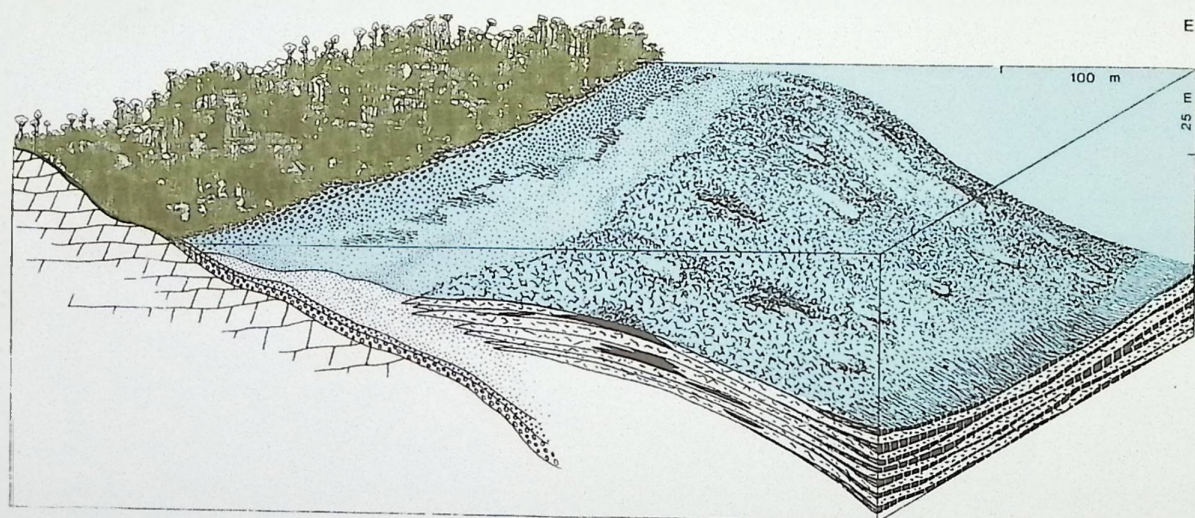


documenta naturae | no. 148

München 2003



**Seegräser im Eozän
der Nördlichen Kalkalpen**

DOCUMENTA NATURAE

Nr. 148 2003

ISSN 0723-8428

**Herausgeber der Zeitschrift Documenta naturae im
Verlag (Publishing House) Documenta naturae - München (Munich)**

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching
Dr. Heinz J. Unger, Nußbaumstraße 13, D-85435 Altenerding

Vertrieb: Dipl.-Ing. Herbert Goslowsky, Valerystraße 55, D-85716 Unterschleißheim,
e-mail: goslowsky@documenta-naturae.de

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge mit Themen aus den Gebieten
Geologie, Paläontologie (Lagerstättenkunde, Paläophytologie, Stratigraphie usw.),
Botanik, Anthropologie, Domestikationsforschung, Vor- und Frühgeschichte u.a.

Die Zeitschrift ist Mitteilungsorgan der Paläobotanisch-Biostratigraphischen Arbeitsgruppe
(PBA) im Heimatmuseum Günzburg und im Naturmuseum, Im Thäle 3,
D-86152 Augsburg

Die Sonderbände behandeln unterschiedliche Themen aus den Gebieten Kunst, antike
Nahrungsmittel, Natur-Reiseführer oder sind Neuauflagen alter wissenschaftlicher Werke
oder spezielle paläontologische Bestimmungsbände für ausgewählte Regionen.

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

©copyright 2001 Documenta Verlag. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes
bedarf der Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder
Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und für Einspeicherungen in elektronische
Systeme.

Gestaltung und Layout: Juliane Gregor und Hans-Joachim Gregor

Umschlagbild: Neue Rekonstruktion des Biotops von Hallthurm

www.palaeo-bavarian-geological-survey.de; www.documenta-naturae.de

München 2003

Inhalt

Seite

- H.-J. GREGOR:** Erstnachweis von Seegras-Resten (*Posidonia*) im Oberen Eozän der Nördlichen Kalkalpen bei Hallthurm 1-19
- Buchbesprechung:** KAISER & STIEGHORST (2003) Die Vogesen 21
- Ausstellungsbesprechung:** Sonderausstellung der HYPO-Kulturstiftung: Fabergé / Cartier – Rivalen am Zarenhof - 28. Nov. 2003 – 12. April 2004 22-23

Erstnachweis von Seegras-Resten (*Posidonia*)

im Oberen Eozän der

Nördlichen Kalkalpen bei Hallthurm

von H.-J. GREGOR

Zusammenfassung

Die Pflanzenreste stammen aus dem Orbitolinenführenden Sedimenten von Hallthurm bei Bad Reichenhall (Nördliche Kalkalpen). Es handelt sich um Rhizome von Seegräsern des Typs *Posidonia parisiensis* (DESM.) FRITEL. *Nipa burtini*, die Frucht einer Palme, stammt aus den selben Schichten, während weitere in äquivalenten Schichten (stratigraphisch älter) vergesellschaftete Fruktifikationen von *Oncoba* cf. *variabilis*, *Phytocrene kressenbergensis* und einer noch unbestimmten Palme (?) einen tropischen Mangrove- und Hinterland-Wald am nördlichen Rand der Tethys im Obereozän des Gebietes erwarten lassen.

Summary

Upper Eocene seagrass-rhizomes of *Posidonia parisiensis* (DESM.) FRITEL were found in *Orbitolites*-limestone from Hallthurm near Bad Reichenhall SW of Salzburg (Bavaria, S-Germany). Together with the nearby associated fructification of *Nipa burtini* and the somewhat elder diaspores of *Oncoba* cf. *variabilis*, *Phytocrene kressenbergensis* and perhaps a palmfruit from other localities of the region we are able to reconstruct a tropical Mangle- and Hinterland-forest along the Northern shore of the Eocene Tethys-Sea.

Adresse des Autors:

Dr. Hans-Joachim Gregor, Daxerstr. 21, D-82140 Olching, Germany;

e-mail : h.-j.gregor@t-online.de

Mitglied der Paläobotanisch-biostratigraphischen Arbeitsgruppe im Museum Günzburg und Naturmuseum Augsburg

Inhalt	Seite
1. Einleitung	2
2. Allgemeines zu Seegräsern	2
2.1 Fossile Seegräser	2
2.2 Rezente Seegräser	3
3. <i>Posidonia</i> im Eozän von Hallthurm	5
4. Paläoökologie, Paläoklima und Paläogeographie	5
4.1 Weitere Pflanzenreste und Vergleichsfloren	5
4.2 Paläogeographie	6
4.3 Paläoambiente und Paläoklima	7
4.4 Rekonstruktion des Biotops und der Vegetation	9
Literatur	11
Tafeln	14

1. Einleitung

In den Neunziger Jahren wurde von Dr. Robert DARGA (Naturkunde-Museum Siegsdorf) eine wissenschaftliche Arbeit über das Riffkalkvorkommen am Eisenrichterstein (Abb. 1) bei Hallthurm in den Nördlichen Kalkalpen durchgeführt (1992: 13, Abb.1). Die dort anstehenden Sandsteine gehören in das Unter-Priabon und sind somit Obereozänen Alters. In diesen Sedimenten fanden sich seltsam inkohlte Fossilreste, die als monokotyle Pflanzenreste zu erkennen waren.

Kollege DARGA gab das Material freundlicherweise zur Bearbeitung und Aufbewahrung an das Naturmuseum in Augsburg ab (Eingangsnummer /1882).

Die Reste stammen aus Orbitolitenführenden marinen Sedimenten (vgl. DARGA 1992: 28), die auf freies Wasser, aber evtl. in riffnaher Ausbildung, hindeuten. Die vergesellschaftete Rhodolithfazies passt gut zu den eben festgestellten strandnahen Bedingungen, ebenso der Foraminiferensandkalk mit Milioliden. Allen Sedimenten ist ein bathymetrisches Verhalten im strandnahen Bereich eigen.

2. Allgemeines zu Seegräsern

2.1 Fossile Seegräser

Autor GREGOR hat sich schon mehrfach mit fossilen Rhizomen und ähnlichen Pflanzenteilen beschäftigt, z.T. mit Kollegen zusammen (GREGOR 1986a und b, 1991, VELITZELOS et al. 1983). Bemerkenswert ist, daß von der Gattung *Posidonia* nur Rhizome, von *Cymodocea* nur Früchte bekannt geworden sind (GREGOR 1991, RUGGIERI 1951), während eine intermediäre Form mit Fruktifikationen und Blättern (GREGOR 1991: 1,2) als *Posidocea frickhingeri* nachgewiesen wurde.

Aus der Kreide schon sind einige sehr gut erhaltene Seegräser beschrieben worden, so z.B. aus Amerika *Thalassodendron auricula-leporis* und *Cymodocea floridana* (LUMBERT et al. 1984) oder aus Europa *Thalassiocharis bosqueti* (VOIGT & DOMKE 1955).

Vor kurzem hat Autor GREGOR (1991: 1-11) fossile Seegräser aus dem Eozän von Verona in Oberitalien (vgl. Taf.3, Fig.1-4, 6) nachgewiesen, die morphologisch praktisch identisch mit vorliegenden Fossilien sind. Hier waren aber noch echte Rhizomteile (ibid. Taf.3, Fig.9) zusätzlich zu den Blattbasen vorhanden und so konnte die artliche Bestimmung als *Posidonia parisiensis* (DESM.) FRITEL erfolgen (vgl. ibid. 4). Die Reste stammen aus dem mittel- und obereozänen „Calcarea nummulitici“ und wir dürfen hier wie dort im Eozän küstenbegleitende Seegraswiesen als Substratbildner für Mikrofaunen annehmen - oft gekoppelt im Eozän mit verschiedenen Mangrovetypen (*Nipa*-Mangrove z.B., ibid. 5). Zusätzlich sind aus den genann-

ten Sedimenten diverse Palmen mit Drifterfrüchten bekannt geworden (verwandte Formen zu *Cocos* sp., noch nicht näher bestimmt), die in vielen Privatsammlungen in Italien liegen. Über die Problematik des Keimens dieser speziellen Strandflora vergleiche man z.B. GUPPY 1906.

Eine prinzipielle Bemerkung sei zur taxonomischen Bestimmung gebracht. Die Reste der Seegräser werden zwar alle als *Posidonia parisiensis* bezeichnet, dies muß aber nicht bedeuten, dass die Reste wirklich zur Gattung *Posidonia* gehören. Wahrscheinlicher sind fast die Cymodoceen mit der Gattung *Cymodocea* (vgl. Auflistung tropischer Taxa bei TOMLINSON 1994: 48). Dies kam ja auch schon zum Ausdruck bei der *Posidocea frickhingeri* GREGOR (1991), wobei die neue Gattung aus den beiden Silben *Posidonia* und *Cymodocea* besteht. Von einer möglichen Neubenennung der Rhizome wird hier in dieser Arbeit aber abgesehen, da alle bekannten Reste von Rhizomen relativ schlecht erhalten sind.

Die als *Posidonia caulini* KOENIG var. *pliocenica* CAVARA (1886/87: 30, Taf.I, Fig. 1,2) dargestellten Reste sind gut erhaltene Rhizomteile mit Blattbasenbüscheln der oben genannten Art *Posidonia parisiensis*.

Einen kurzen Abriss über Seegräser der Familie Posidoniaceae KÖN. finden wir in ASCHERSON 1889, ASCHERSON & GRAEBNER 1907. Letztere erwähnen *Posidonia cretacea* HOS. & v.d.MARK aus Amerika, *P. perforata* SAP. & MARION aus dem Eozän von Gelin-den, *P. rogowiczii* aus dem Kiewer Eozän und auch, dass ihrer Meinung nach *Caulinites* BRONGN. als Gattung für Rhizome zur Gattung *Posidonia* zu stellen sei (ibid. 207). Die unter *Zosterites* laufenden Rhizome wollen die Autoren zur Gattung *Cymodocea* gehörig betrachten.

Weitere Bemerkungen zu fossilen Arten der Gattungen *Posidonia*, *Zostera* bzw. *Zosterites*, *Cymodocea*, *Caulinites* oder *Thalassiocharis* findet man in ASCHERSON & GRAEBNER (1907: 33,39).

Der Bewuchs von Seegräsern kann auch noch ein wichtiger Punkt sein, der indirekte Schlüsse auf Seegraswiesen zulässt. Rezente Blätter von *Posidonia* etc. sind gerne mit Foraminiferen bewachsen, mit Bryozoen, mit Austern-Jungbrut (in Bearbeitung GREGOR et al.) und anderen marinen Organismen. Nach Aufwuchs zeigen sich an den genannten Objekten Bio-Immurationen in längsriefiger Art (vgl. VOIGT 1966, Taf. 33 und 1981, Fig. 2A), typisch für Blätter von Seegräsern (ders. 1966: 404, 405). Eine Untersuchung dieser Gegebenheiten konnte am Material vom Eisenrichterstein nicht vorgenommen werden, da die Erhaltung dies verbot.

2.2 Rezente Seegräser

Rezente Beobachtungen des Autors GREGOR unter Wasser ergaben ein mit den fossilen Bedingungen vergleichbares Bild. Im Spritzwasserbereich der Küste mit energiereichem Tidenhub sammeln sich alle Teile von Seegräsern an - Rhizome, Blattbasen, Seebälle, aber auch weitere Reste von Land- und See-Fauna und -Flora. Diese Teile werden dann unter Wasser in alle Richtungen je nach Strömung verfrachtet.

Im stilleren Bereich ab 5 m Wassertiefe verdriften die Teile also sanft über Grund, wobei die Rhizome schneller liegen bleiben und nur die zarten Basen weiterdriften.

Da die Seegräser, speziell *Posidonia* in Tiefen zwischen 5 und 50 m vorkommen, haben wir dafür einen ersten Anhaltspunkt für die Ablagerungstiefe ohne große Verdriftung.

ASCHERSON (1889: 206) nennt *Posidonia oceanica* (L.) DEL. als einzige Art aus dem Mittelmeer und den atlantischen Küsten und noch *P. australis* HOOK. F. von Neu-Holland/Australien (Näheres vgl. auch bei ASCHERSON & GRAEBNER 1907 oder POT-TIER 1934 sowie BOUDOURESQUE 1984).

Cymodocea KÖN. hat 7 Arten, davon 5 in den Tropen weltweit und nur je eine in den gemäßigten Zonen der nördlichen und südlichen Halbkugel. Die anderen besiedeln das Mittelmeer, Afrikas Küsten, den Indischen und Stillen Ozean. Bei dieser Gattung ist die eigentümliche vegetative Vermehrung (im antarktischen Bereich) zu bemerken (ASCHERSON 1889: 210).



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes SW Salzburg bei Bad Reichenhall. Die kleine Karte zeigt den Aufschlußbereich (nach DARGA 1992: Abb.1)

Halodule ENDL. hat 2 Arten im tropischen indopazifischen, westindischen und westafrikanischen Küstenbereich, ebenfalls mit vegetativer Vermehrung ähnlich *Cymodocea*.

Auffällig ist also, dass die Gattung *Posidonia* heute nicht als tropisch angesehen werden kann, die anderen Genera dagegen schon. Andererseits fruchtet *Posidonia* im Mittelmeer kaum, Sa-

men lassen sich niemals finden und dieses vegetative Vermehrungsmerkmal könnte als Reliktverhalten in den gemäßigten Breiten interpretiert werden. War also *Posidonia* früher tropisch angepasst? Man könnte es so sehen – Beweise fehlen aber bisher.

Wichtig erscheint abschließend, dass die rezenten Rhizome der Seegräser leicht zu unterscheiden sind und dass die fossilen nur denen der Gattung *Posidonia* ähneln!

3. *Posidonia* im Eozän von Hallthurm

Die Vergesellschaftung der hier beschriebenen Seegräsreste mit Foraminiferen zeigen Abb. 3 und 4 auf Taf. 2, Es handelt sich um Großforaminiferen des Typs *Orbitolites* (vgl. DARGA 1992: 56). Gerade diese Formen ergeben einen Hinweis auf Seegraswiesen (ibid. S. 23), wie auch BRASIER (1975) ausführt (vgl. hier Abb. 2).

Dünnschliffe zeigen eine Menge anderer Foraminiferen, vor allem Milioliden, die als Flachwasseranzeiger gelten (ibid.: 55).

Wir wissen, daß Seegraswiesen eine ganz eigene Vergesellschaftung benthonischer Formen haben (vgl. BOUDOURESQUE et al. 1984).

Die schwärzlichen Abdrücke im foraminiferenreichen Gestein von Hallthurm sind relativ undeutlich, kommen aber bei Behandlung mit Wasser gut zur Geltung. Im Binokular sieht man typische lignitische Fossilisation, eine feinkörnige braune Grundmasse mit sehr feinen Ausfüllungen von Schwundrissen, wie sie häufig in silifiziertem Material auftreten.

Die Fossilien zeigen büschelige Ausbildung mit etwas ausgefransteten Teilen am fächerartigen Ende. Es handelt sich um die Reste der Ansatzbasen von Seegrasblättern an das Rhizom. Diese Teile sind stark lignifiziert und sehr widerstandsfähig, unterschieden besonders durch den welligen Aufbau der Leitbündel und Stützelemente bedingt – diese Teile ergeben ja auch die äußerst stabilen und bekannten Seebälle, die man heute an allen Mittelmeergestaden finden kann. Wir haben also keine Blätter mehr vor uns, sondern nur noch die Basen und in einem Fall noch einen Rhizomrest (Taf. 2, Fig. 4).

Die bei DARGA (1992: 53, Taf. 3, Fig. 4, 5) dargestellten schwärzlichen Teile mit Zellhaufen stellen eindeutig Querschnitte von Rhizomteilen dar – die Zellstrukturen sind gut mit denen von *Posidonia* zu vergleichen. Die Reste stammen aus dem Lagunensandstein und dem Foraminiferensandkalk.

Die von E RIEBER (Inst. Paläont. hist. Geol. München) als Flugsamen bezeichneten Reste von Taxodiaceen sind nicht als solche anzusprechen (ibid.: 53). Sicher ist, dass die Gattung *Taxodium* in den Tropen gar nicht vorkommt – besonders nicht in der *Nipa*-Mangrove – sondern mit einigen Arten in subtropischen Gebieten der Vereinigten Staaten.

Aufgrund der schwammig-lacunösen Struktur handelt es sich bei den Exemplaren auf Taf. 3, Fig. 4, 5 (DARGA 1992: 53) eindeutig um Reste von Rhizomteilen, höchstwahrscheinlich der oben genannten *Posidonia parisiensis*. Typisch dafür sind eben die Schwammgewebe der rundlichen bis oval-breiten Rhizomausläufer und Blattbasen (Abb. 2). Ein Rest von Unklarheit bei dieser Bestimmung kann durch das Vorkommen von Farnen mit ähnlichen Rhizomen erklärt werden (vgl. Kap. 4.3). In diesem Falle wären die Rhizomquerschnitte also nicht von *Posidonia*. Insofern ist die Rekonstruktion des Küstenwaldes bei DARGA (1992, Abb. 3) mit stelzwurzeligen Nadelgewächsen (die eben genannten *Taxodium*-Reste) zu korrigieren und muß auf eine reine tropische *Nipa*-Fazies beschränkt bleiben.

Da aber hauptsächlich die Blatt-Basen und weniger die Rhizome vorhanden sind, muß man mit allochthonen Verhältnissen rechnen, d.h. die Fossilien wurden von weiter her in das marine Sediment eingeschwemmt, wobei eine Transportauslese erfolgte. Da die Seegräser lebend bis etwa 40 m Wassertiefe vorkommen, sind Entfernung und bathymetrische Tiefe der Fundschicht nur zu vermuten. Allerdings kann man durchaus mit einer Drift von einigen km und

einer Tiefe mehr als 50 m ausgehen. Wie tief nun diese Teile im Laufe der Zeit wirklich verschwemmt werden, ist unklar, aber es ist durch Tauchergebnisse bereits bekannt, daß pflanzliche Reste viele Hundert Meter tief auf diese sanfte Absinkweise hin verschleppt werden können.

4. Paläoökologie, Paläoklima und Paläogeographie

4.1 Weitere Pflanzenreste und Vergleichsfloren

Das Vorkommen von tropischen Icacinaceen-Früchten im Eozän des Kressenberger Gebietes und von St. Pankraz paßt gut zum Driftverhalten der Seegrasreste von Hallthurm, da diese Früchte auch als marine Drifter mit Schwammgewebe anzusehen sind (TICHY 1980).

DARGA nennt (1992: 53) zwei Angiospermen-Fruchtreste aus den Begleitsedimenten der weiteren Umgebung des Eisenrichters, die die Seegraswiesen ebenfalls ergänzen können: *Oncoba* cf. *variabilis* aus den Stockletten des Kirchbergs und *Nipa* (wohl die einzige Art *Nipa burtini*, nach BUFE 1978: Fig.1) direkt aus dem Nummulitensandstein von der Fundstelle Eisenrichterstein (zu den Fundstellen vgl. DARGA (1992: 37, 13).

Vertreter von *Oncoba* sind heute in den Tropen Afrikas verbreitet und waren im Paläogen in England usw. verbreitet (COLLINSON 1983).

Zur Gattung *Nipa* bzw. zur rezenten Art *N. fruticans* WURMB. sollen noch einige Bemerkungen gemacht werden:

Diese Palme (eigene Familie Nipaceae?) ist ein überaus häufiger Vertreter im indischen Florenreich, von den Philippinen über den Malaysischen Archipel bis zu den Molukken und Hinterindien (DRUDE 1890, DRUDE 1889: 89). Sie gehört zu den ältest nachgewiesenen Palmen überhaupt (Kreide-Pollen aus Borneo) und war im Eozän Englands, Belgiens, Frankreichs und Indiens überaus häufig (CORNER 1966: 250). Interessant ist dessen eindeutige Bemerkung: „record stops in Europe after Eocene“. Der Autor ist auch auf die weitere Fossilgeschichte, geographische Verbreitung usw. der Gattung eingegangen (ibid.: 250-252). Daß sie früher sogar in Amerika vorkam und heute als weitverbreitetes Relikt in den Tropen SE-Asiens bis N-Australiens gelten kann, belegen UHL & DRANSFELD (1987, map 21). Über die Schreibweise *Nipa* oder *Nypa* gibt es bisher keine klare Einigung.

Die bei HAGN, DARGA & SCHMID (1992) gezeigten Früchte vom Kressenberg und von Neukirchen (Mat. in Coll. SPECKBACHER und HUNKLINGER) gehören zu *Palaeophytocrene kressenbergensis* (vgl. auch TICHY 1980) und vermutlich einer Palme (auf keinen Fall eine Juglandacee wie bei HAGN, DARGA & SCHMID 1992:236 angedeutet). Ohne Klärung des Innenbaues dieser problematischen Frucht kann hier aber keine sichere Aussage getroffen werden (vgl. dazu COLLINSON 1983, text-fig.4), wenn auch jetzt schon gewisse Ähnlichkeiten der Fuktifikation mit solchen von *Picrodendron* (Simaroubaceae) oder einer coryphoiden Palme zu erwähnen sind (KOCH 1972a und b).

STOCKMANS hat (1936) in seiner Bearbeitung des Belgischen Eozäns Taxa genannt, die gut mit den bisher besprochenen harmonieren, so die „*Nipadites*“ *burtini*, div. *Palmoxylon*-Arten, eine Kiefernart mit Zapfen und Hölzer vom Typ *Podocarpoxylon* u.a. Die Rhizome von *Posidonia parisiensis* sind gut ausgebildet. Speziell vergleichbar mit den Hallthürmern sind die auf seiner Tafel II, Fig. 2 und 4 abgebildeten. Inwieweit die Schliffe von seinen *Straelenipteris eocenica* (ibidem Pl. I, Fig. Besonders 4,5, und 8) mit der Zellstruktur der bei DARGA (1992: Taf. 3, Fig. 4, besonders 5) gezeigten Problematika übereinstimmt, müßte noch eruiert werden. Allerdings kann schon als sicher angenommen werden, dass die gezeigten Bilder bzw. Schliffe übereinstimmen und von Rhizomen stammen (vgl. Abb. 2). Sollten die

Hallthurmer Exemplare wirklich Farnrhizome sein, würde dies eine Bereicherung der fossilen Flora darstellen, da Farne gut ins Mangrove-Bild passen (*Acrostichum* z.B. ist ein typisches Element heute).

Auch SCHMALHAUSEN hat (1883: 8-10) Rhizome von *Posidonia ragowiczi* mitgeteilt, auch wieder zusammen mit Früchten von *Nipa burtini*. Die eozäne Flora stammt aus den *Spondylus*-Schichten von Kiew in Russland. Hier sind allerdings meist sehr gut ausgebildete Rhizome zu sehen und nicht nur die Faserbüschel – was in Kiew auf mehr autochthone Verhältnisse hinweist.

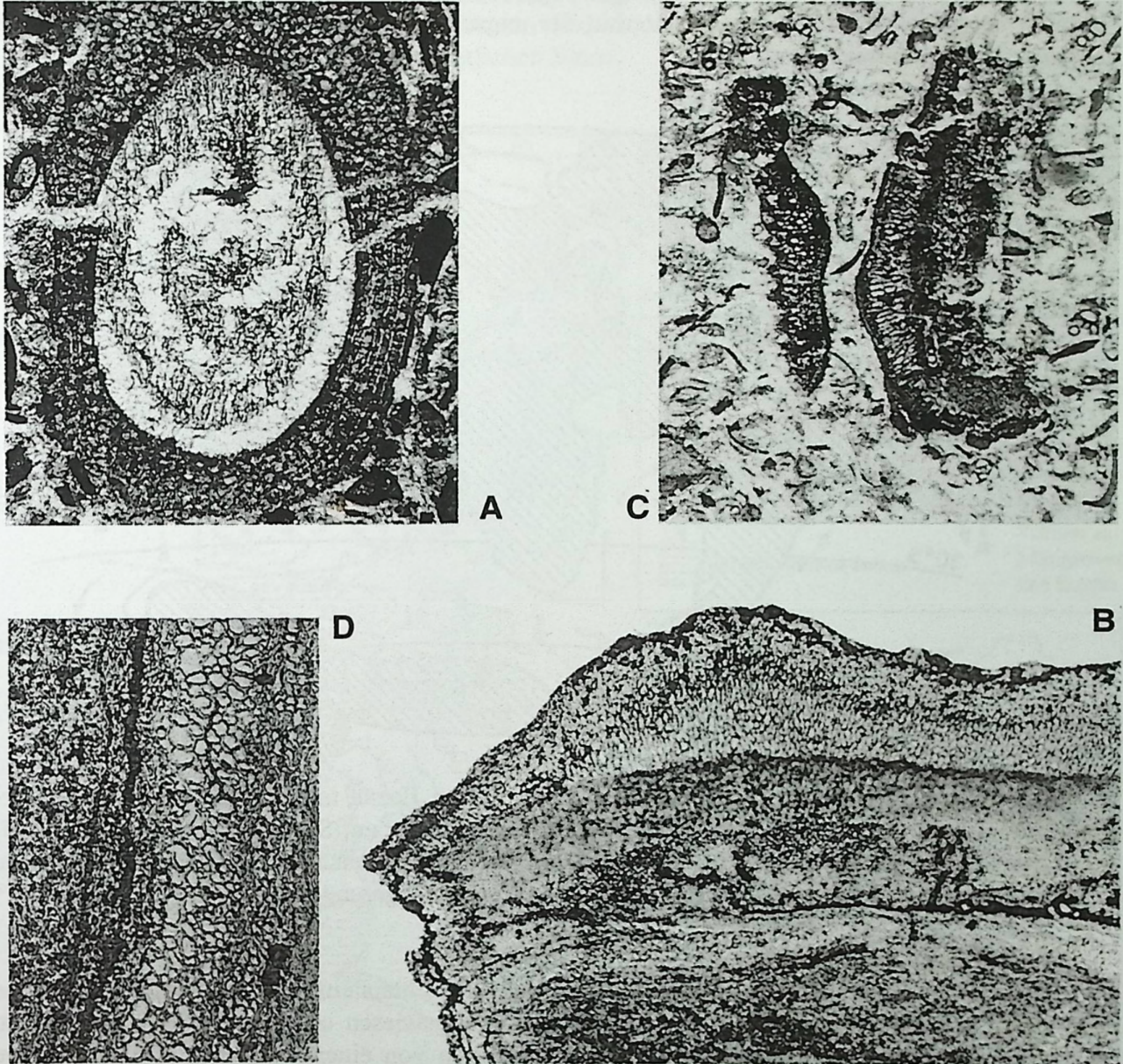


Abb. 2: Vergleich der Schliffstrukturen von Rhizomen von *Posidonia* (?) aus den marinen Sedimenten von Hallthurm und *Straelenipteris eocenica* STOCKMANS aus dem Eozän von Brüssel.

A: nach DARGA 1992 : Taf. 3, Fig. 4 - B: nach STOCKMANS 1936 : Pl. I, Fig. 4

C: nach DARGA 1992 : Taf. 3, Fig. 5 - D: nach STOCKMANS 1936 : Pl. I, Fig. 5

4.2 Paläogeographie

Paläogeographisch ist die Karte auf Abb. 3 interessant, da sie das Vorkommen von Seegras *Posidonia*, zusammen mit dem von *Orbitolites* zeigt, küstennah am Rande des Tethys.Meeres (verändert nach BRASIER 1975, text-fig.8). Zusätzlich ist auf Abb. 4 die Verteilung von Land und Meer im Paläogen gezeigt (nach WILLS 1968 Pl. XVIII), wobei der Eisenrichterstein grob eingetragen ist. Man beachte bei K (Pfeil) die von diesem Autor angegebene Verbindung von Nordsee-Becken mit dem bayerischen Teil der Tethys, da eine Molluskenfauna des Typs Pariser Becken bei Kressenberg und Salzburg gefunden wurde (ibid. 52). Ebenso ist die floristische Ähnlichkeit der englischen, belgischen, bayerischen, französischen und italienischen incl. libyschen und sicher auch weiterhin der ungarischen, jugoslawischen und anderen Regenwälder zu dieser Zeit zu sehen.

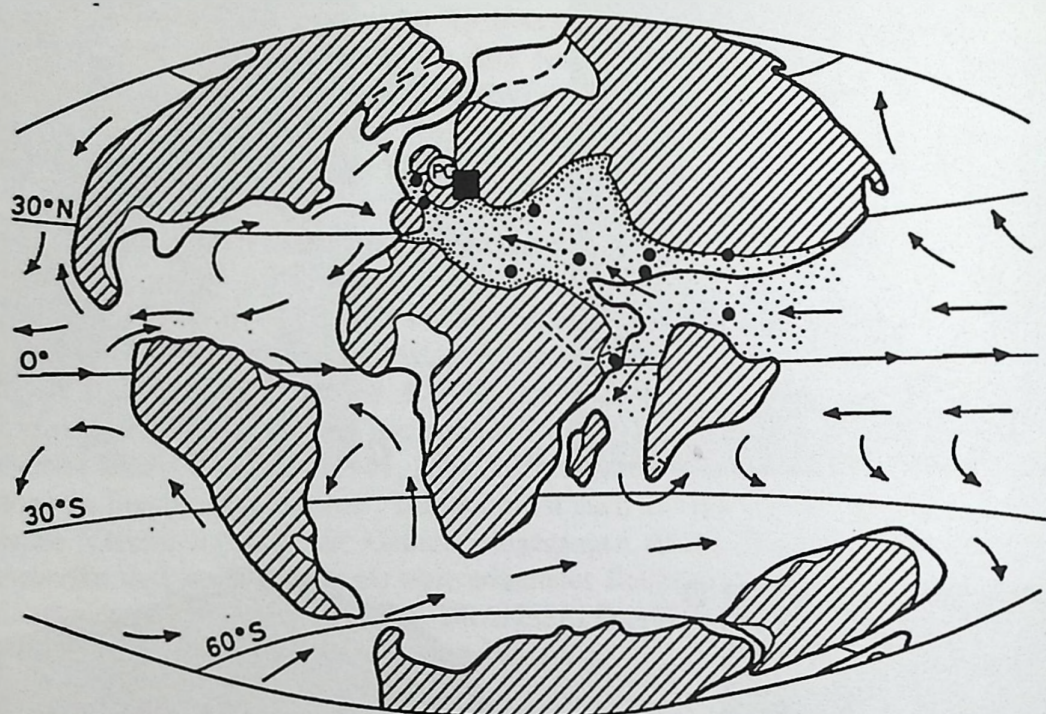


Abb. 3: Land- und Wasserverteilung auf der Erde im Eozän mit Angabe der fossilen Vorkommen von *Posidonia* (P) und *Cymodocea* (C), sowie der auf Seegräsern wachsenden *Orbitolites*-Foraminiferen (Punkte). Das schwarze Viereck bezeichnet die Region Hallthurm, Kirchberg, Neukirchen und Kressenberg mit eozänen Ablagerungen.

4.3 Paläoambiente und Paläoklima

Die Rekonstruktion des Paläoenvironments am Eisenrichterstein während des Unter-Priabon (nach DARGA 1992:Abb.3) wird hier um die Seegraswiesen und den Küstenwald ergänzt. Durch den Fund der *Nipa*-Frucht bedingt, kann man von einer möglichen *Nipa*-Mangrove ausgehen, die wiederum einen tropischen Hinterland-Regenwald postulieren lässt (vgl. *Oncoba*, Palmen u.a., auch Abb. 2).

Die vorher genannten Diasporen (Paläophytocrene, *Oncoba*, Palmenfrucht) sind zwar älter (Lutet, Unter-Eozän) als die in den obereozänen Eisenrichterstein-Sedimenten, diese Pflanzen dürften aber sehr konservativ im gesamten Eozän vorhanden gewesen sein, wie wir aus vergleichbaren Fundorten wissen (England, Belgien, Nord-Afrika).

Alle Typen gehören eindeutig phytosoziologisch zur vorher genannten *Nypa*-Mangrove und stammen aus dem benachbarten Hinterlandwald, der im Umkreis von Hunderten von Kilometern gewesen sein dürfte – immer im Vergleich mit rezenten Gegebenheiten.

Eine kleine Liste von Taxa aus der indischen Mangrove von heute soll das Gesagte erläutern (nach CHAMPION & SETH 1968: 162-166)

Phoenix paludosa und *Nypa fruticans* als Vertreter der „brackish water mixed forests“, der „tidal swamp forests“ und der „palm swamps“.

Avicennia, *Ceriops*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Brugiera*, *Excoecaria* u.a sind am Eisenrichterstein nicht vorhanden, da sie zur echten Mangrove gehören, also zu den typischen „mangrove scrubs and forests“. Vertreter dieser Formen sind vor allem im englischen Paläogen vertreten und belegen so die Mangrove im eigentlichen Sinne.

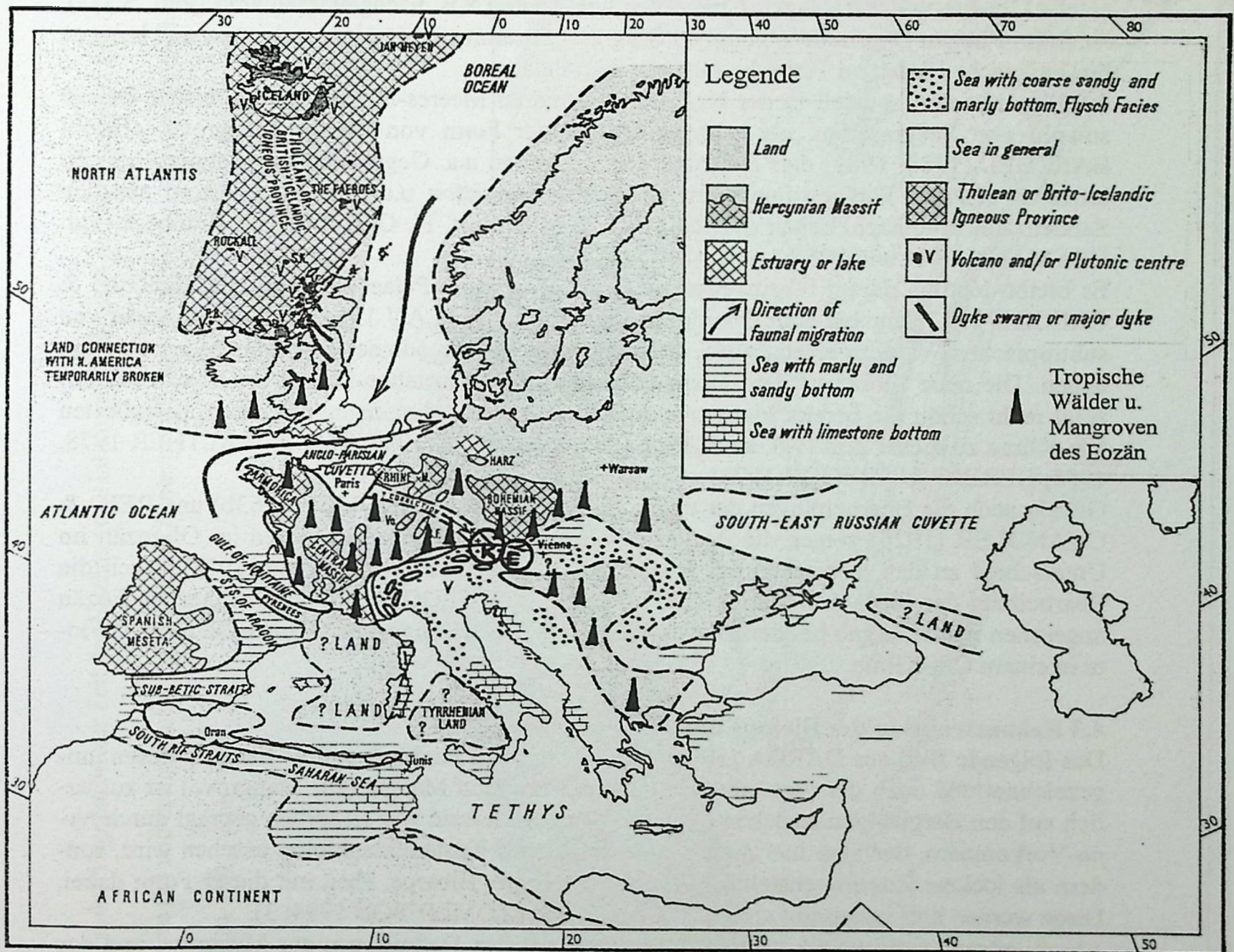


Abb. 4: Europa-Karte mit Land-Meer-Verteilung zur Zeit des Paläogens bis zum Mittel-Eozän (nach WILLS 1968, Pl. XVIII) mit Angabe des Kressenberger Gebietes (K) und des Eisenrichtersteins (E) mit *Posidonia*-Resten (im Kreis). Die eozäne Landvegetation (incl. Mangrove) in Europa ist durch schwarze Dreiecke gekennzeichnet.

Diese Form der Vegetation war im Alttertiär Europas und Afrikas weit verbreitet (vgl. auch GREGOR & HAGN 1982, Text-fig. 3 und TRALAU 1964, maps 1,2)

Da wir auch aus dem Eozän von Verona und Bolca sowie vom Monte Promina eine reiche Flora haben (vgl. z.B. HEER 1859: 275-280, BUTZMANN 2000), die rein tropische Verhältnisse zeigt, können wir trotz einer etwas nördlicheren Lage ebenfalls von einem tropischen Klima ausgehen, gestützt durch TRALAU (1964) Karte der Mangrove- und des Nipa-Vorkommens. Besonders im englischen Eozän gibt es überaus reiche Floren tropischen Charakters, die zum Vergleich ideal geeignet sind (CHANDLER 1962, 1963a, 1964, 1978, REID & CHANDLER 1933) und eine eindeutige Rekonstruktion des „Standortes“ Hallthurn erlauben. DARGA hat (1992: 35) schon ganz richtig auf das tropische Klima der Gegend um den Eisenrichterstein hingewiesen, belegt vor allem durch Korallen und Mollusken.

Ergänzend sind natürlich auch die untermeerischen Algenwiesen zu nennen, wie sie durch solche Objekte und auch durch Crustaceen wie *Xantho* z.B. nachgewiesen sind (ibid. S. 23). Auch im Pliozän Oberitaliens kommen Seegräser zusammen mit Algenresten vor und belegen diese typische Fazies im Tethysbereich seit dem Paläogen.

Im Oligozän und speziell in der bayerischen Unteren Meeres-Molasse fehlen bisher Belege sowohl von Seegrasarten, als auch zu irgendeiner Form von Mangal-Mangrove, obwohl BARTHEL (1986, 1989) dies aufgrund der Mollusken u.a. Gegebenheiten postuliert hat. Zu letzteren gehören Fehlbestimmungen wie *Rhizophoroxylon* u.a. Mangrovehölzern aus den Sanden von Prambachkirchen (freundl. mündl. Mitt. Prof. H. GOTTWALD, Reinbeck, vgl. HOFMANN 1944 und 1952).

Es bleibt deutlich darauf hinzuweisen, dass die Mangal im Palaeogen (vgl. z.B. HERBIG & GREGOR 1992) nur bis zum Obereozän vorkommt (TRALAU 1964) und im Oligozän von subtropischen Wäldern ersetzt wird, die nicht mehr mit irgendeiner Form des Mangal zu tun haben. Die neue Flora aus dem Unter-Oligozän von Hochstetten-Dhaun (UHL et al. 2002) zeigt recht schön die bereits Mangrove ausschließenden Bedingungen mit einem postulierten Cfa-Klima zu dieser Zeit (vgl. auch MAI 1987, 1989, 1995, 1997, MAI & WALTHER 1978, 1985, HERBIG & GREGOR 1992).

Gerade auch die Bearbeitungen der englischen Fachleute CHANDLER (1963b) und REID & CHANDLER (1926) zeigen die Andersartigkeit der mesophytischen Floren im Oligozän im Unterschied zu den tropischen des Eozän (vgl. CHANDLER 1962, 1964, 1978). Auch die Bearbeitung der Flora von Häring (BUTZMANN & GREGOR 2002), die früher als Eozän angesehen wurde, ergab bei der Revision eine wohl „mitteloligozäne“ (Unter-Oligozän?) Flora in einem Cfa-Klima.

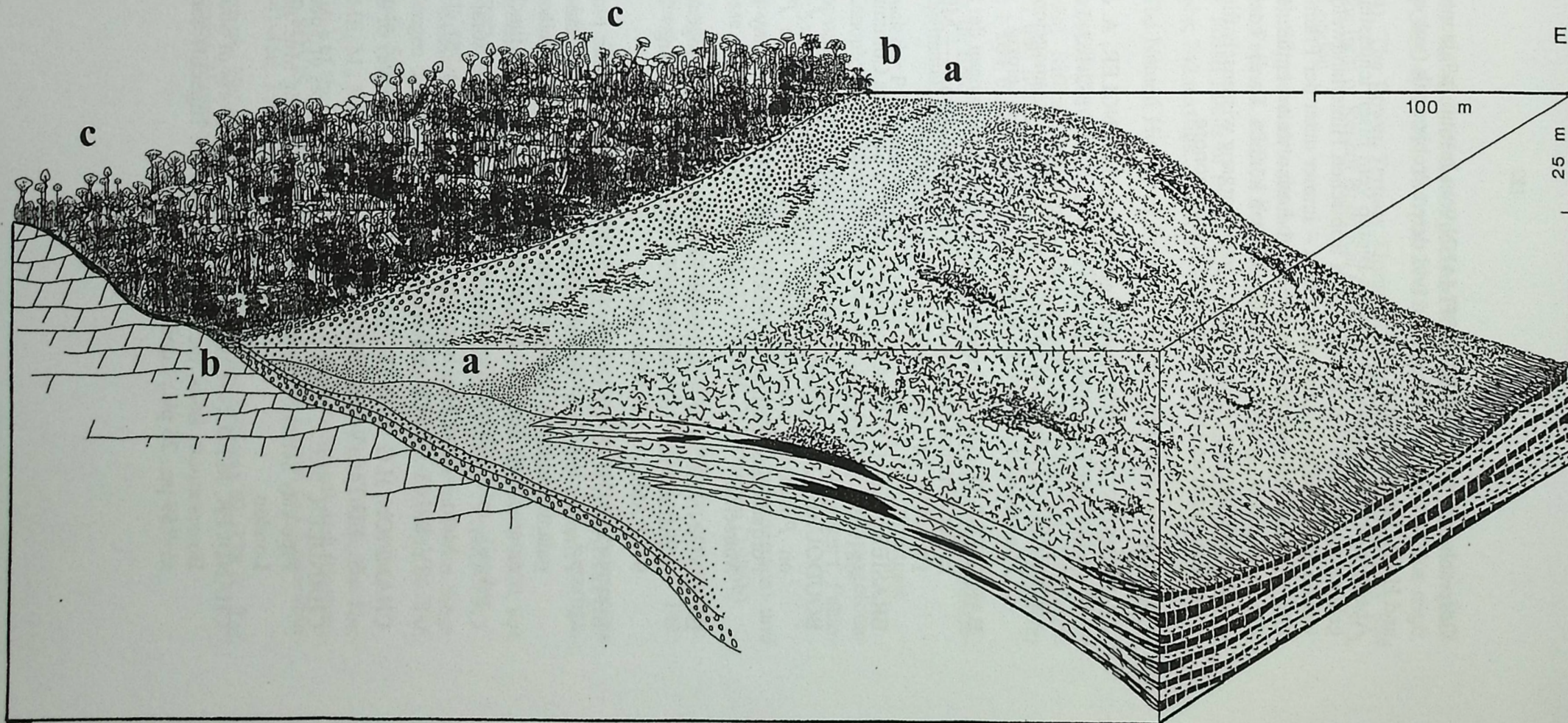
4.3 Rekonstruktion des Biotops und der Vegetation

Das folgende Bild aus DARGA (1992, Abb.3) wurde im Hinblick auf die Seegraswiesen umgezeichnet und auch der vermutete Hinterland-Wald zum Mangal (zur Mangrove) ist zusätzlich auf den Berghängen zu sehen (Abb. 5). Der Küstenwald war sicherlich geprägt durch *Nyssa*-Vorkommen, das aber hier nicht als geschlossenes Küstenlinienbiotop gesehen wird, sondern als lockere Zusammenstellung diverser tropischer Biotope, eben mit dieser Form dabei. Diese werden hier insgesamt als Mangal bezeichnet (TOMLINSON 1994: 3).

Abschließend wird auf die wichtigste Literatur mit den Definitionen zur Mangrove und des Mangals hingewiesen: TOMLINSON 1994, HOGARTH 1999.

Eine eingehende Arbeit über die fossile Mangrove und ihr Fehlen im Oligozän und in jüngeren Sedimenten ist in Vorbereitung durch den Autor, da verschiedentlich Daten auftreten, die im Oligozän noch eine Mangrove vermuten lassen könnten (BARTHELT 1989). Dabei muß es sich aber aus floristischen Gründen entweder um einen Reliktstandort oder um einen allochthonen Input aus der Gegend handeln, was besonders leicht mit Pollen geht.

Abb. 5: Rekonstruktion der Vegetation zur Zeit des Eozäns von Hallthurm. Man sieht den Seegrasgürtel (a), die im Flut- und Flußbereich liegende *Nipa*-Mangrove (b) und den postulierten tropischen Hintergrundwald mit *Oncoba*, *Palaeophytocrene* u.a. (c) –
(verändert nach DARGA 1992: Abb. 3).



Gespräche mit Kollegin CH. HOFMANN vom Institut f. Paläontologie der Univ. Wien bestätigen solche fossilen Vorkommen und deren Problematik (vgl. auch HOFMANN et al. 2002 und HARZHAUSER et al. 2002).

Abschließend kann also das Seegras-Biotop vom Eisenrichterstein mit einer Flora in der Umgebung kombiniert werden, die einen tropischen Hinterlandwald bzw. sogar evtl. ein Brackwasser-Sumpfwald rekonstruieren lässt – immer unter der Prämisse, dass ältere Funde in das Ober-Eozän hineinprojiziert werden und ebenso weiter entfernte Floren als reiches Ebenbild der bayerischen „armen“ Verhältnisse gelten können. Da die eozänen Floren Europas einigermaßen bekannt und reich sind, ist dieser Vorgang wissenschaftlich als korrekt zu bezeichnen – natürlich auch im Hinblick auf eine Thanatozönose.

Literatur

- ASCHERSON, P. (1889): Potamogetonaceae, in: ENGLER, A. & PRANTL, K.: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Teil II, 1: 194-214, Fig. 152-163, Leipzig
- ASCHERSON, P. & GRAEBNER, P. (1907): IV,II Potamogetonaceae, in: ENGLER, A.: Das Pflanzenreich, S.184 S., 36 Fig., W. Engelmann, Leipzig
- BARTHELT, D. (1989): Faziesanalyse und Untersuchungen der Sedimentationsmechanismen in der Unteren Brackwasser-Molasse Oberbayerns. — Münchner Geowiss. Abh., (A), 17: 1-118, 14 Abb., 13 Tab., 14 Taf.; München
- BRASIER, M.D. (1975): An outline History of Seagrass Communities.- *Palaeontology*, 18, 4: 681-702, 10 figs., London
- BOUDOURESQUE, CH.-F., GRISSAC, A.J.de & OLIVIER, J. (1984) : Internat. Workshop on *Posidonia oceanica* Beds (1st Int. Workshop on *Posidonia oceanica* Beds in Porquerolles, France, 12-15.Oct. 1983).- 454 pp., many figs., Publ. G.I.S. Posidonie, Marseille
- BUTZMANN, R. (2000): Kritische Bemerkungen zur paläogenen Flora des Monte Promina (Kroatien) aus der Sammlung A. Wetzler in Günzburg.- *Documenta naturae*, 132: 65-91, 1 Abb., 5 Taf., München
- BUTZMANN, R. & GREGOR, H.-J. (2002): Die oligozäne Flora von Bad Häring (Tirol) – Pflanzen aus den Bitumenmergeln und deren phytostatigraphisch-paläoökologisch-paläoklimatische Interpretation (Coll. Inst. Geol. Paläont. Innsbruck).- *Documenta naturae*, 140, Teil 1: 1-117, 6 Abb., 12 Tab., 25 Taf., München
- CAVARA, F. (1886/7): Sullo flora fossile di Mongardino, studi stratigrafici e paleontologici. - Mem. Accad. Sci. Inst. Bologna, Ser. IV, 7: 701-751, Taf. 1-3, Bologna (1886), ser. IV, 8: 145-159, Taf. 4-6, Bologna (1887)
- CHAMPION, H.G. & SETH, S.K. (1968): A revised survey of the forest types of India. - 402 S., 102 Taf., Verlag; Delhi.
- CHANDLER, M.E.J. (1962): The Lower Tertiary Floras of Southern England. 2. Flora of the Pipe-clay Series of Dorset (Lower Bagshot). - *Brit. Mus. natur.Hist.*, xi+176 pp., 29 pls., London
- CHANDLER, M.E.J. (1963a): The Lower Tertiary Floras of Southern England. 3. Flora of the Bournemouth Beds, the Boscombe, and the Highcliff Sands. - *Brit. Mus. natur. Hist.*, xi+169 pp., 25 pls., London

- CHANDLER, M.E.J. (1963b): Revision of the Oligocene Floras of the Isle of Wight. - Bull. brit. Mus. natur. Hist., Geol. 6, 3 : 321-384, pls. 27-35, London
- CHANDLER, M.E.J. (1964): The Lower Tertiary Floras of England. IV. A Summary and survey of findings in the light of Recent Botanical Observations. - Brit. Mus. (Nat.Hist.), 151 p., 4 pls., 6 figs., London
- CHANDLER, M.E.J. (1978): Supplement to the Lower Tertiary Floras of Southern England, part. 5. - Tert. Res. Spec.Paper, 4, 47 S., 6 Textfig., 20 Taf., London
- COLLINSON, M.E. (1983): Fossil Plants of the London Clay. - Palaeont.Ass.Field Guide to Fossils, 1:121 pp., 3 tabs, 242 textfigs., London
- CORNER, F.J.H. (1966): The Natural History of Palms. - 393pp., 133 figs., Weidenfeld & Nicolson, London
- DARGA, R. (1992): Geologie, Paläontologie und Palökologie der südöstbayerischen unterpriabonen (Ober-Eozän) Riffkalkvorkommen des Eisenrichtersteins bei Hallthurm (Nördliche Kalkalpen) und des Kirchbergs bei Neubeuern (Helvetikum).- Münchner Geowiss. Abh., A, 23: 1-166, 6 Abb., 22 Taf., München
- DRUDE, O. (1889): Palmae, In: ENGLER, A. & PRANTL, K.: Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2, 3: 1-93, W. Engelmann; Leipzig
- DRUDE, O. (1890): Handbuch der Pflanzengeographie. - 582 S., 4 Ktn., 3 Abb., Stuttgart
- GREGOR, H.-J. (1986): Känophytische Rhizome (speziell Angiospermae - Potamogetonaceae) und deren Biotopverhältnisse. - Unveröff. Ber. Tagung d. Arbeitskreises f. Paläobot. und Palyn. v. 3.4.-5.4. in Münster 1986, S. 7; Münster (1986a)
- GREGOR, H.-J. (1986): Rezente und känophytische Rhizome (speziell Angiospermen) und deren Biotopverhältnisse. - Documenta naturae, 33: 17-19, Taf. 2; München (1986b)
- GREGOR, H.-J. (1991): Ein neues fossiles Seegras - *Posidocea frickhingeri* nov. gen. et spec. im Paläogen Oberitaliens (Verona). - Documenta naturae, 65: 1-11, 4 Abb., 3 Taf.; München
- GREGOR, H.-J. & HAGN, H. (1982): Fossil fructifications from the Cretaceous-Palaeocene boundary of SW-Egypt (Danian, Bir Abu Munquar). - Tert. Res., 4: 121-147, 3 textfigs., 4 pl.; Leiden
- GUPPY, H.B. (1906): Observations of a Naturalist in the Pacific between 1896 and 1899, vol. II: Plant-dispersal.- I-XXVI, 627 pp., 4 figs., 5 maps, Macmillan & Co. Lim., London
- HAGN, H., DARGA, R. & SCHMID, R. (1992): Erdgeschichte und Umwelt im Raum Siegsdorf - Fossilien als Zeugen der geologischen Vergangenheit.-241 S., 20 Abb., 80 Taf., Eigenverlag d. Gemeinde, Siegsdorf
- HARZHAUSER, M., BÖHME, M., MANDIC, O. & HOFMANN, CH.-CH. (2002): The Karpatian (Late Burdigalian) of the Korneuburg basin - A Palaeoecological and Biostratigraphical Synthesis. in SOVIS, W. & SCHMID, B. (Hrsg.) Das Karpat des Korneuburger Beckens, Teil 2: 441-456, 7 Abb., 1 Tab., Wien
- HEER, O., (1859): Flora tertiaria Helvetiae - Die tertiäre Flora der Schweiz III, 378 S., Taf. 101-155, J. Wuster-Comp., Winterthur

- HERBIG, H. G. & GREGOR, H.-J. (1992): The mangrove-forming palm *Nypa* from the early Paleogene of Southern Morocco - Paleoenvironment and paleoclimate. - Geol. Medit., **XVII**; 2: 123-137, 4 figs., 2 pls.
- HOFMANN, E. (1944): Pflanzenreste aus den Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau, I. Teil.- Palaeontographica, Abt. B, **88**: 1-86, 11 Taf.
- HOFMANN, E. (1952): Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberösterreich, II. Teil. Palaeontographica, Abt. B., **92**: 122-183, 5 Taf.
- HOFMANN, CH.-CH., ZETTER, R. & DRAXLER, I. (2002): Pollen und Sporenvergesellschaftungen aus dem Karpatium des Korneuburger Beckens (Niederösterreich). in SOVIS, W. & SCHMID, B. (Hrsg.) Das Karpat des Korneuburger Beckens, Teil 2: 17-44, 1 Abb., 3 Tab., 6 Taf., Wien
- HOGARTH, P. J. (1999): The Biology of Mangroves.-228 pp., many figs. and tabs., Oxford Univ. Press, Oxford
- KOCH, E. (1972a): Fossil Picroidendron fruit from the upper Danian of Nugssuaq, West Greenland. - Meddr.Gronland, **193**, 3: 32 S., 24 Taf., 11 Fig., Kobenhavn.
- KOCH, E. (1972b): Coryphoid Palm Fruits and Seeds from the Danian of Nugssuaq, West Greenland. - Meddr.Gronland, **193**, 4: 1-38, 18 Taf., 10 Fig., Kobenhavn.
- 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 Park County, Florida (USA). - Aquatic Botany, **20**: 121-129, 6 Fig., Amsterdam
- MAI, D.H. (1987): Neue Früchte und Samen aus paläozänen Ablagerungen Mitteleuropas.- Feddes Rep., **98**, 3-4: 197-229, Berlin
- MAI, D.H. (1989): Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. - Pl. Syst. Evol., **162**: 79-91, 3 Fig., Springer Verl.; Wien
- MAI, D.H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas - Methoden und Ergebnisse. - 691 S., 257 Abb., 14 Taf., 23 Tab., G. Fischer Verl., Jena
- MAI, D.H. (1997): Die oligozänen Floren am Nordrand der Sächsischen Lausitz.- Palaeontographica, B, **244**, 1-6: 1-24, Stuttgart
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). -- Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **28**: 1-200, 50 Taf; Dresden
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1985): Die obereozänen Floren des Weißelster-Beckens und seiner Randgebiete. - Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden, **33**: 220 S., 40 Taf., 3 Abb., 13 Bilder; Dresden
- POTTIER, J. (1934): Contribution a l'etude de development de la racine de la Tige et de la feuille des Phanerogames Angiospermes - Les Monocotyledones marines Mediterraneennes *Ruppia maritima* L., *Cymodocea nodosa* (UCRIA) ASCH. et *Posidonia oceanica* (L.) DELILLE.- 125 S., LII Taf., Impr. Jacques et Demontrond, Besancon
- REID, E.M. & CHANDLER, M.E.J. (1926): The Bembridge Flora. Catalogue of Cainozoic Plants in the Department of Geology, I. - Brit.Mus.natur.Hist., **VIII**+206 S., 12 Taf., London

- REID, E.M. & CHANDLER, M.E.J. (1933): The Flora of the London Clay. - Brit.Mus.natur.Hist., viii+561 pp., 33 pls., London.
- RUGGIERI, G. (1951): Segnalazione di frutti fossili de „*Cymodocea major*“.- Giorn. Geol., 2. ser., 20: 141-146, Bologna
- SCHMALHAUSEN, J. (1883): Beiträge zur Tertiärflora Süd-West-Russlands. - Palaeont. Abh. I, 4: 1-53, 14 Taf., Berlin.
- STOCKMANS, F. (1936): Vegetaux Eocenes des Environs de Bruxelles.- Mem. Mus. Roy. d'Hist. Nat. Belgique, 76: 1-56, 27 Figs., 3 Pls., Bruxelles
- TICHY, G. (1980): Über das Auftreten von Icacinaceen-Früchten aus dem Eozän von St. Pankraz bei Salzburg und dem Kressenberg in Oberbayern.- Verh. Geol. B.-A., (1979), 79, 3: 415-421, 1 Taf., Wien
- TOMLINSON, P.B. (1994): The Botany of Mangroves.- 419 pp., many figs. and tabs., Cambridge Tropical Biology Series, Cambridge Univ. Press, Cambridge, USA
- TRALAU, H. (1964): The genus NYPA v.WURMB. - K. Svenska Vetensk. Akad.Handl., Fjärde Serien, Bd. 10, 1, 29 pp., 5 pls., Uppsala
- UHL, N. W. & DRANSFIELD, J. (1987): Genera Palmarum.- 610 pp., 194 figs., 81 pls., Bailey Hortorium & The internat. Palm Soc., Allen Press, Lawrence, Kansas, USA. - ISBN 0-935868-30-5
- UHL, D., WALTHER, H. & KRINGS, M. (2002): The Palaeogene flora of Hochstetten-Dhaun (Nahe area, Rhineland,-Palatinate, SW-Germany).- Feddes Rep., 113, 7-8: 477-491, 4 pls., Berlin
- 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. (1966): Die Erhaltung vergänglicher Organismen durch Abformung infolge Inkrustation durch sessile Tiere. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 125: 401-422, Stuttgart
- VOIGT, E. (1981): Upper Cretaceous Bryozoan-Seagrass Association in the Maastrichtian of the Netherlands, in: Recent and fossil Bryozoa (G.P. LARWOOD & Cl. NIELSEN OLSEN & OLSEN eds.) 281-298, 5 figs., 1 tab., Fredensborg, Denmark
- VOIGT, E. & DOMKE, W. (1955): *Thalassiocharis bosqueti* DEBEY ex MIQUEL, ein strukturell erhaltenes Seegras aus der holländischen Kreide. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 24: 87-102, Taf. 4-9, 3 Abb., Hamburg
- WILLS, L.H. (1968): A Palaeogeographical Atlas of the British Isles and adjacent parts of Europe. - 64 S., 22 Taf., London, repr. 1968.

Tafeln

Tafel 1

Das gesamte fossile Material befindet sich in der Paläobotanischen Abteilung des Naturmuseums Augsburg (Im Thäle 3, D-86152 Augsburg) unter der Inventarnummer 434, 1882 (2003)

Fig. 1-6: *Posidonia parisiensis* (DESM.) FRITEL aus dem Unter-Priabon (Ober-Eozän) von Hallthurm bei Reichenhall (Nördliche Kalkalpen)

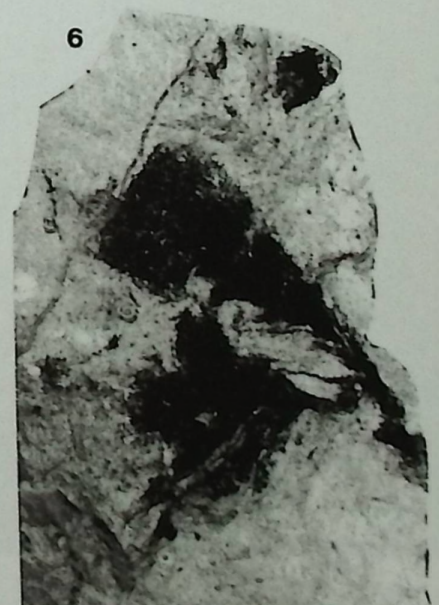
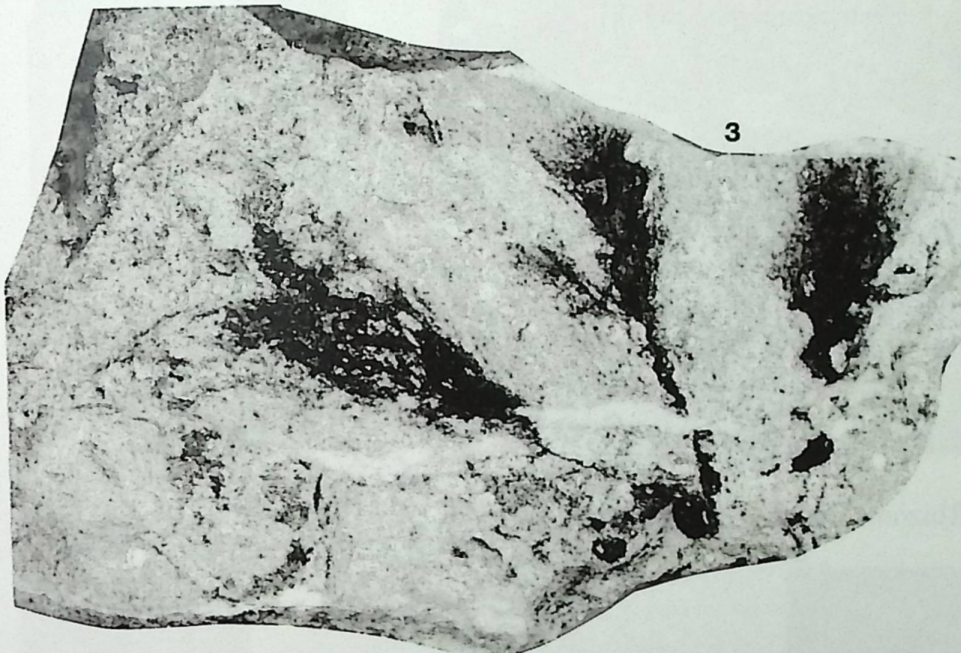
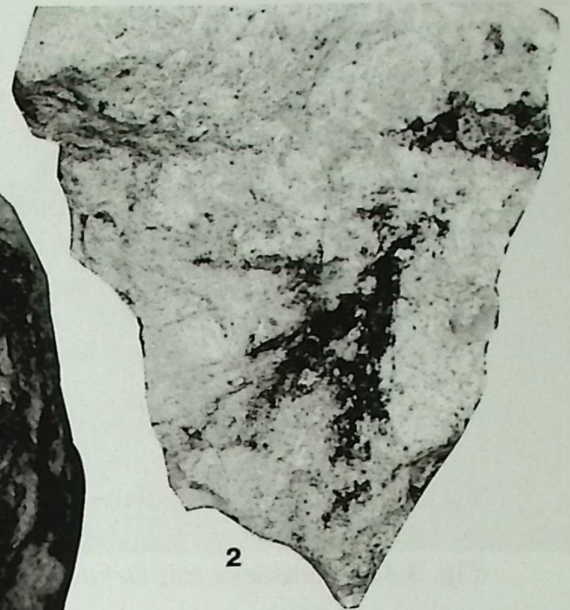
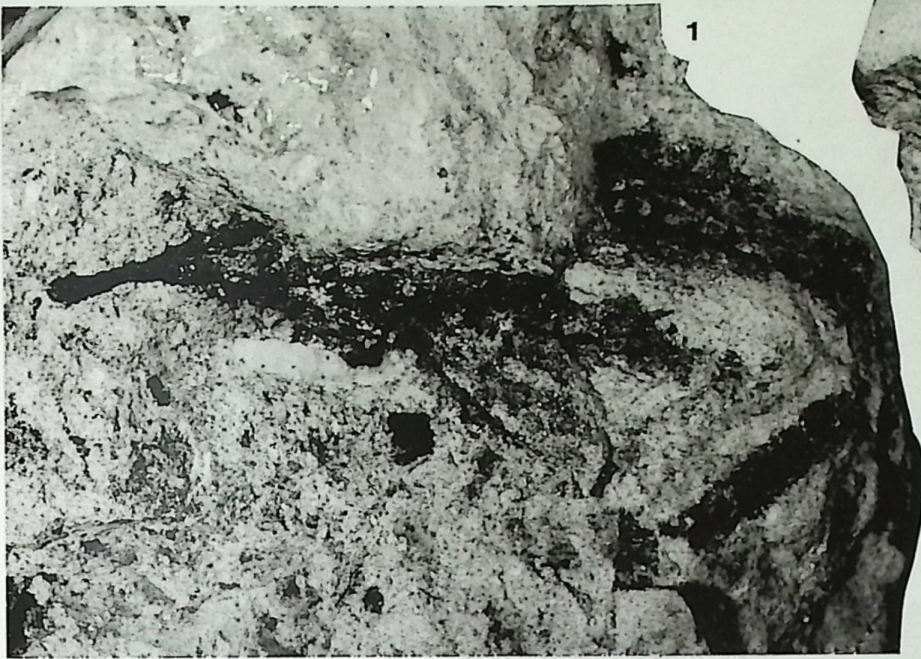
Fig. 1: deutliche mehrfache Büschel und Blattreste (434a)

Fig. 2: kleine Reste (434b)

Fig. 3,4: Positiv und Negativplatte aus Kalk mit größeren Büscheln, möglicherweise fast noch im Zusammenhang (434c)

Fig.5: Einzelbüschel (434d)

Fig. 6: undeutlich erhaltene Büschel (434e)



Tafel 2

Das gesamte fossile Material befindet sich in der Paläobotanischen Abteilung des Naturmuseums Augsburg (Im Thäle 3, D-86152 Augsburg) unter der Inventarnummer 434, 1882 (2003)

Fig. 1 - 4: *Posidonia parisiensis* (DESM.) FRITEL aus dem Unter-Priabon (Ober-Eozän) von Hallthurm bei Reichenhall (Nördliche Kalkalpen)

Fig. 1: deutliche zerfledderte Büschel (434f)

Fig. 2: deutliche Blattbasenbüschel (434g)

Fig. 3,4: Handstücke mit *Orbitolites complanatus* LAMARCK (434h)

Fig. 3: isolierte Foraminifere im Sediment mit schwärzlichem Pflanzenhäcksel (434i)

Fig. 4: Foraminifere und Seegrasreste zusammen (434k)

Rezentes Material nicht inventarisiert.

Fig.5-7: Rezente *Posidonia oceanica* (L.) DELILLE aus dem Mittelmeer (Griechenland, Rafina bei Pikermi, Athen)

Fig. 5: Küstensaum mit Teppich abgerollter Posidonia-Reste

Fig. 6: Rhizomteil und Blattbasen mit Blattscheiden

Fig. 7: Einzelbüschel eines Rhizoms mit aufgefledderten Fasern

