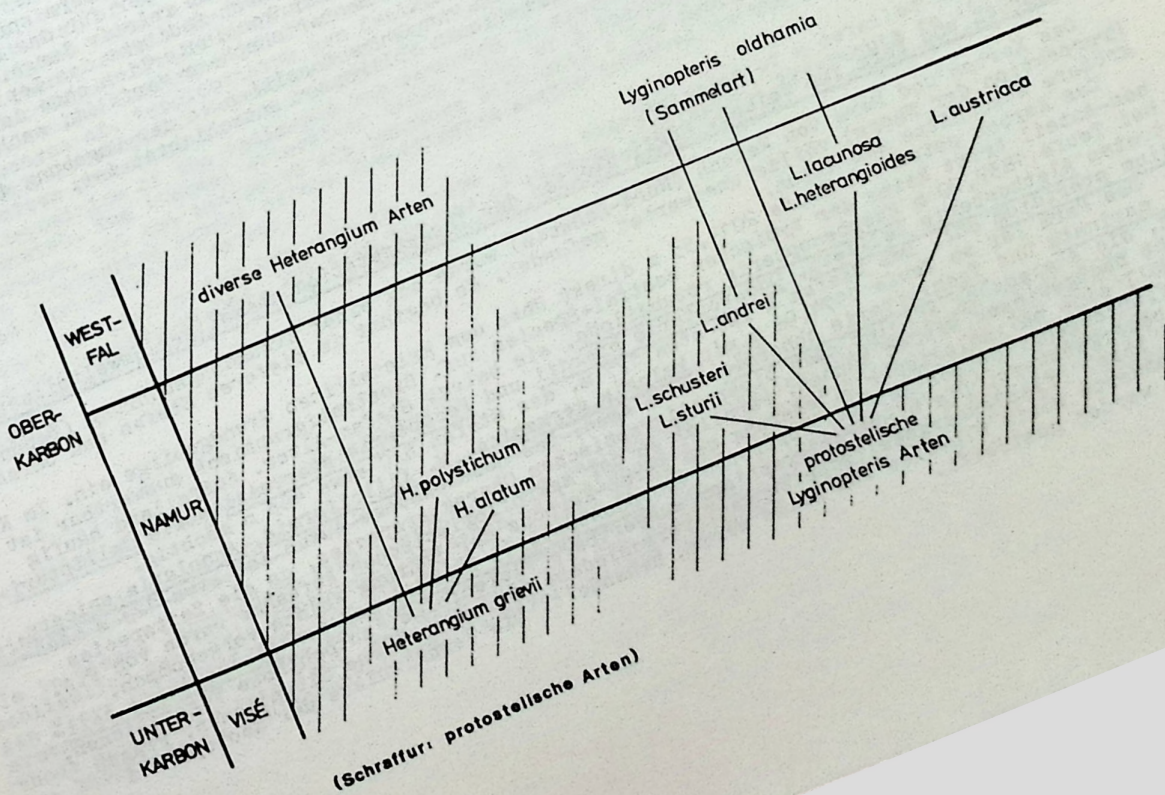


Abb. 4

(Schraffur: protostelische Arten)

Eine konsequente Anwendung dieses Schemas auf alle bisher bekannten H. und L.-Arten, zeigt, daß einige, aufgrund ihrer Protoatele zu H. gestellten Arten, in Wirklichkeit protostelische Lyginopteris-Arten sind:

Lyginopteris (= Heterangium) sturii,
Lyginopteris (= Heterangium) schusteri,
Lyginopteris (= Heterangium) andrei.

Zur Untermauerung dieser Theorie wurde älteres Material (Calciferos Sandstone Series - Pettycur) und jüngeres (Coal Measures - engl. Steinkohlegebiete) aus den klassischen engl. Schiffsammlungen von WILLIAMSON, SCOTT und GORDON im BM (NH), London vergleichend herangezogen.

Durch das Wissen um die Existenz protostelischer Lyginopteris-Arten und die Kenntnis ihrer, sie von Heterangium unterscheidenden morphologischen Eigenschaften, konnte in Schriffen der GORDON Collection (Stratigraphie: Calciferous Sandstone Series - Pettycur, Visé !) ein protostelisches Lyginopteris zusammen mit Heterangium grievii in einem Schriff vorkommend, erkannt werden.

Damit ist - zumindest ab dem Visé - eine eigenständige Entwicklung der beiden Gattungen Heterangium und Lyginopteris erwiesen.

Aus diesen Ergebnissen läßt sich ein neuer Stammbaum (Abb. 4) ableiten.

St. SCHULTKA

Aspekte zur Paläo-Umweltsituation im Bereich des Flözes Zweibänke (Piesberg)

Feinstratigraphische Aufnahmen der Sedimentfolge über Flöz Zweibänke im Bereich eines in situ auf etwa 190 cm erhaltenen Lepidophyten-Baumstumpfes lassen ein sehr heterogenes Bild der Ablagerungsverhältnisse nach Abschluß der Torfbildung erkennen. Im Gegensatz zur "normalen" Sedimentationsabfolge kam es zu einer Neubesiedlung des Flözes mit Lepidophyten (wahrscheinlich Sigillarien) und Calamiten. Durch zunehmende Vernässung wird diese nachweisbare Mischvegetation durch reine Calamitenbestände abgelöst. Besonderes Interesse erregte das Auftreten von Streuhorizonten, die neben einer reichen Flora (Calamiten, Sigillarien, Pteridospermen) auch immer wieder faunistische Elemente enthalten. Neben Insektenflügeln treten hier vor allem juvenile Stadien von Euproopiden auf, die offensichtlich als "Laubschlüpfer" in den Streuhorizonten lebten. Adultere Formen finden sich in den seichten, von Calamiten-Röhricht bestandenen Randbereichen der überfluteten Flußebenen oder in etwas tieferen, tümpel-ähnlichen Bereichen. Ein Hinweis auf diese Lebensumstände ist die Behaarung der Euproopiden, die bei juvenilen Formen sehr ausgeprägt ist und sich mit dem Heranwachsen zurückbildet.

Zwei Streuhorizonte mit sehr häufigem Auftreten von Sigillarienblättern sprechen entweder für das Absterben zweier verschiedener Lepidophyten-Generationen oder für das schubweise Absterben derselben Generation. Jedenfalls dauerte der Abbauprozess relativ lange, denn erst nach 180 cm über dem Flöz tritt ein Sediment auf, das dem Steinkern-Sediment des Lepidophyten-"Stubbens" entspricht. Der "Stubben" wurde wahrscheinlich kontinuierlich ohne deutliche Änderungen des Sedimenttyps während einer einzigen Sedimentationsphase verfüllt, nachdem der innere Bereich bis auf die Außenrinde zersetzt war.

Auffällig ist die weitgehende Abwesenheit von Spurenfossilien in der Umgebung des Baumes, während die Sedimentfüllung durch Bioturbationen vollkommen entschichtet ist.

Winfried REMY

Das Karbon und Perm von Weiach, Möglichkeiten der Interpretation ehemaliger Umweltsituationen

Das Karbon und Perm von Weiach (Nord-Schweiz) wurde bei einer Erkundungsbohrung (Deponie-Prospektion der Magra) völlig unerwartet gefunden. Es beginnt im tieferen Stefan und umfaßt größere Abschnitte des Autun.

Das Karbon setzt bei Teufe 2014,53 m direkt über dem kristallinen Grundgebirge ein. Im Karbon-Anteil tritt keine der typischen Westfal-Species auf. Biostratigraphisch auswertbar ist bei Teufe 1837,70 m Eusphenopteris rotundiloba, sie belegt Stefan-Alter. Auffallend häufig treten Alethopteris zelleri, Odontopteris brardii und Pecopteris stercelii sowie Callipteridium pteridium auf. Das Stefan A ist etwa 177 m, das Stefan B/C etwa 463 m mächtig.

Das Perm ist ab Teufe 1474,96 m mit Walchia germanica, W. filiciformis, Annularia spicata, A. carinata und Taeniopteris abnormis zu belegen. Das nachweisbare Autun ist etwa 123 m mächtig, die Abgrenzung erfolgt nach biostratigraphischen Charakterspecies, da die Zeitspecies nicht nachgewiesen werden können. Parallel zu der makrofloristischen Aufnahme wurde von P.A. HOCHULI eine palynologische Gliederung des Permo-Karbons der Bohrung Weiach vorgenommen.

Pflanzengeographisch ist das Auftreten von Odontopteris brardii und von Alethopteris zelleri bemerkenswert. Die biostratigraphisch auswertbare Florenfolge, autochthone Vegetationen, einige ihrer Pflanzenvergesellschaftungen, verschiedene hydrographische Situationen, Fragen der Standorte sowie Hinweise zum Klima werden behandelt. Die Verhältnisse der Geotope und Biotope werden gestreift.

Guido FEIZER, Walter RIEGEL und Ulrich WOLK

Struktur und Fazieskontrolle zweier Flöze aus dem Wealden des Hannoverschen Berglandes

Zwei geringmächtige Flöze aus der tonigen Wealdenfazies im Osterwald und Hils wurden in engständigen Intervallen beprobt und petrographisch und palynologisch untersucht. Das Flöz aus dem Osterwald läßt eine deutliche Zweiteilung in eine vitritische Sohlbank und eine mehr duritische Dachbank erkennen, die durch einen Fusithorizont getrennt sind. Das Flöz aus dem Hils entspricht der früher beschriebenen Blätterkohle von Duingen, an deren Aufbau die Nadeln von *Abietites linkii* einen erheblichen Anteil haben (*Abietites*-Flöz). Die wesentlichen Unterschiede im petrographischen Aufbau der Flöze und in der Zusammensetzung der in ihnen auftretenden Mikroflora werden herausgestellt.

Bei der ökologischen Interpretation der petrographischen und palynologischen Ergebnisse ist die Fazies der gesamten Flöz-führenden Abfolge zu berücksichtigen. Eine eingehende sedimentologische Analyse der Begleitserien hat ergeben, daß vitritische Flöze im Osterwald innerhalb der Faziesabfolge eines fluviatilen, mäandrierenden Systems bevorzugt am Übergang zwischen Auelehmfläche und einem Auesee gebildet wurden. Dagegen ist die Auefläche, auf der das *Abietites*-Flöz entstanden ist, einem anastomosierenden Flußsystem zuzuordnen.

Jurassic Palynology of the Vilhelmsfält Bore No. 1, Scania, Sweden

Toarcian - Aalenian

von D. GUY-OHLSON

This book (full scale size: 21 x 30 cm) describes in detail the palynological investigation of 17 core samples of varying lithology from the interval 140-171 metres of the Vilhelmsfält Bore No. 1, NW Scania, southern Sweden. The rich, well preserved palynological assemblage consisting of spores, pollen grains, dinoflagellates, acritarchs and other organic-walled microplankton found on examination of the prepared samples includes over one hundred species. These are documented, described where necessary, and arranged systematically, the majority being depicted either as photographs or scanning electron micrographs in the 18 plates illustrating the book.

The absolute numbers of individuals for each species per sample have been recorded. Due to the very rigid control of the preparatory techniques used, the numerical results for each sample are directly comparable. The recorded palynomorphs have been grouped, in the first place, according to their known published (European) stratigraphical range. The distribution and variation throughout the Vilhelmsfält sample interval of the number of species, respectively number of individuals, belonging to each group have been examined. Thereafter the distribution within the sample interval of specific species belonging to each group has been studied. Combining the aforementioned results with the known range of selected species of stratigraphical importance, it has been possible in Sweden to establish three assemblage zones for the upper part of the Rydebäck Member of the Rya Formation. Statistical treatment (cluster analysis) of the numerical results has confirmed this zonation. The presence in this core interval of the ammonite *Dactyloceras cf. tenuicostatum* has facilitated comparison especially with other European Toarcian palynological assemblages of known ammonite zonation. The results of the investigation, often presented in tabular form in the 14 figures included in the text, indicate that the deposition of the sediments has occurred in alternating environments, mainly marine and brackish. The thermal alteration index value of 3 indicates a certain amount of organic maturation, but the sediments are immature with only a low hydrocarbon energy source potential. An interesting aspect of the investigated sample interval is the presence of numerous, reworked Carboniferous spores.

This book aims at illustrating not only the scope of the possibilities of a detailed numerical approach to palynostratigraphy, but also the use of certain statistical treatments to facilitate, elucidate and even to check biostratigraphical and palaeoecological interpretations and correlations.

Volker WILDE und Friedemann SCHAARSCHMIDT

Angiospermenblätter - Geschichte und Tendenzen ihrer Bearbeitung

Bis in dieses Jahrhundert hinein erfolgte die Bearbeitung fossiler Angiospermenblätter ausschließlich nach rein grobmorphologischen Gesichtspunkten. Es wurde versucht, in der heutigen Flora Entsprechungen für die fossilen Formen zu finden. In den 20er Jahren fanden dann erstmalig Untersuchungen von Kutikularstrukturen bei fossilen Angiospermen statt. Diese Methode der Bearbeitung fand, eng verbunden mit dem Rezentvergleich, in den folgenden Jahrzehnten besonders im deutschsprachigen Raum Verbreitung und wurde als Kutikular-Analyse propagiert.

Stand zunächst die systematische Bearbeitung möglichst selbständiger Floren und ihr stratigraphischer Vergleich im Vordergrund, nahm in den letzten 30 Jahren die Bearbeitung einzelner systematischer Einheiten zu. Für praktische, faziell orientierte Arbeiten wurde die Untersuchung disperser Kutikulen entwickelt und in Analogie zur Palynologie ein eigenes System eingeführt. Wichtige Fortschritte brachten am Anfang des letzten Jahrzehnts neben der Einführung neuer Methoden (z.B. Rasterelektronenmikroskopie, Fluoreszenz) mehrere Zusammenstellungen, die eine Vereinheitlichung der beschreibenden Terminologie für blattmorphologische wie für kutikularanalytische Untersuchungen zum Ziel hatten.

Heute kommen, je nach Erhaltungszustand des untersuchten Materials, feinmorphologische und kutikularanalytische Methoden gleichzeitig oder getrennt zur Anwendung. In der letzten Zeit fanden auch verstärkt statistische Methoden bis hin zur reinen numerischen Taxonomie Eingang in die Untersuchungen. Schwerpunkte der systematisch orientierten Untersuchungen liegen heute bei der Bearbeitung der frühesten Angiospermen und der Zurückverfolgung einzelner systematischer Einheiten in der Erdgeschichte. Im Tertiär wird über die genaue Analyse kompletter Floren versucht, ein Bild der klimatischen Entwicklung zu gewinnen.

Winfried REMY

Versuch der Interpretation und Rekonstruktion von Umweltsituationen im jüngeren Unterdevon.

Unser Bild von der geographischen Situation im älteren Devon mit eindeutig terrestrischen Bildungen ist von den Sedimenten, der Fauna und der Flora des Old-Red-Kontinents geprägt. Die terrestrische Situation der klassischen Sumpf- und Moor-Ablagerungen von Rhynie wird nicht bezweifelt. Andere Ablagerungen auf dem Old-Red-Kontinent sind keineswegs so deutlich als terrestrisch gekennzeichnet und erkennbar.

Der Old-Red-Kontinent wird von Flachmeeren umrandet, so im Süden von einem in der rheinischen Fazies ausgebildeten Bereich, der teilweise als Wattenmeer gedeutet wird. In diesem Bereich kommen ohne Zweifel auf der Genus-Ebene mit der des Old-Red-Kontinents gut vergleichbare "Floren" vor. Sie sind auf der Species-Ebene jedoch anscheinend mehr oder weniger abweichend zusammengesetzt. Daraus ergibt sich der Ansatz zu zwei Fragen:

Wo hatten diese Floren ihren Lebensraum? Werden taxonomische Übereinstimmungen und Unterschiede zu Recht gesehen?

Diesbezügliche Felduntersuchungen im vergangenen Dezennium ergeben, daß es sich nicht um Reste einer Vegetation handelt, die vom Old-Red-Kontinent in angrenzende marine Räume verschwemmt wurde. Dafür sprechen die vielen monospezifisch ausgebildeten Vorkommen mit lokal charakteristischen Abfolgen (?Successionen) und der Nachweis von eindeutig durchwurzelten Sedimenten. Damit ergeben sich weitere Fragen wie z.B.:

Können und müssen die Standorte dieser Vegetation prinzipiell von denen des Old-Red-Kontinents verschieden gewesen sein? Sind es, wie von einigen Autoren vermutet, zwingend Halophyten-Vegetationen, lebten einige von ihnen gar wie die heutigen "Seegräser" untergetaucht? Wie sind bestimmte Prozesse im Sediment zu erklären, wie sind bestimmte Ausbildungsformen von Sprossen mit Wurzeln und somit Wuchsformen zu erklären? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus, daß auf "marine" Pflanzen bezogene Reste auf dem Old-Red-Kontinent nachgewiesen werden können? Läßt sich das Modell "paralische Ausbildung", den Karbon-Geologen sehr geläufig, auf das ältere Devon übertragen und was könnte dafür sprechen?

Adressen der Autoren (Vortragskurzfassungen):

Prof. Dr. W. REMY; Dr. H. HASS und Dr. ST. SCHULTKA
Forschungsstelle für Paläobotanik am Geolog.-Paläontolog.
Institut der WWU, Hindenburgpl. 57 - 59, 44 Münster

Prof. Dr. W. RIEGEL, G. PELZER, U. WOLK, D. WEHMEIER,
A. APOSTOLIKAS, K. MEINKE, G. SCHWARZ
Geolog.-Paläontol. Inst. Univ. Göttingen, Goldschmidtr. 3,
34 Göttingen

Prof. Dr. E. VELITZELOS, Nat. Univ. of Athens, Dept. of
Stratigraphy, Geography, Climatology, Athens, Greece

Prof. Dr. F. SCHAARSCHMIDT und V. WILDE; Abt. Paläobotanik,
Forschungsinstitut Senckenberg, Senckenberganlage 25,
6 Frankfurt a.M.

Dr. D. GUY-OHLSON, Swedish Museum of Natural History,
Box 50007, S-104 05 Stockholm, Sweden

Dr. U. BERTRAM, Botanisches Institut, Goethe-Universität
Frankfurt a.M., Postfach 11 19 32, 6 Frankfurt a.Main 11

Die Adressen der Autoren von veränderten bzw. ergänzten
Manuskripten befinden sich bei den einzelnen Artikeln.

Probleme der Palynologie an einem Erdfall

Von Fritz-Rudolf Averdick

Erdfälle bilden oft gute Voraussetzungen, in manchen Gegenden die einzigen, pollenanalytische Studien für die Vegetationsgeschichte zu betreiben. Gleichwohl dürfte gerade diese Art von Hohlformen für Störungen innerhalb der Ablagerungen prädestiniert sein. Sekundäre Verlagerungen von Schichten infolge Absenkung des Untergrundes wurden öfters, vor allem in größeren Aufschlüssen, beobachtet. Ein klassisches Beispiel lieferte das Toteisloch von Stellmoor (Gripp 1935, Schütrumpf 1935). Wesentlich schwieriger ist in dieser Beziehung die Beurteilung von Bohrkernen. Bei unklaren Sedimentverhältnissen lassen sich Störungen mittels der Pollenanalyse nachweisen, wie etwa bei den "schwimmenden Inseln" des Mesolithikums von Duvensee (Schütrumpf 1981). Dieses ist aber nur unter günstigen Umständen möglich, insbesondere in Zeiten, in denen sich der vegetationsgeschichtliche Ablauf noch ohne wesentliche Beeinflussung durch den Menschen vollzog. Umlagerungen aus Zeiten gleichmäßigen Vegetationszustandes einerseits oder starker Siedlungseinwirkungen andererseits sind im Pollenbild kaum erkennbar beziehungsweise mehrfach deutbar. Als Beispiel sei hier die vegetationsgeschichtliche Bearbeitung eines Bohrprofils aus einem Erdfall aufgeführt.

In der Weseraue, knapp zwei Kilometer südlich von Hötter, befinden sich auf engem Raum mehrere Erdfälle, die sehr wahrscheinlich permischen Gipslinsen im Untergrund ihre Entstehung verdanken. Zum Teil führen sie Wasser, zum Teil sind sie verlandet oder vermoort. Die Bohrung im größten Erdfall erbrachte ein Profil von 8,20 m Mächtigkeit. Dabei erscheint es fraglich, ob der Untergrund überhaupt erreicht wurde, denn das Bohrgerät konnte eine Grobkieslage nicht durchteufen. Die Ablagerungsfolge bestand vorwiegend aus holzreichem Bruchwaldtorf mit Mudeinschaltungen, im tieferen Teil mit starken Sandzwischenlagen.

Nach Aussage der Pollenanalyse stammen die erfaßten basalen Schichten mit dem Einsetzen der Buchen- und Hainbuchenkurven aus dem Subboreal. Wie in den Diagrammen der benachbarten Sollingmoore (Knörzer 1949, Steckhan 1961, Schneekloth 1967, Lesemann 1968) bildet die plötzliche Massierung der Buchenpollen (in 5,20 m Tiefe des Profils) den zentralen Angelpunkt für die Gliederung. Der weitere (obere) Diagrammabschnitt zeigt bis hin zu den starken menschlich bedingten Waldveränderungen das bekannte Bild der Buchenherrschaft, das durch Schwankungen der Eichenkurve etwas modifizierter erscheint als im Solling. Weitere Schwankungen betreffen die Kulturanzeiger (Getreide, Spitzwegerich und der Großteil der Kräuter). Hier war aufgrund der Lage in der Weseraue von vornherein ein detaillierteres Bild zu erwarten als auf den Gebirgshöhen.

Da über die ur- und frühgeschichtlichen Siedlungsphasen in der Umgebung noch ungenügende Übersicht besteht, war eine archäologische Verknüpfung der Siedlungsanzeiger-Schwankungen im Diagramm nicht möglich. Zuordnungen zu Kulturperioden mußten daher mit Hilfe absoluter Datierungen versucht werden. Eine erste Reihe von ¹⁴C-Datierungen des Instituts für Kernphysik der Universität Kiel (Professor Dr. H. Willkomm) wies merkwürdige Inversionen auf. Daher wurde in engen Abständen weiteres Probenmaterial gemessen, so daß die Ergebnisse Zufälligkeiten auszuschließen scheinen.

Von den Unklarheiten der beiden untersten Daten abgesehen, die mangels Substanz nicht weiter überprüfbar waren, weisen die Daten unterhalb 3 m klare Beziehungen zu einander auf, weichen allerdings sehr von der Erwartung ab. Aus der u. a. tabellarischen Übersicht ist ersichtlich, daß die Profilstrecke von 3,20 bis 5,30 m eigentlich von nur zwei Daten bestimmt wird: Von 3,20 bis 3,70 m und zwischen 5,10 und 5,20 m ergaben die Datierungen etwa 1.100 v. Chr. Demgegenüber wurde für den Abschnitt von 3,80 bis 5,10 m ziemlich einheitlich ein Alter um 600 v. Chr. ermittelt. Daraus folgert zum einen ein zeitweise sehr rasches Sedimentanwachsen, zum anderen eine Schichtverlagerung oder Vermischung, die sich weder sedimentologisch noch pollenanalytisch zu erkennen gab. Die Pollenspektren zwischen 3,20 und 3,70 m weisen jedoch in einigen Punkten Ähnlichkeit mit denen von 5,10 und 5,20 m auf (hohe Buchen- und Hasel-, geringe Kulturanzeigerwerte), so daß es sich in der Tat um etwa gleichaltriges Material handeln könnte, das eine jüngere Schicht flankiert.

Auch wenn man mit den Datierungen keine übertriebenen Genauigkeitsvorstellungen verbinden darf,

bleibt festzustellen, daß ohne sie die pollenanalytischen Folgerungen schwerwiegenden Irrtümern aufsitzen könnten. Insbesondere im Hinblick auf den Siedlungsverlauf hätte man zu dem Schluß kommen müssen, daß sich in dem betrachteten Profilabschnitt eine Fluktuation dokumentierte. Diese wird durch die absolute Datierung aber lediglich als Vorspiegelung ausgewiesen. Auch die Bedeutung und zeitliche Abschätzung des Abschnittes von 3,80 bis 5,00 m erscheinen nach den praktisch gleichen Daten in einem anderen Licht. Ungestörte Sedimentationsverhältnisse setzen in dem Erdfall offensichtlich erst ab 3 m Tiefe ein.

Tiefe	Einsetzend	Hervortretend	Zurücktretend	¹⁴ C-Daten
0 - 30		Pinus, Picea, Junip., Kultur!	Quercus	
35 - 70	Castanea, Centaurea cyan.	Quercus, Betula, Populus, Kultur!		1.055 ±47 A.D.
75 - 95	Secale	Quercus!, Kulturanzeiger	Fagus, Carpinus	550 ±45 A.D.
100 - 230		Fagus!, Carpinus!	Quercus, Kulturanzeiger	290 ±80 A.D.
				310 ±38 A.D.
				10 ±50 A.D.
				110 ±50 B.C.
240 - 285		Quercus!, Fagus, Kulturanzeiger		290 ±80 B.C.
290 - 310		Quercus!, Kulturanzeiger	Fagus, Corylus	450 ±65 B.C. 500 ±80 B.C.
320 - 370		Fagus, Corylus!	Quercus, Kulturanzeiger	1.090 ±50 B.C.
				1.050 ±50 B.C.
				1.100 ±50 B.C.
				540 ±80 B.C.
380 - 520		Fagus, Quercus, Kulturanzeiger	Tilia, Ulmus, Corylus	560 ±60 B.C.
				630 ±80 B.C.
				560 ±45 B.C.
				600 ±70 B.C.
525 - 530				1.150 ±65 B.C.
580 - 585	I	I	I	I
600 - 605	Fagus, Carpinus, Getreide	Quercus, Ulmus, Tilia, Corylus	I	I
700 - 740				1.040 ±100 B.C.
805 - 815	Plantago lanc.	Tilia!, Corylus	I	I

Tab. 1: Bohrprofil eines Erdfalls bei Hütten. Pollenanalytische Charakteristika und ¹⁴C-Daten. I = maximale Pollenwerte.

Literaturverzeichnis

Firbas, F., 1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Zweiter Band: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften.- 256 S., 18 Abb., Jena.

Gripp, K., 1935: Die erdgeschichtlichen Aufschlüsse der Grabung Stellmoor.- Nachrichtenbl. für Deutschlands Vorzeit, 11, S. 230, Leipzig.

Knörzer, K. H., 1949: Die Vegetation des Torfmoores im Solling und die nacheiszeitliche Waldgeschichte dieses Gebirges auf Grund der Pollenuntersuchungen.- Unveröff. Staatsexamensarbeit, Göttingen. Zit. nach Firbas 1952.

Lesemann, B., 1968: Pollenanalytische Untersuchung eines Flachmoores im Umlauftal der Weser bei Bodenfelde.- Ber. Naturhist. Ges., 112, S. 91-96, 1 Tafel, Hannover.

Schneekloth, H., 1967: Vergleichende pollenanalytische und ¹⁴C-Datierungen an einigen Mooren im Solling.- Geol. Jb., 84, S. 717-734, 9 Abb., 2 Tab., Hannover.

SchÜtrumpf, R., 1935: Pollenanalytische Untersuchungen der Magdalénien- und Lyngby-Kulturschichten der Grabung Stellmoor.- Nachrichtenbl. für Deutschlands Vorzeit, 11, S. 231-238, 1 Abb., 1 Tab., Leipzig.

SchÜtrumpf, R., 1981: Der pollenanalytische Nachweis einer "schwimmenden Insel" und die Anzahl der Siedlungsphasen am mittelsteinzeitlichen Fundplatz Duvensee, Kr. Herzogtum Lauenburg/Schleswig-Holstein.- Kölner Jb. f. Vor- u. Frühgeschichte, 15, 1975-1977, S. 161-180, 12 Abb., 4 Tab., Berlin.

Steckhan, H.-U., 1961: Pollenanalytisch-vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte im Vogelsberg, Knüll und Solling.- Flora, 150, S. 514-551, 6 Abb., 4 Tab., Jena.

Anschrift des Autors: Dr. F.-R. Averdick, Inst. f. Ur- u. Frühgeschichte der Universität Kiel, Olshausenstr. 40-60, D-2300 Kiel 1

Ökologische Interpretation miozäner Samenfloren des Niederrheinischen Braunkohlenreviers

von J. v. d. BURGH

Während meiner Studien im Rheinischen Jungtertiär habe ich viele Samenfloren aus verschiedenen Ablagerungstypen gesammelt und identifiziert. Beim Bearbeiten ließ sich nur eine geringe Relation zwischen Sameninhalt und Ablagerungstyp feststellen. Es liegt also auf der Hand, die verschiedenen Zusammensetzungen der Floren als ökologisch bedingt anzusehen.

In dieser Arbeit versuche ich anhand der Inhaltsunterschiede verschiedener Samenfloren eine Landschaftsrekonstruktion ihrer Umgebung herzustellen.

Nun ist eine Samenflora eine Thanatozönose, bestehend aus Material von einer bis vielen Biozönosen. Die Anzahl der Samen ist darum ein Anhaltspunkt - und auch nicht mehr - für Häufigkeit und Verbreitung der Biozönosen.

Die Floren konnten zahlenmäßig bearbeitet und in ökologischen Vergleichstabellen zusammengestellt werden (zur Methodik vergleiche den Anhang).

Von den Obermiozänen Niederrheinischen Floren wurden auf die folgende Weise bearbeitet: 15 Floren aus "Zukunft West" bei Eschweiler, 11 aus Tagebau "Hambach" und 3 aus Tagebau "Fortuna" bei Bedburg.

In Eschweiler wurden 6 Floren aus der Hauptflözgruppe bearbeitet und dabei noch drei andere benutzt, um jeweils die lokale Vegetation festzustellen.

Fig. 1: Zwei Floren (Probe 7807, 7809) stammen aus toniger Braunkohle und kohligem Ton. Die Vegetation kann man wegen des Tongehaltes als meso- bis eutroph einschätzen. Sie wurde in einem Sumpfwald gebildet. In Probe 7809 waren krautige Ufer- und offene Wasservegetation mit mäßig großen Zahlen vertreten. Hier ist der Sumpfwald auf *Myrica*-Gestrüpp beschränkt. Diese Floren sind im Vergleich zu den allochthonen Floren artenarm, aber doch genügend artenreich, um als Mastixioideenfloren bezeichnet zu werden. Die arktotertiären Taxa sind ziemlich stark vertreten, wohl ein Ergebnis der meso- bis eutrophen Umstände. Die Proben 7808, 14399, 14400 und 14402 wurden im Flöz Garzweiler gesammelt. Sie ergeben ein Bild einer weiten Ebene, bewachsen mit Sumpfwald unter ziemlich stabilen Umständen mit nur geringem Einfluß von Flüssen. Parallel damit dominiert hier das paläotropische Florenelement im Sumpfwald. Auewälder sind nicht sehr stark repräsentiert und meistens von paläotropischen Taxa dominiert, gleich wie die krautige Vegetation.

Fig. 2: Über den Ville-Schichten sind im Tgb. Zukunft-West die Indener Schichten aufgeschlossen. Aus der sehr sauberen Braunkohle des Oberflözes wurde Probe 14403 gesammelt. Es dominieren Taxa des oligotrophen Hochmoores, ein Merkmal, welches das Fehlen allochthoner Einflüsse zeigt. In der Hochmoorflora dominiert das paläotropische Element. Ebenfalls aus den Indener Schichten stammt Probe 8334, welche von einer Tonablagerung in einer Niederung im Windungsbereich des Flusses herrührt. Man kann sie als autochthon charakterisieren mit dominierender Kraut-Vegetation, gebildet von Cyperaceen und *Spirmatospermum*. Als richtige Mastixioideenflora kann diese Flora nicht gedeutet werden. Dies ist um so bemerkenswerter, da aus dem gleichen stratigraphischen Niveau recht typische Mastixioideenfloren stammen (in den nächsten Proben). Probe 8297 aus einem sandigen Ton repräsentiert relativ turbulente Sedimentationsverhältnisse. Parallel dazu ist die Zahl der Taxa höher und die verschiedenen Vegetationseinheiten sind mehr verteilt. Auch hier dominiert der Sumpfwald, der Auwald und Trockenwald sind aber gut vertreten. Das arktotertiäre Florenelement ist dominant.

Fig. 3: In Zukunft-West wurden 3 Proben aus einem Flußbett entnommen (8300, 8335, 13285). Auffällig ist das Vorhandensein der oligotrophen Torfmoore, dominiert von *Epacridium mudense*, ein paläotropisches Element. Letzteres ist in diesen Floren gut vertreten. In Zukunft-West gab es auch küstennahe Ablagerungen. Probe 8336 wurde aus einem Ton, Probe 13286 aus einer Anhäufung organischen Materials gesammelt. Probe 8336 zeigt eine typische gleichmäßige Verteilung der Samen in den Vegetationseinheiten, nur sind 2 der 3 Trockenwaldvegetationen nicht vertreten. Das paläotropische Florenelement ist wenig vorhanden, nur in der oligotrophen Torfmoorvegetation ist es dominant. Probe 13286 gibt ein Florenbild, das im Grunde von dem der Flußrinnen nicht verschieden ist; wahrscheinlich ist der Einfluß der ins Meer ausmündenden Flüsse noch sehr groß. Probe 14401 wurde einer dünnen Sandschicht über dem Querflöz entnommen (Taf.1, Fig.1). Das Flöz wurde entlang dem Weisweiler Sprung vom Meer abradiert. Die See hat auch das Moor entwässert, die Entwässerungsrinnen waren noch an der Oberfläche des Flözes sichtbar (Taf.1, Fig.2). Die Vegetation konnte sich unter diesen Umständen stark ändern und dies kann man auch am Vegetationsbild beobachten. Alle Vegetationseinheiten sind vertreten. Neben dem Torfmoor und dem Sumpfwald des Oberflözes ist auch die krautige Vegetation stark vertreten. Auffällig ist das Vorkommen von *Ruppia*, *Corema*, *Cupressoconus* und verschiedenen *Pinus*-Arten. Insgesamt ergibt sich daraus das Bild eines oberflächlich stellenweise trockenen und sandigen Torfs mit einem Bewuchs von windfesten Bäumen, Kräutern und *Ericales*. Von Zeit zu Zeit wurde die gesamte Oberfläche vom Meer kurzfristig überspült, wobei etwas Sand und einige *Ruppia*-Samen zurückblieben.

Adresse des Autors: Dr. Johann v.d. BURGH, Rijks Universiteit Utrecht, Labor.f.palaeobotanie en palynologie, Utrecht, Netherlands

Fig. 4: In Fortuna wurden Proben aus einer Flußrinne über dem Flöz Garzweiler gesammelt. Zwei Proben entstammen dem Sand, die dritte einem Schluff aus der letzten Auffüllungsphase des Flusses. In allen drei Proben ist der Sumpfwald dominant, gefolgt vom Auewald in den Sandproben. Man beachte die starke Vertretung der Trockenwälder und die geringen Werte für Torfmoor. Die Schluffprobe hat als zweitmächtiges Element die krautige Vegetation, weiter sind hier nur 6 der 9 Vegetationsformen vertreten, in den Sandproben resp. 7 und 8. Typisch ist auch das starke Hervortreten des arktotertiären Florenelements.

Im Tagebau Hambach wurden im höchsten Abschnitt der Indener Schichten oder in deren unmittelbarer Nähe Samenproben gesammelt. Probe 14429 wurde in einem reichlich von monokotylen Blattresten durchsetzten Ton in einer Rinne genommen. Das autochthone Vegetationsbild zeigt nur krautige Vegetation und den angrenzenden Sumpfwald. Man kann diese Vegetation mit der der Niederung in Eschweiler vergleichen. Probe 13349 wurde einer Ablagerung eines Sumpfwaldes entnommen; In dieser autochthonen Flora sind aber auch viele Zeugen von Überschwemmung, z.B. *Fagus*, *Ceratophyllum*, *Trapa*.

Fig. 5: Im Ton 7f war ein langgestrecktes Braunkohlenband vorhanden. Stellenweise waren darin sandgefüllte Flußrinnen zu sehen, von denen 6 Proben bearbeitet wurden. Alle zeigen eine Dominanz des Sumpfwaldes, gefolgt von Auewald und Trockenwald oder krautiger Vegetation. Obwohl hier Flußablagerungen vorliegen, ist die Flora doch stark lokal bedingt. Die Trockenwälder sind nur durch geringe Werte, Torfmoore ebenfalls nicht stark vertreten; letztere können aber auch in der Tiefebene in Waldmooren durch Verarmen des Torfes entstanden sein. Die krautige Vegetation ist auch nicht stark ausgebildet. Daraus ergibt sich das Bild einer stabilen Landschaft mit nur wenig erodierenden Flüssen.

Interessant ist die deutliche Anhäufung von paläotropischen Taxa im Sumpfwald und besonders im Auewald, wo sie stellenweise zur Vorherrschaft kommen. Das Vorkommen der Mastixioideenflora in einem Gebiet ist klimabedingt. Innerhalb eines Gebietes ist aber diese Verteilung eine Folge des Mikroklimas und edaphischer Faktoren. Nährstoffarmut begünstigt das Vorkommen von immergrünen Pflanzen, welche zum größten Teil im paläotropischen Florenelement zu Hause sind. Das erklärt, warum die Dominanz in Auewäldern auf leichteren, weniger überschwemmten Böden größer ist als im Sumpfwald. Die geringe Verbreitung außerhalb der jährlich überschwemmten Talböden ist damit aber nicht erklärt. Die Trockenwälder wurden hauptsächlich von Buchen oder Koniferen gebildet.

Die makroklimatischen Umstände ermöglichten also das Auftreten von Mastixioideenflora in Gebiet und zwar an den klimatisch günstigsten Stellen: Flußtäler und Küstenebene, in denen der maritime Einfluß mäßigend auf das Klima einwirken konnte; weiter im Hinterland zeigte das Klima schon zu große Extreme in Temperatur und vielleicht auch Niederschlagsmengen, um noch einen für Mastixioideen günstigen Standort zu bilden.

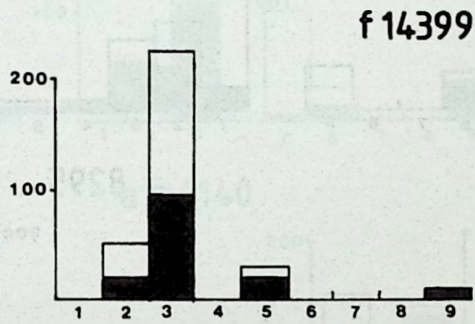
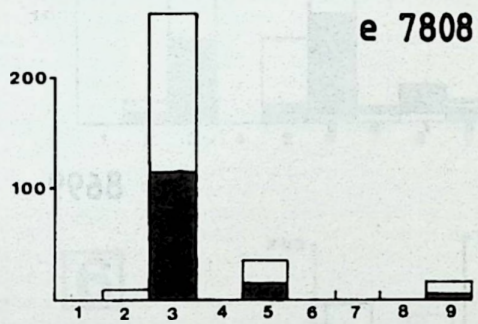
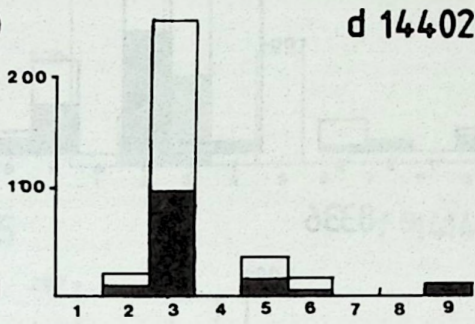
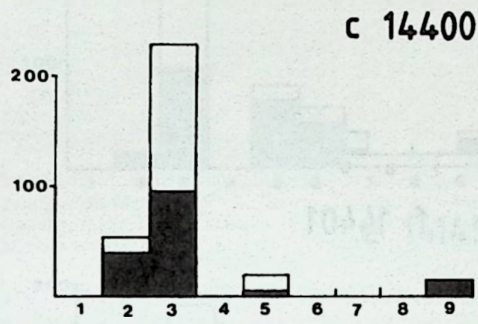
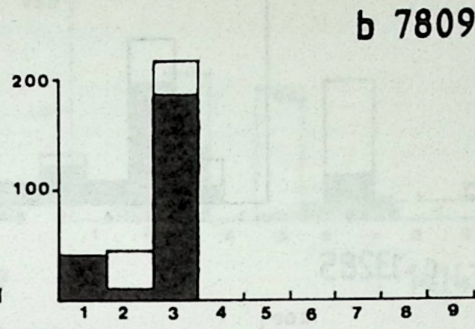
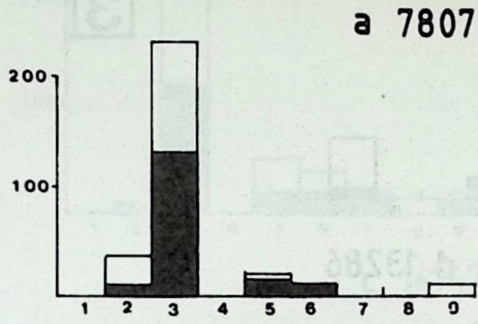
Fig. 6: Probe Nr. 14428 wurde aus derselben Flußrinne entnommen wie Probe 14140, nur bestand diese Probe nicht aus Sand, sondern aus Schluff. Das paläotropische Florenelement ist gering; die lokale eutrophe Vegetation ist überwiegend arktotertiär. Dieses Bild kann man mehr oder weniger mit dem der Schluff-Flora aus Fortuna vergleichen, nur ist die Flora in Hambach noch stärker lokal bedingt. Probe 14141 wurde einer Rinne entnommen. Die Verteilung der Flora über die Vegetationseinheiten ist ziemlich gleichmäßig, doch dominiert der Sumpfwald. Auffällig ist die geringe Vertretung des paläotropischen Elements. Dies könnte die Folge eines kühleren Zeitabschnittes sein, ebensogut aber auch von einer Ablagerung in einem Gebiet mit wenig stabilen Verhältnissen herkommen, wie es z.B. in Probe 8336 der Fall ist. Probe 14183 ist auch gut damit zu vergleichen, diese Probe entstammt aber einer zyklischen Ablagerung über dem Ton 7f, gehört also der Hauptkiesserie an.

Schlußfolgerungen

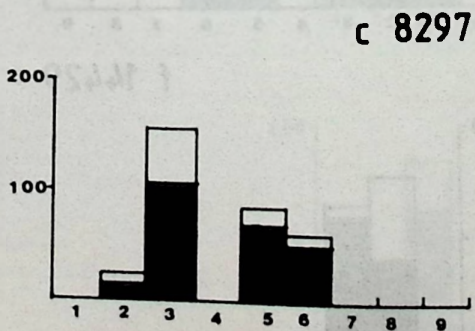
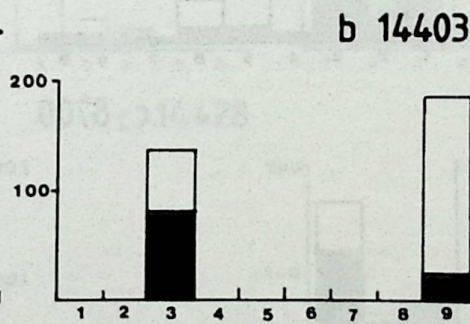
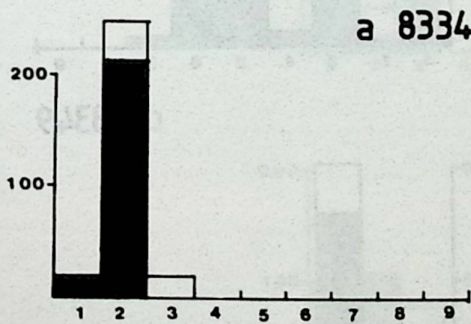
Mit einer zahlenmäßigen Bearbeitung des Materials sind die unterschiedenen Floren leicht zu vergleichen. Aus dem Vergleich der Florenbilder mit bekannten ökologischen Verhältnissen kann man für andere Floren die möglichen ökologischen Bedingungen feststellen. Man kann Verbreitung und Wichtigkeit der Mastixioideenflora mit dieser Weise bestimmen. Das Bild der Niederrheinischen Tiefebene während des Spätmiocäns ist von trög fließenden seichten Flüssen in breiten sumpfigen Flußtälern geprägt. Außer Erosionsflächen und Tümpeln waren alle Bereiche bewaldet. In den tieferen Gewässern kamen submerse und Seerosengesellschaften vor. An untiefen Stellen, den Ufern entlang, fanden sich von Monokotylen gebildete Vegetationsbezirke, welche an trockeneren Stellen in artenreichere krautige Gesellschaften übergingen. In sumpfigen Niederungen fanden sich Sumpfwälder, die Torf bildeten. Wahrscheinlich kamen sie so in dieser mangelhaft entwässerten Tiefebene zur Vorherrschaft. Auf trockeneren Stellen (Uferwälle z.B.) fanden sich Auewälder, welche aber wahrscheinlich nur mäßig große Flächen besiedelten. Die Trockenwälder besiedelten die nur ausnahmsweise überfluteten Stellen am Rande der Flußtäler. An diesen Stellen können sich bei größerem Nährstoffmangel auch Koniferenwälder befinden haben. Die Heide war nur gering entwickelt, am ehesten als küstennahe Formation. Hochmoore fanden sich in diesem niederschlagsreichen Klima sowohl innerhalb als außerhalb der Flußtäler an jeder Stelle, wo genügend Wasser vorhanden war und auf irgend eine Weise Nährstoffmangel vorherrschte. Der genannte Nährstoffmangel begünstigte die Mastixioideenflora, welche wegen des Klimas nur in den Tälern und entlang der Küste vorkommen konnten.

Nähere Erklärung der Begriffe siehe im Anhang;

1



2



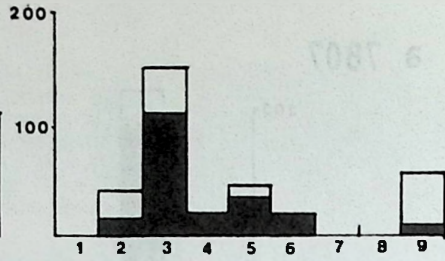
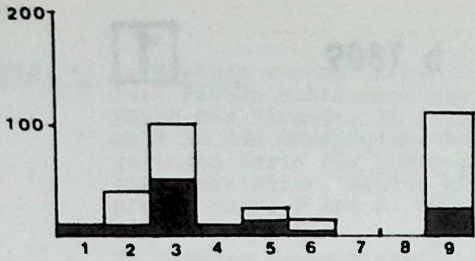
□ Palaeotropic figures

■ Arctotertiary figures

a 8300

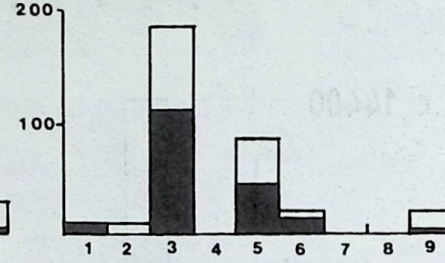
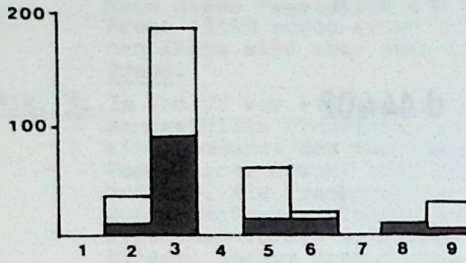
b 8335

3



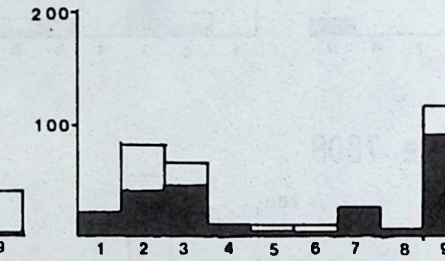
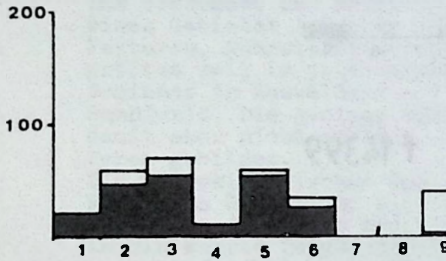
c 13285

d 13286



e 8336

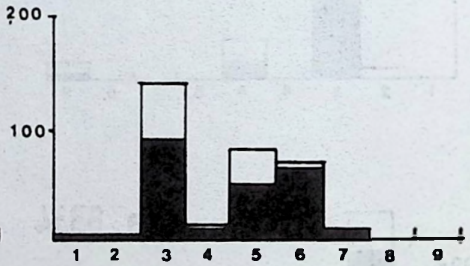
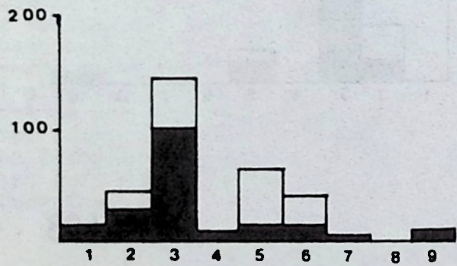
f 14401



a 8295

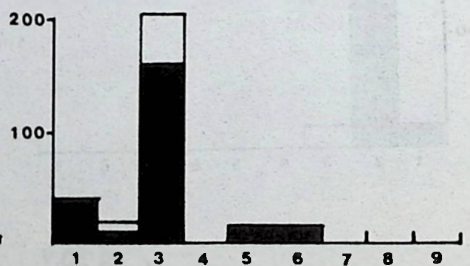
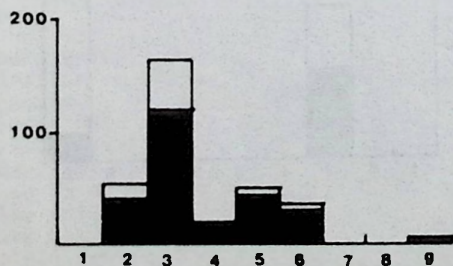
b 8699

4



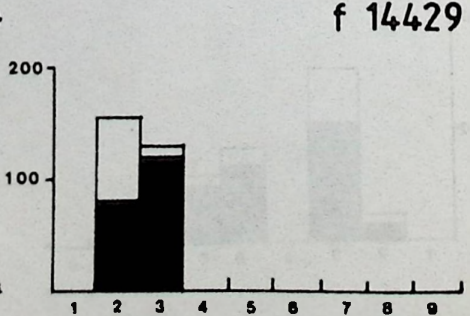
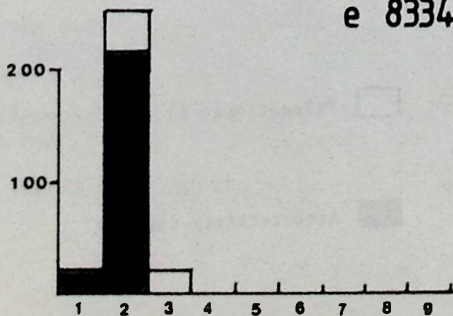
c 8700

d 13349



e 8334

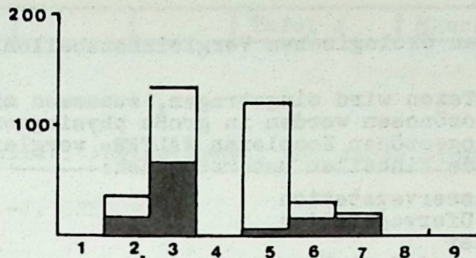
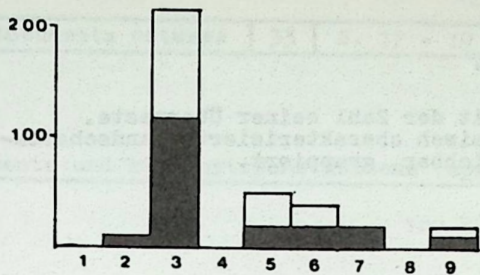
f 14429



a 14139

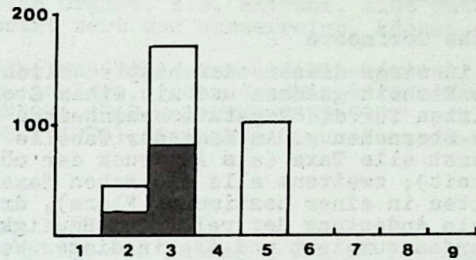
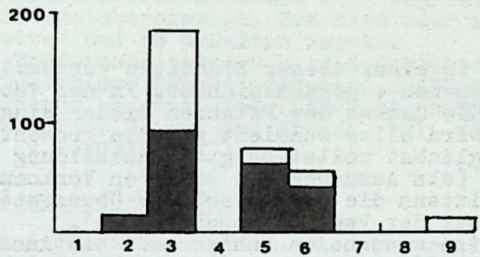
b 14140

5



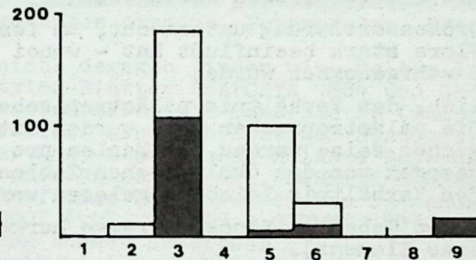
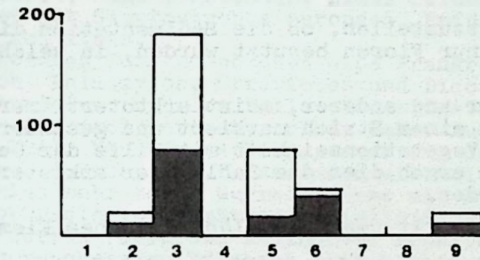
c 14142

d 14143



e 14145

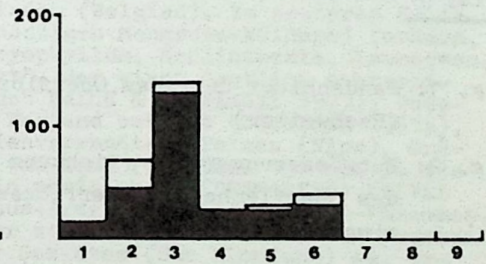
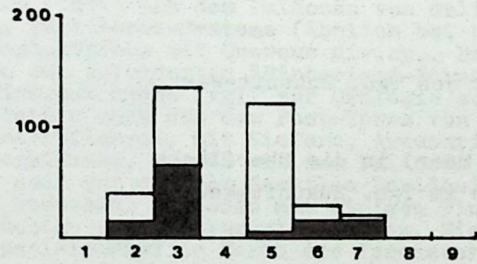
f 14146



a 14140

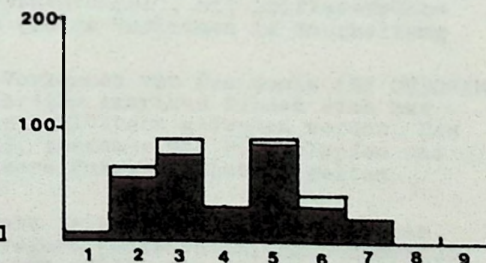
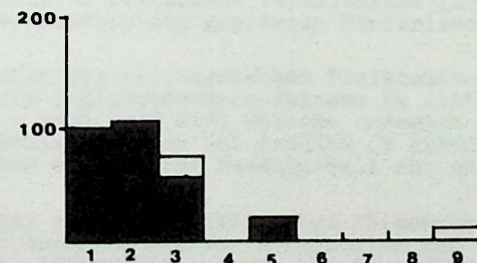
b 14141

6



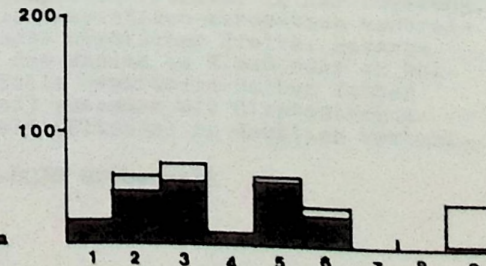
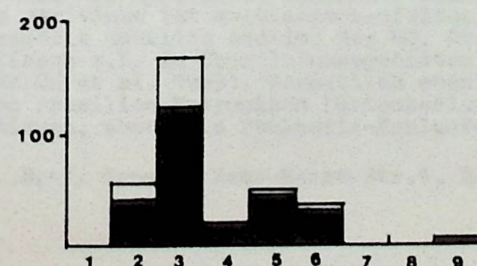
c 14428

d 14183



e 8700

f 8336



Anhang: Methodik zu den ökologischen Vergleichstabellen.

Jedes identifizierte Taxon wird eingetragen, zusammen mit der Zahl seiner Überreste. Die ursprünglichen Biozönosen werden in große physiognomisch charakterisierte Landschaftselemente, etwa den biogeozönen Komplexen WALTERs vergleichbar, gruppiert. Es lassen sich folgende Einheiten unterscheiden:

- 1 Offene Wasservegetation
- 2 Krautige Ufervegetation
- 3 Sumpfwälder
- 4 Waldsäume und Gestrüpp
- 5 Auwälder
- 6 Trockenwälder
- 7 Koniferenwälder
- 8 Heide
- 9 Oligotrophe Torfmoore

Jedes Taxon, das nur in einer dieser oder hauptsächlich in einer dieser Einheiten vorkommt, wird als typisch für diese Einheit gesehen und mit einem Sternchen * gekennzeichnet. In der Tabelle werden in den Abschnitten für die Vegetationseinheiten die Zahlen der Pflanzen wieder eingetragen, mit oder ohne Sternchen *. Am Ende der Tabelle wird alles summiert und die Prozentsätze berechnet - zuerst alle Taxa (als Ausdruck der möglichst vollständigsten Ausbildung einer Vegetationseinheit); zweitens alle typischen Taxa (als Ausdruck des sicheren Vorkommens der Vegetationseinheiten in einer bestimmten Flora), drittens die Gesamtzahl der Überreste der typischen Taxa (als Andeutung der relativen Häufigkeit der Vegetationseinheiten). Diese Prozentsätze werden summiert und die in dieser Weise gewonnenen Zahlen sind ein Ausdruck der relativen Wichtigkeit der respektiven Vegetationseinheiten. Man kann diese Zahlen nicht in Landflächen übersetzen; sie können nur benutzt werden, um die Floren untereinander zu vergleichen. Weiß man aber von bestimmten Floren die Ökologie, dann kann man vergleichenderweise etwas über die Ökologie anderer Floren aussagen.

Weiterhin wurde die Größensortierung untersucht, um festzustellen, ob die Sedimentation die Zusammensetzung der Flora stark beeinflusst hat - wobei nur Floren benutzt wurden, in welchen keine Resedimentation wahrgenommen wurde.

Es war weiterhin möglich, das Verhältnis paläotropischer und anderer, meist arktotertiärer Taxa festzustellen. Die paläotropischen Taxa wurden mit einem Strich markiert und gesondert aufgezählt und in gleicher Weise wurden die Zahlen pro Vegetationseinheit mit Hilfe der Gesamtzahlen berechnet. Abgezogen von den ökologischen Zahlen ergab dies die Zahlen der arktotertiären Taxa - so kann das Verhältnis leicht abgelesen werden.

Zuletzt wurden von diesen Tabellen Blockdiagramme hergestellt (weiß = paläotropisches Element, schwarz = arktotertiäres Element).

Tafel 1

Fig. 1: Sandschicht über dem Oberflöz des Tgb. Zukunft-West (Eschweiler)

Fig. 2: Entwässerungsrinne (Richtung Meer) in die Oberfläche des Oberflözes im Tgb. Zukunft-West eingetieft.

Rezente und känöphytische Rhizome (speziell Angiospermen) und deren Biotopverhältnisse

von H.-J. GREGOR[†]

1. Einleitung

In känöphytischen Ablagerungen findet man außer Früchten und Samen, Blättern, Blüten, Hölzern oder Mikrofossilien manchmal auch vegetative Organe, z.B. Rhizome, also unterirdische Sprosse, z.T. mit Speicherorganen. Sie sind zwar meist zart und wasserreich, können aber auch schnell eingebettet und so erhalten werden.

Solche Erdsprosse haben z.B. die Schachtelhalme (*Equisetum* und *Physagenia*), die aus den holozänen Torfen der Donauniederungen (GREGOR, in Vorb.) oder dem Miozän Polens sowie Baden-Württembergs bekannt sind (*LANCUCKA-SRODONIOWA* 1969 und *HEER* 1855-59). Auch Farne weisen Rhizome auf (z.B. aus der Kreide, vgl. *WEBER* 1976), darunter *Osmundites dowkeri* aus miozänen Kohlen (v.d.BURGH 1977).

2. Angiospermen-Rhizome

Bei den Angiospermen kennen wir eine ganze Reihe von Funden - wenige von den Dicotyledonen, viele von den Monocotyledonen. Von ersteren ist vor allem die Gruppe der Seerosengewächse häufig durch Rhizome vertreten. Große Rhizome wurden z.B. in den Braunkohlen-Quarziten von Schwandorf (GREGOR 1980), im Tertiär Frankreichs (*Nymphaea arethusa* BRGT.), und Griechenlands (vgl. Taf.1, Fig.1) gefunden. Diese Teichpflanzen sind in der Oberpfälzer Kohle vergesellschaftet mit *Glyptostrobos europaea*, *Epipremnites ornatus*, *Potamogeton*, *Decodon*, *Cladium*, *Myrica* und *Alnus*.

Im oligozänen Ton und eozänen Gips Frankreichs dagegen finden wir: *Celtis lapparenti*, *Taxodioxylon*, *Palmoxylon*, *Stratiotes* und *Dicotylen-Blätter* (SAPORTA 1884 und GRAMBAST 1962). Wir haben also in jedem Falle eindeutige Wasserfazies mit Sumpfbiotop (Sumpfwald und Buschmoor), aber auch Vertreter eines nahen Auewaldes (ähnlich heutigen Standorten in China und im SE der USA). Neue Funde liegen auch aus der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns vor (Gallenbach, Neuburg a.d.Donau), z.T. zusammen mit weiteren Rhizomen (vgl. SCHMIDT & GREGOR 1983). Zu letzteren sind sehr zarte Wurzelstränge mit haarfeinen Seitenwürzelchen zu nennen, welche wohl als Schwimmwurzeln von *Hemitrapa heissigii* GREGOR (vgl. GREGOR & SCHMID 1983, Taf.1, Fig.2, 3) gelten dürfen (aufgrund schlechter Erhaltung schwer beweisbar!).

Von den monokotylen Pflanzen sind bisher sehr viel mehr Rhizome bekannt geworden, so vor allem von den *Potamogetonaceen* (z.B. *Thalassocharis bosqueti* DEBEY ex MIQUEL, vgl. VOIGT & DOMKE 1955, VOIGT 1981) aus der holländischen Kreide (Maastricht von Limburg, z.T. nachgewiesen durch Bioimmuration durch Bryozoen) und *Posidonia perforata* SAP. & MARION sowie *Zostera nodosa* (BRGT.) SAP. & MARION (1877) aus dem Paläozän von Gelinden (Belgien). Im ersteren Falle lassen sich Litoral- bzw. Sublitoral-Systeme (ähnlich bei heutigen Mangrove-Wäldern) fordern, im zweiten liefert die Begleitflora mit *Quercus div.sp.*, *Dryophyllum*, *McClintockia*, *Lauraceen*, *Araliaceen* und *Celastreen* den geforderten "Hinterland-Forest", der einen deutlich subtropischen (paratropischen) Eindruck macht (vgl. zur Ökologie auch BALUK & RADWANSKI 1977). *Potamogeton*-Rhizome sind weiterhin auch aus dem Post-Ypres von England bekannt (CHANDLER 1961a), zusammen mit weiteren Wasserpflanzen, mit Kiefern, *Araucarien*verwandten, *Palmen* (*Nipa*), *Gräsern*, *Lauraceen* und *Euphorbiaceen*, ebenso aus dem Paläozän von Kent (CHANDLER 1961b). Zu diesem "warmen" Biotop paßt auch gut das der fossilen *Posidonia parisiensis* (DESMAREST) FRITEL (STOCKMANS 1936) aus dem Brüsseler Paläozän mit einigen *Pinus*-Arten, *Straelenipteris*-Rhizomen, *Burseraceen*- und *Nipa*-Früchten sowie *Palmoxylon*-Resten. Hier schließt sich das neue Vorkommen der genannten *Posidonia parisiensis*? im Eozän des Veroneser Gebietes (San Floriano) an, zusammen mit *Nipa* bzw. *Cocos* und *Krabben*. Auch im Pliozän (*Zanclian*, *Piacenzian*) der Fidentiner Region am *Stirone-Fluß* läßt sich *Posidonia* mit neuen Rhizom-Funden nachweisen (Taf.1, Fig.4), vergesellschaftet mit mariner Fauna und Landflora (*Picea*-Zapfen und *Theaceen*, vgl. GREGOR 1986). Stets handelt es sich um küstennahe Verhältnisse (Krabbenfunde!), mit Drifter-Früchten und einem subtropisch-paratropisch geprägten Hinterland (beide Vorkommen in Bearbeitung GREGOR).

Etwas isoliert stehen bisher die sizilianischen Pleistozän-Vorkommen von *Posidonia* (DI GERONIMO 1984). Ein Erstnachweis für *Thalassodendron*-Rhizome im Alttertiär Amerikas findet sich bei LUMBER, HARTOG u.a. 1984 - auch hier sind Rhizome zusammen mit Blättern gefunden worden. Das Massenvorkommen von *Posidonia*-Rhizomen bei *Raphina* (E Athen), zusammen mit *Pinus*-Zapfen und anderen Pflanzenresten kann als schönes Rezentmodell für unsere fossilen Biotope gelten (vgl. Taf.1, Fig.5).

Die *Cyperaceen* haben bisher die fast deutlichsten Rhizom-Reste (mit Bulben) geliefert. Sie fanden sich bisher nur in den griechischen Braunkohlen von *Vegara* (Makedonien, *Bolboschoenus vegoras* (VELITZ. & GREGOR) VELITZELOS, KRACH, GREGOR & GEISSERT 1983). Die Begleitflora in der miozänen Kohle besteht aus *Glyptostrobos europaea*, *Aldrovandia*, *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Brasenia*, *Decodon*, *Cladium* und *Spirematospermum*. Wir haben also wieder eine offene Wasserfläche mit vielen Wasserpflanzen vor uns, dabei Buschmoor und Sumpfwaldvertreter in der Umgebung. Die rezente *Bolboschoenus maritimus* ist australisch-afrikanisch-asiatisch-europäisch verbreitet, bleibt aber als Kosmopolit deutlich südlich des 60. Grades nördlicher Breite. Rezente Vergleichsmöglichkeiten liegen z.B. in Überflutungsgebieten des Rheins im Elsaß oder an holländischen Küsten (VELITZELOS et al. 1983). Vermutlich ebenfalls *Cyperaceen*-Bulben fanden sich in den Diatomiten von *Prosilion-Trigonikum* (Griechenland) zusammen mit *Glyptostrobos europaea* und *Kleinwirbeltieren*, ebenso im *Ptolemais-Kohlenfeld* (Pliozän) in deutlich verkohl-

[†] Adresse des Autors: Dr. H.-J. Gregor, Hans-Sachs-Str.4, D-8038 Gröbenzell

tem Zustand (Riedgrasbrand!). Vergesellschaftet sind in den Begleitschichten Wurzelspuren, Dicotylen-Blätter, Ceratophyllum, Trapa, Aldrovandia, Hartziella und Stratiotes sowie eine reiche Gastropodenfauna (vgl. Documenta naturae 25, 1985 und 29, 1986).

Auch in pleistozänen Kohlen von Megalopolis (Griechenland) zeigten sich einige Cyperaceen-ähnliche Knollenstränge (vgl. Taf. 1, Fig. 2 und Documenta naturae 25, 1985), aber auch langkettige "Cyperaceen"-Rhizome.

Reste der nächstverwandten Gattung Cyperus (z.B. *C. braunianus*, HEER 1855-59) werden aus der Molasse angegeben, zusammen mit einer reichen Auwaldflora. Wahrscheinlich gehören auch die neuen Reste aus der Oberen Süßwassermolasse von Gallenbach hierher (vgl. Taf. 1, Fig. 3). Von den Gramineen werden vor allem Arundo-Arten (*A. anomala* (BRGT.) HEER), aber auch z.B. *Phragmites oeningensis* A.BR. (Oligozän - Frankreich, GRAMBAST 1962; Miozän-Molasse, HEER 1855-59) genannt, die durch ihre großen, mit Ringstruktur versehenen Rhizome auffallen.

3. Ökologische Interpretationen

Die fossilen Funde lassen auch bei Fehlen weiterer Begleitfaunen einige Aussagen ökologischer Art zu (vgl. zu allen MAI 1985) und so lassen sich als Schlußbetrachtung folgende Aussagen treffen, basierend z.T. auf fossilen Vergesellschaftungen, z.T. auf rezenten:

Thermische Indikatoren bzw. Klimaanzeiger:

Nymphaeaceen brauchen u.a. kühle Wintertemperaturen bzw. ein ozeanisch-subozeanisches Klima, ebenso Hydrocaryaceen.

Nährstoffgehaltsanzeiger:

Bolboschoenus, Cyperus, Trapa und Nymphaea als Eutrophie-Anzeiger

Salinitätsanzeiger:

Posidonia (0,5 - 64 % Chlorid); Zostera etc.
fakultativ halophytisch sind Bolboschoenus maritimus, Phragmites communis

Wassertiefenanzeiger:

Nymphaea bis 3 m; Trapa bis 3,5 m; Phragmites bis 1,8 m; die meisten anderen vermögen amphibisch zu leben (mehr Landformen sind Arundo, Cyperus, Equisetum).

Pflanzen-Gesellschaften:

a) Süßwasser- und Moorvegetation

Wurzelnde Schwimmblatt-Gesellschaften (Seerosen- und Wassernuß-Gemeinschaften, Nymphaea, Trapa), Röhrichte und Großseggen-Sümpfe (Arundo, Phragmites, Cyperus, Equisetum, Bolboschoenus).

Begleitvegetation: Auwaldfloren (Celtis, Populus, Salix, Cinnamomum) und Buschmoor- und Sumpfwaldformen (Glyptostrobus, Decodon, Myrica, Alnus u.a.).

b) Salzwasser- und Meerstrandvegetation

Seegrass-Meergrundrasen mit Zosterites-Zostera, Posidonia, Thalassocharis (vgl. dazu vor allem HARTOG 1970), Brackwasser-Röhrichte mit Bolboschoenus.

Begleitvegetation: oft para-subtropische Hinterlandwälder mit Araucarien, Lauraceen u.a. und Driftern im älteren Tertiär (Palmen, Nipa - und Theaceen, Fagaceen im jüngeren).

4. Danksagung

Für Hilfe bei den Untersuchungen der Rhizome vor allem von Posidonien bedanke ich mich herzlich bei Prof. E. VOIGT (Hamburg), Prof. C. den HARTOG (Nijmegen, Niederlande), Prof. CH.-F. BOUDOURESQUE (Marseille, Frankreich) und bei meinem Freund und Kollegen V. KNÖRZER (Mainz) für gemeinsames Geländestudium und Hilfe bei ökologischen Studien, vor allem Bryozoenbewuchs bei Posidonia betreffend. Familie ORZI (Fidenza) war bei der Erforschung des Stirone-Flusses dankenswerterweise jederzeit zur Hilfe bereit; den Fundort San Floriano verdanke ich S. CAOBELLI vom Museo Storia Naturale in Verona.

5. Literatur

- BALUK, W. & RADWANSKI, A. (1977): Organic communities and facies development of the Korytnica basin (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). - Acta Geol. Polon., 27: 85-123, Krakow.
- BRASIER, M.D. (1975): An outline history of seagrass communities. - Palaeontology, 18, 4: 681-702, London.
- BURGH, v.d. J. (1977): Osmundites dowkeri CARRUTHERS aus der Braunkohle von Ponholz, Wackersdorf und Rauberweiher. - Cour.Forsch.Inst.Senckenberg, 24: 89-91, Frankfurt a.M.
- CHANDLER, M.E.J. (1961a): Post-Ypresian Plant Remains from the Isle of Wight and the Selsey Peninsula, Sussex. - Bull.brit.Mus. (Natur.-Hist.) Geol., 5, 2: 13-41, pls.4-11, London.
- CHANDLER, M.E.J. (1961b): The Lower Tertiary Floras of Southern England. 1. Paleocene Floras. London Clay Flora (Supplement 1960). - Brit.Mus.nat.Hist., xi+354 pp., 34 pls., London.
- Documenta naturae (1985): 25: 1-40, 9 Taf., München.
- Documenta naturae (1986): 29: 45 S., 18 Taf., 9 Abb., München.

- DI GERONIMO, J. (1984): Livelli a Posidonia nel Pleistocene inferiore della Sicilia. - Internat. Workshop Posidonia oceanica Beds, GIS Posidonia publ., 1: 15-21, 3 Fig., Marseille (ed. BOUDOURESQUE et al.)
- GRAMBAST, L. (1962): Flora de l'Oligocène supérieur du Bassin de Paris. - Ann. Paleont., 48: 3-80, 21 Fig., 10 Taf., Paris.
- GREGOR, H.-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. (1986): Preliminary results of the Plio-Pleistocene flora from Stirone river (Parma, Fidenza). - Internat. Meeting in memory of Giovanni Merla, Firenze, March 1986. - Proceed. (i. Dr.).
- GREGOR, H.-J. & SCHMID, W. (1983): Ein Massenvorkommen von Hemitrapa heissigii-Früchten (Trapaceae) in der Sondermüll-Deponie Gallenbach bei Dasing (Lkrs. Aichach-Friedberg). - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., 87, 3-4: 63-69, 3 Taf., Augsburg.
- HARTOG, C. den (1970): The Sea-grasses of the World. - Verh. Kon. Nederl. Akad. Wet., Afd. Naturk., Tw. Reeks, Deel 59, 1, 275 S., 31 Abb., Amsterdam.
- HEER, O. Flora Tertiaria Helvetiae.
Bd. I. - 117 S., 50 Taf., Winterthur 1855; Bd. II. - 100 S., 110 Taf., Winterthur 1856;
Bd. III. - 378 S., 156 Taf., Winterthur 1859.
- LANCUCKA-SRODONIOWA, M. (1969): Tubers of Equisetum maximum LAM. from the Miocene of Czernica near Rybnik (Upper Silesia). - Acta Palaeobot., X, 2: 11-19, 5 Taf., 1 Abb., Krakow.
- LUMBERT, S.H., HARTOG, C. den, PHILLIPS, R.C. & OLSEN, F.S. (1984): The occurrence of fossil seagrasses in the Avon Park Formation (Late Middle Eocene), Levy County, Florida (USA). - Aquatic Botany, 20: 121-129, 6 fig., Amsterdam.
- MAI, D.H. (1981): Entwicklung und klimatologische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. - Flora, 171: 525-582, 18 Abb., 7 Tab., 1 Beil., Berlin.
- SAPORTA, G. (1884): Les Organismes problematiques des anciennes Mer. - 100 S., 13 Taf., Paris.
- SAPORTA, G., de & MARION, A.-F. (1877): La Flore Heersienne de Gelinden. - Mem. cour. et Mem. de Sav. etc., 42, 112 S., 14 Taf., Paris.
- SCHMID, W. & GREGOR, H.-J. (1983): Gallenbach - eine neue mittelmiozäne Fundstelle in der westlichen Oberen Süßwassermolasse Bayerns. - Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben e.V., 87, 3/4: 51-63, 2 Abb., 3 Taf., Augsburg.
- STOCKMANS, F. (1936): Vegetaux Éocènes des environs de Bruxelles. - Verhand. koninkl. Naturhist. Mus. Belgie, 76, 56 S., 27 Fig., 3 Taf., Bruxelles.
- VELITZELOS, E., KRACH, J.E., GREGOR, H.-J. & GEISSERT, F. (1983): Bolboschoenus vegorae - Ein Vergleich fossiler und rezenter Rhizom-Knollen der Strandbinse. - Documenta naturae, 5, 31 S., 11 Abb., 7 Taf., München.
- VOIGT, E. (1981): Upper Cretaceous Bryozoan-Seagrass Association in the Maastrichtian of the Netherlands. - Recent and fossil Bryozoa, 281-298, 5 Fig., Fredesborg.
- VOIGT, E. & DOMKE, W. (1955): Thalassocharis bosqueti DEBEY ex MIQUEL, ein strukturell erhaltenes Seegrass aus der holländischen Kreide. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 24: 87-102, Taf. 4-9, 3 Abb., Hamburg.
- WEBER, R. (1976): Dorfiella auriculata f. gen. nov., sp. nov., un genero nuevo de helechos acuáticos del cretácico superior de México. - Bol. Asoc. Latinameric. Paleobot. Palin., 3: 1-13, 1 Fig., 3 Taf., Buenos Aires.

Tafel 2

- Fig. 1: Nymphaeaceen-Rhizom; Altpleistozän des Tgb. Choremi bei Megalopolis (Peloponnes, Griechenland)
- Fig. 2: Cyperaceen-Rhizom-Ketten; Altpleistozän des Tgb. Choremi bei Megalopolis (Peloponnes, Griechenland)
- Fig. 3: Cyperaceen-Rhizom (?); Obere Süßwasser-Molasse (Badenium) von Gallenbach bei Augsburg (Coll. SCHMIDT, Dasing)
- Fig. 4: Posidonia-Rhizom; unterpliozäne Zanclium-Mergel vom Stirone-Fluß bei Fidenza (Parma, Oberitalien)
- Fig. 5: Rezent es Posidonia-Rhizom als Strandgut von Raphina nahe Athen (Griechenland)
- Fig. 6: Eozänes Posidonia-Rhizom und Blattreste von San Floriano bei Verona (Oberitalien)

**Palynologischer Nachweis eines Mangrovenbiotops in
der Südatlas-Randzone (Marokko) und seine
paläoökologische Bedeutung**

Von B. Mohr*

Zusammenfassung

Bei der palynologischen Bearbeitung von alttertiären Kalk-Mergel-Abfolgen westlich Boumalne du Dadès (Südatlas-Randzone, Südmarokko) wurden typische Mangrovenanzeiger gefunden (*Nypa*, *Rhizophora*, *Brownlowia*). Diese, sowie die anderen nachgewiesenen Vegetationstypen (Salzmarsch, Hinterlandsvegetation), die eintönige Dinoflagellaten-Vergesellschaftung und die sedimentologischen Befunde, gestatten eine Rekonstruktion der dort an der Wende Unter-Mittel-Eozän herrschenden Umweltbedingungen. Die Sedimente der Südatlas - Randzone dürften danach in einem flachen Golf des Atlantik abgelagert worden sein, an dessen Südküste sich Mangrovensümpfe und Salzmarschen ausdehnten. Die relative Verarmung des Pollenspektrums an Zeugen einer nicht vom Salzwasser beeinflussten Hinterlandsvegetation, sowie erhöhte Gehalte an frühdiagenetischem Dolomit und Gips im Sediment deuten auf ein arides Klima. Phosphatvorkommen in Zentralmarokko machen eine Upwelling-Situation vor der Küste NW- Afrikas zur Untereozän-Zeit wahrscheinlich und lassen ebenfalls ein trockenes Klima vermuten.

Abstract

Palynological studies on Lower Tertiary limestone-marl sequences west of Boumalne du Dadès (South-Atlas-Border Zone, Southern Morocco) yielded pollen typical of mangrove vegetation (*Nypa*, *Rhizophora*, *Brownlowia*). These, as well as other documented vegetation types (salt marsh, hinterland vegetation), monotonous dinoflagellate-cyst-associations and sedimentological data allow a reconstruction of the paleoecological conditions at the Lower-Middle Eocene boundary.

The sediments of the South-Atlas-Border-Zone were presumably deposited in a shallow gulf of the Atlantic, along the southern coast of which grew salt marsh and mangrove vegetation. The relative paucity of pollen of the hinterland vegetation and the presence of early diagenetic dolomite and gypsum bearing deposits indicate arid climatic conditions. Phosphate deposits, indicative of upwelling along the northwestern African coast suggest the presence of strong offshore winds which should have contributed to such arid conditions.

Adresse des Autors :

* Dr. B. Mohr, ETH - Zürich, Geologisches Institut, Sonneggstr. 5,
CH 8092 Zürich

1. Einführung

Die hier vorgestellte Palynoflora stammt aus dem südlichen Randbereich des Hohen Atlas (Süd-Atlas-Randzone, Marokko, vgl. ZYLKA & JACOBSHAGEN 1986). Die heute verfalteten oberkretazischen bis alttertiären Kalk-Mergel-Abfolgen dieser Zone wurden in einer Geländekampagne im Frühjahr 1984 beprobt (11 Profile, vgl. HERBIG 1986). Lediglich in einer dieser Sektionen fand sich in einem ca. 130 m mächtigen Mergelpaket mit geringmächtigen kalkigen Einschaltungen (Siliciklastisch-karbonatische Wechselfolge, vgl. HERBIG 1986) westlich Boumalne du Dadès, nördlich des Dorfes Ifar (vgl. Abb.1) diese interessante Flora (vgl. MOHR & FECHNER 1986)

Neben der altersmässigen Einstufung gelang der Nachweis von bestimmten, heute noch innerhalb der Tropen lebenden Pflanzenvergesellschaftungen, deren ökologische Ausdeutung weitgehende paläoökologische Schlussfolgerungen zulässt. Voraussetzung dafür ist allerdings ein aktualistischer Ansatz, wonach sich die Ansprüche heute lebender tropischer Taxa gegenüber denen nahe verwandter Spezies in der erdgeschichtlichen Vergangenheit nicht geändert haben. Diese Tatsache wird von VAN STEENIS (1962, S. 312) in folgende Worte gefasst: "However, the world's flora is predominantly a conservative relict flora with a long history behind it, it was of very slow growth and disinclined to change tenaciously clinging to what was achieved." Und noch genauer (ibid. S. 290): "I conclude that there is no reason to assume significant changes during the geologic past in the thermo-ecology of the majority of the tropical genera concerned."

Aber nicht nur allein die Landpflanzen, sondern auch die Mikrophytoplankton-Vergesellschaftung gestattet eine Charakterisierung des ehemaligen Ablagerungsmilieus, vor allem hinsichtlich der Temperatur und Salinität. Dies gilt insbesondere dann, wenn verwandte Formen heute noch existieren. Dabei kann auf Untersuchungen der klimatisch-faziellen Verteilung bestimmter Dinozysten - Taxa in heutigen marinen Sedimenten zurückgegriffen werden (u.a. WALL et al. 1977 und HARLAND 1983). Ergänzend zu den palökologischen Deutungen aus palynologischer Sicht werden bei der Diskussion Daten röntgenographischer Mineraluntersuchungen herangezogen.

2. Material und Methoden

Die hellen Mergelsteine, aus denen die Palynoflora isoliert werden konnte, zeigen im Dünnschliff kaum tierische Fossilien, lediglich kleinwüchsige Foraminiferen und wenige Bryozoenreste. Zur Bestimmung der Mineralzusammensetzung wurden zusätzlich röntgenographische Untersuchungen durchgeführt, die dankenswerterweise Herr Dipl. Geol. W. ZILS (TU Berlin) übernahm (radiation CuK α , 40 KV, 30 mA, 1 $^{\circ}$ / min). Danach enthalten die Proben wenig Quarz, jedoch viel Calcit und Dolomit. Letzterer kann teilweise sogar den Calcit-Anteil übersteigen (Probe 946). Dolomitrhomboeder fallen bereits im Dünnschliff auf. Ferner wurden Gips, wenig Feldspat und die Tonminerale Illit, Sepiolit sowie wenig Montmorillonit nachgewiesen.

3. Palynologische Untersuchungen

3.1. Stratigraphische Ergebnisse

Die Mikroflora umfasst knapp 40 Pollentypen, sowie 16 Mikroplankton-Formen. Auf eine vollständige Auflistung der Palynomorphen kann hier verzichtet werden, da sich diese Zusammenstellung bereits bei MOHR & FECHNER (1986, S. 384 - 385) findet. Aus Tabelle 1 (vgl. unten), auf der die Reichweiten der für eine stratigraphische Aussage relevanten Taxa aufgetragen sind, geht das Alter der Flora hervor. Einige Formen reichen nicht in das Paläozän (*Cercidiphyllites* sp., *Cyperaceaepollis* sp., *Diporoconia iszkaszentgyoergyi*, *Milfordia minima*). Die Mitteleozän - Grenze

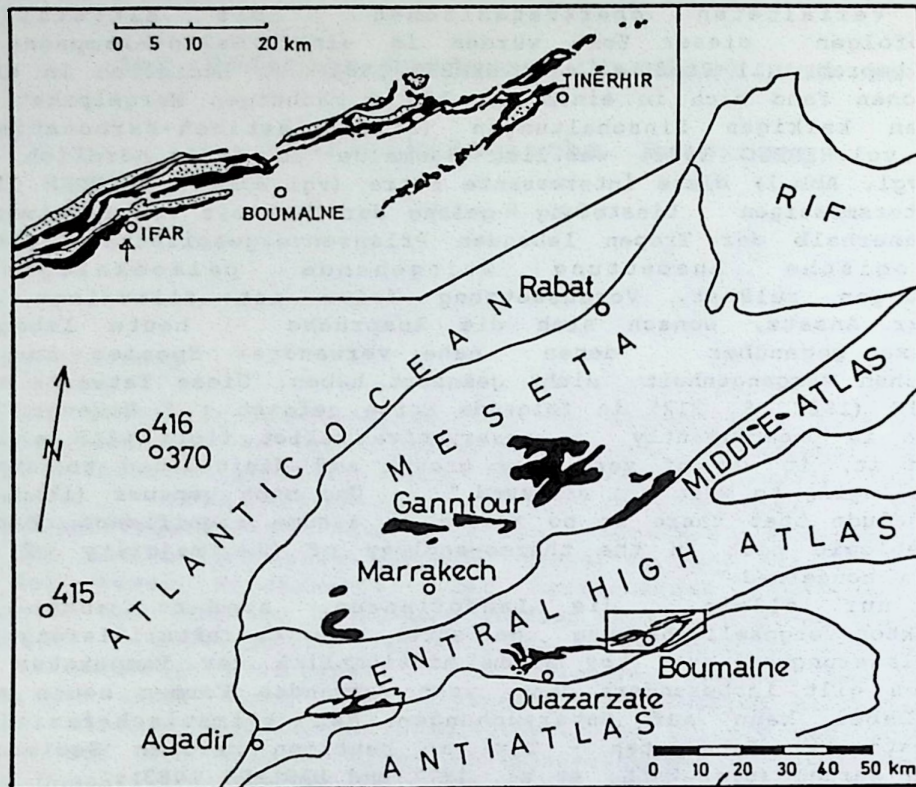


Abb. 1: Vereinfachte Struktur-Karte Marokkos mit der Verbreitung des marinen Maastricht - Mitteleozän (schwarz). Marines Maastricht fehlt im Becken von Ouazarzate. Oben: Verbreitung des Alttertiärs und Lage des bearbeiteten Profils am Südrand des zentralen Hohen Atlas; punktiert: kontinentales Obereozän. Bohrungen des DSDP: Site 370 (Leg. 41) und 415 u. 416 (Leg. 50).

überschreiten die Pollentypen *Beaupreadites* sp., *Labrapollis* sp., *Pentapollenites striatus*, *Tricolporopollenites belgicus* nicht. Einige Taxa kommen in Europa lediglich bis an die Wende Unter-Mitteleozän vor, wie *Pistillipollenites* sp., *Laeviporopollenites* sp., *Thomsonipollenites* sp.; allerdings könnten diese Gattungen in weiter südlich gelegenen Ablagerungsräumen auf Grund von Klimagürtel - Verschiebungen noch in das Mitteleozän gereicht haben. Unter den Dinoflagellaten-Zysten finden sich lediglich zwei Formen, *Fibrocysta lappacea* und *Areosphaeridium arcuatum*, die einen gewissen Leitwert besitzen (vgl. Tab. 1).

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass das Alter der Flora als oberes Unter- bis unteres Mitteleozän, mit grosser Wahrscheinlichkeit als oberes Ypresium einzuschätzen ist.

	Oberpaläozän	Untereozän	Mitteloazän	Obereozän
Beaupreadites sp.	←			
Labrapollis sp.	←			
Pentapollenites striatus				
Tricolporopollenites belgicus				
Pandaniidites cf. texus		---?---		
Pistillipollenites sp.	←		
Laeviporopollenites sp.				
Thomsonipollenites magnificus			
Intratropopoll. ceciliensis				
Diporoconia iszkaszentgyoergyi		·-?		
cf. Cercidiphyllites sp.				
Cyperaceaepollis sp.				→
Milfordia minima		-?-		→
Areosphaeridium arcuatum				
Fibrocysta lappacea			-----	

Tab. 1: Stratigraphische Verbreitung einiger Pollen - und Phytoplankton - Formen aus dem Eozän der Südatlas - Randzone

3.2. Biotop - Anzeiger

3.2.1. Pollen

Mit Hilfe der Pollenflora lassen sich drei unterschiedliche Vegetationsräume mit einer jeweils spezifischen Pflanzen-Vergesellschaftung ausgliedern : 1. ein Mangroven-Sumpf, 2. eine Salzmarsch und 3. ein nicht vom Salzwasser beeinflusstes Hinterland (Fig. 3).

Für den ersten Vegetationsraum sprechen neben den Funden von Pollenkörnern des Rhizophora-Typs (*Tricolporopollenites fsp. 3* ex MOHR et FECHNER 1986), der Nachweis von *Nypa* (*Spinizonocolpites echinatus*) und das Vorkommen von *Brownlowia* (*Intratropopollenites ceciliensis*). Im Gegensatz zu *Rhizophora*, einem der wichtigsten rezenten Mangrovenbildner und der in Randbereichen von Mangroven wachsenden stammlosen Palme *Nypa*, ist die Gattung *Brownlowia* (Tiliaceae) nicht nur in eigentlichen Mangroven, sondern auch in anderen tropischen Wäldern zu finden.

Ein Teil der Pollen-Vergesellschaftung kann dem Vegetationstyp der Salzmarsch zugeordnet werden. Zu nennen sind u.a. strandnah gedeihende Pflanzen wie *Pandanus* und *Ephedra*, sowie Vertreter der Familien Cyperaceae, Restionaceae, Cyrillaceae und Chenopodiaceae. Möglicherweise gehört zu diesem Vegetationstyp auch die bisher nur fossil bekannte Monokotyledone *Diporoconia* (vgl. FREDERIKSEN et al. 1986).

Relativ unterrepräsentiert sind Zeugen einer Hinterlandsvegetation (vgl. MOHR & FECHNER 1986, S. 388). Neben den dort ebenfalls zu erwartenden Cyperaceen, Chenopodiaceen und *Ephedra* wurden nur vereinzelt Pollenkörner von Bombacaceen, Myricaceen, Juglandaceen und Leguminosen nachgewiesen. Von letzterer Familie wurden auch Blattreste aus dem gleichen stratigraphischen Niveau, allerdings aus einem weiter westlich innerhalb der Südatlas - Randzone gelegenen Profil bestimmt.

Insgesamt überwiegen in der Sporomorphen -Assoziation Pollenkörner aus dem Mangroven - und dem Strandbereich. Dies ist für alttertiäre Florengemeinschaften ungewöhnlich, denn die Pflanzen der oben genannten Vegetationstypen sind meist keine starken Pollenproduzenten (z.B. *Nypa* und *Pandanus*, vgl. FREDERIKSEN 1985). Farnpflanzen sind überhaupt nicht nachgewiesen. Dies deutet auf ein Fehlen von feuchten beschatteten Wäldern im höher gelegenen Hinterland. Diese Tatsache in Verbindung mit der

Unterrepräsentation von Angiospermenpollen aus diesem Waldtyp lässt eine gewisse Vegetationsarmut bedingt durch Aridität vermuten.

3.2.2. Phytoplankton

Die ungewöhnliche Zusammensetzung der individuenreichen, jedoch artenarmen Phytoplankton - Vergesellschaftung, die zu 98 % aus der Dinocyste *Carpatella cornuta* GRIGOROVICH 1969 besteht (Probe 946), deutet bereits auf restriktive Umweltbedingungen. Für eine paläoökologische Interpretation des Massenvorkommens der bisher in der Literatur selten erwähnten Gattung *Carpatella* kann jedoch kaum auf gesicherte Daten zurückgegriffen werden. In der Erstbeschreibung der Gattung aus dem Dan-Paläozän der Ost-Karpathen fehlen leider Angaben zur mineralogischen Zusammensetzung, zur Fazies des Sediments, sowie zur begleitenden Mikroflora. Insbesondere der letzte Punkt lässt vermuten, dass das untersuchte Material grosse Mengen von *C. cornuta*, vielleicht sogar ausschliesslich Zysten dieses Typs enthielt. Diese "Blooms" einer Art konnten, wie oben bereits erwähnt, auch in unserem Material festgestellt werden (vgl. auch MOHR & FECHNER 1986, S. 386).

Nach Kenntnis der Variationsbreite von *Carpatella cornuta* (FECHNER & MOHR 1986, im Druck), können eine Reihe von in der Literatur unter anderen Namen abgebildeten Dinoflagellaten - Zysten dieser Gattung zugeordnet werden. Zu nennen sind hier einige der Zysten aus dem norddeutschen Dan, die von MORGENROTH (1968) als *Danea* beschrieben wurden. Gleiches gilt möglicherweise auch für einen Teil der Formen aus dem Miozän - Unterpliozän von Rumänien, die von BALTES (1971) als *Leptodinium*, *Gonyaulax* oder sonstige Formgenera genannt und abgebildet wurden (Taf. 2, Abb. 4-7). BALTES gibt (ibid. S. 9) zum Ablagerungsraum der von ihm bearbeiteten Flora ein "shallow marine - littoral basin" an.

Auch andere in dem marokkanischen Material nachgewiesene Dinoflagellaten-Zysten können zur Deutung des Faziesraumes herangezogen werden. Für Flachwasser - bzw. Intertidalablagerungen spricht das verstärkte Auftreten der Gattungen *Phelodinium* und *Lejeunecysta* (vgl. MOHR & FECHNER 1986, S. 387-388). Ferner lässt die Anwesenheit von *Leiosphaeridia* (zweithäufigster Phytoplanktont in dem hier vorliegenden Material) sowie von *Cymatiosphaera* und *Micrhystridium* ein tropisch-warmes Meer vermuten, das zumindest zeitweise leicht erhöhte Salzgehalte aufweisen konnte.

4. Paläoökologische Interpretation der Ergebnisse

Für die paläoökologische Interpretation der eozänen Ablagerungen am Südrand des Hohen Atlas kommt dem Nachweis eines Mangroven - Biotops mit seinen speziellen Standortanforderungen besondere Bedeutung zu. Mangroven wachsen auf intertidalen Siltablagerungen im Bereich von Flussmündungen und flachen Küsten bei Wassertemperaturen von 20 - 25 ° C und sind mit wenigen Ausnahmen auf die Tropen, ca. 30 ° nördlich und südlich des Äquators beschränkt. Eine besondere Situation besteht an den Westküsten von Westafrika und Südamerika, wo Mangroven nur bis ca. 4 ° bzw. 9 ° südlicher Breite reichen. Diese Eingrenzung des Areals kann mit den dortigen Upwelling- Erscheinungen korreliert werden und ist durch die extreme Trockenheit der Küstenregion sowie zu niedrige Wassertemperaturen zu erklären. Bedingt durch die Aridität fehlen in diesem Bereich grössere Flüsse, die die für das Gedeihen der Mangroven notwendige Sedimentfracht liefern.

Für die eozänen Ablagerungen von Marokko kann jedoch der Biotop der Flussmangrove und somit auch eine kontinuierliche Zufuhr grösserer Mengen Süsswassers, sowohl auf Grund der Paläofauna (HERBIG 1986, S. 366) als auch palynologischer Daten (MOHR & FECHNER 1986, S. 388) ausgeschlossen werden. Auch die von uns durchgeführten sedimentologischen

Untersuchungen (vgl. Kap. 2) ergeben gleichlautende Resultate. Danach wurden relativ geringe Mengen terrestrischen Materials, wie Quarz, Feldspäte und Tonminerale gefunden. Das Sediment besteht im wesentlichen aus im flachen warmen Meer gebildeten Calcit und Dolomit. So ergibt sich das Bild einer Mangrove an einer Küste ohne oder mit nur periodischer Wasserführung der Flüsse. Die Küste selbst dürfte deutlich gegliedert gewesen sein, so dass sich trotz der von HERBIG (1986) bei seiner Faziesinterpretation ermittelten hohen Wasserenergie, die zur Bildung der Kalksandbarren notwendig war, eine Siltsedimentation einstellen konnte. In Stillwasserbereichen, im Schutze von Buchten, hinter Inseln und Halbinseln kann man sich günstige Bedingungen für die Bildung dieser Mangroven vorstellen.

Ein für die paläoklimatologische Interpretation wichtiger Punkt ist die Tatsache, dass HERBIG (1986, S. 366) in dem eozänen epikontinentalen Flachmeer keine von West nach Ost verlaufende faunistische Differenzierung feststellen konnte. Dies spricht für eine gleichbleibende Salinität innerhalb des Beckens. Somit können ganzjährig feuchttropische Bedingungen mit hoher Zulieferung von Süßwasser ausgeschlossen werden (vgl. oben). Heute findet man zwar Mangroven bevorzugt an den Küsten der feuchten Tropen, jedoch ist eine hohe Niederschlagsmenge für deren Gedeihen nicht unbedingt notwendig, wie Mangrovengürtel an den von extrem aridem Hinterland umgebenen Küsten des Roten Meeres beweisen.

Auf Grund von Tonmineralanalysen aus Bohrungen ca. 200 km westlich der marokkanischen Küste (vgl. Abb. 1, Bohrpunkte 370, 415 und 416, Legs. 41 und 50, DSDP), die Sepiolit, Smectit, Illit und wenig Zeolith enthalten, kommen CHAMLEY et al. (1980) bei ihrer paläoklimatologischen Interpretation des Eozäns zu dem Schluss, dass ein warmes und wechselfeuchtes Klima geherrscht haben sollte.

Obwohl auch in dem von uns bearbeiteten Material das für ein solches Klima als signifikant erachtete Tonmineral Sepiolit vorkommt, spricht die Abwesenheit besonders von Kaolinit und Smectit gegen eine intensive tiefgründige Verwitterung, wie sie in einem feuchttropischen Klima zu erwarten wäre.

5. Vergleich mit weiteren alttertiären Palynofloren Nordwestafrikas

Das aus der Lagerstätte von Ganntour (vgl. Abb. 1) beschriebene Phytoplankton (PREVOT et al. 1979) entspricht in seiner Zusammensetzung einem offen-marinen und/oder temperiertem Ablagerungsmilieu. Die von dort stammende Pollenflora des Ypresium (OLLIVIER-PIERRE 1982) zeigt einige Gemeinsamkeiten mit der Flora von Ifar, wie z.B. das weitgehende Fehlen von Farnsporen, von Bisaccaten Formen und von Vertretern der Normapolles - Gruppe, sowie ein gemeinsames Auftreten von Pentapollenites - und Bombacacidites - Arten, tricolporaten striaten Formen und Tricolporopollenites belgicus. Allerdings sind die Juglandaceen und Fagaceen im höheren Ypresium von Ganntour gegenüber der Flora der Südatlas-Randzone reichlicher vertreten. Es fehlen dagegen die Anzeiger einer Mangroven - und Salzmarsch - Vegetation. Obwohl die genannten Pollenfloren Nordafrikas einzelne Elemente der eozänen mittel - und südeuropäischen Vegetationsgemeinschaften aufweisen (CARATINI 1975, GRUAS-CAVAGNETTO 1978, HASELDONCKX 1973, PITTAU 1977), muss mit einer grundsätzlich anderen Pflanzenvergesellschaftung gerechnet werden. Auch zu den alttertiären volltropischen afrikanischen Pflanzengemeinschaften (JAN DU CHENE et al 1978) bestehen keine Beziehungen.

Interessant für die ökologische Ausdeutung der Mikroflora von Ifar ist ein im Ypresium von Ganntour beobachteter Zusammenhang zwischen Dolomitsedimentation und wenig diversen Dinoflagellatenzysten-Spektren, die jeweils hohe Individuenzahlen einer Art aufweisen (PREVOT et al. 1979). Dies entspricht der bei Probe 946 gemachten Beobachtung des Massenauftretens von *Carpateella*. Diese Probe enthält neben hohen Anteilen von Dolomit auch Gips

(vgl. Kap. 2). In allen diesen dolomitreichen Gesteinen zeigen die Palynomorphen eine auffällig geringe Eigenfärbung.

Weitere palynologische Untersuchungen stammen aus den untereozänen Phosphat-Lagerstätten Tunesiens (FAUCONNIER & SLANSKY 1980), in denen die Frage eines möglichen ursächlichen Zusammenhanges zwischen Phosphatbildung und Phytoplanktonproduktion geklärt werden sollte. Für uns ist hier lediglich die Feststellung der Autoren von Bedeutung, dass sie innerhalb der von ihnen bearbeiteten Sektionen auf Grund der Sporomorphenführung eine zunehmende Aridität glauben beobachten zu können.

Das gehäufte Vorkommen dieser oberkretazischen bis untereozänen Phosphatlagerstätten in Nordwestafrika kann wahrscheinlich ebenfalls als paläoklimatologischer Indikator gewertet werden. Nach ARTHUR & JENKINS (1981) sind für die Bildung grosser Phosphatlagerstätten u. a. hohe Meeresspiegel-Stände und damit verbunden eine Erweiterung von Schelf-Gebieten und Epikontinentalmeeren eine wichtige Voraussetzung. Ein weiterer Faktor ist das Klima. Hohe Niederschläge und relativ hohe Temperaturen begünstigen die Verwitterungsrate auf dem Festland und führen (durch Flusstransport) Phosphor verstärkt in das Meer. Betrachtet man das Klima des Untereozäns global, ist für den grössten Teil der Erde das oben postulierte Klima anzunehmen (FRAKES 1979, S. 213). Jedoch ist dennoch mit ariden Zonen zu rechnen. DILCHER (1973) und WOLFE (1978) wiesen z.B. für die südöstlichen Staaten Nordamerikas auf Grund ihrer (Makro) Floren-Analysen eine Austrocknungstendenz vom höchsten Paleozän bis zum Ende des Mitteleozäns nach.

Zieht man die Existenz von ariden Gebieten während des unteren Teils des Eozäns in Betracht, sind bei deren Rekonstruktion die Hauptströmungsrichtungen der Ozeane zu berücksichtigen. Nach einer Uebersichtsdarstellung von HAQ (1981) verhielten sich die Strömungen im nordafrikanischen Bereich ähnlich den heutigen (vgl. SEIBOLD & BERGER 1982). Danach gelangen kalte Tiefenwässer von Norden vor die afrikanische Küste und bewirken dort eine typische Upwelling-Situation. Heute sind alle Upwelling-Gebiete an den Westküsten Nord- und Südafrikas und Nord- und Südamerikas durch ausgesprochen aride Klimate gekennzeichnet. Im Alttertiär können wir vor der Küste Marokkos vielleicht noch mit einem klimatischen Einfluss aus dem Mediterrangebiet auf Grund einer Ueberlagerung der südwärts gerichteten atlantischen Strömungen mit den westwärts gerichteten, aus dem Tethysraum fliessenden Wässern, rechnen. Dies mag zu jahreszeitlichen Schwankungen geführt haben, geringe Niederschläge sind dennoch sehr wahrscheinlich.

6. Schlussbetrachtungen

Für den Unter-Mittel-Eozän Grenzbereich der Südatlas-Randzone entsteht ein Bild eines flachen tropischen Randmeeres, an dessen Südküste sich im Schutze von Buchten und Halbinseln Mangroven und Salzmarschen ausbreiteten. Hinter diesem Küstenstreifen lagen vermutlich relativ vegetationsarme Landstriche (vgl. Abb. 2).

In diesem Nebenmeer ist mit ausgeprägten Tiden zu rechnen, die einen mehrmaligen täglichen Wechsel der Salinität bewirkten (Bildung von frühdiagenetischem Dolomit, Gips). Anstatt des von CHAMLEY et al. (1980) auf Grund von Tonmineralanalysen an Bohrkernen (ca. 200 km vor der marokkanischen Küste) vermuteten warmen und wechselfeuchten Klimas, werden eher aride Klimaverhältnisse postuliert.

Diese These wird durch das Auftreten von Phosphatlagerstätten auf dem ehemaligen nordwestafrikanischen Schelf gestützt, die auf eine Upwelling-Situation in der Untereozän-Zeit hinweisen.

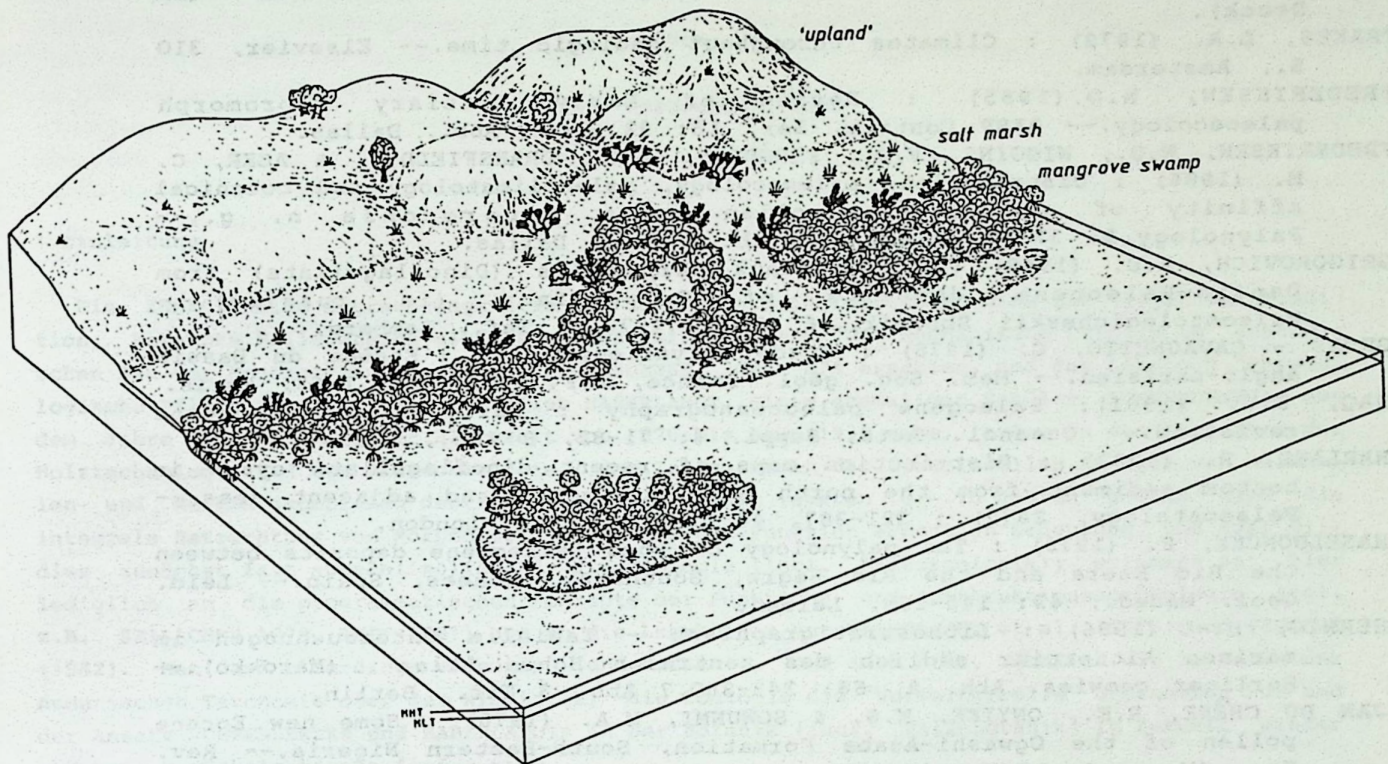


Abb. 2: Rekonstruktion des Mangrovenbiotops an der Südküste des sich vom Atlantik her erstreckenden Golfes zu Untereozän-Zeit (stark vereinfachte Skizze).

Literatur

- ARTHUR, M.A. & JENKINS, H.C. (1981) : Phosphorites and paleoceanography.--- *Oceanol. Acta, Suppl. 4* : 83-96, 6 Abb., 2 Tab., Paris.
- BALTES, N. (1971) : Pliocene dinoflagellata and acritarcha in Roumania.--- In: FARINACCI, A. (ed.): Proc. 2nd. Planktonic Conf., Rome 1970: 1-16, 5 Taf., Roma.
- CHAMLEY, H., d' ARGOUD, G. G. & ROBERT, C. (1980) : Clay mineralogy of Cretaceous and Cenozoic sediments off the Moroccan Margin, Deep Sea Drilling Project sites 415 and 416.--- Initial Reports of the DSDP , 50: 715-721, 1 Abb., Washington.
- CARATINI, C. (1975) : Palynologie de deux formations détritiques éocènes dans le Sud du Bordelais (Gironde); mise en évidence d' une végétation chaude et humide mais non typiquement tropicale.--- *Bull. Soc. Geol. France*, 17: 797-802, Paris.
- DILCHER, D.L. (1973) : Revision of the Eocene flora of southeastern North America.--- *Palaeobotanist*, 20: 7-18, 3 Abb., Lucknow.
- FAUCONNIER, D. & SLANSKY, M. (1980) : Relations entre le développement des Dinoflagellés et la sédimentation phosphatée du bassin de Gafsa (Tunisie).--- *Doc. B.R.G.M.*, 24: 185-204, 5 Abb., Orléans.

- FECHNER G. & MOHR, B. (1986) : Zur tertiären Dinoflagellaten-Gattung *Carpateella* GRIGOROVICH, 1969 (Gonyaulacystaceae).-- Paläont. Z. (im Druck).
- FRAKES, L.A. (1979) : *Climates throughout geologic time*.-- Elsevier, 310 S., Amsterdam.
- FREDERIKSEN, N.O. (1985) : Review of Early Tertiary sporomorph paleoecology.-- AASP Contrib. Ser. 15: 92 S., 4 Abb., Dallas.
- FREDERIKSEN, N.O., WIGGINS, V.D., FERGUSON, J.K., DRANSFIELD, J. & AGER, C. M. (1986) : Distribution, paleoecology, paleoclimatology and botanical affinity of the Eocene pollen genus *Diporoconia* n. g.-- *Palynology*, 9: 37-60, 3 Abb., 3 Tab. 5 Taf., Dallas.
- GRIGOROVICH, A.S. (1969) : A new genus *Carpateella* (Dinoflagellata) from Danian-Paleocene deposits of Carpathians (in russian).-- *Paleontologicheskii Sbornik*, 6 (2) : 74-76, 1 Taf., Lemberg.
- GRUAS - CAVAGNETTO, C. (1978) : Etude palynologique de l'Eocène du Bassin anglo-parisien.-- *Mem. Soc. géol. France, N.F.*, 56(131): 1-63, Paris.
- HAQ, B.U. (1981): Paleogene paleoceanography : Early Cenozoic oceans revisited.-- *Oceanol. Acta, Suppl.* 4: 71-82, 8 Abb., Paris.
- HARLAND, R. (1983) : Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediment from the north atlantic ocean and adjacent seas.-- *Palaeontology*, 26(2) : 321-387, 44 Abb., 5 Taf., London.
- HASELDONCKX, P. (1973) : The palynology of some Palaeogene deposits between the Rio Esera and the Rio Segre, Southern Pyrenees, Spain.-- *Leid. Geol. Meded.*, 49: 145-165, Leiden.
- HERBIG, H.-G. (1986) : Lithostratigraphisch - fazielle Untersuchungen im marinen Alttertiär südlich des zentralen Hohen Atlas (Marokko).-- *Berliner geowiss. Abh. A*, 66: 343-380, 7 Abb. 3 Taf., Berlin.
- JAN DU CHÈNE, R.E., ONYIKE, M.S. & SOWUNMI, M.A. (1978) : Some new Eocene pollen of the Ogwasbi-Asaba Formation, South-Eastern Nigeria.-- *Rev. Esp. Micropal.*, 10(2): 285-322, 1 Abb., 12 Taf., Madrid.
- MOHR, B. & FECHNER, G. (1986) : Eine eozäne Mikroflora (Sporomorphae und Dinoflagellaten - Zysten) aus der Südatlas - Randzone westlich Boumalne du Dadès (Marokko).-- *Berliner geowiss. Abh. A*, 66: 481 - 414, 1 Abb., 5 Taf., Berlin.
- MORGENROTH, P. (1968) : Zur Kenntnis der Dinoflagellaten und Hystrichosphaeridien des Dan.-- *Geol. Jb.*, 86 : 533-578 , 4 Abb., 8 Taf., Hannover.
- OLLIVIER- PIERRE, M. F. (1982) : La microflore du Paléocène et de l'Eocène des Ganntour (Maroc).-- *Sci. Geol. Bull.*, 35 : 117-127 pl.1 - 3, Strasbourg.
- PITTAU, P. (1977) : Palynological investigation of Lower Tertiary Sardinia coal layers.- *Boll. Soc. paleontol. ital.*, 16(1) : 3-14, Milano.
- PRÉVÔT, L., LUCAS, J. & DOUBINGER, J. (1979) : Une correspondance entre le contenu palynologique et la composition minéralogique et chimique d'une série phosphatée sédimentaire (Ganntour, Maroc).-- *Sci. Geol. Bull.*, 32 : 69 - 90, 6 Abb., 3 Taf., Strasbourg.
- SEIBOLD, E. & BERGER, W.H. (1982) : *The sea floor*.-- Springer Verlag, 288 S. Berlin, Heidelberg, New York.
- VAN STEENIS, C.G.G.J. (1962) : The land-bridge theory in botany.-- *Blumea*, 11 : 235-372, 24, Abb., Leiden.
- WALL, D., DALE, B., LOHMANN G. P. & SMITH, W.K. (1977) : The environment and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south atlantic oceans and adjacent seas.- *Marine Micropaleontology*, 2: 121-200, 32, Abb., 1 Taf., Amsterdam.
- WOLFE, J.A. (1978) : A paleobotanical interpretation of tertiary climates in the northern hemisphere.-- *Am. Sci.*, 66: 694-703, 7 Abb., New Haven.
- ZYLKA, R. & JACOBSHAGEN, V. (1986) : Zur strukturellen Entwicklung am Südrand des zentralen Hohen Atlas (Marokko).-- *Berliner geowiss. Abh. A*, 66 : 415-432, 11 Abb., Berlin.

Zur Autökologie der Psaroniaceae - eine funktionelle Betrachtung
ihrer Wuchsform

von

Volker Mosbrugger, Bonn

1 Einleitung

Die funktionelle Betrachtungsweise hat in der Botanik inzwischen eine gut 100jährige Tradition. Bekannte Meilensteine sind dabei das berühmte Werk "Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen" von Simon SCHWENDENER, das 1874 erschien, und das Lehrbuch "Physiologische Pflanzenanatomie" von Gottlieb HABERLANDT, einem ehemaligen Schüler SCHWENDENERS, aus dem Jahre 1884. Nach einer Blütezeit von 1870 bis etwa 1930 nahm, außer in den Bereichen der Holztechnologie und der Blütenbiologie, das Interesse an der funktionellen Analyse von Merkmalen und Merkmalskomplexen deutlich ab. Erst in den letzten 10 - 15 Jahren gewann dann die integrale Betrachtung von Morphologie, Anatomie und Funktion erneut an Bedeutung, und zwar gilt dies zunächst fast ausschließlich für die Zoologie (incl. Paläozoologie); erinnert sei hier lediglich an die programmatischen Konzepte der Funktions- und Konstruktionsmorphologie (vgl. z.B. SEILACHER 1970, REIF 1981) und an die Lehrbücher von WAINWRIGHT et al. (1976) und VINCENT (1982). Man darf allerdings vermuten - und hoffen -, daß auch hier, ähnlich wie im Falle der numerischen Taxonomie oder der Kladistik, die Zoologie die "Vorreiterrolle" übernommen hat und der Ansatz SCHWENDENERS und HABERLANDTS in der Botanik (incl. Paläobotanik) in Zukunft wieder stärkere Berücksichtigung finden wird.

Im folgenden soll an dem Problem der Autökologie der paläozoischen Psaroniaceae beispielhaft deutlich gemacht werden, daß nicht nur die funktionelle Analyse von Einzelmerkmalen, sondern auch der gesamten Wuchsform von Pflanzen ein sinnvoller und hilfreicher Ansatz paläobotanischer Forschung sein kann.

2 Problemstellung

Die Psaroniaceae sind eine ausschließlich fossil bekannte Familie der eusprogangiaten Farnordnung der Marattiales und gehören im amerosinischen Florenreich zu den wichtigsten und teilweise auch aspektbildenden Pflanzengruppen des Oberkarbons und Unterperms. Ihre Morphologie, Anatomie, Taxonomie und Systematik ist vergleichsweise gut bekannt und in neuerer Zeit vor allem durch MORGAN (1959), STIDD (1971, 1974), BARTHEL (1976, 1980), MILLAY (1977, 1979, 1982 a,b,c), MOSBRUGGER (1986) und MOSBRUGGER & VOGELLEHNER (im Druck) untersucht worden. Sie besitzen ferner eine recht einfache, nicht zu komplex strukturierte Gestalt und eignen sich daher besonders gut für eine Analyse der funktionellen Zusammenhänge zwischen Morphologie, Anatomie, Wuchsform und Ökologie. Die für die weiteren Überlegungen wichtigen Merkmale und Besonderheiten dieser Fossilgruppe seien nachfolgend kurz zusammengefaßt.

Die Psaroniaceae besitzen große, überwiegend zur Sammelgattung Pecopteris gehörende Wedelblätter und tragen auf der Fiederchenunterseite charakteristische Fruktifikationen (Gattungen Scolecopteris, Cyathocarpus, etc.), deren synangialer Bau die nahe Verwandtschaft zu den rezenten Marattiaceae (sensu COPELAND 1947) belegt. Von diesen unterscheiden sich die Psaroniaceae insbesondere durch die großen, 10 bis 15 m hohen, unverzweigten Stämme (Bautyp Psaronius, Tietea etc.), die einen mächtigen Adventivwurzelmantel ausbilden. Sie zeigen damit eine ähnliche Wuchsform wie die heutigen Baumfarne (im wesentlichen Cyatheaceae und Dicksoniaceae), bei denen ebenfalls ein unverzweigter Stamm einen apikalen Schopf aus Wedelblättern trägt.

Die klimatischen und standörtlichen Anforderungen der Psaroniaceae sind bisher nicht detailliert untersucht worden. Meist dienen aber, aufgrund der offenkundigen Übereinstimmung in

der Gestalt, die rezenten Baumfarne auch unmittelbar als ökologisches Modell für die paläozoischen Psaroniaceae. So wurde die Tatsache, daß die Hauptverbreitung der Cyatheaceae und Dicksoniaceae heute in den tropischen Gebirgen und in den kühl-feuchten Subtropen liegt, von R. POTONIE direkt auf die Psaroniaceae übertragen und war ein wichtiges Argument, mit dem er für die Subtropen-Natur der Karbonwälder eintrat (cf. POTONIE 1953). Diese reine Analogiebetrachtung ist aber zunächst nicht ohne weiteres gerechtfertigt, da ja keine nähere systematische Verwandtschaft zwischen den leptosporangiaten Cyatheaceae und Dicksoniaceae und den eusporangiaten Psaroniaceae besteht. Tatsächlich kann die Autökologie der rezenten Baumfarne und der Psaroniaceae daher nur dann verglichen werden, wenn die Wuchsform "Baumfarn" eine Anpassungsstrategie an bestimmte ökologische Gegebenheiten und Standorte darstellt. Inwiefern dies tatsächlich zutrifft, sei nachfolgend anhand einer rein theoretischen Analyse der Wuchsform "Baumfarn" kritisch überprüft. Dabei sollen hier nur einige wesentliche Punkte erörtert werden, die detaillierte Darstellung und Diskussion der Ergebnisse und Problemzusammenhänge sei einer späteren Arbeit vorbehalten.

3 Funktionelle Analyse der Wuchsform "Baumfarn"

"constraints" der Baumfarne:

Betrachtet seien zunächst die phylogenetischen und bautechnischen "constraints", gewissermaßen die "Sachzwänge" und "Randbedingungen", denen baumförmige Farne unterworfen sind. Wie (fast) alle Filicatae besitzen auch rezente und fossile Baumfarne kein sekundäres Dickenwachstum, sondern eine Dictyostele aus zahlreichen einzelnen, untereinander vernetzten Leitbündeln. Die Dictyostele bedingt ein vergleichsweise schlechtes Wasserleitsystem und hat zudem zur Folge, daß die Baumform nur mit einem unverzweigten Stamm erreicht werden kann. Denn wie an anderer Stelle gezeigt (MOSBRUGGER, in Vorbereitung), erlauben nur massive oder hohlzylindrische holzartige Stämme die Entwicklung reichverzweigter Kronen; aus einzelnen Stütz- oder Leitelementen bestehende Stämme sind dagegen an Verzweigungspunkten mechanisch recht instabil und daher unverzweigt oder allenfalls spärlich und mehr oder weniger dichotom gegabelt. Entsprechend entwickeln außer den Baumfarnen, bei denen nur sehr selten dichotom verzweigte Formen auftreten, auch die Palmen und andere baumförmige Monokotylen in der Regel keine Seitenäste. Unverzweigte Stämme erfordern andererseits notwendigerweise große Blätter, da die Blattgröße im allgemeinen umgekehrt proportional zur Stammverzweigung wächst (CORNERSche Regel; cf. HALLE et al. 1978). Die Wuchsform baumförmiger Farne - unverzweigter Stamm mit Schopf aus großen Wedelblättern - ergibt sich damit fast zwangsläufig aus einigen wenigen phylogenetischen und bautechnischen "constraints".

Interessanterweise tritt die Schopfbaumwuchsform, die ja auch von anderen Pflanzengruppen erreicht wird, heute im wesentlichen nur im Bereich zwischen den Tropen und den warm-gemäßigten Breiten auf. Neben anderen Faktoren (vgl. MOSBRUGGER, in Vorbereitung) muß dafür die Tatsache verantwortlich gemacht werden, daß Schopfbäume eben in der Regel nur einen Vegetationspunkt besitzen, der in Frostklimaten sehr gefährdet ist. Die Schopfbaumwuchsform erweist sich damit als eine an (weitgehend) frostfreie Klimate angepasste Lebensform.

"monolayer-" und "multilayer-Bäume":

Die weitere Analyse der ökologischen Anpassungsstrategie der Baumfarne basiert auf einer von HORN (1971) für Wälder der gemäßigten Breiten entwickelten Theorie. Nach HORNs Überlegungen können Bäume ihre Blätter grundsätzlich entweder als "monolayer" oder als "multilayer" anordnen. Bei der monolayer stehen die Blätter in einer Ebene, so daß möglichst alles einfallende Licht in dieser Fläche absorbiert wird. Bei der multilayer hingegen ordnen sich die Blätter in mehreren Ebenen an, und entsprechend wird in jeder Schicht nur ein Teil des einfallenden Lichtes absorbiert.

Für die Beurteilung der ökologischen Vor- und Nachteile von monolayer und multilayer ist die Projektionsfläche P , d.h., der von den Blättern beschattete Anteil der Grundfläche, ein entscheidender Parameter. Er kann bei bekannter Blattdichte ρ und für runde Blätter der Fläche πr^2 einfach berechnet werden. Für die monolayer ist zu erwarten, daß sich die Blätter so anordnen, daß keine Überlappungen auftreten, da dann die absorbierte Lichtmenge maximal wird. Die

Projektionsfläche $P(\text{mono})$ beträgt dann $\rho\pi r^2$. Bei der multilayer muß dagegen von einer zufälligen Blattanordnung ausgegangen werden, so daß immer wieder Lücken (aber auch Überlappungen) zwischen den einzelnen Blättern auftreten. Für diesen Fall kann die POISSON-Verteilung zugrunde gelegt werden, und man erhält die Projektionsfläche zu $P(\text{multi}) = 1 - e^{-\rho\pi r^2}$. Da aus mathematischen Gründen ferner gilt:

$$\rho\pi r^2 \geq 1 - e^{-\rho\pi r^2},$$

folgt unmittelbar, daß

$$P(\text{mono}) \geq P(\text{multi}).$$

Mit der Projektionsfläche korrelieren nun zahlreiche ökologische Faktoren. So ist die absorbierte Lichtmenge direkt proportional zur Projektionsfläche und entsprechend bei der monolayer größer als bei der multilayer (gleiche Gesamt-Blattfläche vorausgesetzt). Mit der Menge absorbierten Lichtes wiederum korrelieren unmittelbar die Schattenresistenz, die Hitzelast und die Transpiration, die ebenfalls bei der monolayer jeweils größer sind als bei der multilayer. Umgekehrt weist dann die monolayer-Strategie als Folge ihrer hohen Hitze- und Transpirationslast die geringere Trockenresistenz auf. Insgesamt ergeben sich damit folgende beiden Strategien: Die monolayer-Anordnung erweist sich als günstig bei nicht zu heißem, vor allem aber feuchtem Klima und eignet sich wegen ihrer Schattenresistenz insbesondere für Standorte im Unterwuchs; die multilayer erträgt dagegen ein wärmeres und trockeneres Klima und ist mit ihrer Lichtbedürftigkeit für Formen vorteilhaft, die den Kronenbereich erreichen.

Baumfarne als monolayer:

Mit Hilfe dieser Überlegungen lassen sich weitere Aussagen zur Autökologie der Baumfarne und der Psaroniaceae gewinnen. Offenkundig entspricht die Wuchsform "Baumfarn" mit den wenigen, aber sehr großen, nur apikal getragenen Blättern am ehesten dem monolayer-Konzept. Allein aufgrund der constraints (fehlendes sekundäres Dickenwachstum, Dictyostele) und der daraus resultierenden Schopfbaumwuchsform kann daher grob pauschaliert abgeleitet werden, daß Baumfarne weitgehend frostfreie, nicht zu heiße, aber feuchte Klimate bevorzugen werden. Darüber hinaus sollten Baumfarne vor allem im Unterwuchs größerer Bäume oder zumindest in schattigen Bereichen wachsen.

Die rein theoretisch und für alle Baumfarne abgeleiteten Aussagen decken sich nun weitgehend mit den tatsächlichen Befunden an rezenten Cyatheaceae und Dicksoniaceae. So haben die heutigen Baumfarne ihren Verbreitungsschwerpunkt, wie bereits erwähnt, in den kühleren und feuchteren Teilen der Subtropen und in den tropischen Gebirgen (Nebelwälder) und dringen in extrem ozeanisch geprägten Bereichen wie etwa Neuseeland selbst bis in die gemäßigten Breiten vor. Darüber hinaus gedeihen Baumfarne heute bevorzugt im Unterwuchs großer Bäume und erreichen den Kronenbereich vor allem an schattigen Standorten oder in den wolkenverhangenen und sehr feuchten Nebelwäldern (vgl. z.B. CHRIST 1910, TROLL 1970, GOLTE 1976, VARESCHI 1980).

Mit dieser halbquantitativen funktionellen Analyse ist also gezeigt, daß die fossilen baumförmigen Farne aus der Gruppe der Psaroniaceae unter den grundsätzlich gleichen Bedingungen gelebt haben müssen wie die rezenten Baumfarne (Cyatheaceae, Dicksoniaceae). Die Wuchsform "Baumfarn" ist damit als Lebensform, angepaßt an frostfreie, kühl-feuchte subtropische bis tropische Klimate, verstanden und erklärt. Eine auffällige Besonderheit der Baumfarne ist dabei, daß ihre Wuchsform offenbar weitgehend durch constraints festgelegt wird. Das bedeutet, daß Baumfarne nicht die Wuchsform an eine bestimmte Umwelt, sondern umgekehrt ihre Autökologie an die mehr oder weniger vorgegebene Wuchsform angepaßt haben.

4 Diskussion

Die Aussagen über die Autökologie der Psaroniaceae und der rezenten Baumfarne wurden hier nur anhand der Wuchsform abgeleitet, werden aber bei Einbeziehung der Stamm-Konstruktion baumförmiger Farne (vgl. MOSBRUGGER, in Vorbereitung) und ihrer Bodenansprüche (GOLTE 1976)

zusätzlich bestätigt. Dennoch muß betont werden, daß die Ergebnisse, wie alle ökologischen Aussagen, natürlich nur "cum grano salis" gelten. So gibt es selbstverständlich auch im Flachland der Volltropen Baumfarne, und besiedeln diese nicht nur die extrem feuchten und schattigen Standorte. Die oben durch theoretische Überlegungen gewonnenen Aussagen (wie auch die Beobachtungsdaten zur allgemeinen Autökologie der heutigen Baumfarne) haben somit nur den Charakter von Regeln, nicht von Gesetzen, und können entsprechend durch Sonderanpassungen einzelner Arten immer wieder durchbrochen werden.

Trotz dieser Einschränkungen hat die funktionelle Analyse der Gestalt aber gezeigt, daß die Cyatheaceae und Dicksoniaceae grundsätzlich als ökologisches Modell für die Psaroniaceae herangezogen werden können. Damit findet auch die eingangs erwähnte Schlußfolgerung R. POTONIES ihre nachträgliche Rechtfertigung. Darüber hinaus ergeben sich aus der Kenntnis der Autökologie der Psaroniaceae noch weitere Konsequenzen, auf die hier nur an einem Beispiel kurz eingegangen werden soll. So fanden PHILLIPS et al. (1974) und PFEFFERKORN & THOMSON (1982), daß im Laufe des Oberkarbons ein charakteristischer Florenwechsel stattfindet, der sich sowohl im Faziesbereich der eigentlichen coal swamps als auch im klastischen Ablagerungsbereich bemerkbar macht. In den coal swamps sind die Floren des Namur bis oberen Westfal D von Lycopsiden dominiert, während in jüngeren Floren die Farne das vorherrschende Element darstellen. Das gleiche Phänomen wird im klastischen Faziesbereich beobachtet. Zwar dominieren in den älteren Floren vor allem die Pteridospermen und Schachtelhalme, es findet aber ebenfalls ein Umschlag zu Farnbeherrschten Floren statt. Bemerkenswert ist dabei, daß die Zunahme der Farne offenbar ausschließlich die baumförmigen Psaroniaceae betrifft und daß dieser Umschlag im klastischen Bereich etwa eine halbe Stufe früher, nämlich bereits zu Beginn des oberen Westfal D, stattfindet.

Eine ausreichend abgesicherte Erklärung für den Florenwechsel steht noch aus; PHILLIPS et al. (1980) und PHILLIPS & PEPPERS (1981) vermuten aber einen Umschwung zu trockenerem Klima in der Mitte oder am Ende des Westfal D als Ursache. Wie aus den in Kap. 3 diskutierten autökologischen Anforderungen der Baumfarne hervorgeht, kann dagegen eine Veränderung zu etwas arideren Bedingungen kaum zur Zunahme der Psaroniaceae geführt haben. Vielmehr muß angenommen werden, daß das Klima eher kühler und stärker ozeanisch geprägt wurde, wobei für die Klimaänderung in Europa durchaus die asturischen Bewegungen an der Wende Westfal D/Stefan in Frage kommen könnten. Als Erklärungsszenario für den beobachteten Florenwechsel wäre also denkbar, daß aufgrund von Gebirgsbildungsvorgängen zunehmend Standorte und klimatische Bedingungen entstanden, die stärker denen der heutigen tropischen Nebelwälder geglichen haben.

5 Zusammenfassung

Mit Hilfe einer funktionellen Analyse der Wuchsform wird geprüft, inwiefern die ökologischen Anforderungen der rezenten Baumfarne als Modell für die Autökologie der Psaroniaceae dienen können. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten: 1. Die typische Wuchsform der Baumfarne ist weitgehend durch die "constraints", denen alle Farne unterworfen sind, bedingt. 2. Diese Wuchsform "Baumfarn" erweist sich bei einer theoretischen Analyse als eine Lebensform, die vor allem an weitgehend frostfreie, feuchte, schattige und nicht zu heiße Standorte angepaßt ist. Daraus ergibt sich 3., daß die paläozoischen baumförmigen Psaroniaceae unter grundsätzlich ähnlichen klimatischen und standörtlichen Bedingungen gelebt haben müssen, wie die heutigen Baumfarne. Die Kenntnis der Autökologie der Psaroniaceae gibt neue Erklärungsmöglichkeiten für die gegen Ende des Westfal und im Stefan beobachtete Zunahme der Psaroniaceae, die abschließend diskutiert werden.

6 Literatur

BARTHEL, M. (1976): Die Rotliegendflora Sachsens.-- Abh. staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, 24: 1-190, 48 Taf.; Dresden.

BARTHEL, M. (1980): Pecopteris-Arten E.F. von SCHLOTHEIMS aus Typuslokalitäten in der DDR.-- Schriftenr. geol. Wiss. Berlin, 16: 275-304, 8 Taf.; Berlin.

- CHRIST, H. (1910): Die Geographie der Farne.-- 358 S., 130 Abb., 3 Karten; Jena (G. Fischer).
- COPELAND, B.E. (1947): Genera filicum. In: F. VERDORN (Hrsg.): *Annales cryptogamici et phytopathologici* 5.-- 247 S., 10 Taf.; New York (Ronald Press).
- GOLTE, W. (1976): Zur Ökologie der Baumfarne.-- *Natur und Museum*, 106(6): 161-168, 7 Abb.; Frankfurt.
- HALLE, F., OLDEMAN, R.A.A. & TOMLINSON, P.B. (1978): Tropical trees and forests. An architectural analysis.-- 441 S., 111 Abb.; Berlin (Springer).
- HORN, H.S. (1971): The adaptive geometry of trees.-- 144 S.; Princeton, New Jersey (Princeton University Press).
- MILLAY, M.A. (1977): *Acaulanium* gen.n., a fertile marattialean from the Upper Pennsylvanian of Illinois.-- *Amer. J. Bot.*, 64(2): 223-229; Baltimore.
- MILLAY, M.A. (1979): Studies of Paleozoic marattialeans: A monograph of the American species of *Scoleopteris*.-- *Palaeontographica*, Abt. B, 169(1-3): 1-69, 19 Taf.; Stuttgart.
- MILLAY, M.A. (1982a): Studies of Paleozoic marattialeans: An evaluation of the genus *Cyathotrachus* (WATSON) MAMAY.-- *Palaeontographica*, Abt. B, 180(4-6): 65-81, 7 Taf.; Stuttgart.
- MILLAY, M.A. (1982b): Studies of Paleozoic marattialeans: An early Pennsylvanian species of the fertile fern *Scoleopteris*.-- *Amer. J. Bot.*, 69(5): 728-733; Baltimore.
- MILLAY, M.A. (1982c): Studies on Paleozoic marattialeans: The morphology and probable affinities of *Telangium pygmaeum* GRAHAM.-- *Amer. J. Bot.*, 69(10): 1566-1572; Baltimore.
- MORGAN, J. (1959): The morphology and anatomy of American species of the genus *Psaronius*.-- *Ill. Biol. Monogr.*, 27: 108 S., 82 Abb.; Urbana.
- MOSBRUGGER, V. (1986): Zur Klassifikation der Pecopteriden: Ein Vergleich traditioneller Gliederungen mit den Ergebnissen einer Clusteranalyse.-- *Palaeontographica*, Abt. B., 198(4-6): 75-99, 6 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- MOSBRUGGER, V. & VOGELLEHNER, V. (im Druck): Systematisch-taxonomische und phylogenetische Untersuchung der Pecopteriden-Taphoflora des Stefans an der Hohengeroldseck bei Lahr (Mittlerer Schwarzwald).-- *Palaeontographica*, Abt. B; Stuttgart.
- MOSBRUGGER, V. (in Vorbereitung): Arborescent land plants: A functional analysis of their trunk anatomy.
- PFEFFERKORN, H.W. & THOMSON, M.C. (1982): Changes in dominance patterns in upper Carboniferous plant-fossil assemblages.-- *Geology*, 10(12): 641-644; Boulder, Colorado.
- PHILLIPS, T.L. & PEPPERS, R.A. (1981): Stratigraphic trends in Pennsylvanian coal swamps and implications of climatic control on coal occurrence.-- *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 13: 528; Boulder, Colorado.
- PHILLIPS, T.L., PEPPERS, R.A., AVCIN, M.J. & LAUGHNAN, P.F. (1974): Fossil plants and coal: Patterns of change in Pennsylvanian coal swamps of the Illinois Basin.-- *Science*, 187(4144): 1367-1369; Washington.
- PHILLIPS, T.L., SHEPARD, J.L. & DEMARIS, P.J. (1980): Stratigraphic patterns of Pennsylvanian coal swamps in Midcontinent and Appalachian regions of the United States.-- *Geological*

Society of America, Abstracts with Programs, 12: 498-499; Boulder, Colorado.

- POTONIE, R. (1953): Zur Paläobiologie der Karbonischen Pflanzenwelt. Ökologische Zeugnisse der Karbonflora zur Kohlenbiogenie.-- Naturwissenschaften, 40: 119-128; Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- REIF, W.-E. (1981): Konzepte und Methoden der Funktionsmorphologie. In: W.-E. REIF (Hrsg.): Funktionsmorphologie.-- Paläontologische Kursbücher, 1: 11-24; München.
- SEILACHER, A. (1970): Arbeitskonzept zur Konstruktionsmorphologie.-- Lethaia, 3: 393-395; Oslo.
- STIDD, B.M. (1971): Morphology and anatomy of the frond of Psaronius.-- Palaeontographica, Abt. B, 134(4-6): 87-123, Taf. 16-32; Stuttgart.
- STIDD, B.M. (1974): Evolutionary trends in the Marattiales.-- Ann. Mo. Bot. Garden, 61: 388-407; Galesburg.
- TROLL, C. (1970): Das "Baumfarnklima" und die Verbreitung der Baumfarne auf der Erde.-- Tübinger Geogr. Arb., 34: 179-189; Tübingen.
- VARESCHI, V. (1980): Vegetationsökologie der Tropen.-- 293 S., 161 Abb., 8 Taf.; Stuttgart (Ulmer).
- VINCENT, J.F.V. (1982): Structural biomaterials.-- 206 S.; London, Basingstoke (McMillan Press).
- WAINWRIGHT, S.A., BIGGS, W.D., CURREY, J.D. & GOSLINE, J.M. (1976): Mechanical design in organisms.-- 423 S.; London (Arnold Press).

Adresse des Autors:

Dr. Volker Mosbrugger
 Paläobotanische Abteilung
 Institut für Paläontologie
 Nußallee 8
 53 Bonn

Holozäne Vegetation der zentralen Sahara

von E. SCHULZ

Untersuchungen von Seesedimenten aus der zentralen Sahara belegen einen entscheidenden Landschaftswandel dieses Raumes im Holozän (DURAND, LANG 1986, PETIT-MAIRE, RISER 1963). Die Frage aber, ob die klimatischen Änderungen ausreichend genug waren, einen Wechsel der Vegetation zur reellen Savanne zu ermöglichen, ist noch ungeklärt. Pollenanalytische Untersuchungen sind immer noch spärlich und selten in geschlossenen Sequenzen durchgeführt worden. Makroreste aus dem Holozän sind ebenfalls sehr rar.

Frühere Untersuchungen der holozänen Sedimente aus Taoudenni (N-Mali) (COUR, DUZER 1976) führten zur Postulierung eines durchgehend ariden Klimas in der südlichen und zentralen Sahara während des Holozäns. Eine erneute und ausgedehntere Probennahme in dieser Region (PETIT-MAIRE 1986) ermöglicht die Diskussion der Frage, ob sich die klaren Grenzen der südlichen Sahara (Fig. 1) während des Holozäns entscheidend verschoben hätten.

Ein Vergleich mit gleichaltrigen Sedimenten aus N-Niger (BAUMHAUER, SCHULZ 1984) und SW-Libyen (SCHULZ 1985) kann die Fragen aufnehmen, die durch die Rekonstruktion einer Savannenvegetation im heutigen Wüstenraum des N-Sudans für das Früh-Holozän entstanden (RITCHIE et al. 1985). Taoudenni und Seguedine sind von der topographischen Situation her vergleichbar, da es sich in beiden Fällen um Sebchas im Zentrum von Depressionen vor verkarsteten Sandsteinstufen handelt. Im Gegensatz zur Depression von Seguedine ist Taoudenni jedoch vegetationsfrei.

Geochemische und sedimentologische Untersuchungen der holozänen Sedimente in der Depression von Taoudenni deuten auf das Vorhandensein mehrerer kleiner Seen mit schwankendem Wasserstand (AUCUR et al. 1986). Die pollenanalytischen Befunde dieser Profile aus dem Zentrum der Depression lassen eine Dreiteilung der Vegetationsentwicklung im Holozän erkennen.

Früh- bis Mittelholozän (ca. 8000-6000 BP)

Die Pollenspektren sind von Gramineae und Cyperaceae dominiert, wobei unter den letzteren der *C. conglomeratus* Typ vorherrscht. Ein recht breites Spektrum an sahelischen und sudanischen Elementen ist sicherlich zum Großteil auf den Ferntransport zurückzuführen (COUR, DUZER 1976, SCHULZ 1986). Die Konstanz und Höhe der Werte von *Acacia*, *Fagonia*, *Cassia* und insbesondere *Grewia* und *Securinega* deutet jedoch auf eine Präsenz dieser Elemente in der unmittelbaren Umgebung hin. Der Vergleich der Gramineae/Cyperaceae-Werte mit denen des heutigen Pollenniederschlags in den Dünengebieten des Südrandes der Sahara (SCHULZ 1986) weist auf die Nähe der Übergangsregion Sahara-Sahel bzw. Wüste Savanne während dieser Zeit hin.

Der mittlere Teil der Sequenz (ca. 6000-4000 BP) zeigt höhere Werte der Gramineae bei Rückgang der Cyperaceae, ein Ansteigen von *Typha* und einen starken Rückgang der sahel. und sudan. Elemente. Die Vegetation war zu dieser Zeit ärmer und der Grenzbereich Wüste-Savanne war sicherlich nicht mehr in dieser Region zu suchen. *Acacia*, *Maerua*, *Salvadora* und *Grewia* blieben aber weiterhin präsent.

Der letzte Abschnitt des Holozäns (ca. 4000 B.P. -)

ist durch das Vorherrschen der *Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae* und der Vertreter der saharischen Vegetation auffällig. Hierzu gehören auch die *Compositae* oder *Capparidaceae*. Charakteristisch ist auch der Anstieg der Werte von *Cornulaca*. In dieser Zeit war der Übergang zur saharischen Wüstenvegetation vollzogen.

Die Bohrung Seguedine in Nord-Niger (BAUMHAUER, SCHULZ 1984) zeigt in ihrem unteren Teil (ca. 8000-6000 B.P.) eine Abfolge von Pollenspektren, die einer langsamen Verlandung eines Sees mit dem Herausrücken von Schilfgürteln entspricht. Die Werte der Cyperaceae und des *C. conglomeratus* Typs als Dünenvegetation deuten wiederum auf die Nähe des Übergangs zum Sahel. Die Vegetation der umliegenden Stufen dürfte wohl vergleichbar mit der heutigen der Plateaus im SE Niger gewesen sein und aus einer lockeren *Maerua*-Savanne auf der Stufenfläche bestanden haben (SCHULZ 1986).

Zusätzliche Informationen kommen durch erste Auswertungen der Holzkohlenfunde aus der zentralen Tenere (NEUMANN, SCHULZ 1986).

Datierte Holzkohlen (7010 ± 180 B.P.) wurden in ausreichender Menge als *Terminalia*, *Euphorbia*, *Crataeva* und div. *Sterculiaceae* bestimmt. Dies sind Elemente, die in der Kombination heute erst in der nördlichsten Savanne des Sudan vorkommen.

Aus den Pollenbefunden der gleichaltrigen Sedimente von Taoudenni und Seguedine und des Dj. *Acacus* geht in Kombination mit den bestimmten Holzkohlen aus der Tenere sowie im Vergleich mit dem heutigen Pollenniederschlag der Dünenregion der Sahara hervor, daß im frühen und mittleren Holozän eine Ausdehnung der Savannenvegetation bis weit in die heutigen Wüstenregionen vorstatten ging. Die Grenze der Wüste zu der nördlichsten Savanne dürfte in den Regionen von Taoudenni und Seguedine gelegen haben (22° bzw. 19° N).

Die Elemente des Ferntransportes im Pollenniederschlag belegen weiterhin, daß diese Region in klimatischer Hinsicht von Süden her beeinflußt war.

Die Umstellung zur saharischen Wüstenvegetation wird sich zu Ende des Holozäns vollzogen haben.

Zusammenfassung

Pollenanalytische Untersuchungen früh- und mittelholozäner Sedimente aus N-Mali, N-Niger belegen eine Nord-Verschiebung der Savannengrenze zwischen 8000-6000 B.P. um ca. 400 km im Vergleich mit der heutigen Vegetation. Die Gebirgsbereiche dürften dabei in unterschiedlicher Weise Savannenformationen bis weit nach Norden getragen haben.

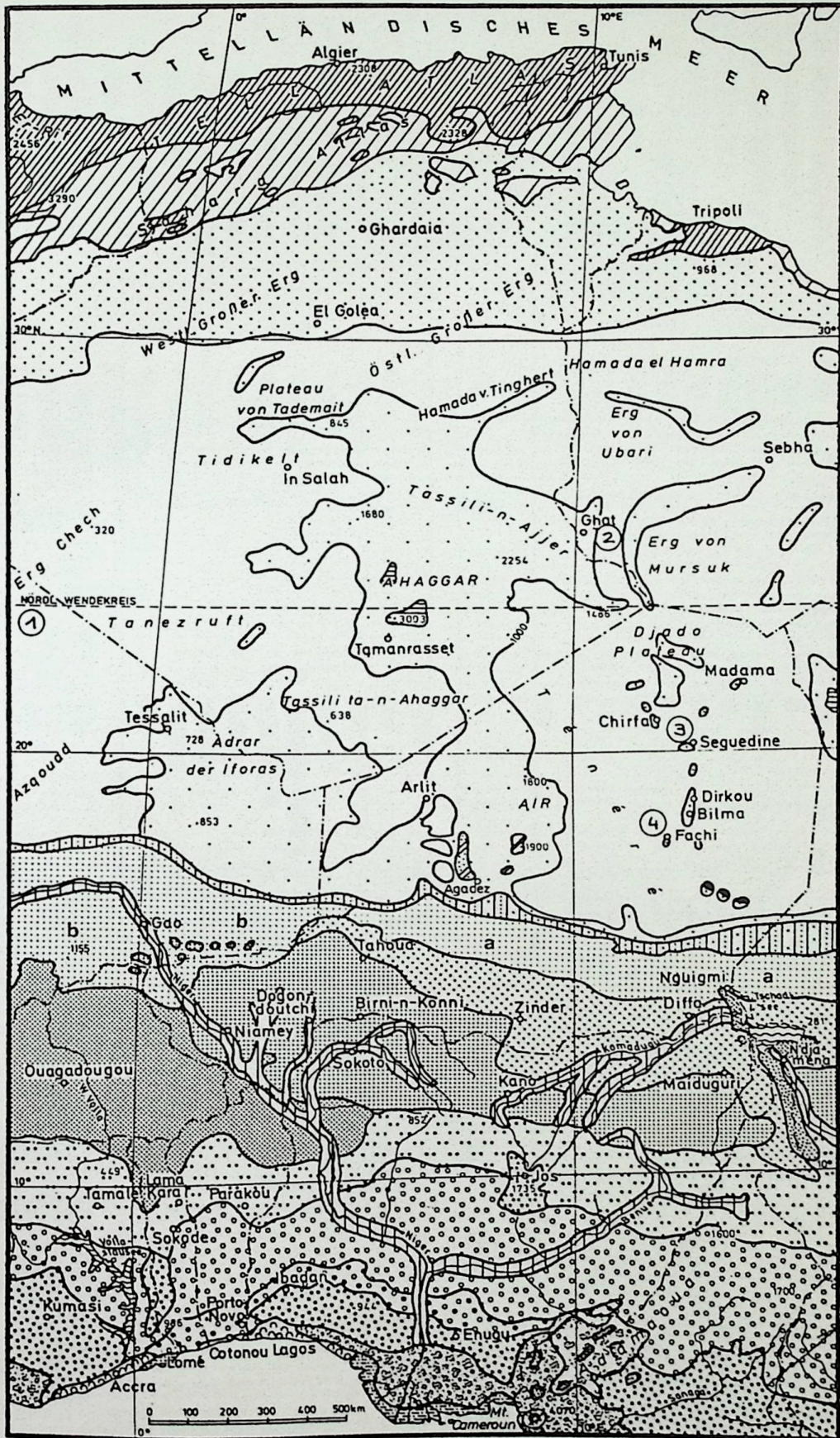
Holzkohlen-Funde belegen eine Ausstrahlung der sudan. Vegetation nach Norden.

Fig. 1 - Schematische Karte der Vegetationseinheiten des zentralen Teils von Nord- und Westafrika

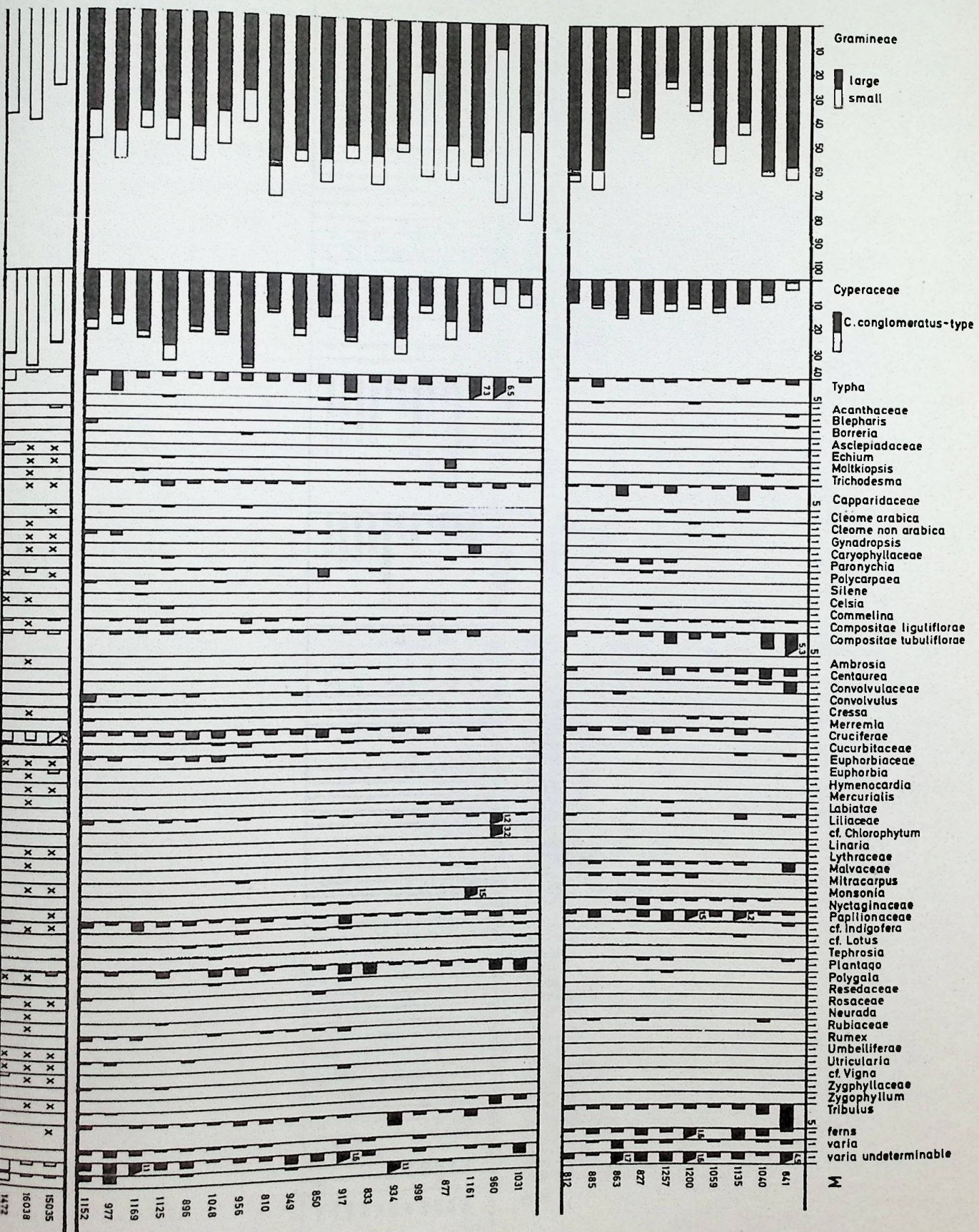
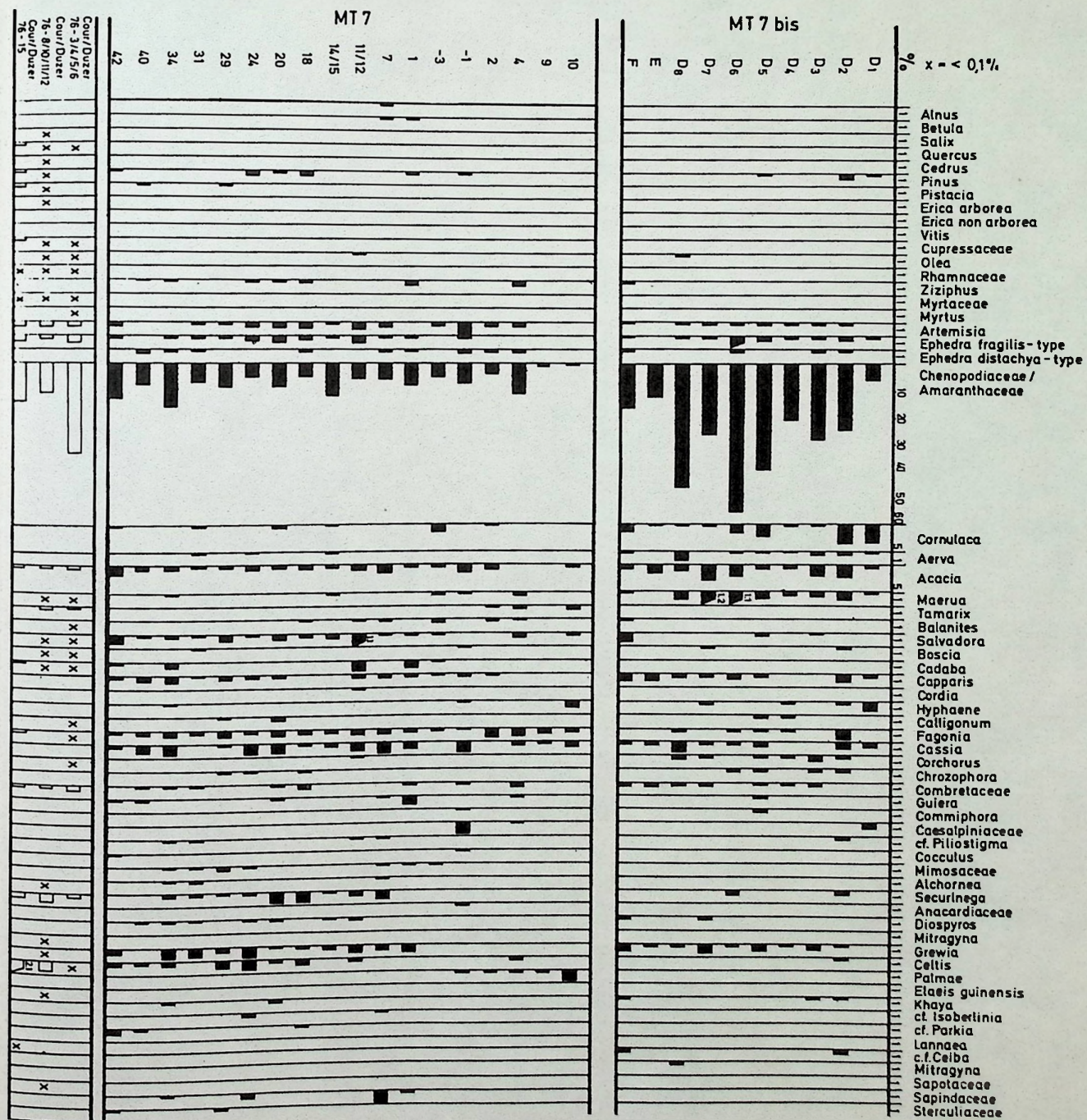
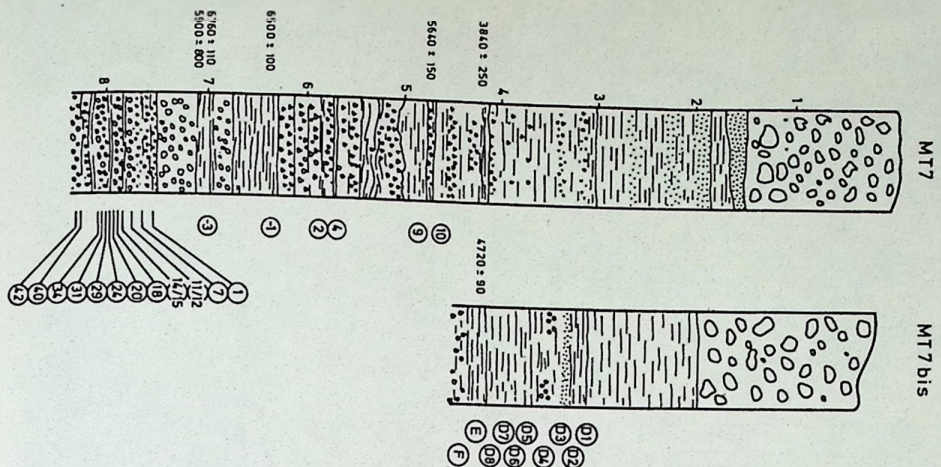
1. Mediterrane Wälder und Gebüsche (*Quercus*, *Ceratonia*, *Pistacia*, *Cupressus*, *Pinus*, *Cedrus*)
2. Mediterrane Steppe (*Stipa*, *Lygeum*)
3. Chenopodiaceae-Fluren der Küsten und Schotts
4. Halbwüste (*Artemisia*, *Ephedra*, *Chenopodiaceae*)
5. Kontrahierte Vegetation der Wüste (*Acacia-Panicum*, *Tamarix-Stipagrostis*)
6. Ephemere Vegetation. Achab-Fluren
7. Diffuse *Artemisia-Ephedra-Pentzia*-Heiden der Hochgebirge der zentralen Sahara
8. *Acacia-Commiphora-Rhus*-Savanne der Hochplateaus des südlichen Air
9. *Maerua*-Savannen der Plateaus des Südostniger
10. Semi-diffuse *Acacia-Panicum*-Vegetation. Erweiterte Wadi-Vegetation
11. Diffuse *Acacia-Panicum*-Vegetation. Übergang Wüste/Savanne
12. *Commiphora-Acacia*-Savannen
13. *Acacia-Leptadenia-Commiphora*-Savannen
14. *Piliostigma-Bauhinia-Acacia*-Savannen
15. *Acacia-Dornbusch* auf den Oberschwemmungsebenen um den Tschadsee
16. *Combretaceae*-Savannen
17. *Parkia-Butyrospermum-Terminalia*-Savannen
18. *Isobertinia-Daniellia-Pterocarpus*-Savannen
19. *Isobertinia-Carissa-Ficus*-Savannen auf dem Josplateau
20. *Afzelia-Lophira*-Savannen und Trockenwälder
21. *Albizzia-Millettia-Fagara*-Savannen
22. *Terminalia-Piptadeniastrum*-Wälder und -Savannen
23. Tieflandsregenwald (*Lophira-Piptadeniastrum-Caesalpinaceae*)
24. Submontane *Carapa-Pentadesma-Ficus*-Wälder und -Savannen
25. Montane *Adenocarpus-Gnidia-Hypericum*-Wälder und -Heiden
26. Küstenwälder und -gebüsche (*Ficus-Celtis*, *Cynometra*)
27. Mangroven (*Avicennia-Rhizophora*)
28. Flußbegleitende Vegetation in verschiedenen Formationen

Lage der behandelten Fundorte

1 Taoudenni 2 Dj. Acacus 3 Seguedine 4 Fachi



- 1 [diagonal lines /]
- 2 [diagonal lines \]
- 3 [horizontal lines]
- 4 [dots]
- 5 [vertical lines]
- 6 [horizontal lines]
- 7 [horizontal lines]
- 8 [diagonal lines /]
- 9 [dots]
- 10 [diagonal lines \]
- 11 [vertical lines]
- 12 [dots]
- 13 [dots]
- 14 [dots]
- 15 [dots]
- 16 [dots]
- 17 [dots]
- 18 [dots]
- 19 [dots]
- 20 [dots]
- 21 [dots]
- 22 [dots]
- 23 [dots]
- 24 [dots]
- 25 [dots]
- 26 [dots]
- 27 [dots]
- 28 [dots]



Date	Description	Debit	Credit
1890			
Jan 1	Balance		100.00
Jan 15	Wages	50.00	
Jan 30	Expenses	20.00	
Feb 15	Income		75.00
Feb 28	Expenses	15.00	
Mar 15	Wages	60.00	
Mar 31	Income		80.00
Apr 15	Expenses	30.00	
Apr 30	Wages	70.00	
May 15	Income		90.00
May 31	Expenses	40.00	
Jun 15	Wages	80.00	
Jun 30	Income		100.00
Jul 15	Expenses	50.00	
Jul 31	Wages	90.00	
Aug 15	Income		110.00
Aug 31	Expenses	60.00	
Sep 15	Wages	100.00	
Sep 30	Income		120.00
Oct 15	Expenses	70.00	
Oct 31	Wages	110.00	
Nov 15	Income		130.00
Nov 30	Expenses	80.00	
Dec 15	Wages	120.00	
Dec 31	Income		140.00
Total		1000.00	1000.00

Literatur

- AUCOUR, A.-M., CARBONNEL, P., FABRE, J., PETIT-MAIRE, N. (1986): Sedimentation lacustre holocène de la région de Taoudenni (Mali). - Changements globaux en Afrique durant le quaternaire, Edit. ORSTOM, Trav. et Doc. no 197, 9-10
- BAUMHAUER, R., SCHULZ, E. (1984): The holocene lake of Seguedine, Kaouar, NE-Niger. - Palaeoecology of Africa, 16: 245-253
- COUR, P., DUZER, D. (1976): Persistance d'un climat hyperaride au Sahara central et meridional au cours de l'Holocene. - Rev.Geogr.phys.Geol.dynam. XVIII, 2-3: 175-197.
- DURAND, A., LAMG, J. (1986): Problemes d'evaluation de l'aridite dans les paleoenvironnements: exemple du Kamenien (21-1300 ans BP7 au Tchad et au Niger). - Changements globaux en Afrique durant le quaternaire. Edit. ORSTOM. Trav.et Doc., 197: 123-126
- NEUMAN, K., SCHULZ, E. (1986): Middle holocene savanna vegetation in the central Sahara. In Vorber.
- PETIT-MAIRE, N. (1986): Palaeoclimates in the Sahara of Mali. A multidisciplinary study. - Episodes, 9, 1: 7-16
- PETIT-MAIRE, N., RISER, J. (eds.); (1983): Sahar ou Sahel ? - Marseille, 473 pp.
- RITCHIE, J.C., EYLES, C.H., HAYNES, C.V. (1985): Sediment and pollen evidence for an early to mid holocene humid period in the eastern Sahara. - Nature, 314: 352-354
- SCHULZ, E. (1985) Holocene vegetation of Tadrart Acacus-Fezzan-Linya. The pollen record of two neolithic sites. BAR ser. im Druck
- SCHULZ, E. (1986): Present pollen rain between the Mediterranean and the Atlantic Ocean. A Libya-Togo transect. - Changements globaux en Afrique durant la quaternaire. Eds. ORSTOM. Trav. et Doc. 197: 431-433
- SCHULZ, E. (1986): Vegetation der Sahara. - Würzburger Geogr. Manuskripte, 16. im Druck

Legende der Figuren:

- Fig. 1: Schematische Karte der Vegetationseinheiten des zentralen Teils von Nord- und Westafrika. Nach SCHULZ 1986
- Fig. 2: Pollendiagramm von Taoudenni-Agogott
- Fig. 3: Pollendiagramm von Seguedine. Nach BAUMHAUER, SCHULZ 1984

Adresse des Autors: Dr. Erhard Schulz
 Institut für Geographie
 der Universität
 Am Hubland
 D - 8700 Würzburg

Ökologie und Fazies der miozänen Braunkohle von Aliveri / Euböa, Griechenland

von D. WEHMEYER, A. APOSTOLIKAS, K. MEINKE, W. RIEGEL, G. SCHWARZ und E. VELITZELOS

1. Einleitung:

Die zahlreichen intramontanen Becken Griechenlands sind mit wechselnden Anteilen fluviatiler und limnischer Sedimente des Neogens und des Pleistozäns gefüllt, die oft mächtige Braunkohlebildungen einschließen. Ausgangspunkt laufender Untersuchungen zur Genese griechischer Braunkohlen ist die Frage, in welcher Weise sedimentäre Prozesse die Braunkohlebildung in diesen Becken kontrollieren und die Struktur der Flöze sowie die Zusammensetzung der Kohle bestimmen.

Braunkohlebildungen können dabei in drei zu unterscheidenden Situationen auftreten:

1. Vor einem limnischen Stadium bei zunehmender Beckenabsenkung, initiiert durch Vermoorung und terminiert durch limnische Transgression;
2. Während eines limnischen Stadiums in Marginalbereichen des Beckens in fluviatil kontrollierten Milieus (Beispiel: Vegora);
3. Am Ende eines limnischen Stadiums bei nachlassender Beckenabsenkung, initiiert durch Verlandung (Beispiel: Ptolemais).

Die Braunkohle von Aliveri liefert ein Beispiel für den ersten Fall.

Die hier vorgelegten Ergebnisse beruhen auf sedimentologischen Untersuchungen der neogenen Abfolge, der Kartierung ihrer lateralen Verbreitung sowie petrographischen, xylotomischen und palynologischen Untersuchungen der Braunkohle im Südteil des Beckens von Aliveri - Kymi (Agios-Loukas-Teilbecken nach GENRE 1977) nördlich von Aliveri (Abb. 1).

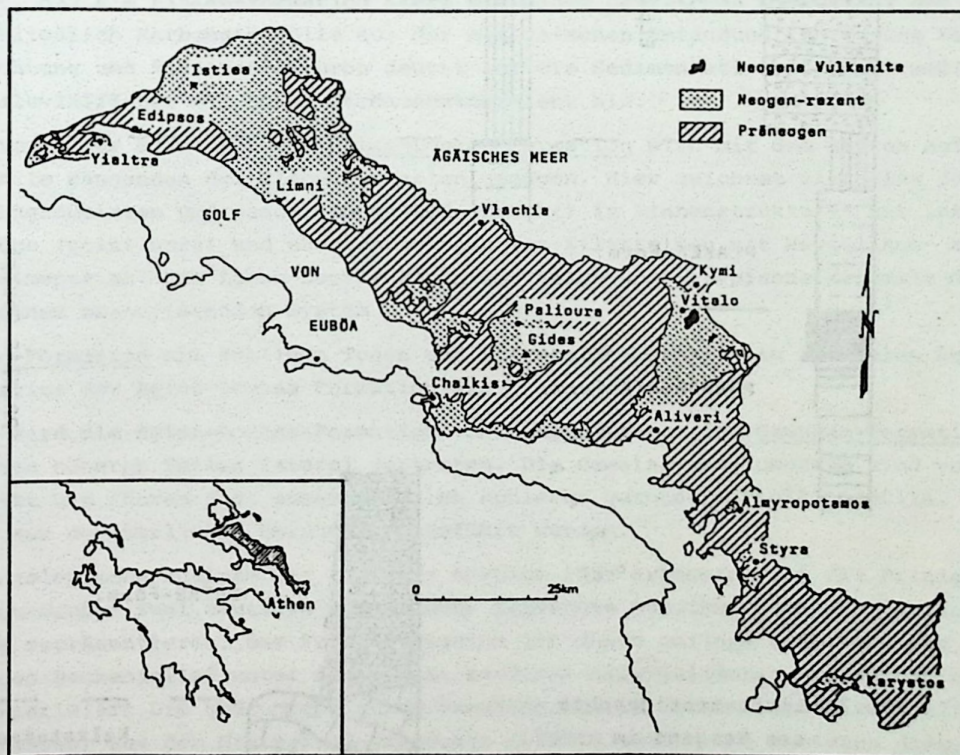


Abb.1: Lage der Neogen-Becken auf der Insel Euböa, Griechenland

2. Die neogene Sedimentation:

Die neogene Abfolge lässt sich in Anlehnung an ARONIS (1952) in zwei deutlich unterscheidbare Einheiten gliedern:

1. Die Priniäs-Gruppe mit vorwiegend fein-klastischen Sedimenten, dem Flözhorizont und Mergeln;
2. Die Koustoumalou-Gruppe mit überwiegend grob-klastischen Abfolgen.

Beide Einheiten werden in eine Reihe von Formationen unterteilt (Abb. 2).

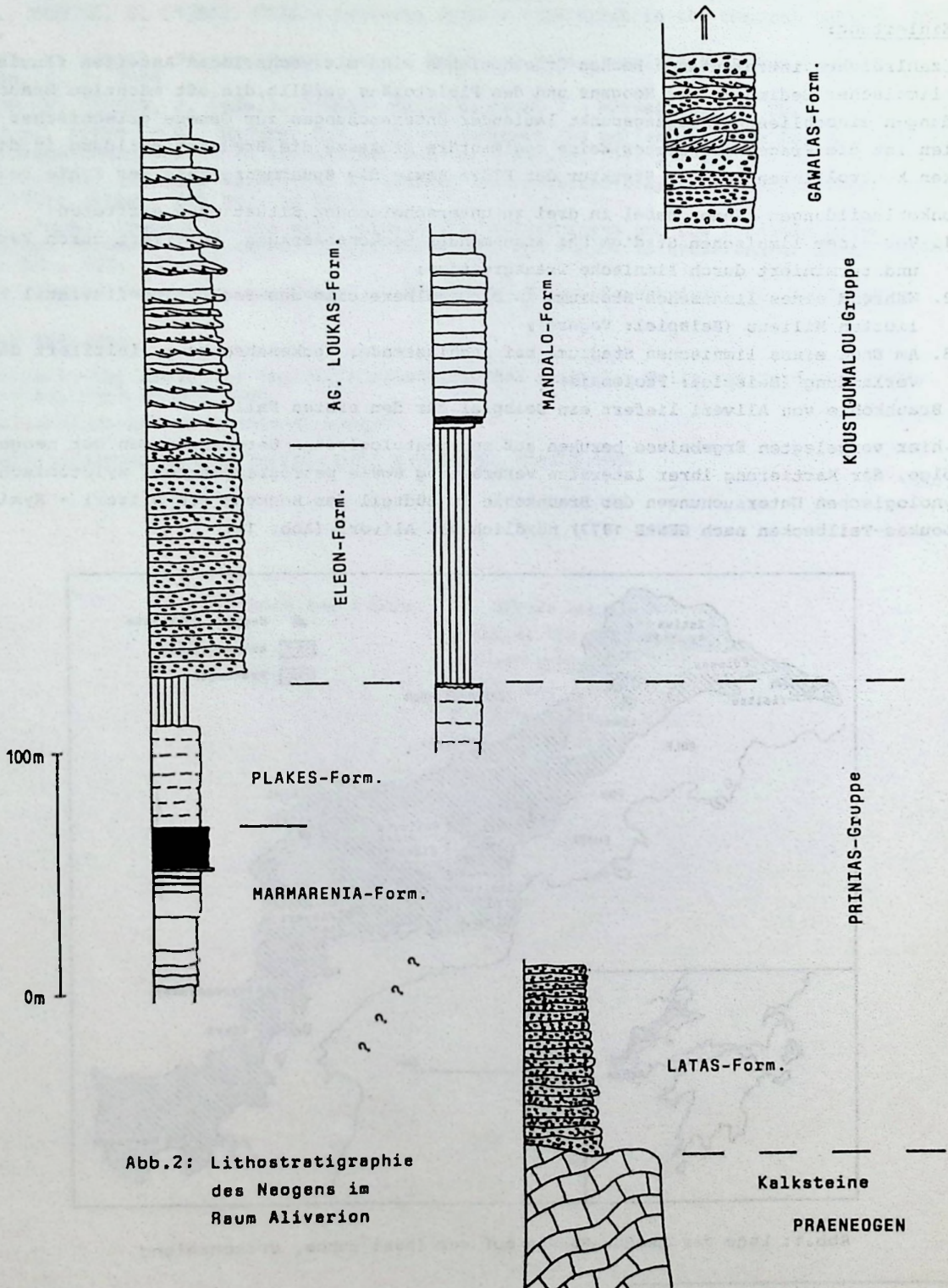


Abb.2: Lithostratigraphie des Neogens im Raum Aliverion

Prinias-Gruppe: Die Latas-Formation tritt in einem begrenzten Vorkommen außerhalb der geschlossenen Neogen-Verbreitung auf. Sie besteht aus einem grob-gebankten, Karbonat-zementierten Konglomerat schlecht gerundeter Kalkgerölle, die über kurze Distanz aus den präneogenen Kalken an den Beckenrand verfrachtet wurden. Trotz des aufgeschlossenen Kontakts mit dem präneogenen Untergrund bleibt es fraglich, ob die Latas-Formation den basalen Teil der neogenen Abfolge oder die laterale Vertretung jüngerer Schichten der Prinias-Gruppe repräsentiert.

Innerhalb des Agios-Loukas-Teilbeckens beginnt die neogene Abfolge mit der mindestens 70 m mächtigen Marmarenia-Formation. Die im Tagebau Plakes aufgeschlossene Abfolge zeigt im unteren Teil Zyklen von dünnen Konglomeratlagen, teils schräg-, teils horizontalgeschichteten Sandsteinen und Tonmergeln mit Trockenrissen und Konkretionslagen. Sie gehen über in Siltsteine und Tonmergel mit dichten Kalkbänken, die Characeen-Oogonien führen. Dieser Teil der Marmarenia-Formation wird als distaler Alluvialfächer gedeutet, der von kleinen Stromgeflechten durchbrochen und von ephemeren Seen begleitet ist. Die nachfolgenden Zyklen aus laminierten Sandsteinen und Tonmergeln mit Trockenrissen und Intraklasten gehen dagegen auf eine Episode anhaltender Schichtflutsedimentation zurück. Die anschließende Zunahme kohligter Bestandteile, die erhöhte Durchwurzelung und das Auftreten von kleinen Xyliten in einer etwa 8 m mächtigen Folge dunkler Tone zeigt die Ausbildung eines Vegetationsgürtels im Bereich des Grundwasserspiegels an. Eine Bank von hellgrauen laminierten Kalken mit Gastropodenschalen und klein-dimensionierter Durchwurzelung gibt Hinweise auf die Bildung von Algenmatten im Schwankungsbereich des Seewasserspiegels, ähnlich der Situation im spike-rush-Milieu der Florida-Everglades (SPACKMAN et al. 1969). Darüber beginnt ohne erkennbaren Hiatus in der Abfolge die Entwicklung des maximal etwa 18 m mächtigen Braunkohleflözes (Beschreibung s.u.).

Die Plakes-Formation geht mit raschem Übergang aus dem Flöz hervor und repräsentiert das offene limnische Stadium der Beckenentwicklung charakterisiert durch plattige bis bankige Mergelkalke, die nahe der Basis besonders reich an Ostrakoden sind.

Koustoumalou-Gruppe: Die Eleon-Formation ist ein grobes Korn-gestütztes Konglomerat, das die Plakes-Formation stets mit einer deutlichen Diskordanz überlagert und fast ausschließlich Karbonatgerölle aus der mesozoischen Umrandung führt. Das Fehlen von Schrägschichtung und Rinnenstrukturen deutet auf die Sedimentation in einem medialen bis distalen Alluvialfächer mit hoher Strömungskompetenz hin.

Die Untergrenze der überlagernden Agios-Loukas-Formation wird mit dem ersten Auftreten von Mergellagen im Hangenden der Eleon-Formation gezogen. Hier zeichnet sich eine deutliche Trennung von Konglomeraten und Sandsteinen (Bodenfracht) in Rinnenstrukturen mit lateralem Anlagerungsgefüge (point bars) und ebenschichtigen Ton-Siltsteinen mit Mergellagen als Overbank- bzw. Auesedimente ab. Die Agios-Loukas-Formation zeigt somit typische Merkmale der Sedimentation in einem mäandrierenden System.

Die Mandalo-Formation mit kohligten Tonen und Siltsteinen stellt ein laterales Äquivalent der Overbank-Fazies der Agios-Loukas-Formation dar.

Nach E hin wird die Agios-Loukas-Formation von Konglomeraten der Gawalas-Formation überlagert bzw. in ihren höheren Teilen lateral vertreten. Die Gawalas-Konglomerate sind vorwiegend Matrix-gestützt und führen fast ausschließlich schlecht gerundete Phyllitgerölle, die über kurze Distanz aus der östlichen Umrandung zugeführt wurden.

Die sedimentologische Analyse der neogenen Abfolge läßt erkennen, daß die Prinias- und die Koustoumalou-Gruppe zwei deutlich voneinander getrennte Stadien der Sedimentation und Beckenentwicklung repräsentieren. Das Prinias-Stadium ist durch geringe Kompetenz der Entwässerung und niedriges Beckenrelief unter Ausbildung sandiger Alluvialfächer, Torfmoore und offener Seen charakterisiert. Die hydrographischen Verhältnisse im Becken wurden vermutlich weitgehend durch Karstwässer aus dem Hinterland gesteuert (LÜTTIG 1960). Die Konturen dieser Faziesbereiche haben wahrscheinlich weit über die Grenzen der heutigen Grabenstruktur hinausgereicht. Im Koustoumalou-Stadium führen verstärkte Kompetenz der Entwässerung und Versteilung des Beckenreliefs zur Bildung ausgedehnter Geröllflächen, später zu Stromgeflechten und schwach mäandrierenden Systemen und schließlich zu mächtigen Fächern von debris flows am steilen Ostrand des Grabens. Die Sedimentation dieser Abfolge wurde durch die Oberflächenentwässerung und die Bewegungen der synsedimentären Tektonik gesteuert und lief innerhalb der Grabenbegrenzung ab.

Die einzigen verlässlichen Datierungen der Abfolge stammen aus dem Bereich der Flözbasis, wo Säugerreste und Pollen sowie Früchte und Samen übereinstimmend auf ein untermiozänes Alter hinweisen (DE BRUIJN et al. 1980, BENDA & DE BRUIJN 1982, GREGOR 1983, GREGOR mündliche Mitteilung).

3. Die Kohle:

Das die Marmarenia-Formation abschließende Braunkohleflöz weist starke Mächtigkeitsschwankungen auf, die teilweise tektonisch bedingt sein können. Die im Tagebau Plakes aufgeschlossene Maximalmächtigkeit von 18 m kommt jedoch ohne erkennbare tektonische Wiederholung zustande. Die Probennahme für die nachfolgenden mikroskopischen Untersuchungen (Petrographie und Palynologie) orientierte sich an einer detaillierten makropetrographischen Flözprofilaufnahme im Tagebau, wobei etwa 5 m im mittleren Flözabschnitt aufgrund der spezifischen Abbauverhältnisse während der Geländearbeiten nicht zugänglich waren. Danach läßt sich das Flöz grob in vier Abschnitte gliedern.

Abschnitt I umfaßt die unteren 3.5 m des Flözes, die von Grundmassenkohle mit stark schwankenden Aschegehalten und feiner Durchwurzlung gebildet werden. Die Kohle besteht in diesem Abschnitt mikropetrographisch zu etwa 90 % aus Huminiten, unter denen hier besonders die verharzten Textinite und die fluoreszierenden Ulminite typisch sind. Unter den Liptiniten fallen vor allem dickwandige Peridermzellen auf. Bemerkenswert ist auch eine gewisse, wenn auch niedrige Alginitführung, die den beiden nachfolgenden Abschnitten fehlt. Etwas oberhalb der Mitte dieses Abschnitts ist ein 0.3 m mächtiges Zwischenmittel von Mergelkalk mit Kohledetritus und Gastropodenresten auf Schichtflächen eingeschaltet. Damit machen sich kurzfristig Einflüsse aus dem Milieu der Liegendschichten des Flözes bemerkbar.

Abschnitt II umfaßt den Hauptteil des Flözes (etwa 9 m), dessen ungewöhnlich hohe Xylitführung der Kohle von Aliveri ihr besonderes Gepräge verleiht. Nur etwa 1 m an der Basis und die obersten 3 m waren für die Profilaufnahme zugänglich. Der untere Teil besteht aus Gewebe grundmassenkohle mit einer großen Zahl von Xyliten, die teils als Stubben, teils schichtparallel eingelagert auftreten. Die Huminitgehalte gehen geringfügig auf etwa 80 % zurück. Entsprechend steigt der Liptinitgehalt durch erhöhte Anteile an Cutinit und Resinit auf 15 bis 22 % an. Im oberen Teil des Abschnitts II nehmen die Grundmasse-Anteile allmählich wieder zu. Im Gegensatz zum unteren Teil sind die Xylite hier in der Regel schichtparallel eingelagert und Fusitlagen häufig dazwischengeschaltet. Der Huminitgehalt ist wieder geringfügig erhöht, obwohl die Häufigkeit freier Gelabscheidungen (Eugelinit) nach oben etwas zurückgeht. Die Einschaltung einer tonigen Kohle scheint einen Einschnitt in der Flözentwicklung darzustellen, der sich allerdings nur mikropetrographisch durch die plötzliche Reduzierung der Liptinitgehalte, insbesondere bei den Resiniten, erkennen läßt.

Abschnitt III besteht wieder aus einer etwa 2 m mächtigen tonreichen Grundmassenkohle mit schwacher Durchwurzlung, die ähnlich wie in Abschnitt I verharzte Textinite führt. Spezifisch für diesen Abschnitt ist das ungewöhnliche Auftreten von Linsen mit koksartigem Gefüge, das sowohl makro- wie mikroskopisch zu erkennen ist. Fusitlagen sind seltener. Den Abschluß bildet ein etwa 0.3 m dicker Xylithorizont, der ausschließlich aus kleinstückigen, schichtparallel eingelagerten Xyliten besteht und aus einer Zusammenschwemmung hervorgegangen ist.

Abschnitt IV, etwa 1.4 m mächtig, stellt den Abschluß des Flözes dar und wird von einer Grundmassenkohle gebildet, die nach oben hin zunehmend Gewebe führt. Die starke Vergelung dieses Abschnitts spiegelt sich mikroskopisch in einem nach oben zunehmenden Eugelinit-Gehalt wider. Er verwischt die Konturen der Gewebe in Gewebe-reichen Lagen, die sich mikroskopisch durch die enge Wechsellagerung von Cutiniten (bis 12 %) und Corpohuminit-Aggregaten (Blatt-Mesophyll) als Blätterlagen erweisen.

4. Interpretation der Ökologie und Fazies der Braunkohle:

Für die Rekonstruktion der Ökologie und Fazies der Braunkohlebildung im Becken von Aliveri ist die Bestimmung der sedimentären Rahmenbedingungen von grundlegender Bedeutung. Die Braunkohlebildung setzt während einer Phase sehr geringer Strömungskompetenz durch Vermooring einer Alluvialfläche ein und leitet zu offenen limnischen Bedingungen über. Somit ist zu erwarten, daß die Flözentwicklung in erster Linie durch die Seespiegelschwankungen, in zweiter Linie durch die Wachstumsrate des Torfes kontrolliert wurde.

Der erste Flözabschnitt geht wahrscheinlich auf die Bildung eines Riedmoores zurück. Dafür sprechen nicht nur die Vormacht an Grundmasse-Bestandteilen und die feine Durchwurzelung der Kohle, sondern auch die relativ hohen Anteile an Cyperaceen im Pollenspektrum. Hier treten auch Sporen von Zygnemataceen (Ovoidites, RICH et al. 1982) und Sporen anderer Süßwasseralgen (z.B. Tetraporina) in größerer Zahl auf, die auch die auch die Alginit-Anteile im mikropetrographischen Aspekt hervorrufen. Diese Kombination von Merkmalen zeigt deutliche Parallelen zu den rezenten Riedmooren der Florida Everglades (RIEGEL 1965, COHEN & SPACKMAN 1977), in denen die Torfbildung bei jahreszeitlichen Wechseln von Austrocknung und Überflutung über laminierten Süßwasserkalken einsetzt. Dort werden bei kurzen Hydroperioden Kalzitlaminae von Algenmatten abgeschieden, während in Bereichen mit längerer Hydroperiode und verstärkter Produktivität unter gleicher Vegetation Torf gebildet wird. Die Verhältnisse in den Florida Everglades lassen sich somit sehr gut auf den Beginn der Flözbildung der Braunkohle von Aliveri übertragen. In die gleiche Richtung weist auch die von GREGOR (1983) beschriebene Frucht- und Samenflora aus den basalen Teilen des Flözes, die Elemente einer Riedfazies (Sparganium, Cladium, Carex, Scirpus) sowie eines feuchten Busch- oder Bruchwaldes (Glyptostrobos, Cephalanthus, Myrica, Decodon) enthält, in der jedoch die ausgesprochenen Wasserpflanzen weitgehend fehlen.

Schwierigkeiten bereitet hingegen die Rekonstruktion der Verhältnisse im zweiten Flözabschnitt. Holzanatomische Untersuchungen in Zusammenarbeit mit J. VAN DER BURGH, Utrecht, haben gezeigt, daß die Xylite dieses Abschnitts fast ausnahmslos zu *Taxodioxydon germanicum* (GREGUSS) VAN DER BURGH zu stellen sind, also Hölzer von *Sequoia* darstellen. Selbst wenn man den *Sequoien* des Miozäns Bedeutung als Braunkohlebildner beimißt, sind für sie relativ trockene Standorte im Moor zu fordern, die auch durch die Häufigkeit von Fusitlagen und fusinischen Mazeral-Anteilen belegt werden. Dem widerspricht allerdings die starke Vergelung der Kohlematrix sowie der Randbereiche der Xylite, da Vergelung vorwiegend unter aquatischen anaeroben Bedingungen abläuft (GÖTTLICH 1980). Die Autochthonie der *Sequoien* wird durch die Stubben im unteren Teil dieses Abschnitts bestätigt. Eine mögliche Auflösung dieses Widerspruches kann auch hier durch einen fortgesetzten Wechsel zwischen Trockenheit und Überflutung gefunden werden. Das Pollenspektrum dieses Abschnitts wird durch die starke Vorherrschaft von *Taxodiaceen* bestimmt.

Mit Abschnitt III scheinen wieder Bedingungen hergestellt zu werden, die Ähnlichkeit mit denen des ersten Abschnitts haben. Der ihn abschließende Xylithorizont stellt vermutlich einen Spülsaum aus kleinstückigen Hölzern am Rande eines offenen stehenden Gewässers dar und trennt den unter einer mehr oder weniger geschlossenen Vegetationsdecke gelegenen Bereich sedimentärer Torfbildung von einem Bereich sedimentärer Torfbildung unter permanent subaquatischen Bedingungen. Darauf weisen im Abschnitt IV nicht nur die mikroskopisch erkennbaren Blätterlagen, sondern auch die als *Botryococcus* identifizierten Alginite hin. Abschnitt IV fällt somit bereits in das limnische Stadium und leitet zur Plakes-Formation über, in der die Pollenvergesellschaftungen den Pollenregen des Laubmischwaldes im Hinterland repräsentieren.

5. Literatur:

- ARONIS, G., 1952: Aliveri geological and mining survey of the lignite basin. - Institute for Geology and Subsurface Research, Athens.
- BENDA, L., & DE BRUIJN, H., 1982: Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. 7. Calibration of sporomorph- and rodent-associations in the Aliveri - Kymi basin / Island of Euboea (Greece). - *Newsl. Stratigr.*, 11 (3): 128 - 135; Berlin, Stuttgart.
- COHEN, A. D., & SPACKMAN, W., 1977: Phytogenic organic sediments and sedimentary environments in the Everglades-Mangrove complex. Part II. The origin, description and classification of the peats of Southern Florida. - *Palaeontographica B*, 162: 71 - 114; Stuttgart.
- DE BRUIJN, H., VAN DER MEULEN, A., & KATSIKATSOS, G., 1980: The mammals from the Lower Miocene of Aliveri (Island of Evia, Greece). - *Proc. koninkl. Nederl. Akad. Wetensch.*, B 83 (3): 241 - 261; Amsterdam.
- GENRE, C., 1977: Les bassins d'Eubee moyenne, d'Aliveri a Kymi, etude geomorphologique. - *Mediterraneé*, 3: 35 - 53.
- GÖTTLICH, K., 1980: Moor- und Torfkunde. - 338 S., B. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart.

- GREGOR, H.-J., 1983: A Lower Miocene fruit- and seedflora from the browncoal of Aliveri (Island of Evia, Greece). - *Documenta naturae*, 6: 1 - 26; München.
- LÜTTIG, G., 1980: Typen von Braunkohlenlagerstätten. - *Geol. Jb.*, 89: 407 - 417; Hannover.
- RICH, F. J., KUEHN, D., & DAVIES, T. D., 1982: The paleoecological significance of Ovoidites. - *Palynology*, 6: 19 - 28; Dallas.
- RIEGEL, W. L., 1965: Palynology of environments of peat formation in southwestern Florida. - Unpubl. Ph. D. thesis, Pennsylvania State University: 1 - 189; State College, Pa.
- SPACKMAN, W., RIEGEL, W. L., & DOLSEN, C. P., 1969: Geological and biological interactions in the swamp-marsh complex of Southern Florida. - In: *Environments of coal deposition*, E. C. DAPPLES & M. E. HOPKINS, Eds.; *Geol. Soc. Am. Spec. Paper*, 114: 1 - 35; Boulder, Colo..

D. WEHMEYER, A. APOSTOLIKAS, K. MEINKE, W. RIEGEL, G. SCHWARZ (University of Göttingen), and E. VELITZELOS (University of Athens).

Environments of coal formation and sedimentary framework of Miocene lignites from Aliveri (Evia, Greece).

Mineable lignite deposits of Neogene and Pleistocene age are in general closely associated with lacustrine environments in a multitude of intramontane basins throughout Greece. As part of a study aimed at determining the mechanisms and conditions of coal formation in these basins the Miocene lignites from Aliveri (Evia, Greece) and their associated sediments have been studied with regard to sedimentology, coal petrology and paleobotany/palynology.

A dynamic sedimentological model has been developed for the southern part of the Aliveri-Kymi Basin distinguished two separate stages of sedimentation and basin development. The first stage is characterized by low competence of water discharge and generally low basin relief involving sandy distal fan, peat forming and open lacustrine environments in rising order. The second stage is marked by a sudden increase in discharge competence as well as basin relief and represented by gravelly alluvial fan and braided to low sinuosity fluvial environments, which are in part laterally replaced, in part succeeded by massive debris flows.

The main lignite has been formed in a marginal lacustrine environment during the first stage and is characterized by the massive occurrence of large xylites. These xylites have to be assigned almost exclusively to *Taxodioxylon germanicum* considered to be the wood of a Tertiary representative of the genus *Sequoia*. Extensive evidence of rooting, the occurrence of upright tree stumps and the relatively low ash content of some horizons underscore the autochthonous nature of the bulk of the seam. The predominance of *Sequoia* wood and pollen, the high degree of gelification of the coal matrix, intermittent fusinite horizons and terminal transitions to open lacustrine conditions present somewhat contradictory evidence for facies interpretation. The options for reconstructing conditions sustaining peat forming environments in the Aliveri-Kymi basin are discussed.

Minor accumulations of coal are associated with flood plain environments of a low sinuosity fluvial system during the second stage.

Zanthoxylon europaeum Unger 1847 in der fossilen Flora Rumäniens

Zanthoxylon europaeum Unger 1847 in the fossil Flora of Romania

von R. GIVULESCU & L. RÜFFLE

Zusammenfassung

Es wird ein äußerst gut erhaltener *Zanthoxylon europaeum* = *Weinmannia europaea*-Rest aus dem unteren Sarmat Rumäniens vorgeführt. Eine kritische Revision so der als *W. europaea* als auch der anderen *Weinmannia*-Blättchen der paläobotanischen Literatur wird weiter angebracht. Der Verfasser kommt zur Schlußfolgerung, daß phytogeographische Gründe bestehen, um wieder zur alten UNGER'schen Benennung zurückzukehren und auf die ausschließlich tropische Gattung zu verzichten.

Summary

The author presents an exceptionally preserved rest of *Zanthoxylon europaeum* = *Weinmannia europaea* originating in Sarmatian deposits. A critical survey of the rests described in the paleobotanical literature as *Weinmannia europaea* and of leaflets assigned to the *Weinmannia*-genus, respectively follows. The author reaches the conclusion that out of phytogeographical reasons we must turn back to UNGER's old denomination and give up the exclusively tropical *Weinmannia*-Genus.

1. Einleitung

Die Untersuchung der paläobotanischen Sammlung der naturwissenschaftlichen Abteilung des Museums "Museum Tarii Crişurilor" aus Oradea führte zur Entdeckung eines sehr gut erhaltenen, aber nicht bestimmten Fossilstückes, das im Dorfe Minişu de Sus, Kreis Arad, früher gesammelt wurde. Herr T. JURCSAK, Leiter der genannten Abteilung, ermöglichte uns freundlicherweise, das Fossilstück zu studieren.

2. Geographische Lage

Das Dorf Minişu de Sus liegt im Hügelland, das sich südlich des Crişul Alb-Flusses und an den nördlichen Abhängen des Highiş-Gebirges ausdehnt.

3. Geologische Situation

Die Gegend des Dorfes besteht aus Ablagerungen, die dem Badenium und dem unteren Sarmat, bzw. dem Buglovium und dem Volhynium angehören. Da das Fossilstück auf einer Platte von vulkanischem Tuff vorkam und im Diatomitsteinbruch des genannten Dorfes gefunden wurde, sollen hier nur die betreffenden Ablagerungen ausführlicher erörtert werden: Auf die Ablagerungen des Bugloviums folgt eine Wechsellagerung einer bis 0,01 - 10 m mächtigen weißen oder gelben Diatomeenschicht und bis 3 m mächtigen weißen oder grauen vulkanischen Tuffe. Aus diesen Tuffen wird folgende Fauna, die das volhynische Alter der Wechsellagerung ohne weiteres bestätigt, zitiert: *Cardium lithopodolicum lithopodolicum* Dub., *C. lithopodolicum sarmaticum* Kol., *C. vindobonense vindobonense* (Parsch.) Lask., *Mactra vitaliana eichwaldi* Lask., *Abra reflexa* (Eichw.), *Pirenella picta mitralis* (Eichw.), *P. disjuncta disjuncta* (Sow.).

4. Beschreibung des Materials

Beleg Nr. 8378: Vier Fiederblätter, die auf einer Platte als Abdruck vorkommen. Darunter sind zwei gut geprägt, andere zwei dagegen mangelhaft erhalten. Es sollen hier nur die ersten ausführlich beschrieben werden: imparipinate Fiederblätter, die 90 mm, bzw. 111 mm lang sind und allem Anschein nach an einem Ast anhaften. Es kommen auf diesen 9, bzw. 12 lederige, gegenübergestellt-sitzende ungleiche Blättchen vor, u.zw. die der rechten Seite der Spindel, die rechteckig anhaften, sind 9,3 - 15 mm lang und 5,8 - 8 mm breit und zeigen eine asymmetrische, breit obovate Form, eine abgerundete Spitze und eine keilförmige Basis, sowie einen nur in der oberen Hälfte ungleich und unregelmäßig gekerbten Blattrand. Die Blättchen der linken Seite haften schräg an der Blattspindel an, sind 13(?) - 17,5 mm lang und 3,5 - 4,5 mm breit. Ihre Form ist, soviel man beobachten kann, eine umgekehrt lanzettliche, die Spitze ist scharf, die Basis keilförmig und der Blattrand kommt nur schwach gekerbt vor. Die Endblättchen sind schmal elliptisch und messen 21 x 7 mm, bzw. 23(?) x 7 mm. Sämtliche Blättchen sind sitzend. Aus der Aderung ist nur der am Grunde geschwollene kräftige Hauptnerv sichtbar, andere Einzelheiten sind nicht bemerkt. Der Blattstiel ist kräftig und zeigt ein wichtiges Kennzeichen: er ist breit geflügelt. Diese Beflügelung setzt sich nicht ununterbrochen fort, sondern macht den Eindruck, durch regelmäßige Abschnürungen an dem Anhaftungspunkt der Blättchen, der Blattstiel wäre gegliedert.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. R. GIVULESCU, Donath-Str.17/M2/66; 3400 Cluj-Napoca, Rumänien
Dr. L. RÜFFLE, Museum für Naturkunde, Humboldt-Universität, Berlin, DDR.

5. Diskussion

UNGER beschreibt 1847 als Erster solche gefiederten Blätter unter der Benennung *Zanthoxylon europaeum*. ETTINGSHAUSEN schreibt sie 1853 aber in der Flora von Tokai der Gattung *Weinmannia* zu. Diese Zuschreibung bzw. nov. comb. wurde weiter als solche angenommen und kommt bei SCHIMPER (1872), HEER (1883), KRÄUSEL (1938) und ANDREANSZKY (1959) vor. Ein als *Weinmannia europaea* abgebildetes Material wird nur von HEER und KRÄUSEL vorgeführt.

Das von Günzburg an der Donau stammende HEER'sche Material zeigt kleine gegliederte Blattstiele, an denen schmal elliptische ganze oder am oberen Ende schwach gekerbte, sessile Blättchen opponiert anhaften. HEER äußert sich über eine eventuelle rezente Vergleichsart nicht weiter, erwähnt aber, daß bei *W. glabra* ähnliche Blätter vorkommen. Vom nahen Heggbach erwähnten PROBST (1883, S. 217-219, Taf. 2, Fig. 5a-c) und ENGEL (1908, S. 562) ebenfalls *Weinmannia europaea* (rev. in GREGOR 1984, S. 83).

KRÄUSEL bildet von Mainz-Kastel isolierte Blättchen, als auch Fiederbruchstücke ab. Der einzige Unterschied zu unserem Material besteht in der etwas kleineren und umgekehrt-lanzettlichen Form der Blättchen. Nach KRÄUSEL sollten in die Synonymie von *Weinmannia europaea* folgende, nur durch isolierte Blättchen vertretene Arten einbezogen werden: *W. paradisiaca* Ett., *W. microphylla* Ett., beide aus Häring (ETTINGSHAUSEN 1853). KRÄUSEL vergleicht sein Material mit *W. paulliniaefolia* Pohl., eine südamerikanische andinische Art, während ETTINGSHAUSEN sein obenerwähntes Material mit *W. sylvicola* aus Neuseeland und *W. paulliniaefolia* aus Brasilien vergleicht.

In der paläobotanischen Literatur kommen noch folgende, als *Weinmannia*-Arten beschriebene Blättchen vor: *W. parvifolia* Heer 1859, *W. sotzkiana* Ett. 1857, *W. paradisiaca* und *W. microphylla* Ett. 1853, *W. rectinervis* Ett. 1869, *W. zelkovaefolia* Ett. 1869, *W. ettingshauseni* Kov. 1856, *W. glabra* Engelh. 1876. Dazu soll noch *Celastrus pseudo-ilex* Ett. 1853 aufgeführt werden. Mit Ausnahme der *W. glabroides*, die einen gegliederten, blättchenführenden Blattstiel zeigt, ein Material, das eine völlige Übereinstimmung mit der rezenten *W. glabra* aufweist, handelt es sich bei sämtlichem zitierten Material, das aus isolierten Blättchen besteht und das nach Abbildungen untersucht werden konnte, um mehr oder weniger unbestimmbare, unter Fragezeichen zu stellende Reste. Z.B. stellt *W. zelkovaefolia* Ett. sicher ein kleines *Zelkova zelkovaefolia*-Blatt dar, während *W. ettingshauseni* sich auf ein unbestimmbares Bruchstück bezieht.

6. Phytogeographie

Es muß von Anfang an betont werden, daß die *Weinmannia*-Zitierungen aus Europa eine phytogeographische Unvereinbarkeit darstellen. Die Untersuchung der rezenten betreffenden Literatur zeigte, daß die Gattung *Weinmannia* (Cunoniaceae) eine neotropische Gattung ist. Nach ENGLER (1964) kommt sie in Südamerika u.zw. vorwiegend in den Anden, dann in Mittelamerika, Westindien, Madagaskar, Malaysien, Polynesien und Neuseeland vor. BADER (1960) charakterisiert ihr Vorkommen und ihre ökologischen Ansprüche noch genauer: "es ist das eine paratropisch-montane Gattung, ein "Nebelwaldholz par excellence". Die größte Verbreitung wird in Peru und Kolumbien mit je 40 Arten verzeichnet. Wenn seinerzeit ETTINGSHAUSEN, dann ENGELHARDT, KRÄUSEL oder sogar ANDREANSZKY (der nicht weniger als 3 *Weinmannia*-Arten aus dem unteren Sarmat Ungarns vorführt), das Vorhandensein dieser "exotischen" Gattung in der fossilen Flora Europas annahmen, ja sogar brasilianische oder neuseeländische Vergleichsformen zitieren, kann dieser Gesichtspunkt gegenwärtig in der modernen Paläobotanik nicht mehr angenommen werden. Wir wissen heute, daß es solche phytogeographische Beziehungen zwischen den tertiären Floren Europas einerseits und Südamerika, oder Madagaskar, Malaya und Neuseeland andererseits, nicht gab. Unter solchen Bedingungen muß man für solche sicher bestimmbare Reste auf die Gattungsbenennung *Weinmannia* verzichten und zur UNGER'schen Benennung wieder zurückkehren. Solche Reste soll man weiterhin als *Zanthoxylon europaeum* Unger bezeichnen. Es soll noch gezeigt werden, daß die Gattung *Zanthoxylon* (Rutaceae) eine in der Holarktis Ostasiens und Nordamerikas verbreitete Gattung ist, sie paßt also ohne weiteres den phytogeographischen Problemen des europäischen Tertiärs, wo sie des öfteren zitiert wurde, gut ein.

Zum Schluß wollen die Verfasser noch folgende Tatsachen betonen:

1. *Zanthoxylon europaeum* weist ein gut begrenztes mitteleuropäisches Areal, etwa in Zusammenhang zur Paratethys auf. Die Zitierungen von Mainz-Kastel und die von Grönland stellen Ausnahmen dar, während durch die vorliegende Zitierung das bei Tokay und Erdöbénye, östlich begrenzte Areal, noch weiter nach Osten versetzt wird. Der Fundort Minişu de Sus soll z.Z. als der östlichste Fund dieser Taxa in Europa betrachtet werden.
2. Das vorgeführte Material stellt z.Z. den schönsten und best erhaltenen *Zanthoxylon europaeum*-Rest der paläobotanischen Literatur dar.

Danksagung: Die Verfasser sprechen ihren aufrichtigsten Dank an Herrn T. JURCSAK - Oradea für die Übermittlung des Fossils auf.

Literatur:

- ANDREANSZKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. - Ak. kiado: 1-360, Budapest.
- BADER, W.F. (1960): Die Verbreitung borealer und subarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. - Acta Nova Leopold. N.F.Nr. 148, 23: 1-544, Leipzig.
- ENGEL, TH. (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg., 3. Aufl., 645 S., 6 Taf., 1 Kte., viele Abb., Stuttgart.
- ENGELHARDT, H. (1876): Tertiärpflanzen aus dem Leitmeritzer Mittelgebirge. Ein Beitrag zur Kenntnis der fossilen Pflanzen Böhmens. - Nova Acta Leopold.-Carol., 38: 341-440, Dresden.
- ETTINGSHAUSEN, C.v. (1853): Beitrag zur Kenntnis der fossilen Flora von Tokay. - Sitz.Ber.Ak. Wiss., math.nat.Kl. 11: 779-816, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C.v. (1853): Die tertiäre Flora von Häring in Tirol. - Abh.K.K. geol. R.A. 2: 1-118, Wien.

- ETTINGSHAUSEN, C.v. (18): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Flora von Sotzka in der Untersteiermark. - Sitz.Ber.Ak. Wiss., math.nat.Kl. 28: 471-367, Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C.v. (1869): Die fossile Flora des Tertiärbeckens von Bilin. - Denkschr. k.Ak. Wiss., 29: 1-110, Wien.
- ENGLER, A. (1964): Syllabus der Pflanzenfamilien II. 1-666, Borntraeger, Berlin.
- GREGOR, H.-J. (1984): Die jungtertiäre Florenabfolge der westlichen Vorlandmolasse (Günzburg-Biberach a.d.Riß) und die paläofloristische Bestätigung der DEHM'schen Serien. - Günzburger Hefte, 2 (Molasseforschung 84), 79-91, 1 Abb., 5 Tab., Anh., Günzburg.
- HEER, O. (1859): Flora tertiaria Helvetiae III: 1-378, Winterthur.
- HEER, O. (1883): Die tertiäre Flora von Grönland in Flora fossilis arctica 2: 47-227, Zürich.
- HUICA, I., HINCULOV, L., BABUCEA, Y., KOKZUR, I. (1979): Contributii la cunoasterea Tortonianului si Sarmațianului din zona Minișu des Sus, Baz Zarand. - Studii si cerc. s. geol. 17, 2: 347-370, București.
- KOVÁTS, GY. (1856): Fossile Flora von Erdöbenye. - Arb. Geol. Ges. Ung. 1: 1-40, Pest.
- KRÄUSEL, H. (1938): Die tertiäre Flora der Hydrobienkalke von Mainz-Kastel. - Paläont. Z. 20,1: 9-103, Berlin.
- PROBST, J. (1883): Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Molasse von Heggbach O.A. Biberach und einigen andern oberschwäbischen Localitäten. I. Abth. Dicotyledonen. - Jh.Ver. vaterl. Naturk. i.Württembg. 39. Jg. : 166-242, 2 Taf., Stuttgart.
- SCHIMPER, W. (1872-1874): Traité de paléontologie végétale III: 1-896, Paris.
- UNGER, F. (1843): Chloris protogaea, 4-5: 45-92, Leipzig.

Tafel 3

- Fig. 1: Gesteinsplatte mit den vier *Zanthoxylon europaeum*-Exemplaren
- Fig. 2: *Zanthoxylon europaeum* - gut erhaltene Exemplare : 1:1 Gr.
- Fig. 3: *Zanthoxylon europaeum*, Ausschnitt; 2,5 x

STRECKENVERLAUF, S. 1. (H. 1) ...
STRECKENVERLAUF, S. 2. (H. 2) ...
STRECKENVERLAUF, S. 3. (H. 3) ...
STRECKENVERLAUF, S. 4. (H. 4) ...
STRECKENVERLAUF, S. 5. (H. 5) ...
STRECKENVERLAUF, S. 6. (H. 6) ...
STRECKENVERLAUF, S. 7. (H. 7) ...
STRECKENVERLAUF, S. 8. (H. 8) ...
STRECKENVERLAUF, S. 9. (H. 9) ...
STRECKENVERLAUF, S. 10. (H. 10) ...
STRECKENVERLAUF, S. 11. (H. 11) ...
STRECKENVERLAUF, S. 12. (H. 12) ...
STRECKENVERLAUF, S. 13. (H. 13) ...
STRECKENVERLAUF, S. 14. (H. 14) ...
STRECKENVERLAUF, S. 15. (H. 15) ...
STRECKENVERLAUF, S. 16. (H. 16) ...
STRECKENVERLAUF, S. 17. (H. 17) ...
STRECKENVERLAUF, S. 18. (H. 18) ...
STRECKENVERLAUF, S. 19. (H. 19) ...
STRECKENVERLAUF, S. 20. (H. 20) ...
STRECKENVERLAUF, S. 21. (H. 21) ...
STRECKENVERLAUF, S. 22. (H. 22) ...
STRECKENVERLAUF, S. 23. (H. 23) ...
STRECKENVERLAUF, S. 24. (H. 24) ...
STRECKENVERLAUF, S. 25. (H. 25) ...
STRECKENVERLAUF, S. 26. (H. 26) ...
STRECKENVERLAUF, S. 27. (H. 27) ...
STRECKENVERLAUF, S. 28. (H. 28) ...
STRECKENVERLAUF, S. 29. (H. 29) ...
STRECKENVERLAUF, S. 30. (H. 30) ...

Tafel 1

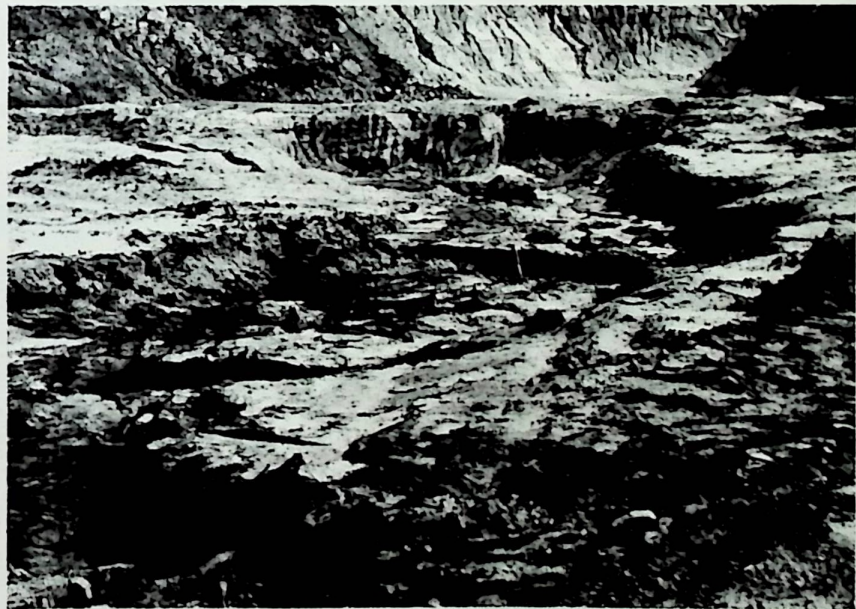
- Fig. 1: ...
- Fig. 2: ...
- Fig. 3: ...

TAFEL 1



1

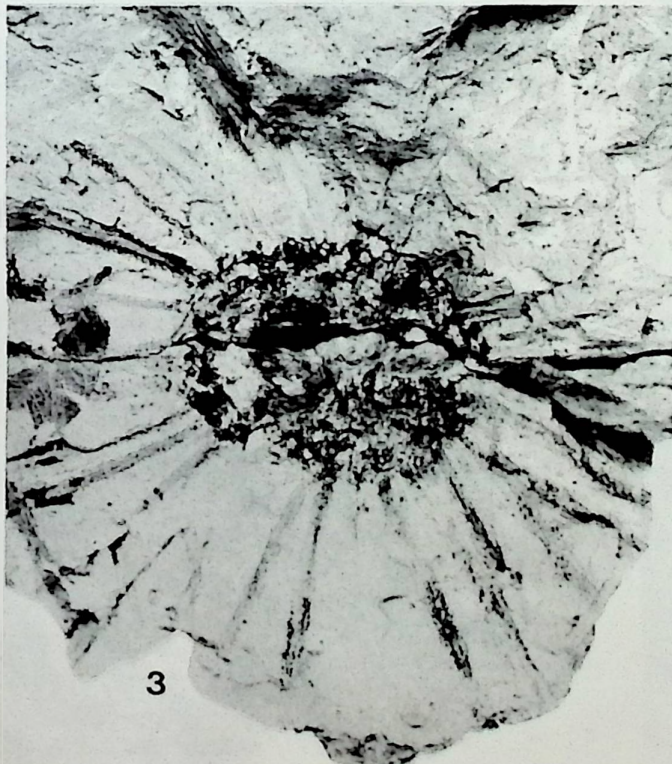
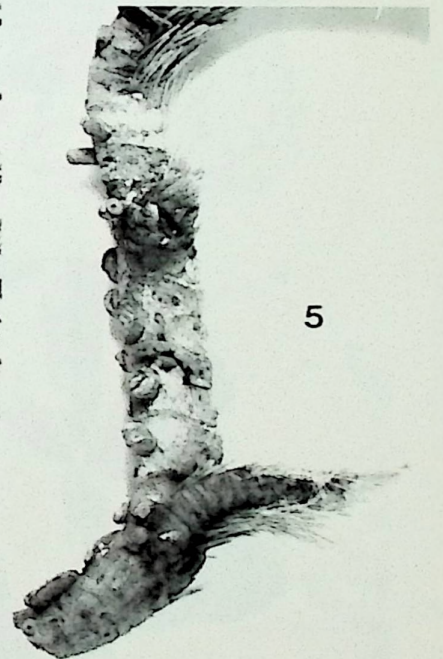
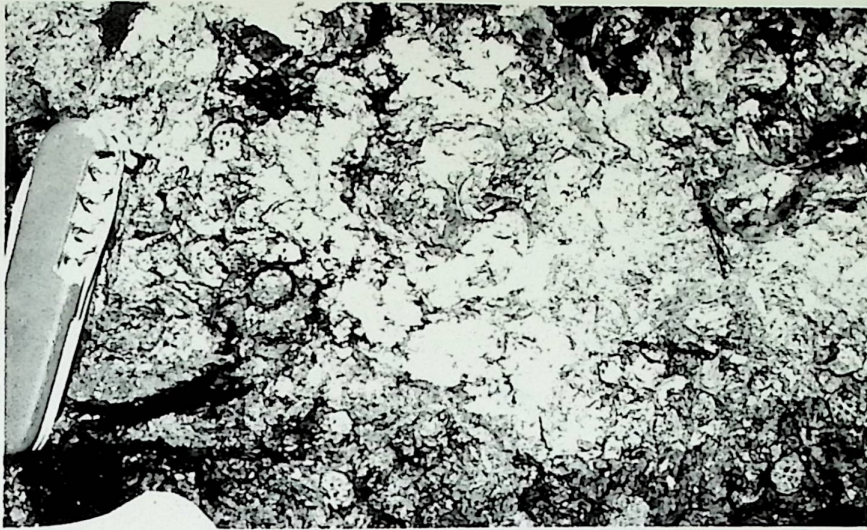
2



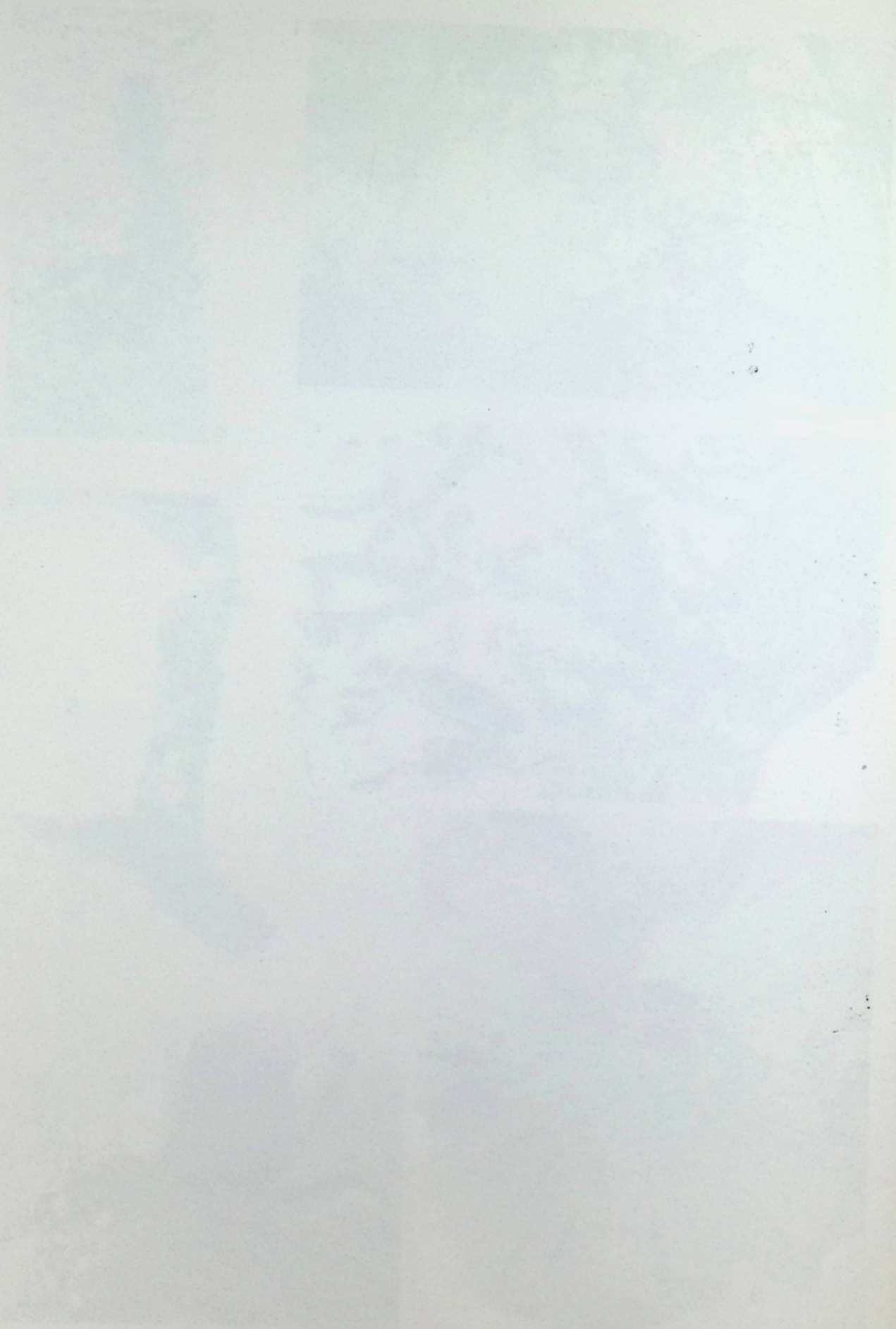
TAFEL 1



TAFEL 2

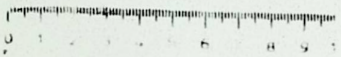
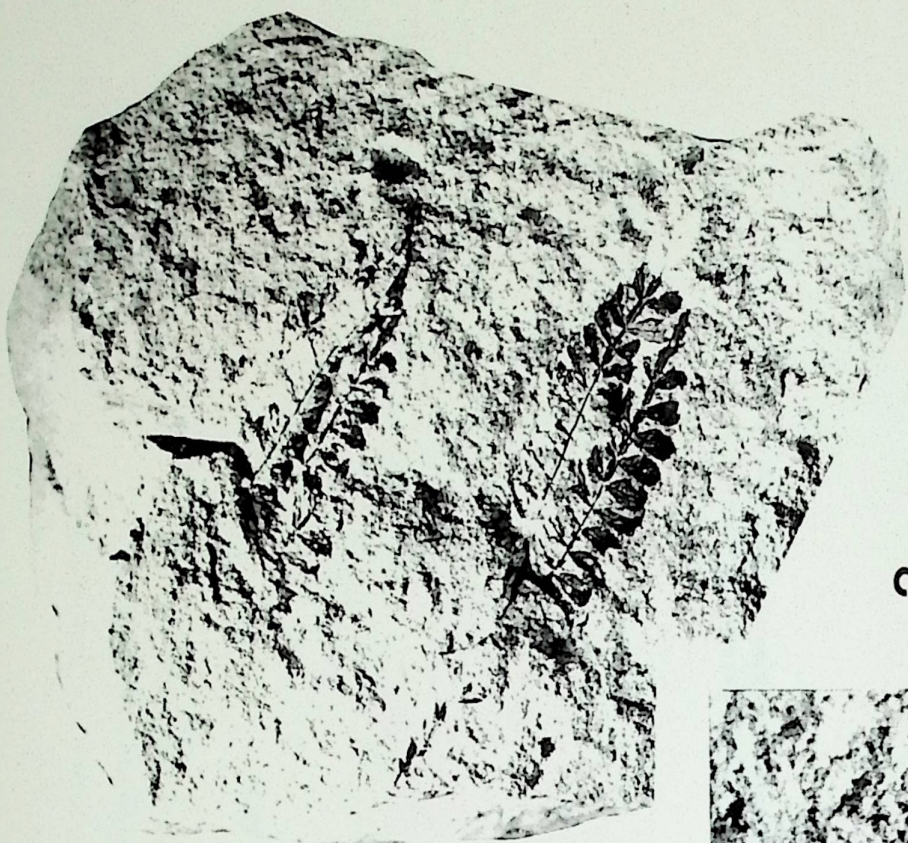


TAFEL 2

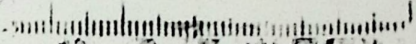


TAFEL 3

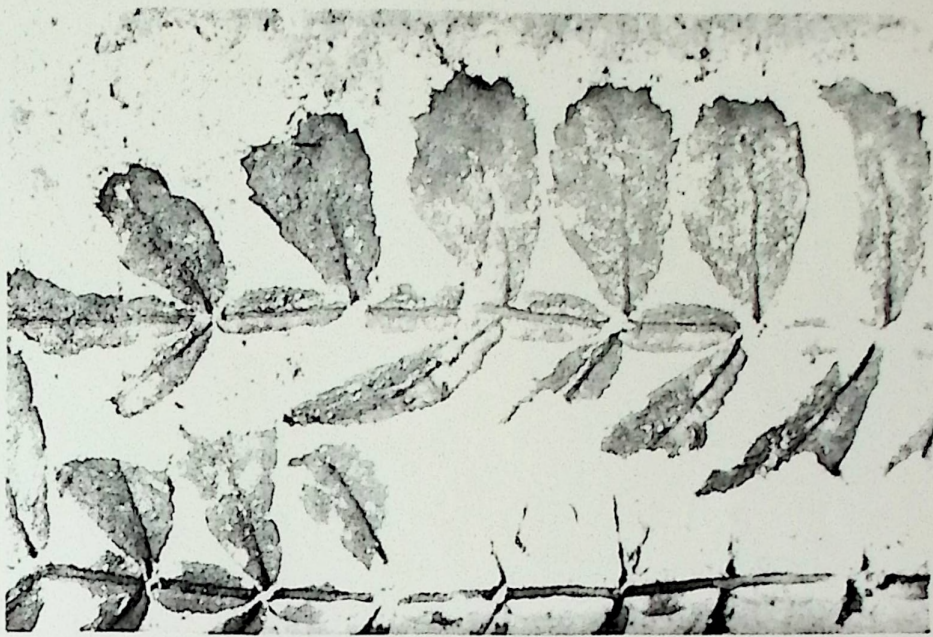
1



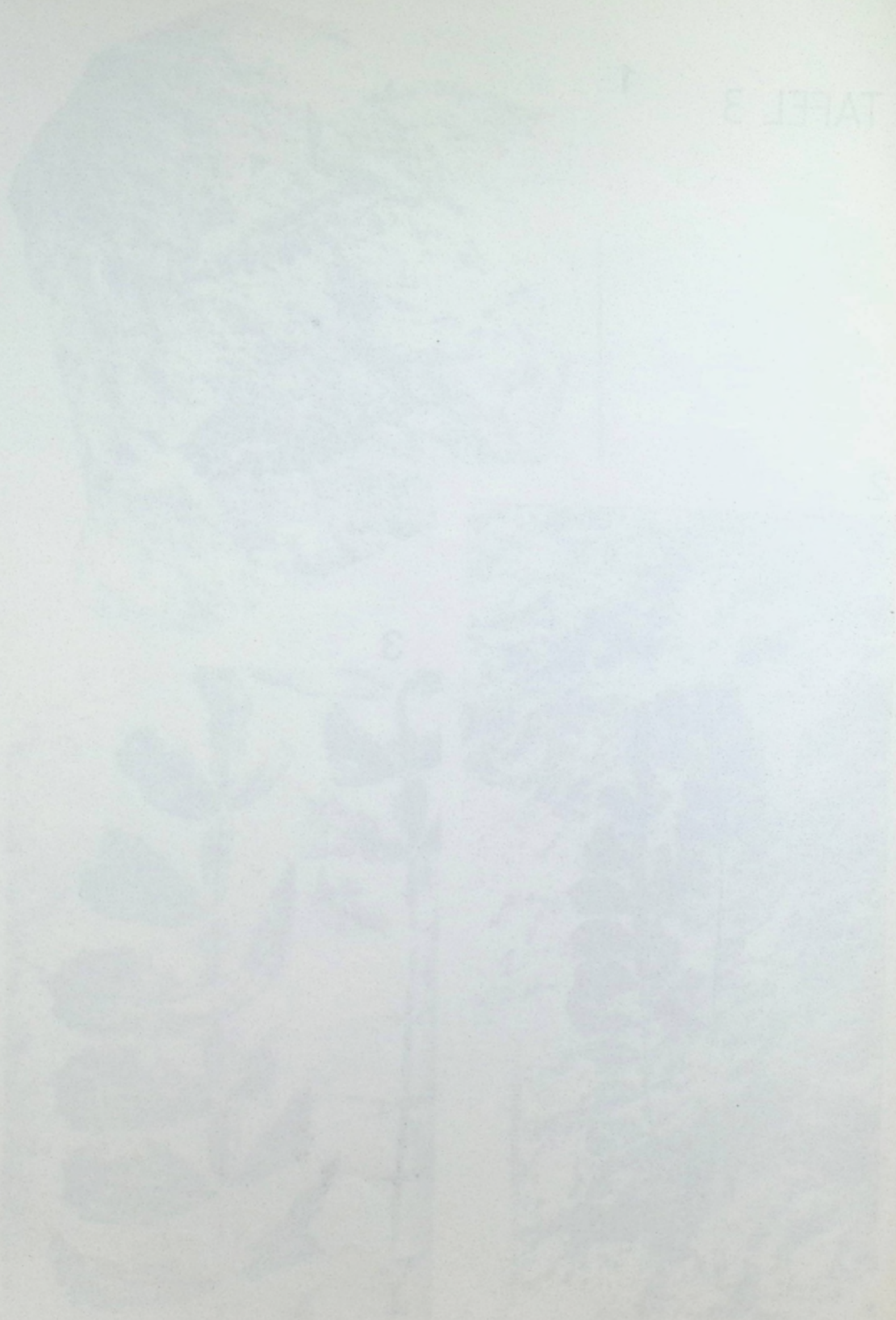
2



3



TAFEL 3



Vorschau

Die Oberpfälzer Braunkohle - Neufunde und Abschlußbericht

Das Eozän des Braunschweiger Braunkohlenreviers

Phytostratigraphische Zonierung Mitteleuropas

Die Makroflora von Burtenbach

Neue Floren aus der Molasse Bayerns

ERRATA:

Documenta naturae, 32: auf S.26 muß es heißen (11.Zeile):
... aus dem Oligozän und Untermiozän unbekannt

