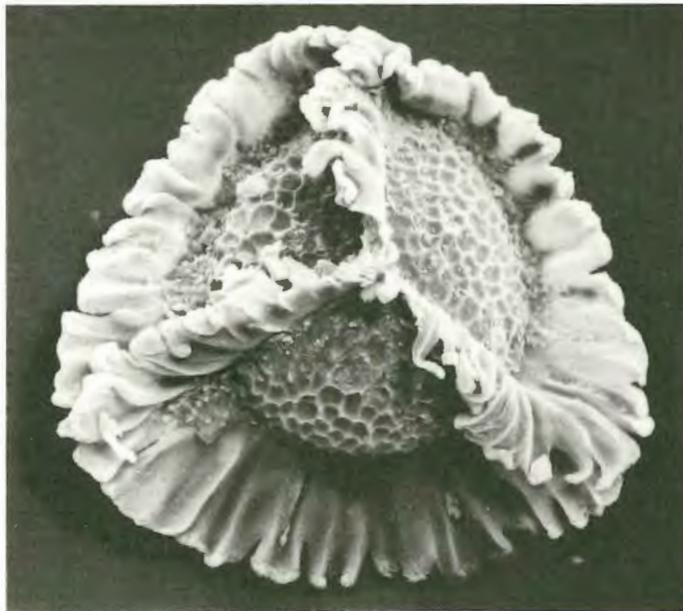


Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 1



HANS KAMPMANN



Mikrofossilien,
Hölzer, Zapfen und
Pflanzenreste
aus der
unterkretazischen
Sauriergrube bei
Brilon - Nehden.

Beitrag zur Deutung
des Vegetationsbildes
zur Zeit der Kreidesaurier
in Westfalen.

Hinweise für Autoren

In der Schriftenreihe **Geologie und Paläontologie in Westfalen** werden geowissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, die den Raum Westfalen betreffen.

Druckfertige Manuskripte sind an die Schriftleitung zu schicken.

Aufbau des Manuskriptes

1. Titel kurz und bezeichnend.
2. Klare Gliederung.
3. Zusammenfassung in Deutsch am Anfang der Arbeit.

Äußere Form

4. Manuskriptblätter einseitig und weitzeilig beschreiben; Maschinenschrift, Verbesserungen in Druckschrift.
5. Unter der Überschrift: Name des Autors (ausgeschrieben), Anzahl der Abbildungen, Tabellen und Tafeln; Anschrift des Autors auf der 1. Seite unten.
6. Literaturzitate im Text werden wie folgt ausgeführt: (AUTOR, Erscheinungsjahr: evtl. Seite) oder AUTOR (Erscheinungsjahr: evtl. Seite). Angeführte Schriften werden am Schluß der Arbeit geschlossen als Literaturverzeichnis nach den Autoren alphabetisch geordnet. Das Literaturverzeichnis ist nach folgendem Muster anzuordnen:

SIEGFRIED, P. (1959): Das Mammut von Ahlen (*Mammonteus primigenius* BLUMENB.). – Paläont. Z. 30, 3: 172 – 184, 3 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

WEGNER, T. (1926): Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. – 500 S., 1 Taf., 244 Abb.; Paderborn (Schöningh).

7. Schrifttypen im Text:
doppelt unterstrichen = **Fettdruck**.
einfach unterstrichen oder gesperrt = Sperrung.
Gattungs- und Artnamen unterschlängeln = *Kursivdruck*.
Autorennamen durch GROSSBUCHSTABEN wiedergeben.

Abbildungsvorlagen

8. In den Text eingefügte Bilddarstellungen sind Abbildungen (Abb. 2). Auf den Tafeln stehen Figuren (Taf. 3, Fig.2) oder Profile (Taf. 5, Profil 2).
9. Strichzeichnungen können auf Transparentpapier oder Photohochglanzpapier vorgelegt werden. Photographien müssen auf Hochglanzpapier abgezogen sein.

Korrekturen

10. Korrekturfahnen werden den Autoren einmalig zugestellt.
Korrekturen gegen das Manuskript gehen auf Rechnung des Autors.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Schriftleitung: Dr. Alfred Hendricks
Westfälisches Museum für Naturkunde
Sentruper Straße 285
4400 Münster

Geleitwort

Mit dem Inkrafttreten des Denkmalschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen am 1. Juli 1980 gelten erstmals auch Zeugnisse tierischen und pflanzlichen Lebens aus erdgeschichtlicher Zeit – also Fossilien – rechtlich als Bodendenkmäler.

Damit wurde der Landschaftsverband Westfalen-Lippe durch sein Westfälisches Museum für Archäologie – Amt für Bodendenkmalpflege – erstmals auch für die Fundbergung, Restaurierung, Erfassung, wissenschaftliche Untersuchung und Veröffentlichung der paläontologischen Bodendenkmäler verantwortlich.

Dieser Verpflichtung folgend hat der Landschaftsverband im Westfälischen Museum für Archäologie – Amt für Bodendenkmalpflege – ein eigenes Fachreferat „Paläontologische Bodendenkmalpflege“ eingerichtet.

Neben diesem Aufgabenzuwachs im Bereich der Bodendenkmalpflege gehört die naturkundliche Landesforschung durch das Westfälische Museum für Naturkunde traditionell zu den Aufgaben des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe. Zeugnis dieser Tätigkeit sind unter anderem zwei langjährige Publikationsreihen „Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde“ und „Natur und Heimat“, deren Schwerpunkt jedoch im Bereich der biologischen Landesforschung liegt.

Um verstärkt auch wissenschaftlich die westfälischen geologisch-paläontologischen Belange ins Bewußtsein der interessierten Öffentlichkeit zu bringen, ist eine neue Reihe **Geologie und Paläontologie in Westfalen** begründet worden, die gemeinsam vom Westfälischen Museum für Archäologie – Amt für Bodendenkmalpflege – und dem Westfälischen Museum für Naturkunde herausgegeben wird.

Mit dem vorliegenden Heft Nr. 1 „Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauriergrube bei Brilon-Nehden“ von Hans Kampmann wird ein Band vorgelegt, der nicht nur aufgrund der faszinierenden Fotos in der Öffentlichkeit auf großes Interesse stoßen wird. Ich hoffe, daß diese neue Reihe zu einem Sprachrohr für die Geologie und Paläontologie in Westfalen wird und mit dazu beiträgt, das Interesse hieran weiter zu vertiefen.

Josef Sudbrock
Landesrat

© 1983 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des LWL reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Geologie und Paläontologie in Westfalen

Heft 1

Herausgeber: Westfälisches Museum für Archäologie
– Amt für Bodendenkmalpflege –
und
Westfälisches Museum für Naturkunde

Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der
unterkretazischen Sauriergrube bei Brilon–Nehden.

Beitrag zur Deutung des Vegetationsbildes zur Zeit der
Kreidesaurier in Westfalen.

HANS KAMPMANN

Geol. Paläont. Westf.	1	146 S.	20 Abb. 1 Tab. 61 Taf.	Münster November 1983
--------------------------	----------	--------	------------------------------	--------------------------

Vorwort

In den Massenkalken des Sauerlandes, die Meeresriffen des Erdaltertums entstammen, haben sich später Spalten und Höhlen gebildet, deren manche von jüngeren Sedimenten erfüllt sind. Solche Hohlraumfüllungen, wie sie sich vor allem während der älteren Kreidezeit bildeten, ziehen als einzige geologische Zeugen der damals im Sauerland herrschenden Verhältnisse schon seit längerem die Aufmerksamkeit auf sich und haben bereits zu mehreren Abhandlungen darüber geführt. Doch erst die in einem inzwischen stillgelegten Steinbruch bei Brilon-Nehden angeschnittene Tonfüllung erwies sich als ein Fossilfundpunkt ersten Ranges, und zwar nach ersten Zufallsfunden privater Mineralien- und Fossilien Sammler durch eine Untersuchung seitens der Universität Marburg und, völlig unabhängig davon, durch Grabungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Münster 1979 – 1982. Es gelang, erstmalig für das Sauerland, ja für Deutschland überhaupt, Skelett-Teile kreidezeitlicher Großreptilien, darunter besonders den zu den Dinosauriern gehörenden, hier bis 8 m langen Iguanodonten, zu bergen, deren umfangreiches bisheriges Fundgut sich zusammen mit anderen Wirbeltierresten noch in Präparation und Bearbeitung befindet, in charakteristischen Beispielen im Heimatmuseum der Stadt Brilon aber bereits besichtigt werden kann.

Die Schichtflächen der weißlich-grauen fossilführenden Tone sind oft von schwarzen kohligem Pflanzenresten, sogenannten Häckseln, erfüllt, dessen Gehalt an Sporen schon in den vergangenen Jahren zur Datierung der Entstehungszeit des Füllsediments geführt hat.

Dieser pflanzliche Inhalt interessierte den für den Briloner Bereich zuständigen Forstdirektor Dr. Hans Kampmann, der den Ton an Ort und Stelle, unterstützt von der Aufmerksamkeit der auf Saurierknochen grabenden Präparatoren, intensiv zu durchmustern begann. Es fügte sich, daß zum häuslichen Studium unter dem Mikroskop die Möglichkeit zur Aufnahme des Materials mit dem Raster-Elektronenmikroskop des Instituts für Medizinische Physik der Universität Münster kam. Das Ergebnis liegt in diesem, ungewöhnlich reich illustrierten, 1. Band der Schriftenreihe **Geologie und Paläontologie in Westfalen** vor, der uns das Vegetationsbild eines Stücks Sauerland in Ufernähe eines Sees vor mehr als hundert Millionen Jahren anhand kleinstückeliger oder zerriebener Pflanzentrümmer von dennoch bemerkenswerter Strukturhaltung in wunderbaren Bildern vor Augen führt, wozu auch noch die Wiedergabe einiger ebensogut erhaltener tierischer Kleinreste tritt.

Herr Dr. Kampmann hat es sich nicht versagt, eine pflanzensoziologische Skizze des Nehdener Raums zu jener vergangenen Zeit mit subtropischem Klima zu entwerfen und sich auch über Ursachen und Bedingungen der Einlagerung des organischen Materials in das Höhlensediment begründete Vorstellungen zu machen.

Auch wenn manche Fragen allgemeiner und spezieller Art offen bleiben und wir noch lange kein endgültiges Bild besitzen, so liegt hier ein höchst wertvoller Beitrag zur Erforschung der terrestrischen Unterkreide Mitteleuropas und sicherlich eine der anschaulichsten und schönsten paläontologischen Abhandlungen aus Westfalen vor.

Prof. Dr. Helmut Hölder

Geol. Paläont. Westf.	1	146 S.	20 Abb. 1 Tab. 61 Taf.	Münster November 1983
--------------------------	----------	--------	------------------------------	--------------------------

Mikrofossilien, Hölzer, Zapfen und Pflanzenreste aus der unterkretazischen Sauriergrube bei Brilon–Nehden.

Beitrag zur Deutung des Vegetationsbildes zur Zeit der Kreidesaurier in Westfalen.

HANS KAMPMANN*

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einführung	8
1.1. Geologischer Überblick	8
1.2. Entdeckung der Fundstelle und bisherige Grabungen	9
2. Zielsetzung und Arbeitsmethode	10
2.1. Technische Hinweise zum Raster-Elektronenmikroskop	10
3. Höhlensediment	12
3.1. Entstehung des fossilführenden Tonvorkommens	12
3.2. Mineralogische Beschaffenheit	15
4. Fossilfunde	16
4.1. Pflanzliche Reste	16
4.2. Tierische Reste	120
5. Auswertung	142
5.1. Qualitative Analyse	142
5.2. Quantitative Analyse	143
6. Danksagung und Schlußbemerkung	144
7. Literatur	145

*Anschrift des Verfassers: Dr. Hans Kampmann, Sauerlandstraße 170,
3538 Marsberg 2 – Bredelar

1. Einführung

1.1. Geologischer Überblick

Im Devon lag Nordwest-Europa südlich des Äquators. Zu dieser Zeit bildete sich zwischen dem Old-Red-Kontinent im Norden und der Franko-alemannischen Insel im Süden die Variszische Geosynklinale. Aus ihr griff im Verlauf des Devons das Meer nach Norden und Süden über. Während des Mittel- und Oberdevons (vor etwa 360/350 Mio. Jahren) wurden mächtige marine Riff- und Riffschuttkalke abgelagert. Diese devonischen Ablagerungen wurden gemeinsam mit den Sedimenten des Karbons während der variszischen Gebirgsbildung gefaltet. Dabei wurde das Gebiet zum Festland und unterlag der Abtragung. Erst in der Unterkreide änderten sich die Verhältnisse grundlegend. Aus dem Niedersächsischen Becken transgredierte das Meer über Teile des Münsterländer Kreide-Beckens und hinterließ seine Sedimente. Im Cenoman drang das Meer weiter nach Süden vor und überflutete den nördlichen Bereich des Rheinischen Schiefergebirges. Die Meeresküste verlief – von Osten kommend – südlich von Brilon. Parallel des Ruhrtales verlief sie weiter nach Westen bis in den Raum Sundern – Balve – Iserlohn (HISS, 1982). Mit fortschreitender Kreide zog sich das Meer zurück und das Rheinische Schiefergebirge wurde wieder zum Festland. Im weiteren Verlauf der Erdgeschichte wurden weite Teile, sowohl des Rheinischen Schiefergebirges, als auch dessen Kreideüberdeckung abgetragen. So finden sich heute im südlichsten Ablagerungsraum keine marinen Sedimente der Kreide mehr. Das südlichste Vorkommen zusammenhängender, mariner Kreidesedimente findet sich etwa 15 km nördlich der ehemaligen Küstenlinie im Bereich der Möhne (Abb. 1). Aus dem Bereich südlich dieser Linie ist aber noch eine Vielzahl reliktscher Kreidesedimente bekannt (WIRTH, 1964; CLAUSEN, 1979). Bei diesen Relikten handelt es sich entweder um terrestrische Unterkreide oder marines Cenoman (MEIBURG, 1979).

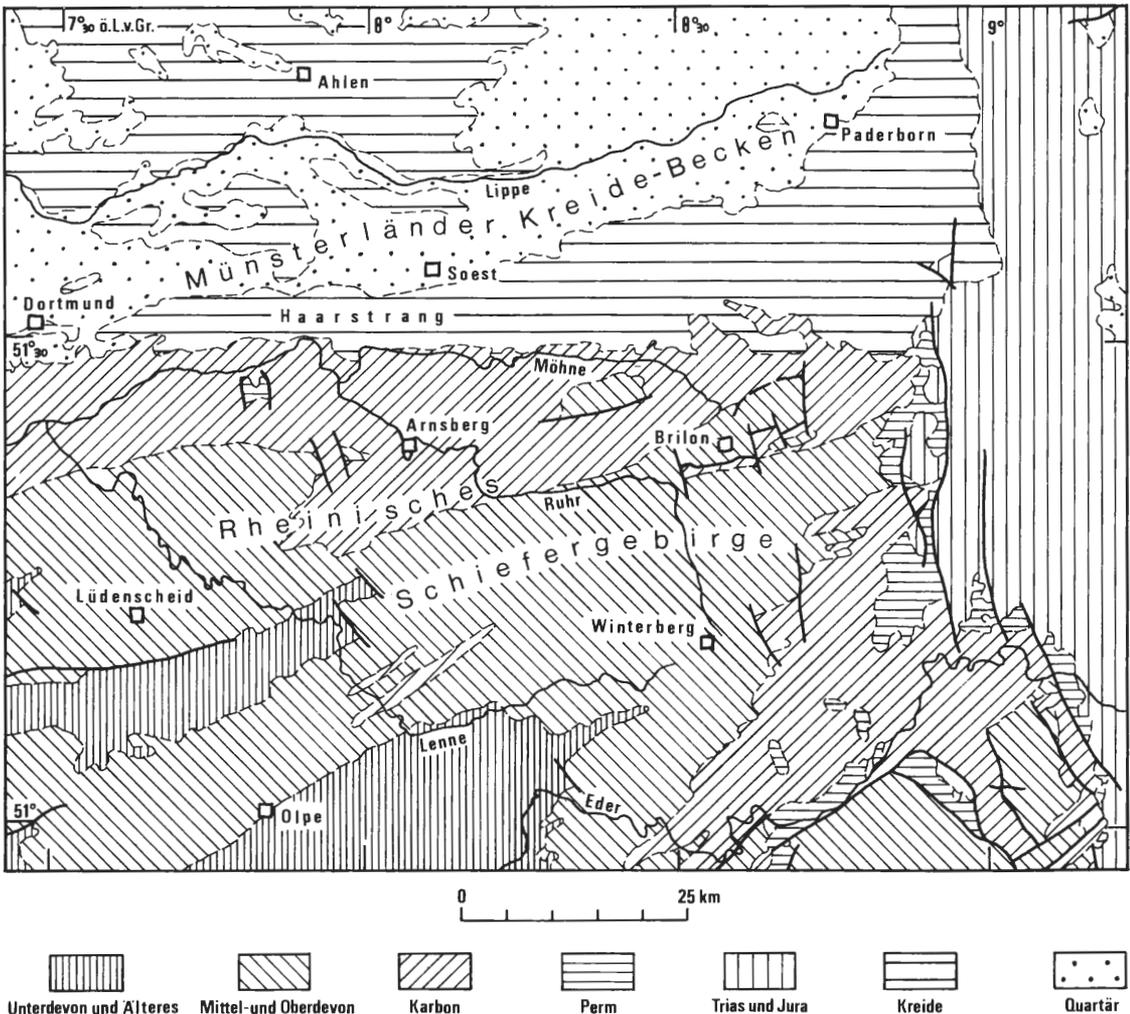


Abb. 1 Geologische Übersicht.

Bei der variszischen Gebirgsfaltung entstanden im Kalkstein Risse und Spalten, die in geologisch jüngerer Zeit (ab Jura, vor etwa 190 bis 170 Mio. Jahren) wieder reaktiviert wurden und sich dabei mit Kalkspat und Quarz („Suttroper Quarz“) anfüllten. Durch die nachfolgende starke Verkarstung entstanden innerhalb des Massenkalks und des Kalkspats größere Hohlräume, in denen zum Beispiel bei Nehden unterkretazische limnische Sedimente zur Ablagerung kamen. Der größte Teil der darin vorkommenden Sulfidmineralisation fand aber erst im Tertiär statt, als hydrothermale Lösungen mit 100 bis 150 °C auf dem Wege der Druckentlastung in das Sediment aufstiegen und dort auskristallisierten.

1.2. Entdeckung der Fundstelle und bisherige Grabungen

Im aufgelassenen Kalkspatbruch Henke im Sauerland bei Brilon-Nehden (TK 4517 ALME, R=3474490 H=5700020) ist beim Abbau des Kalzits eine mit limnischen Sedimenten ausgefüllte Karstspalte im devonischen Massenkalk des Briloner Sattels freigelegt worden. Mineraliensammler suchten darin nach Bleiglanz, Markasit, Pyrit und Zinkblende und fanden Knochenreste und einige pyritisierte Baumzapfen. Es stellte sich heraus, daß die Knochen Reste von pflanzenfressenden Sauriern der Gattung *Iguanodon* waren.

Seit 1979 ist das Geologisch-Paläontologische Institut der Universität Münster damit beschäftigt, die Grabgemeinschaft der Saurier mit Krokodilen und Schildkröten freizulegen und die Fundstücke für wissenschaftliche Untersuchungen zu präparieren.

Schon vier Jahre vor Beginn der Münsterschen Ausgrabungen wurde dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Marburg der Knochenfund eines Sammlers zur Bestimmung übergeben. Der zuständige Paläontologe Prof. Dr. HUCKRIEDE erkannte in diesem Stück einen Oberschenkelknochen von *Iguanodon*. Dieser wissenschaftlich interessante Fund wurde von ihm zum Anlaß genommen, die Fundstelle selbst genauer zu untersuchen und Materialproben zu nehmen. Als Prof. Dr. HUCKRIEDE bei der Auswertung der Proben auf gut erhaltene Megasporen stieß, bat er Frau Dr. GREBE vom Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen in Krefeld darum, ihrerseits Teile seiner Proben auf das Vorhandensein von Mikrosporen zu untersuchen.

Die Ergebnisse beider Wissenschaftler wurden in der Schriftenreihe „Geologica et Palaeontologica“ der Universität Marburg im August 1982 als zweiteilige Arbeit veröffentlicht.



Abb. 2: Steinbruch Henke bei Brilon-Nehden während der Grabungsaktion im Sommer 1982.

2. Zielsetzung und Arbeitsmethode

Unabhängig von den zuvor erwähnten Bearbeitungen des Nehden-Materials, hat sich der Autor dieser Veröffentlichung ebenfalls mit der Rekonstruktion des Vegetationsbildes zur Zeit der Sedimentation beschäftigt.

Seine Vorgehensweise dabei war jedoch teilweise eine andere. Im Gegensatz zu HUCKRIEDE (1982) und GREBE (1982) hatte der Autor Gelegenheit, die Mikrosporen im natürlichen Verband zu finden und (REM-)fotografisch festzuhalten. Dieses Verfahren hat den großen Vorteil, daß Mikrosporen unterschiedlicher Schrumpfungszustände (= Altersgrade) nicht irrtümlich verschiedenen Arten zugerechnet werden können, was bei isolat gefundenen Mikrosporen leicht geschehen kann. Eine sonst gängige Methode bei der Untersuchung fossiler Mikrosporen ist die Mazeration, bei der die Sporen mit Säuren und Laugen chemisch aufbereitet werden.

Der Autor hat die in Nehden entnommenen Materialproben gebrochen und die Bruchstellen lichtmikroskopisch abgesucht. Dabei kamen zum Teil vollständig erhaltene Sporangienstände, verklumpte Mikrosporenanhäufungen und zugehöriger Pflanzenhäcksel zu Tage. Die so gewonnenen Mikrofossilien wurden keiner weiteren Behandlung unterzogen, abgesehen davon, daß sie für die Elektronenstrahlen des Rasterelektronenmikroskopes mit Kohlen- oder Goldstaub leitfähig gemacht wurden.

Größere fossile Kleintier- und Pflanzenreste wie inkohlte oder pyritisierte Zapfen oder Holzstücke, Megasporen und Oogonien der Charophyten wurden durch Ausgießen im Schlämverfahren gewonnen. Bei der Aufbewahrung dieses Materials stellte sich heraus, daß die verkiesten Stücke sowohl pyritisiert als auch markasitisiert vorkommen. Beide Eisen-Schwefelverbindungen verwittern unter Einwirkung von Sauerstoff leicht zu Limonit und Schwefelsäure und zerfallen bei diesem Prozeß.

2.1. Technische Hinweise zum Raster-Elektronenmikroskop

Die meisten Bilder dieser Arbeit sind mit einem Raster-Elektronenmikroskop (PHILIPS SEM 505) aufgenommen worden. Gegenüber einem herkömmlichen Lichtmikroskop (Abb. 3) besitzt das Raster-Elektronenmikroskop (Abb. 4) eine viel größere Schärfentiefe* und ein höheres Auflösungsvermögen**. Durch die Schärfe über den ganzen abgebildeten Raum wirken die fotografischen Aufnahmen sehr plastisch und vermitteln dem Betrachter eine gute Vorstellung über den räumlichen Aufbau der Objekte (Abb. 5).

Die Bildentstehung im Raster-Elektronenmikroskop (REM) unterscheidet sich grundsätzlich von der im Lichtmikroskop. Im REM werden die Objektflächen von einem Elektronenstrahl zeilenweise abgetastet, wie es ähnlich bei der Fernsehaufnahme und -wiedergabe erfolgt. Dazu wird in einer luftleeren Säule ein feiner Elektronenstrahl erzeugt (der Primär-Elektronenstrahl) und durch ein magnetisches Ablenssystem zeilenweise über das Objekt geführt. Der Durchmesser des Elektronenstrahls kann soweit verkleinert werden, daß Strukturen von etwa 0,00001 mm noch abgebildet werden. Die Elektronen des Primärstrahles lösen beim Auftreffen auf das Objekt aus diesem die sogenannten Sekundärelektronen (SE) aus. Die Anzahl der ausgelösten SE ist dabei unter anderem abhängig vom Auftreffwinkel des Strahles auf die Probe. Die ausgelösten SE werden in einem Detektor gezählt und als Signal über mehrere verschiedene Stufen elektronisch verstärkt.

In einer kleinen Fernsehröhre läuft ein Bildstrahl synchron mit dem Elektronenstrahl, der das Objekt abtastet. Dieser Bildstrahl wird nun in seiner Intensität so gesteuert, daß er an Stellen, an denen im Objekt viele SE ausgelöst werden, heller leuchtet als an Stellen, an denen nur wenige SE ausgelöst werden. Das Bild auf der Fernsehröhre setzt sich also aus vielen unterschiedlichen hellen Punkten und aus vielen Zeilen zusammen.

Beim Auftreffen des Elektronenstrahles auf das Objekt werden auch Primärelektronen zurückgestreut. Diese Rückstreuielektronen (RE) können ebenfalls zur Abbildung verwendet werden. Die Rückstreuielektronen sprechen auf unterschiedliche Materialien des Präparates an, so daß sich z.B. die zu Kohle gewordenen Pflanzenreste dunkler vom umgebenden, heller wiedergegebenen Untergrund (Ton) abzeichnen. Die Rückstreuielektronen werden meistens über eigene Detektoren und Verstärkersysteme zur Ansteuerung der Bildröhre verwendet. Um das hohe Auflösungsvermögen des Elektronenstrahles auszunutzen, werden die foto-

* Schärfentiefe: Wird ein optisches System auf eine bestimmte Entfernung scharf eingestellt, so erscheinen Dinge, die etwas näher bzw. ferner liegen, ebenfalls noch scharf. Dieser Bereich wird Schärfentiefe oder auch Tiefenschärfe genannt.

** Auflösungsvermögen: Optische Systeme lösen mit steigender Vergrößerung immer dichter zusammenliegende Objektdetails in Einzeldetails auf. Dieses Auflösungsvermögen hat für jedes System physikalische Grenzen, die nicht überschritten werden können.

Abb.: 3
Lichtmikroskop
(Stereomikroskop).



Abb. 4:
Raster-Elektronen-
mikroskop (REM)
mit Probenkammer
(rechts).

Abb. 6:
Eine Probe wird für die Unter-
suchung im REM vorbereitet.

Abb. 5:
REM-Aufnahme
(Vergr. ca. 1000-fach).



grafischen Aufnahmen mit 1000 bis 2000 Zeilen aufgenommen. Die verschiedenen Vergrößerungen erzielt man durch Verkleinern oder Vergrößern der abzurasternden Felder auf dem Präparat.

Die hier untersuchten und abgebildeten Objekte mußten in ihrer Größe der Probenkammer des Mikroskopes angepaßt und in einigen Fällen getrocknet werden. Zur Handhabung im Mikroskop wurden die Objekte auf spezielle Probenhalter befestigt (Abb. 6). Da alle untersuchten Objekte elektrisch nichtleitend waren, wurden sie mit leitenden Oberflächenschichten aus Gold bzw. Kohle überzogen.

3. Höhlensediment

3.1. Entstehung des fossilführenden Tonvorkommens

Die einfachsten Erklärungen zur Entstehung dieser Lagerstätte, nämlich Verlandung eines Binnensees oder Einbruch des sedimentierten Binnenseebodens müssen von vornherein ausgeschlossen werden. Denn gegen diese Thesen spricht das Vorhandensein einer mehrere Meter starken massiven Decke aus devonischem Massenkalk. Die ursprüngliche Theorie von einem Einsturztrichter bot sich auf Grund der Tatsache an, daß die Randschichten des „Trichters“ schräg bis senkrecht zum Massenkalkboden und -dach stehen.

Der devonische Massenkalk des Briloner Sattels ist reich an Höhlenbildungen, die man sowohl auf tektonische Zerbrechung und Zerklüftung als auch auf die Auflösung des Kalksteines durch kohlen säureführende Wässer zurückführen kann. Der letztgenannte Prozeß führte durch erneute Auskristallisation zur Ausfüllung solcher Höhlen mit Kalzit und zur Bildung großer Kalkspatgänge im Briloner Massenkalk.

Eine dieser Höhlen (oder gar ein ganzes Karstwassersystem) ist mit limnischem Stillwassersediment verfüllt. Die horizontale Ausdehnung der pelitischen Schlottenführung ist im näheren Bereich des Kalzitbruches 1983 vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover* elektromagnetisch untersucht worden. Das Ergebnis dieser Messung ist auf das nebenstehende Luftbild (Abb. 7) übertragen worden und zeigt, daß die Nordsüdbegrenzung der Schlottenführung nicht bekannt ist. Ebenso unbekannt ist zur Zeit noch die Mächtigkeit der Sedimente. Ein auf die geophysikalischen Strukturen ausgerichtetes Bohrprogramm würde weitere Erkenntnisse über Mächtigkeit, Tiefe und Genese der Schlottenfüllung bringen. Ein solches Bohrprogramm ist noch für den Herbst 1983 vorgesehen.

* Ich danke dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover für die Durchführung der Untersuchung und dem Geologisch-Paläontologischen Institut Münster und dem Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen in Krefeld für die Unterstützung bei der Planung.

→

Abb. 7: Luftbildaufnahme mit vermuteter Ausdehnung des Tonvorkommens; 1 : 5000 (Freigegeben durch das Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen unter der Nummer 313/83).



Die Entstehung des fossilführenden Tonvorkommens in Nehden kann wie folgt erklärt werden:

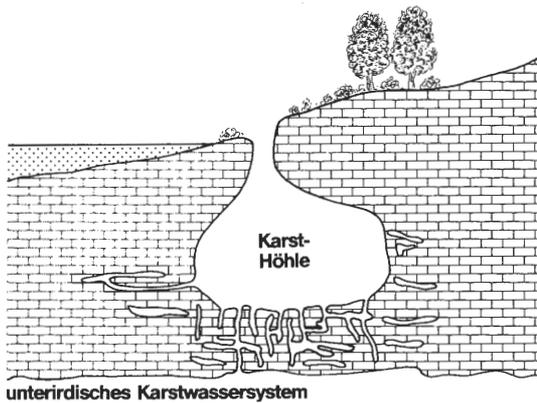


Abb. 8: Entstehung des Tonvorkommens
Wasserspiegel in der Trockenzeit.

es eine jährlich wiederkehrende Periodizität gegeben hat. Das Hochwasser, welches die Regenzeit mit sich brachte, überflutete die Bodenöffnung, und durch den dann entstandenen Sog wurden Pflanzenreste und Tierkadaver oder Teile davon in das unterirdische Höhlensystem eingeschwemmt (Abb. 9). In der dann folgenden Trockenphase ging auch der Wasserspiegel des Sees wieder zurück, und weiteres Wasser drang nicht in die Höhle ein. Das in der Höhle befindliche Wasser sickerte durch den porösen Höhlenboden und wurde durch das Karstsystem abgeführt. Durch den Wasserentzug sedimentierten die eingebrachten Schwebstoffe und konservierten die darin enthaltenen organischen Überreste.

Gemäß dem Wechsel von Trocken- und Regenzeiten wiederholte sich der Sedimentationsvor-

Oberhalb des normalen Wasserstandes eines Sees befand sich in der weit ausgedehnten Wald-Moor-Sumpf-Landschaft im devonischen Massenkalk die Öffnung zu einer Karsthöhle, die in Verbindung mit einem tiefer gelegenen Karstwassersystem stand (Abb. 8).

Mit der in Nehden gefundenen Holzkohle, die deutlich erkennbare Zuwachszonen (Jahresringe) zeigt, ist der Beweis erbracht, daß der Witterungsablauf über das Jahr hinweg nicht einheitlich gewesen ist, sondern daß Trocken- und Regenzeiten einander abgewechselt haben, wobei die Höhe des Wasserspiegels der nahen Seezone jahreszeitlichen Schwankungen ausgesetzt war. Die über mehrere Jahre hinweg feststellbaren annähernd gleich großen Jahresringe mit Trocken- und Regenzeitholz zeigen ferner an, daß es nicht nur gelegentlich zu starken Regenfällen kam, sondern daß

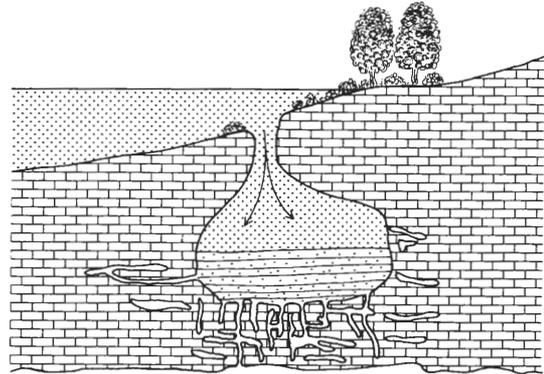


Abb. 9: Entstehung des Tonvorkommens
Wasserspiegel in der Regenzeit.

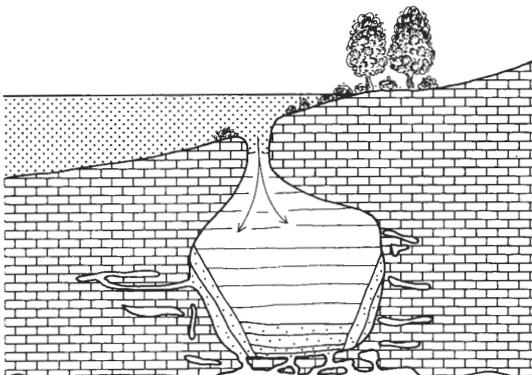


Abb. 10: Entstehung des Tonvorkommens
Sedimentation nach erfolgtem Einsturz.

gang periodisch bis zu dem Zeitpunkt, an dem der poröse Höhlenboden dem Gewichtsdruck des Sedimentes nicht mehr standhielt und in das tiefer gelegene Karstwassersystem einbrach (sekundäre unterirdische Trichterbildung).

Hiermit erklären sich die senkrechten bzw. schrägen Schichtstellungen an den Höhlenrändern.

In den Einsturz hinein erfolgte die weitere Sedimentation in horizontaler Lage bis zur gänzlichen Verfüllung dieser Karsthöhle (Abb. 10).

3.2. Mineralogische Beschaffenheit der Höhlenfüllung



Abb. 11: Die feingeschichteten Stillwasser-Sedimente des Tonvorkommens.

Mehrere Sedimentproben haben bei röntgenographischen Untersuchungen* ergeben, daß neben dem glimmerartigen Tonmineral Illit ein magnesiumarmer Chlorit, der sogenannte Sudoit vorliegt. Daneben waren in den Proben Quarz, Pyrit, Bleiglanz und Zinkblende, vermutlich auch Anatas zu erkennen.

Zwei weitere Röntgenbeugungsanalysen*, eine für helles (1), die andere für dunkles Höhlensediment (2) haben folgendes Ergebnis gebracht:

Probe	1	2
Quarz (SiO_2)	80 %	70 %
Sericit (Glimmer/Tonmaterial) $(\text{KAl}_2 \text{Si}_3 \text{Al}_{10} (\text{OH})_2$	20 %	10 %
Anhydrit II $\beta\text{-CaSO}_4$		10 %
Mineral-Chlorit (Magnesium-Aluminium-Eisen-Hydroxid-Silikat) (= Verwitterungsmaterial von Diabas)		10 %

Brennversuche mit Temperaturen zwischen 1000 und 1200 Grad Celsius haben eine schneeweiße Scherbe erbracht, die jedoch auf Grund ihres Anhydritanteiles hygroskopisch war und infolge der Luftfeuchtigkeit sehr bald zersprang.

*Für die Materialanalysen danke ich der Ruhr-Universität in Bochum / Institut für Geologie und dem Labor der Dolomit Wülfrath in Hagen-Halden.

4. Fossilfunde

4.1. Pflanzliche Reste

Von den Pteridophyten (farntartige Pflanzen) sind in Nehden die Pterophyten (Farne) und Lycophyten (Bärlappe) nachgewiesen. Die Besonderheit bei diesen Pflanzen ist die, daß sich ihre ontogenetische Entwicklung in zwei Generationen vollzieht (Generationswechsel). Die haploide Generation (Gametophyt oder Prothallium) besteht meist aus einem unscheinbaren, blattartigen Thallus. Auf diesem entstehen männliche bzw. weibliche Gametangien, die die Fortpflanzungszellen (Sperma- bzw. Eizellen) enthalten. Nach der Befruchtung entwickelt sich aus der Eizelle die diploide, ungeschlechtliche Generation, der Sporophyt, der zur eigentlichen Pflanze heranwächst. Die Sporen entstehen an den Blättern oder bei den primitiven Farnen direkt an der Sprossachse auf ungeschlechtlichem Weg in den Sporangien. Sie sind, wie in der Mehrzahl auch heute noch, runde bis dreieckige Organe von etwa 50 µm Größe. Sie haben auf der proximalen Seite die sogenannte Tetradenmarke (Keimfalte). Diese kann Y- oder strichförmig sein. Außerdem wird im Sporangium der diploide Chromosomensatz durch Meiose auf den haploiden reduziert. Entweder sind alle Sporen gleichartig (Isosporie), oder man unterscheidet Mikro- und reservestoffreiche Megasporen, aus denen die kleinen männlichen bzw. großen weiblichen Prothallien keimen.

In Nehden sind sowohl Mikro- als auch Megasporen in einem erstaunlich guten Erhaltungszustand gefunden worden, die nachfolgend vorgestellt werden. Inwieweit eine Zusammengehörigkeit einzelner Mikro- und Megasporen gegeben ist, bleibt zunächst offen, weil bisher noch keine Funde vorliegen, die diese beweisen können.

Innerhalb der gefundenen umfangreichen Gruppe der Megasporen fallen einige mit besonders langen, lappenartigen Gebilden in der trileten Zone auf. Man faßt diese unter dem Gattungsnamen *Arcellites* zusammen. Die bekanntesten Arten dieser Gattung sind nach ELLIS & TSCHUDY (1964) bisher nur in Grönland und den USA gefunden worden. In Europa und Australien treten aber auch noch weniger bekannte Arten auf.

Alle *Arcellites*-Arten scheinen jedoch unbedingt auf die Unterkreide und die unterste Oberkreide beschränkt zu sein.

DIJKSTRA (1951) vermutete eine Zugehörigkeit von *Arcellites* zu den Hydropteriden (Wasserfarne). Ein möglicher Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme ist laut COOKSON & DETTMANN (1958) das gleichzeitige Vorkommen von Mikrosporen der Art *Perotriletes striatus* in den lappigen Anhängseln am Kamm. ELLIS & TSCHUDY (1964) behaupten, daß die Körperanhängsel möglicherweise als Schwimmorgane dienen. Bei den blattähnlichen Kammanhängseln vermuteten sie einen Öffnungsmechanismus, der von der Produktion und späteren Zersetzung eines Gels abhängig ist. Außerdem soll dieses Gel als Anziehungstoff gedient haben.

Taf. 1, Fig. 1:

Die in Nehden vorkommende trilete Megaspore *Paxillitriletes lindstroemi* HUCKRIEDE (1982) ist der *Thomsonia fairlightensis* BATTEN (1969) sehr ähnlich. Die Nehden-Exemplare sind um etwa 1/3 größer als die von BATTEN beschriebenen (BATTEN: Durchmesser ohne äquatoriale Auswüchse und Skulpturen ca. 220 µm; Nehden: ca. 350 µm). Der Sporenkörper ist kugelig und mit einem perforierten Netz überzogen. Die Knotenpunkte dieses Netzes sind gelegentlich zu kurzen, einfachen Anhängseln ausgewachsen. Ein Kranz von

einzeln stehenden oder zum Saum verwachsenen Auswüchsen umgibt den Äquator dieser Megaspore. Dort wo die trileten Keimfalten den Äquator treffen, oder fast berühren, ist der Äquatorsaum wesentlich länger, wodurch ein gleichseitiges Dreieck entsteht. Die Struktur der triradiaten Lippen gleicht der des Äquatorkranzes. Der äußere Rand dieser Keimfaltenhaube ist ausgefranst, irregulär und zum Teil lappig verwachsen.

Wenn diese Megaspore, wie MÄDLER (1954) für möglich hielt, zu einem Schwimmpfarn gehört, dann stehen ihr die *Azolla*-Arten am nächsten. Ihr Standort war die versumpfte Uferzone des Sees. Die Gattung *Azolla* ist heute vorwiegend in den Tropen anzutreffen.

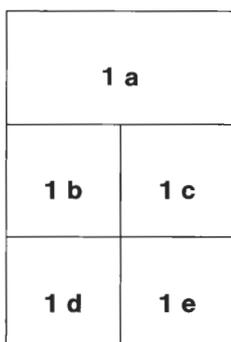
1 a und 1 b = laterale Ansichten a = x 255, b = x 140;

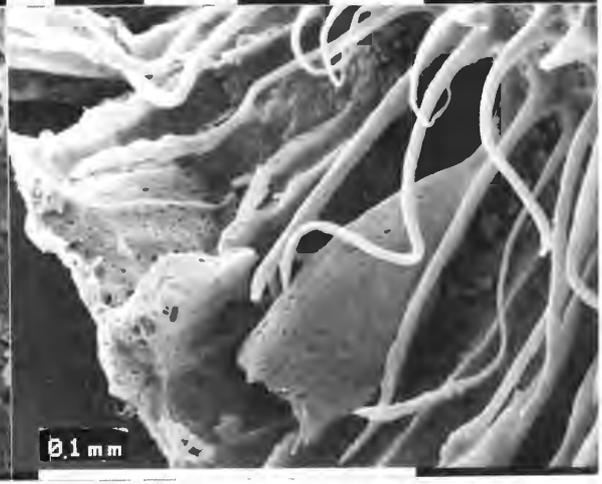
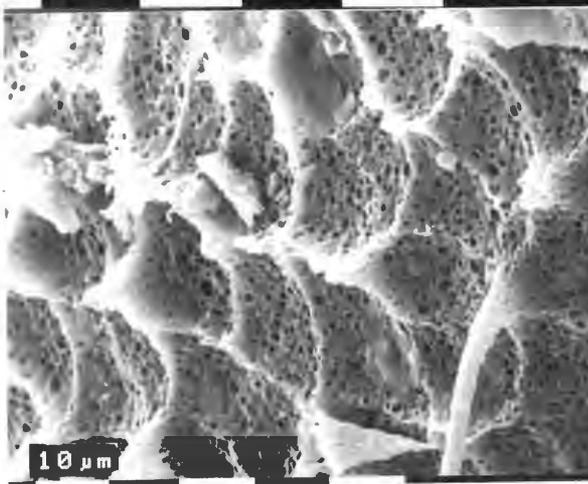
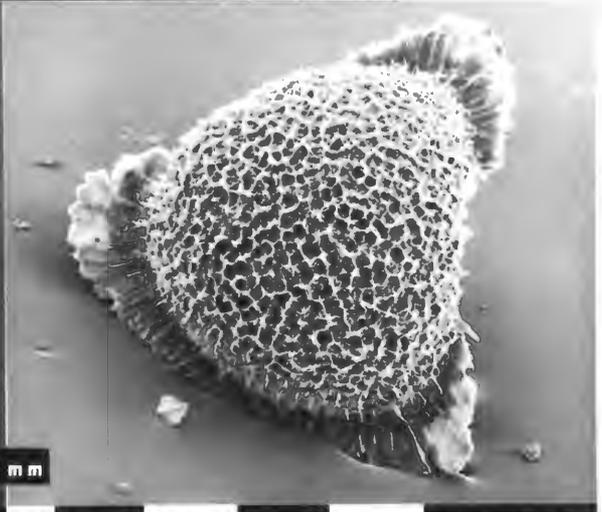
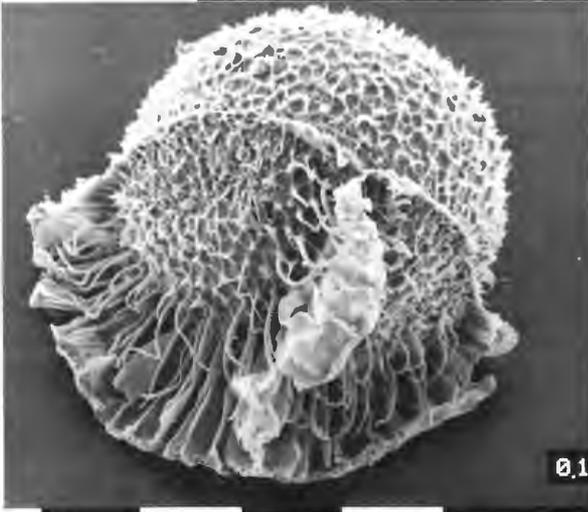
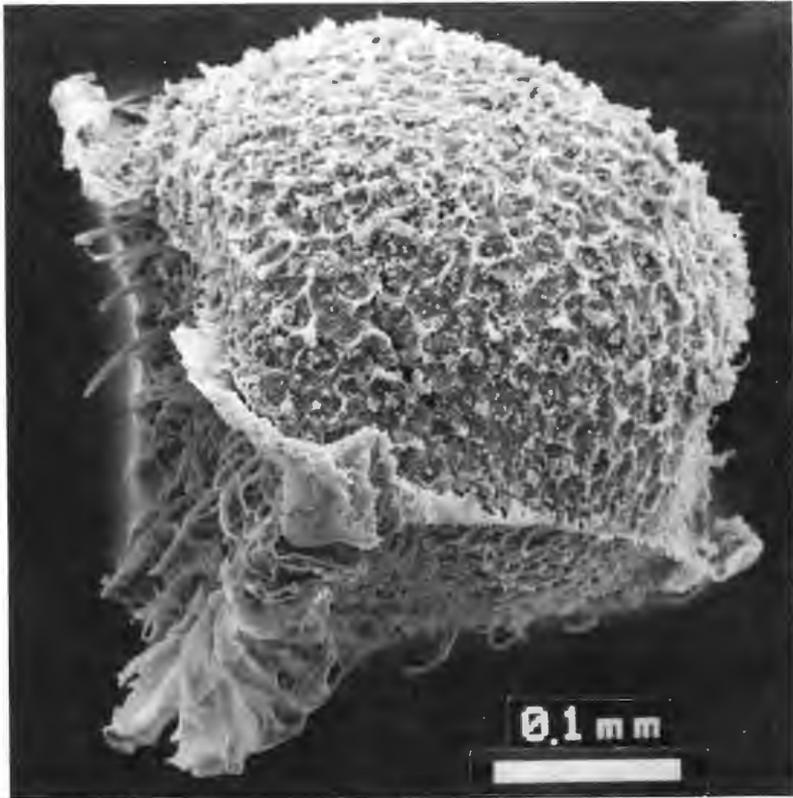
1 c = distale Ansicht = x 130;

1 d = Oberfläche des perforierten Sporenkörpers = x 1020;

1 e = fransig-lappiger Äquator- und Keimfaltensaum = x 510.

TAFEL 1





Taf. 2, Fig. 1:

Eine weitere in Nehden nicht selten vorkommende Megaspore hat HUCKRIEDE (1982) neu beschrieben und *Triletes fecheri* genannt. Die Spore hat große Ähnlichkeit mit *Pyrobolospira pyriformis* DIJKSTRA oder mit *Arcellites pyriformis* (DIJKSTRA) POTONIÉ. Es handelt sich hierbei um eine Megaspore mit einem Durchmesser von 500 bis 700 µm, mit breitem Kamm, der bis zu 250 µm lang ist. Der Sporenkörper ist bedeckt mit kurzen, stumpfen Anhängseln. Er ist ursprünglich sphärisch, aber gewöhnlich überschreitet der äquatoriale Durchmesser den axialen etwas. Der Durchmesser der Spore aus Nehden beträgt am Äquator 290 bis 920 µm, im Mittel 651 µm. Der Kamm ist bis 350 µm lang und 350 bis 400 µm breit, wobei er an der Basis enger ist. Der Kamm entspringt dem Sporenkörper in Form von drei auffälligen Falten und besteht an der Basis aus 3 anschwellenden Läppchen zwischen den Falten. In den meisten Fällen ist der Kamm undurchsichtig und hat keine präzise Form. Der Sporenkörper ist mit stumpfen, einfachen oder zusammengesetzten Anhängseln bedeckt. Diese sind 30 bis 40 µm hoch, 40 bis 50 µm breit und selten weniger als 15 µm von einander entfernt. Zum Kamm hin werden diese Anhängsel immer kleiner. Der Sporenmantel ist braun oder schwarz. Die trilete Marke liegt unter dem Kamm und ist von außen nicht sichtbar. Nach HUGHES (1969) ist diese Megaspore sehr selten und bisher nur aus dem englischen Wealden bekannt.

- 1 a bis 1 c = laterale Ansichten, a = x 120, b = x 85, C = x 110;
- 1 d = Sporenkörper mit Anhängseln = x 265

Taf. 2, Fig. 2:

Arcellites clavatooides n. sp.

Derivatio nominis: Die Spore ist nach den keulenartigen Flotationsorganen benannt worden. clava (lat.) = Keule

Holotypus: Auf der Tafel 2, Fig. 2 a und b abgebildete Megaspore (REM-Präparat Nr. 000/38 L 11 / Ka 1982)

Locus typicus: Steinbruch bei Brilon-Nehden, TK 4517 Alme (R³⁴74490, H⁵⁷00020)

Stratum typicum: Unterkretazische pelitische Schlottenfüllung im devonischen Massenkalk

D i a g n o s e: Kugeliger Sporenkörper mit ca. 60 bis 70 an den Enden perforierten keulenförmigen Anhängseln. Die Oberfläche zwischen den Keulen ist unstrukturiert zerklüftet. Die lang ausgezogenen Kammappen haben glatte Ränder.

Größe: Äquatordurchmesser (ohne Anhängsel) = 0,3 mm, Längendurchmesser (ohne Kamm und Anhängsel) = 0,3 mm, Länge der Anhängsel = 0,07 mm, Länge des Kammes = 0,25 mm.

Farbe: Goldgelb

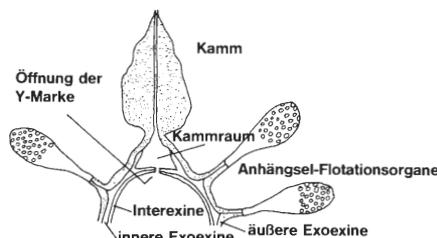
Häufigkeit: Anzahl der Fundstücke 18

Bemerkungen: Die in Nehden gefundene Sporenart hat Ähnlichkeit mit den von ELLIS & TSCHUDY (1964) beschriebenen *Arcellites*-Arten. Sie unterscheiden sich aber davon in der Anzahl und Form der Anhängsel und in der Ausgestaltung der Ränder an den Kammappen. Laut ELLIS & TSCHUDY beträgt die Anzahl der „röhrenförmigen Anhängsel“ im Durchschnitt 16. Das Ende der Anhängsel wird als ballonförmig oder blasenartig beschrieben. Auf der Exoexine sollen Warzen und Granulae erkennbar, und die Kammappen sollen zerschlitzt sein.

TAFEL 2

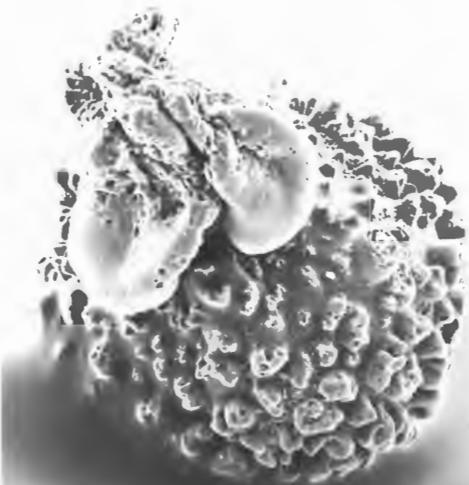
1 a	1 b
1 d	1 c
2 a	2 b

- 2 a = laterale Ansicht = x 130
- 2 b = keulenförmige Flotationsorgane = x 550



umgezeichnet nach HUGHES

Abb. 12: Längsschnitt durch *Arcellites* sp. aus HUGHES (1955) Wealden Plant Microfossils.



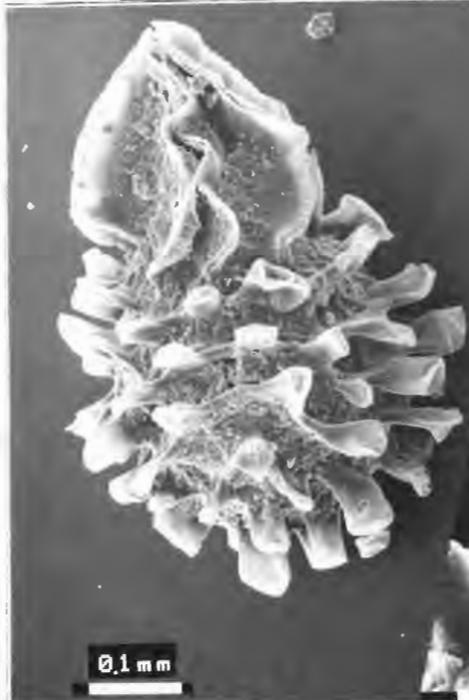
0.1 mm



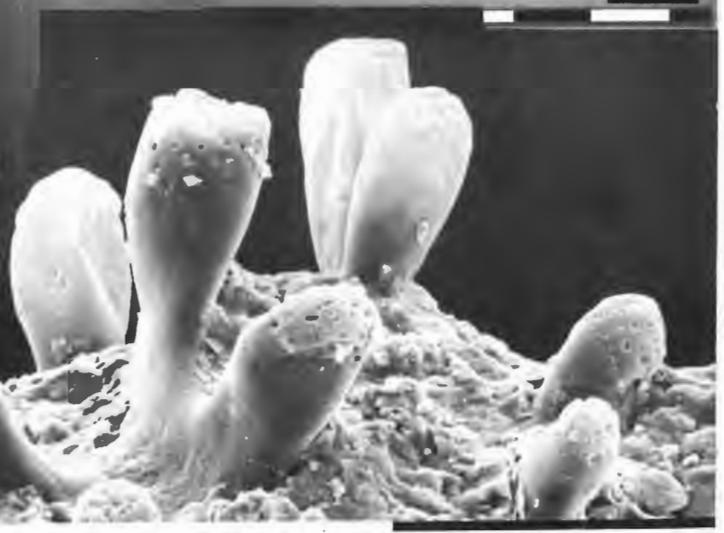
0.1 mm



0.1 mm



0.1 mm



Von den Bärlappgewächsen (Lycopodiatae) sind in Nehden Sporen von Lycopodiaceae- und Selaginellaceae-Arten gefunden worden. Pflanzen beider Ordnungen sind bei uns sehr selten geworden. In den Tropen sind sie jedoch noch stark vertreten. Die rezenten Bärlappgewächse sind zumeist krautig und haben kein sekundäres Dickenwachstum. Die Stengel sind mit schuppenartigen Blättern besetzt.

COUPER (1958) hat *Lycopodiumsporites clavatoides* aus dem Jura, KEMP (1970) aus dem Apt und Alb und WAKSMUNDZKA (1981) aus dem Apt Polens (Kujawy) beschrieben. Letztere gab den äquatorialen Durchmesser dieser Sporenart mit 23,5 bis 36 μm an, was der Größe rezenter *Lycopodium*-Sporen entspricht.

Taf.3, Fig.1:

Lycopodiumsporites clavatoides COUPER

Diese trilete Spore zeigt sehr deutlich glatte oder gewellte Laesuren mit erhabenen Lippen. Sie sind etwa 2/3 des Sporenradius lang. Der Äquatorumriß ist rund. Die proximale Oberfläche ist abgeflacht, die distale Seite ist stark konvex. Die fossile Spore ist wie die rezente rundherum mit einem Netzwerk versehen, auf der proximalen Seite im Bereich der Tetradenmarke nicht ganz so stark ausgeprägt. Die Maschen sind nach COUPER (1958) 8 bis 15 μm groß, und die Wälle haben eine Dicke von 1 bis 1,5 μm . Sie sind bis 4 μm hoch. Die Konturen greifen von der distalen zur proximalen Seite über. Die hier abgebildete fossile Bärlappspore hat einen Äquatordurchmesser von 320 μm (die rezente einen Durchmesser von 30 μm).

- 1 a bis 1 c = proximale Ansichten, a und b = x 170, c = x 190;
- 1 d = rezente Sporen von *Lycopodium clavatum* = x 660
(Hier sei auf die Isosporie der rezenten Bärlappgewächse hingewiesen).

Taf. 3, Fig. 2:

Fossile Farnspore, die möglicherweise zu den Osmundaceae gehört. Die fast kugelige Spore ist mit einem weitmaschigen, unregelmäßigen Faltennetz überzogen. Die dazwischenliegenden Felder sind mit Warzen verziert. Es besteht eine erstaunliche Ähnlichkeit in der äußeren Morphologie zwischen der fossilen Megaspore (2 a) und der rezenten Isospore von *Osmunda regalis* (2 b).

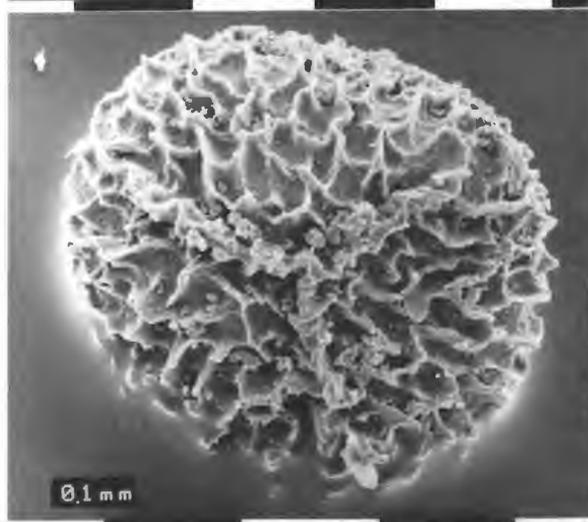
- 2 a = proximale Ansichten = x 3400
- 2 b = proximale Ansichten = x 1020

TAFEL 3

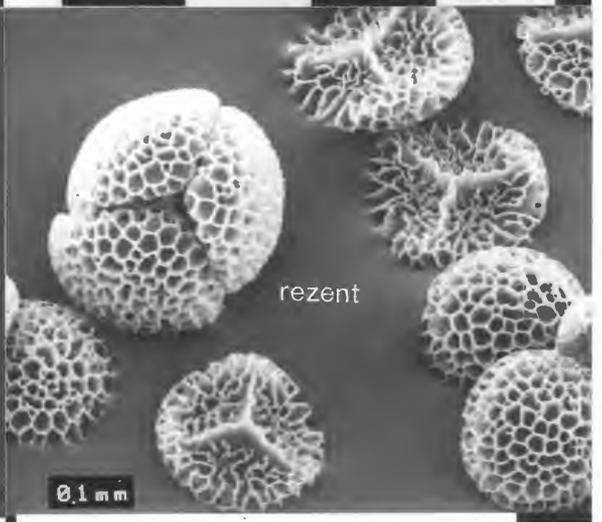
1 a	1 b
1 c	1 d
2 b	2 a



0.1 mm



0.1 mm



0.1 mm



0.1 mm



10 μm

Taf. 4, Fig. 1:

Dijkstraisporites ustoides n. sp.

Derivatio nominis: Benannt nach dem rezenten Moosfarn *Selaginella usta* VIELLARD, dessen Megaspore der in Nehden gefundenen Spore sehr ähnlich sieht.

Holotypus: Die auf Tafel 4, Fig. 1 a-f abgebildete Megaspore.
(REM-Präparat: Nr. 5410/51 X 4 G / Ka 1982)

Locus typicus: Steinbruch Henke bei Brilon-Nehden, TK 4517 Alme (R ³⁴74490, H ⁵⁷00020).

Stratum typicum: Unterkretazische pelitische Schlottenfüllung im devonischen Massenkalk.

Diagnose: Im Querschnitt gering abgeflachte Kugel mit feinem Netz unterschiedlicher Maschenweite (im Mittel 15 µm). Die Netzfelder sind eingebault und perforiert. Der Äquatorsaum und die Laesuren sind gleichgeformt (lappig) und gleichlang (ca. 130–160 µm).

Größe: 380 µm ohne und 520 µm mit Äquatorsaum.

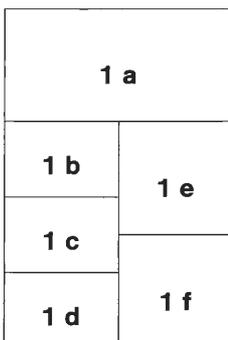
Farbe: Honiggelb.

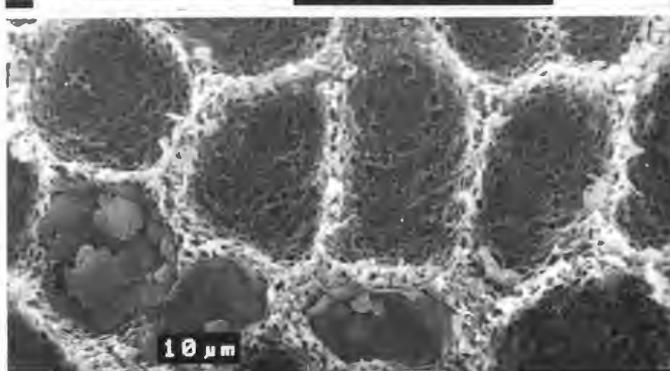
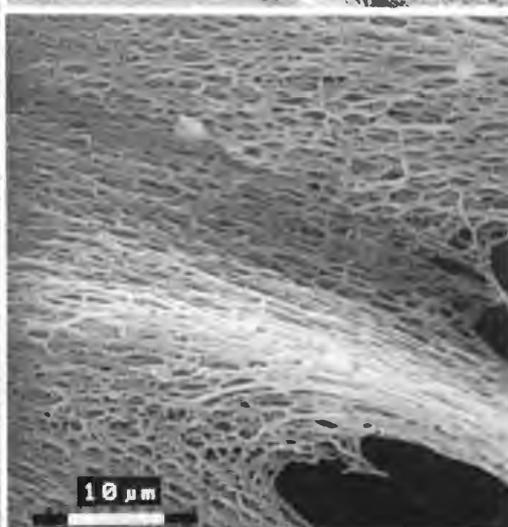
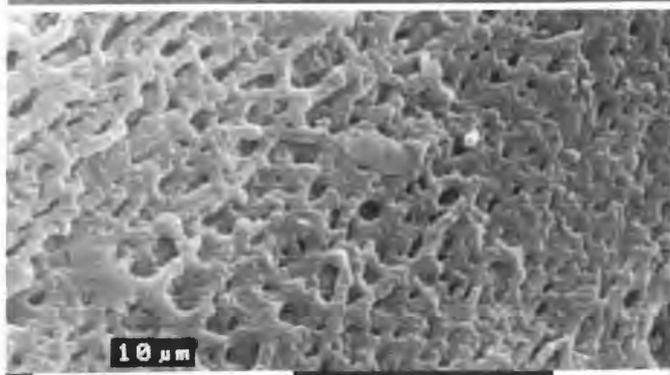
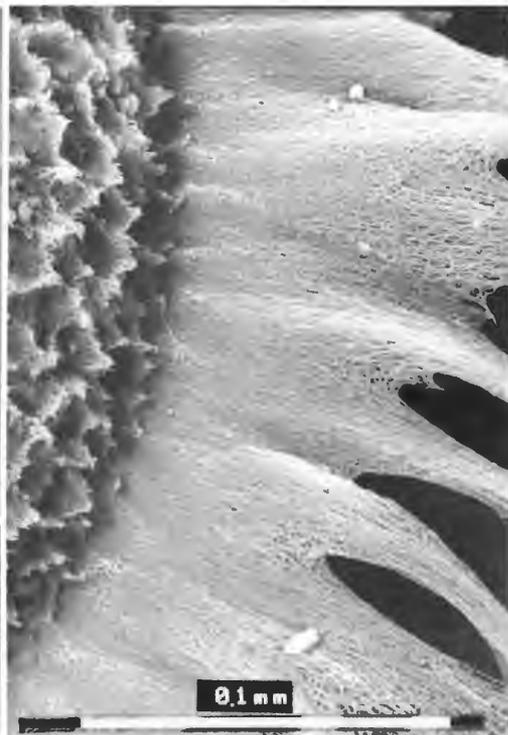
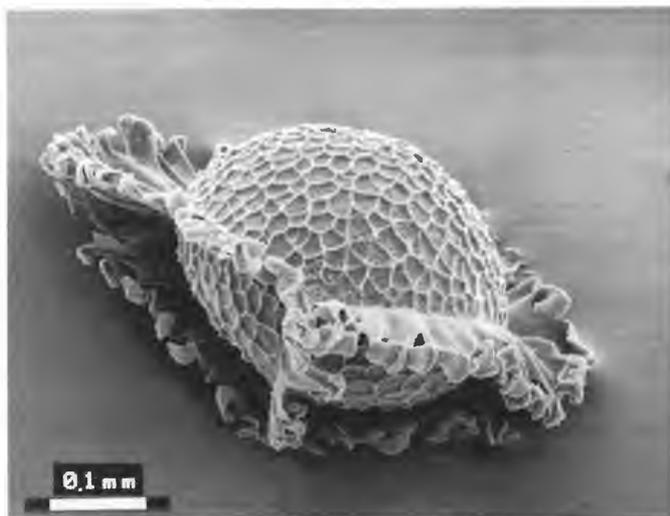
Bemerkungen: Die Art unterscheidet sich von *Dijkstraisporites helios* durch die Ausformung des Äquatorsaumes und die der Laesuren. Das den Sporenkörper überziehende Netzwerk ist weitmaschiger als bei *D. helios*.

Häufigkeit: Selten, 6 Exemplare in nur einer Schicht.

1 a = proximale Ansicht mit Y-Marke, Laesuren und Äquatorsaum	= x 110
1 b = laterale Ansicht (Spore auf der Tetradenmarke liegend)	= x 130
1 c = das Innere der Netzfelder	= x 3480
1 d = die aus Netzleisten bestehende Oberflächenskulptur, die der äußeren Sporenschicht entstammt	= x 1360
1 e =	= x 500
1 f =	= x 1300

TAFEL 4





Taf. 5, Fig. 1:

Megaspore von *Dijkstraisporites helios* (DIJKSTRA) POTONIÉ

Auch diese, in Nehden verhältnismäßig häufig gefundene Farnspore, fällt durch einen stark ausgeprägten Äquatorsaum auf, der dieser Art den Namen „Sonne“ gegeben hat. Dieser Saum besteht aus langen Strahlen, die im Äquatorbereich zusammengewachsen sind. Die Verzierung der Y-Marke reicht in den Äquatorsaum hinein und läßt den Querschnitt dieser Spore als stark konkaves Dreieck erscheinen.

Die Spore ist rundherum mit einem Netz aus runden Maschen von etwa 14 µm Durchmesser umgeben. Die Maschenfelder sind halbkugelig eingebault und fein perforiert.

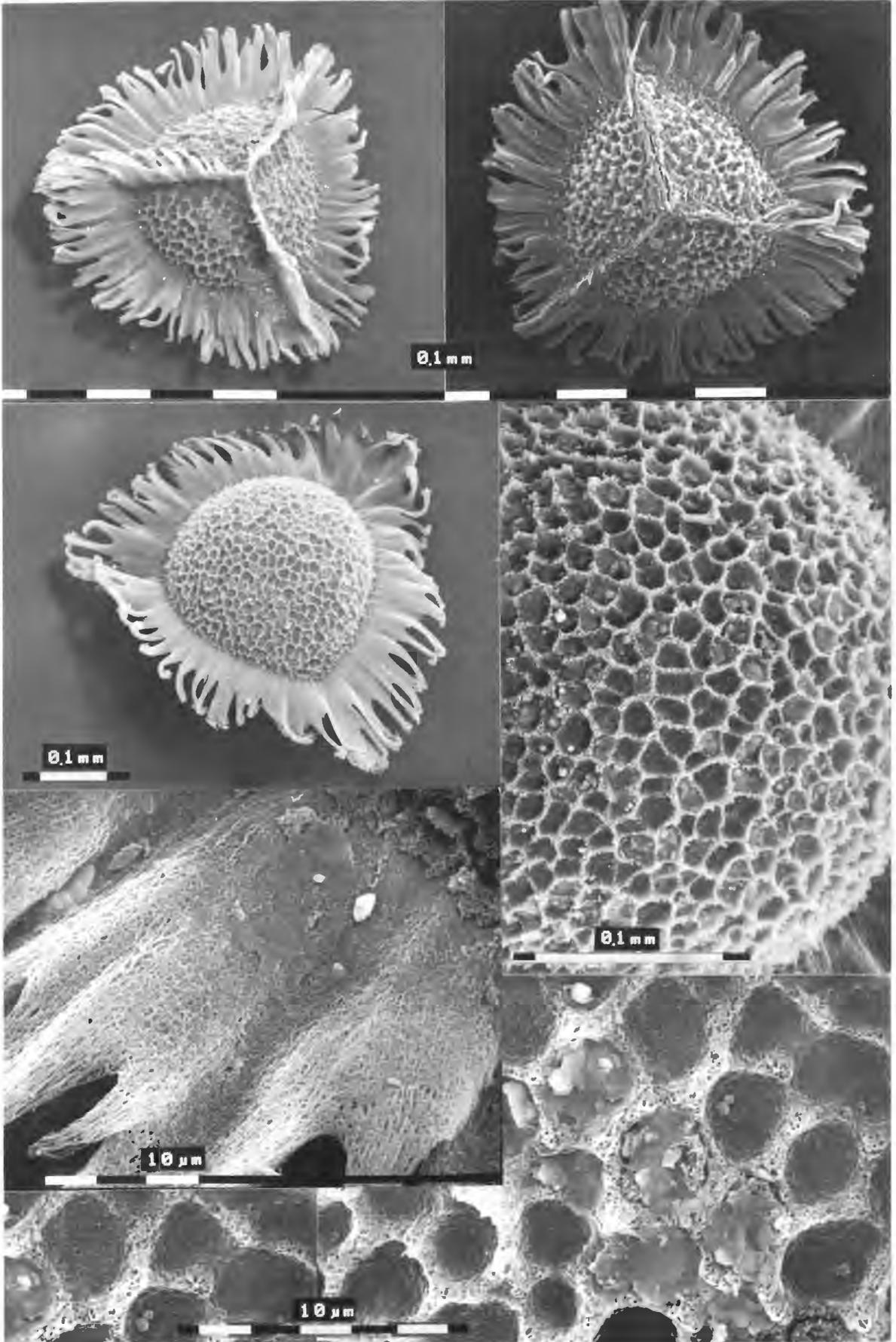
Der Durchmesser dieser Spore beträgt ohne Äquatorsaum 300 µm, und der Strahlenkranz ist ca. 110 µm lang. Die Laesuren der Y-Marke sind etwas kürzer.

Bekannt ist diese Megaspore bisher nur aus dem unteren Apt.

- 1 a = proximale Ansicht = x 110
- 1 b = = x 130
- 1 c = distale Ansicht = x 120
- 1 d Netzwerk der distalen Seite
- 1 e = in verschiedener Vergrößerung = x 340 und x 940
- 1 f = Teil des Äquatorsaumes = x 940

TAFEL 5

1 a	1 b
1 c	1 d
1 f	1 e



Taf. 6, Fig. 1:

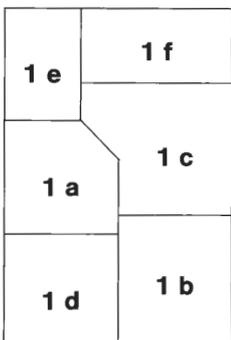
Echitriletes lanuginosus HUCKRIEDE 1982

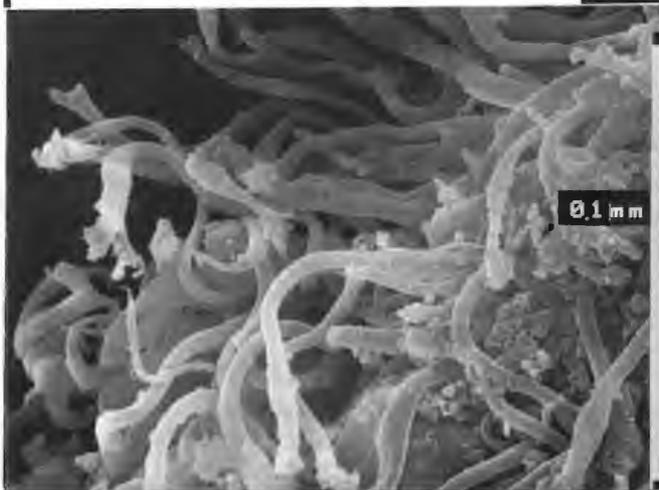
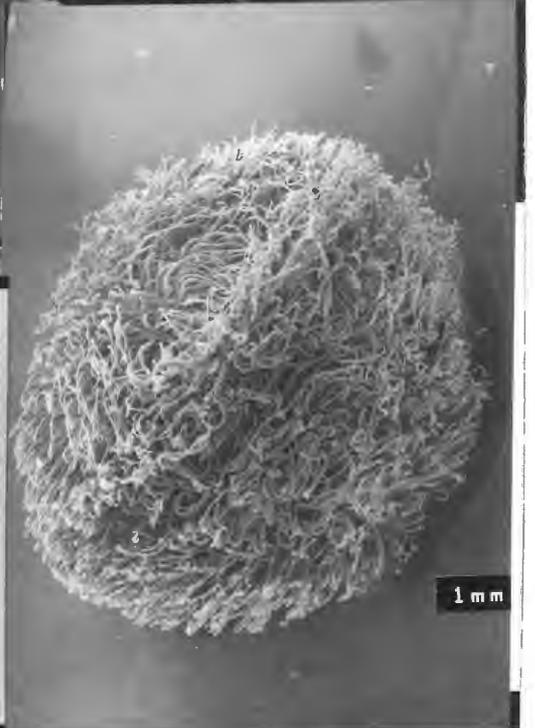
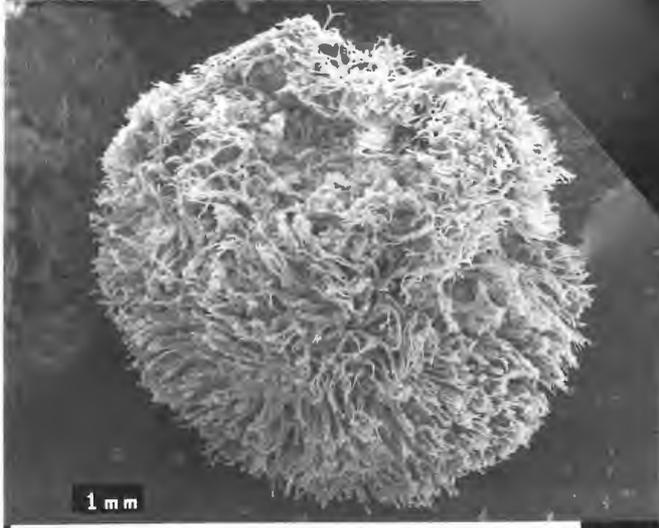
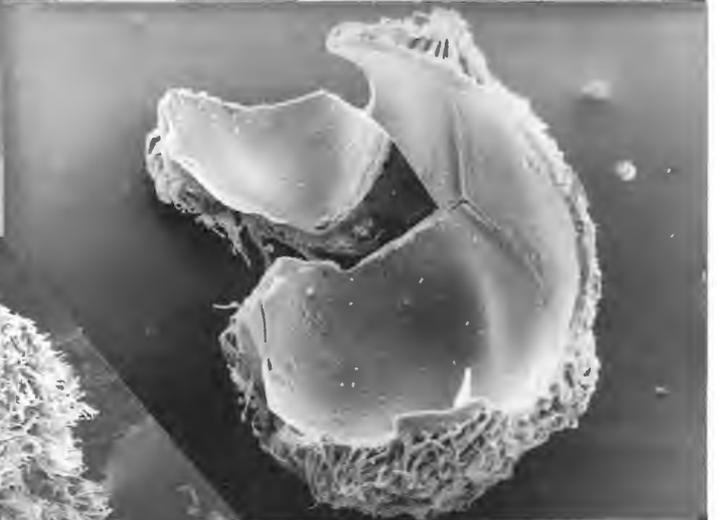
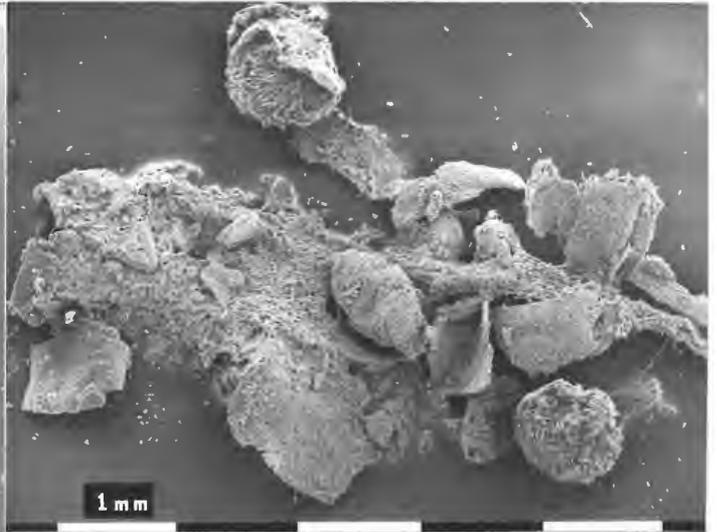
Diese in Nehen von allen Megasporen am häufigsten vorkommende Art hat HUCKRIEDE (1982) erstmalig beschrieben. Sie ist von keiner anderen Fundstelle bisher bekannt.

Es handelt sich hier um eine ca. 850 µm große, fast kugelige Megaspore, die rundherum dicht mit gekräuselten Haaren besetzt ist. In diesen Haaren verborgen und kaum erkennbar befindet sich die Tetradenmarke. Derartige Auswüchse der Exoexine lassen die Vermutung zu, daß diese eine Klettenwirkung hatten und zur Verbreitung durch Tiere dienten.

- 1 a = distale Ansicht = x 80
- 1 b = proximale Ansicht = x 70
- 1 c = Y-Marke von der Intine her gesehen = x 80
- 1 d = die „Behaarung“ der Spore = x 580
- 1 e = an Pflanzenteilen haftende Sporen = x 8
- 1 f = = x 15

TAFEL 6





Taf. 7, Fig. 1:

Verrutriletes sp., cf. *V. carbunculus* (DIJKSTRA) POTONIÉ

Ob es sich bei der abgebildeten dunkelbraunen Megaspore wirklich um *Verrutriletes carbunculus* handelt, ist fraglich. Übereinstimmend haben DIJKSTRA (1951) und POTONIÉ (1956: Taf. 3, Fig. 26) diese Spore „auf der distalen Seite mit Karbunkeln besetzt“ beschrieben und auch gezeichnet.

Die Nehdener *Verrutriletes*-Sporen zeigen nur einen Kranz von Karbunkeln am Äquator. Auf der proximalen Seite ziehen sich die Karbunkeln bis zum Ende der Keimfalten (Laesuren), die nur 3/4 des Sporendurchmessers lang sind, hinauf. Dadurch entsteht auf der proximalen Seite ein geschlängelttes Band mit Warzen, mit 3 Höhen und 3 Tiefen. Auf der distalen Seite ist dieses Band ziemlich gerade begrenzt. Sonst sind die proximalen und distalen Seiten skulpturlos.

Die Größe der abgebildeten Exemplare beträgt ca. 900 µm .

- 1 a = proximale Ansicht = x 70
- 1 b = distale Ansicht = x 70
- 1 c = = x 70
- 1 d = laterale Ansicht = x 70

Taf. 7, Fig. 2

Verrutriletes sp.

Von dieser ebenfalls dunkelbraun glänzenden Megaspore sind bisher nur 3 Exemplare gefunden worden. Proximal und distal ist der kugelige Sporenkörper leicht abgeflacht. Der Äquator wird von einem Karbunkelband umgeben. Einzelne Warzen stehen auf der Tetradenmarke. Die Keimfalten verschwinden fast ganz in der sonst unruhigen, welligen (korrodierten?) Oberfläche der Spore. Der Äquatordurchmesser beträgt ca. 1000 µm .

Diese Megaspore ähnelt sehr der von DIJKSTRA (1949) und POTONIÉ (1956) beschriebenen Spore *Verrutriletes compositipunctatus*. Die von POTONIÉ angegebene Größe beträgt ca. 350 µm . Sie erreicht somit nur etwa 1/3 der Nehdener Sporengröße.

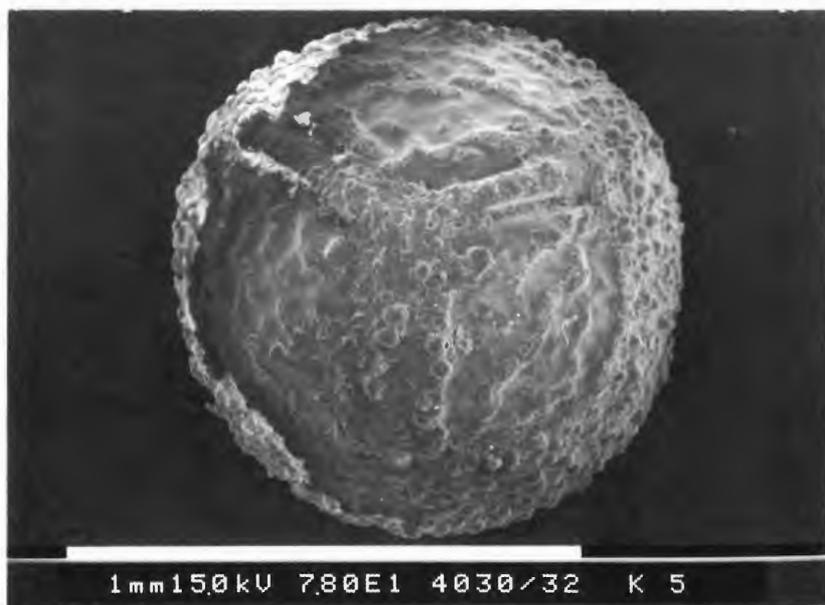
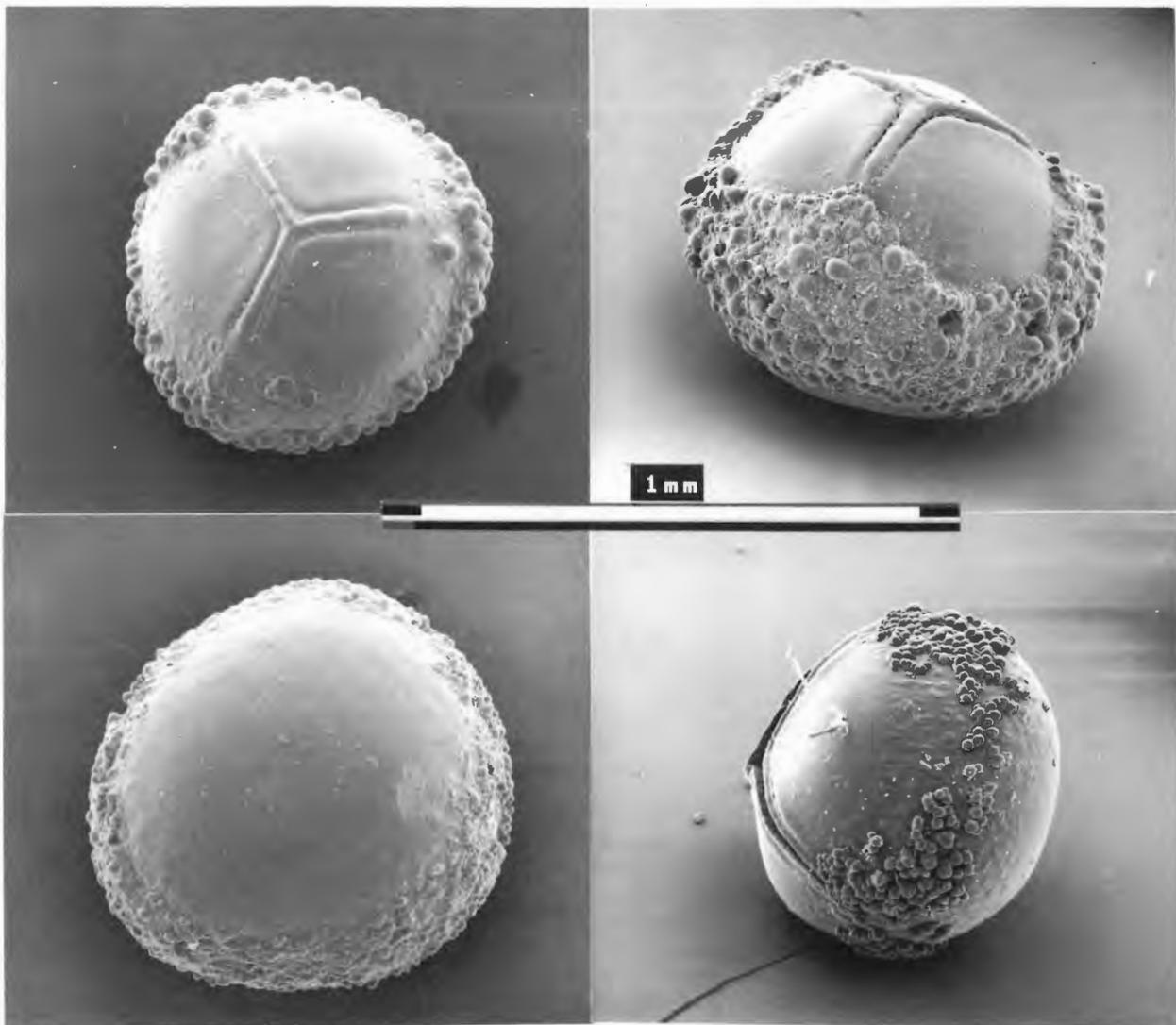
- 2 = proximale Ansicht = x 70

POTONIÉ (1967) hat die Vermutung geäußert, daß diese Megasporen evtl. den Isoëtaeae (Brachsenkräuter) zuzurechnen seien. Bei diesen Pflanzen handelt es sich um kleine, heterospore Wasserpflanzen, die viele Merkmale der Lepidophyten aufweisen. Ihr lockeres Holzparenchym zeigt große Interzellularräume (siehe auch Tafel 41). Die länglichen, ovalen Sporangien der rezenten Isoëtes sind durch Querbänder in einzelne Fächer geteilt. In den Megasporangien werden 50 bis 300 relativ große weibliche Sporen und in den Mikrosporangien 150000 bis 1 Million sehr kleine männliche Sporen gebildet.

Die Gattung *Isoëtes* kann bis in die Kreide zurückverfolgt werden.

TAFEL 7

1 a	1 c
1 b	1 d
2	



1mm150kV 780E1 4030/32 K 5

Taf. 8, Fig. 1:cf. *Trileites stenoxysmatodes* HARRIS

Diese trianguläre Megaspore zeigt rundherum eine glatte, strukturlose Oberfläche. Die proximale Seite ist fast halbkugelig, die distale Seite eben. Die Tetradenmarke hebt sich in Form von schmalen Wülsten, die 1/2 bis 3/4 des Radius lang sind, ab. Der Äquator Durchmesser beträgt 900 µm.

- 1 a = proximale Ansicht = x 65
 1 b = distale Ansicht = x 65
 1 c = laterale Ansicht = x 65

Taf. 8, Fig. 2:*Horstisporites opalinus* HUCKRIEDE 1982

Diese Megaspore, die den Selaginellaceen zugerechnet wird, zeigt unter dem Mikroskop metallischen, opalisierenden Glanz. Die Oberflächenstruktur ist durch eine Vielzahl von kleinen Dellen gekennzeichnet, wodurch das Bild eines verschiedenmaschigen Netzwerkes entsteht. Die Tetradenmarke ist kaum erkennbar. Wenn diese auf der Fig. 2 nicht aufgerissen wäre, hätte man sie leicht übersehen können. Der äquatoriale Durchmesser dieser Spore beträgt 410 µm.

- 2 = proximale Ansicht = x 140

Taf. 8, Fig. 3:*Lycopodiacidites instita* n. sp.

Derivatio nominis: Die Spore ist nach der drapierten äußeren Exoexine benannt worden. instita (lat.) = in Fältchen gelegte Falbel am Kleide der römischen Damen.

Holotypus: Die auf Tafel 8, Fig. 3 abgebildete Megaspore (REM-Präparat: Nr. 0073/44 L 3 / Ka 1982).

Locus typicus: Steinbruch Henke bei Brilon-Nehden, TK 4517 Alme (R³⁴74490, H⁵⁷00020).

Stratum typicum: Unterkretazische Schlottenfüllung im devonischen Massenkalk.

Diagnose: Eine kugelige innere Exoexine, die im distalen Teil freiliegt, wie gehämmert aussieht und dadurch ein weitmaschiges Netzwerk erkennen läßt, wird auf der proximalen Hälfte von einer zu starken Falten gerafften äußeren Exoexine, die mit kleinen Härchen besetzt ist, überlagert. Die Tetradenmarke verschwindet fast ganz in der Skulptur.

Größe: Der äquatoriale Durchmesser (ohne äußere Exoexine) beträgt 460 µm.

Farbe: Dunkelbraun bis schwarz (glänzend).

Häufigkeit: Selten, in 3 Proben sind nur 5 Exemplare gefunden.

Bemerkungen: Diese zu den Bärlappgewächsen gerechnete Megaspore hat Ähnlichkeit mit *Lycopodiacidites cristatus* COUPER (1953). Die von COUPER beschriebene Spore hat einen Durchmesser von nur 38 µm, die hier abgebildete einen von 460 µm.

- 3 = laterale Ansicht = x 100

Taf. 8, Fig. 4:*Echitriletes lanuginosus* HUCKRIEDE 1982 (siehe Taf. 6)

4 a = proximale Ansicht mit gut erkennbarer Y-Marke = x 70

4 b = aufgebrochene Spore, im Innern hat sich die Intine abgelöst = x 70

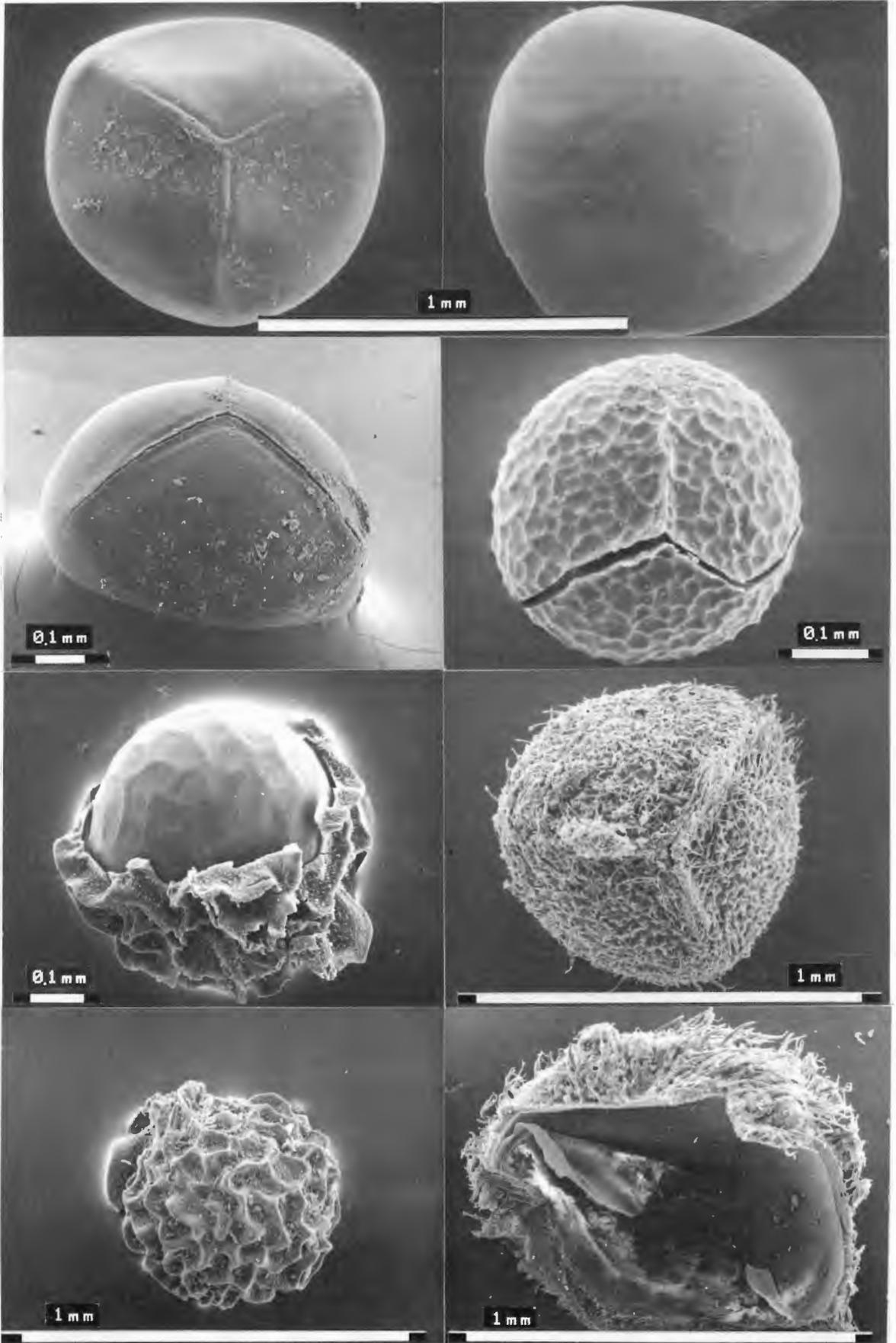
TAFEL 8

1 a	1 b
1 c	2
3	4 a
5	4 b

Taf. 8, Fig. 5:*Striatriletes aureus* HUCKRIEDE 1982

Diese von HUCKRIEDE (1982) erstmalig beschriebene Megaspore fällt durch einen gold- bis bronzefarbenen Glanz auf. Die Exoexine ist auf allen Seiten gerafft und erscheint dadurch ungeordnet faltig. Der äquatoriale Durchmesser der Spore beträgt 600 µm.

- 5 = laterale Ansicht = x 70.



Kreidesporen unbekannter Zuordnung

Taf. 9, Fig. 1:

Für diese trileten, „behaarten“ Mikrosporen gibt es keinen Literaturhinweis. Vermutlich gehören sie zu einem noch nicht bekannten Kreide-Farn.

1 = Zumeist distale Ansichten der geschrumpften Sporen = x 2400

Taf. 9, Fig. 2:

Es handelt sich bei dieser Spore um einen Einzelfund. Sie könnte zu *Trileites* cf. *utilis* MARC. oder *Verritriletes* cf. *utilis* (MARC.) MARC. gehören.

2 = proximale Ansicht = x 140

Taf. 9, Fig. 3:

Auch hier handelt es sich um einen Einzelfund. Es hat den Anschein, daß sich die äußere Exoexine der Spore abgelöst hat und das Bild die innere Exoexine zeigt.

3 = laterale Ansicht = x 190

Taf. 9, Fig 4:

cf. *Cicatricosisporites purbeckensis* NORRIS

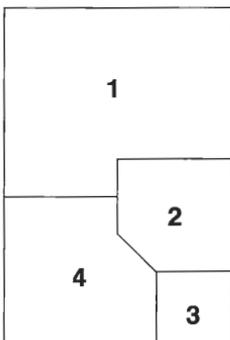
Ein Farn mit trileten, radiosymmetrischen Sporen. Die Laesuren (Keimfalten) sind in der Skulptur kaum zu erkennen, sie reichen bis zum Pol. Die proximale Oberfläche ist erhaben, die distale Oberfläche trägt 3 bis 4 trianguläre Gruppen von weiträumigen Rippen, die schräg zum Äquator verlaufen. Die distalen Rippen sind gerade oder sinusförmig; gewöhnlicherweise sind sie auch gegabelt. Sie sind 0,25 bis 1,0 µm breit, 0,5 bis 1,0 µm hoch und stehen in einem Abstand von 0,5 bis 2,0 µm. Die distalen Rippen greifen bis auf die proximale Oberfläche über.

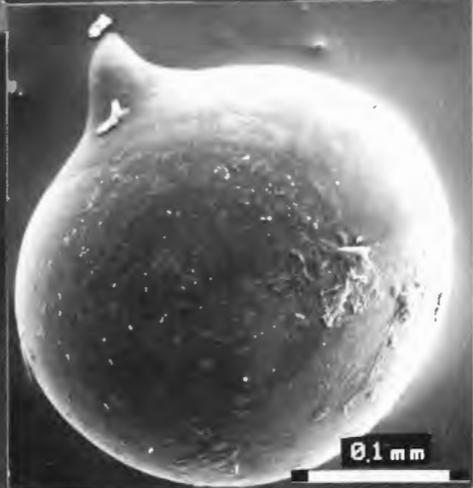
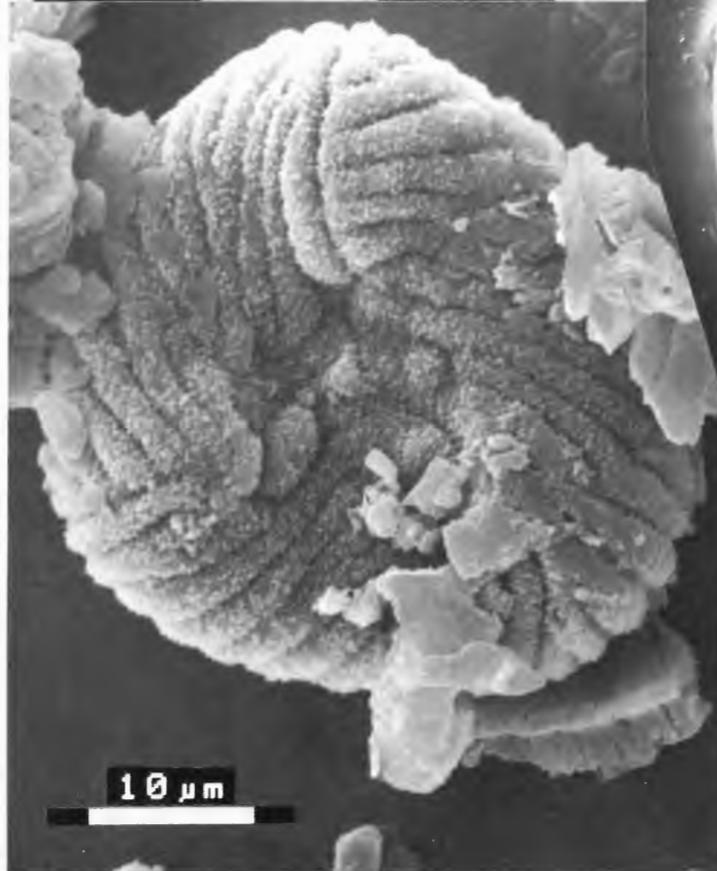
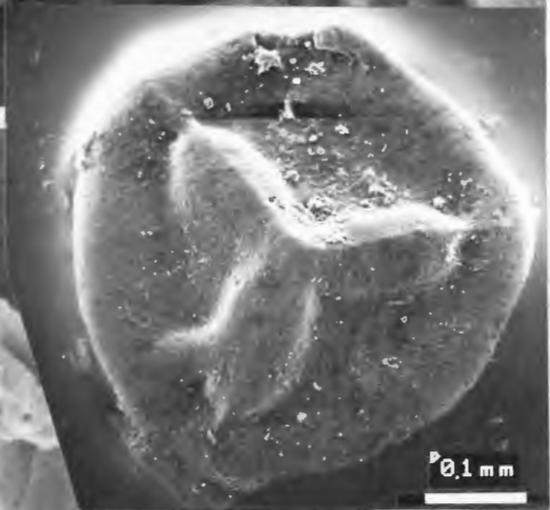
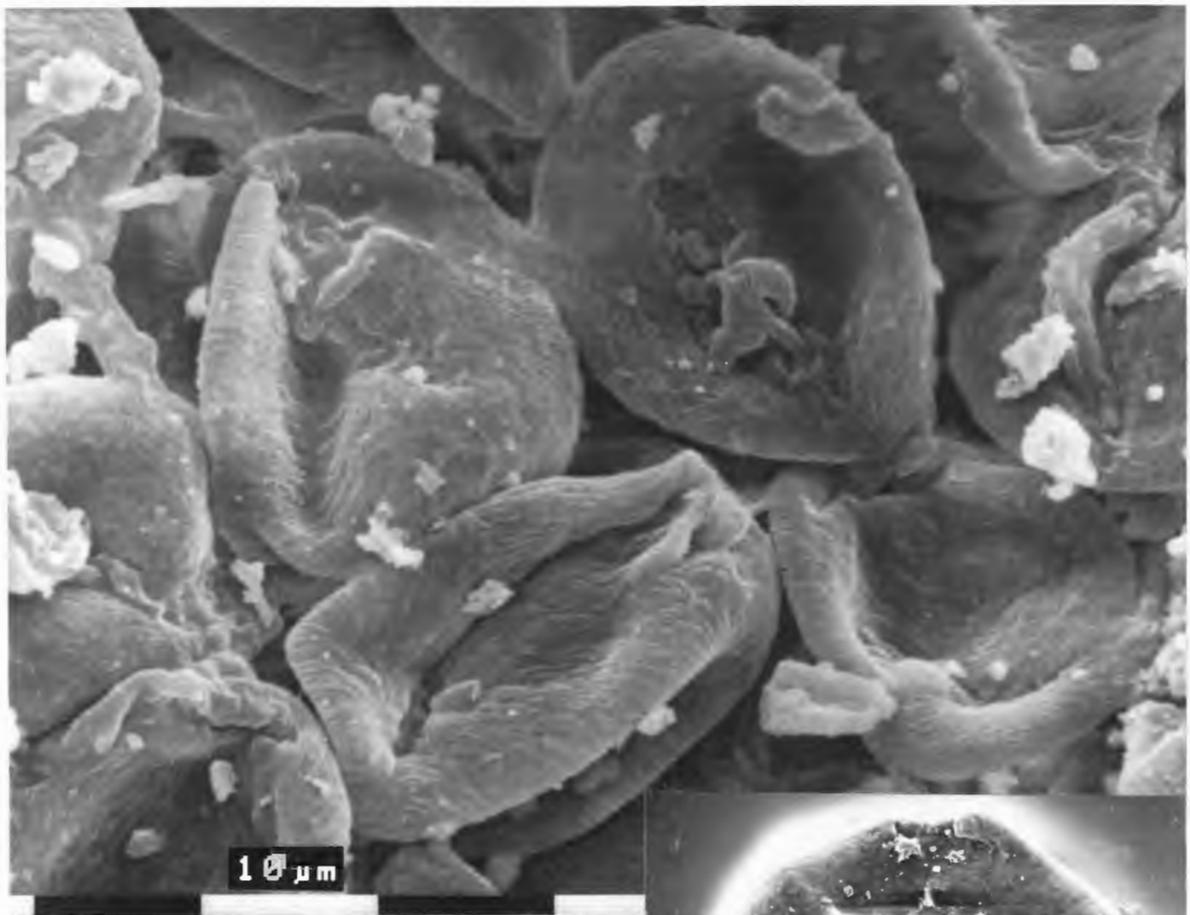
Der äquatoriale Durchmesser beträgt 30 bis 48 µm, beim abgebildeten Exemplar 45 µm.

Auch dieser Farn wird den Schizeaceen zugeschrieben.

4 = proximale Ansicht = x 2210

TAFEL 9





Taf. 10, Fig. 1:

Schildförmiges Indusium eines Farnes

Die in den Sporangien wachsenden Sporen werden bei vielen Farnarten bis zur Reife mit einem einschichtigen, schirmförmigen Auswuchs der Blattunterseite, dem sog. Schleier (Indusium), bedeckt und geschützt.

Die Aufnahmen zeigen, daß es sehr einfach gebaute Röhrenzellen sind, hier im Stiel ca. 30 Stück, die sich nach außen hin durch Gabelungen verdoppeln und somit eine größere Fläche einschichtig abdecken. Da dieser Schleier nur kurze Zeit eine schützende Funktion zu erfüllen hat, sind die Zellen entsprechend primitiv gebaut. Der ovale Querschnitt des Schleierstiels ist auch auf Taf. 11, Fig. 1 a als wohl regelmäßig erkennbar.

- 1 a und b = Blick halbschräg in das Indusium = x 125
- 1 c = Blick auf die Unterseite des Schirmes = x 120
- 1 d = Blick in den abgebrochenen Indusienstiel = x 425

Taf. 10, Fig. 2:

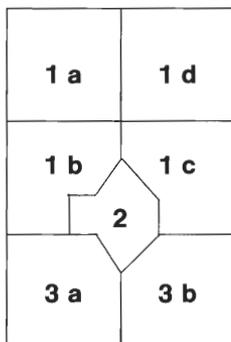
Mikrospore von cf. *Gleicheniidites senonicus* (ROSS) DETTMANN
(siehe Taf. 11, Fig. 1 b und Taf. 15, Fig. 4 b).

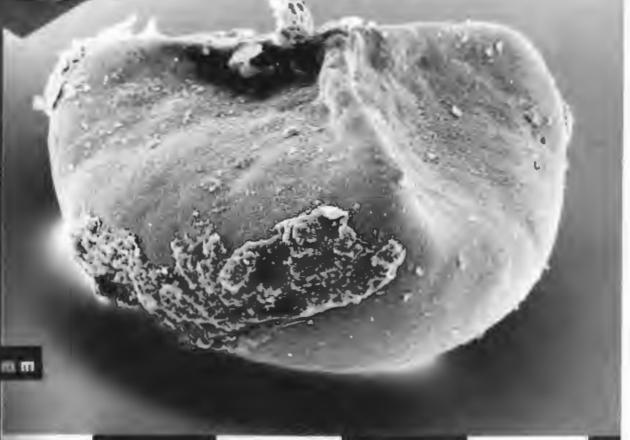
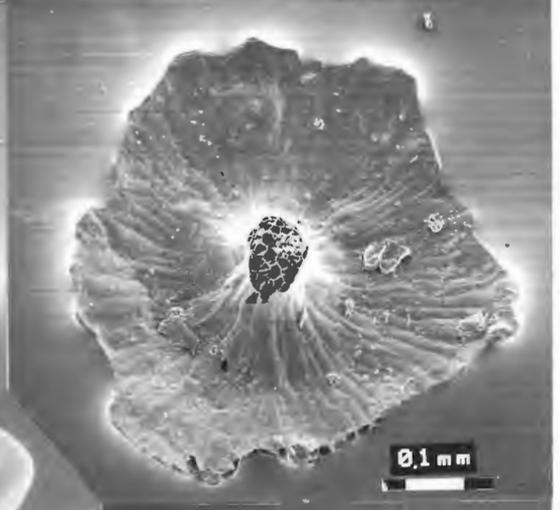
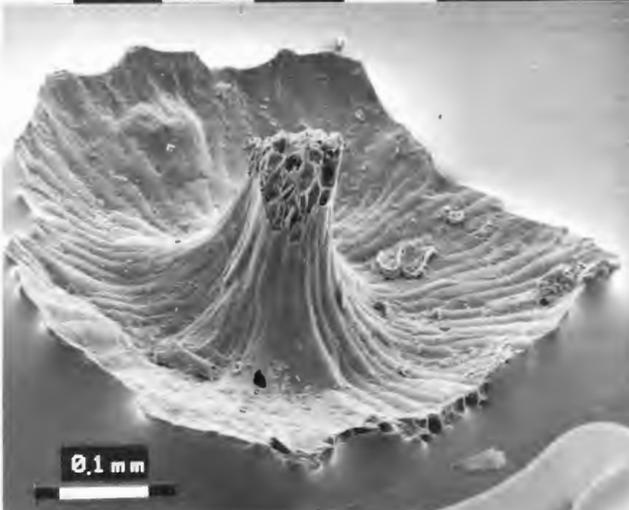
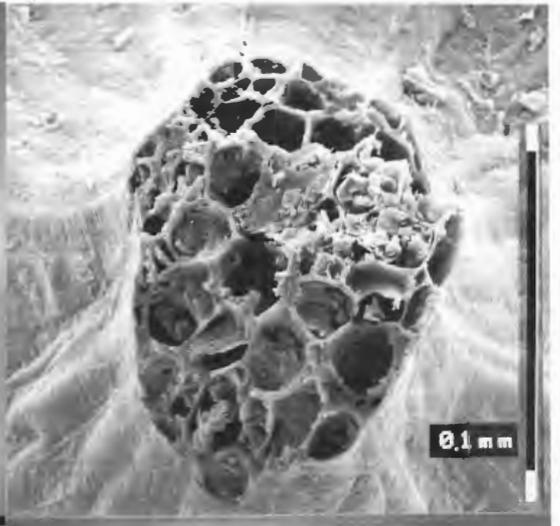
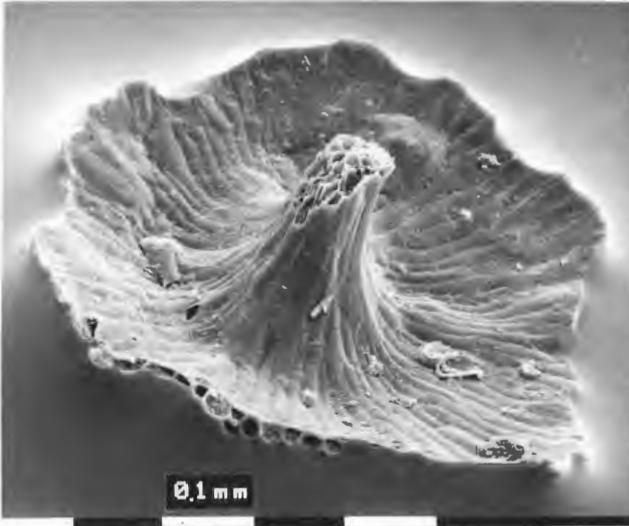
Taf. 10, Fig. 3:

Megaspore von *Punctatisporites* sp.

- 3 a = distale Ansicht = x 150
- 3 b = laterale Ansicht = x 170

TAFEL 10





Taf. 11, Fig. 1:

Sporangien und Sporen von cf. *Gleicheniidites senonicus* ROSS

Fig. 1 a zeigt die inkohlte Unterseite eines Farnwedels letzter Ordnung mit gekammerten Sporangien. Die Anzahl der Kammern ist keiner Norm unterworfen. Wie die farbige Abbildung auf Tafel 61, Fig. 1 zeigt, kann sie an ein und derselben Pflanze variieren. Hier können in den Sporangien 6 bis 8 Kammern gezählt werden. In der Mitte der einzelnen ca. 0,05 mm großen Sporangien sind die Abbruchstellen der schildförmigen Indusien zu erkennen (Siehe auch Taf. 10, Fig. 2 und Taf. 15, Fig. 4 b).

Die trilete Mikrospore hat eine glatte, skulpturlose Exine. Die Laesuren sind lang und erreichen fast den Äquator. Der Äquatorumriß ist triangulär mit spitzen bis schwach abgerundeten Ecken. Die Seiten sind gewöhnlich konkav, manchmal an den Kontaktstellen gerade und auf der distalen Seite konvex. Die Größe dieser Mikrospore beträgt im äquatorialen Durchmesser 20 bis 38 µm, im Mittel 30 µm.

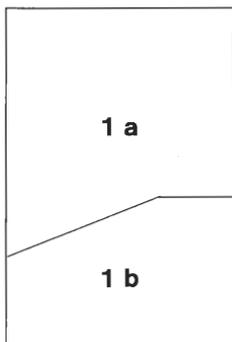
Im mittleren und oberen Jura und in der Unter-Kreide wurde diese Sporenart bisher gefunden.

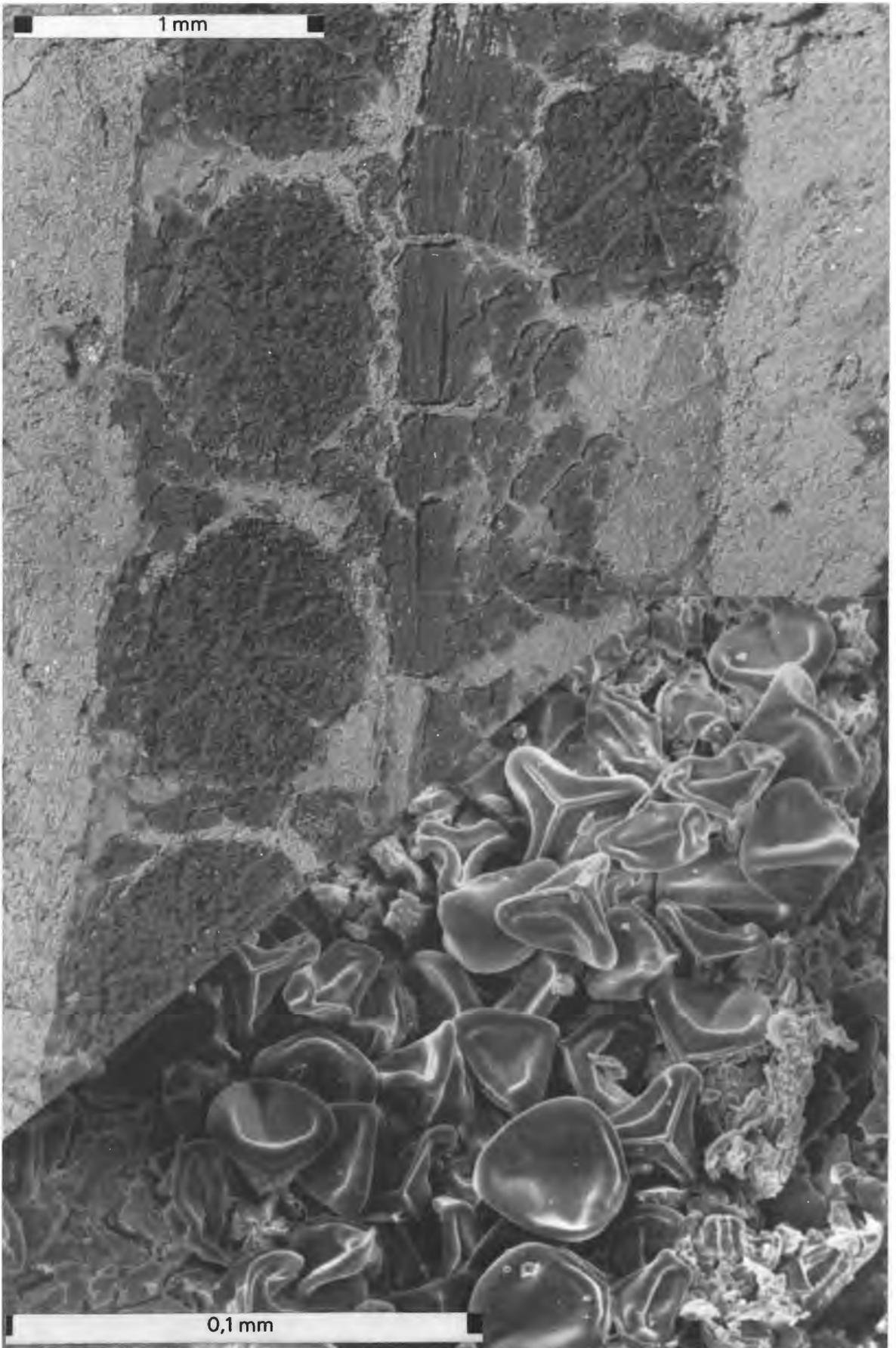
Die rezenten Gleicheniaceae sind tropische, pectopterisartige, kletternde Farne mit meist wiederholt gabelig geteilten Wedeln. In den Gabelwinkeln befinden sich knospenförmige, entwicklungsfähige Blattanlagen.

1 a = x 60

1 b = x 810

TAFEL 11





1 mm

0,1 mm

Taf. 12, Fig. 1:

Sporangien und Sporen von cf. *Punctatisporites* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP sp.

1 a = Die endständigen Sporangien in traubiger Anordnung sind oval, 2 1/2 mal länger als breit (2,3 mm lang und 0,8 mm breit). Tapetenzellen und sporogenes Gewebe umgeben eine Vielzahl von Mikrosporen = x 20.

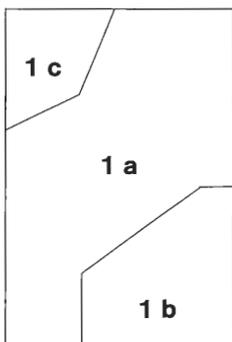
1 b = Die trileten Mikrosporen haben einen kreisrunden Äquatorumriß. Die Exine ist skulpturlos, und die Laesuren sind etwa 2/3 des Radius lang = x 1000.

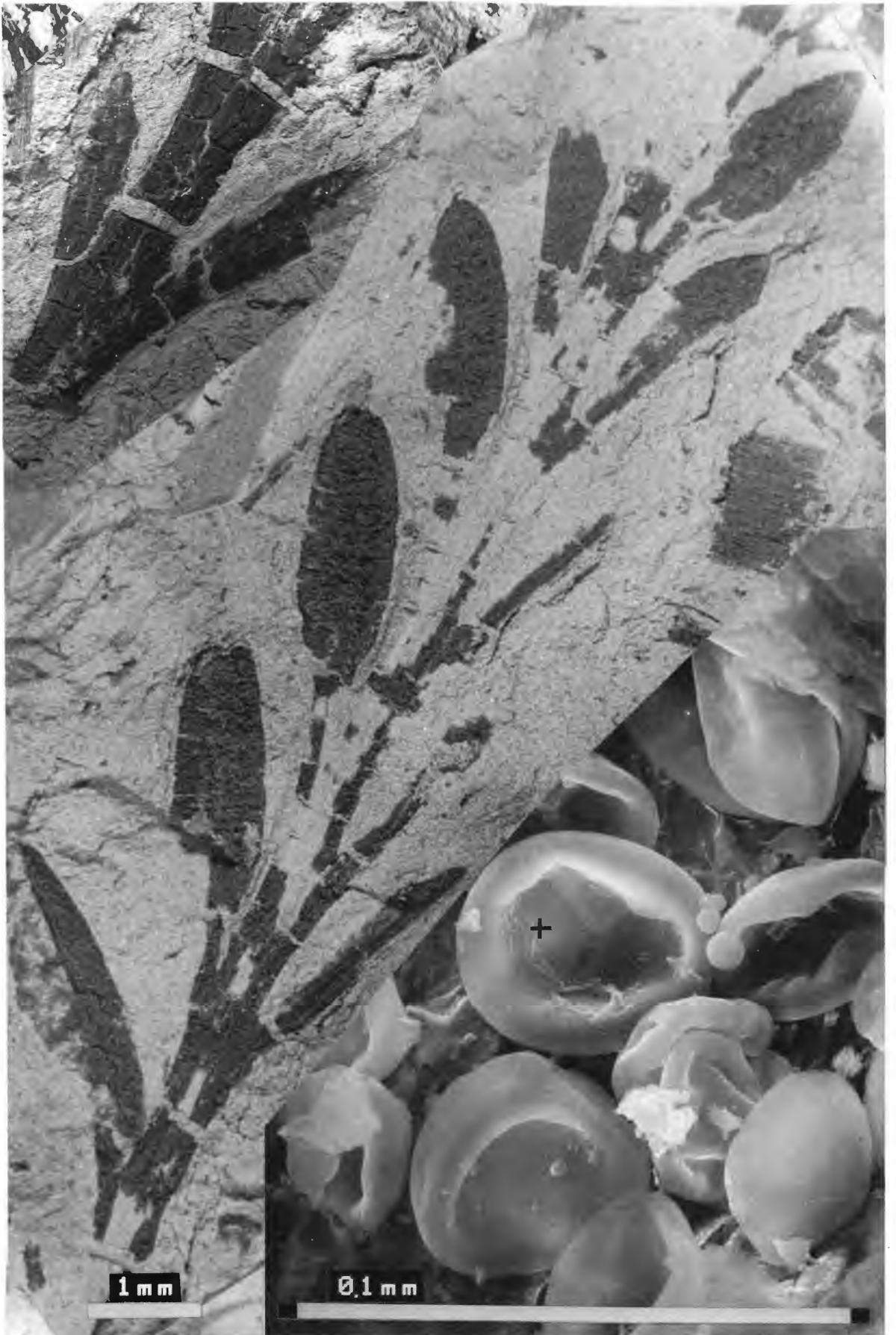
An der mit einem + versehenen, eingeschrumpften Mikrospore ist die Y-Marke gut erkennbar.

Die hier abgebildeten Mikrosporen haben einen Durchmesser von ca. 40 µm .

1 c = Vegetativer Pflanzenteil von *Punctatisporites* = x 30.

TAFEL 12





Taf. 13, Fig. 1 und 2:

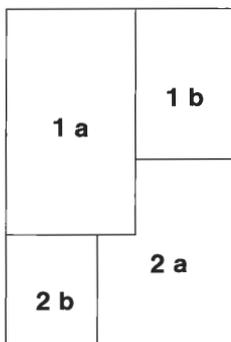
Bei den beiden Sporenständen (Fig. 1 a und 2 a) handelt es sich vermutlich um ein und dieselbe Farnart: cf. *Reticulisporites vermiformis* KEMP. Auf Fig. 1 a scheint das Sporangium sich in einem älteren Reifezustand zu befinden.

Die trileten Mikrosporen dieses Farnes sind von triangulär gerundeter Form mit geraden oder konkaven Seiten. Die Keimfalten (Laesuren) gehen fast bis in die Spitzen und sind von 2,0 µm hohen Lippen umschlossen. Die proximale Ansicht ist fein netzartig. Die distale Oberfläche trägt wellenförmige Rippen, die kaum 1 µm hoch sind. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß es sich eindeutig um lineare Erhebungen (Muri) handelt und nicht um Einsenkungen (Foveen).

In der Mitte der Fig. 1 b sind 3 Sporen zu sehen, die sich noch im Teradenverband befinden, die vierte zum Verband gehörende ist nach links umgeklappt und zeigt die distale Seite. Zwischen den Sporen sind Teile des Tapetums zu erkennen.

- 1 a = Sporenähre = x 20
- 1 b = Mikrosporen im Sporangium = x 800
- 2 a = Sporenähre = x 15
- 2 b = Mikrospore = x 2100

TAFEL 13





Taf. 14, Fig. 1:

Sporangium und Sporen von *Cyathidites minor* COUPER

- 1 a = Endständige Mikrosporen-Ähre = x 15
- 1 b = Endständige Mikrosporen-Ähre = x 85
- 1 c = Mikrosporen = x 600
- 1 d = Mikrosporen = x 2000

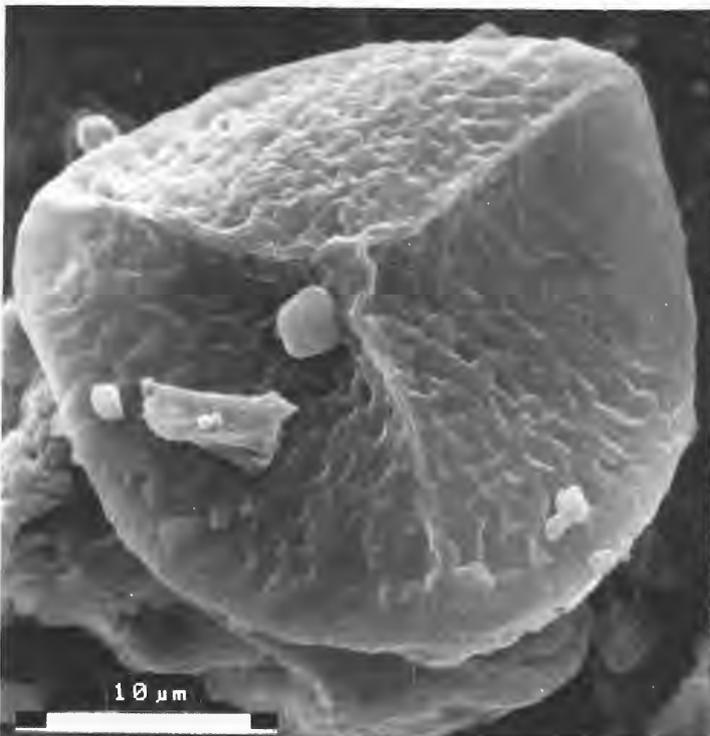
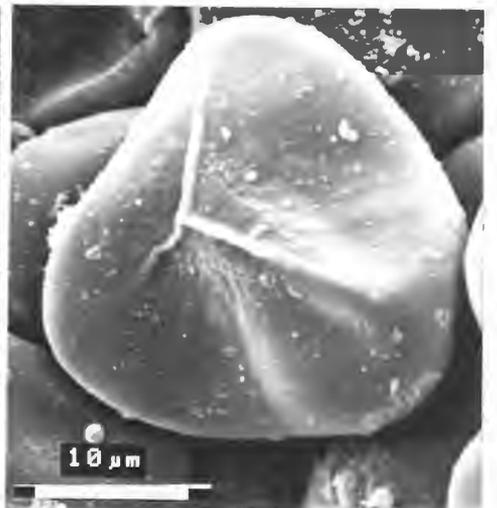
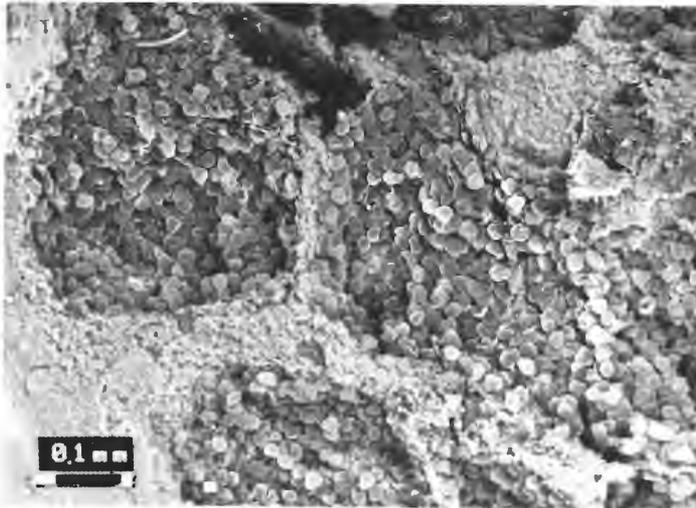
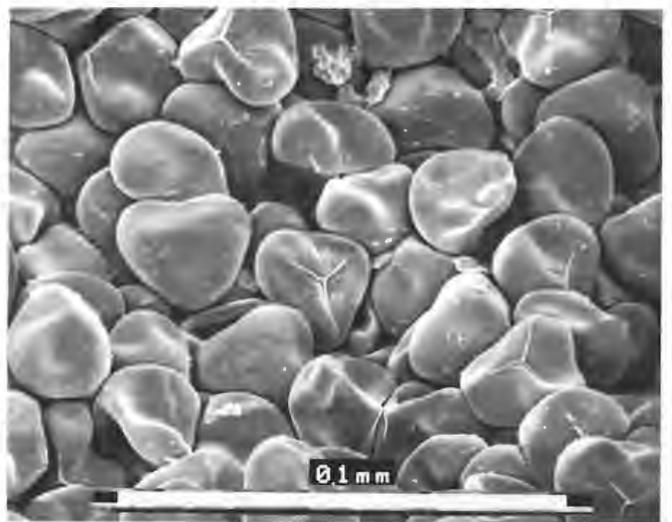
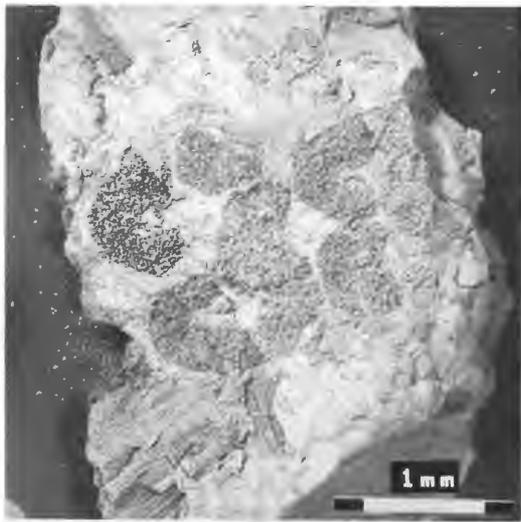
Taf. 14, Fig. 2:

Ein endständiges, vermutlich bei der Einbettung deformiertes Sporangium von *Reticulisporites vermiformis* KEMP (siehe Taf. 13, Fig. 1 und 2).

- 2 a = Sporangium = x 15
- 2 b = Aus dem Sporangium heraus vergrößerte Mikrospore = x 2700

TAFEL 14

1 a	1 c
1 b	1 d
2 b	2 a



Taf. 15, Fig. 1:

Mikrosporen vom Farn *Foveosporites* sp., cf. *F. substriangularis* (BRENNER) KEMP in proximaler und distaler Ansicht.

Die Spore hat nach BRENNER (1963) einen maximalen Durchmesser von 29 bis 47 µm, im Mittel 38 µm, nach KEMP (1971) 41 µm. Die hier abgebildeten trileten Sporen passen mit 32 µm in den von BRENNER genannten Rahmen. Die Laesuren erreichen fast den Äquator. Die Seiten sind konkav mit abgerundeten Spitzen. Die Exine ist auf der distalen Seite mit vielen runden Eindrücken (1 bis 1,5 µm im Durchmesser und etwa 0,5 µm tief) strukturiert. Auf der proximalen Oberfläche sind sie am Rand am ausgeprägtesten und werden zum Pol hin immer weniger. Links im Bild ist ein Teil des Anulus zu erkennen.

Das Vorkommen von *F. substriangularis* wird von BRENNER und KEMP übereinstimmend als sehr selten bezeichnet.

Der diesem Farn sehr nahe stehende Farn *Foveosporites canalis* ist im Neocom und Apt Westaustraliens nachgewiesen.

1 = x 600

Taf. 15, Fig. 2:

cf. *Klukisporites* COUPER sp.

Es handelt sich hier um eine trilete Mikrospore mit langen, fast den Äquator erreichenden Laesuren. Die distale Fläche ist deutlich konvex, die proximale abgeflacht. Die Seiten sind leicht konkav. Die distale Oberfläche ist durch irreguläre Grübchen skulpturiert, die proximale Seite ist glatt.

Die bisher bekannten Arten sind *K. variegatus* (Größe: 45 bis 110 µm, im Mittel 60 µm im Durchmesser) und *K. pseudoreticulatus* (Größe: 33 bis 62 µm, im Mittel 45 µm im Durchmesser).

Die *Klukisporites*-Arten gehören wahrscheinlich zu den jurassischen Farnen *Klukia exilis* und *Stachypteris hallei*. Die Sporen dieser beiden Arten sind sehr variabel.

Nach GOTHAN (1973) ist *Stachypteris* ein kleiner Jura-Farn von *Sphenopteris*-Charakter.

Bekannt ist *Klukisporites* aus dem Purbeckium und dem Wealden.

2 = x 1300

Taf. 15, Fig. 3:

cf. *Biretisporites potoniaei* DELCOURT & SPRUMONT

Es ist eine trilete Mikrospore mit einer an den Ecken abgerundeten Form. Die Laesur ist von Lippen eingeschlossen, die Auswüchse der proximalen Exine sind. Die Exine ist glatt ohne jede Ornamentierung. Die Lippen erreichen nicht ganz den Äquator, sie sind 1 bis 3 µm breit und 2 bis 3 µm hoch.

ROUSE (1957) hat diese Sporenart als *Hymonophyllumsporites* beschrieben.

3 = x 1300

TAFEL 15

1	4 a 4 b
2	5
3	6

Taf. 15, Fig. 4 a:

Diese trilete Mikrospore cf. *Cyathidites australis* COUPER hat lange Laesuren, die fast den Äquator erreichen. Sie bestehen aus einfachen Nähten. Der äquatoriale Umriss ist triangulär mit abgerundeten Spitzen und konkaven, aber auch konvexen Seiten.

Die Exine ist glatt bis gekräuselt.

Die von COUPER (1958) beschriebenen Exemplare stammen aus dem Jura und der Unter-Kreide Australiens (Neuseeland) und sind 58 bis 90 µm (im Mittel 65 µm) groß.

Eine kleinere Art, die im Mittel 38 μm groß ist, ist von COUPER als *Cyathidites minor* benannt worden.

Die meisten unter diesem Namen zusammengefaßten Sporen gehören wahrscheinlich zu der mesozoischen Art *Coniopteris hymenophylloides* und zu anderen fossilen Farnen wie *Elboracia lobifolia* und *Dicksonia marrioptens*.

4 a = x 800

Taf. 15, Fig. 4 b:

cf. *Gleicheniidites* (ROSS) DETTMANN sp. ist eine trilete, bikonvexe Mikrospore. Die distale Oberfläche ist stark gewölbt oder mit 3 interradianalen Falten am Pol versehen. Der Umriss ist triangulär mit konkaven oder geraden Seiten und gerundeten Ecken. Die Laesuren sind gerade oder leicht wellig mit engen, erhobenen (1 bis 2 μm hoch) Lippen.

Die Exine hat eine glatte Oberfläche, und der äquatoriale Durchmesser beträgt 23 bis 42 (im Mittel 32) μm .

Gleicheniidites cercinidites ist aus dem Ober-Jura und der Unter-Kreide Westaustraliens bekannt.

4 b = x 800

Die *Civaticosisporites*-Arten gehören zu den Schizaeaceae – rezent noch vorkommende tropische Schlingfarne der Gattung *Pecopteris* – die wohl in der Kreide am stärksten verbreitet waren. Es kommen in Nethden zahlreiche Sporen von verschiedenen Arten dieser Familie vor, die alle durch ihre zahlreichen Längsrippen auf der Exine auffallen. Bei diesen Farnen sitzen die Sporangien, die aus einer Epidermiszelle durch Teilung entstehen, an den Blatträndern. Sie öffnen sich dicht unter dem Scheitel mittels eines quer verlaufenden Anulus.

Taf. 15, Fig. 5:

Die Mikrospore *Civaticosisporites* sp., cf. *brevilaesuratus* COUPER ist triangulär mit abgerundeten Ecken. Die Skulptur der Exine besteht aus parallelen Furchen und Wällen mit abgeflachten Graten. Die Wälle sind doppelt so breit wie die Furchen.

Die Laesuren, die etwa 2/3 des Radius lang sind, sind auf dem Bild nicht zu erkennen.

5 = x 950

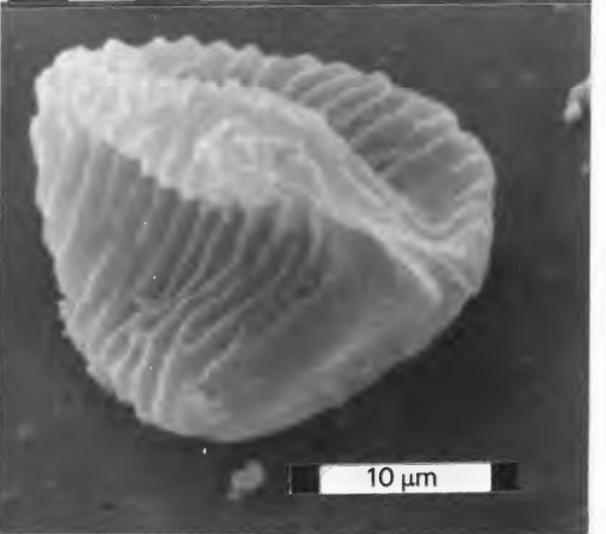
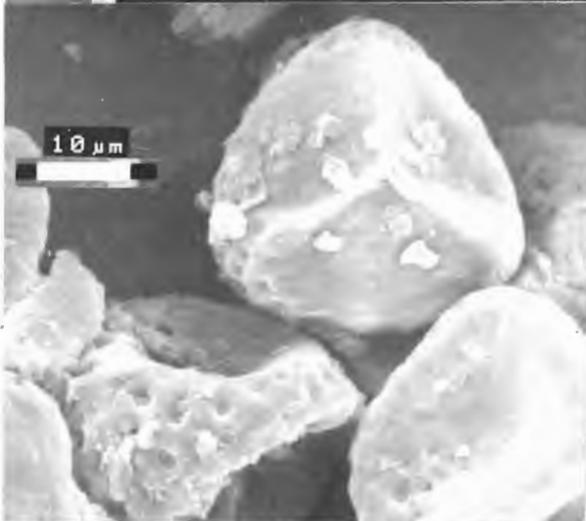
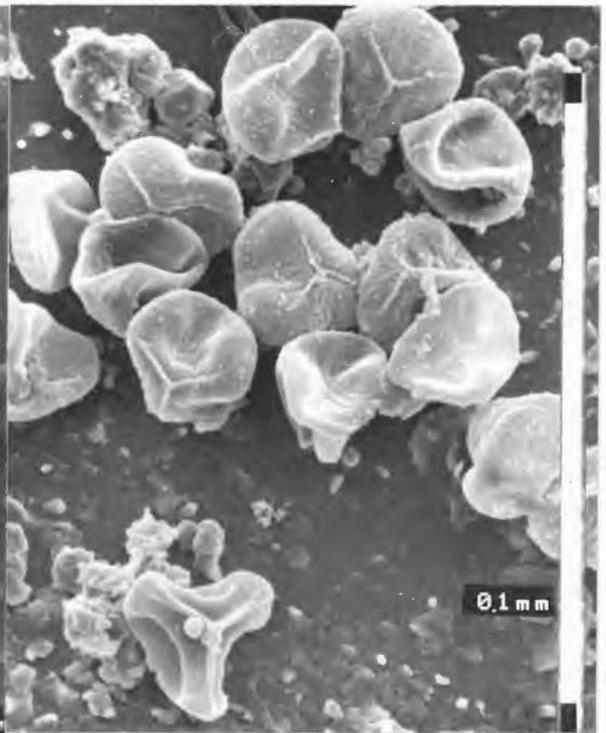
Taf. 15, Fig. 6:

Civaticosisporites sp., cf. *C. hallei* DELLCOURT & SPRUMONT ist eine trilete Mikrospore mit triangulärer, abgerundeter Form. Die Länge der Laesuren beträgt etwa 2/3 des Radius, und die Skulptur besteht aus Furchen und Wällen. Die Grate der Wälle sind schmal, und die Furchen sind breit.

6 = x 2300

TAFEL 15

1	4 a 4 b
2	5
3	6



Taf. 16, Fig. 1:

Mikrosporen von *Cicatricosisporites* sp., cf. *C. hallei* DELLCOURT & SPRUMONT

(Siehe Taf. 15, Fig. 6)

1 = x 1500

Taf. 16, Fig. 2:

Mikrosporen von cf. *Cyathidites minor* COUPER

(Siehe Taf. 15, Fig. 4 a)

2 = x 1300

Taf. 16, Fig. 3:

HUCKRIEDE (1982) hat diese Spore erstmals beschrieben und ihr den Namen *Selaginella nehdenensis* gegeben. Die von ihm angegebene Größe (Durchmesser am Äquator 300 bis 400 µm) und die Skulpturierung „körnige bis pustelige, flache Aufsätze“ stimmen mit den hier abgebildeten Exemplaren überein. Die Laesuren sind hier aber nur 3/4 des Radius lang.

3 = Rechts proximale und links distale Ansicht = x 100

Taf. 16, Fig. 4:

Die trilete Mikrospore *Cicatricosisporites* sp., cf. *C. proxiradiatus* KEMP hat eine gerundete, trianguläre Form. Die Laesuren sind gerade und etwa 3/4 des Sporenradius lang. Zwischen dem proximalen Pol und dem Äquator erheben sich enge Wälle. Die Wälle und Furchen überqueren den Pol fast rechtwinklig und setzen sich auf der distalen Seite fort. Der Durchmesser dieser Spore beträgt am Äquator 26 bis 43 µm (im Mittel 35 µm).

Gefunden wurde diese Mikrospore bisher nur im Apt und Alb.

4 = x 1500

Taf. 16, Fig. 5:

Mikrosporen von *Cicatricosisporites* sp., cf. *C. brevilaesuratus* COUPER

(Siehe Taf. 15, Fig. 5)

5 = x 320

Taf. 16, Fig. 6:

Keine Spore! Die Materialanalyse (Abb. 13) weist eindeutig das Vorhandensein einer Pyritkonkretion (Schwefelkies FeS₂) aus.

6 = x 3700

TAFEL 16

1	4
2	5
3	6

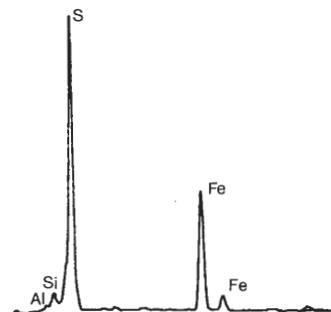
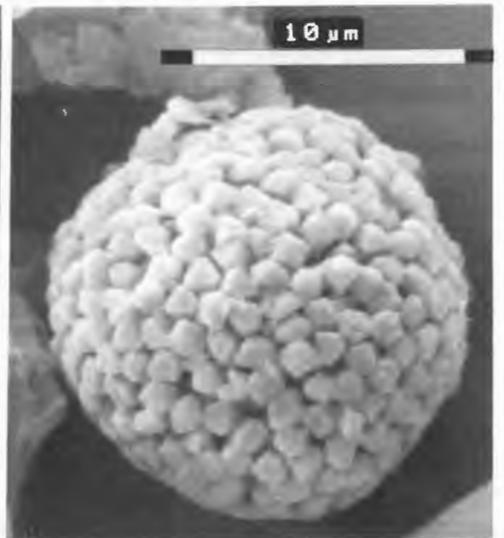
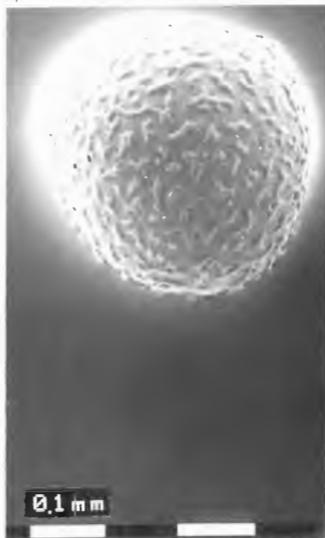
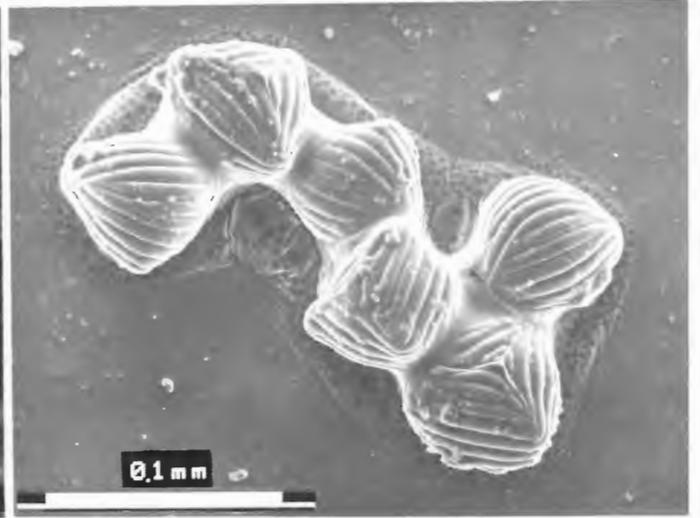
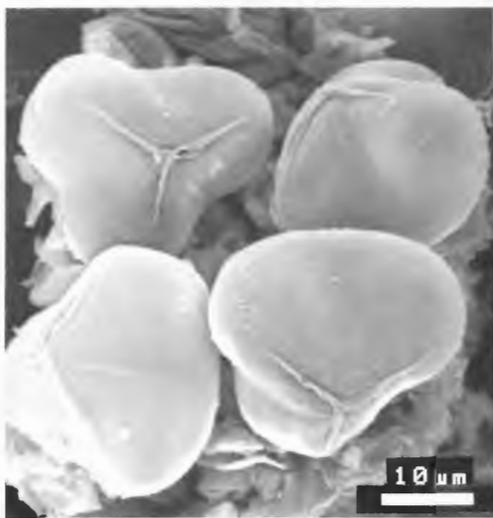
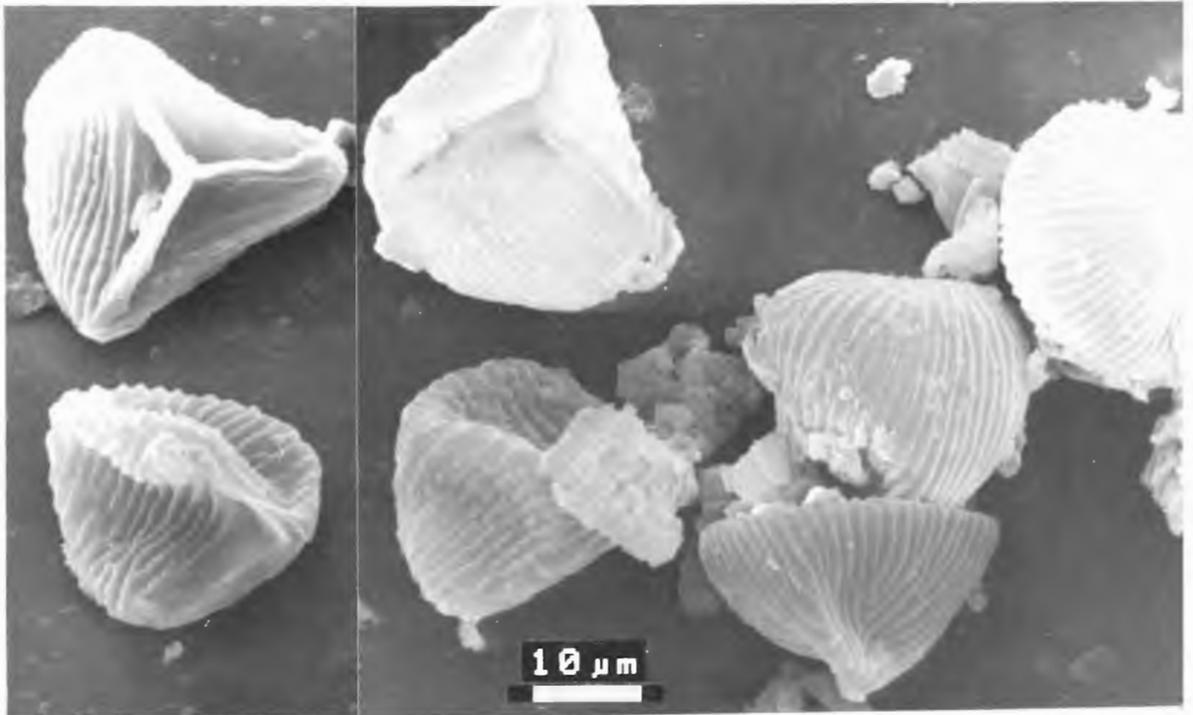


Abb. 13: Elementanalyse einer Konkretion.



Taf. 17, Fig. 1:

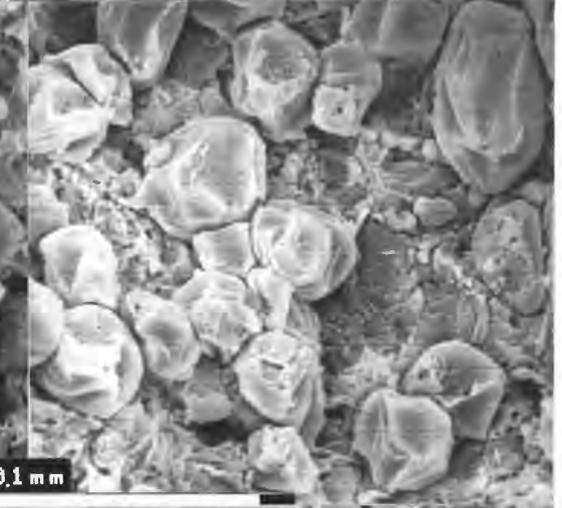
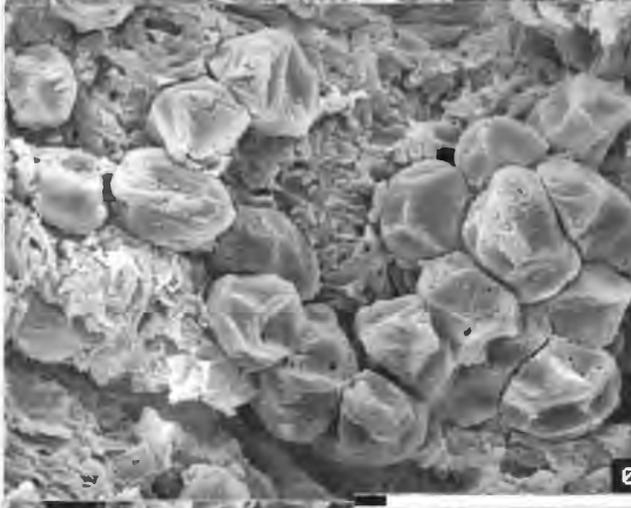
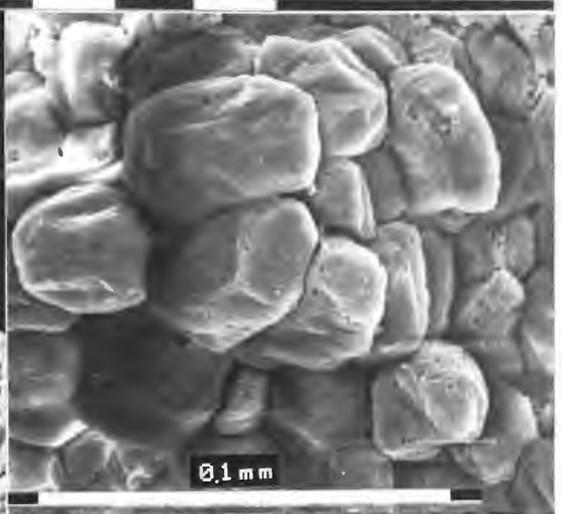
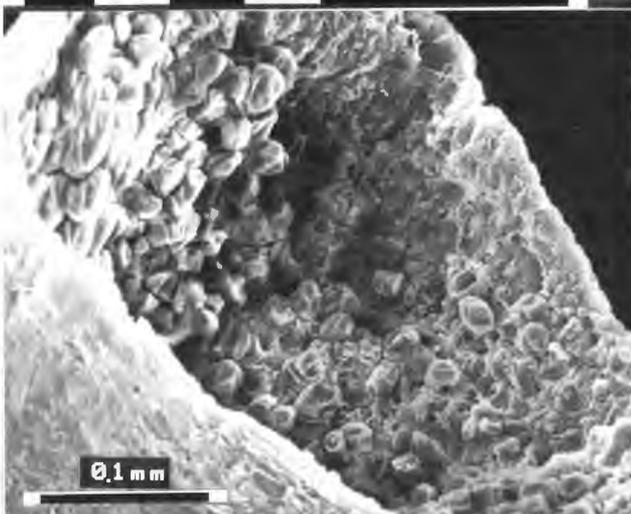
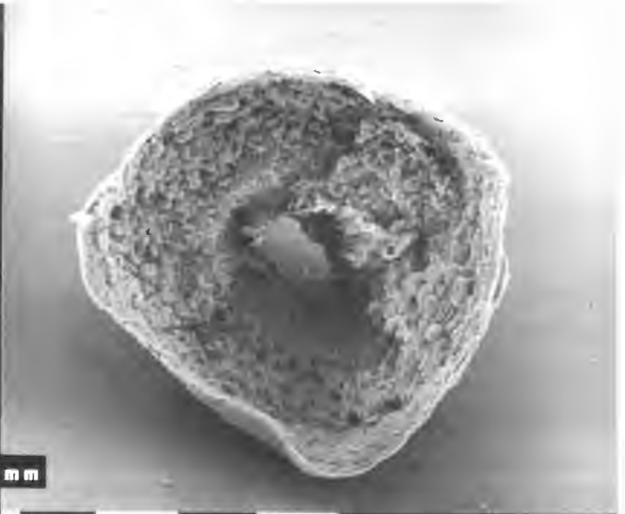
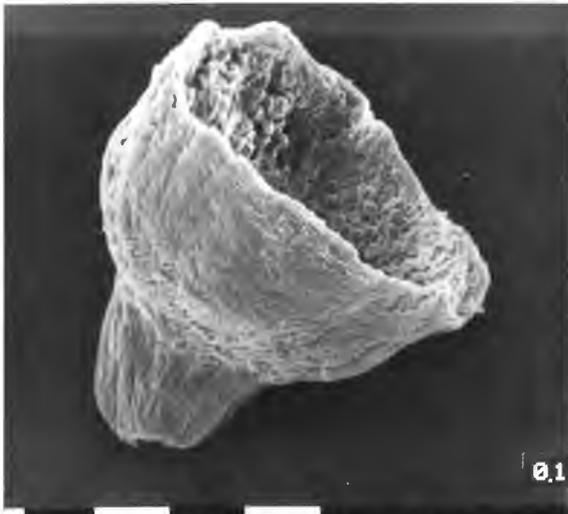
Sporenbehälter und Sporen eines Wasserfarnes (Hydropterides)

Wasserfarne sind wasser- oder sumpfbewohnende, krautige Pflanzen. Rezent gibt es noch zwei Familien: Die wieder zum Wasserleben zurückgekehrten Salviniaceae und die im Boden fest verwurzelten Marsileaceae. Die freischwimmenden Wasserfarne, z.B. rezent *Salvinia natans*, zeigen einen eigenartigen Blattdimorphismus: Oberhalb des Wassers sind ovale Schwimmblätter, im Wasser fadenförmige, die Funktion von Wurzeln übernehmende, fein behaarte Scheinblätter. Die Blätter sind in dreiteiligen Quirlen angeordnet. Im Bereich des Wasserspiegels sitzen mehrere kugelige Sporangienbehälter. Jeder Behälter umschließt einen Sorus mit entweder vielen Mikro- oder wenigen Megasporen. Beiderlei Sporangien sind gestielt. In einer dünnen Wandung entstehen die Sporen. Die Mikrosporangien enthalten 64 in Tetraden gebildete Mikrosporen. Diese liegen eingebettet in eine schaumige, erhärtende Zwischensubstanz, die aus dem Periplasmodium hervorgeht.

- 1 a = laterale Ansicht eines quer gebrochenen Mikrosporangiums.
Links unten der Stiel, mit dem das Sporangium an der Pflanze festgesessen hat = x 100
- 1 b = Blick in die Sporangienöffnung = x 110
- 1 c = Ausschnittvergrößerung aus 1 a = x 230
- 1 d = Mikrosporen. Auf Grund der Verformungen ist keine Zuordnung möglich = x 680
- 1 e = wie vor = x 550

TAFEL 17

1 a	1 b
1 c	1 e
1 d	



Charophyten – Oogonien und Pflanzenteile

Auf Grund der verhältnismäßig häufigen Funde von Charophyten-Resten kann angenommen werden, daß diese im Süß- und Brackwasser lebenden Pflanzen, die zu den Grünalgen gezählt werden, einen großen Teil der morastigen Ufervegetation in Nehden ausgemacht und im Flachwasser ausgedehnte Rasen gebildet haben.

Fossil sind die Charophyten bereits seit dem Devon bekannt, wobei sich jedoch nur eine der ursprünglich sechs Familien bis heute gehalten hat.

Die wenigen Gattungen der Charophyten sind relativ hoch organisiert und nehmen auf Grund der Anatomie ihrer Antheridienstände eine Sonderstellung unter den Algen ein.

Ihre Pflanzengestalt ist sehr typisch und erinnert stark an den Aufbau der Schachtelhalme. Auch hier wechseln Knoten und Internodien miteinander ab, wobei die Knoten den Ursprung für quirlförmig abgehende Kurztriebe bilden. Diese sind wiederum aus Knoten und Internodien aufgebaut, wobei gelegentlich an den Knoten noch kurze Seitentriebe 2. Ordnung entspringen. Im unteren Bereich der Achse dienen mit Stärke gefüllte Knöllchen als Überwinterungsorgane. Hinsichtlich der Fortpflanzung sind die Charophyten reine Haplonten mit zygotischem Kernphasenwechsel. Das heißt: Nur die Zygote trägt einen diploiden Chromosomensatz. Es gibt weder Sporen noch einen Generationswechsel.

GRABBAST (1974) hat sich eingehend mit der Phylogenie der Charophyten befaßt. Die von ihm aufgestellte Entwicklungsreihe ist von stratigraphischer Bedeutung und kann zur Altersstellung des Sedimentes mit herangezogen werden.

Die zu den Charophyten zählenden Clavatoraceae, die in der Kreide recht zahlreich waren, verdienen besondere Beachtung, denn die das Oogonium umgebenden Behälter zeigen stark spezialisierte Strukturen.

Drei Linien, die in der unteren Kreide eine Sequenz abgestufter Änderungen zeigen und extrem unterschiedliche Typen ausweisen, hat GRAMBAST (1974) beschrieben. Diese Linien umfassen u.a. die in Nehden bisher gefundenen Gattungen *Clypeator*, *Perimneste* und *Porochara*.

Ihre Behälter sind bilateral, die Wände zweischichtig mit inneren Kanälen, die in Poren münden.

Taf. 18, Fig. 1:

Die hier abgebildeten Exemplare gehören zu den Clypeatorae (*Clypeator europaeus* GRAMBAST). Ihre eigenartigen Strukturen werden durch das Auftreten von Zwischenzellen zwischen den basalen und oberen Zellen erreicht. Diese Zwischenzellen werden länger, wohingegen die basalen Zellen abnehmen.

In nur ganz geringen Strukturfeinheiten unterscheiden sich voneinander (Abb. 14):

- | | |
|---|---|
| <i>Clypeator europaeus</i> GRAMBAST | aus dem oberen Barrème und dem unteren Apt.
Die unteren radiären Zellen erreichen fast die Basis. |
| <i>Clypeator lusitanicus</i> GRAMBAST | aus dem Apt.
Die radiären Zellen sind etwas gebogen. |
| <i>Clypeator corrugatus</i> (PECK) GRAMBAST | aus dem Apt.
Die radiären Zellen sind gelängt und gedreht, wohingegen die Basalzellen fast ganz verschwunden sind. |
| <i>Clypeator caperatus</i> GRAMBAST | aus dem Alb und dem Cenoman.
Die radiären Zellen sind wellenförmig. |

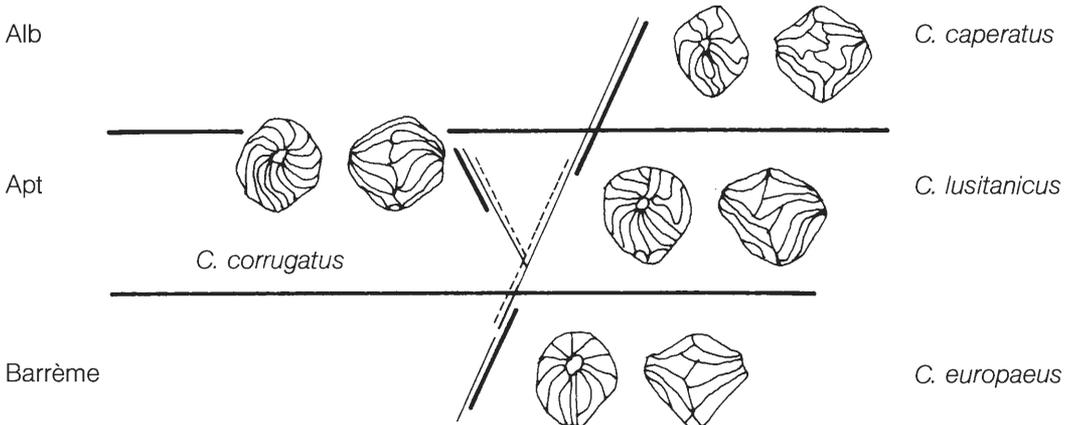


Abb. 14: Unterscheidungsmerkmale der *Clypeator*-Arten.

Selbst innerhalb der *Clypeator*-Arten sind Unterschiede möglich, wie das Beispiel *Clypeator europaeus* zeigt (Abb. 15).

TAFEL 18

1 a	1 b
1 c	1 d
1 e	

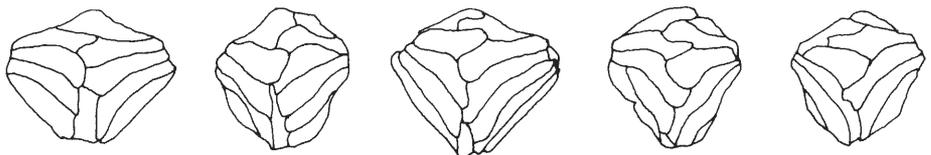
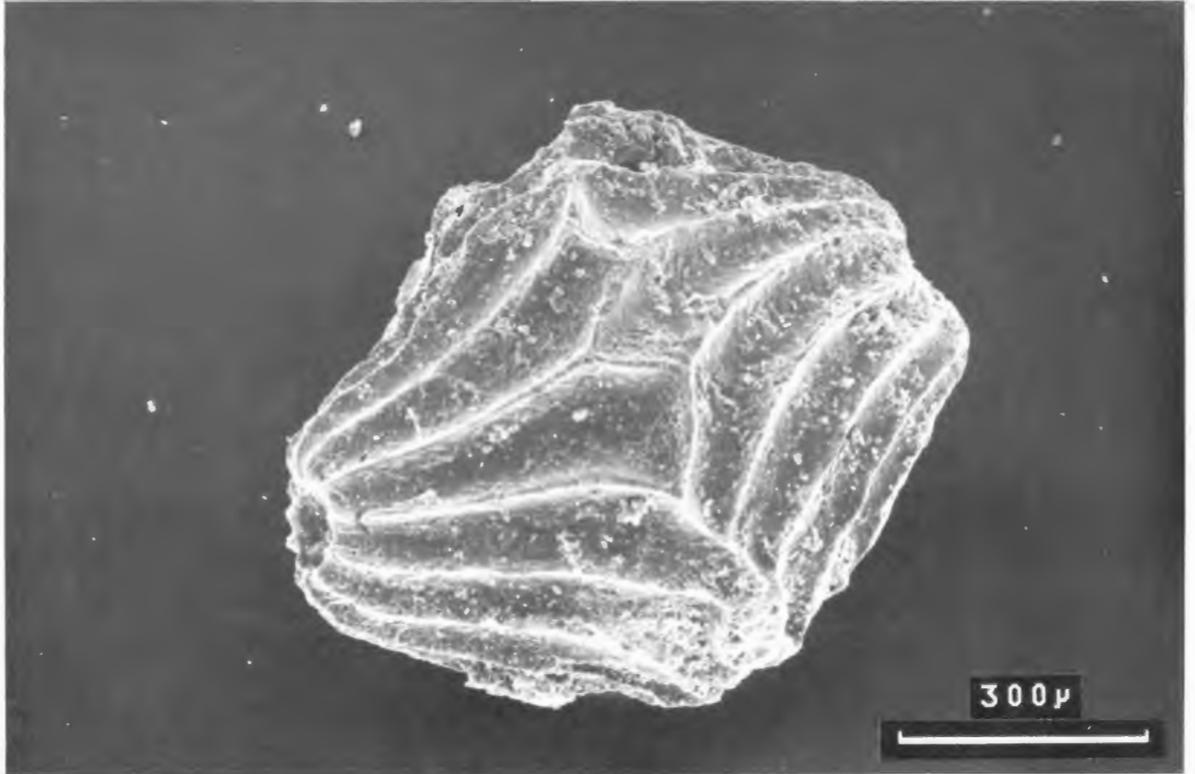
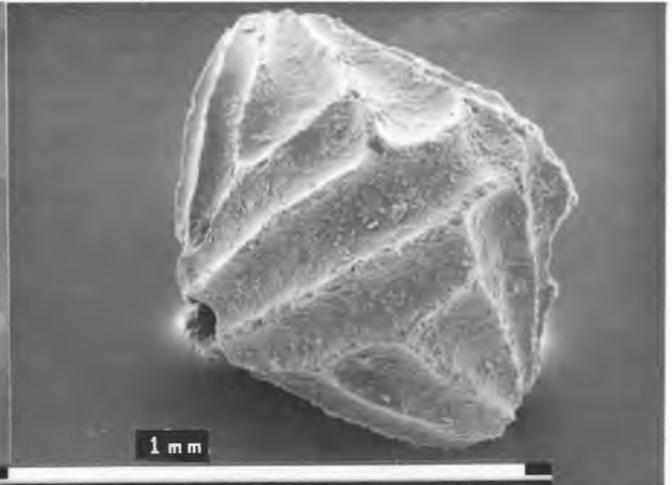
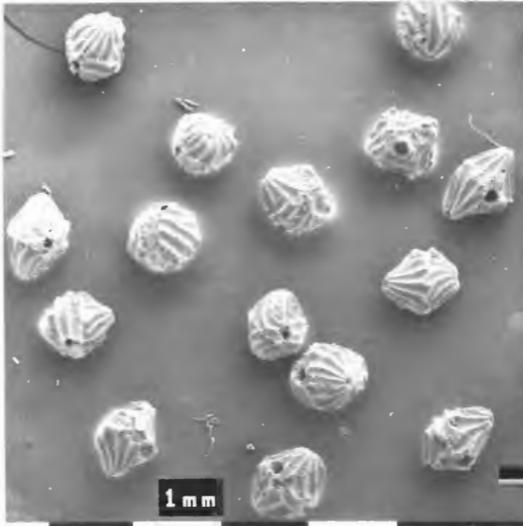


Abb. 15: Variationen innerhalb von *Clypeator europaeus*

- | | | |
|-----|---|---------|
| 1 a | = Oögonien der Gattung <i>Clypeator</i> | = x 14 |
| 1 b | = distale Ansicht | = x 80 |
| 1 c | | = x 80 |
| 1 d | = laterale Ansichten | = x 80 |
| 1 e | | = x 110 |



Taf. 19, Fig. 1:

Aus der unteren Kreide sind *Perimneste*-Arten gut bekannt. Sie alle ähneln sich so sehr, daß eine genaue Artbestimmung sehr schwierig ist.

Die aus Kalziumkarbonat bestehenden Fruktifikationsorgane (siehe Materialanalyse, Abb. 16) sind irreguläre, runde Körper von etwa 1,5 mm Durchmesser. Die Wand der Hohlkugeln ist etwa 0,25 mm dick. Die beiden sich gegenüberliegenden Löcher sind gleich groß und haben einen Durchmesser von etwa 0,25 mm.

Die Oberfläche scheint strukturlos aber porös zu sein. Die an der Oberfläche erkennbaren Poren reichen nicht bis in den Innenraum. Dieser ist glatt und dicht. Durch Säurebehandlung läßt sich die Oberflächenstruktur freilegen. Der röntgenmikroanalytisch nachgewiesene relativ hohe Anteil an Silizium (Abb. 16) kann auf einer sekundären Einkieselung beruhen.

Die Durchmesser der in Nehten gefundenen *Perimneste*-Art stimmt mit dem für *Perimneste horrida* HARRIS angegebenen Durchmesser von 1500 µm (= 1,5 mm) gut überein.

- 1 a = Oogonien der Gattung *Perimneste* = x 14
- 1 b = x 50
- 1 c = Fruktifikationsorgane = x 50
- 1 d = x 50
- 1 e = Blick in ein längs angebrochenes Fruktifikationsorgan = x 50

TAFEL 19

1 a	
1 b	1 c
1 d	1 e

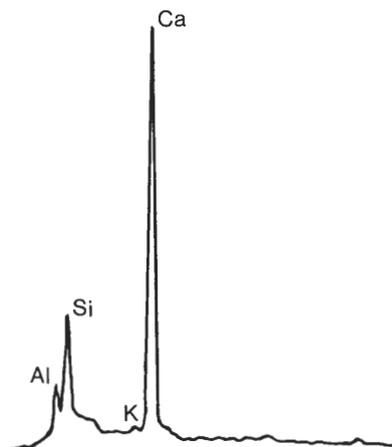
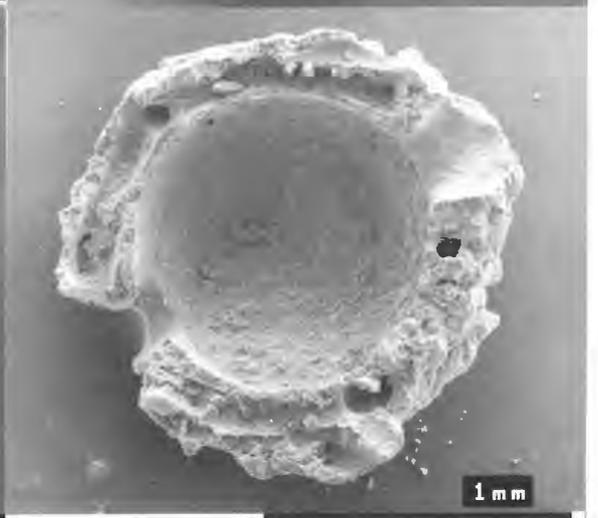
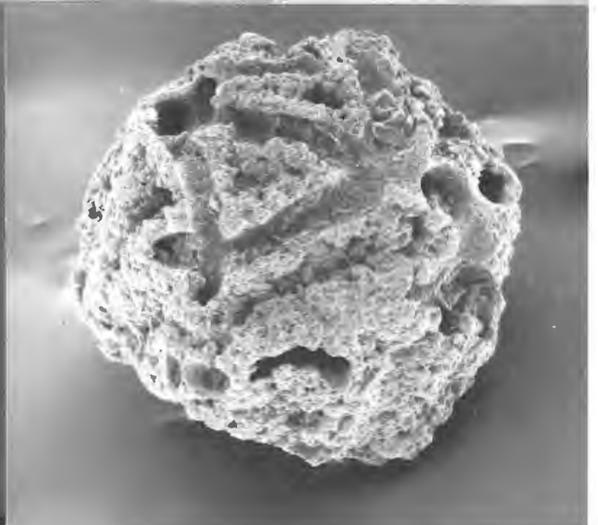
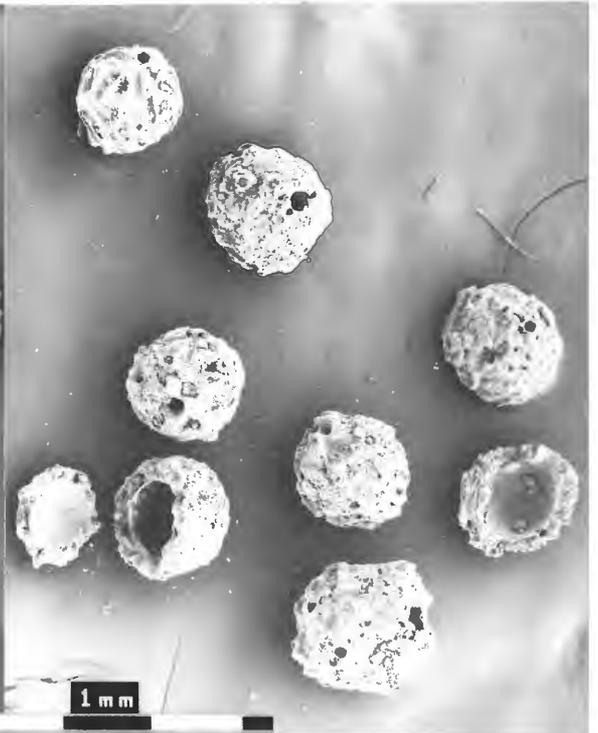
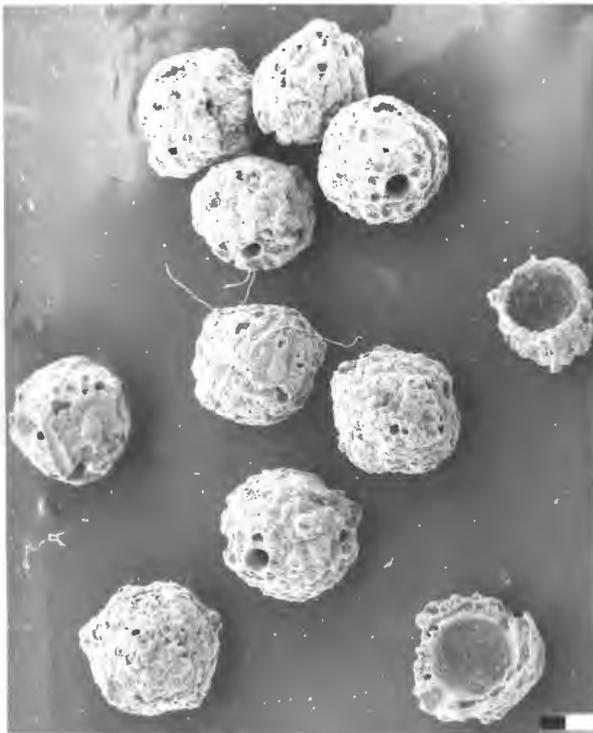


Abb. 16: Elementanalyse eines Fruktifikationsorgans.



Taf. 20, Fig. 1:

Die Vorläufer der seit dem Eozän bekannten Chlorophyceae sind die Porocharaceae, die im Eozän ausgestorben sind.

Die Gametangien dieser Pflanzen bestehen aus aufrechtstehenden, eiförmigen Oogonien und runden Antheridien. Es sind in Nehden bisher nur Oogonien gefunden worden und zwar in zwei verschiedenen Erhaltungsstadien. Zum einen ist nur das schwarze oder weiße Innenskelett aus 5 aus Kalziumkarbonat bestehenden, ca. 0,03 mm dicken Hüllschläuchen, die das Oogonium umschließen, vorhanden (Abb. 17 a), zum anderen sind es kugelige bis eiförmige Gebilde, die nur eine geringe Oberflächenstruktur zeigen. Hier ist das Pflanzen-Zellgewebe, welches das Innenskelett umhüllt, erhalten geblieben und pyritisiert (Abb. 17 b).

Die Spitze des Oogoniums trug ein aus den Schlauchenden gebildetes Krönchen. Die Spermatozoiden drangen zur Befruchtung zwischen den Krönchenspalten ein. Bei den rezenten Characeen umgibt sich die Eizelle nach der Befruchtung mit einer dicken Wand. Gleichzeitig verdicken sich auch die Innenwände der Hüllschläuche und verkalken. Die weiche, äußere Wand der Hüllschläuche vergeht beim Abfallen der Oogonien.

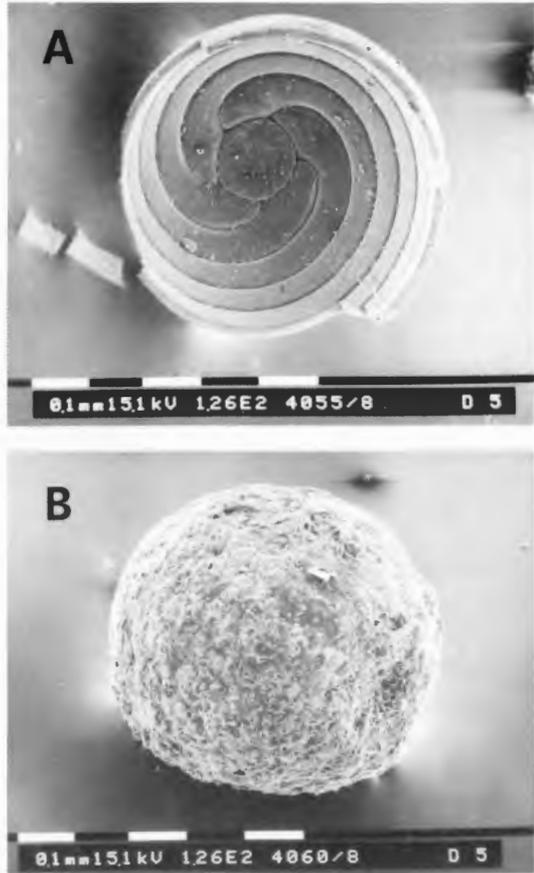
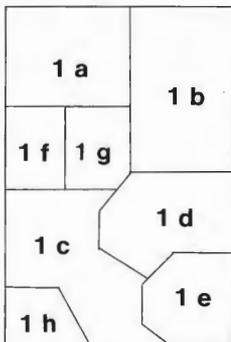
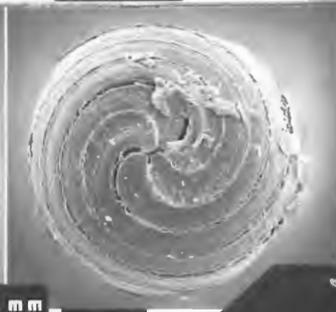
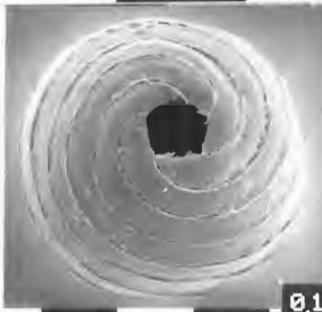


Abb 17: Oogonium in verschiedenen Erhaltungsstadien.

1 a		= x 20
1 b		= x 50
1 c	= Sproßteil von Charophyten	= x 100
1 d		= x 110
1 e		= x 200
1 f	= Oogonium einer Porocharaceae, proximale Ansicht	= x 100
1 g	= Oogonium einer Porocharaceae, distale Ansicht	= x 120
1 h	= Oogonienwand	= x 200

TAFEL 20





0.1mm151kV 406E2 0055/42

Taf. 21, Fig. 1:

Inkohlater Rest einer Koniferen-Nadel (Länge des Fundstückes 8 mm)

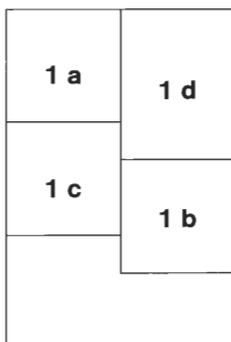
Der Querschnitt (Fig. 1 a) zeigt einen fast ovalen Umriß. In der Mitte der einen Längsseite (oben) ist eine leichte Rippe zu erkennen, die andere Seite ist abgeflacht oder gar ein wenig eingebuchtet. Letzteres läßt vielleicht darauf schließen, daß zwei Nadeln in einem Kurztrieb saßen und dieses die Berührungsseite war.

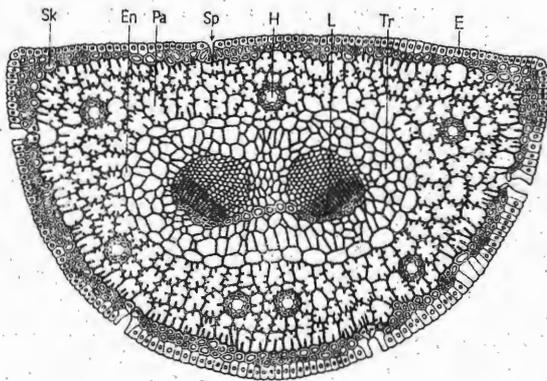
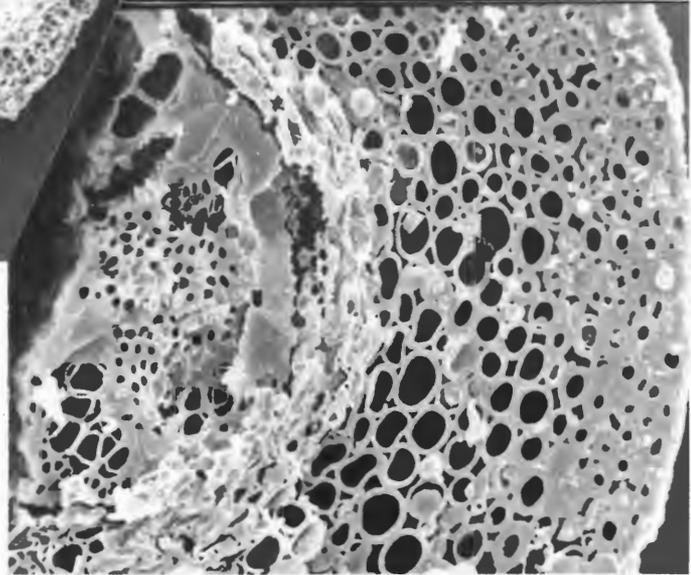
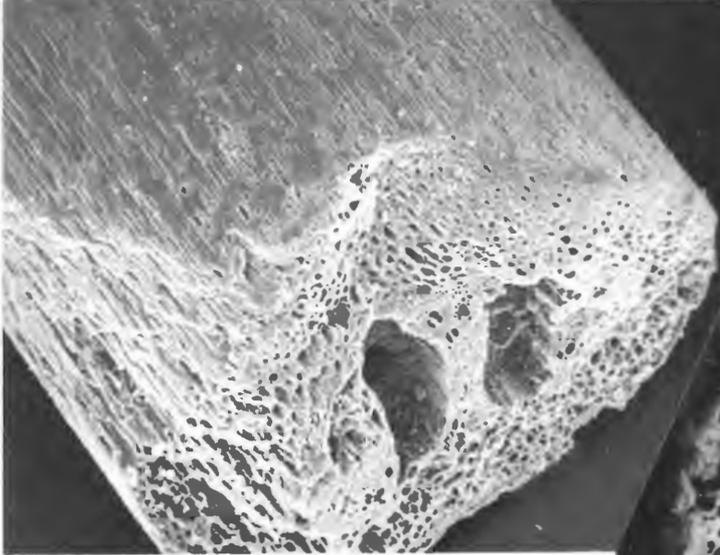
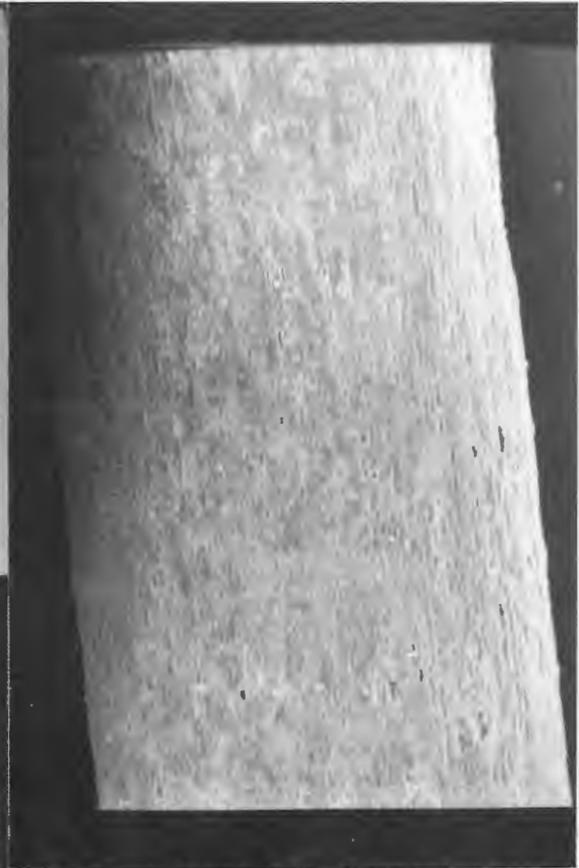
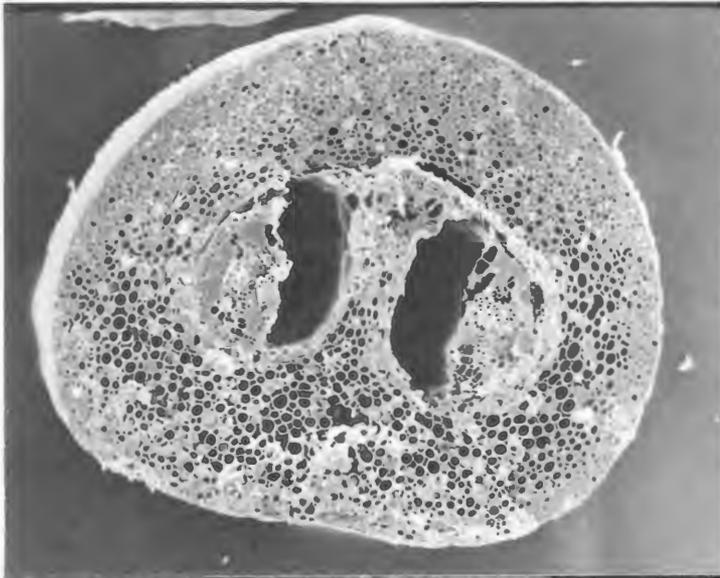
Die Epidermis (Fig. 1 d) besteht aus einer einschichtigen Zelllage, die unregelmäßig von Spaltöffnungen durchbrochen ist.

Die in der Querschnittszeichnung durch das äquifaziale Nadelblatt von *Pinus nigra* dargestellten Bauelemente sind auch am fossilen Stück – bis auf die Harzkanäle – erkennbar.

1 a	= Querschnitt einer Koniferen-Nadel	= x 75
1 b		= x 225
1 c	= Schrägansicht	= x 75
1 d	= Nadelepidermis	= x 60

TAFEL 21





- E = Epidermis
- Sp = Spaltöffnungen
- Pa = Assimilationsparenchym
- H = Harzkanal
- En = Endodermis
- Tr = Transfusionsgewebe
- L = kollaterales Leitbündel
- Sk = hypodermales Sklerenchym

(Aus STRASSBURGER/Lehrbuch der Botanik)

Die Osmundaceen, wozu unser heutiger, krautiger Königsfarn (*Osmunda regalis*) gehört, konnten in Nehden wahrscheinlich nicht nur in Form von Sporen (siehe Taf. 3, Fig. 2 a) sondern auch anhand mehrerer Wedelstiel-Querschnitte nachgewiesen werden.

Taf. 22, Fig. 1:

Einen solchen Querschnitt zeigen die nebenstehenden Bilder. Die beiden seitlichen Zipfel auf Fig. 1 a lassen den Schluß zu, daß der Querschnitt von der Stelle stammt, wo der Wedelstiel vom Stamm abbiegt aber noch von einer Stielscheide ummantelt ist. Es handelt sich also um ein Bild aus der gerade frei werdenden Wedelrhachis.

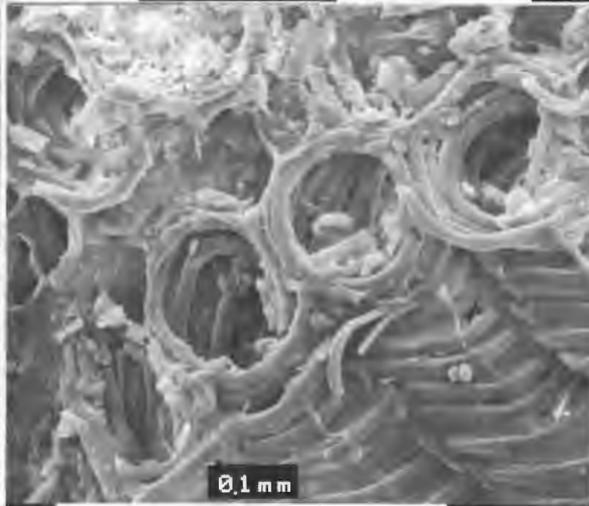
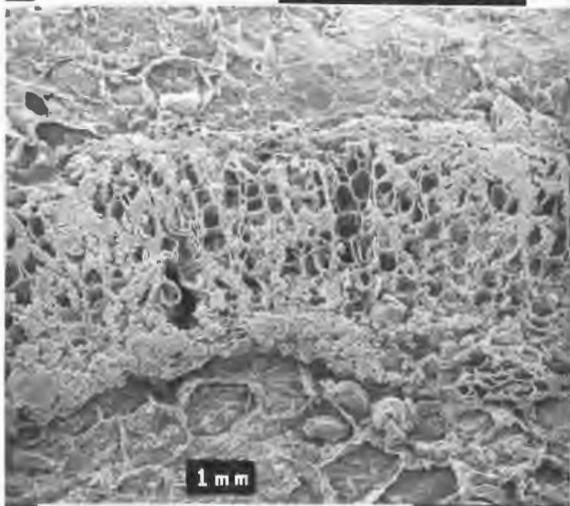
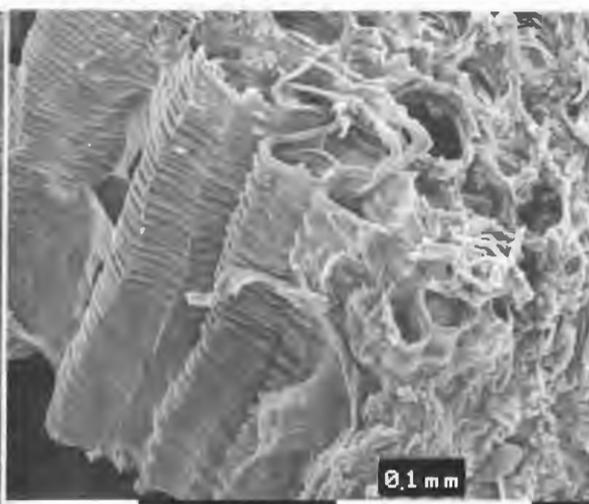
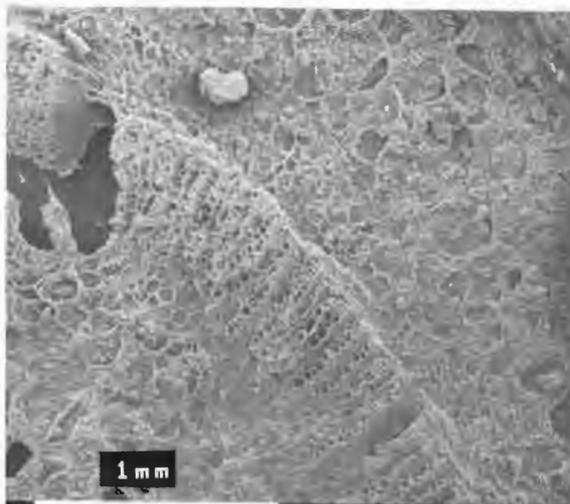
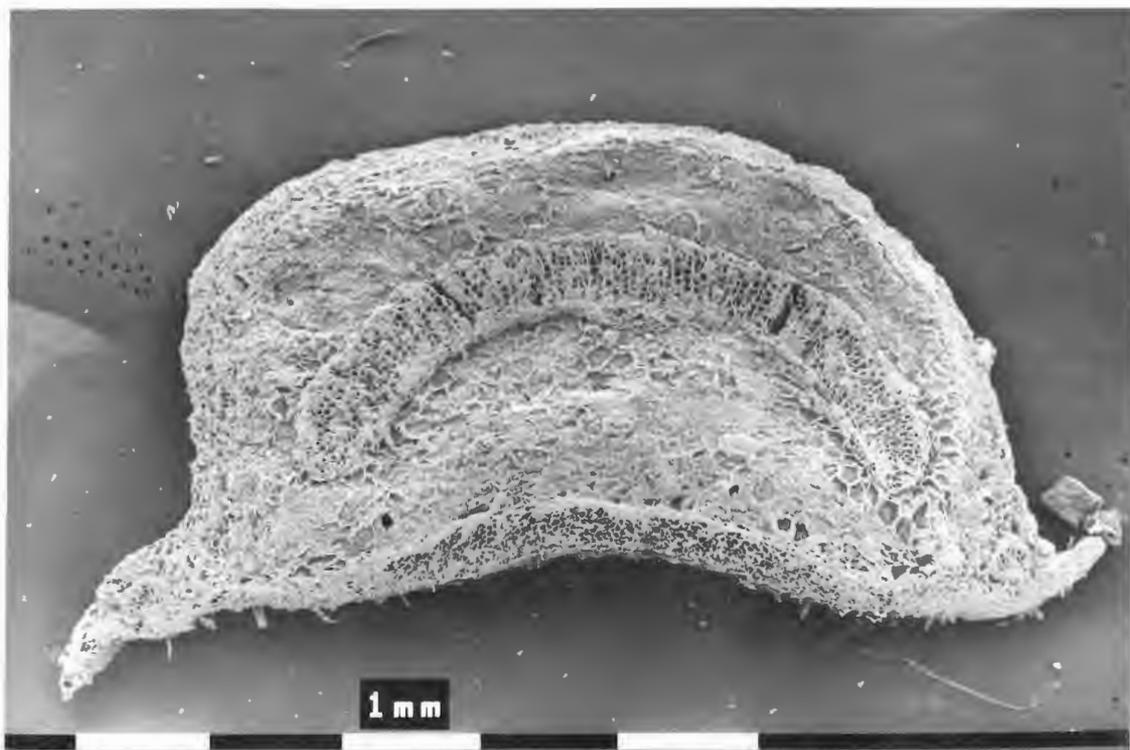
Auf Fig. 1 a fällt das halbbogenförmige, wasserleitende Xylemparenchym aus weitlumigen Treppentracheiden im Innern des Querschnitts auf. Begrenzt werden diese Wasserleitungszellen durch eine englumige Xylemparenchymscheide. Nach außen hin folgen dann wasserspeichernde Phloemzellen, und begrenzt wird das Ganze durch den Perizykel.

Diese Farne waren wenigstens 60 bis 80 cm hoch und hatten einen Durchmesser der verholzten Stämme von etwa 30 cm. Die Wedel waren ein- bis mehrfach gefiedert. Ein solcher Farn namens *Osmundites Kolbei* ist aus dem Wealden Südafrikas bekannt.

- 1 a = Querschnitt der Wedelrhachis = x 20
- 1 b = wasserleitendes Xylemparenchym = x 35
- 1 c = wasserleitendes Xylemparenchym = x 50
- 1 d = Treppentracheiden = x 265
- 1 e = Treppentracheiden = x 530

TAFEL 22

1 a	
1 b	1 d
1 c	1 e



Die Aufnahmen der gegenüberliegenden Tafel zeigen Blattfragmente mit Spaltöffnungen, die mit keiner rezenten Pflanze in Verbindung gebracht werden können.

Taf. 23, Fig. 1 a – c:

Spaltöffnungen in ungeordneter Vierergruppen-Anordnung

- 1 a = Gesamtansicht des Präparates = x 85
- 1 b = Detailvergrößerungen aus 1 a = x 420
- 1 c = Detailvergrößerungen aus 1 a = x 850

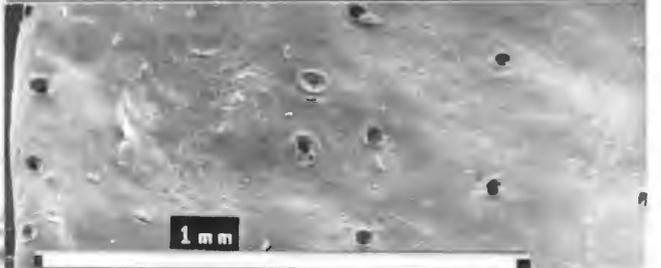
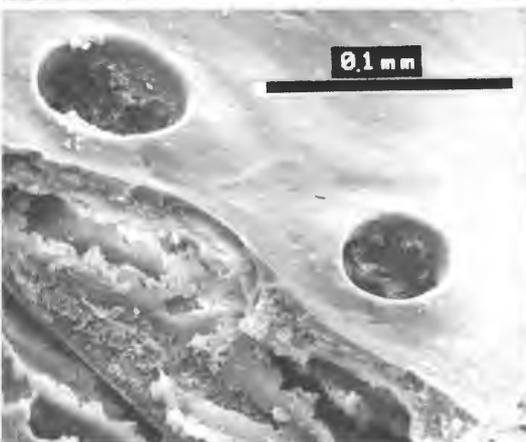
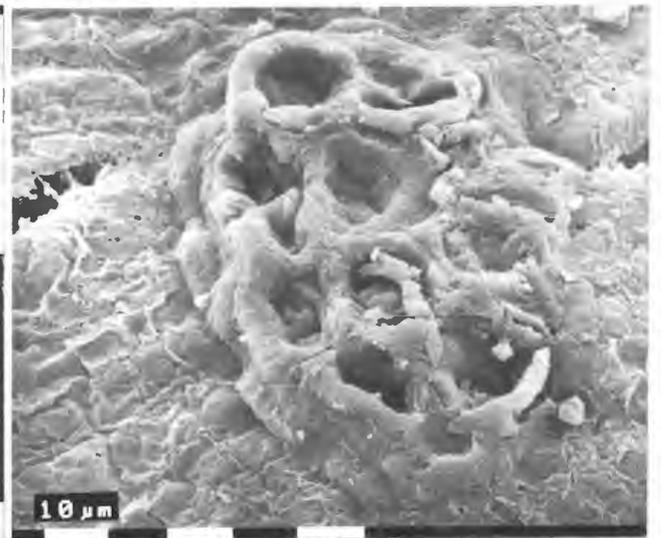
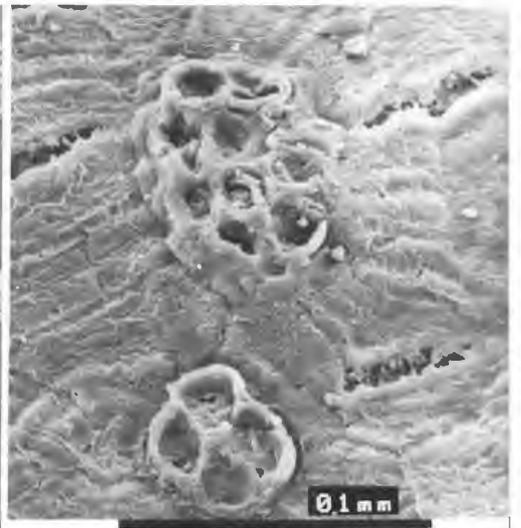
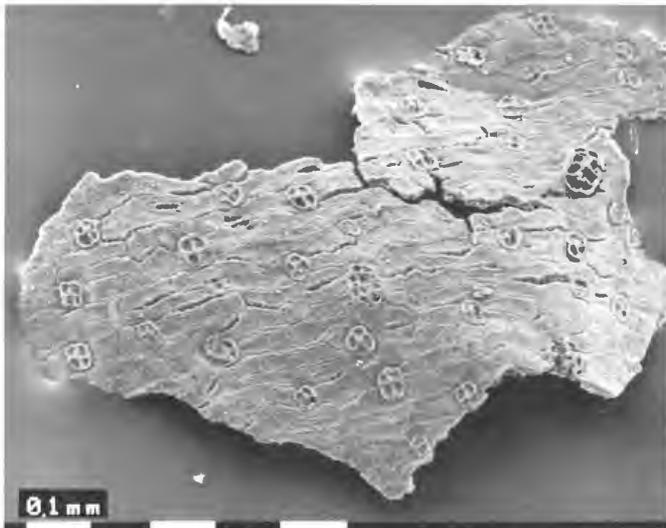
Taf. 23, Fig. 2 a – d:

Koniferen-Nadelrest (?) mit in Reihen angeordneten Spaltöffnungen in Form von einfachen runden Löchern.

- 2 a = Gesamtansicht der Präparate = x 35
- 2 b = Detailvergrößerungen aus 2 a = x 95
- 2 c = Detailvergrößerungen aus 2 a = x 65
- 2 d = Detailvergrößerungen aus 2 a = x 330

TAFEL 23

1 a		1 b
2 a	1 c	
	2 b	
2 d	2 c	



Taf. 24, Fig. 1:

Zweigreste von *Brachyphyllum* sp.

Kurze, schuppenförmige, stumpfe, mosaikartig zusammenstoßende Nadelblätter umgeben spiralg den Sproß.

Diese Konifere war in der Unter-Kreide und im oberen Jura stark vertreten.

- 1 a = x 60
- 1 b = x 60

Taf. 24, Fig. 2:

Unterseite einer Cypressaceen-Nadel

Die Epidermis weist reihig angeordnete Stomatazellen auf. Die Reihen sind etwa 0,15 mm voneinander entfernt. Die Epidermis scheint ledrig zu sein, in die die Spaltöffnung tief eingebettet sind.

- 2 a = Gesamtansicht = x 40
- 2 b = Zellstruktur der Blattepidermis mit Spaltöffnungen = x 250

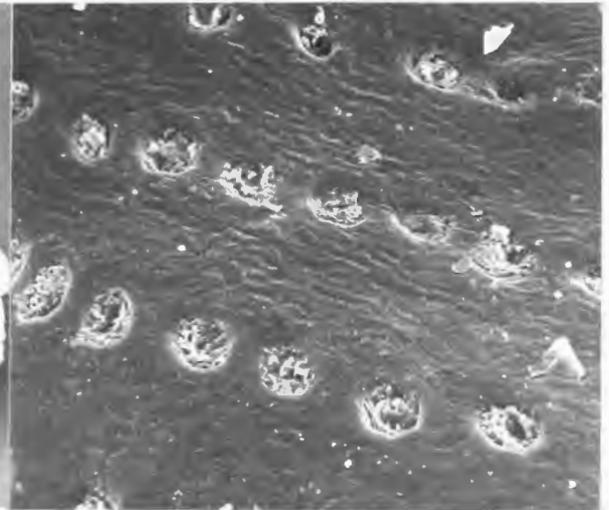
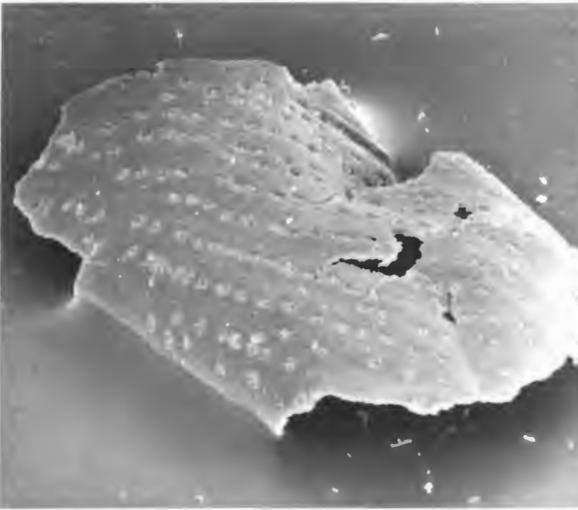
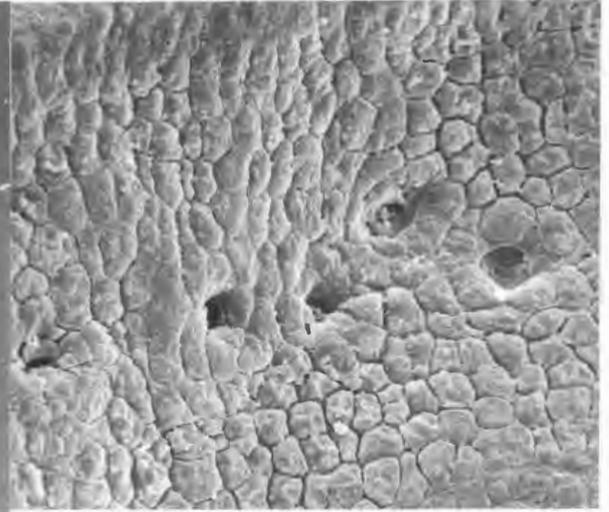
Taf. 24, Fig. 3:

Unterseite einer *Brachyphyllum*-Nadelepidermis mit Stomatareihen

- 3 a = Blattfragment = x 60
- 3 b = Blattepidermis mit Stomatareihen = x 250

TAFEL 24

1 a	1 b
2 a	2 b
3 a	3 b



Taf. 25, Fig. 1:

Inkohltes Fiederblatt 2. Ordnung von *Weichselia reticulata*, einem Farn, der auf Grund zahlreicher Funde im Neocomsandstein als eine Dünenpflanze angesehen wird. Er ist ein typischer Farn der Unter-Kreide.

Auf einem kurzen Stamm standen 1 bis 2 m lange Wedel mit doppelter Fiederblattanordnung.

Die breiten, lederartigen, stumpf abgerundeten Fiederblättchen 2. Ordnung saßen mit ihrer ganzen Basisbreite an. Die Unterseite dieser fossilen Farnblätter sind voll mit ungeordnet plazierten Spaltöffnungen besetzt.

- 1 a = Blattunterseite = x 35
- 1 b = die kaffeebohnenförmigen Stomata
(geschlossen und geöffnet) in verschiedenen
Vergrößerungen = x 450
- 1 c = x 700

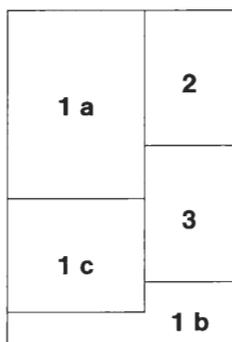
Taf. 25, Fig. 2:

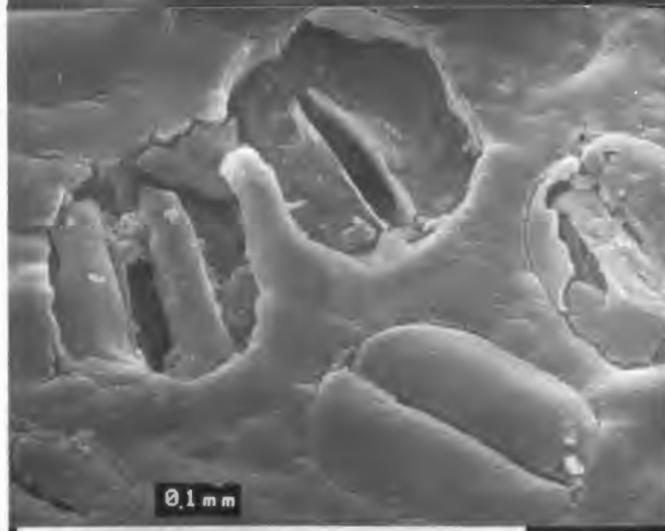
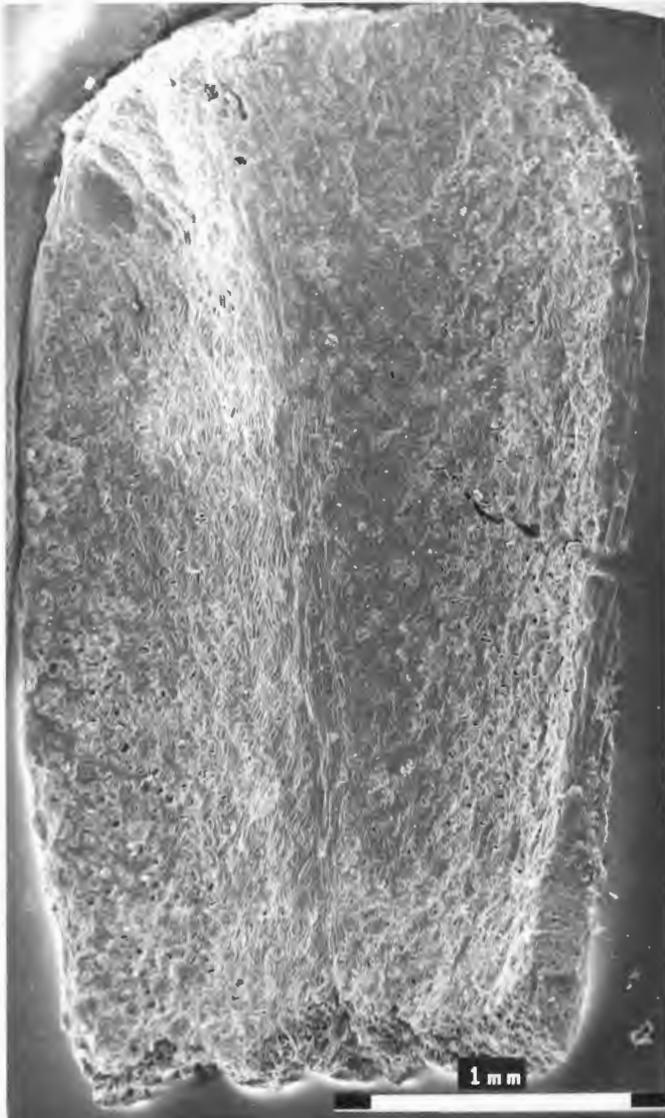
Brachyphyllum-Blatt = x 15
(Siehe Taf. 24, Fig. 1)

Taf. 25, Fig. 3:

Nadelblatt einer Taxodiaceae = x 30

TAFEL 25





Taf. 26, Fig. 1:

Pflanzenteile ungewisser Zuordnung. Vermutlich handelt es sich um Dornen eines Holzgewächses, (vielleicht Hinweis auf xeromorphe Holzgewächse).

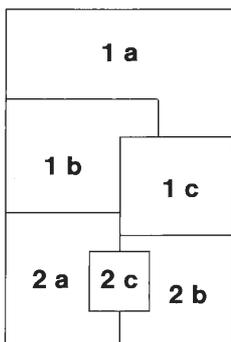
- | | | | |
|-----|---------------------------------------|-----|----|
| 1 a | = laterale Ansicht eines Dornes | = x | 15 |
| 1 b | | = x | 10 |
| 1 c | = Querschnitt eines verholzten Dornes | = x | 50 |

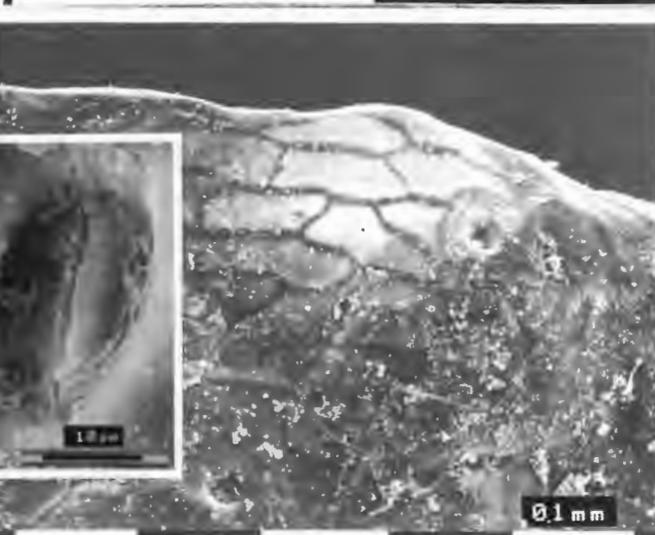
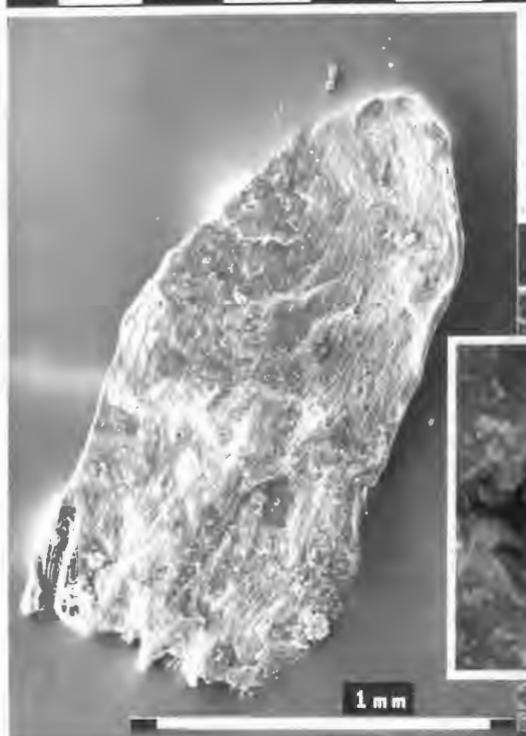
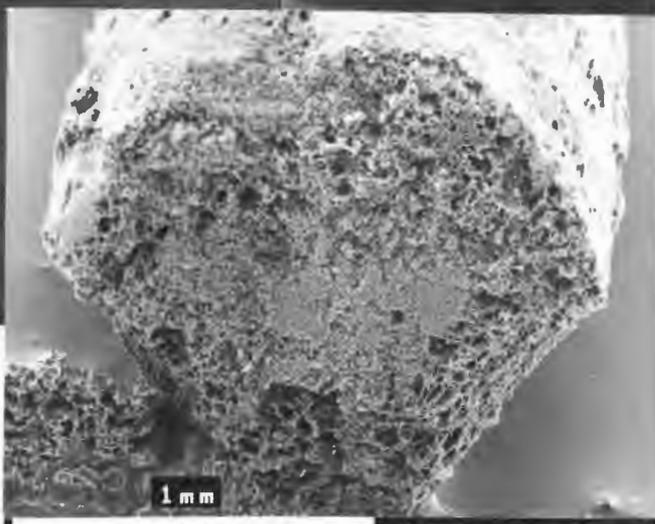
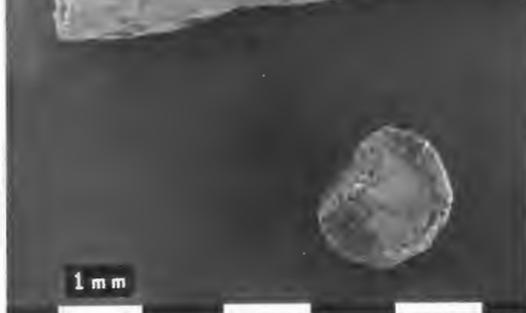
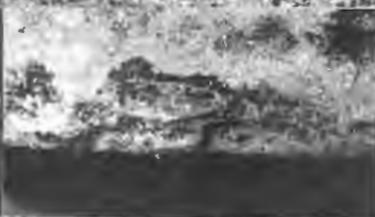
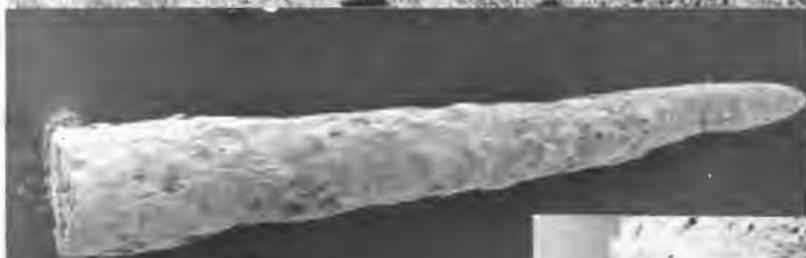
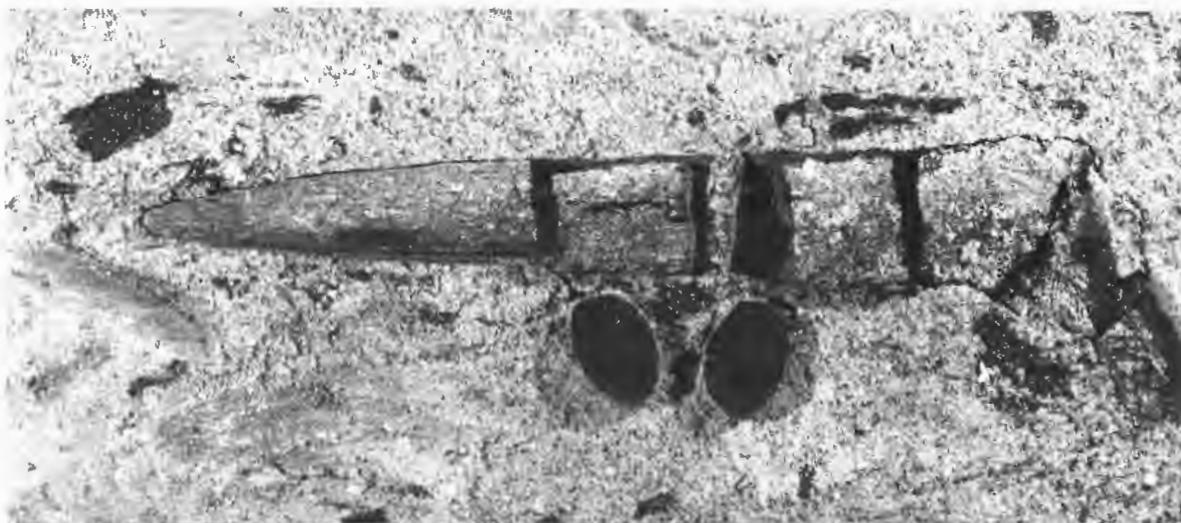
Taf. 26, Fig. 2:

Oberseite eines Cupressaceenblattes (?) mit einzelnen Stomata

- | | | | |
|-----|------------------------------|-----|------|
| 2 a | = Gesamtansicht des Blattes | = x | 45 |
| 2 b | = Zellstruktur der Epidermis | = x | 170 |
| 2 c | = Spaltöffnung | = x | 1360 |

TAFEL 26





Taf. 27, Fig. 1:

Von den Bryophyten (Moospflanzen) haben die Hepaticae (Lebermoose) einen einfachen, blattähnlichen, gabelig verzweigten Thallus mit angedeuteter Mittelrippe. Die auf feuchtem Boden oder im Wasser lebenden Pflanzen sind in Oberhaut, Assimilationsgewebe und Speichergewebe gegliedert. Auffallend ist, daß die Cuticula ein und desselben Thallus verschiedene Strukturen aufweisen kann (Fig. 1 a), links gekräuselt, rechts mit sechseckigen oder rhombischen Zellen. Durch Hochklappen des unteren Blatteiles auf Fig. 1 a sind große Interzellularräume, die Luftkammern darstellen, zu erkennen. Ferner zeigt die Fig. 1 c vier Atemöffnungen, die die Funktion der Stomata (Spaltöffnungen) der höheren Pflanzen zu erfüllen haben.

Einen derartig vollkommenen Assimilations- und Transpirationsapparat gibt es nach STRASSBURGER (1971) nur bei der an feuchten Orten häufig anzutreffenden *Marchantia polymorpha* (Brunnenlebermoos).

Ob es sich hier um ein unterkretazisches Brunnenlebermoos handelt, mag dahingestellt sein.

- 1 a = Thallus = x 50
- 1 b = Ausschnittvergrößerung vom linken Teil der Fig. 1 a = x 140
- 1 c = Ausschnittvergrößerung vom rechten Teil der Fig. 1 a = x 150

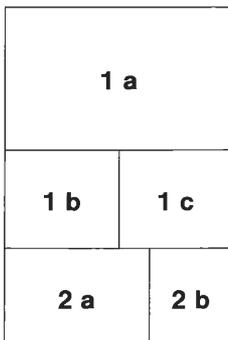
Taf. 27, Fig. 2:

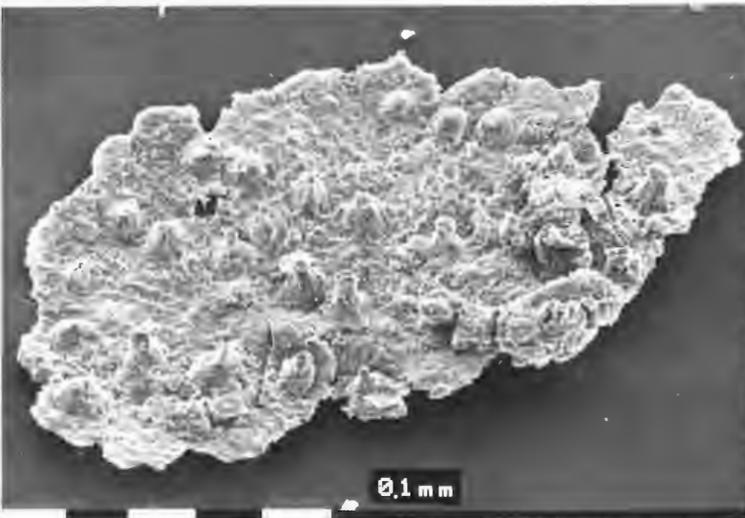
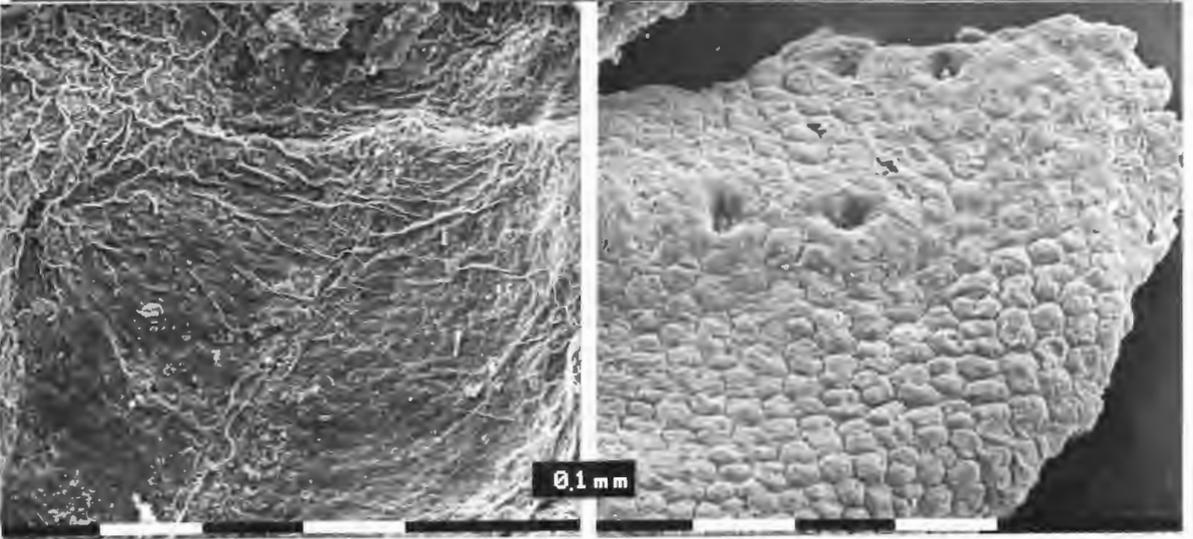
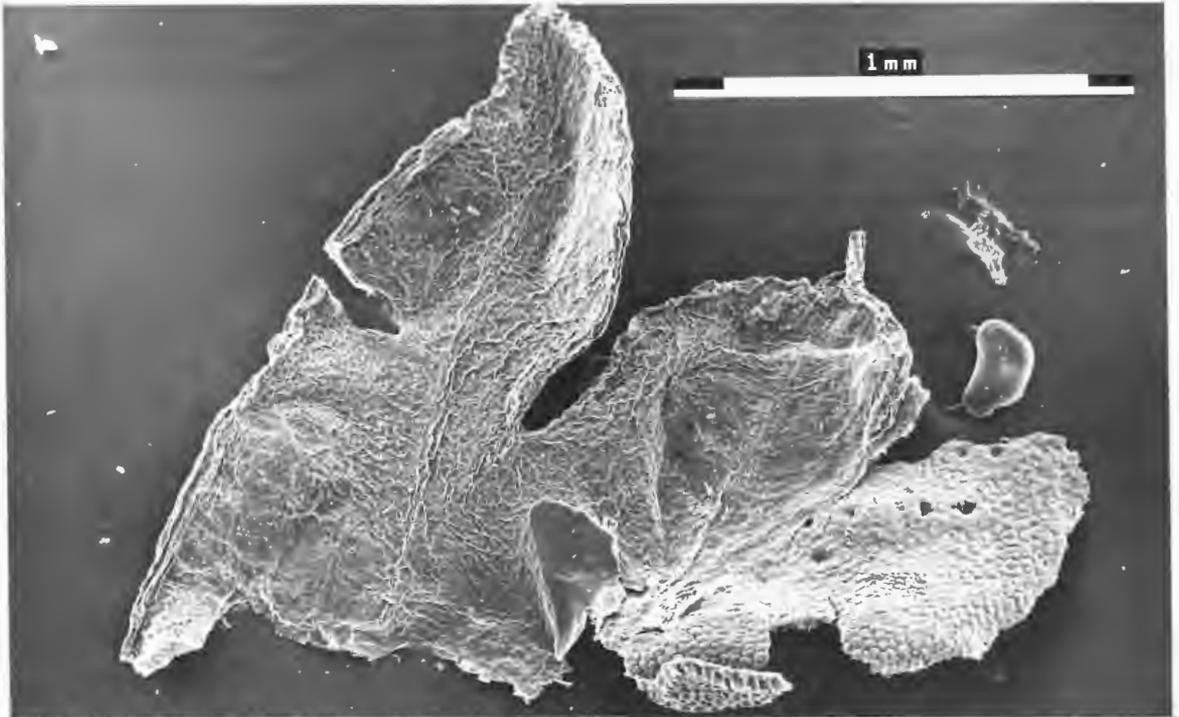
Blattoberfläche einer Taxodiaceae cf. *Taxodium sciadopityes*

GOPPERT & MENGE nach FLORIN (1922). Die Epidermis ist mit vielen Höckern besetzt.

- 2 a = Blattoberfläche = x 90
- 2 b = Ausschnittvergrößerung von 2 a = x 300

TAFEL 27





Taf. 28, Fig. 1:

Aus dem männlichen Blütenstand eines Nadelbaumes stammen die hier abgebildeten Staubblätter mit darauf liegenden Pollenkörnern. Bei starker Vergrößerung zeigen die Pollenkörner eine granulierte Oberfläche.

1 a = Staubblätter mit Pollen = x 1020

1 b = verschiedene Vergrößerungen der Pollen = x 10200

1 c = verschiedene Vergrößerungen der Pollen = x 30000

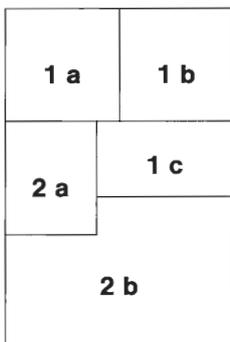
Taf. 28, Fig. 2:

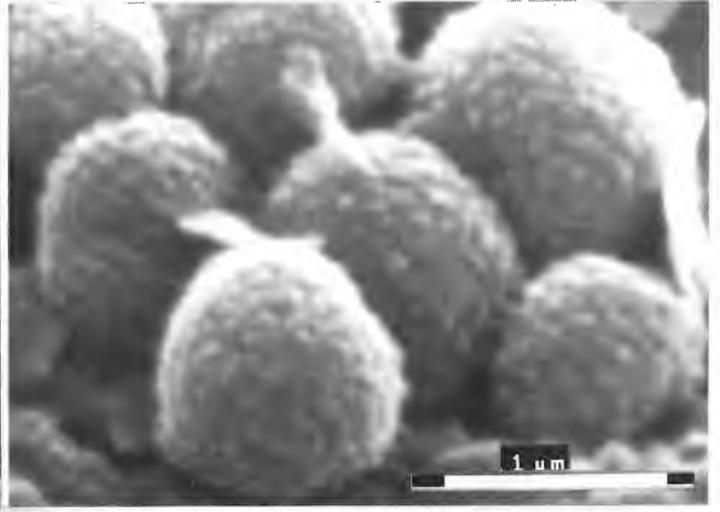
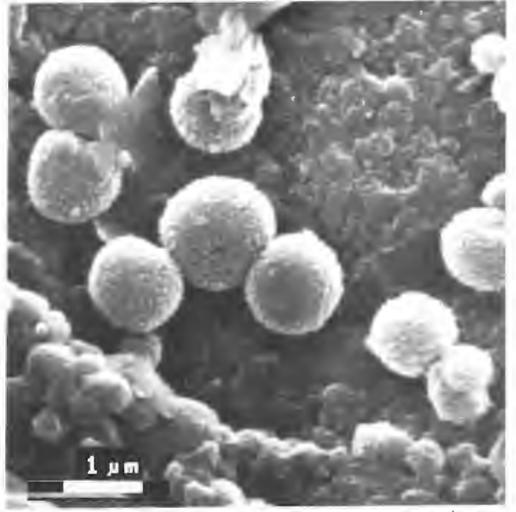
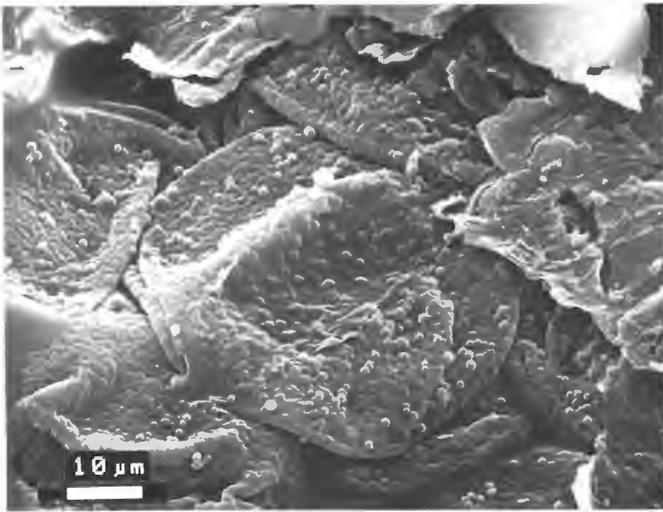
Unterkretazische Farnblätter aus Nehden

2 a = x 5

2 b = x 30

TAFEL 28





Taf. 29, Fig. 1:

Unterseite einer Cupressaceen-Nadel

(Siehe Taf. 24, Fig. 2)

- 1 a = Blattunterseite = x 25
- 1 b = Blattunterseite = x 120
- 1 c = Schließzelle = x 1300

Taf. 29, Fig. 2:

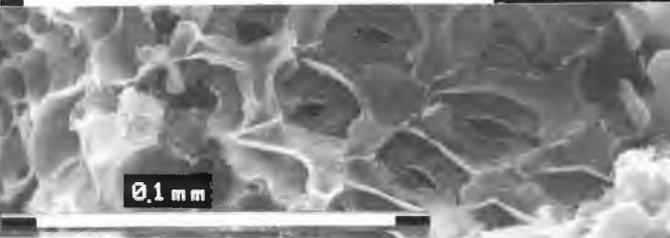
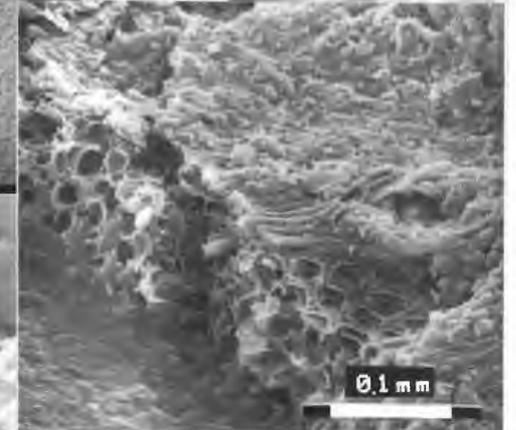
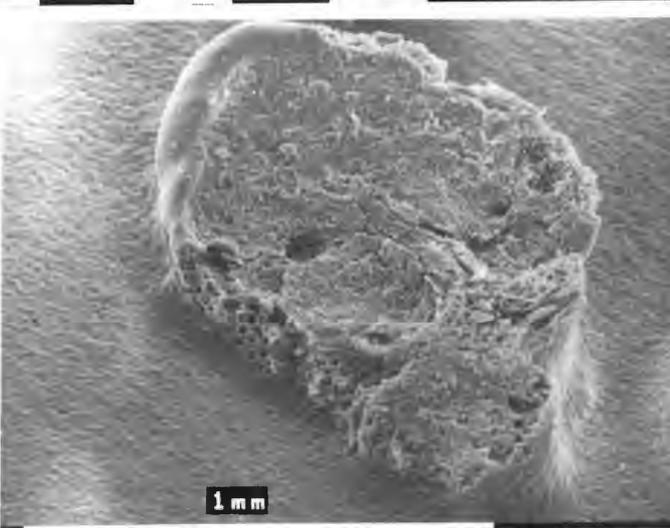
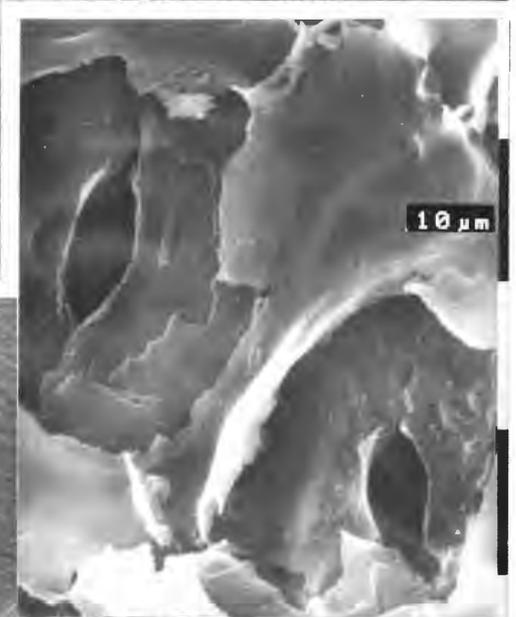
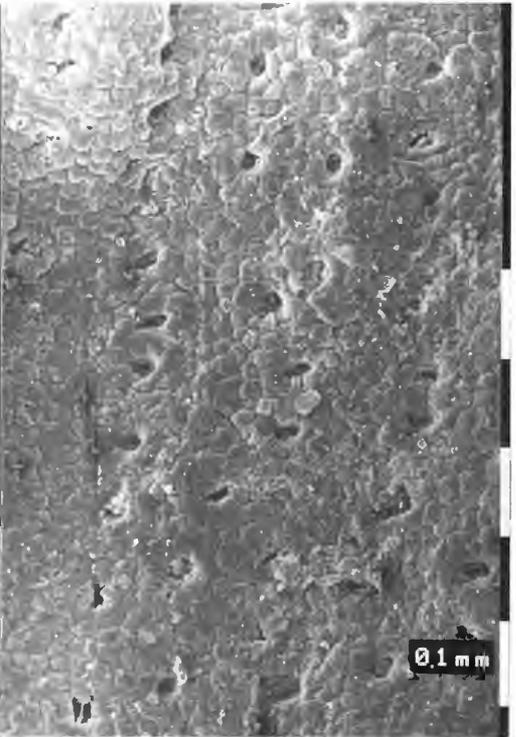
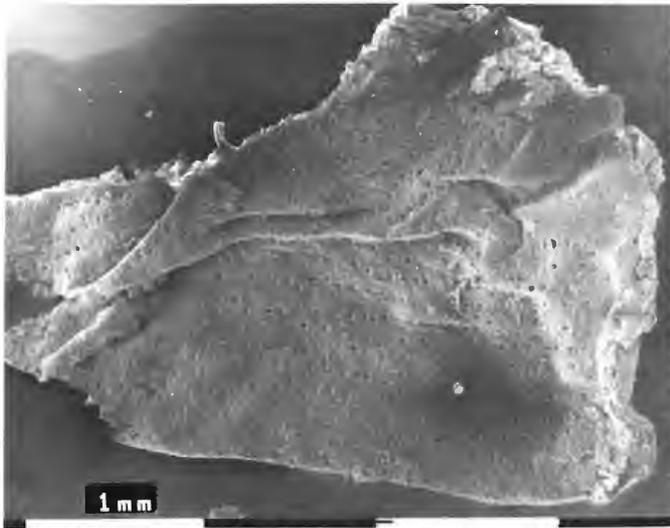
Pflanzenteil unbekannter Zuordnung, möglicherweise handelt es sich um das Blatt eines Wasserfarnes.

Soweit man den Innenbau dieses Blattes erkennen kann, scheinen die einzelnen Zellen durch viele Schließzellen miteinander verbunden zu sein. Zellen gleicher Art sind auf der Epidermis nicht zu erkennen.

- 2 a = Blattunterseite = x 60
- 2 b = Abrißstelle des Blattes = x 160
- 2 c = Schließzellen = x 475
- 2 d = Schließzellen = x 2000

TAFEL 29

1 a	1 b
1 c	2 d
2 a	2 b
2 c	



Taf. 30, Fig. 1:

Dikotyledonenfrucht (Fossil oder rezente Verunreinigung des Materials?)

Mehrere Exemplare hiervon sind in Nehen beim Aufbrechen des Tonmaterials gefunden worden. Von der Einbettung her kann es sich nur um ein Kreidefossil handeln, vom Erhaltungszustand her ist es jedoch fraglich.

Fig. 1 a zeigt die mit einer 0,04 mm dicken, schwarzen Samenschale umgebene Einzelfrucht, von der am oberen Rand die Kleinwurzel (R) (Radicula) abgerissen ist. Bei F mag der Stiel (Funiculus) gesessen haben.

Nach dem Öffnen der Samenschale (Testa) haben sich die beiden Keimblätter klar abgezeichnet. Deutlich erkennbar sind auch der Umschlagpunkt zwischen Wurzel und Stengel (H) (Hypocotyl) und die Stelle, an der die beiden Keimblätter zusammengewachsen sind. Der Negativabdruck der Sproßknospe (Embryo) ist auf Fig. 1 b mit einem E versehen. Auf der Keimblatt-Bruchfläche (Fig. 1 d) sind zum Teil offene, zum Teil überdeckte Zellen mit Stärkekügelchen zu sehen.

1 a = x 25

1 b = x 40

1 c = x 15

1 d = x 135

Taf. 30, Fig. 2:

Samen unbestimmter Zuordnung

Der ellipsenförmige, sehr flache Same ist ca. 1,5 mm lang und 0,9 mm breit.

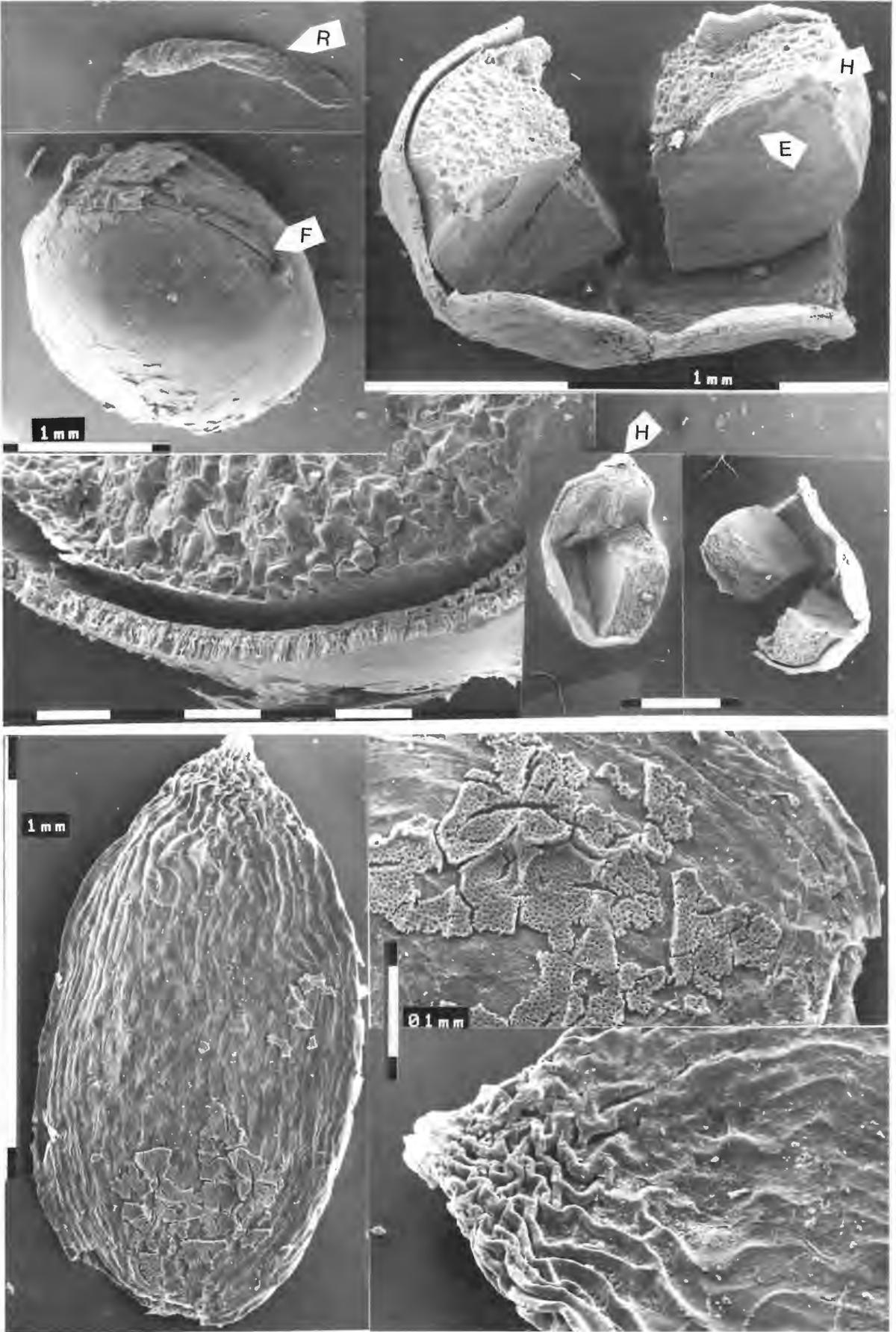
2 a = x 65

2 b = x 160

2 c = x 160

TAFEL 30

1 a	1 b
1 d	1 c
2 a	2 b
	2 c



Taf. 31, Fig. 1:

Möglicherweise handelt es sich hier um die Frucht einer Cyperaceae (cf. *Acorellus* sp.), einem Riedgras, das heute besonders auf sumpfigen Böden stark vertreten ist.

1 = laterale Ansicht des Samens = x 110

Taf. 31, Fig. 2:

Auch diese Frucht kann (mit Vorsicht) zu den wärmeliebenden Wasser- und Sumpfpflanzen der Cyperaceae (cf. *Cladium* sp.) gestellt werden.

2 a = laterale Ansicht des Samens = x 95

2 b = Schrägansicht der Abbruchstelle = x 300

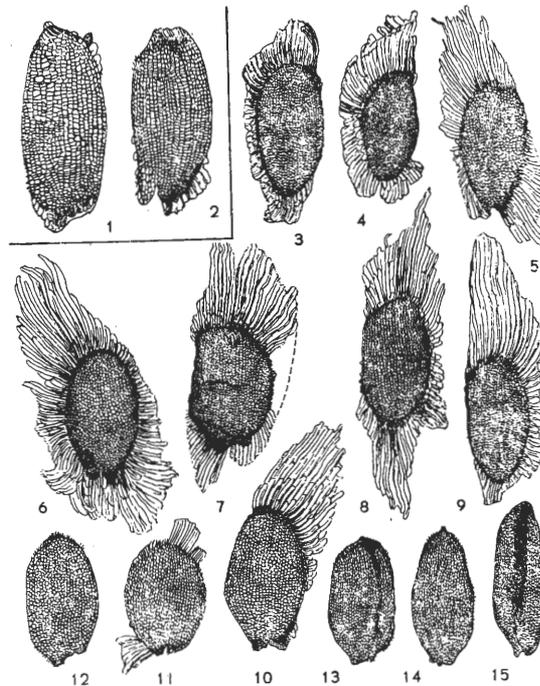
Taf. 31, Fig. 3:

Eventuell handelt es sich hier um einen (Vorläufer-)Samen von *Weigela*.

LANCUCKA-SRODONIOWA (1967) hat aus dem frühen Tertiär Polens zwei neue fossile Arten von *Weigela* beschrieben: *Weigela oraviensis* und *Weigela Szaferi*.

Die Weigelen gehören zu den Caprifoliaceae. Sie sind Sträucher mit elliptischen, gezähnten Blättern und schön gefärbten Blüten. Der Same von *Weigela Szaferi* ist ca. 1,35 mm lang und ca. 0,70 mm breit. Er ist flach mit konvexen Seiten und Falten auf der Samenschale. Die Testa besteht aus einer großen Anzahl sehr kleiner, zumeist runden Zellen, die meist in 30 langen Reihen stehen. Die Samen tragen große Flügel, die an den Polen so groß wie der Same selbst sind. Sie sind gewöhnlich auf drei Seiten beflügelt. Es gibt aber auch Exemplare, die rundherum Flügel tragen. Die Zellen, die die durchsichtige Beflügelung bilden, sind sehr lang und eng.

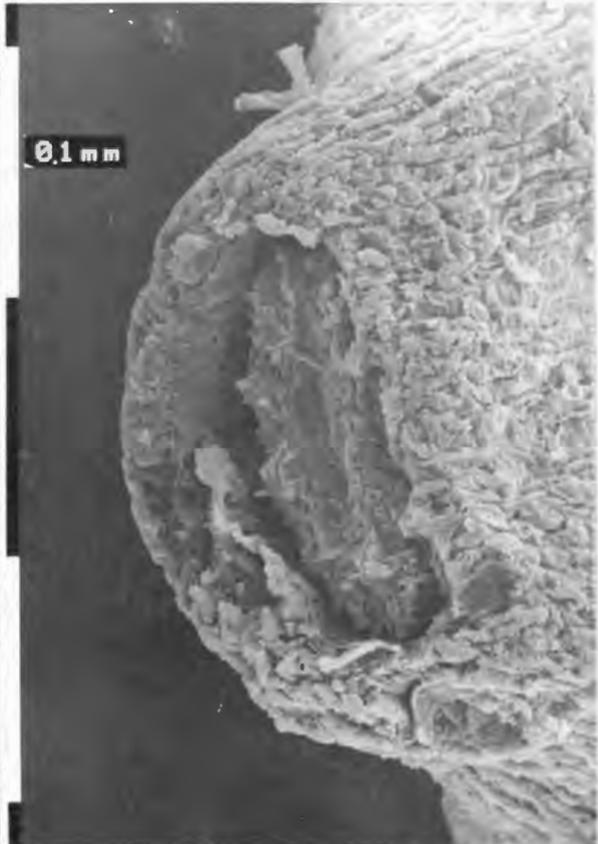
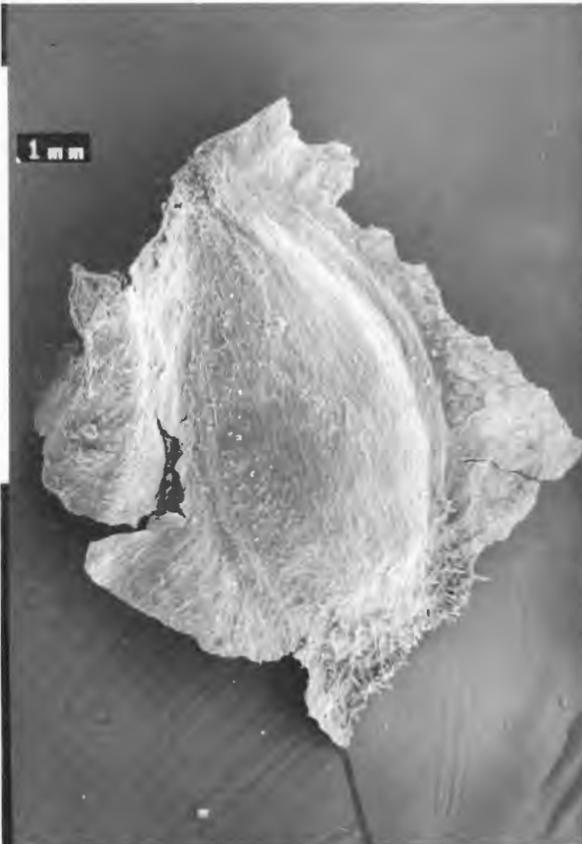
3 = laterale Ansicht des Samens = x 50



TAFEL 31

1	2 a
3	2 b

Abb. 18: Samen von der Gattung *Weigela* THUNB. aus dem Jungtertiär von Polen. 1-2 *Weigela oraviensis*; 3-15 *Weigela Szaferi*. (Aus: LANCUCKA-SRODONIOWA, 1967).



Taf. 32, Fig. 1:

Vegetativer Sproß von cf. *Taxus jurassica* FLORIN

1 = x 6

Taf. 32, Fig. 2:

Dicksoniaceenwedel(?)

Fig. 2 a zeigt große Ähnlichkeit mit dem aus dem Erdaltertum bekannten Farn *Dicksonites* STERZEL. Nach REMY (1977) hat diese Pteridospermata pseudodichotom zweifach gegabelte Wedel. Die Fiederchen sind länglich dreieckig bis trapezförmig, die Spitzen sind gerundet. Die Mittelrippe tritt spitzwinklig aus der Achse, sie biegt dann rasch um. Die Seitenadern sind ein- bis dreimal dichotom gegabelt. Die Fiederchen sitzen mit der ganzen Basis pecopteridisch an.

2 a = Gesamtansicht des Farnwedels = x 6

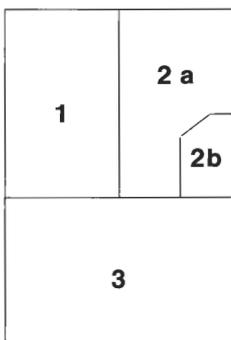
2 b = Fiederblatt zweiter Ordnung = x 20

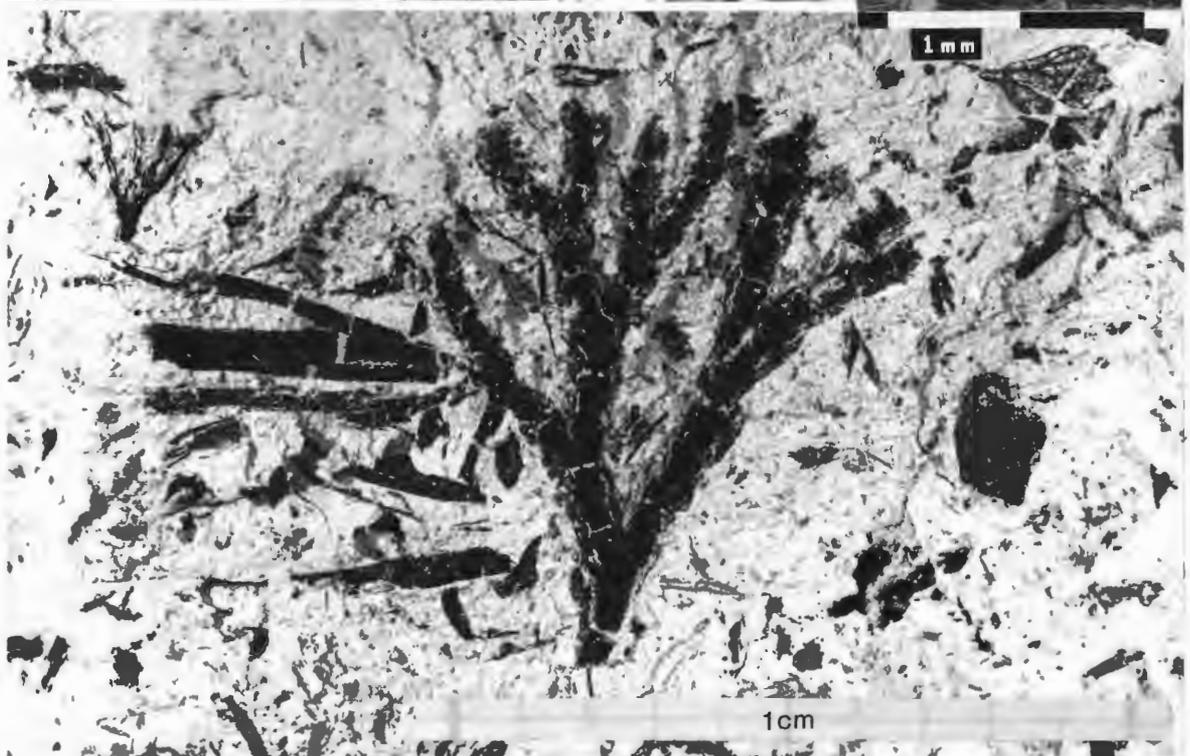
Taf. 32, Fig. 3:

Vegetativer Sproß einer Cupressaceae (?)

3 = x 10

TAFEL 32





Außer den gut erhaltenen Pteridophyten-Sporen kommen in Nehden Reste der damaligen Baumflora in Form von Holzkohle (Fusit) oder Vererzungen (Schwefelkies, Markasit und Limonit) vor, die mit Vorbehalt Rückschlüsse auf den unterkretazischen Baumbestand zulassen. Nach KRÄUSEL (1919) überwiegt die Zahl der unbestimmbaren fossilen Hölzer bei weitem die der auch nur einigermaßen sicher zu bestimmenden. Aus der Gruppe der Piceoxylon GOTHAN mit den Gattungen *Pseudotsuga* (Douglasie), *Picea* (Fichte) und *Larix* (Lärche) ist aus der Kreidezeit nur Piceoxylon GOTHAN bekannt. Eine entsprechende rezente Form scheint es nicht zu geben. Von der Gattung *Pinus* (Kiefer), der einzigen Gattung der Gruppe *Pinuxylon* GOTHAN sind aus der Kreide *Pityoxylon* SEWARDI und *Pityoxylon* WOODWARDI bekannt. Beide stehen der rezenten *Strobilus cembra* (Weymouthskiefer) sehr nahe. Von der harzganglosen Abietineen (Tannen)-Gruppe *Cedroxylon* (KRAUS) GOTHAN ist in der Kreide die der heutigen Zeder (*Cedrus*) ähnlich sehende *Protopiceoxylon* EDWARDI bekannt. VELENOVSKY (1926) berichtet, daß im böhmischen Cenoman die Gattung *Sequoia* (Mammutbaum) der Taxodiaceae mit zahlreichen Arten vertreten war und zusammen mit *Araucaria* und *Dammara* den größten Teil der damaligen Wälder bildeten.

Obwohl alle Koniferenarten im Aussehen und Aufbau des Holzes recht weitgehende Übereinstimmung zeigen, kann für die Bestimmung eines fossilen Holzes nur der Vergleich mit dem Holz lebender Nadelbäume herangezogen werden. So ist zum Zwecke des Vergleiches Holzkohle von rezenten Mammutbäumen, Atlaszedern und Araucarien hergestellt worden. Hoftüpfel, Tracheiden- und Marktstrahlbau sind wesentliche Unterscheidungsmerkmale. Erst wenn mehrere morphologische Holzeigenschaften identisch oder zumindest annähernd identisch sind, kann die Vermutung geäußert werden, daß es sich um einen Vorläufer dieser oder jener rezenten Nadelbaumart handelt.

Die Holz- und später abgebildeten Zapfenfunde aus Nehden lassen die Vermutung zu, daß es viele im Cenoman (Oberkreide) vorkommende Baumarten auch schon im Apt (Unterkreide) gegeben hat.

Taf. 33, Fig. 1:

Leitzellen einer Baumwurzel (?)

- 1 a = Gesamtansicht der entrindeten Wurzel = x 35
- 1 b = Schrägansicht in die Bruchstelle = x 140

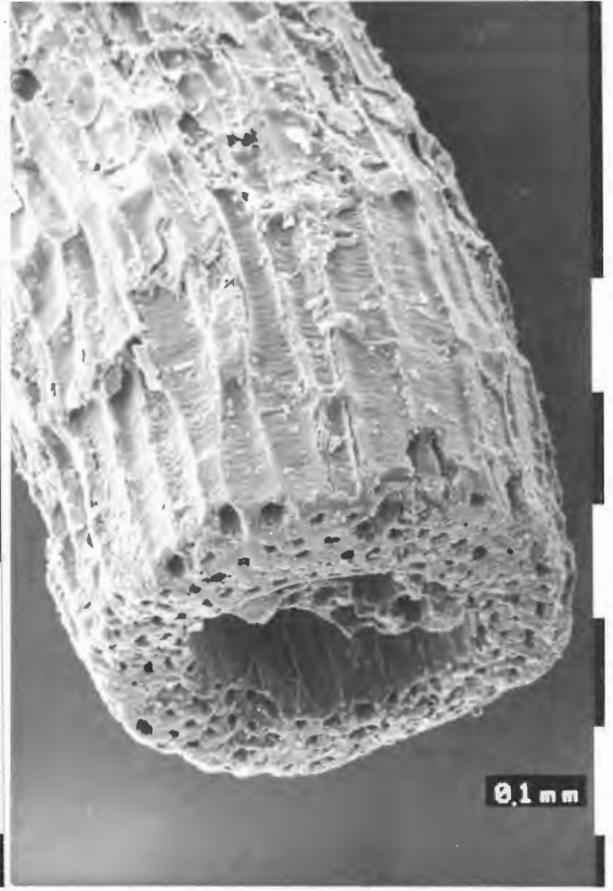
Taf. 33, Fig. 2:

Holz unbestimmter Zuordnung

- 2 a = Die Aufnahme zeigt, daß es sich um ein Holzgewächs mit starker Verzweigung handelt. Darüber hinaus kann vermutet werden, daß es ein Holz mit hohlem Markraum gewesen ist = x 30
- 2 b = Detailvergrößerung mit Einblick in die Markröhre = x 65

TAFEL 33

1 a	1 b
2 a	2 b



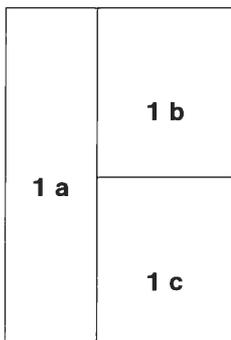
Taf. 34, Fig. 1:

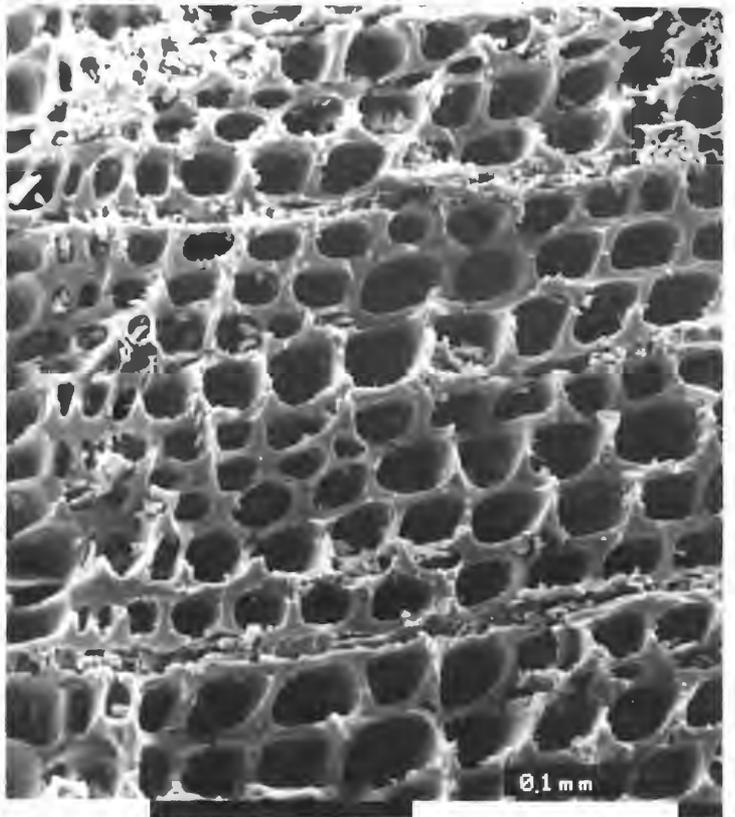
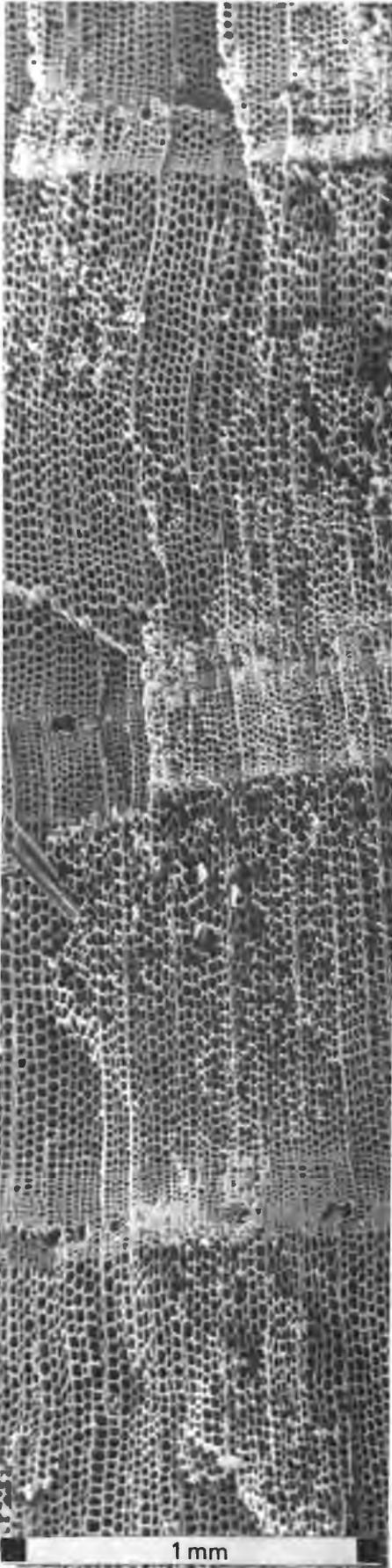
Holz eines frühkretazischen Nadelbaumes

- 1 a = Hirnschnitt mit gut erkennbaren Jahresringen. Die Zellquerschnitte sind sechseckig bis oval. Der englumige Ring zählt jeweils etwa 20 und der weitleumige Ring jeweils 40 bis 50 Holzzellreihen. Letztere (Regenzeitholz) werden von innen nach außen immer größer bis sie abrupt abbrechen und in englumiges Holz (Trockenzeitholz) übergehen = x 50
- 1 b = Radiale Anbruchseite der fossilen Holzkohle. Außer den langen Tracheiden an der senkrechten Wand sind in der Hirnaufsicht Markstrahlen zu erkennen = x 45
- 1 c = Hirnschnitt in stärkerer Vergrößerung. Zwei einreihige, radial verlaufende Markstrahlen sind im Bild zu erkennen = x 350

Die Zuordnung dieses Holzes zu einer rezenten Nadelholzart ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich.

TAFEL 34



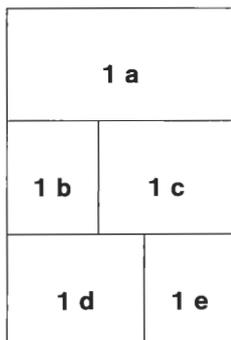


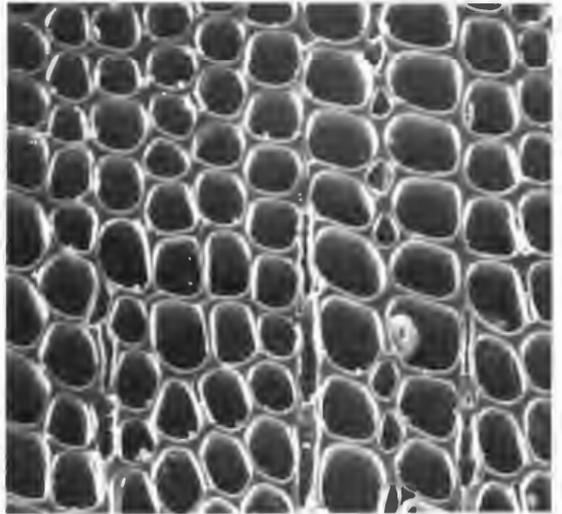
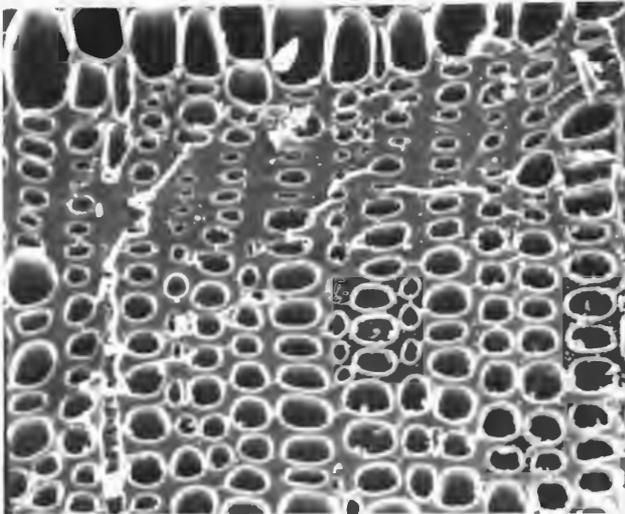
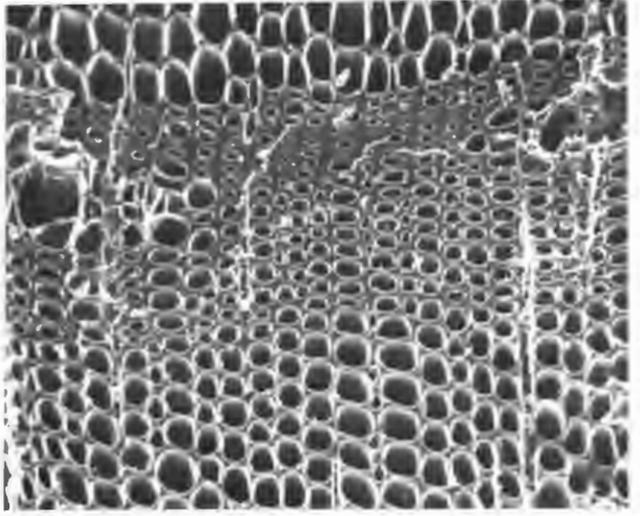
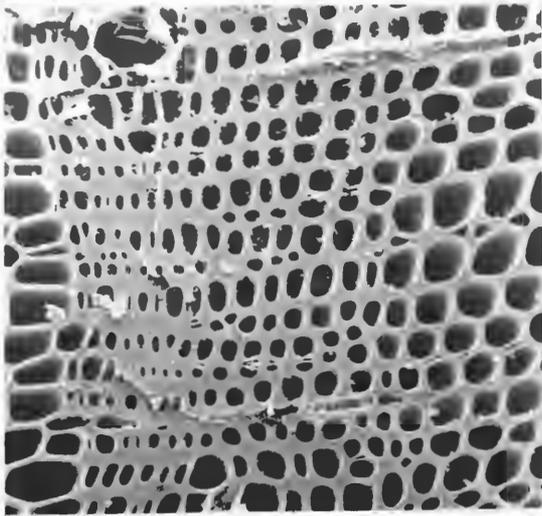
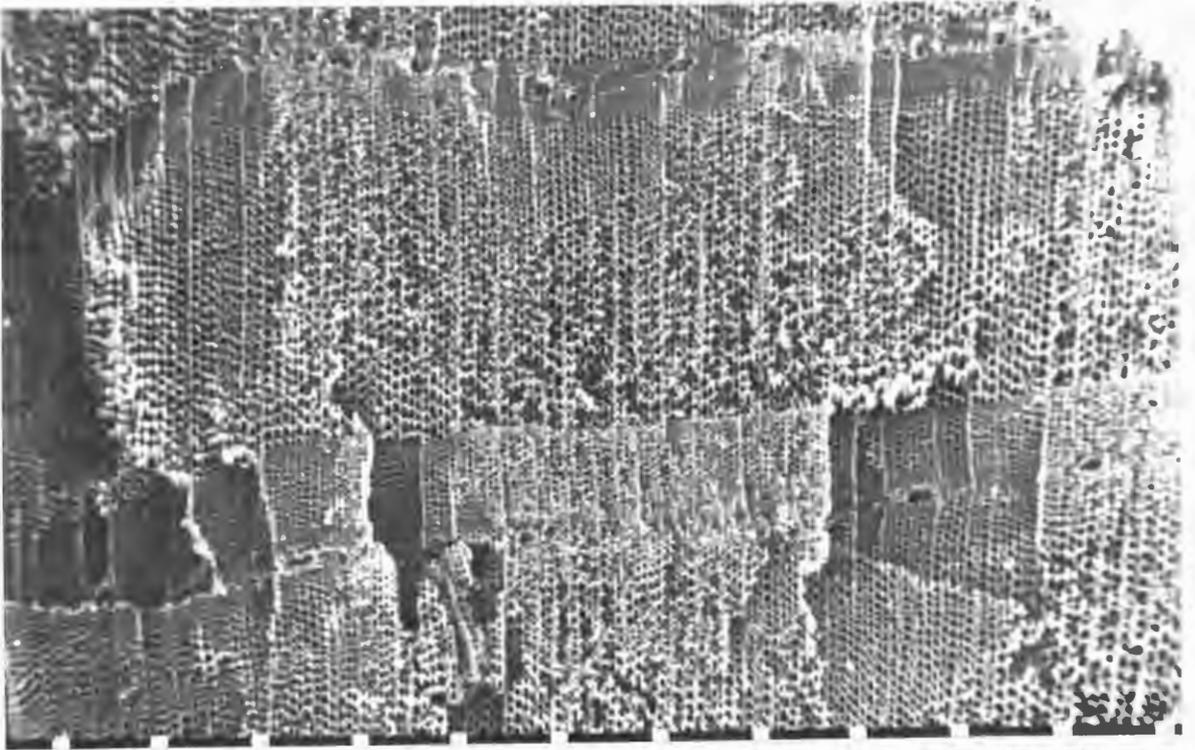
Taf. 35, Fig. 1:

Hirnschnitt eines Nadelholzbaumes in verschiedenen Vergrößerungen. Auch hier lassen sich die unterschiedlichen Wachstumszonen gut erkennen.

- 1 a = x 40
- 1 b = x 170
- 1 c = x 170
- 1 d = x 190
- 1 e = x 220

TAFEL 35





Taf. 36, Fig. 1:

Einlagerungen in fossiler Holzkohle

Das um 90 Grad zu drehende Bild zeigt in den horizontal verlaufenden Zellen (Markstrahlzellen) kugelförmige Gebilde.

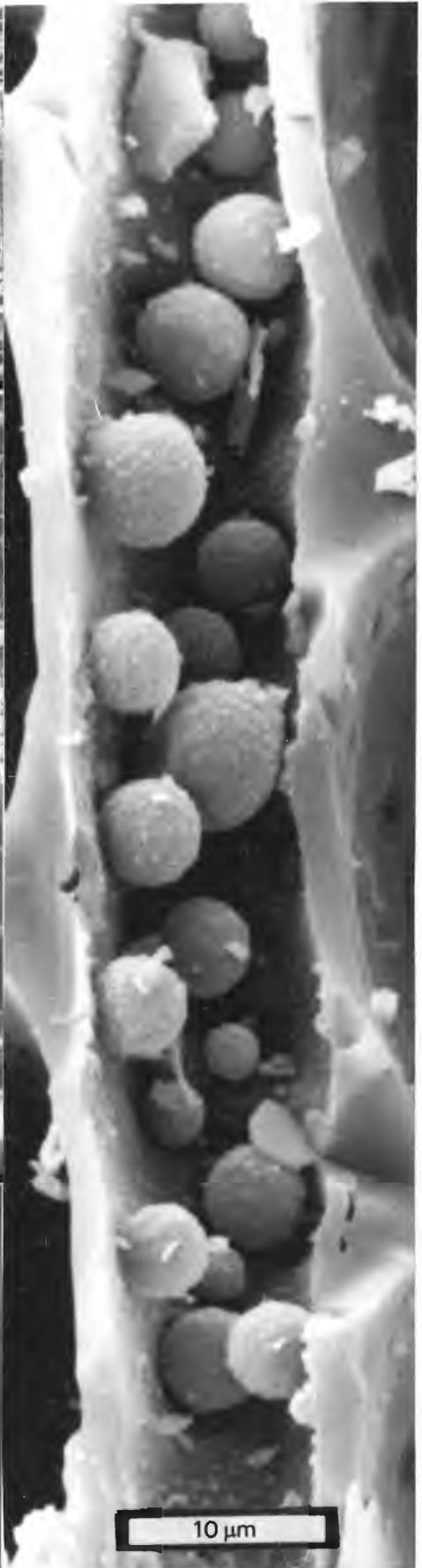
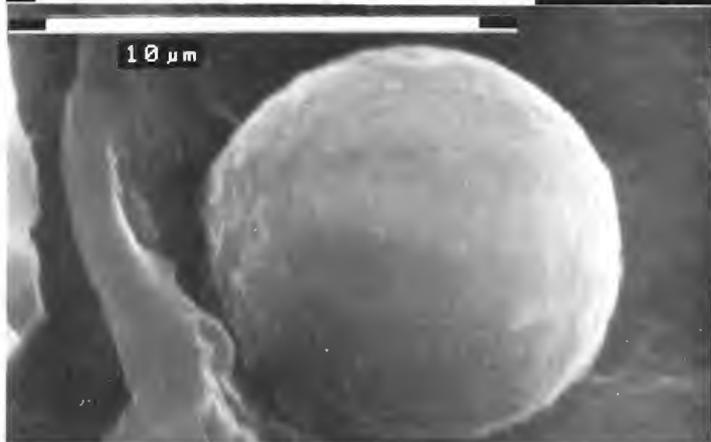
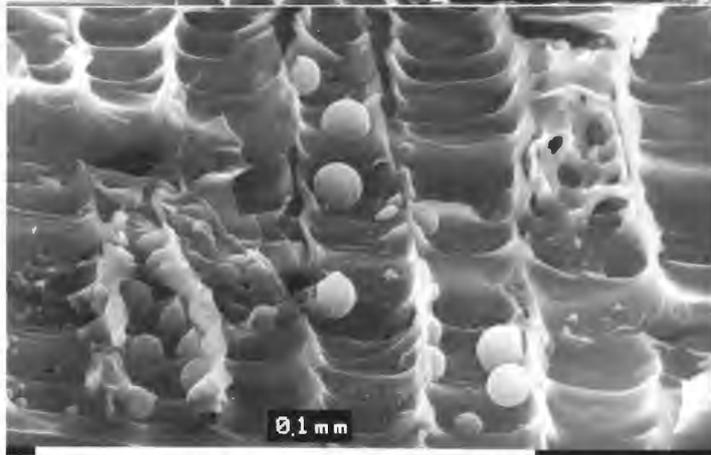
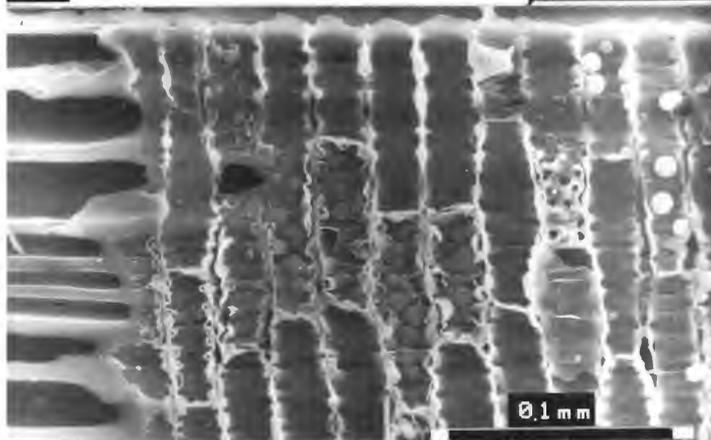
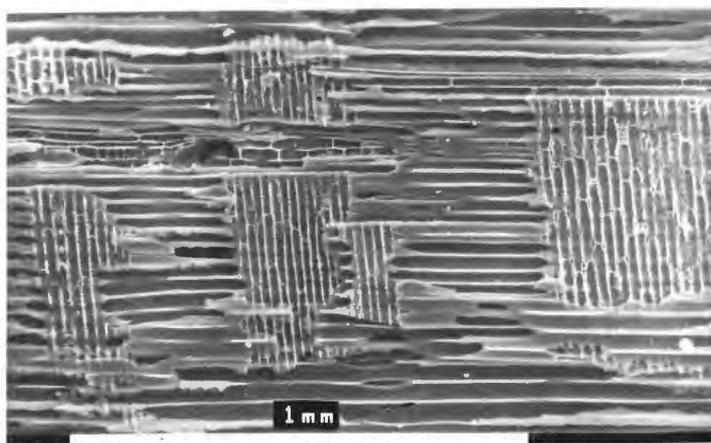
Markstrahlen rezenter Bäume haben nicht nur die Funktion einer radial verlaufenden Wasserleitung. In ihren Zellen werden auch organische Stoffe in Form von Stärke und Fett gelagert. Jeweils im Frühjahr geben die Markstrahlen die gespeicherten Reservestoffe an die angrenzenden Holzparenchymzellen ab.

Zum Vergleich herangezogene Bilder von Stärkeablagerungen in rezenten Hölzern zeigen große Ähnlichkeit, und dennoch ist zweifelhaft, ob es sich hier um solche Reservestoffe handelt. Wie könnten sie die Inkohlung des Holzes und 100 Millionen Jahre formbeständig überstanden haben? Sind es nicht vielleicht Pilzsporen, die nachträglich – jedoch vor der Einbettung – in das inkohlte Holz eingedrungen und dann mit konserviert sind?

- 1 a = Nadelholztracheiden mit Markstrahlzellen im Radialschnitt mit eingelagerten „Kugeln“ = x 60
- 1 b = x 300
- 1 c = Ausschnittvergrößerungen aus Markstrahlzellen = x 670
- 1 d = x 3000
- 1 e = Einlagerung = x 5800

TAFEL 36

1 a	1 d
1 b	
1 c	
1 e	



Taf. 37, Fig. 1:

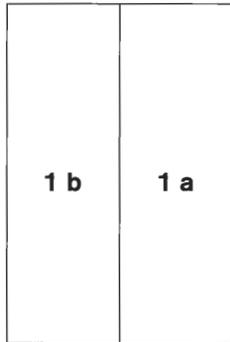
Inkohltes Nadelbaumholz

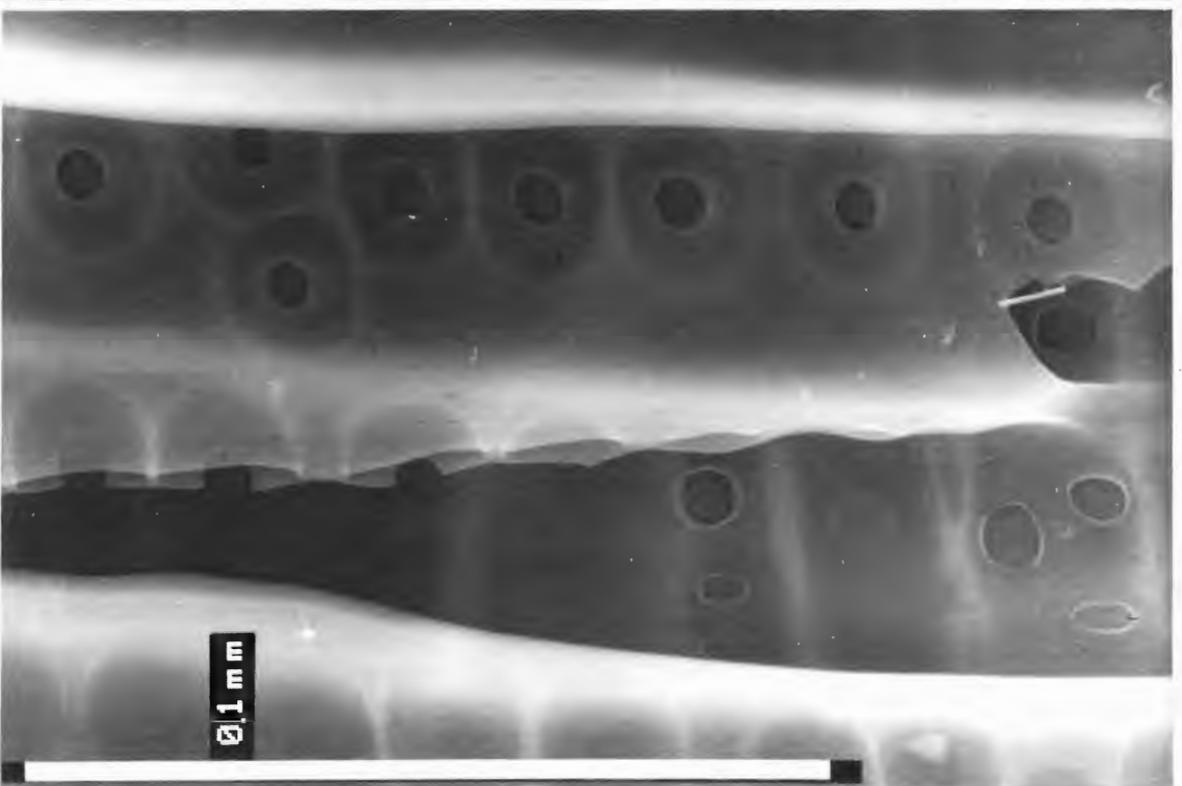
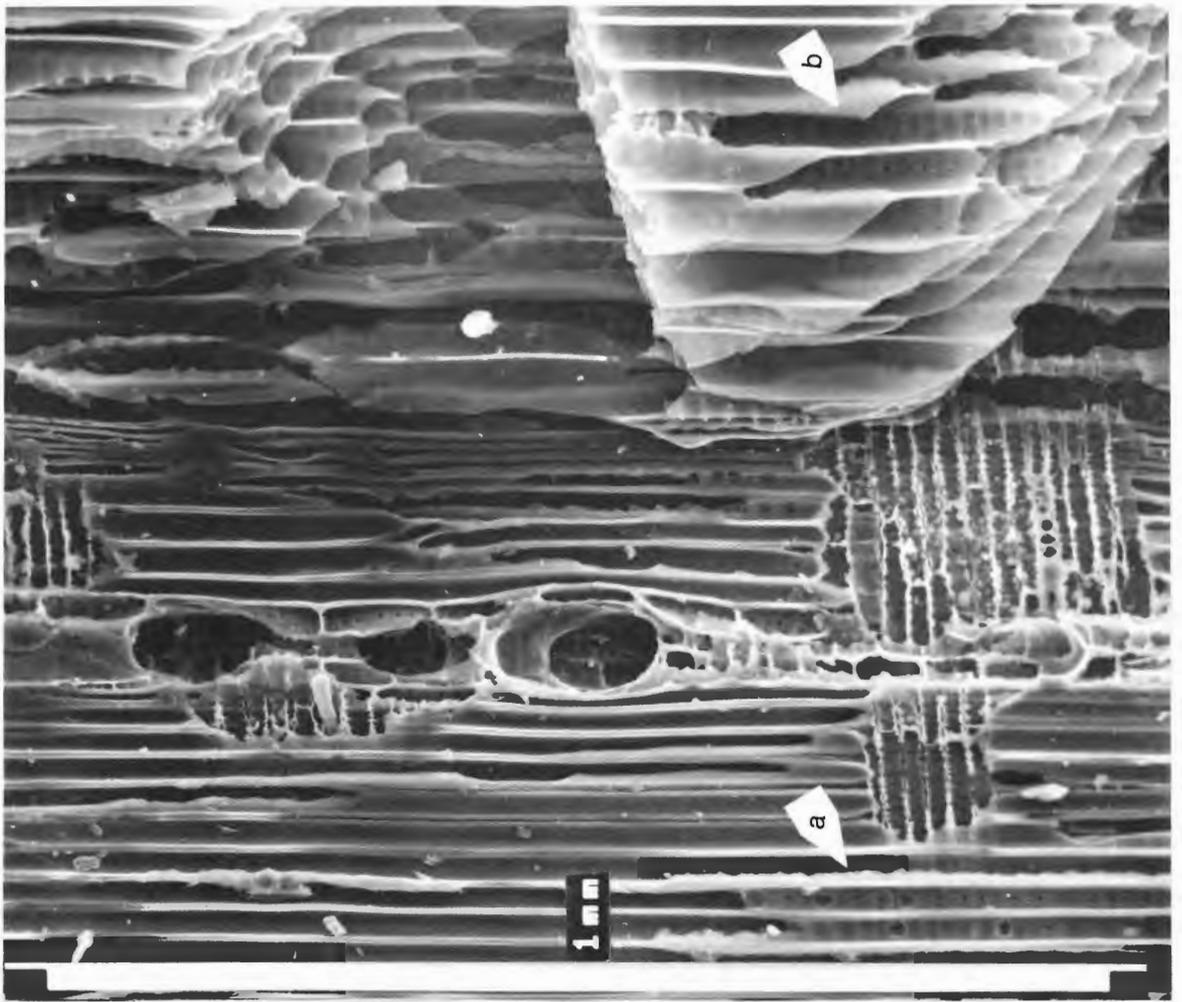
Das Holzstück ist radial gebrochen. In den langen Tracheiden sind in Form und Anordnung unterschiedliche Hoftüpfel (a und b) zu erkennen. Die einen sind rund und einreihig, die anderen sind sechseckig und mehrreihig angeordnet. Die drei übereinander liegenden Löcher scheinen Harzkanäle zu sein. Einschichtige, mehrreihige Marktstrahlen durchziehen das Holz horizontal.

Marktstrahltüpfel sind nicht zu sehen, dafür aber eine Vielzahl eingelagerter „Kugeln“ (siehe Taf. 34).

1 a = x 140

1 b = Hoftüpfelfeld = x 1100





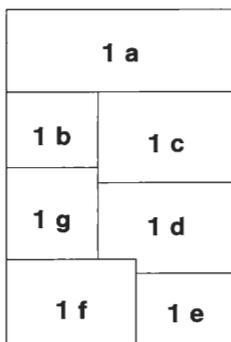
Taf. 38, Fig. 1:

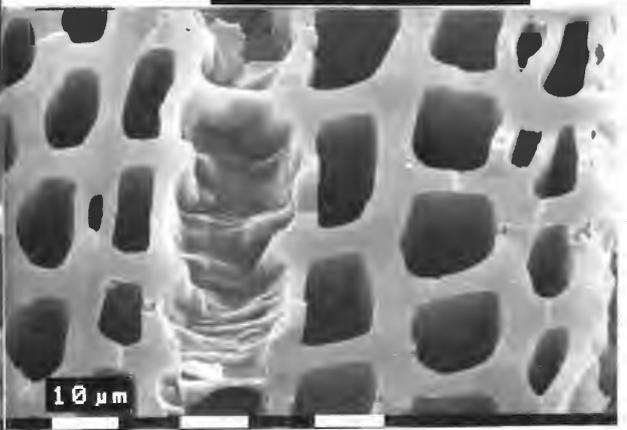
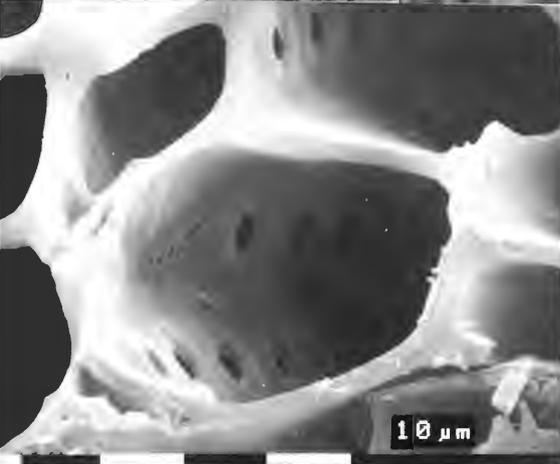
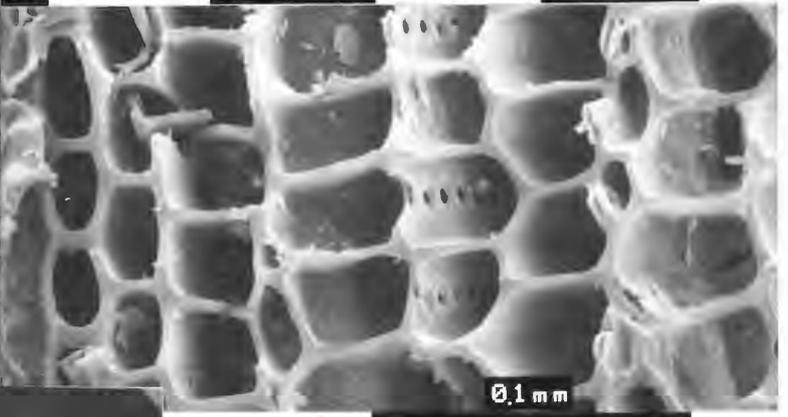
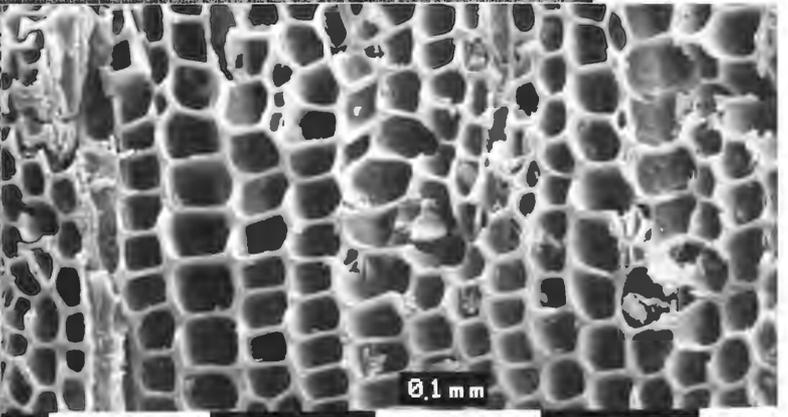
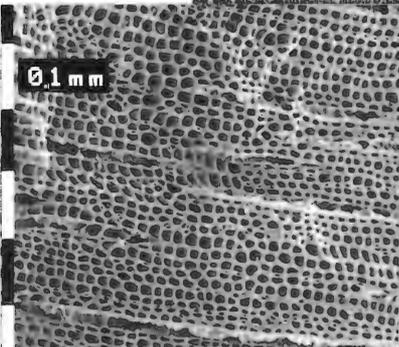
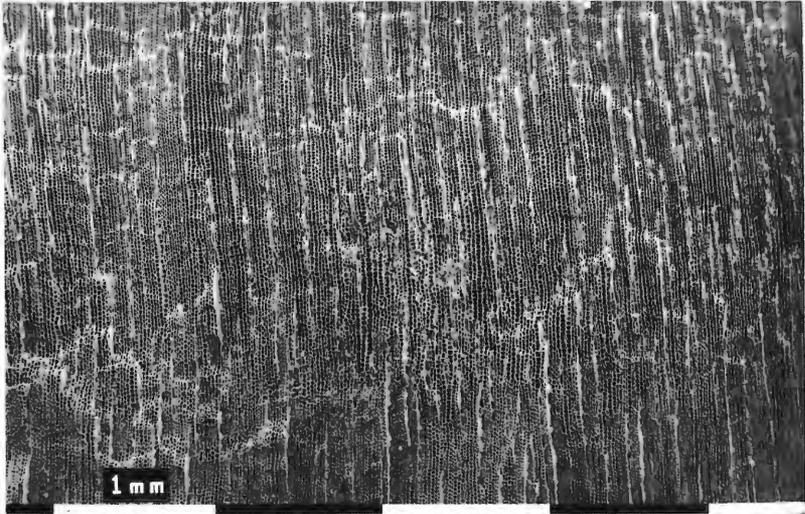
Dieses fossile Kreideholz aus Nehden läßt keine Jahresringbildung erkennen (Fig. 1 a). Ein ähnliches Bild zeigt die für Vergleichszwecke hergestellte Holzkohle vom rezenten Riesen-Mammutbaum (Fig. 1 g) (*Sequoiadendron giganteum* (LINDL.) (BUCHHOLZ))

Die Tracheiden haben nahezu quadratische Querschnitte. Große, behofte Tracheiden-Tüpfel sind ein- bis zweireihig angeordnet.

- 1 a = x 20
- 1 b = x 95
- 1 c = Hirnschnitte in verschiedenen Vergrößerungen = x 220
- 1 d = x 450
- 1 e = x 935
- 1 f = x 1200
- 1 g = rezente Holzkohle von *Sequoiadendron giganteum* = x 20

TAFEL 38





Taf. 39, Fig. 1:

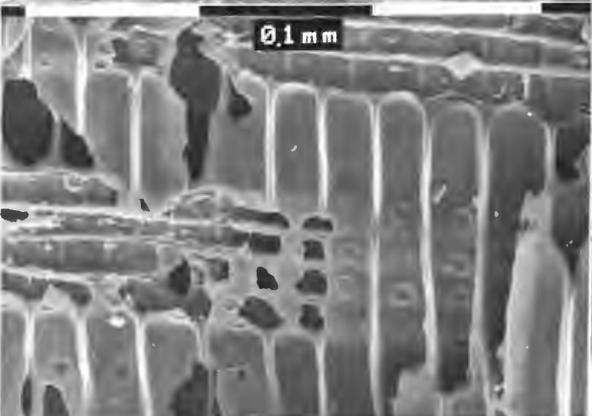
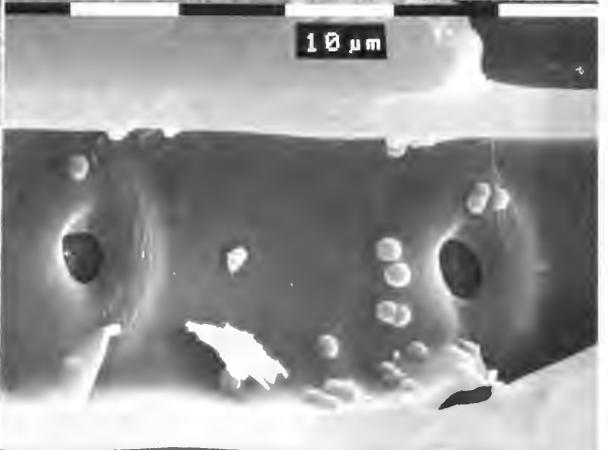
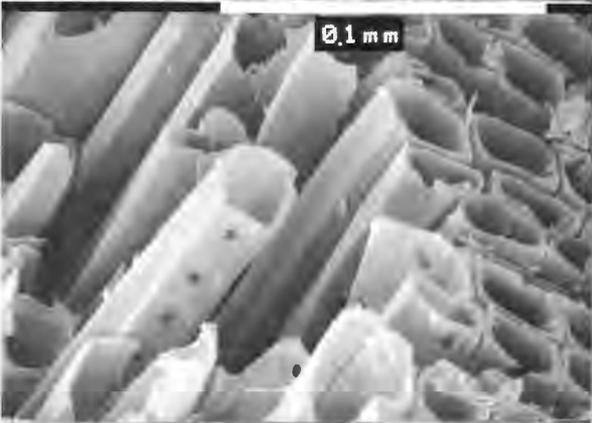
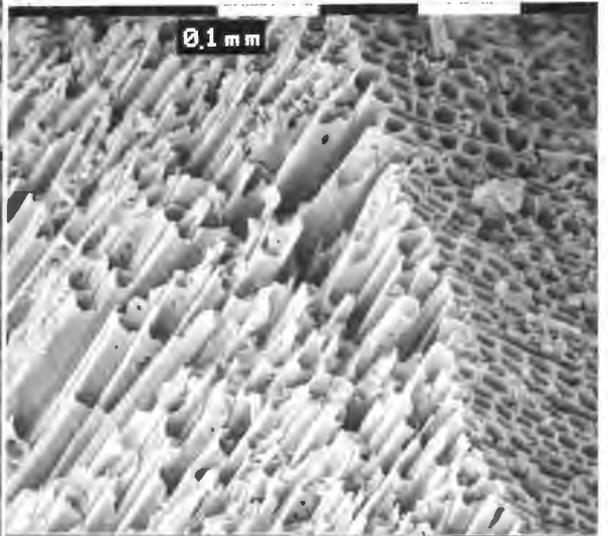
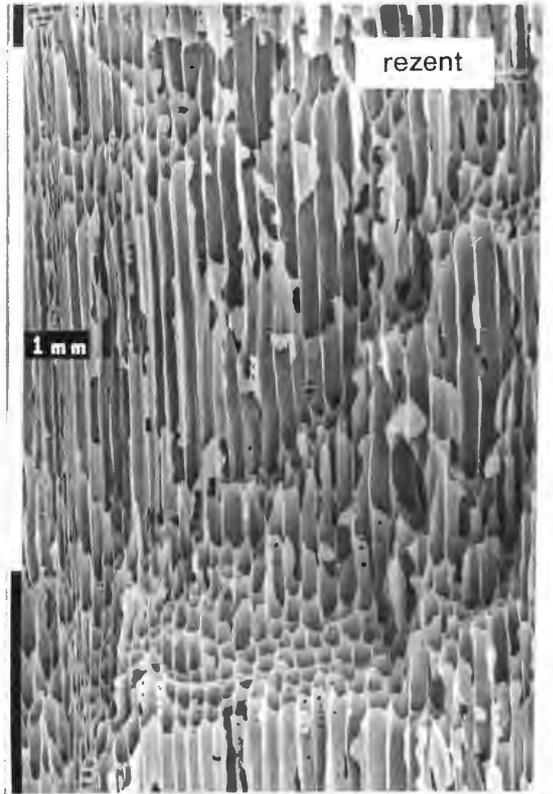
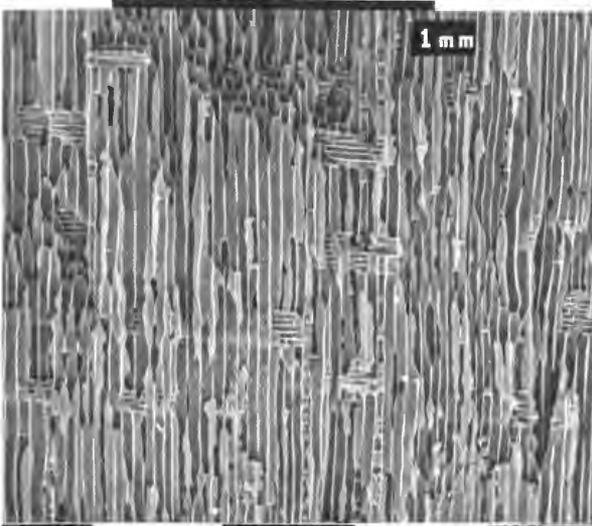
Inkohltes Kreid Holz, das im Radialbruch langgestreckte Tracheiden und einreihige Markstrahlen zeigt. Im Kreuzungsfeld von Tracheiden und Markstrahlen und in den Tracheiden sind einreihig angeordnete Hoftüpfel erkennbar. Auch in diesem Holz sieht man wieder eingelagerte „Kugeln“, jedoch nicht in den Markstrahlen sondern in den Tracheiden. Die Holzzellen sind im Querschnitt viereckig.

Fig. 1 g stammt von Holzkohle des rezenten immergrünen Mammutbaumes *Sequoia sempervirens*. Wenn auch vielleicht anatomische Ähnlichkeiten zwischen beiden Holzkohlestücken bestehen, so kann dennoch nicht der Schluß gezogen werden, daß es sich bei diesem fossilen Holz um einen Kreide-Mammutbaum handelt.

- 1 a = Radialbruch der fossilen Holzkohle = x 45
- 1 b = x 180
- 1 c = Verschiedene Querschnittsvergrößerungen = x 140
- 1 d = x 450
- 1 e = Kreuzungsfeld von Tracheiden und Markstrahlen = x 225
- 1 f = Tracheide mit Eiporen = x 1490
- 1 g = rezente Holzkohle = x 70

TAFEL 39

1 a	1 g
1 b	1 c
1 d	1 f
1 e	



Taf. 40, Fig. 1:

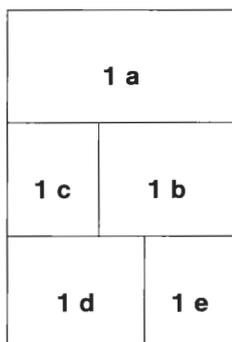
Ein kreidezeitliches Holz, das durch große Interzellularräume auffällt.

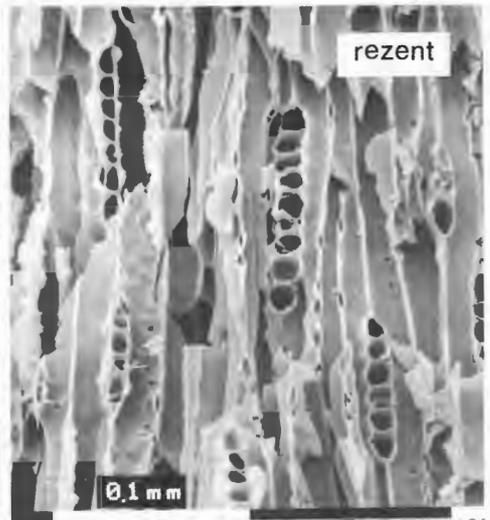
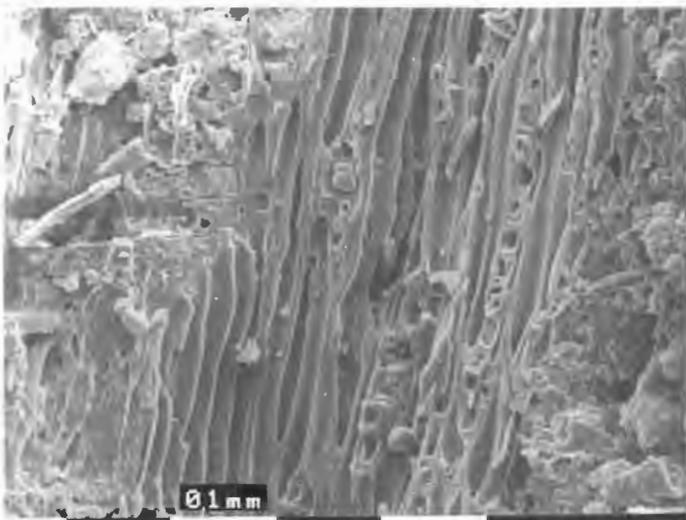
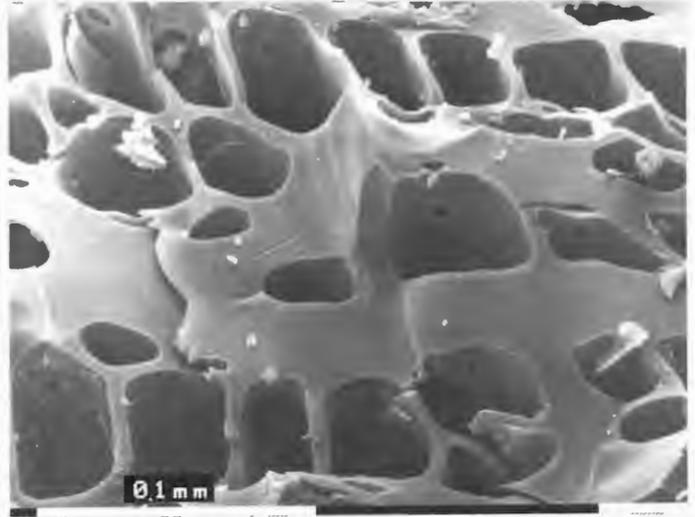
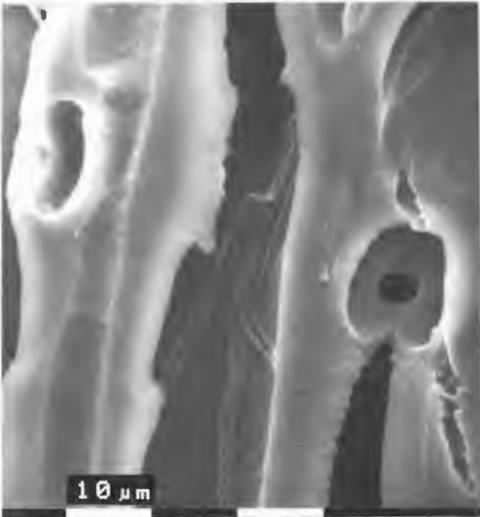
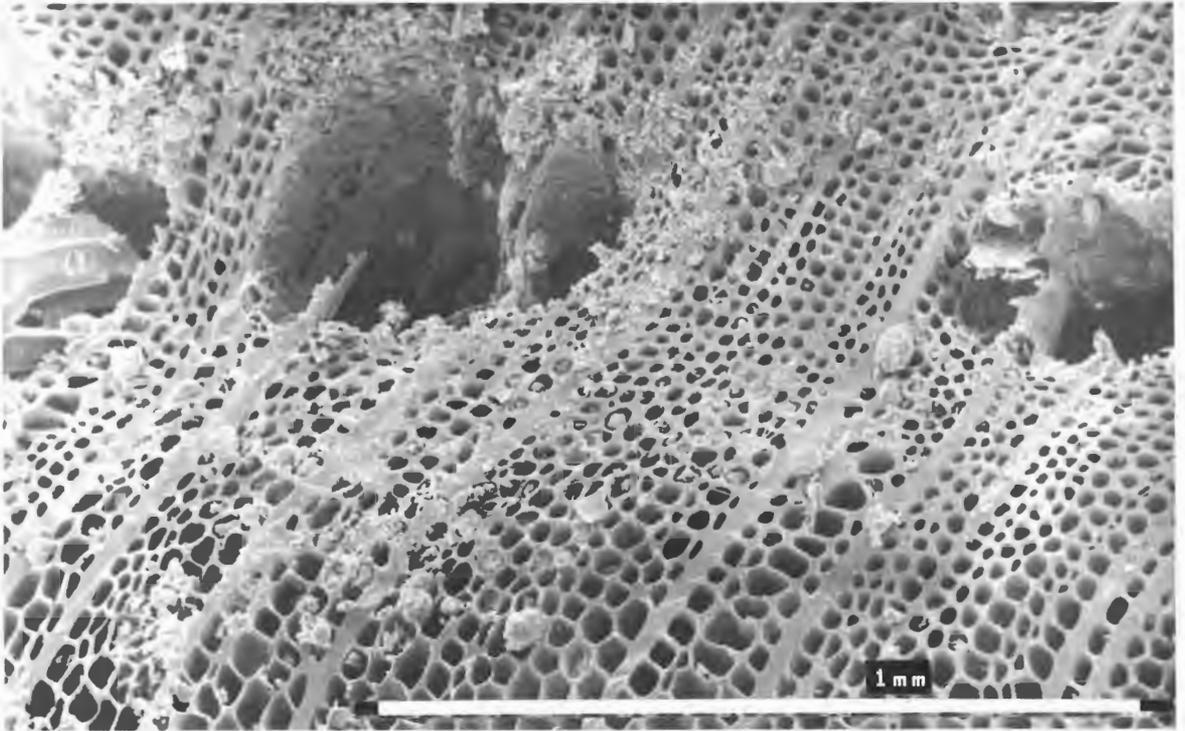
Eine Jahrringbildung ist nicht erkennbar.

Im Tangentialbruch (Fig. 1 d) sieht man in die einreihig angeordneten Markstrahlzellen. Ein ähnliches Bild zeigt die rezente Holzkohle von *Sequoidendron giganteum* (Fig. 1 e).

1 a	= Hirnbruchfläche	= x 100
1 b	= Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1 a	= x 375
1 c	= Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1 d	= x 1150
1 d	= Tangentialbruch	= x 140
1 e	= rezente Holzkohle von <i>Sequoidendron giganteum</i>	= x 250

TAFEL 40





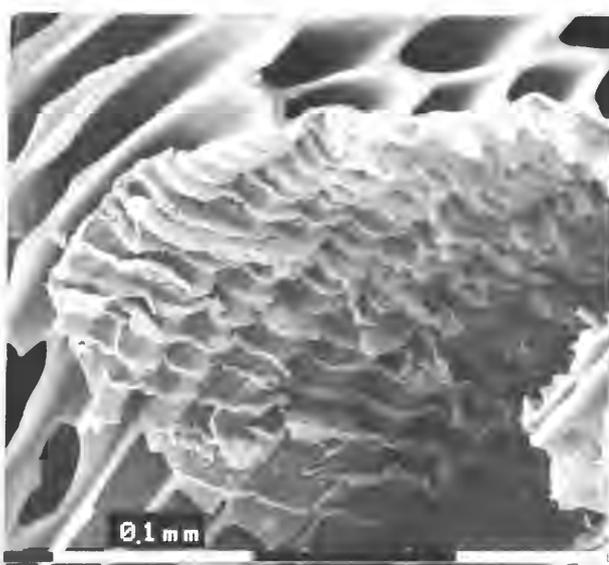
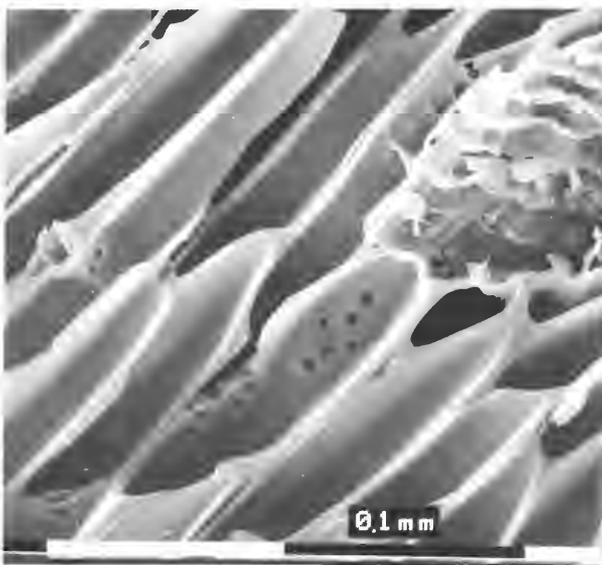
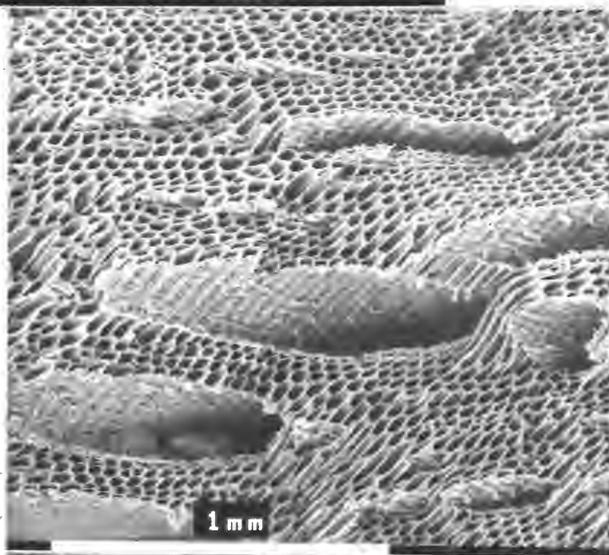
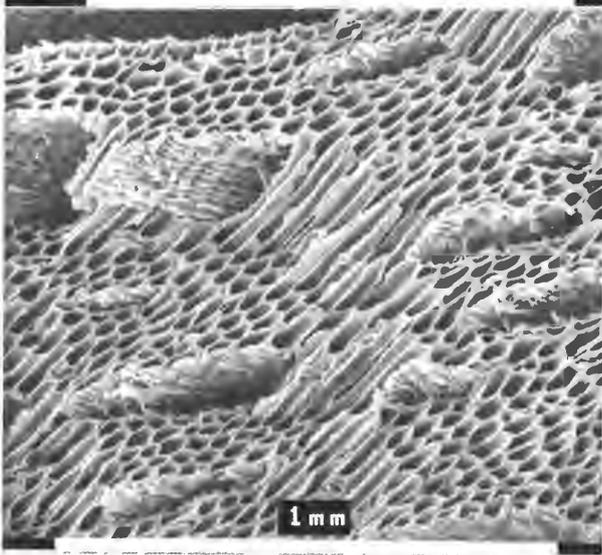
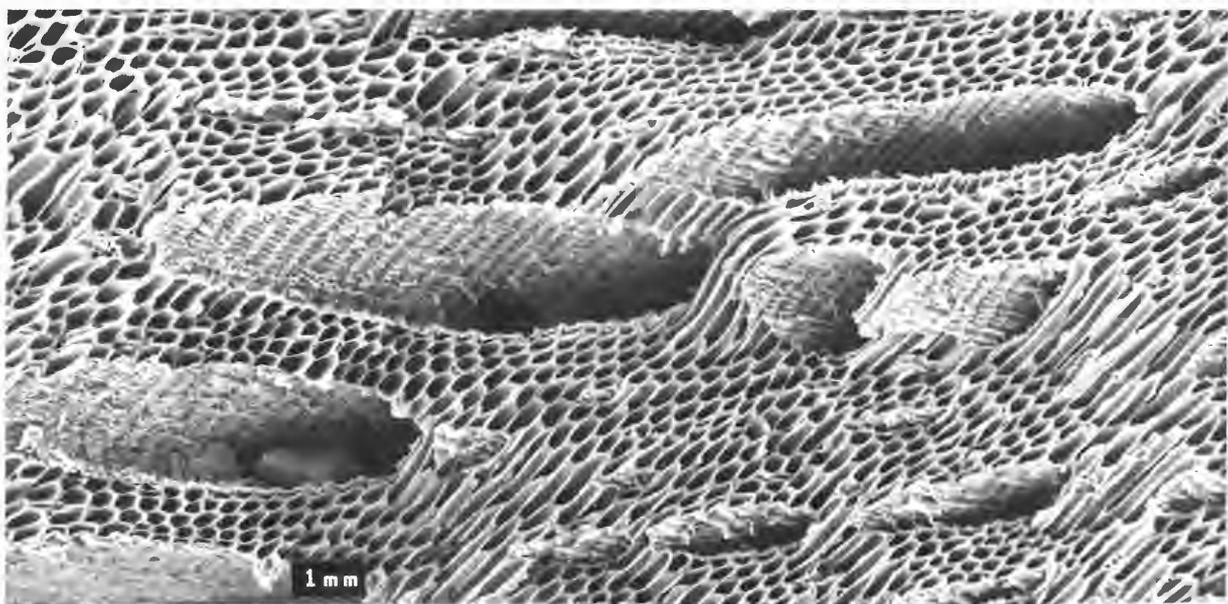
Taf. 41, Fig. 1:

Der Erhaltungszustand dieses Kreideholzes läßt zunächst die Frage aufkommen, ob die vielen „Löcher“ echte Interzellularräume sind und auf ein sehr lockeres Holz hinweisen, oder ob es sich um Schrumpfungslöcher handelt, die bei der Inkohlung des Holzes entstanden sind. Auffallend sind die lamellenartigen Wände dieser senkrecht verlaufenden Hohlräume.

- 1 a = x 60
- 1 b = Aufnahmen von der Hirnfläche dieses Holzes = x 65
- 1 c = x 45
- 1 d = Einblick in die Tracheiden, vereinzelte Hoftüpfel = x 310
- 1 e = Wand eines Interzellularraumes = x 260

TAFEL 41

1 a	
1 b	1 c
1 d	1 e

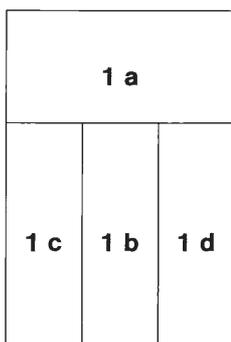


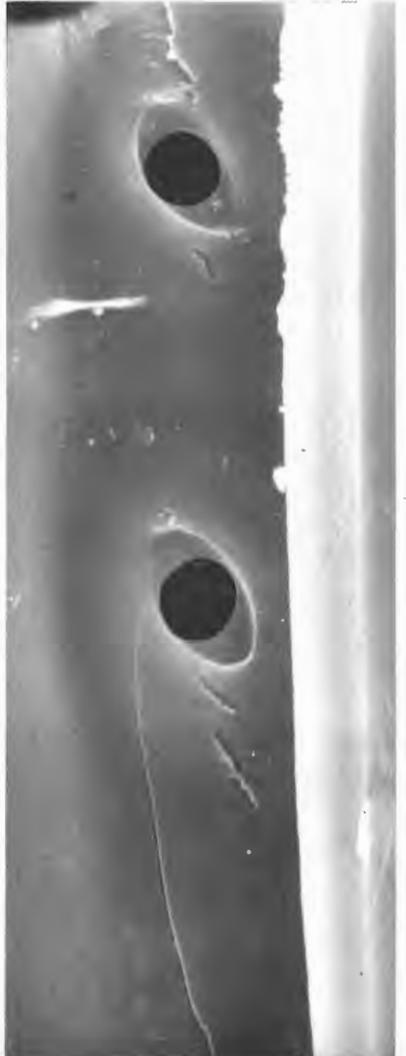
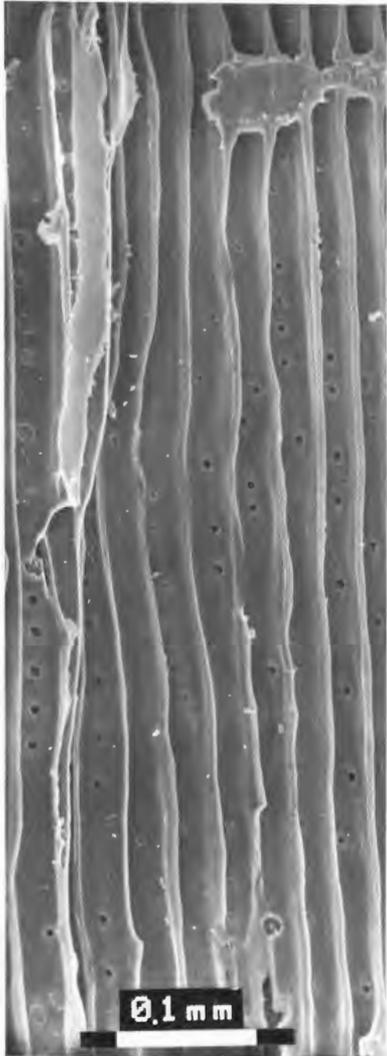
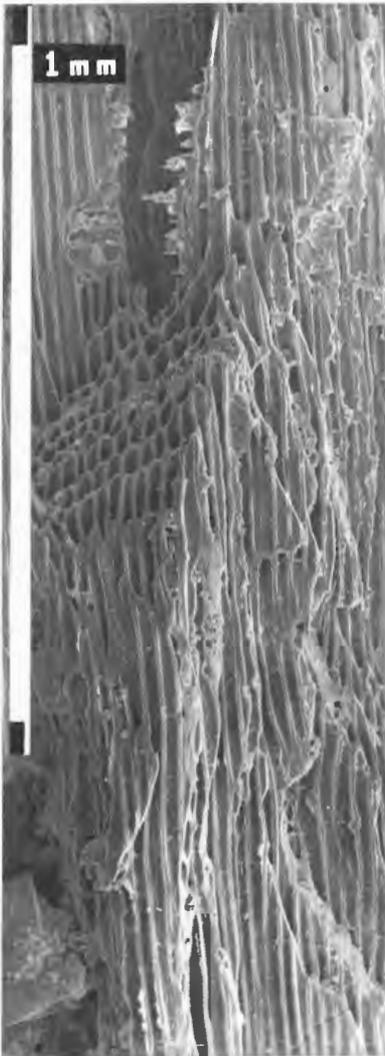
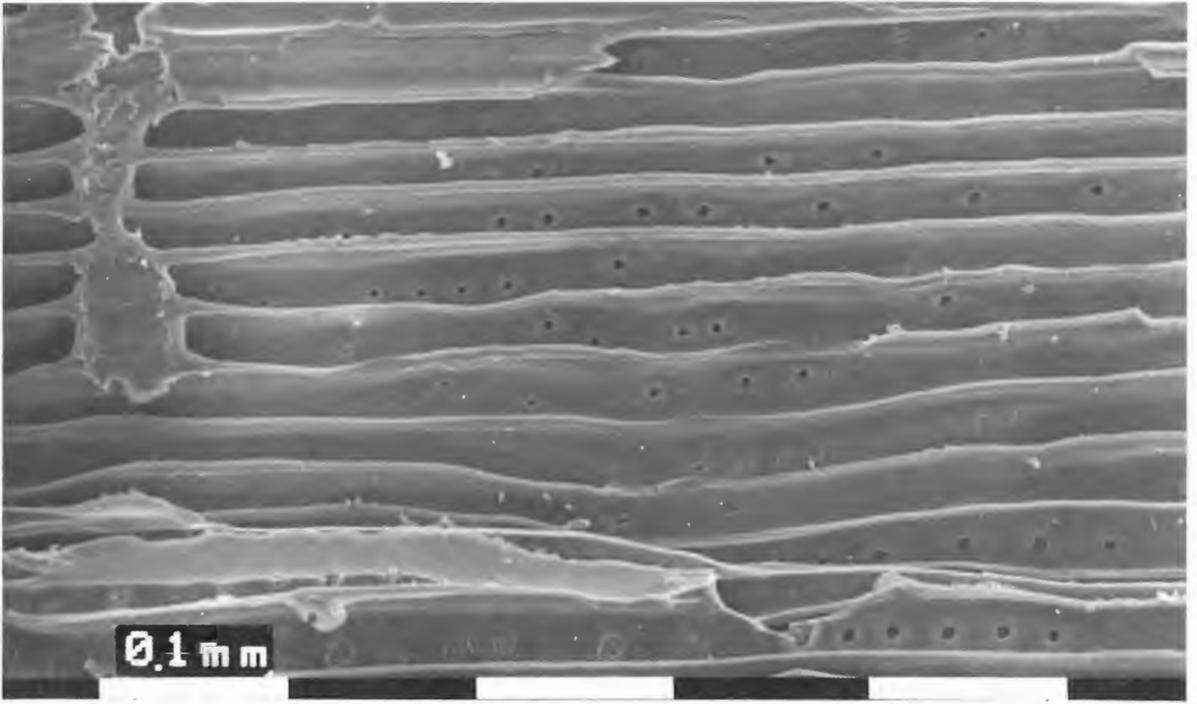
Taf. 42, Fig. 1:

Längs aufgerissene Tracheidenzellen eines Kreideholzes mit einreihig angeordneten Hoftüpfeln.

1 a		= x 250
1 b	= Einblick in die Tracheiden in verschiedenen Vergrößerungen	= x 190
1 c		= x 90
1 d	= Zwei Hoftüpfel	= x 1750

TAFEL 42





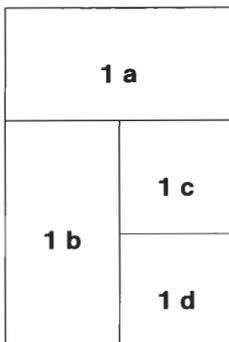
Taf. 43, Fig. 1:

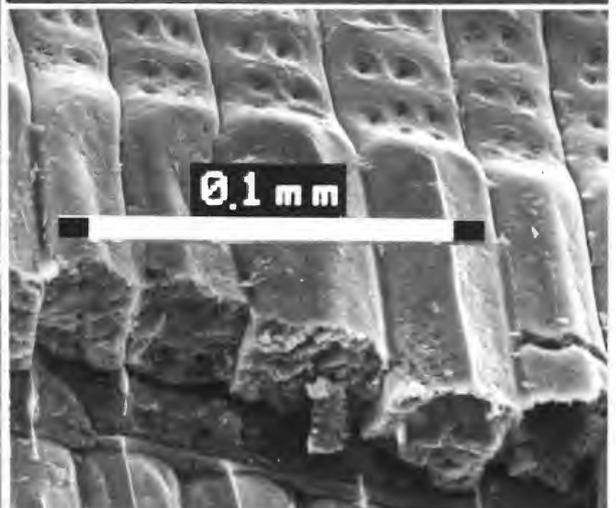
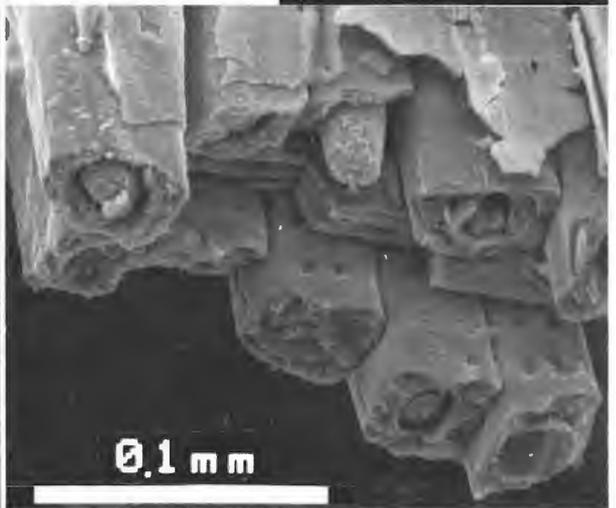
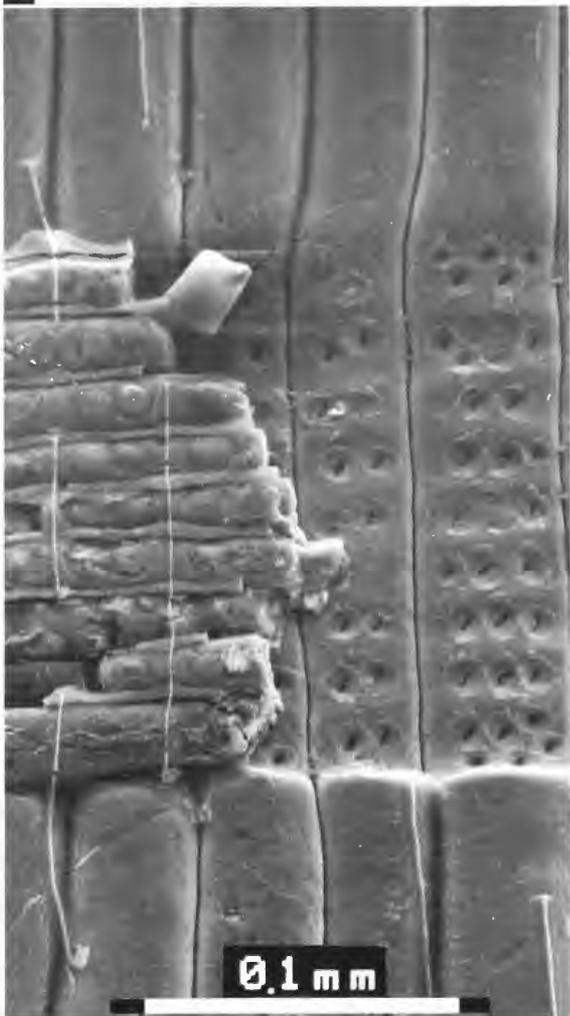
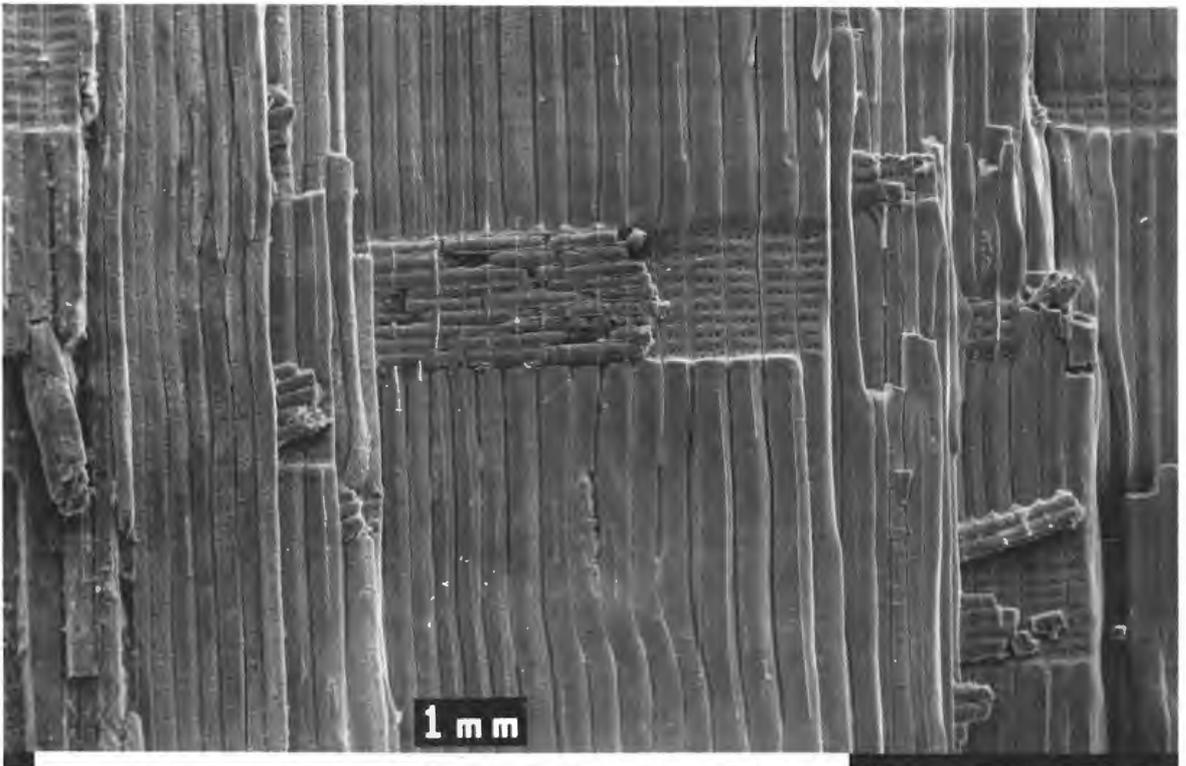
Das hier abgebildete pyritisierte Kreideholz besteht aus sehr langen, ziemlich gleichgeformten, im Querschnitt etwa quadratisch ausgebildeten hohlen Zellen, die von einschichtigen, mehrreihigen Strängen horizontal durchzogen werden. In den Kreuzungsfeldern sind sowohl in den senkrechten als auch in den waagerechten Zellen hofhüpfelähnliche Zelldurchbrüche erkennbar, durch die dem Assimilatstrom auch ein Querfluß ermöglicht wurde.

Ob es sich bei diesem Holz um das eines Schachtelhalmbaumes (*Equisetites*) handelt, ist nicht gewiß. In der Kreidezeit haben die Schachtelhalm bäume ihre Blütezeit längst beendet gehabt und sind nur noch Bäume zweiter Ordnung, d.h. mit Höhen bis zu 10 Metern wie *Equisetites arenaceus* JÄGER, oder sind krautig wie *Equisetites burckhardti* DUNKER aus dem Wealden.

- 1 a = Tangentialbruch durch das pyritisierte Holz = x 110
- 1 b = Ausschnittvergrößerung = x 425
- 1 c = Zellenabbruch = x 400
- 1 d = Zellenabbruch = x 500

TAFEL 43





Taf. 44, Fig. 1:

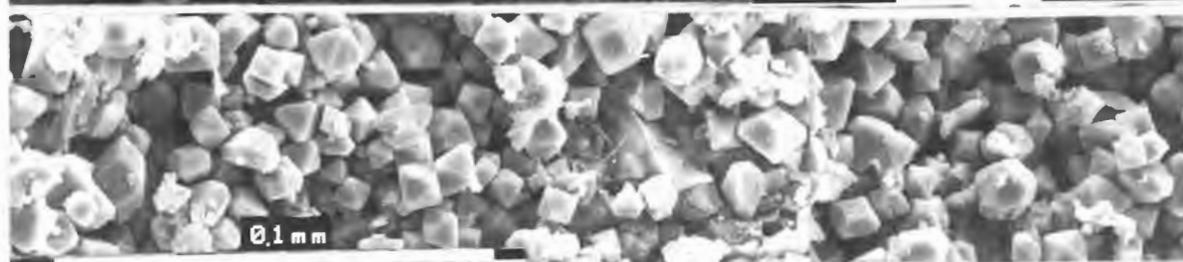
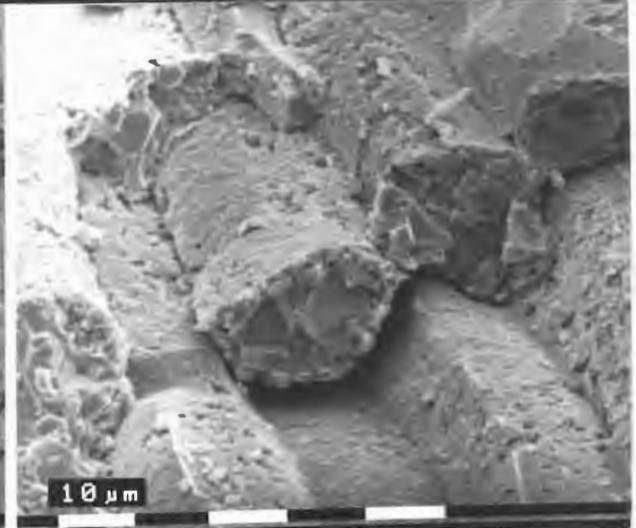
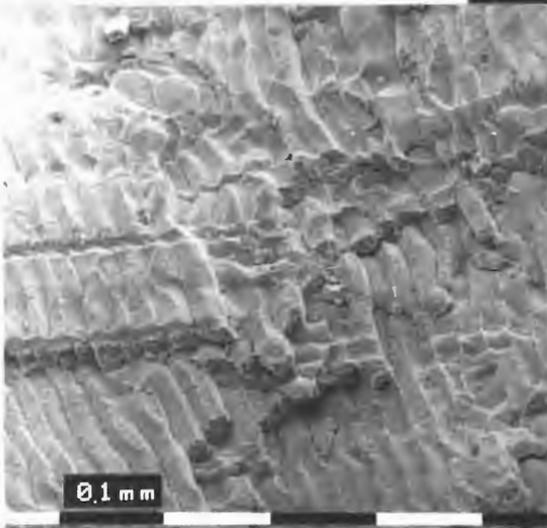
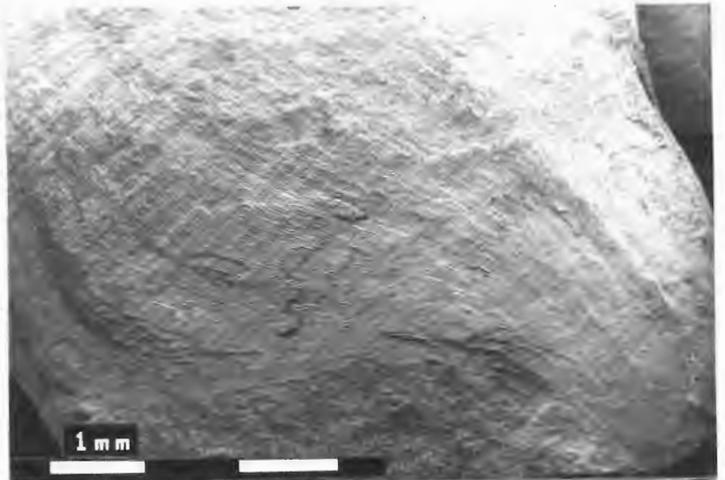
Hier handelt es sich vermutlich um Speicherknollen, wie diese bei den Schachtelhalmgewächsen vorkommen und wie sie auch für die Charophyten nachgewiesen worden sind. Die Fig. 1 c – e zeigen die bereits von Taf. 43 bekannten Holzstrukturen. Jedoch fällt auf, daß in diesem Zellverband keine radial verlaufenden Markstrahlen vorkommen.

Der Inhalt der auf Fig. 1 b abgebildeten Form ist in Pyritkristalle umgewandelt worden.

- 1 a = Gesamtansicht der „Knollen“ = die natürliche Größe beträgt 12 mm im Durchmesser
- 1 b = Gesamtansicht der „Knollen“ = x 15
- 1 c = Verlauf der Zellen = x 10
- 1 d = x 145
- 1 e = Ausschnittvergrößerungen aus Fig. 1 c = x 1020
- 1 f = x 1950
- 1 g = Ausschnittvergrößerungen aus Fig. 1 b = x 600

TAFEL 44

1 a	1 c
1 d	1 e
1 b	1 f
1 g	



Taf. 45, Fig. 1:

In Nadelholz eingelagerte Quarzkristalle („Suttröper Quarze“)

Der ursprünglichen Annahme, daß diese Kristalle in den Holzzellen gesproßt seien, wird mit der Begründung widersprochen, daß die Spitzen der „Doppelender“ durch Transport abgestumpft sind.

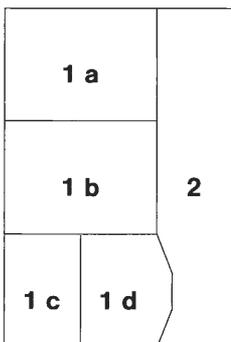
- | | | |
|-----|--|----------|
| 1 a | = Quarzkristalle in Holzzellen in verschiedenen Vergrößerungen | = x 2000 |
| 1 b | | = x 1600 |
| 1 c | = Quarzkristalle in einer Markstrahlzelle | = x 1600 |
| 1 d | = Quarzkristall in einem Hoftüpfel | = x 5200 |

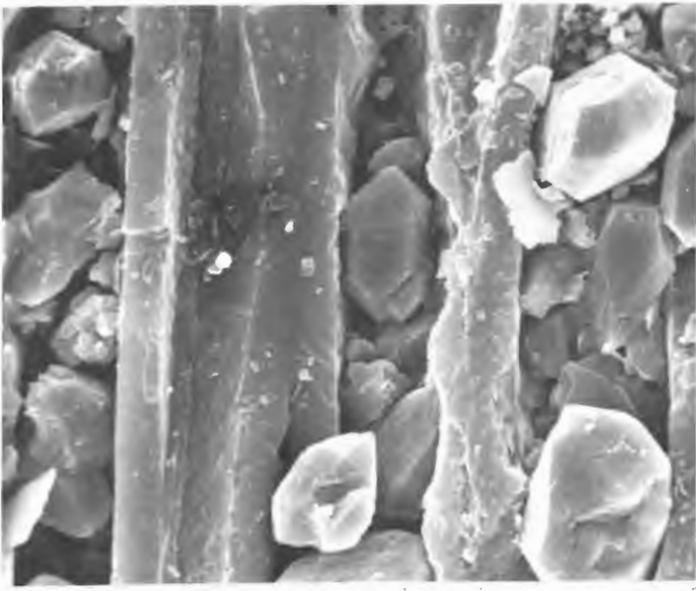
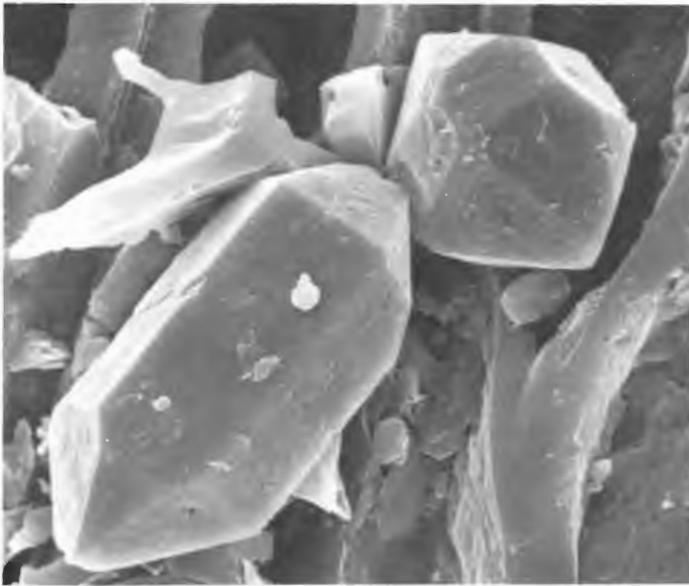
Taf. 45, Fig. 2:

Durch kugelige Konkretionen verschlossene Hoftüpfel.

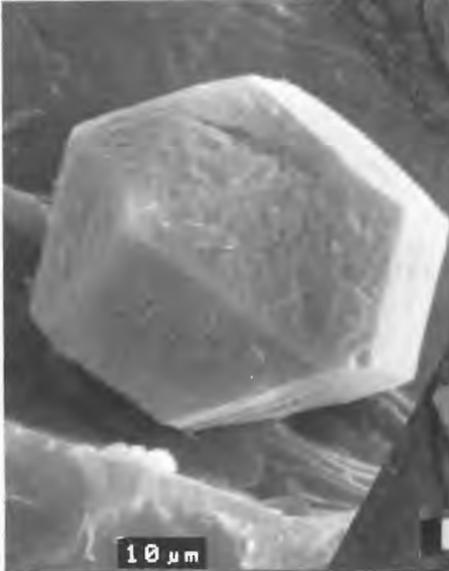
2 = x 2550

TAFEL 45





10 μm



10 μm



10 μm

Einige inkohlte oder pyritisierte Zapfenfunde geben ebenfalls Hinweise auf die Baumflora jener Zeit.

Taf. 46, Fig. 1:

Nicht selten kommen die längs (Fig. 1 a) oder quer (Fig. 1 b) gebrochenen, stets inkohlten ca. 1,4 bis 2,0 cm langen und im Durchmesser 0,8 bis 1,5 cm großen Zapfen mit 15 bis 20 spiralg angeordneten Schuppen vor. Jeweils 5 bis 7 Samenanlagen befinden sich in jeder Umdrehung. Die Schuppen sind schief schildförmig, abgeplattet und keilförmig. Die Zapfen sind geöffnet, Samen sind keine mehr darin enthalten. Es kann also angenommen werden, daß die Zapfen nach der Reife im verholzten Zustand herabgefallen sind. Die zu den Taxodiaceae gehörende rezente Baumart *Sequoia sempervirens* hat ähnliche Zapfen (Fig. 1 c).

1 a = x 7

1 b = x 7

1 c = x 1

Taf. 46, Fig. 2:

Pyritisierter Zapfen einer Araucariaceae oder einer verwandten Baumart; entweder zu *Araucaria*, *Agathis*, *Brachyphyllum*, *Dammarites* oder *Araucariopsis* gehörend. Am ehesten könnte der Zapfen der *Araucaria mirabilis* (SPEGAZZINI) WINDHAUSEN zugeordnet werden. Der Zapfen ist an der Basis 7 cm breit und 6 cm hoch. Die Fruchtschuppen des Zapfens sind geöffnet, die Samen sind vor der Einbettung herausgefallen.

2 = x 1,5

Taf. 46, Fig. 3:

Quer durchbrochener cf. Araucarien-Zapfen im Unreifezustand. Auf der Bruchfläche befindet sich ein Kranz von 16 Samen, die 1,0 cm lang und 0,6 cm breit sind. Auffallend stark mit fast 2 cm Durchmesser ist die Spindel. Der abgebildete Zapfen ist 6,5 cm lang und hat einen Durchmesser von 6,2 cm.

3 = x 1

Taf. 46., Fig. 4:

Ein *Pinus*-Zapfen (weymouthskieferntartig?), der pyritisiert ist. Er ist 7,5 cm lang und 2,2 cm im größten Durchmesser. In der Mitte des Zapfens befinden sich 14 Samen in einer Kranzordnung. Die Samen sind 0,3 cm lang und 0,12 cm breit.

4 = x 1

Taf. 46, Fig. 5:

Inkohlter Taxodiaceen-Zapfen, geschlossen.

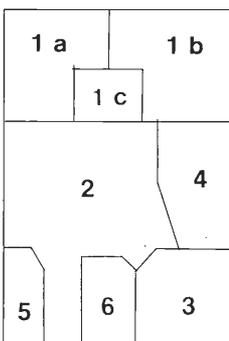
5 = x 1,5

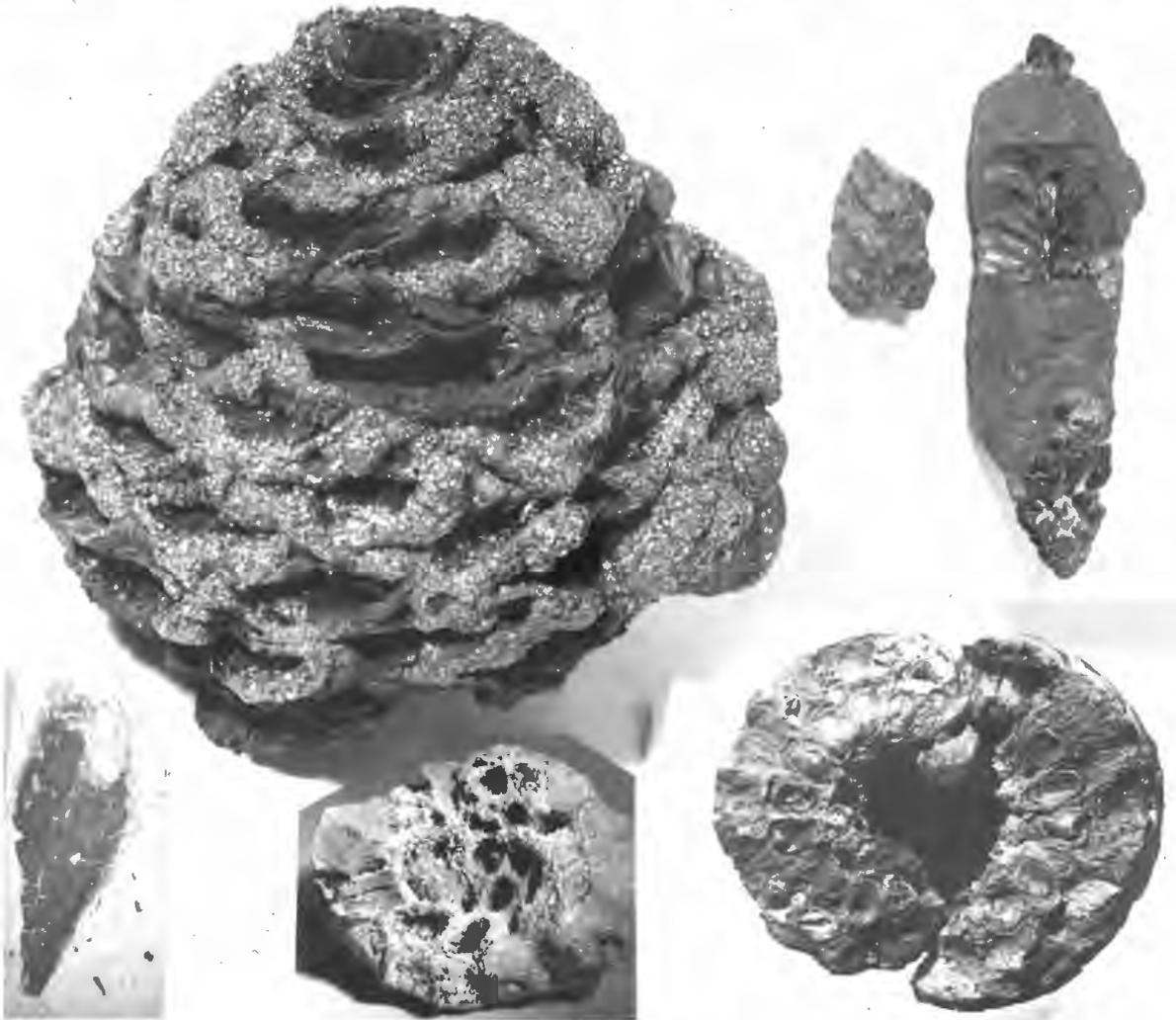
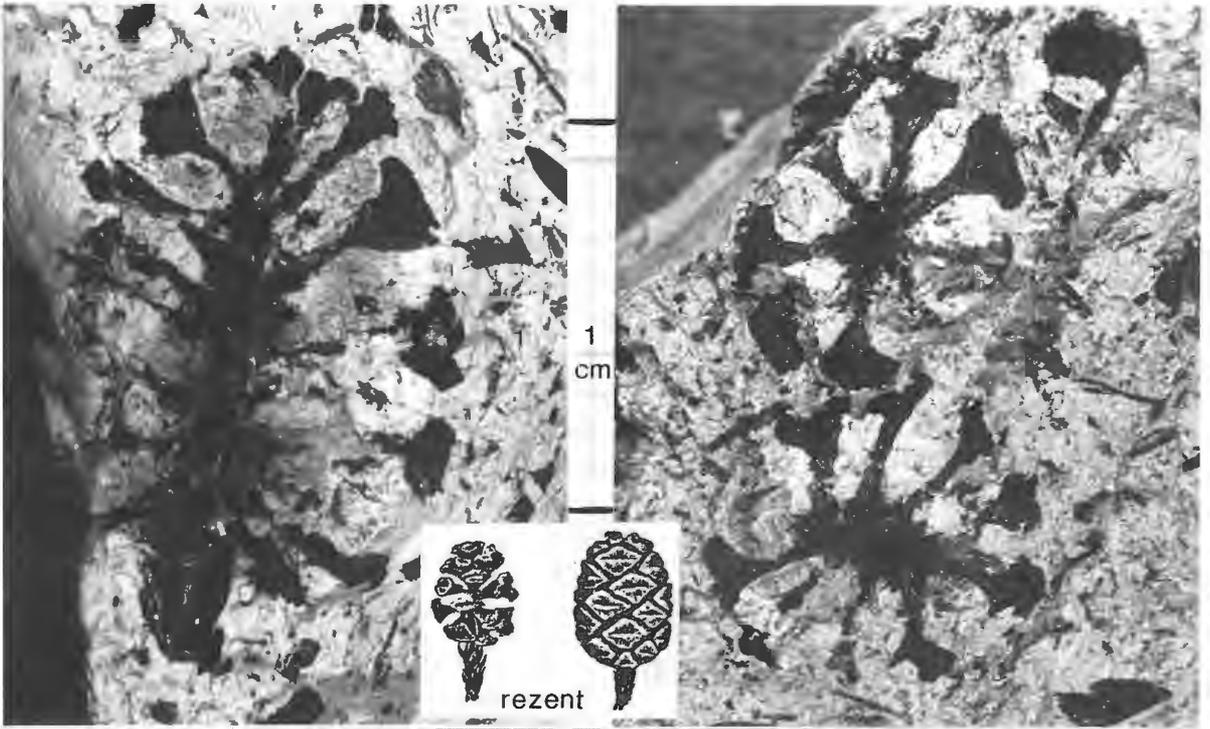
Taf. 46, Fig. 6:

Längs aufgebrochener, pyritisierter Zapfen mit gut erkennbarem Samenlager, unbestimmbar.

6 = x 1

TAFEL 46





Taf. 47, Fig. 1 und 2:

Pyritisierter Zapfen einer Araucariaceae, vermutlich auch *Araucaria mirabilis* (SPEGAZZINI) WINDHAUSEN in unreifem Zustand mit guter Strukturhaltung.

1 = Detailansicht = x 2

2 = Gesamtansicht = x 1

Taf. 47, Fig. 3:

Längs durchschnittener, pyritisierter Koniferen-Zapfen (unbestimmbar). Gut erkennbar sind einige durchgeschnittene Samen.

3 = x 1

Taf. 47, Fig. 4:

Pyritisierter Koniferen-Zapfen (*Pinuxylon?*)

4 = x 0,8

Taf. 47, Fig. 5:

Inkohlte Samenschuppe eines Koniferen-Zapfens (*Pinoxylon?*) auf der Schuppe erkennt man deutlich das paarig angelegte Samenlager.

5 = x 3

Taf. 47, Fig. 6:

Inkohlter Zapfen einer *Pinus-strobus*-ähnlichen Konifere

6 = x 1

Taf. 47, Fig. 7:

Samen einer Taxodiaceae (Sumpfzypresse)

7 = x 2

Taf. 47, Fig. 8:

Längsschnitt durch einen pyritiserten kiefernähnlichen Koniferen-Zapfen. Die Aufnahme läßt die einzelnen Teile des Zapfens gut erkennen:

a = Samenschuppe (Deckschuppe nicht sicher erkennbar)

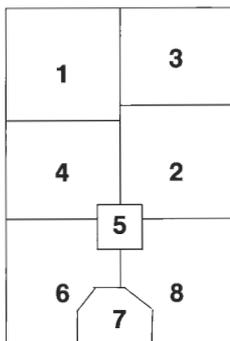
b = Samen (links längs durchgeschnitten, erkennbar sind die Samenhülle und das Keimblatt)

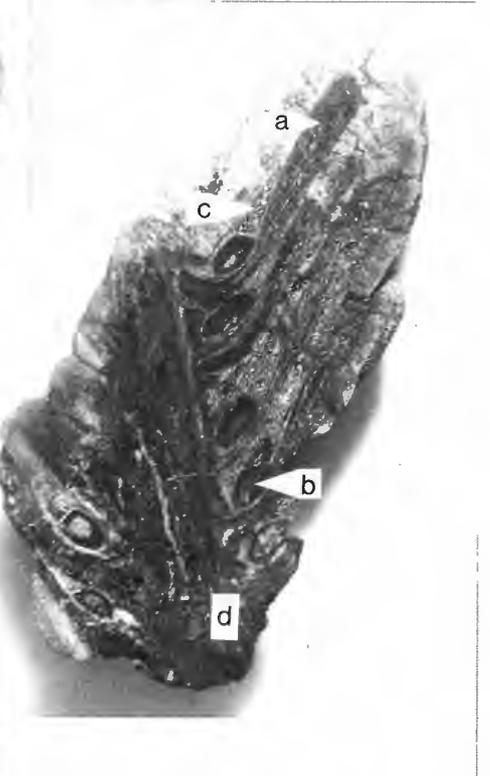
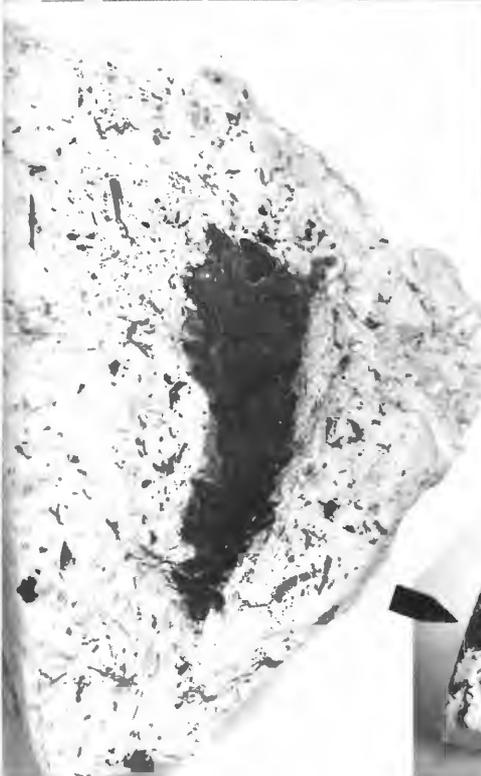
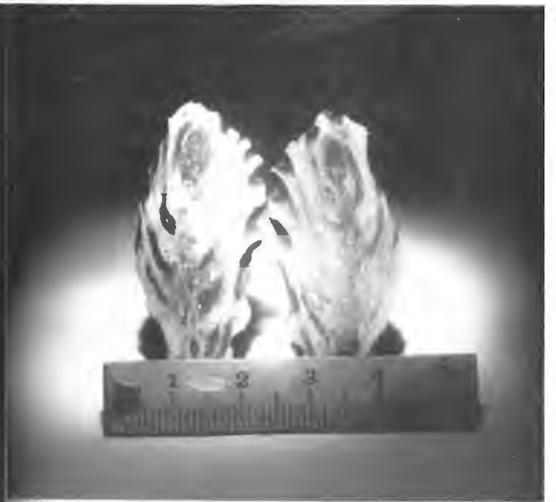
c = Samenflügel

d = Zapfenachse

8 = x 2

TAFEL 47





Taf. 48, Fig. 1:

Drei Koniferenzapfen (vgl. Taf. 46, Fig. 4) in natürlicher Größe, inkohlt und geöffnet.

Taf. 48, Fig. 2:

Geöffneter Koniferen-Zapfen unbestimmter Zuordnung

2 = x 7

Taf. 48, Fig. 3:

Frucht unbestimmter Zuordnung (Farnsamer?)

3 = x 4

Taf. 48, Fig. 4:

Taxodiaceen-Samen mit gut erkennbarem Flugsaum

4 a = x 20

4 b = x 20

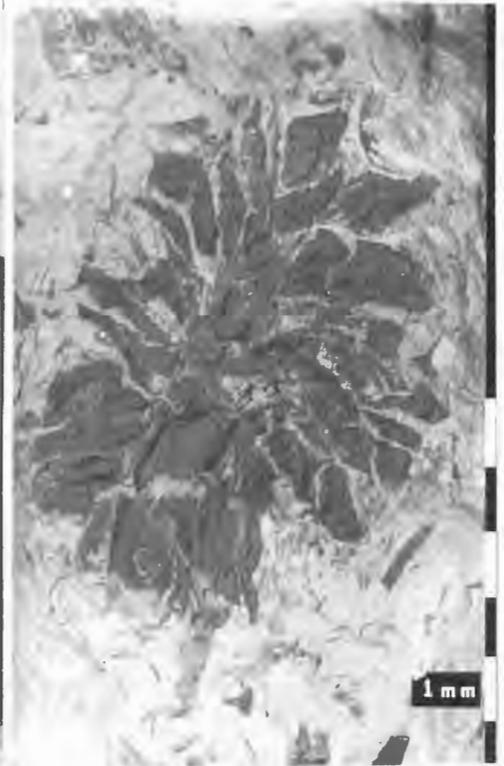
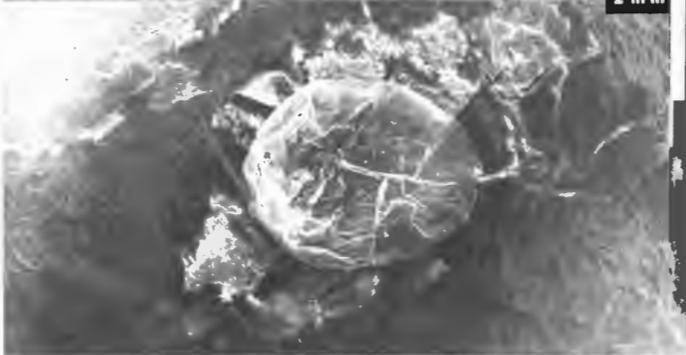
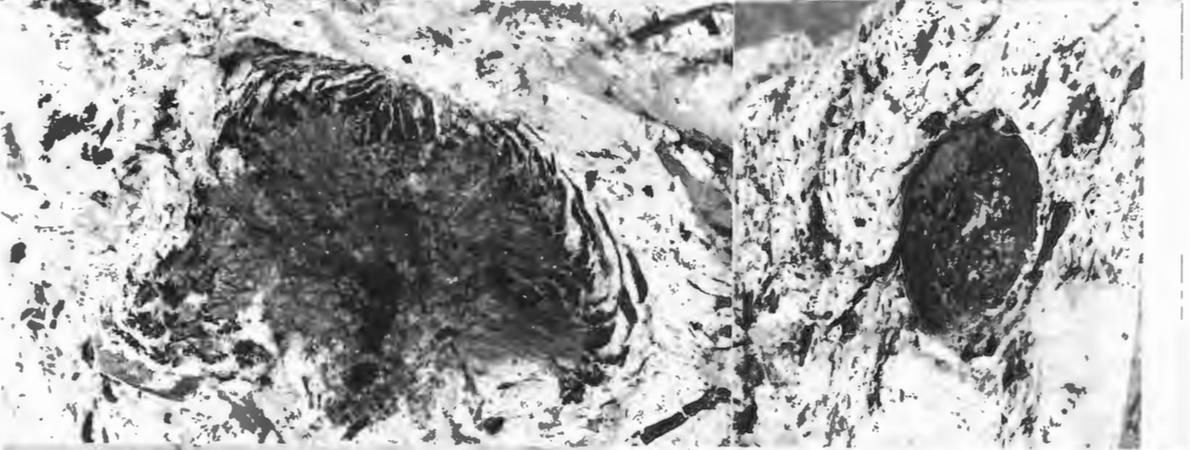
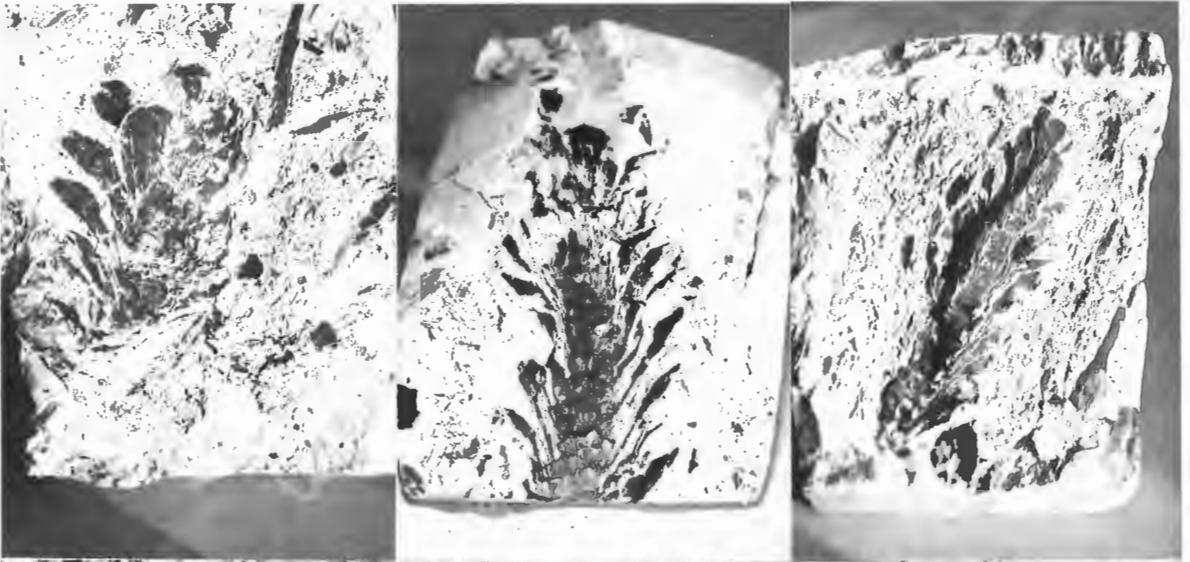
Taf. 48, Fig. 5:

Taxodiaceen-Zapfen (Sumpfyypresse)

5 = x 5

TAFEL 48

1 a	1 b	1 c
2		3
4 a	5	
4 b		



Taf. 49, Fig. 1:

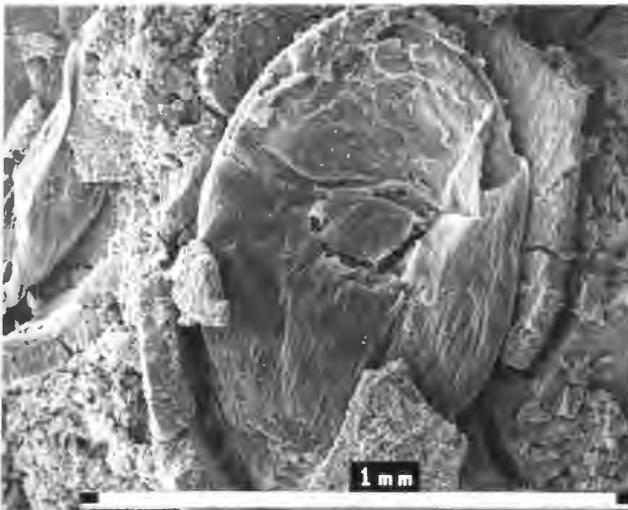
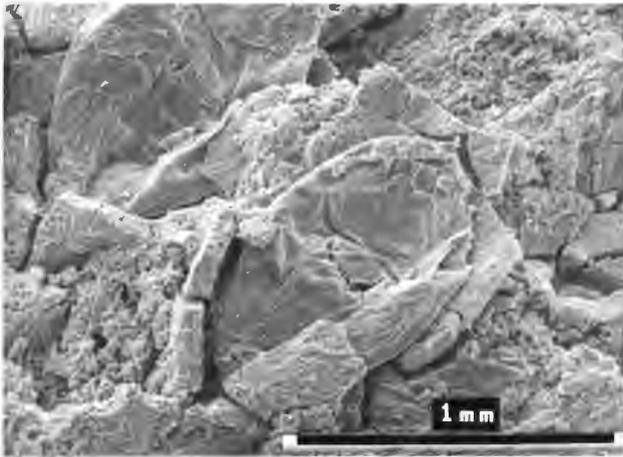
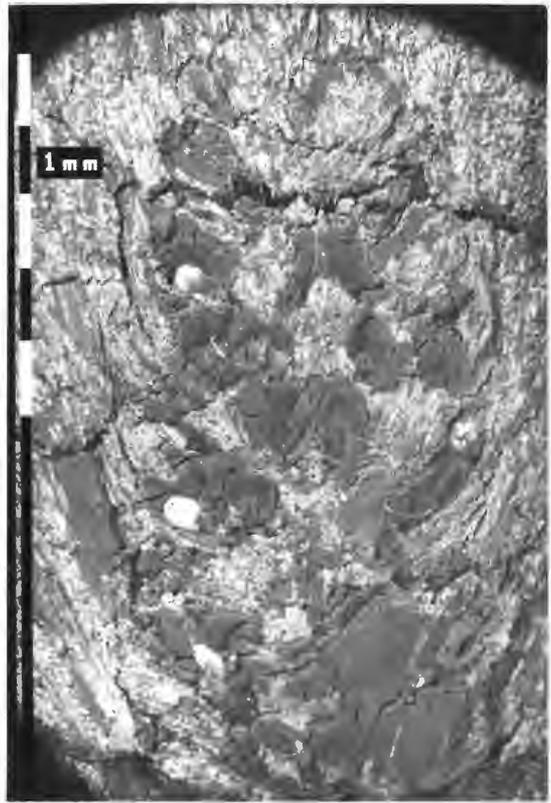
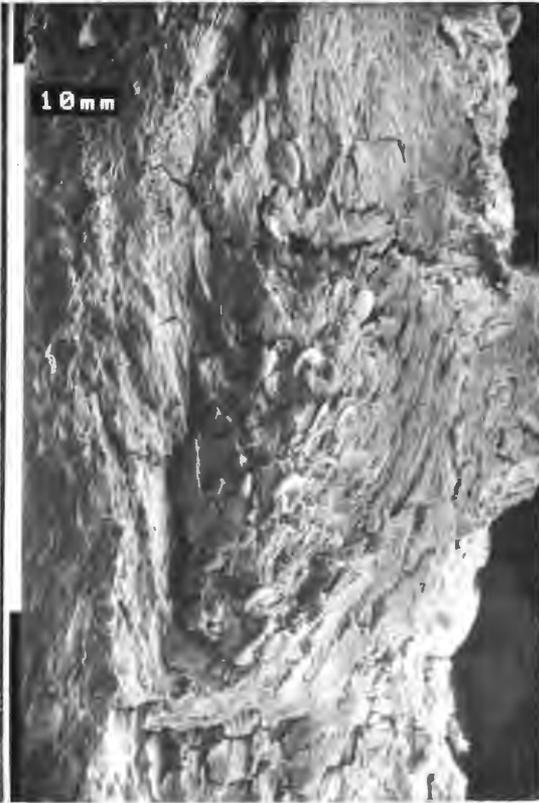
Inkohlater Taxodiaceen-Zapfen

Der inkohlte Zapfen ist etwa 1 cm lang. Das Bild läßt die Fruchtschuppen und vor allem die darauf liegenden Samen deutlich erkennen.

- 1 a = Gesamtansicht = x 5
- 1 b = Detailvergrößerung aus Fig. 1 a = x 10
- 1 c = = x 40
- 1 d = einer der Koniferensamen in verschiedenen Vergrößerungen und Ansichten = x 70
- 1 e = x 100

TAFEL 49

1 a	1 b
1 c	1 e
1 d	



Taf. 50, Fig. 1:

Carpolithus nehdensis* n. sp.

Derivatio nominis: Diese Frucht ist nach dem Fundort Nehden benannt worden.

Holotypus: Die auf Taf. 50, Fig. 1 a – c abgebildete Frucht
(Präparat-Nr. Ha III 15 / Ka 1983)

Locus typicus: Steinbruch Henke bei Brilon-Nehden, TK 4517 Alme (R³⁴74490, H⁵⁷00020)

Stratum typicum: Unterkretazische pelitische Schlottenführung im devonischen Massenkalk

Diagnose: Fast kugelige, endständige einsamige Frucht oder Fruchtkapsel.
Am freien Ende ist die Frucht spitz ausgezogen.

Größe: Der horizontale und vertikale Durchmesser beträgt ca. 1,7 cm.

Farbe: Pyritisiert (gelb)

Häufigkeit: Einzelfund

- 1 a = laterale Ansicht = x 4
- 1 b = laterale Ansicht = x 3,5
- 1 c = proximale Ansicht = x 3,5
- 1 d = distale Ansicht = x 3,5

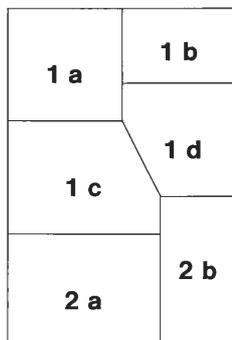
Taf. 50, Fig. 2:

Pyritisierter Stammrest eines mesozoischen Baumfarne (?)

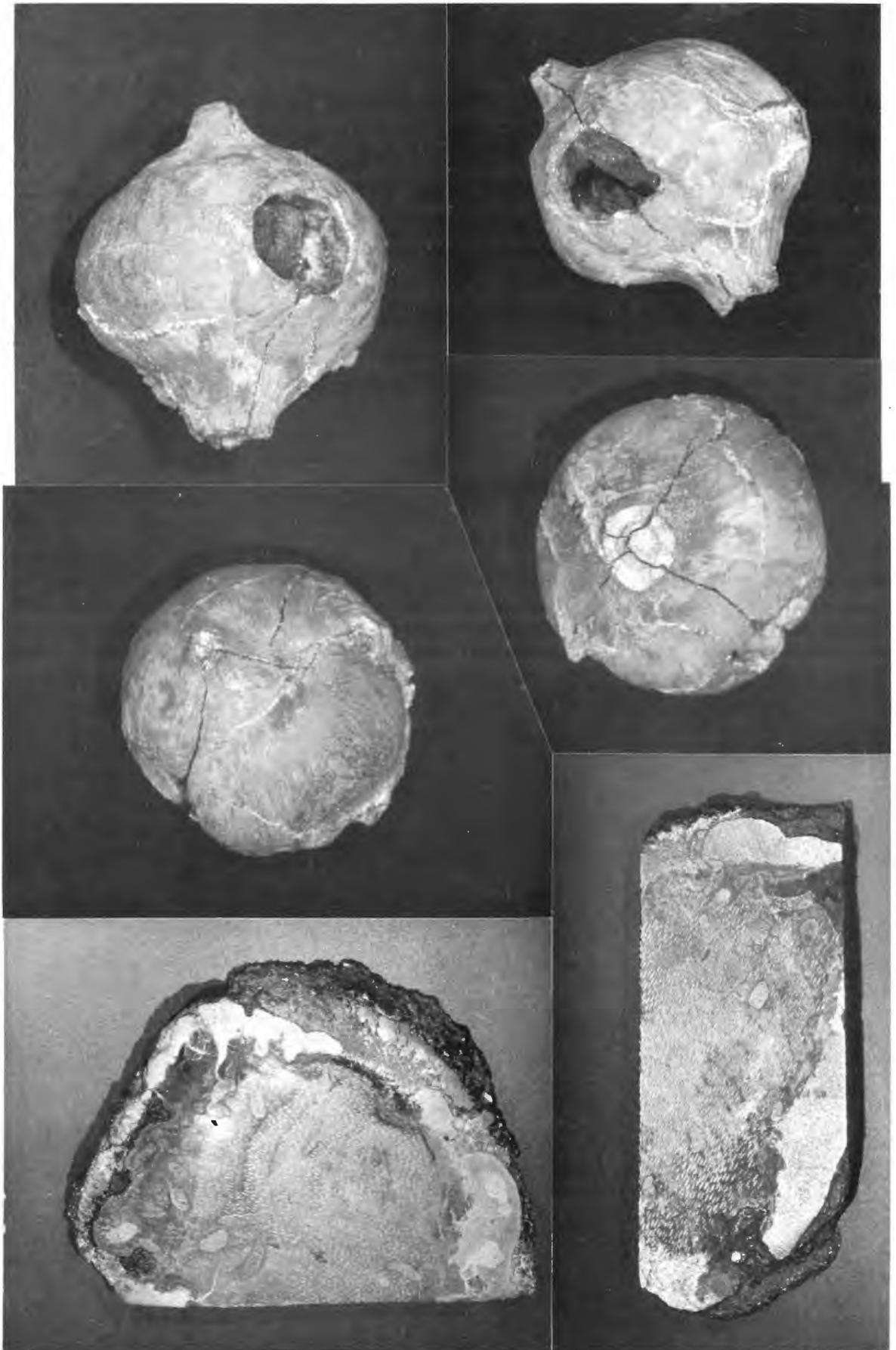
Der Aufbau dieses Holzes weist große Ähnlichkeit mit dem der rezenten leptosporangiaten Baumfarne (z.B. Dicksoniaceen und Cyatheaceen) auf. Ein sekundäres Dickenwachstum hat diesen Bäumen gefehlt. Die Baumkrone bestand aus Blattwedeln, die schraubig angeordnet waren. Die schräg verlaufende Gefäßbündelanordnung bewirkt, daß im Querschnitt die Gefäße oval erscheinen, die in Wirklichkeit jedoch rund sind.

- 2 a = Hirnschnitte = x 2,5
- 2 b = Tangentialschnitt = x 3,5

TAFEL 50



* *Carpolithus* (gr. = Stein) ist der alte Gattungsname für alle nicht näher bestimmbaren fossilen Samen



4.2. Tierische Reste

Nicht von den Sauriern, Krokodilen und Schildkröten soll die Rede sein. Vorgestellt werden hier tierische Mikrofunde, die beim Ausgießen und Durchsuchen des Tonmaterials nach Megasporen, zufällig und nebenbei angefallen sind. Zum Teil sehen auch diese Funde so rezent aus, daß man kaum glauben kann, daß sie schon vor rd. 100 Millionen Jahren eingebettet worden sind und sich so gut erhalten haben wie die pflanzlichen Reste.

Taf. 51, Fig. 1:

Auf dieser Taf. ist die bisher einzige Ostracode mit erhaltener Schale aus Nehden abgebildet. Es handelt sich um eine *Cypridea* des Brack- und Süßwasserbereiches aus einer Familie, die im oberen Jura und in der Unter-Kreide weltweit verbreitet war und stratigraphische Bedeutung erlangt hat. Es ist ein Einzelfundstück, dessen Bedeutung in einer besonderen Publikation behandelt wird.

Ostracoden sind kleine Schalentiere, die seit dem Paläozoikum bekannt sind und auch noch rezent vorkommen. Den eigentlichen Bau dieser Kleinkrebse kennt man von den rezent lebenden Tieren (vgl. Taf. 51, Fig. 1 e).

Ihr Körper, samt den Kopfanhängen, wird von einer zweiklappigen Kalkschale umschlossen. Die beiden Schalen sind asymmetrisch und werden dorsal durch eine Membran oder ein besonderes Schloß zusammengehalten, wobei sich die Schale an der Ventralseite öffnen läßt. In dem engen Schalenraum sind die Kopf-, Rumpf- und Abdomensegmente arg gestaucht und gehen oft kaum erkennbar ineinander über. Der Kopf trägt als jeweils paarige Anhänge Antennula, Antennen, Mandibeln und Maxillen, insgesamt 7 Paare. Im vorderen dorsalen Teil liegen die ungestielten Augen. In diesem Bereich sind die Schalen durchsichtig. Am Ende des Abdomens ist eine sogenannte Furca ausgebildet, ein stacheliger Anhang, mit dem sich das Tier eingraben kann.

Der elliptische Umriß des Fundstückes (ca. 0,9 mm lang, 0,5 mm breit und 0,4 mm hoch), der stark ausgeprägte Schnabel am Kopfende und die glatte Oberfläche der dünnen Kalkschale (ca. 0,025 mm) lassen den Schluß zu, diese Ostracode den Cyprididen zuzuordnen und mit Vorbehalt entweder der Art *Cypridea valdensis* oder *Cypridea setina* zuzuschreiben.

- 1 a = laterale Ansicht = x 75
- 1 b = distale Ansicht = x 75
- 1 c = Schrägansicht = x 75
- 1 d = der Schnabel = x 350
- 1 e = Schemazeichnung (aus MÜLLER: 1976)

Taf. 51, Fig. 2:

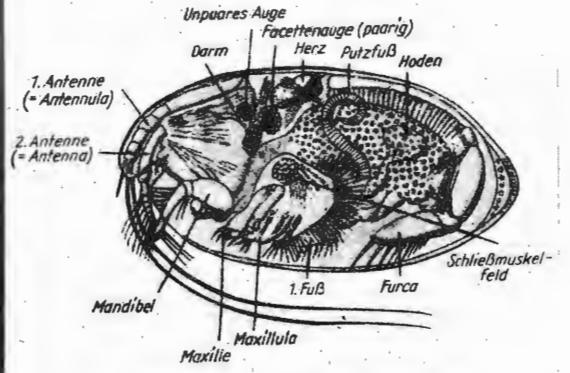
Seelilien-Stielglied aus dem devonischen Massenkalk.

Es ist das Relikt eines marinen Tieres, daß bereits 200 Millionen Jahre vor der Einbettung in das Höhlensedi- ment gelebt hatte.

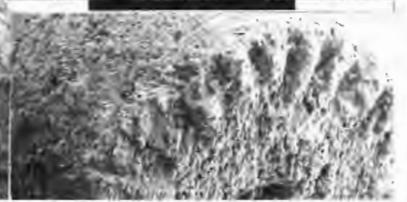
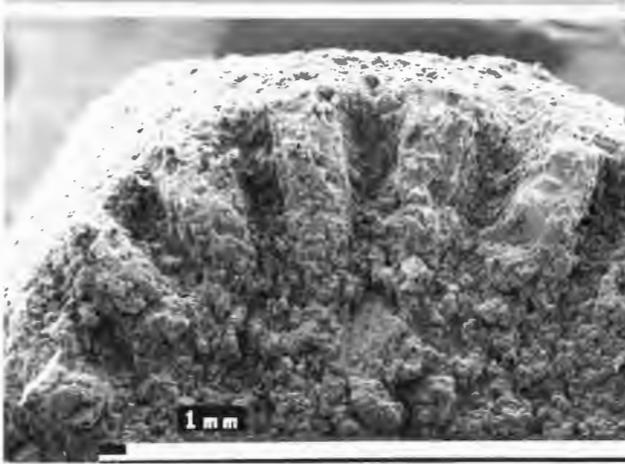
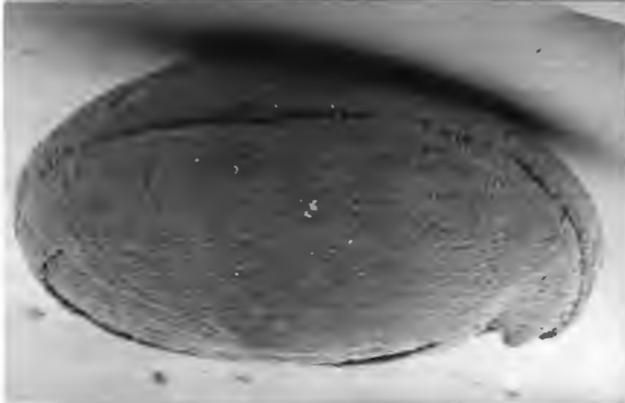
- 2 a = x 30
- 2 b = Seelilien-Stielglied = x 70
- 2 c = x 30

TAFEL 50

1 a	1 e
1 b	1 d
1 c	2 a
2 b	2 c



Männchen von *Cypridina mediterranea*, nach Entfernung der linken Klappe. Rezent.



Taf. 52, Fig. 1:

Kopfkapsel eines unterkretazischen Käfers (Coleoptera/Cerambycidae(?))

Fig. 1 a und b zeigen die Kopfkapsel einmal von oben, dann von der Seite. Man erkennt eine breitflächige Stirn, die große Oberlippe und Borstenlöcher. In diesen Löchern sind die Borsten oder Haare federnd eingesetzt gewesen. Die großen Fühlerlöcher (Pfeil) lassen auf einen Bockkäfer schließen. Die auffallend großen, tief unten sitzenden Facetteaugen hingegen, die aus rundlichen Oozellen zusammengesetzt sind, sind typisch für Wasserkäfer. Fig. 1 c zeigt den Inhalt der Kopfkapsel von unten. Neben Muskelansätzen sind die großen Augen deutlich erkennbar.

- 1 a = Kopfkapsel von oben = x 25
- 1 b = Kopfkapsel von der Seite = x 25
- 1 c = Kopfkapsel von unten = x 30
- 1 d = Oozellen = x 780
- 1 e = Teil des Facettenauges = x 200
- 1 f = Borstenloch an der Kopfkapsel = x 1000

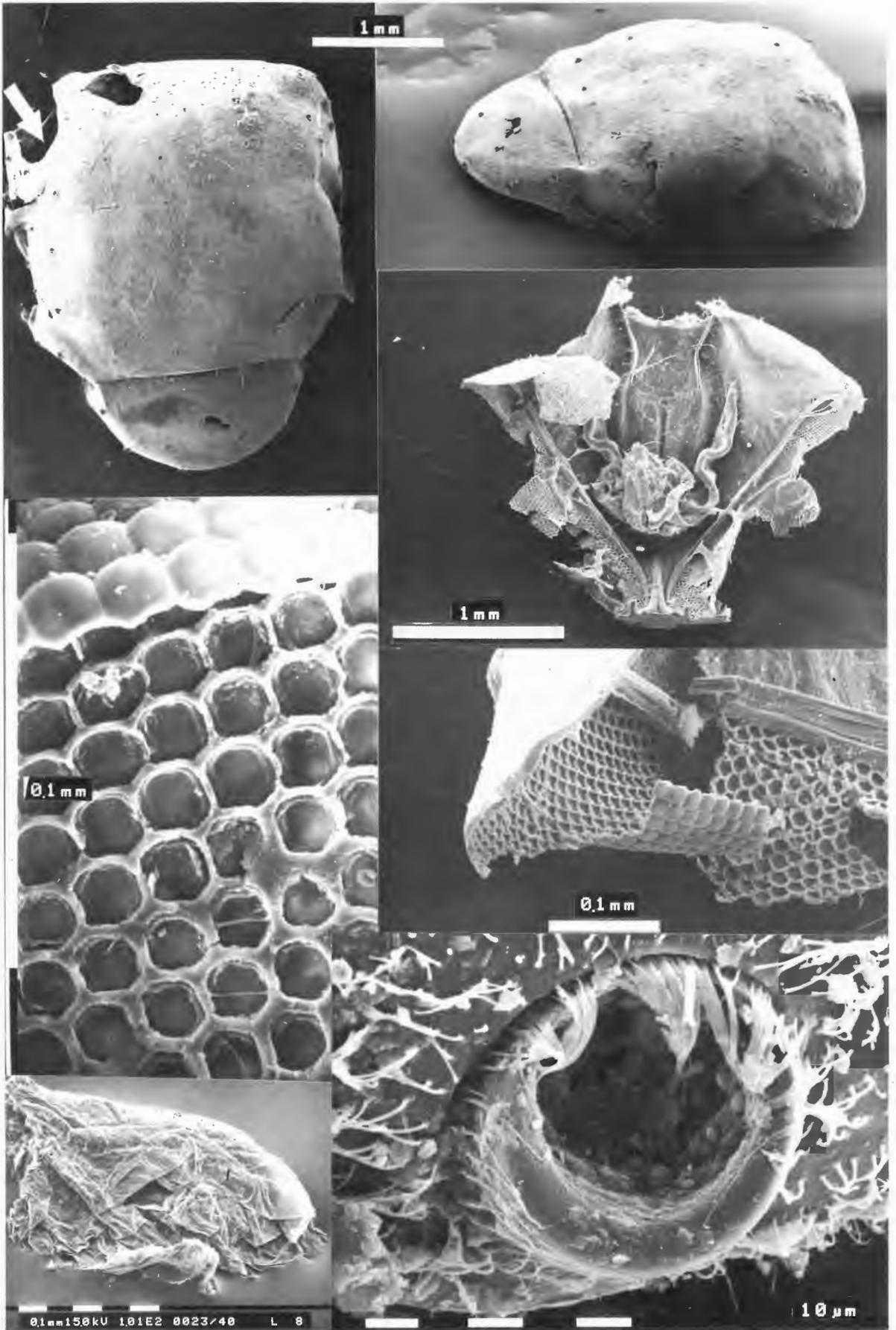
Taf. 52, Fig. 2:

Zusammengefalteter Flügel eines Käfers. Er ist nicht mit dem Käferrest von Taf. 52, Fig. 1 zusammen gefunden worden und gehört, schon von der Größe her gesehen, zu einer anderen Käferart.

2 = x 50

TAFEL 52

1 a	1 b
	1 c
1 d	1 e
	1 f
2	



Taf. 53, Fig. 1:

Kopf eines Schmetterlings (Lepidoptera)

Auffallend ist das große, aus vielen sechseckigen Oozellen wabenartig zusammengesetzte, kugelige Auge. Auf den Fig. 1 a und b sind weiter der entrollte Rüssel und Fühler- oder Antennensegmente zu erkennen.

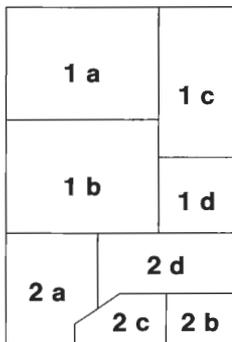
- 1 a = laterale Ansicht des Kopfes = x 35
- 1 b = das Auge in Gesamtansicht = x 100
- 1 c = Oozellen (Aufsicht) = x 1100
- 1 d = Oozellen (horizontal) = x 1300

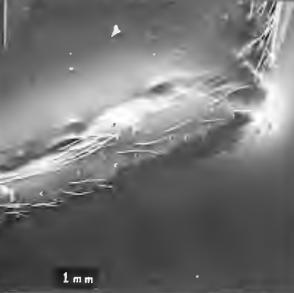
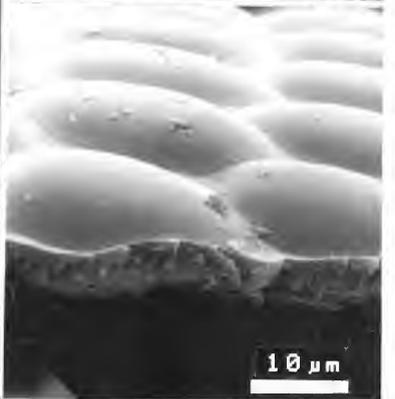
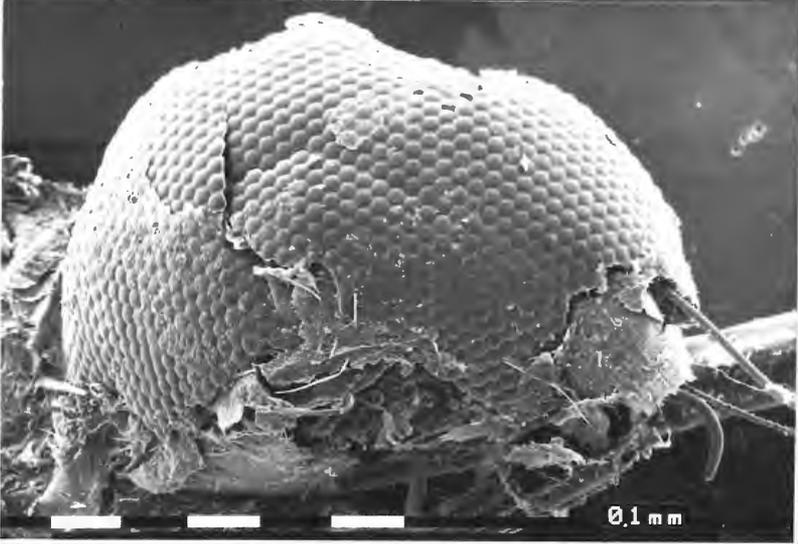
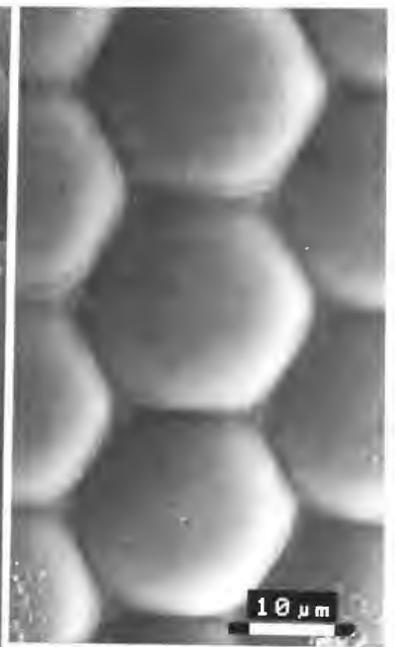
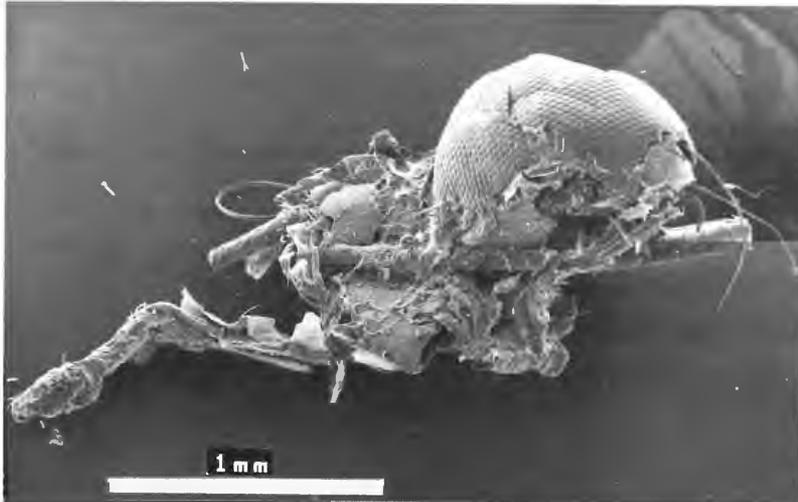
Taf. 53, Fig. 2:

Beinsegmente eines Insektes

- 2 a = Coxa = x 60
- 2 b = Femur = x 35
- 2 c = Tibia = x 45
- 2 d = Borstenlager und Boste
Ausschnittvergrößerung von 2 c = x 1100

TAFEL 53





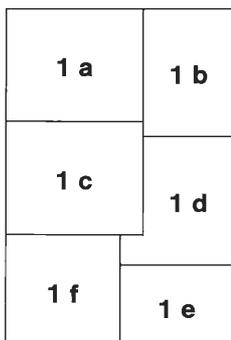
Taf. 54, Fig. 1:

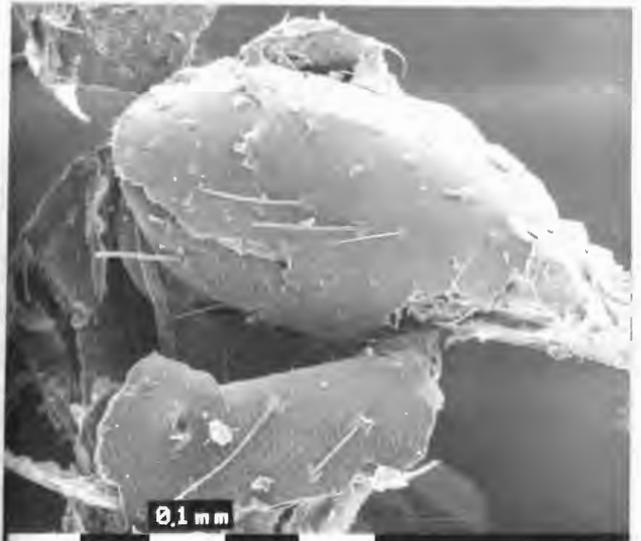
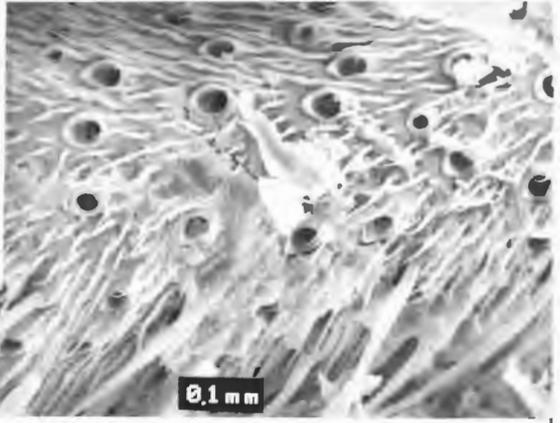
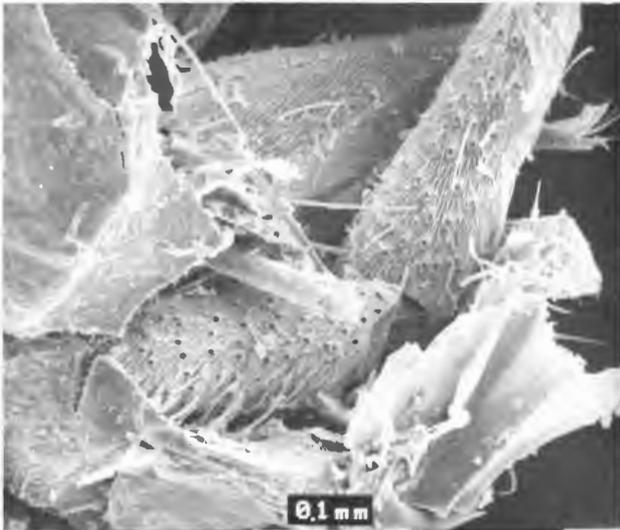
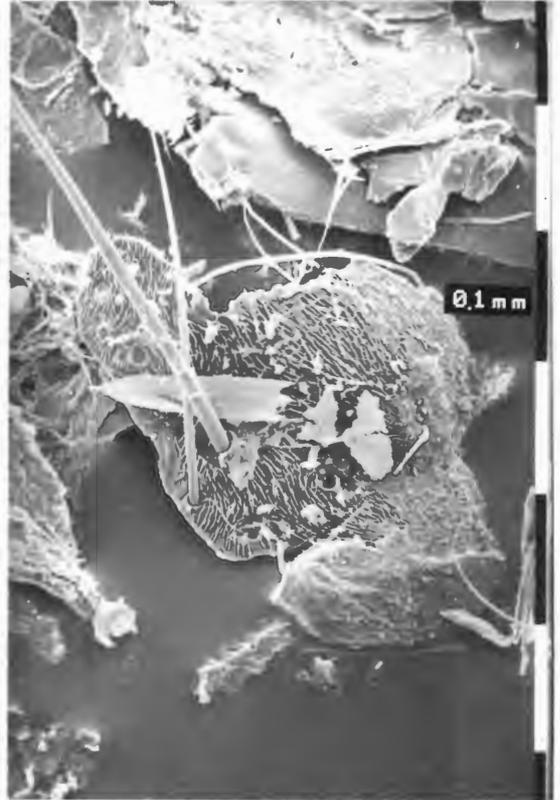
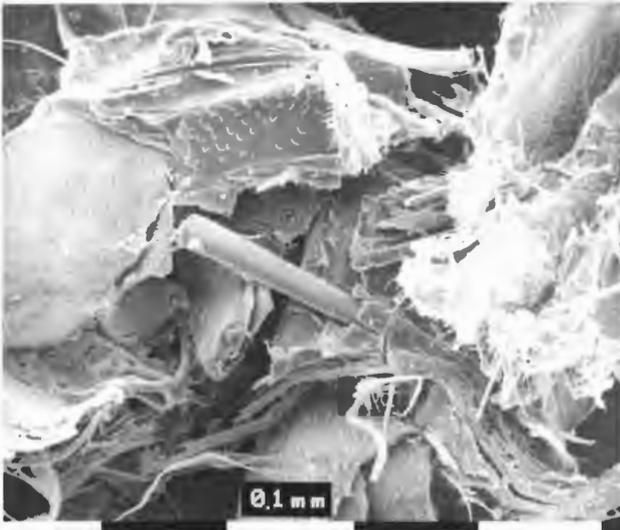
Nicht näher bestimmbare Reste eines mesozoischen Insektes.

Auf Fig. 1 b ist eine Flügelschuppe eines Schmetterlinges zu erkennen, was den Schluß zulassen kann, daß das Präparat insgesamt einem Schmetterling zuzuordnen ist.

1 a		= x 170
1 b		= x 180
1 c	= Rest eines Insektes in verschiedenen Detailaufnahmen	= x 220
1 d		= x 820
1 e		= x 100
1 f		= x 190

TAFEL 54





Taf. 55, Fig. 1:

Kokonreste, Puppenhüllen von Insekten

Betrachtet man die Fig. 1 a und b genauer, so sieht man, daß beide Kokons von nahe verwandten Insektenarten stammen. Beide sind nach dem gleichen Schema gebaut: Aus einem Faden von außen nach innen. An den Berührungs- und Kreuzungspunkten ist das Netzwerk oftmals flächig verklebt. Dort verschmelzen die ca. 0,01 bis 0,02 mm starken Fäden nachträglich miteinander. Es ist möglich, daß die zu diesen Kokonresten gehörenden Insektenlarven oder -raupen eine Spinn- und eine Leimdrüse gehabt haben, aus denen sie sich beim Verpuppungsprozeß nach Bedarf bedienten.

Der Form nach kann es sich um Kokonreste von Wespen oder Kleinschmetterlingen handeln.

Anmerkung: Der Spinnfaden der Seidenraupe ist 0,011 mm dick, der der Kreuzspinne ca. 0,007 mm.

- 1 a = leere Kokonreste = x 25
- 1 b = leere Kokonreste = x 50
- 1 c = Ausschnittvergrößerungen = x 190
- 1 d = Ausschnittvergrößerungen = x 200

Taf. 55, Fig. 2:

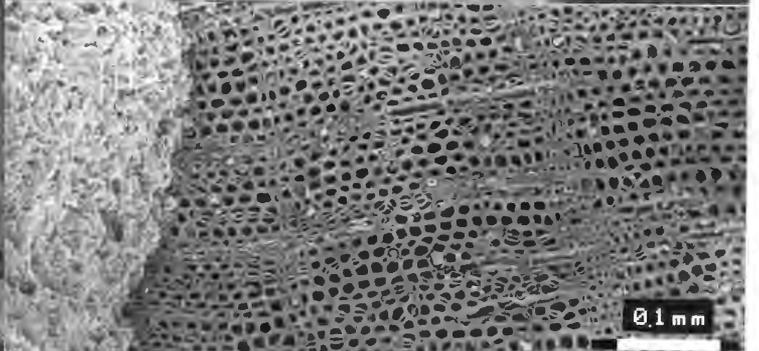
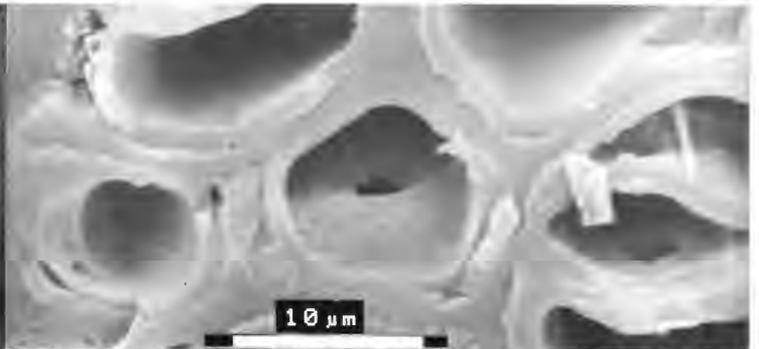
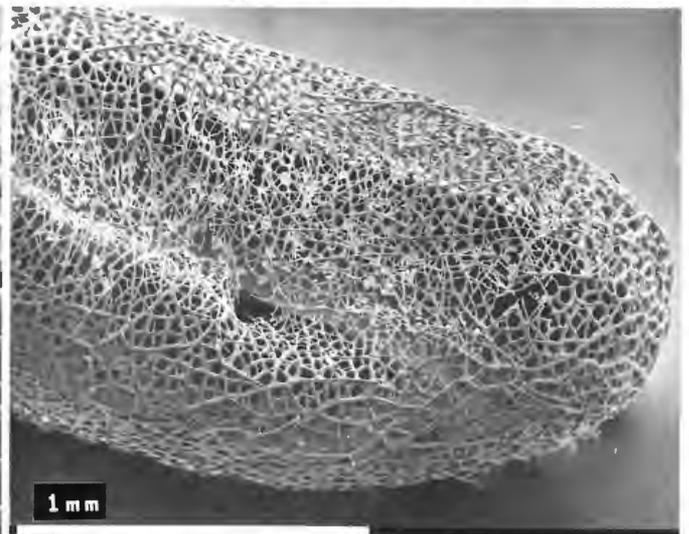
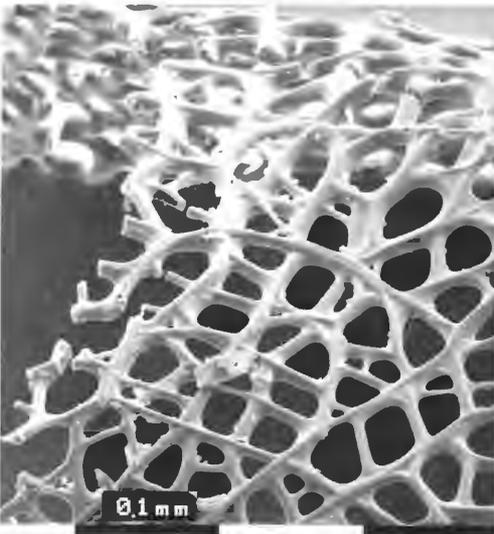
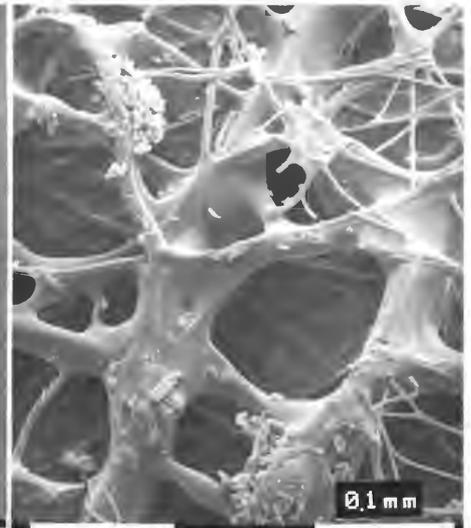
Insektenfraßgang in fossilem Koniferenholz

Beim Zerbrechen eines inkohlten Nadelholzstückes ist an der freigelegten Holz-Hirnfläche ein ca. 0,7 mm starker, kreisrunder Gang sichtbar geworden, der mit Bohr- oder Fraßmehl fest verstopft ist. Das Mehl besteht aus verdautem Holz und ist strukturlos.

- 2 a = Fraßgang = x 25
- 2 b = Ausschnittvergrößerung aus a = x 2550
- 2 c = Hirnschnitt vom Fraßholz = x 135

TAFEL 55

1 a	1 c
1 d	1 b
2 a	2 b
	2 c



Taf. 56, Fig. 1:

Insektenkot *Mikrokoprolithes sporaecum*

Derivatio nominis: Benannt ist diese Kotart nach dem Inhaltsporaecum (lat.) = mit Sporen.

Wenn auch das abgebildete Exemplar das bisher einzige ist, das in Nehden gefunden worden ist, so gibt es doch Aufschluß darüber, daß es in der Kreidezeit Insekten gegeben hat (vermutlich Hautflügler), die sich von Farnsporen ernährt haben, zumindest aber gelegentlich Farnsporen gefressen haben. Erstaunlich ist das insofern, als die heutigen Insekten keine Farnsporen fressen und Pollen nur deshalb aufnehmen, weil sie den am Blütenkelchgrund sitzenden Nektar wollen.

Die hier zum Kotstrang (3,5 mm lang, 0,25 mm Durchmesser) mit Verdauungsvermenten zusammengeklebten triletten Farnsporen können wegen ihrer Verformung keiner bisher bekannten kretazischen Farnart zugeeilt werden. Im Gegenteil, auf Grund der „behaarten“ Oberfläche dieser Mikrospore (vgl. Taf. 9, Fig. 1) wird es sich hier um eine noch unbekannte und noch nicht beschriebene Farnart handeln.

- 1 a = Kotstrang in seitlicher Ansicht = x 65
- 1 b = Ausschnitt aus dem Querbruch des Stranges = x 500
- 1 c = Ausschnittsvergrößerung aus 1 b = x 1600

Taf. 56, Fig. 2:

Insektenkot *Microcarpolithes hexagonalis* VANGEROW (1954).

VANGEROW (1954) beschrieb aus der Aachener Kreide die in Nehden häufig vorkommenden sechsseitigen, konischen Säulen von etwa 0,5 – 1,5 mm Länge und einem mittleren Durchmesser von 0,4 – 0,6 mm. Die verschiedenen Größen und unterschiedlichen Verhältnisse von Länge zu Dicke veranlaßten VANGEROW drei Arten *Microcarpolithes hexagonalis*, *M. declivatus* und *M. pauciflectus* auszuweisen und als „kleine Samen oder einsamige Früchte ohne bestimmte Zuordnung zu einer fossilen oder rezenten Pflanzeneinheit“ in die Paläobotanik einzureihen.

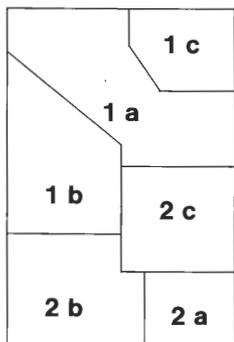
Ohne Zweifel handelt es sich hier um Kotballen holz- oder nadelfressender Insekten, wie HUCKRIEDE (1982) richtiggestellt hat. Fig. 2 c zeigt, daß im Querschnitt weder Zellstrukturen noch eine Cuticula zu erkennen sind. Sowohl außen als auch innen bestehen diese „Körnchen“ aus zerkauter und verdauter Holz- oder Nadelmasse. An einem Ende ist ein kleines Grübchen, am anderen oftmals ein kleiner Fortsatz (den VANGEROW als Stielansatz deutete) zu erkennen.

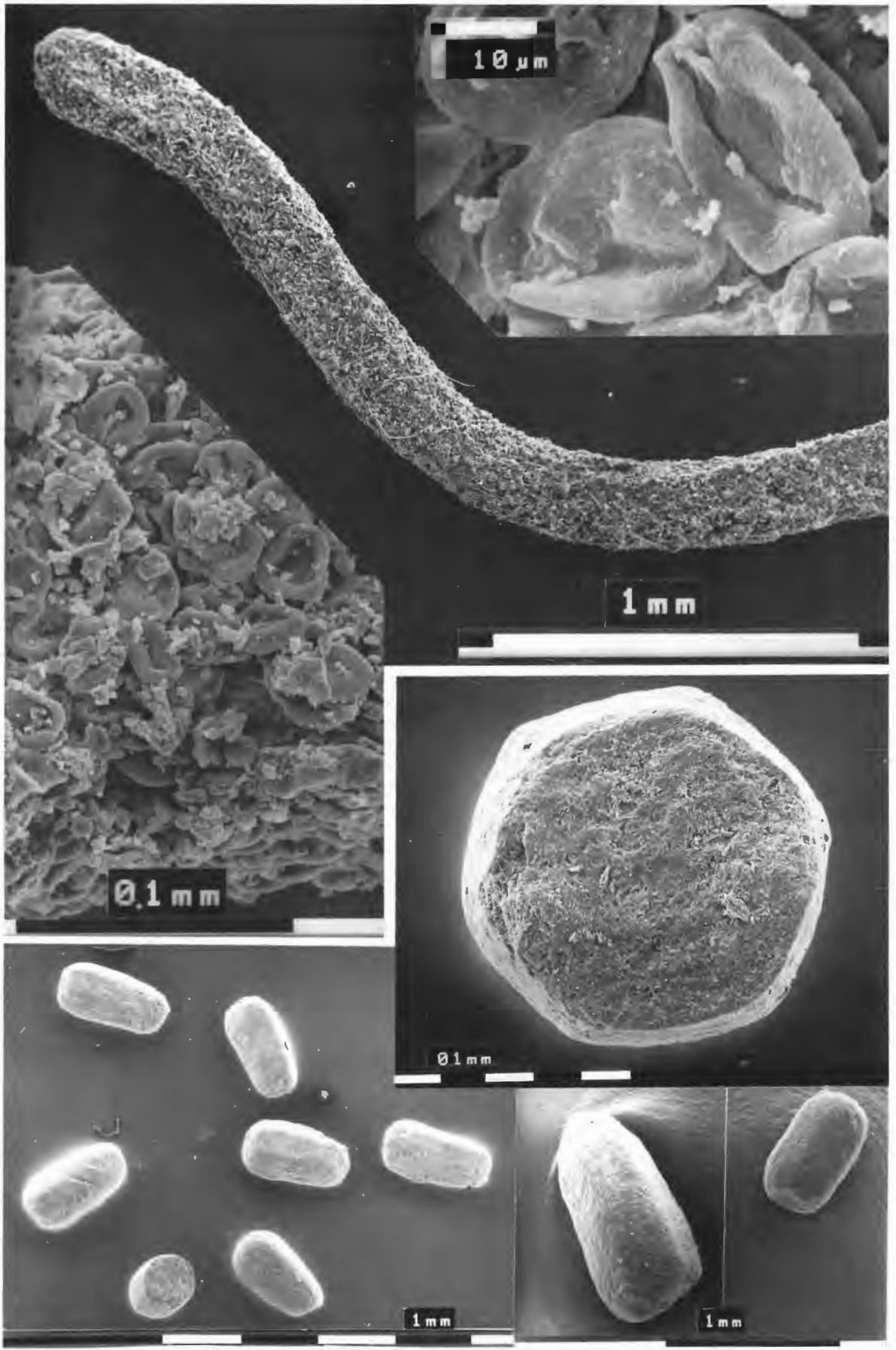
Ob es sich bei den gefundenen Kotballen um die Exkremeate eines Imagos oder dessen Larve (Raupe?) und ob es sich bei den verschiedenen Größen um verschiedene Käfer- oder Larvenarten handelt, kann z.Zt. noch nicht entschieden werden.

Es ist durchaus möglich, daß die unterschiedlich großen Kotballen von verschieden alten Tieren einer Art stammen.

- 2 a = laterale Ansicht = x 30
- 2 b = laterale Ansicht = x 15
- 2 c = Querschnitt = x 90

TAFEL 56





Taf. 57, Fig. 1:

Fischschuppen und Fischzahn

Fig. 1 a Unter einer feingeschichteten Schuppe ist ein spitzkroniger Zahn zu erkennen, der den Schluß zuläßt, daß beide zu einem unterkretazischen, limnischen Raubfisch gehören.

1 a = Fischschuppe und Zahn = x 10

Fig. 1 b und e Beide Fischschuppen gehören zu einem Ganoidfisch (Schmelzschupper), einem Fisch mit dicken, rhombischen, glänzenden Schuppen. Vermutlich gehören sie zu einer *Lepidotus*-Art.

1 b = Fischschuppe = x 60

1 c = Fischschuppe = x 50

Fig. 1 d Kugelzahn eines unterkretazischen Fisches; nicht näher bestimmbar.

1 d = Fischzahn = x 120

Taf. 57, Fig. 2:

Reptilienzahn

Der Zahn ist am Kronenansatz abgebrochen. Die Zahnspitze ist abgerundet, und die Oberfläche zeigt z.T. tiefe Schmelzrinnen.

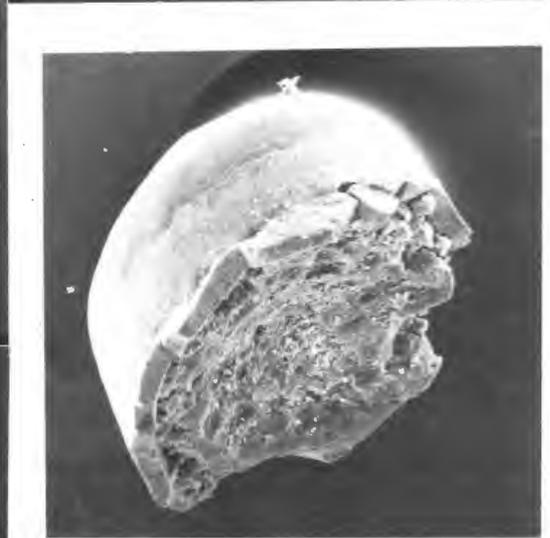
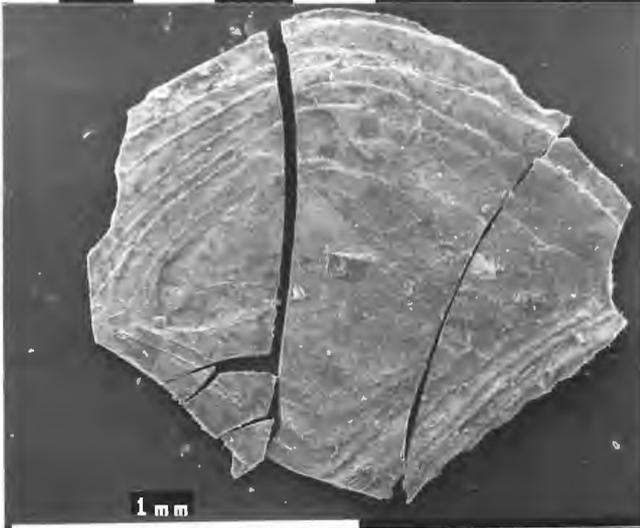
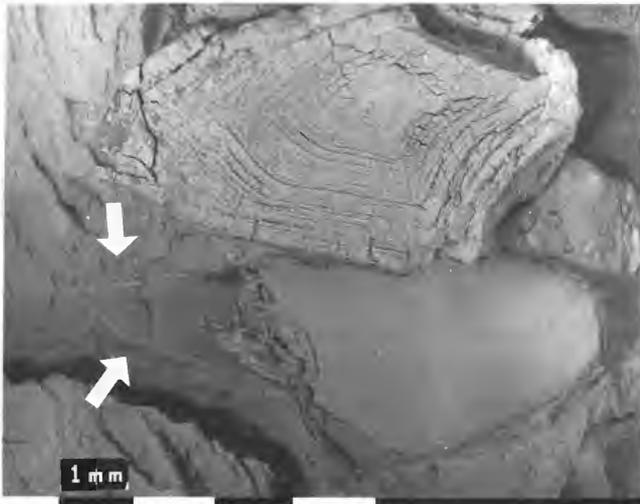
2 a = laterale Ansicht = x 100

2 b = schräge Ansicht = x 100

2 c = distale Ansicht = x 150

TAFEL 57

1 a	1 b
1 c	1 d
2 c	2 a
2 b	



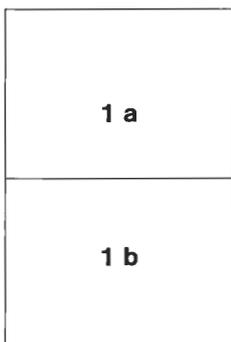
Taf. 58, Fig . 1:

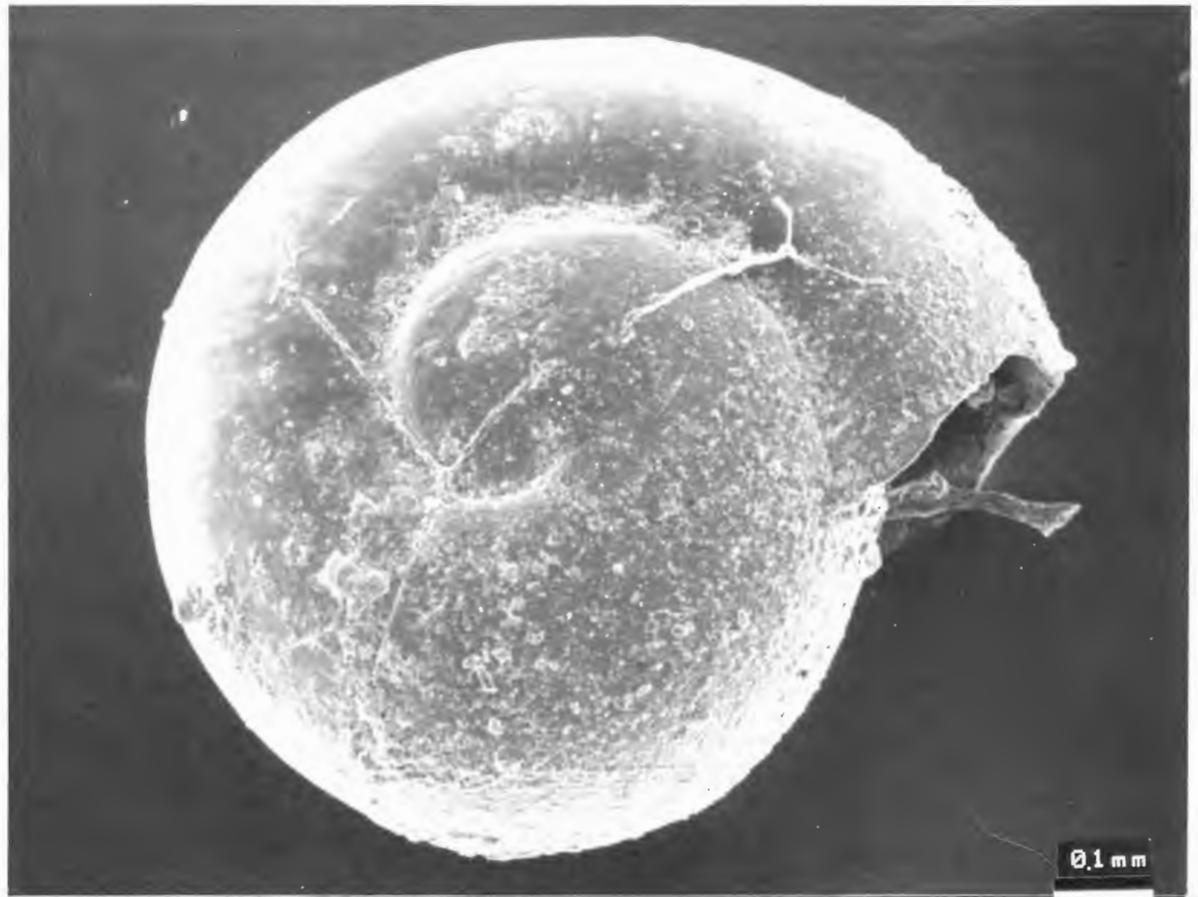
Embryonalwindung eines rechtsgedehten Schneckenhauses (Landschnecke?); unbestimmbar.

1 a = distale Ansicht = x 130

1 b = laterale Ansicht = x 130

TAFEL 58





0.1 mm



Taf. 59, Fig. 1:

Der Morphologie nach könnten die Röhren zu den Serpulidae (Röhrenwürmer, Planktonfischer in festen Röhren) gehören. Die Röhren sind regelmäßig planspiral (Fig. 1 a) oder gering trochispiral (Fig. 1 b) aufgewunden. Bei dem auf Fadenalgen lebenden rezenten Röhrenwurm *Spirorbis spirillum* sind die letzten Windungen offen und korkenzieherartig verschoben. Vielleicht läßt sich daraus folgern, daß die in Nehden gefundenen Stücke abgerissene und eingetriftete obere Röhrenteile sind. An der Basis angewachsen gewesene Röhrenstücke sind bisher nicht festgestellt worden.

Der Querschnitt der Röhren ist kreisrund mit einem Durchmesser von etwa 0,8 mm und einer Wandstärke von etwa 0,07 mm. Das aus verschiedenen Materialien bestehende Gehäuse ist tiefschwarz. Zwischen 12 halbrunden Skulpturleisten, die in gleich weiten Abständen längs über die ganze Oberfläche verteilt sind, ist deutlich eine Längsriffelung zu erkennen.

Ein Kopfteil ist nicht besonders ausgebildet, lediglich ist eine geringe Verengung des Röhrenendes zu erkennen. Mittels eines separaten Deckels konnten die Röhren verschlossen werden.

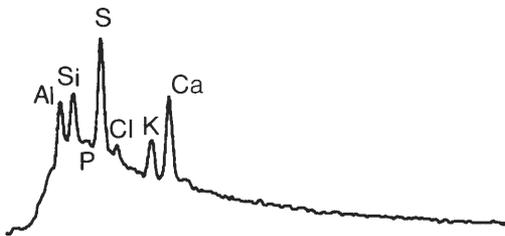


Abb. 19: Elementanalyse der auf Taf. 59, Fig. 1 abgebildeten Röhren.

Die Vermutung, daß es sich hier um Reste von Sporangien oder Pollangien handeln könnte, daß sie also pflanzlichen Ursprungs sind, fand trotz eifrigen Bemühens, in zertrümmerten Röhren Sporenreste nachzuweisen, bisher keine Bestätigung.

- 1 a = planspirales Gehäuse = x 15
- 1 b = trochispiraliges Gehäuse = x 15
- 1 c = Röhrenstück = x 40
- 1 d = Querschnitt einer Röhre = x 75

Taf. 59, Fig. 2:

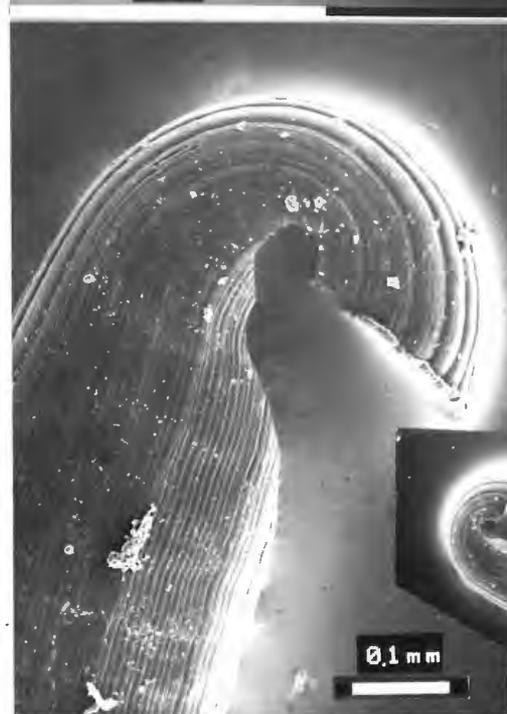
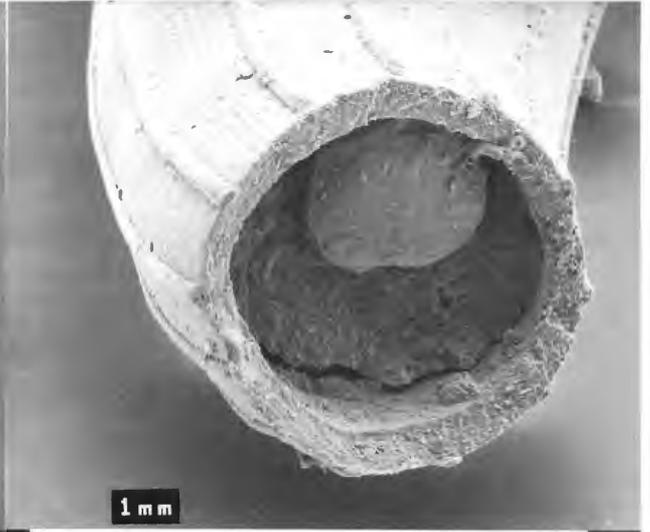
Ebenfalls zu Serpulidae gehören wahrscheinlich die langgestreckten, nur wenig gekrümmten Röhren. Das Kopfende weist eine Einschnürung und Überkippung auf. Die eigentliche Kopfgestaltung erübrigt einen besonderen Verschuß. Die Skulptur besteht aus vielen schwachen Längsriefen, die von den Flanken bis zum Rücken hin stärker und auffälliger werden. Im übrigen ähnelt dieses langgestreckte Gebilde sehr dem vorher beschriebenen. Auch die Elementanalyse hat die gleiche Bausubstanz ausgewiesen (vgl. Abb. 19).

Auf keinem der Bilder ist eine pflanzliche Zellstruktur zu erkennen, jedoch auf Fig. 1 d eine amorphe, feste und kompakte Masse.

- 2 a = laterale Ansicht = x 130
- 2 b = laterale Ansicht = x 40
- 2 c = Einblick in das Röhrenende = x 140

TAFEL 59

1 a	1 d
1 c	1 b
2 a	2 c
	2 b



Taf. 60, Fig. 1 a:

Diksonia antarktica, rezenter Baumfarn, dessen Vorläufer auf Grund der Sporenfunde in Nehden am Vegetationsbild der Kreidezeit einen großen Anteil gehabt haben. Die hier abgebildeten Farnbäume sind ca. 3 – 5 m hoch.

(Aufgenommen wurde dieses Bild im Bot. Garten von Verbania/Oberitalien)

Taf. 60, Fig. 1 b:

Fruktifizierender Farnwedel von *Diksonia antarktica*.

Taf. 60, Fig. 1 c:

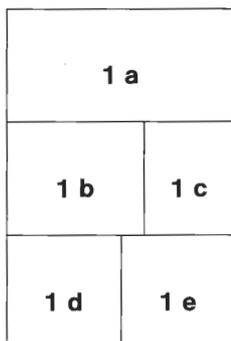
Ausschnittvergrößerung aus Fig. 1 b.

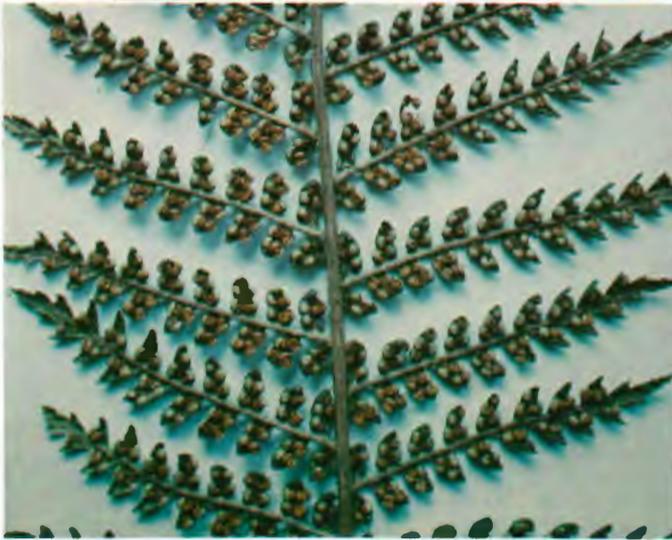
Taf. 60, Fig. 1 d und 1 e:

REM-Aufnahmen von Mikrosporen aus einer der Sporenkapseln von Fig. 1 c = x 950

(Siehe Taf. 15, Fig. 4 a und Taf. 16, Fig. 2)

TAFEL 60





Taf. 61, Fig. 1 a:

Sporangien von cf. *Gleicheniidites senonicus* ROSS in natürlicher Farbwiedergabe = x 15

(Siehe Taf. 11, Fig. 1)

Taf. 61, Fig. 2:

Megaspore von *Dijkstrasporites helios* (DIJKSTRA) POTONIÉ in natürlicher Farbwiedergabe = x 60

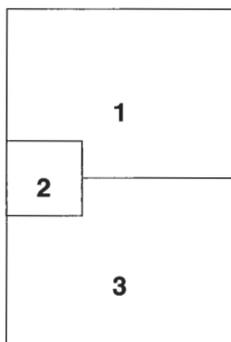
(Siehe Taf. 5, Fig. 1)

Taf. 61, Fig. 3:

Pyritisierter Baum-Zapfen in natürlicher Farbwiedergabe. Außer dem Pyrit sind rote Kristalle von Zinkblende zu erkennen = x 1,5

(Siehe Taf. 46, Fig. 2)

TAFEL 61





5. Auswertung

5.1. Qualitative Analyse

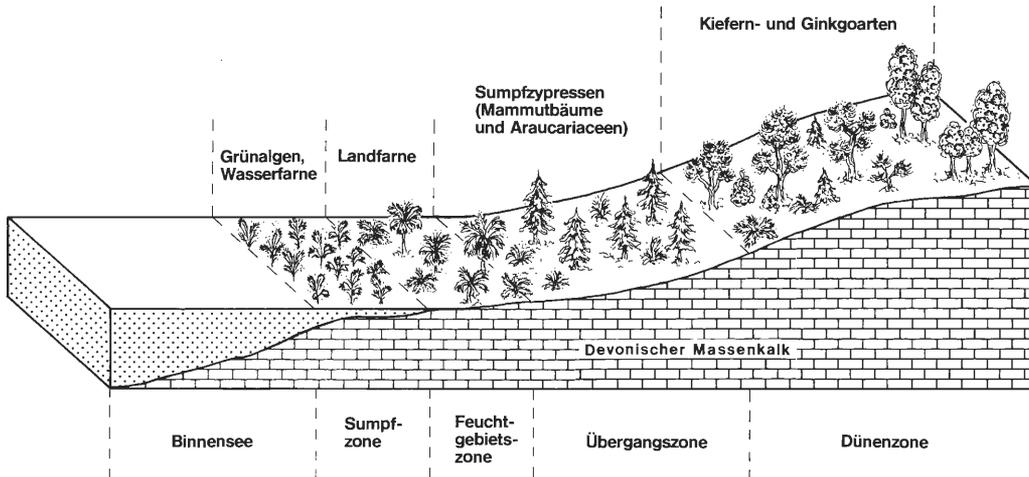


Abb. 20: Rekonstruktion des fossilen Biotopes im Bereich des Untersuchungsgebietes.

Die Pflanzenfunde in Nehden erlauben es, bei dem damaligen Vegetationsbild mehrere voneinander abgegrenzte Zonen zu unterscheiden (Abb. 20). Die Trockenvegetation der Dünenzone schien im wesentlichen mit Ginkgo- und Kiefernarten oder diesen nahestehenden Bäumen bestockt gewesen zu sein. Im Übergangsbereich zur Feuchtzone wuchsen Sumpfzypressen (Taxodiaceen). Vorläufer unserer heutigen Mammutbäume und Araucariaceen haben dort gestanden. Alle diese Bäume weisen sowohl auf ein feuchtes als auch ein warmes, subtropisch-mediterranes Klima hin. Die folgende Feuchtgebietszone ist durch das Vorhandensein vieler, zum Teil Baumgröße erreichende Farnarten gekennzeichnet. Das Bild der Sumpfzone wird von Wasserfarne und Grünalgen beherrscht.

Schachtelhalmgewächse (Equisetae) konnten nicht nachgewiesen werden, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß ihre eigenartigen Sporen nicht beständig waren. Eigentlich wäre doch anzunehmen, daß gerade Schachtelhalmgewächse die Pflanzen der Sumpfzone gewesen wären. Das tatsächliche Vorhandensein eines offenen Binnensees wird durch die Fischzähne und -schuppen sowie den Ostracodenfund bewiesen.

Eine üppige Morast- und Dünenvegetation ist als wahrscheinlich anzunehmen. An Holzkohlestücken, die vermutlich, wie BATTEN (1969) bereits über den englischen Wealden geschrieben hat, auf Wald- und Buschbrände zurückzuführen sind, zeichnen sich deutlich Jahresringe mit weit- und englumigen Partien ab, was als Beweis dafür angesehen werden kann, daß es periodisch wechselnde Witterungsabläufe (Regenzeit – Trockenzeit) gegeben haben muß.

5.2. Quantitative Analyse

Die Sohle des bis 1982 erschlossenen Sedimentes lag 2 Meter unter dem devonischen Höhlendach, wobei die untere Begrenzung des Sedimentes noch nicht erreicht war. Um einen Einblick in das quantitative Vorkommen fossiler Mikrorückstände in den verschiedenen Höhen der Sedimentwand zu bekommen, ist die 2 Meter hohe Wand in 10 Stufen von je 20 cm Mächtigkeit eingeteilt worden. Aus jedem dieser Bereiche sind Proben entnommen worden, von denen jeweils eine im Trockenzustand 1,5 kg wiegende Menge geschlämmt wurde.

Das Ergebnis wurde in Tab. 1 zusammengestellt

Tab. 1: Quantitative Analyse der nachgewiesenen Fossilfunde:

	Sedimentationshöhe in cm (von oben)													
	0	21	41	61	81	101	121	141	161	181				
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200				
Megasporen														
<i>Dijkstraisporites helios</i> (DIJKSTRA)POTONIÉ	45	10	-	4	-	1	26	4	2	1	=	93	=	41,3 %
<i>Echitriletes laniginosus</i> HUCKRIEDE	-	10	3	6	12	4	10	1	16	3	=	65	=	28,9 %
<i>Triletes fecheri</i> HUCKRIEDE	-	3	3	11	8	9	6	6	-	1	=	7	=	20,9 %
<i>Lycopodiumsporites clavatooides</i> COUPER	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	=	6	=	2,7 %
<i>Trileites stenoxysmatodes</i> HARRIS	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	=	2	=	0,9 %
<i>Paxillitriletes lindstroemi</i> HUCKRIEDE	1	-	3	3	-	-	-	-	-	-	=	7	=	3,1 %
<i>Striatritriletes aureus</i> HUCKRIEDE	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	=	2	=	0,9 %
<i>Verrutritriletes</i> sp.	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	=	3	=	1,3 %
Summe Magasporen	53	27	9	26	20	14	42	11	18	5	=	225	=	100,0 %
Sonstige Mikrofossilien														
Oogonien von Charales (Peremneste, Clypeator und Porochara)	7	2	5	-	-	2	-	-	-	-	=	16		
Röhren (?) spiralig	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-	=	8		
Röhren (?) lang	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	=	4		
Käfer, -teile	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	=	3		
Insektenkot	3	10	3	3	3	13	6	5	8	3	=	57		
Fischschuppen	-	1	2	-	1	-	-	-	-	-	=	4		
Summe sonstiger Mikrofossilien	10	13	15	9	8	15	6	5	8	3	=	92		

Zunächst zeigt die Tab. 1, daß am häufigsten die Megasporen *Dijkstraisporites helios*, *Triletes fecheri* und *Echitriletes laniginosus* in allen Tiefen mit zusammen 91 % vorkommen. Ebenso ist in allen Proben viel Insektenkot vertreten. Die übrigen Megasporen und die Oogonien der Charophyten sind in der obersten Stufe am häufigsten sowie die übrigen Mikrofossilien. Quarz, Bleiglanz und Zinkblende, Pyrit und Markasit, Bernstein und Pflanzenhäcksel sind in allen Tiefen anzutreffen.

Ferner ist eine beträchtliche Menge weiteren Materials untersucht worden, wobei von den häufig vorkommenden Megasporen eine große Anzahl gewonnen und darüber hinaus seltene Einzelfunde gemacht werden konnten.

6. Danksagung und Schlußbemerkung

Für die mir bei der Erstellung dieser Arbeit erwiesene Hilfe möchte ich Herrn Prof. Dr. R. HUCKRIEDE (Universität Marburg), Herrn Prof. Dr. H. HÖLDER (Universität Münster), Frau Dr. H. GREBE (Geol. Landesamt NRW, Krefeld), Herrn Dr. H. J. GREGOR (Gröbenzell) und Herrn Dr. E. KNOBLOCH (Universität Prag) an dieser Stelle danken.

Bei der Beschaffung des umfangreichen Materials waren mir die Präparatoren Herr K.-H. HILPERT und Frau K. AUSTERMANN, denen ebenfalls mein Dank gilt, sehr behilflich.

Das Rasterelektronenmikroskop des Instituts für Medizinische Physik der Universität Münster vermittelte mir dankenswerterweise Herr Prof. Dr. R. BLASCHKE.

Mein herzlichster Dank aber gilt Herrn R. GÖCKE vom Institut für Medizinische Physik der Universität Münster, ohne den die photographisch wertvollen Aufnahmen wohl kaum zustande gekommen wären.

Die Ausgestaltung in vorliegender Form wurde ermöglicht durch Mittel des Landes Nordrhein-Westfalen sowie des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe.

Abschließend sei bemerkt, daß die Fossilfundstätte bei Brilon-Nehden in zoologischer, botanischer und stratigraphischer Hinsicht wohl einmalig in Europa, wenn nicht gar in der Welt ist, nicht zuletzt wegen der in natürlicher Form und Farbe so gut erhaltenen Mega- und Mikrosporen unterkretazischer Farne.

Sämtliche Fundstücke, die in dieser Arbeit abgebildet sind, befinden sich in der Arbeitssammlung des Autors.

Die in vorliegender Arbeit behandelte Fundstelle, der aufgelassene Spatbruch Henke in Brilon-Nehden (Hochsauerlandkreis), wird im Inventar der erdgeschichtlichen Bodendenkmäler Westfalens unter der Kennziffer 4517EB1 geführt.

7. Literatur

- BATTEN, D. J. (1969): Some British Wealden Megaspores and their Facies Distribution. – *Palaeontology* **12**: 333-350, 6 Taf.; London.
- (1975): Wealden Palaeoecology from the Distribution of Plant Fossils. – *Proc. Geol. Assoc.* **85**: 433-458, 7 Abb.; Colchester.
- BECK, CH. B. (1970): The appearance of Gymnospermous structure. – *Biol. Rev.* **55**: 379-400; University of Michigan.
- BOTTKE, H. (1978): Zur faziesgebundenen Tektonik der Briloner Scholle (Ostsauerland, Rheinisches Schiefergebirge) *Z. dt. Geol. Ges.* **129**: 141-151, 3 Abb.; Hannover.
- v. d. BRELIE, G. (1964): Eine unterkretazische Mikroflora aus dem nördlichen Sauerland. – *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* **12**: 117-168, 13 Taf., 1 Abb., 4 Tab.; Krefeld.
- BRENNER, G. J. (1963): The Spores and Pollen of the Potomac Group of Maryland. – *Bull. Maryland Dept. Geol. Mines and Water Res.* **27**: 1-215, 7 Abb., 43 Taf.; Baltimore.
- CASIER, E. (1960): Les Iguanodons de Bernissart. Editions du patrimoine de l'institut royal des sciences naturelles de Belgique, Bruxelles 4.
- CLAUSEN, C. D. (1979): Über kreidezeitliche bis pleistozäne Karstfüllungen im Warsteiner Massenkalk (Rheinisches Schiefergebirge). – In: *Geologie und Mineralogie des Warsteiner Raumes. Aufschluß* **29**: 113-124, 4 Abb.; Heidelberg.
- COOKSON, I. C. und DETTMANN, M. E. (1958): Cretaceous „megaspores“ and a closely associated microspore from the Australian region. – *Micropaleontology* **4**, 1: 39-49, 2 Fig., 2 Taf., 3 Tab; New York.
- COUPER, R. A. (1958): British Mesozoic Microspores and Pollen Grains. A Systematic and Stratigraphic Study. – *Palaeontographica B*, **103** (4-6): 75-179, 11 Abb., 12 Tab., 17 Taf.; Stuttgart.
- DABER, R. (1960): Beitrag zur Wealden-Flora in Nordostdeutschland. – *Geologie* **9**: Heft 6, 591-608, 15 Taf., 10 Abb., Akademie-Verlag Berlin.
- DELCOURT, A. & SPRUMONT, G. (1955): Les Spores et Grains de Pollen du Wealdien du Hainaut. – *Mem. Soc. Belge, Geol., Paleontol. Hydrol.* **66** (1): 57-67, 15 Abb., 3 Tab., 4 Taf.; Brüssel.
- DELCOURT, A. F., DETTMANN, M. E. & HUGHES, N. F. (1963): Revision of some Lower Cretaceous Microspores from Belgium. – *Palaeontology* **6** (2): 282-292, 1 Abb., 4 Taf.; London.
- DETTMANN, M. E. (1963): Upper Mesozoic Microfloras from South-Eastern Australia. – *Pro. Soc. Victoria* **77** (1): 1-148, 6 Abb., 10 Tab., 27 Taf.; Melbourne.
- DIJKSTRA, S. J. (1951): Wealden megaspores and their stratigraphical value. – *Meded. geol. Sticht., (N. Ser.)* **5**: 7-21, 1 Tab., 2 Taf.; Heerlen.
- DÖRING, H. (1966): Sporenstratigraphischer Vergleich zwischen dem Wealden Norddeutschlands und Südenglands. – *Geologie, Beiheft* **55**: 102-129, 1 Tab., 7 Taf.; Berlin.
- ELLIS, C. H. & TSCHUDY, R. H. (1964): The Cretaceous megaspore genus *Arcellites* MINER. – *Micropalaeontology* **10**: 73-79, 3 Abb.; U. S. Geological Survey, Denver, Colorado.
- FLORIN, R. (1958): On Jurassic Taxads and Conifers from North-Western Europe and Eastern Greenland. – *Acta Horti Bergiani* **17**: 10; Uppsala.
- FUGLEWICZ, R. (1977): New species of megaspores from the Trias of Poland. – *Palaeontologica Polonica* **4**: 405-431, 14 Taf.; Warschau.
- (1980): Stratigraphy and palaeogeography of Lower Triassic in Poland on the basis of megaspores. – *Acta geologica Polonica* **4**: 417-470, 10 Taf.; Warschau.
- (1981): Devonian megaspores from NW Poland. – *Palaeontologica Polonica* **1**: 55-72, 6 Taf.; Warschau.
- GRAMBAST-FESSARD, N. (1980): Quelques especes de *clypeator* GRAMBAST (Clavatoraceae) et les charophytes associees du cretace inferieur du Portugal. – *Rev. Micropaleontol.* **23**: 37-47, 4 Abb., 3 Taf.; Paris.
- GOTHAN, W., WEYLAND, H. (1973): *Lehrbuch der Paläobotanik*. – Akademie-Verlag, Berlin.
- GRAMBAST, L. J. (1974): Phylogeny of the Charophyta. – *Taxon* **23**: 463-481, 10 Abb.
- GREBE, H. (1982): Die unterkretazische Karsthöhlen-Füllung von Nehden im Sauerland. Die Mikrosporen-Assoziationen, Altersaussage und Versuch eines Vegetationsbildes. – *Geologica et Palaeontologica* **16**: 243-258, 1 Abb., 4 Tab., 2 Taf.; Marburg.
- HALL, J. W. (1963): Megaspores and other Fossils in the Dakota Formation (Cenomanian) of Iowa (USA). – *Pollen et Spores* **5**: 425-443, 40 Abb.; Paris.
- HIRMER, M. (1927): *Handbuch der Paläobotanik*. – Verlag R. Oldenbourg; München, Berlin.
- HISS, M. (1982): Neue Ergebnisse zur Paläogeographie des Cenomans in Westfalen. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1982, **9**: 533-546; Stuttgart.

- HUCKRIEDE, R. (1982): Die unterkretazische Karsthöhlen-Füllung von Nehden im Sauerland. Geologische, paläozoologische und paläobotanische Befunde und Datierung. – *Geologica et Palaeontologica* **16**: 183-242, 19 Taf.; Marburg.
- HUGHES, N. F. (1955): Wealden Plant Microfossils. – *Geol. Mag.* **92**: 201-217, 2 Abb., Taf. 10-12; Hertford.
- KAMPMANN, H. (1983): Ein Insekten-Exkrement aus Sporen aus dem unterkretazischen Saurierlager von Nehden (Sauerland, Westfalen). – *Paläont. Z.* **57**: 75-77, 4 Abb.; Stuttgart.
- KEMPF, E. K. (1969): Elektronenmikroskopie der Sporoderms von Megasporen der Gattung *Selaginella* (Pteridophyta). – *Rev. Palaeobotany and Palynology* **10**: 99-116, 3 Taf.; Amsterdam.
- (1972): Electron microscopy of Mesozoic megaspores from Denmark. – *Grana* **11**: 151-163; Stockholm.
- KNOBLOCH, E. (1973): Nomenklatorische und taxonomische Bemerkungen zur Gattung *Dammarites* PRESL in STERNBERG. – *Z. geol. Wiss. Berlin* **1**, **8**: 967-973, 1 Taf.
- KRÄUSEL, R. (1919): Die fossilen Koniferen-Hölzer, Teil I. – *Palaeontographica* **62**: 185-275; Stuttgart.
- (1949): Die fossilen Kiefern-Hölzer, Teil II. – *Palaeontographica* **89**: 83-203; Stuttgart.
- LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA, M. (1967): Two new genera: *HEMIPTELEA* PLANCH. and *WEIGELA* THUNB. in the Younger Tertiary of Poland. – *Polska Akademia Nauk, Institut Botaniki* **VIII**, 3.
- MÄGDEFRAU, K. (1968): Paläobiologie der Pflanzen. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- MEIBURG, P. (1972): Kreide-Transgression und Paläokarst im Gebiet der Warsteiner Karbonat-Plattform (Westfalen). – *Aspekte der Kreide Europas, JUGS series A* **6**: 363-384, 9 Abb., 1 Taf.; Stuttgart.
- MÜLLER, A. H. (1976): Lehrbuch der Paläozoologie. – VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- NORRIS, G. (1969): Microspores from the Purbeck Beds and marine Upper Jurassic of the Southern England. – *Palaeontology* **12**: 574-620, 5 Abb., 1 Tab., 12 Taf; London.
- OLDHAM, T. C. B. (1976): Flora of the Wealden plant debris beds of England. – *Palaeontology* **19**: 437-502, 2 Abb., Taf. 55-80; London.
- PELZER, G. & RIEGEL, W. (1982): Megasporen aus der Bückeberg-Formation 1 (Wealden) des Osterwaldes. Eine vorläufige Mitteilung. – *Cour. Forsch.-Institut Senckenberg* **56**: 23-32, 2 Taf.; Frankfurt a. M.
- POTONIÉ R. & KREMP, G. (1954): Die Gattungen der palaeozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. – *Geol. Jb.* **69**: 11-194, 17 Taf., 5 Abb.; Hannover.
- POTONIÉ R. (1956): Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Teil: Sporites. – *Beih. Geol. Jb.* **23**: 1-103, 11 Taf.; Hannover.
- (1960): Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites, Teil II. – *Beih. Geol. Jb.* **39**: 1-189, 9 Taf.; Hannover.
- (1962): Synopsis der Sporae in situ. – *Beih. Geol. Jb.* **52**: 1-204, 19 Taf.; Hannover.
- (1964): Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). – *Beih. Geol. Jb.* **72**: 1-244, 15 Taf.; Hannover.
- (1975): Beiträge zur Sporologie. – *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* **25**: 1-281, 19 Taf.; Krefeld.
- POTTER, D. R. (1963): An Emendation of the Sporomorph *Arcellites* MINER 1935. – *Oklahoma Geol. Notes* **23**: 227-230, 1 Taf.; Norman.
- REMY, W. u. R. (1977): Die Floren des Erdaltertums. – Verlag Glückauf, Essen.
- ROSELT, G. & FEUSTEL, H. (1960): Ein Taxodiaceenholz aus der Mitteldeutschen Braunkohle mit Insektenspuren und -resten. – *Geologie* **9**, **1**, 1-112; Akademie-Verlag Berlin.
- STOCKEY, R. (1982): The araucariaceae: An evolutionary perspective. – *Review of Palaeobotany and Palynology* **37**: 133-154; Amsterdam.
- STRASSBURGER, E. (1971): Lehrbuch der Botanik. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- THIERGART, F. (1949): Der stratigraphische Wert mesozoischer Pollen und Sporen. – *Palaeontographica* **89**: 1-34; Stuttgart.
- VANGEROW, E. F. (1954): Megasporen und andere pflanzliche Mikrofossilien aus der Aachener Kreide. – *Palaeontographica* **96**: 24-36, 14 Taf.; 1 Abb., Stuttgart.
- VELENOVSKY, J. (1926): Flora cretacea Bohemiae, Prag.
- WAKSMUNDZKA, M. (1981): Palynological analysis of lower cretaceous sediments from Kujawy (Poland). – *Acta Palaeontologica* Nr. 3-41; Warschau.
- (1982): Lower cretaceous megaspores from Northern Poland. – *Acta Palaeontologica Polonica* Nr. 1-4; Warschau.
- WIRTH, E. (1964): Über zwei Unterkreiderelikte im nördlichen Sauerland. – *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* **7**: 403-420, 5 Abb., 1 Taf.; Krefeld.
- WIRTH, W. (1970): Eine tertiärzeitliche Karstfüllung bei Eisborn im Sauerland. – *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* **17**: 577-588, 6 Taf., 4 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
- ZIMMERMANN, W. (1959): Die Phylogenie der Pflanzen. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Geol. Kt. Nordrhein-Westfalen*. 1:100000, Erl., C 4714 Arnsberg, 63 S., 18 Abb., 2 Tab.; Krefeld 1981.

