

# **Eine palynologische Analyse der Bohrung Enspel**

Rekonstruktion der Klima- und Vegetationsgeschichte im  
Oberoligozän

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften

der Geowissenschaftlichen Fakultät  
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von  
Mark Herrmann  
aus Leonberg

2007

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.2007

Dekan: Prof. Dr. Peter Grathwohl

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. Volker Mosbrugger

2. Berichterstatter: PD Dr. Dieter Uhl

## **Inhaltsverzeichnis:**

|   |            |
|---|------------|
| <b>Kurzfassung</b>  | <b>I</b>   |
| <b>Abstract</b>   | <b>III</b> |
| <br>  |            |
| <b>1 Einleitung / Zielsetzung</b>   | <b>1</b>   |
| <br>  |            |
| <b>2 Untersuchungsgebiet</b>  | <b>3</b>   |
| 2.1 Geographische Lage von Enspel   | 3          |
| 2.2 Geologie  | 4          |
| 2.2.1 Geologie des Westerwaldes   | 4          |
| 2.2.2 Geologie der Fossilagerstätte Enspel  | 6          |
| <br>  |            |
| <b>3 Material und Methoden</b>  | <b>11</b>  |
| 3.1 Bohrtechnik / Probennahme / Bohrprofil  | 11         |
| 3.2 Probenaufbereitung  | 16         |
| 3.3 Mikroskopie / Auszählverfahren / Bestimmung                                     | 19         |
| <br>  |            |
| <b>4 Systematik und Beschreibung der Taxa</b>                                       | <b>21</b>  |
| 4.1 Systematischer Teil A: Sporen   | 21         |
| 4.2 Systematischer Teil B: Pollen   | 40         |
| 4.3 Systematik sonstiger Palynomorphen  | 93         |
| 4.4 Systematik der Pilzsporen, Mycelien und Fruchtkörper                            | 95         |
| 4.5 Verzeichnis der nachgewiesenen Sporomorphae mit rezenter<br>botanischer Deutung | 116        |
| <br>  |            |
| <b>5 Ökologische Interpretation der Daten</b>                                       | <b>122</b> |
| 5.1 Autökologische Analyse der Palynomorphen  | 122        |
| 5.1.1 Algae   | 122        |
| 5.1.2 Bryophyta   | 128        |
| 5.1.3 Pteridophyta  | 129        |
| 5.1.4 Gymnospermen  | 133        |
| 5.1.5 Angiospermen  | 145        |
| 5.1.6 Fungalreste   | 167        |

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| 5.1.7             | Rekonstruktion der Vegetation über die Autökologie |            |
| 170               |  |            |
| 5.2               | Statistische Analyse von Vegetationseinheiten      | 177        |
| 5.2.1             | Hierarchische Clusteranalyse                       | 177        |
| 5.2.2             | Ergebnisse der Clusteranalyse                      | 177        |
| 5.2.3             | Interpretation der Clusteranalyse                  | 180        |
| 5.2.4             | Zusammenfassung                                    | 181        |
| 5.3               | Vergleich der Ergebnisse aus 5.1 und 5.2           | 183        |
| <b>6</b>          | <b>Klimaanalyse</b>                                | <b>188</b> |
| 6.1               | Methodik   | 188        |
| 6.2               | Ergebnisse   |            |
| 189               |  |            |
| 6.3               | Zusammenfassung und Interpretation                 | 196        |
| 6.4               | Rezente Klimaeinordnung                            | 198        |
| <b>7</b>          | <b>Zeitreihenanalyse / Datierung</b>               | <b>200</b> |
| 7.1               | Methodik   | 200        |
| 7.2               | Ergebnisse und Interpretation                      |            |
| 201               |  |            |
| 7.3               | Zusammenfassung und Diskussion                     | 210        |
| <b>8</b>          | <b>Schlussfolgerungen und Diskussion</b>           | <b>213</b> |
| 8.1               | Probleme bei der Analyse                           | 213        |
| 8.2               | Diskussion von Ökologie und Klima                  | 217        |
| 8.3               | Vergleich mit der Literatur                        | 219        |
| 8.4               | Fazit  | 228        |
| <b>Literatur</b>  |  | <b>231</b> |
| <b>Danksagung</b> |  | <b>253</b> |
| <b>Lebenslauf</b> |  | <b>254</b> |
| <b>Anhang</b>     |  | <b>255</b> |

## Kurzfassung

Die Sedimente der Oberoligozänen Fossilagerstätte Enspel im Westerwald wurden mit Hilfe palynologischer Methoden untersucht. Dazu wurden die bei der Forschungsbohrung von 1996 erbohrten lakustrinen Sedimente (Schwarzpelite) beprobt und nach Standardverfahren palynologisch aufbereitet.

Bei der Auszählung der Präparate konnten 80 Taxa von Angiospermen, 20 Taxa von Gymnospermen und 41 Taxa von Pteridophyten identifiziert werden. Weiterhin fanden sich mehrere Algenarten, darunter auch 2 Arten von Dinoflagellaten, sowie viele verschiedene Formen von fossilen Pilzresten in den Proben.

Durch eine Autökologische Analyse der rezenten Vergleichsarten der bestimmten Taxa wurde eine Vegetationsrekonstruktion vorgenommen. Dabei wurden sieben verschiedene Vegetationseinheiten unterschieden, die sich über die Zeit in ihrem quantitativen Anteil am Palynomorphenbericht aber auch in ihrem "Artenspektrum" änderten.

Bei der Rekonstruktion der Seegeschichte selbst (bezüglich der Algen) konnten *Botryococcus* und die Dinoflagellaten als Antagonisten erkannt werden. In Zeiten mit wenig Nährstoffeintrag von außen kommt es zu einer Dominanz der *Botryococcus*-Algen. Ist der Eintrag erhöht, führt dies zu Dinoflagellatenblüten.

Weiterhin wurde mit dem Statistikprogramm SPSS eine Hierarchische Clusteranalyse durchgeführt. Diese Clusteranalyse erfolgte zum einen über die bestimmten Taxa, um Taxa zu erkennen, die ein ähnliches Überlieferungsverhalten zeigen. Zum anderen erfolgte sie über die Proben, um zusammengehörende Probensequenzen zu ermitteln. Dabei konnten 5 Cluster über die Taxa und 6 Cluster über die Proben unterschieden werden.

Die Ergebnisse der beiden Methoden zur Vegetationsrekonstruktion (Autökologische Analyse, Clusteranalyse) wurden dann in einem nächsten Schritt miteinander verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die Zuordnung der im Palynomorphenbericht am häufigsten vertretenen Arten zu Einheiten/Clustern bei beiden Analysemethoden zumeist übereinstimmen, die weniger häufigen Arten dagegen völlig gegensätzlichen Einheiten/Clustern zugeordnet wurden.

Die Clusteranalyse liefert Ergebnisse bezüglich ähnlicher Reaktionen verschiedener Arten auf Änderungen des Klimas, des Milieus etc.. Die Autökologische Analyse hingegen ermöglicht es, die einzelnen Arten gleicher Ökologie zu erkennen und die tatsächlichen Vegetationszusammensetzungen zumindest annähernd zu beschreiben.

Gleichzeitig diente die Artenzusammensetzung jeder Probe über den Koexistenz-Ansatz (MOSBRUGGER & UTESCHER 1997) mit Hilfe des Programms CLIMSTAT zur Klimarekonstruktion. Die Auswertung ergab eine Jahresdurchschnittstemperatur (MAT) der untersuchten Proben, die sich zwischen minimal 12,8°C und maximal 18,2°C bewegte und dabei im Durchschnitt bei etwa 14,3°C lag. Beim kältesten Monat (TCM) ergab die Analyse Werte zwischen minimal 2,1°C und maximal 11,4°C, im Durchschnitt lagen die

Wintertemperaturen bei etwa 4,3°C. Der durchschnittliche Jahresniederschlag (MAP) zeigt Werte zwischen minimal 1045 mm/a und maximal 1410 mm/a, sein Durchschnittswert lag bei 1185 mm/a. Insgesamt ergab die Analyse, dass die Temperatur und der Niederschlag Zyklen unterworfen waren und dabei gegenläufige Tendenzen zeigen. In Phasen höherer Temperaturen gab es beim Niederschlag einen Rückgang, in Phasen mit niedrigeren Temperaturen zeigte der Niederschlag eine Zunahme. Die Einordnung in die rezente Klimagliederung nach KÖPPEN (1923) ergab ein Cfa-Klima für die gesamte Ablagerungsdauer.

Die Auszählung und Auswertung der überlieferten Palynomorphen zeigte auffällige Zyklizitäten bei vielen Palynomorphen, bei den aus ihnen abgeleiteten Vegetationseinheiten sowie auch bei den Klimaparametern. Deshalb wurde noch das Kapitel Zeitreihenanalyse in die Arbeit aufgenommen. Hier wurden mit Hilfe des Statistikprogrammes PAST Spektralanalysen durchgeführt, welche die auffälligen Zyklizitäten bestätigten. Dabei konnten die Milankovitch-Zyklen der Obliquität und der Präzession an kontinentalen Sedimenten für das Prä-Quartär identifiziert werden. Die Ablagerungsdauer der Enspel-Sedimente wurde auf etwa 220.000 a eingegrenzt.

## Abstract

The sediments of the Upper Oligocene oilshale deposit in Enspel / Westerwald were studied with palynological methods. To do that the lacustrine sediments (black pelites) extracted at the research drilling in 1996 were examined and prepared by standard palynological procedures.

After counting 80 taxa of angiosperms, 20 taxa of gymnosperms and 41 taxa of pteridophytes were identified. Furthermore several species of algae were found in the samples, among them 2 species of dinoflagellates as well as many different forms of fossil fungal remains.

A reconstruction of vegetation was carried out by an autecological analysis with the recent comparative species of the determined taxa. Through this seven different vegetation units were distinguished, which changed within their quantitative share of the palynomorph report but also in their "spectrum of species" over the periods of time.

At the reconstruction of the lake's history (regarding the algae) *Botryococcus* and the dinoflagellates were recognised as antagonists. In times of poor input of nutrients from outside the *Botryococcus*-algae become dominant. Times of high input lead to blooming of dinoflagellates.

Furthermore a hierarchical cluster analysis was conducted with the statistical program SPSS. At first a cluster analysis was carried out using the identified taxa to recognise taxa which were showing a similar way of behaviour throughout the whole analysed profile. 5 different clusters were found. Secondly a cluster analysis was carried out using the identified palynomorph composition of each sample to recognise samples with similar composition throughout the whole profile. Hereby 6 clusters were distinguished.

In a next step the results of both methods leading to the reconstruction of vegetation (autecological analysis, cluster analysis) were compared with each other. It became apparent that the assigning of the most frequently represented species listed in the palynomorph report to units/clusters mostly matched in both analysis methods. On the other hand the less frequently represented species were assigned to totally different units/clusters.

The cluster analysis provides results regarding similar reactions of different species on changes of the climate, environment etc. However, the autecological analysis makes it possible to recognise the single species of the same ecology and to describe the actual vegetation assembly at least approximately.

Simultaneously the palynofloral composition of each sample applying the coexistence approach (MOSBRUGGER & UTESCHER, 1997) was used to reconstruct climate by using the program CLIMSTAT. The analysis of the examined samples showed a mean annual temperature (MAT) of minimum 12,8°C and maximum 18,2°C with an average of ca. 14,3°C. The temperature of the coldest month (TCM) showed an analysis result of minimum 2,1°C and maximum 11,4°C, the average winter temperatures were about 4,3°C. The mean annual

precipitation (MAP) shows results between minimum 1045 mm/a and maximum 1410 mm/a, the mean value lays at 1185 mm/a. Altogether the analysis resulted that temperature and precipitation were subject to cycles and show opposite tendencies. During phases with higher temperatures a drop in precipitation occurred, during phases with lower temperatures precipitation increased. The ranging into the recent climate classification after KÖPPEN (1923) revealed a Cfa climate for the whole deposition period.

The counting and interpretation of the passed palynomorphs showed conspicuous cyclicity on many palynomorphs, on the units of vegetation derived by them as well as on the climate parameters. Therefore in addition the chapter time series analysis was included into this work. With the help of the statistical program PAST spectral analysis were carried out, which confirmed the conspicuous cyclicity. Through them it was possible to identify the Milankovitch-cycles of the obliquity and the precession on continental sediments for the prequaternary. The deposition period of the Enspel-sediments was limited to ca. 220.000 a.



## Einleitung / Zielsetzung

Im marinen Bereich wurde die Klimageschichte des Tertiärs in den letzten Jahrzehnten intensiv erforscht. Basierend auf Sauerstoffisotopenmessungen an verschiedenen Tiefseebohrkernen rekonstruierten ZACHOS et al. (2001 a, b) detailliert die Temperaturänderungen des Ozeanwassers im Verlauf der letzten 65 Millionen Jahre (Ma). Als Folge dieser Temperaturänderungen konnten sie mit Hilfe ihrer Daten die Existenz eines Eisschildes zuerst am Südpol nachweisen und diesen in seiner Entwicklung von der Entstehung im ausgehenden Eozän über seine permanente Präsenz bis zum unteren Oberoligozän, seinen Rückgang bzw. sein mögliches Verschwinden während des miozänen Klimaoptimums sowie seine erneute permanente Existenz ab dem mittleren Miozän beweisen. Auch der Aufbau des Eisschildes am Nordpol ist ab dem ausgehenden Miozän belegt worden.

Dabei wurden auch die Verursacher dieser Temperaturänderungen erkannt. Dies sind zum einen tektonische Prozesse wie die Plattentektonik (z. B. die Öffnung der Tasmanien-Passage vor ca. 34 Ma und der Drake-Passage vor ca. 30 Ma) und somit Veränderungen der ozeanischen Zirkulationen, zum anderen konnten aber auch rhythmische bzw. periodische Zyklen beobachtet werden, denen orbitale Ursachen (Milankovitch-Zyklen) zugrunde liegen. Diese astronomischen-Zyklen der Exzentrizität, der Obliquität und der Präzession ließen sich an den Sauerstoff-Isotopen-Kurven der marinen Proben über das gesamte Tertiär nachweisen.

Lassen sich diese aus marinen Kalkschalern (Foraminiferen) gewonnenen Daten in kontinentalen Ablagerungen bestätigen?

MOSBRUGGER et al. (2005) und auch UTESCHER et al. (2000) rekonstruierten über den Koexistenz-Ansatz (MOSBRUGGER & UTESCHER 1997) das Paläoklima des Tertiärs ab dem mittleren Eozän (45 Ma) bis ins ausgehende Pliozän anhand von gut datierten Megafloren aus Zentral-Europäischen Becken. Sie erkannten dabei eine schrittweise Abkühlung ab dem mittleren Eozän, die sich im Winter verstärkt auswirkte und eine zunehmende Saisonalität bedingte. Die Niederschlagsraten hingegen blieben mit Ausnahmen einzelner Ausschläge im unteren und mittleren Miozän bis ins untere Pliozän stabil. Dann nahmen sie um mehr als 250 mm/Jahr zu. Ein weiteres Ergebnis ihrer Arbeit ist, dass die langfristigen klimatischen Trends (> 1 Ma) des Tertiärs, die aus den marinen Isotopen-Messungen bekannt sind, sich auch in den Daten, die aus kontinentalen Ablagerungen gewonnen wurden, widerspiegeln. Auch kurzfristigere Ausschläge des Klimas (< 1 Ma, beschränkt auf das untere bis mittlere Miozän) konnten von ihnen mit marinen Daten korreliert werden. Wegen dieser nur geringen zeitlichen Auflösung sind Milankovitch-Zyklen an kontinentalen Sedimenten des Tertiärs allerdings bisher kaum überliefert.

KVACEK & WALTHER (2001) stellten in ihrer Arbeit über den Klima- und Florenwechsel in Zentraleuropa und benachbarten Gebieten im Oligozän fest, dass die Überlieferung von fossilen Mega-Floren noch begrenzt und unvollständig sei. Nur "Fenster" in der Zusammensetzung und Entwicklung der Flora und der Vegetation eines bestimmten Gebietes könnten so betrachtet werden.

Dies verdeutlicht noch einmal den Nachteil von Mega-Floren aus kontinentalen Sedimenten. Sie bilden zumeist eben nur Momente der Klima- und Vegetationsgeschichte ab. Es lassen sich keine zeitlich hochauflösenden Trends aus ihnen gewinnen.

Die Fossilagerstätte Enspel mit ihren fein laminierten lakustrinen Ablagerungen bietet diese Chance. Die Forschungsbohrung Enspel 1996/1, die an der vermuteten Paläoseemitte des Enspel-Sees abgeteuft wurde (PIRRUNG 1997), stellt dabei ein Sedimentarchiv zur Verfügung, welches die gesamte Seegeschichte erfasst. Damit wird erstmals für den zentraleuropäischen Raum die umfassende Rekonstruktion eines oberoligozänen Maarsees ermöglicht (LÜNIGER, 2002). STORCH et al (1996) ordnen die Sedimente nach Funden von Kleinsäugetern in die Säugetierzone MP-28 ein.

In vorliegender Arbeit wurden die erbohrten laminierten lakustrinen Sedimente "zeitlich hochauflösend" beprobt und palynologisch untersucht. Über die Palynomorphenanalyse wurde detailreich die Entwicklung der lakustrinen und terrestrischen Ökosysteme und des Klimas rekonstruiert und analysiert.

## 2 Untersuchungsgebiet

### 2.1 Geographische Lage von Enspel

Die Ortschaft Enspel befindet sich im Westerwald, etwa 75 km NE von Koblenz und etwa 57 km ESE von Bonn (Abb. 1). Sie liegt auf einer Anhöhe am Westhang des Stöffel, eines Basaltberges. Die Struktur des Ortes ist geprägt durch die nahen Basaltsteinbrüche, in welchen etwa seit dem Jahre 1900 der Abbau des Basaltgesteins betrieben wird.

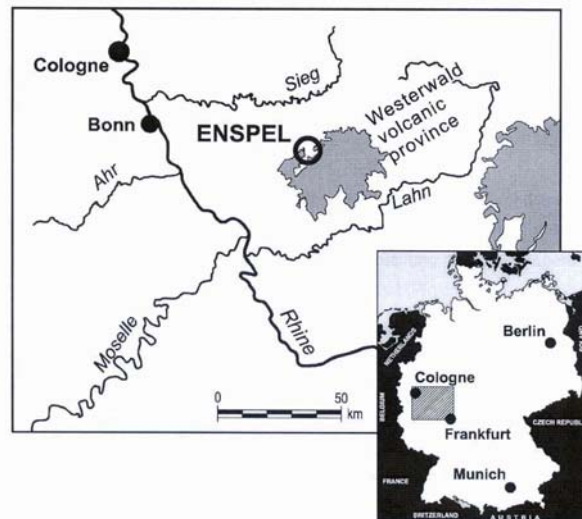


Abb. 1: Geographische Lage von Enspel (aus: LÜNIGER, 2002)

Bezogen auf die Paläogeographie des Oberoligozäns liegt Enspel in der Nähe einer kontinental bis flachmarinen Senke, die die Nordsee mit dem Molassemeer verband (Abb. 2).

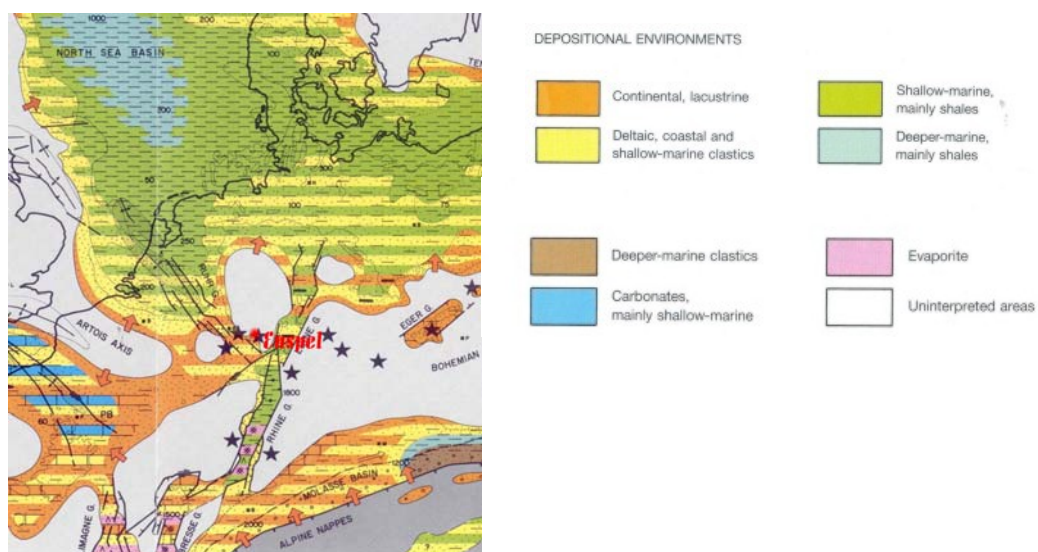


Abb. 2: Geographische Lage von Enspel im Oberoligozän (aus: Geological Atlas of Western and Central Europe, 35 Shell International 1990)

## 2.2 Geologie

### 2.2.1 Geologie des Westerwaldes

Unter Westerwald versteht man geographisch das Gebiet, das vom Rhein, der Sieg, Heller, Dill und Lahn begrenzt wird, wobei allerdings das Neuwieder Becken und das Siebengebirge vielfach nicht mehr inbegriffen werden (AHRENS 1960). Somit liegt der Westerwald rechtsrheinisch zwischen den Städten Bonn, Siegen, Gießen und Koblenz (Abb. 3: Lage des Westerwaldes).

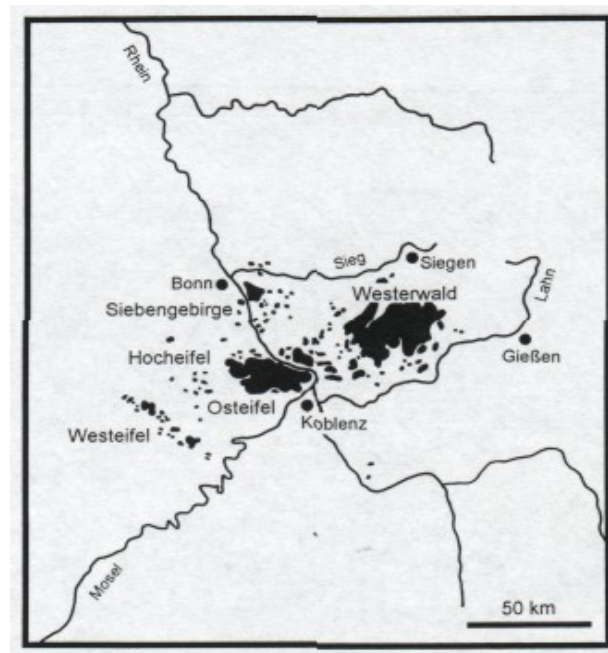


Abb. 3: Lage des Westerwaldes (aus: KÖHLER 1998)

Die geologische Entwicklung des Westerwaldes wurde von VON DECHEN (1884), AHLBURG (1915), SCHUCKMANN (1925), KLÜPFEL (1928,1932), AHRENS (1957, 1960), AHRENS& VILLWOCK (1966), BARTOLOSCH (1982) und ROTH (1983, 1991) bereits umfassend beschrieben, deshalb wird in der vorliegenden Arbeit nur eine Zusammenfassung der Erdgeschichte des Westerwaldes gegeben.

Der Westerwald ist Teil des Rheinischen Schiefergebirges. Das Grundgebirge besteht aus marinen unterdevonischen bis unterkarbonischen Sedimentgesteinen, die während der variszischen Orogenese gefaltet wurden (KÖHLER 1998). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Quarzite, Siltsteine und Tonschiefer des Emsiums (MEYER & STETS 1980).

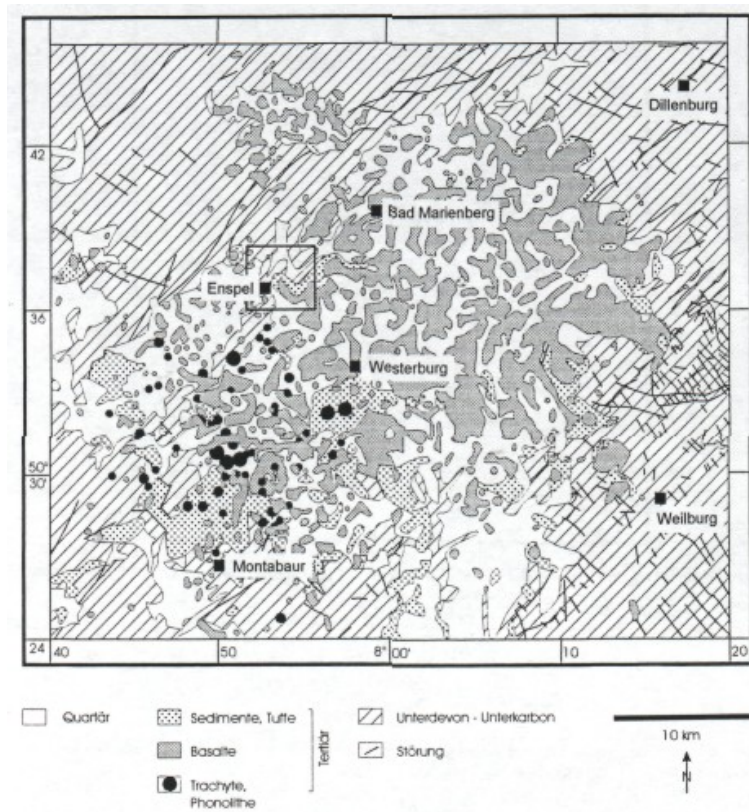


Abb. 4: Geologische Übersichtskarte des Westerwaldes nach PIRRUNG (aus: KÖHLER 1998)

Das Deckgebirge liegt diskordant darüber. Es besteht aus tertiären Sedimenten und Vulkaniten, die nur gering diagenetisch beansprucht wurden. Daneben findet sich auch untergeordnet quartäres Material (LADNORG 1976, Abb. 4).

Nach AHRENS & VILLWOCK (1966) war das Gebiet des Westerwaldes mindestens seit der jüngeren Kreidezeit Festland. Die Gesteine des Devons, die den Untergrund bilden, wurden unter feuchtwarmem Klima tiefgreifend zersetzt (Kaolinisierung unter Lösung und Wegführung der Alkalien und Erdalkalien sowie der Eisen- und Manganverbindungen). Diese Zersetzung ging während des Tertiärs weiter; dabei entstanden ausgedehnte Rumpfflächen (GLATTHAAR 1976). Die ältesten nachgewiesenen Sedimente, die vor allem im südwestlichen Westerwald zu finden sind, entstanden im Obereozän/Unteroligozän. Das Mitteloligozän war eine Zeit stärkerer Hebung des Gebirges (Entstehung des Rheinischen Schiefergebirges). Es erfolgten Abtragungen durch schnell fließende Flüsse, die grobe Sand- und Geröllmassen in breiten Erosionsrinnen ablagerten (AHRENS & VILLWOCK 1966).

Im Oberoligozän – einer Zeit gleichmäßiger Senkung des Gebirges – entstanden zunächst die mächtigen Tone des westlichen und östlichen Westerwaldes, die hier oft mit einer Serie aus Schluff, Sand und Kies abschließen. Diese Gesteine fehlen größtenteils im Hohen Westerwald, der damals Abtragsgebiet war (AHRENS & VILLWOCK 1966). Die etwas später einsetzenden (mittleres Oberoligozän) vulkanischen Ereignisse mit dem Ausbruch großer Massen von Trachyttuff im südwestlichen Westerwald und Basalten im Nordosten (Abb. 4) dauerten bis ins Pleistozän an. Nach K-Ar-Datierungen von LIPPOLT & TODT (1978) lag die Hauptphase des Westerwälder Vulkanismus im Oberoligozän / Untermiozän (28-22 Ma). Eine zweite Hauptphase dauerte vom obersten Miozän bis ins

Pliozän (HOTTENROTT 1988). Auch erfolgte seit dem Miozän eine verstärkte Hebung des Schiefergebirges, dabei sind von NE- und NW-streichenden Störungen begrenzte Teilschollen unterschiedlich stark angehoben worden (PIRRUNG et al., unveröff. Man.). Die gesamte Ausdehnung der Vulkanfelder beträgt ca. 700 km<sup>2</sup> und in diesem Gebiet existieren mehrere hundert Eruptionszentren. Basalte und Basalttuffe erreichen im Hohen Westerwald mit 200 m ihre größte Mächtigkeit. Sie sind dabei häufig in Süßwasserbecken, wie in der Fossilagerstätte Enspel, abgelagert worden (KÖHLER 1998). Petrographisch sind alle Basalte außerordentlich ähnlich, die Unterschiede im gesamten Westerwald sind nicht wesentlich größer als sie innerhalb eines einzigen mächtigen Ergusses auftreten können (AHRENS 1960).

Das Pliozän ist im südwestlichen Teil des Gebirges auch in größerer Mächtigkeit recht verbreitet. Überwiegend handelt es sich um tonig-sandige Beckenbildungen, in denen Braunkohlen und Eisenerze sowie fluviatile Ablagerungen sedimentiert wurden.

Im Pleistozän wurde die heutige Oberfläche des Westerwaldes durch Frostverwitterung, Solifluktion, fluviatile Erosion und Lössanwehungen geformt (KÖHLER 1998). Zudem lagerte sich der Bimstuff des Laacher-See-Vulkans, der vor ca. 11.000 a Richtung ENE ausgeworfen wurde, über weiten Gebieten des Westerwaldes ab (SCHMINCKE 1981). Durch Umlagerung und Zusammenschwemmung erreicht der Bimstuff eine Mächtigkeit von bis zu 10 m.

### 2.2.2 Geologie der Fossilagerstätte Enspel

Der Ort Enspel befindet sich südwestlich von Bad Marienberg im nordwestlichen Teil des Westerwaldes. Die Fossilagerstätte liegt unter dem ca. 100 m mächtigen Basalt des Höhenzuges Stöffel, der sich in NW-SE-Richtung zwischen Nistertal und Stockum erstreckt (Abb. 5). Am Stöffel wird seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts Basalt abgebaut. Dieser Basaltabbau prägt die Topographie des Stöffels. Er wird in 4 Steinbrüchen abgebaut, unterhalb derer ausgedehnte Betriebsgelände mit weithin sichtbaren Halden liegen. Das Gelände um den Stöffel fällt mit 7-9° zum Enspeler Bach im Westen und zur Nister im Norden und Nordosten ein. Die Oberfläche des Basaltes bei etwa 490 m ü. NN stellt eine tertiäre Verebnungsfläche dar, auf der rote Verwitterungsrelikte erhalten sind. Weitere Verebnungsflächen pleistozäner Flussterrassen finden sich bei 420-400 m ü. NN zwischen dem Ostabhang des Stöffels und der Nister (PIRRUNG et al., unveröff. Manuskript).

Die Fossilfundstelle selbst war seit Ende des 19. Jahrhunderts bekannt als Fundort fossiler "Blätterkohlen" mit Resten des Fisches *Leuciscus papyraceus* (v. DECHEN 1884, ANGELBIS & SCHNEIDER 1891). Sie geriet aber wieder in Vergessenheit und in den folgenden Jahrzehnten wurde lediglich der Basalt des Stöffels in der Literatur beschrieben (KLÜPFEL 1928, 1932; LEHMANN 1930; AHRENS 1960). Durch Zufall wurde die Fossilfundstelle 1983 von Schülern wieder entdeckt. Sie fanden auf einer Halde fossile Fische (*Palaeorutilus enspelensis* BÖHME 1996; BÖHME 2000). Wegen der großen Bedeutung dieser Fundstelle führt

das Landesamt für Denkmalpflege Mainz unter der Leitung von Dr. M. Wuttke seit 1990 im Rahmen des Forschungsprojektes "Fossilagerstätte Enspel" Grabungen im Steinbruch Adrian durch.

## Lagerungsverhältnisse

Das Liegende des Stöffels bilden die geschieferten klastischen Sedimentgesteine des Unterdevons (Abb. 5) mit einer Mächtigkeit von bis zu 1400 m (MEYER & STETS 1980). FENCHEL in BOSUM et al. (1971) ordnet sie stratigraphisch dem Emsium zu.

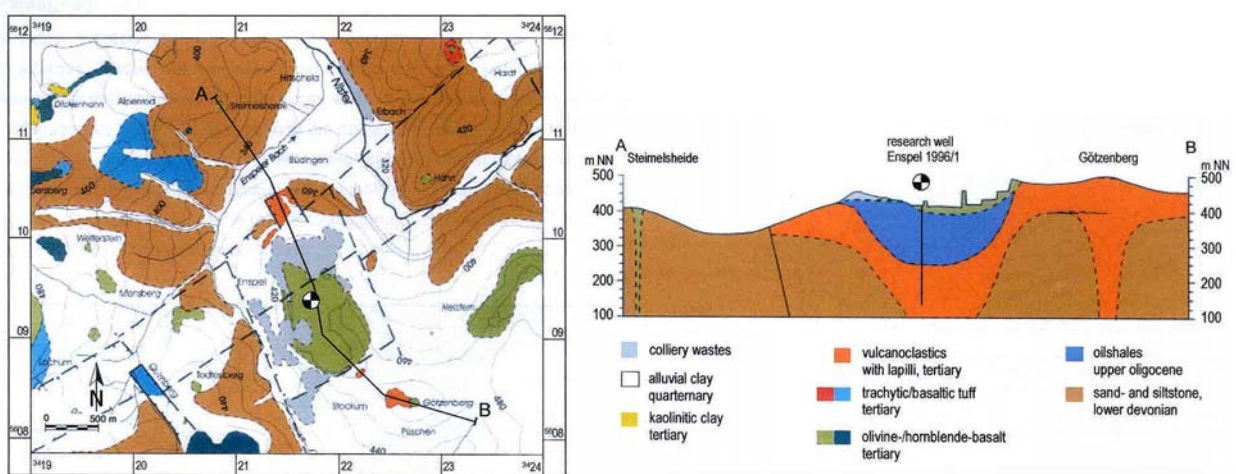


Abb. 5: Geologische Übersichtskarte des Schwarzpelitvorkommens von Enspel und Umgebung sowie ein Profilschnitt durch das Vorkommen. Position der Bohrung Enspel 1996/1. Für den Profilschnitt wurde die Lage der Bohrung auf die Profillinie projiziert (aus: LÜNIGER 2002, nach PIRRUNG 1998)

Die Gesteine bestehen aus hellglimmerführenden, meist dunkelgrauen Silt- und Tonsteinen im NW und bräunlichen, meist quarzitären Sandsteinen im übrigen Teil (PIRRUNG et al., unveröff. Manuskript). Sie werden diskordant von tertiären Sedimenten (Vulkaniklastika und Basalten) sowie quartären Lehmen überdeckt. Eingeschaltet in die Vulkaniklastika befinden sich die Seesedimente (Abb. 5) der Fossilagerstätte Enspel (Schwarzpelite).

Vulkaniklastika (nach PIRRUNG et al., unveröff. Manuskript)

Tuffite mit sauren und basischen Lapilli können an den Hängen des Stöffels und des benachbarten Götzenberges nachgewiesen werden. Sie sind korngestützt und gut sortiert. Ihre Korngröße beträgt im Mittel 1-30 mm. Die stark vertonten Lapilli und Bomben sind eckig bis

kantengerundet und bestehen aus dichtem bis blasigem, grauem Basalt mit braunen, alterierten Olivinen und roten Schlacken, gelbem bis weißem, dichten Trachyt und Bims mit Feldspat-Einsprenglingen sowie etwa 50 % Nebengesteinsfragmenten des Unterdevons. Selten sind hellgelbe, bis 2 cm große, dichte Lapilli mit Xenolithen aus fragmentiertem Basalt, Milchquarz und quarzitischem Silt- und Sandstein in feinkörniger Grundmasse, die bei phreatomagmatischen Eruptionen gebildet worden sind. Am Südwestrand des Stöffel-Basaltes ist eine Wechsellagerung von gelblichbraunen Lapillilagen mit Schwarzpeliten aufgeschlossen. Hier verzahnen sich subaquatisch abgelagerte Vulkaniklastika mit feinklastischen Seesedimenten (GAUPP & WILKE 1998). Zum Götzenberg hin (Abb. 5, Profil) werden die Ablagerungen geringfügig grobkörniger, einzelne Bimse und Schlacken erreichen Durchmesser bis 7 cm. Ihre Mächtigkeit von mehreren Zehner Metern und die nur von Stöffel und Götzenberg bekannten sauren Lapilli sprechen für einen oder mehrere Eruptionspunkte unter dem Stöffel und/oder dem Götzenberg.

Schwarzpelite (siehe auch Abb. 9 im Kapitel Material und Methoden)

Im Liegenden des Stöffelbasaltes findet sich die Abfolge der bituminösen, laminierten Seesedimente. Sie bestehen aus einer Wechselfolge von dunkelbraunen bis olivbraunen, fossilreichen Peliten, in die eine hohe Zahl von pyroklastischen Lagen unterschiedlicher Korngröße sowie subaquatische, gravitative Resedimente eingeschaltet sind (FELDER et al. 1998, siehe auch Bohrkernbeschreibung im Kapitel Material und Methoden). Untersuchungen zum Gefüge und zur Zusammensetzung finden sich bei KÖHLER et al. (1993), CLAUSING (1995), KÖHLER (1995), SCHULZ et al. (1997) und CLAUSING (2001). Nach weiteren Untersuchungen der Bohrungen Enspel 1, 2, 3 von WILKE (1994) aus dem Jahre 1991 im Bruch Adrian machen die Schwarzpelite nur einen geringen Anteil der Sedimente aus. Es überwiegen Massenstromablagerungen. Die umgelagerten Gesteine sind im gesamten Profil zu finden, auch im höheren Teil. Daraus ist zu folgern, dass das Seebecken auch gegen Ende seiner Entwicklung nicht stabilisiert war, sondern dass Bewegungen des Untergrundes erfolgten, solange der See existierte (CLAUSING 2001).

Die Lamination der Sedimente wird von CLAUSING (2001) in klastische Laminite, die eng mit biogenen Laminiten gekoppelt sind und eisenreiche/sideritische Laminite, eingeschaltet in die klastischen/biogenen Laminite, eingeteilt. Bei den biogenen Laminiten unterscheidet er noch 2 Grundtypen: Durch Diatomeen dominierte und durch Dinoflagellatenzysten charakterisierte Laminite. In beiden Fällen bildet kieselige Substanz die Grundmasse. Die Diatomeen-Fazies zeichnet sich durch wesentlich geringere Abstände zwischen den Einzellagen aus. Wechsel erfolgen zwischen Lagen mit Chrysophyceenzysten und solchen, die reich an Diatomeenschalen sind. Die Dicke der Lagen liegt durchschnittlich zwischen 150 und 200  $\mu\text{m}$ , die Dicke der Chrysophyceenlagen schwankt zwischen etwa 20 und 100  $\mu\text{m}$ . Die Dinoflagellatenfazies zeichnet sich durch wesentlich unregelmäßigere



Lagendicken aus. Die Mächtigkeit der Einzellagen ist zudem durchschnittlich höher als die der Diatomeenfazies. Dinoflagellatenzysten bilden Lagen zwischen etwa 50 µm, wenn die Zysten komprimiert sind und bis zu 250 µm, wenn sie dreidimensional erhalten sind. CLAUSING (2001) schreibt weiter, dass bereits die ersten Verteilungsanalysen zeigten, dass trotz hoher Variabilität der Lamination regelmäßig wiederkehrende Anhäufungen von Primärproduzenten vorliegen. Dieses Phänomen lässt auf ausgeprägte zyklische Entwicklungen schließen, die sich als Algenblüten verschiedener Algengruppen zu verschiedenen Zeiten interpretieren lassen. CLAUSING (1998b) vermutete, dass die Laminite mit organisch erhaltenen Produzenten (Dinoflagellaten, *Botryococcus*, *Tetraedron*) während nährstoffreicher Phasen entstanden sind, die durch Vulkanismus gefördert wurden. Dies wird gefolgert, da die immer wieder beobachteten Störungen in der profundalen Entwicklung der Primärproduzenten mit verstärktem vulkanischem Eintrag in den See korreliert sind. Die Laminite mit dominierend silikatischen Produzenten repräsentieren dagegen eine normale zyklische Entwicklung bei geringem oder gänzlich fehlendem vulkaniklastischen Eintrag.

Der Stöffel-Basalt (nach PIRRUNG et al., unveröff. Manuskript)

Die Erstreckung des Stöffel-Basaltes beträgt in SSE-Richtung max. 1,4 km, in EW-Richtung max. 0,8 km. Geologische Kartierungen und magnetische Messungen zeigen, dass es sich im heutigen Erosionsniveau um einen Erosionsrest handelt, der nicht mit dem Götzenberg zusammenhängt (Abb. 5, 6). Die Auflagerungsfläche des Basaltes auf die Seesedimente liegt am heutigen Rand des Vorkommens bei etwa 430 m ü. NN im Norden und bei 440 m ü. NN im Osten und Westen. Im Süden steigt sie auf 490 m ü. NN an. Aufschlüsse der Basaltbasis und Bohrdaten belegen, dass die Auflagerungsfläche um ein Zentrum bei R: 34 21900, H: 56 09150 schüsselförmig eingetieft ist, während sie im NW etwa konstant bei 430 m ü. NN liegt. Das tiefste Niveau, in dem der Basalt im Zentrum durchbohrt wurde, liegt bei 391 m ü. NN, während seine heutige Oberfläche bei rund 495 m ü. NN liegt. Mit dieser Mächtigkeit von über 100 m ist dieses Vorkommen das mächtigste bisher bekannte im Westerwald.

Nach geochemischen Analysen von SCHREIBER (1994) handelt es sich um einen Basanit bzw. in den höheren Bereichen des Vorkommens um einen Alkaliolivinbasalt. In einer dichten bis glasigen Grundmasse sind Einsprenglinge von Olivin und Pyroxen erkennbar. Nur im Bereich zwischen Auflagerungsfläche und wenige Meter darüber treten Xenolithe aus kantengerundeten unterdevonischen Sandsteinen, stark alterierten Seesedimenten und braungelben mittelkörnigen Gesteinen (Peridotit?) häufiger auf. An der Basis des Basaltes fehlen makroskopisch erkennbare Blasen oder Pillows. Gelbliche bis weiße Tone mit kugeligen Basaltfragmenten durchadern auf Spalten den Basalt. Der Zersatz des Basaltes und die Bildung der Tonminerale erfolgten bei autohydrothermalen Reaktionen der abkühlenden Schmelze mit verdampftem Porenwasser aus den liegenden Seesedimenten.

Die Absonderung des Basaltes ist dünnplattig an seiner Basis und im obersten Bereich der Abbauwände. Dazwischen dominieren Säulen mit bis zu einem Meter Durchmesser. Die Kontaktzone zwischen dem auflagernden Basalt und den liegenden Schwarzpeliten mit rötlicher Frittung und starker Inkohlung beschränkt sich auf nur wenige Dezimeter (siehe auch Abb. 11 im Kapitel Material und Methoden). Offenbar hat ein Dampffilm zwischen Basalt und wasserreichen Seesedimenten einen Wärmeaustausch weitestgehend verhindert (Leidenfrost-Phänomen, ZIMANOWSKI et al. 1986). LADNORG (1976) beschrieb Absonderungen im Basalt des Hasselichskopfes als Fischgräten. Ähnliche Absonderungen kommen auch im Stöffel-Basalt vor. Fischgräten sind Bereiche, in denen kältere Isothermen von unten (außen) in den Basalt hineingewölbt sind. An ihnen stieg Wasserdampf aus den durch den Kontakt mit der Schmelze aufgeheizten Seesedimenten im Liegenden des Basaltes auf. Auf diesen Spalten haben hydrothermale Lösungen den abkühlenden Basalt zu Grus zersetzt. Die meisten Fischgräten sind konzentrisch um den zentralen Bereich mit der tiefsten Lage der Basaltbasis angeordnet. Dieses Absonderungsgefüge zeigt eindeutig, dass es nur einen einzigen Lavastrom gab, der in das Seebecken einströmte.

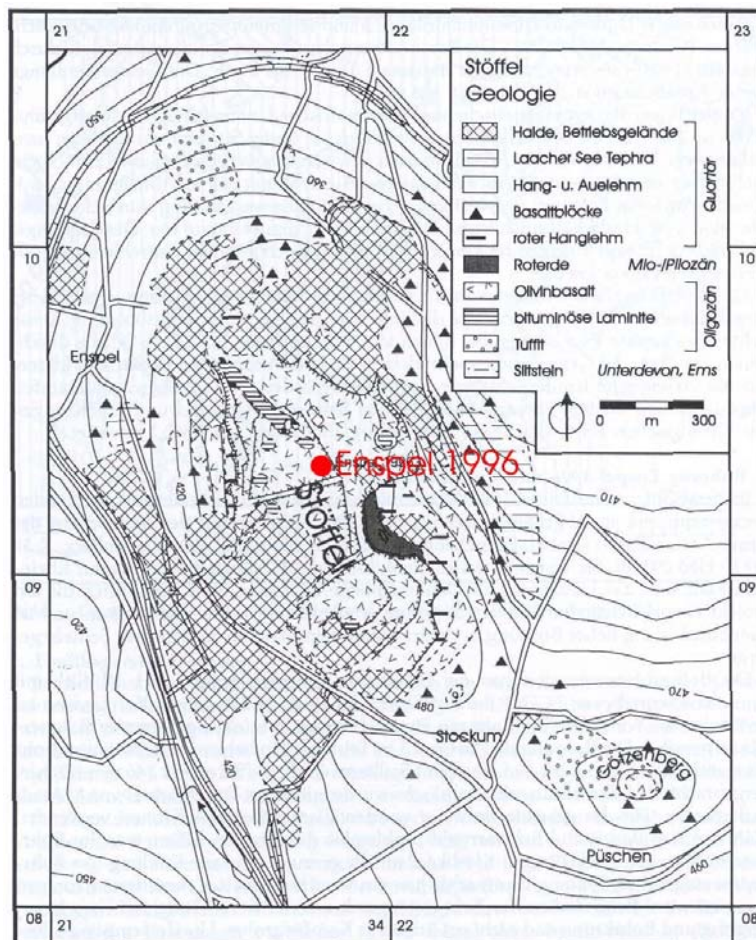
Die Häufung von Säulenrosetten südlich des Zentrums vom Stöffel, die Umbiegung der Säulen unter der plattigen Dachzone und das steile Ansteigen der Basaltbasis nach SE weisen darauf hin, dass das Eruptionszentrum südlich oder östlich des Stöffels gelegen hat. Der Lavastrom ergoss sich in das noch mehrere Zehner Meter tiefe Seebecken hinein, und dort, wo die Seesedimente am mächtigsten sind, senkte sich die Schmelze durch ihren Auflastdruck am tiefsten ein.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Bohrung / Probennahme / Bohrprofil

#### Bohrung

Mit der Forschungsbohrung Enspel 1996/1 (Abb. 6) sollte die gesamte Sedimentationsgeschichte des Enspel-Sees erfasst werden. Darum wurde auf Grund von Geländebefunden durch geologische Kartierungen (ENZMANN 1994, SCHMITT 1994), nach den vorausgegangenen Flachbohrungen (Enspel 1991) und vor allem wegen den gravimetrischen Modellrechnungen durch PIRRUNG (1997) versucht, das Sedimentationszentrum des Sees zu finden und die Bohrung eben dort abzuteufen.



einem Kerndurchmesser von 110 mm. Die einzelnen Kerne wurden direkt in Kunststoff-Liner aufgenommen und bei 3°C in Kühlcontainern dunkel eingelagert.



Abb. 7: Abteufung der Bohrung Enspel 1996/1 (Foto: M. Wuttke, 1996)

#### Probennahme

Die Bohrkern wurden anschließend ins Bohrkernlager des Geologischen Landesamtes von Rheinland-Pfalz in Mainz-Layenhof verbracht und zwischengelagert. Später erfolgte dort das Sägen der Kerne (Abb. 8, 9) und die Beprobung durch die einzelnen beteiligten Arbeitsgruppen.



Abb. 8: Sägen der Kerne (Foto: A.R. Ashraf 1997)

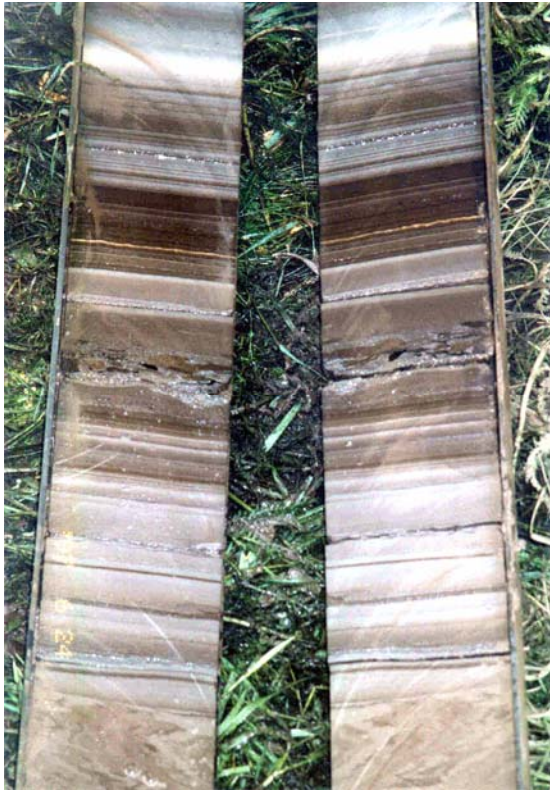


Abb. 9: Gesägte Kerne (Foto: A.R. Ashraf 1997)

Die Probennahme für die Arbeitsgruppe aus Tübingen erfolgte durch Dr. A.R. Ashraf nach Einsicht in die vorläufige Kernbeschreibung von FELDER (1997). Beprobte wurden dabei ausschließlich die Schwarzpelite, da nur sie eine Palynomorphenüberlieferung erwarten ließen (insgesamt 423 Proben). Die Proben (50-100 g, was in etwa einer Kernlänge von 2 – 3 cm entspricht) wurden zumeist im Abstand von 10 cm entnommen und in verschließbare Plastiktüten gepackt.

Bemerkung: Im Anhang auf CD-Rom findet sich die Datei Vergleich Probennummer, Teufe, Pelitmächtigkeit mit einer Aufstellung über die genaue Kerntiefe der einzelnen Proben sowie die Einordnung der Proben in die Schwarzpelite

#### Bohrprofil

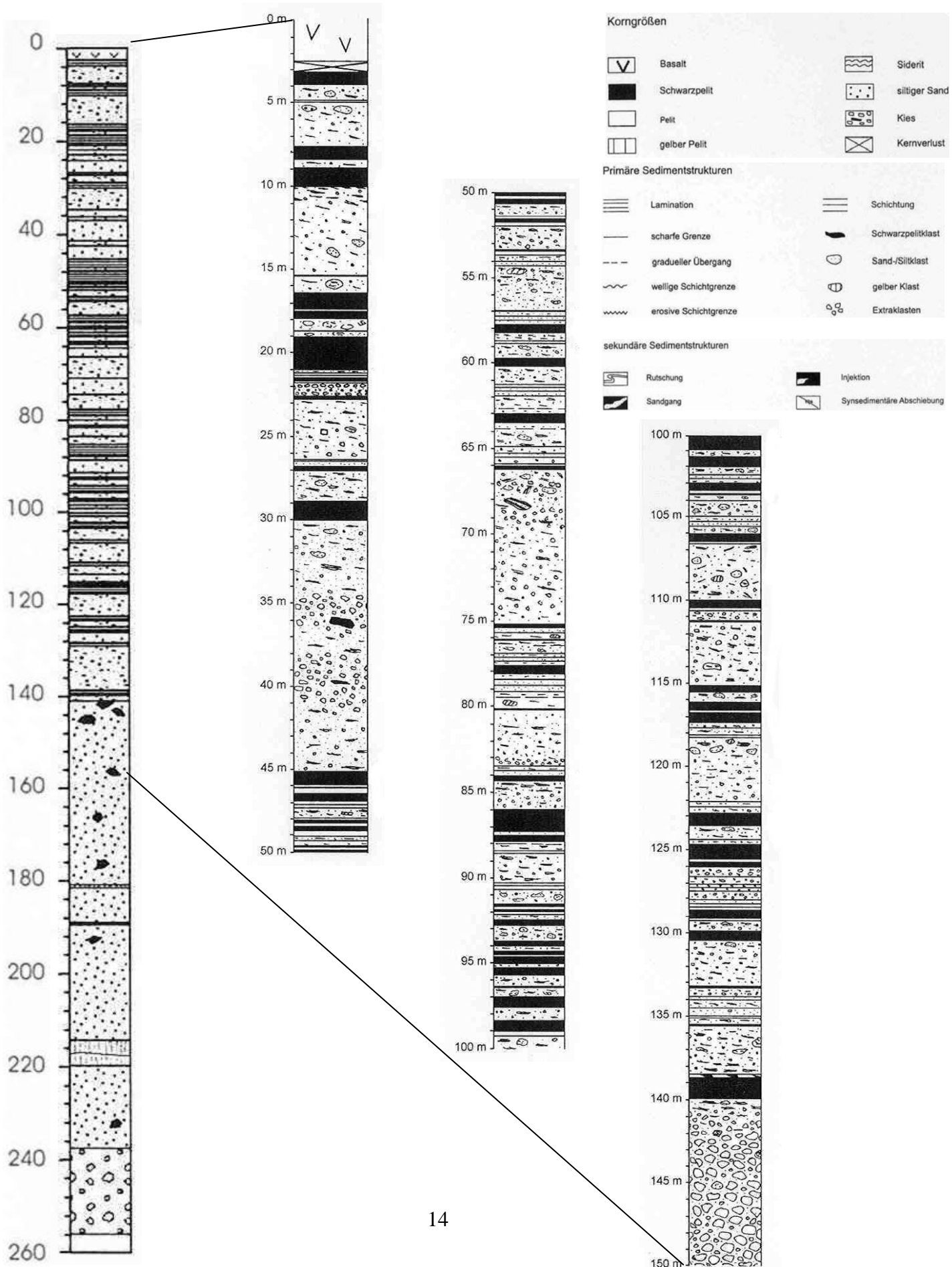
(siehe Abb. 10: Bohrprofil)

Die sedimentologische Beschreibung der Bohrung Enspel erfolgte durch FELDER et al. (1998). Die erbohrte Beckenfüllung lässt in ihrer lithologischen Abfolge eine für vulkanolakustrine Becken charakteristische sedimentologische Entwicklung erkennen (LÜNIGER 2002).

Abb. 10: Bohrprofil der Bohrung Enspel 1996

(nach FELDER et al. 1998, verändert)

**Legende**



Bemerkung: Die folgende Kernbeschreibung ist zum großen Teil der Arbeit von FELDER et al. (1998) entnommen. Dort wird der Kern in 4 Lithozonen untergliedert:

Das Liegende bildet die Lithozone A (256-235 m Kernteufe) mit syneruptiven Nebengesteinsbreccien des Diatremes, die in einer phreatomagmatischen Eruption entstanden. Sie besteht aus Klasten von devonischem Quarzit und kaolitischem Tonstein, welche bis zu Blockgröße erreichen.

Im Hangenden folgt die Lithozone B (235-142 m Kernteufe), die aus syneruptiven Breccien des Diatremes mit umgelagerter Maartephra besteht. Es sind Vulkaniklastika und Nebengesteinsklasten, eingebettet in eine stark tonige Matrix mit einem Farbspiel von rotbraun über grüngrau bis nahezu weiß. Zwischen 220 und 214,4 m Kernteufe ist ein dichter, fragmentierter Basalt eingeschaltet, der als Lavastrom interpretiert wird. Er dokumentiert eine zweite Eruption, welche subaquatisch ausgeflossen ist, was seine Brecciierung erklären würde. Darüber folgen bis zu einer Kernteufe von 142 m polymikte, syneruptive Breccien mit sehr schlecht sortierten, sauren und basischen Pyroklasten sowie Xenoklasten des umgebenden Grundgebirges.

Oberhalb beginnt mit Lithozone C und D (142-2,6 m Kernteufe) die Emspeler lakustrine Abfolge. Sie besteht aus einer Wechselfolge von Schwarzpeliten, Tuffen und gravitativen Resedimenten. Die Resedimente werden aus Tuffiten, Turbiditen, Schlammströmen, Schuttströmen und Rutschungen aufgebaut (vgl. WILKE 1994, PIRRUNG 1997). Sie können in eine Reihe von Sublithozonen und Lithofaziestypen (WILKE 1994, GAUPP & WILKE 1998) untergliedert werden und sind überwiegend flach gelagert. Die Mächtigkeit der Resedimente erreicht bis zu 15 m. Sie bauen den überwiegenden Teil der Abfolge auf. Ihre inverse Gradierung sowie ihre schlechte Sortierung sind auf die Menge und Größe der Intraklasten und der Bimse zurückzuführen. Die Klasten erreichen eine Größe von Grobsand bis Grobkies und schwimmen in einer tonig-sandigen, dunkelbraunen oder grauen Matrix. Die mächtigen Schuttströme lassen sich aus Hangabbrüchen herleiten und haben wahrscheinlich auch viel Beckenmaterial mit aufgearbeitet. Ausgangspunkt für geringmächtigere Schuttströme, Rutschungen und Turbidite sind eher im See selbst zu suchen. Interessant ist, dass die Mächtigkeit der Rutschmassen zum Hangenden nicht abnimmt. Im Gegenteil, der mächtigste Schlammstrom liegt zwischen 45 und 30 m Kernteufe. Die Schwarzpelite, die nur etwa 20 % der Lithozone ausmachen, sind meist olivgraugrün gefärbt. Sie sind im oberen Teil meist schwach sandige, schwach tonige, bituminöse Silte, die zumeist schlecht laminiert sind. Im unteren Teil dagegen sind sie meist gut laminiert und stärker tonig. Sie zeigen ein Einfallen zwischen 1 und 5° und ihre Mächtigkeit schwankt von wenigen Millimetern bis zu maximal 1,5 m. Immer wieder sind Rutschungsstrukturen an der Basis der Schwarzpelite zu erkennen, die evtl. auch auf Gleitvorgänge infolge von tektonischen Störungen (Erdbeben) zurückzuführen sind. Außerdem kann es wegen der vielen Schlammströme/Turbidite zur Umlagerung ganzer Schwarzpelitpakete gekommen sein. In die Schwarzpelite sind zudem geringmächtige Sedimente unterschiedlicher Korngröße

eingeschaltet (siehe Abb. 9, 10), die meist grau gefärbt sind. Sie enthalten oft Bimse, rote und basaltische Schlacken sowie Nebengesteinsfragmente bis Feinkiesgröße und z. T. Intraklasten. Nach SCHMINKE (in FÜCHTBAUER 1988) handelt es sich um Tuffe, Tuffite und Epiklastite.

Das Hangende des Bohrkerns wird durch einen dichten, Nephelin-normativen Basanit (SCHREIBER 1994) gebildet. Durch das Einfließen des Basaltes wurde die Geschichte des Enspel-Sees auf dramatische Art und Weise beendet und die Schwarzpelite der Kontaktzone (Abb. 11) unterlagen auf ca. 30 cm Mächtigkeit thermischer Beeinflussung.



Abb. 11: Kontaktzone Basalt / Schwarzpelit (Foto: Enspel-Exkursion zur Jahrestag. der Dt. Pal. Ges. 2003, [www.uni-mainz.de/FB/Geo/palaeontologie/Mainz03/pics/freitag/index.htm](http://www.uni-mainz.de/FB/Geo/palaeontologie/Mainz03/pics/freitag/index.htm))

### 3.2 Probenaufbereitung

Die Probenaufbereitung erfolgte nach dem Aufbereitungsverfahren von KAISER & ASHRAF 1974 (Abb. 12). Die einzelnen Arbeitsschritte waren wie folgt:

#### 1. Mechanisches Zerkleinern

Zerstoßen von 2/3 (ca. 30-50 g.) der Probe (1/3 als Reserve) in Mörser, Sieben des Gemenges durch 1mm-Sieb, Waschen mit dest. Wasser, Siebgut > 1mm wird weiterverwendet.

#### 2. Chemischer Aufschluss

##### a) Salzsäureaufschluss zum Entfernen des Kalkes

Zerkleinertes und gewaschenes Probenmaterial mit konz. HCl (32 %) in Becherglas bis Siedepunkt erhitzen, Auffüllen mit dest. H<sub>2</sub>O, sedimentieren, dekantieren, 2-3



maliges Wiederholen des Vorgangs, um alles gelöste  $\text{CaCl}_2$  und  $\text{MgCl}_2$  zu entfernen. Sonst reagieren Ca und Mg später beim Flusssäureaufschluss zu unlöslichem  $\text{CaF}_2$  und  $\text{MgF}_2$ . Reinigung der Probe von HCl und  $\text{CaCl}_2$  mit dest.  $\text{H}_2\text{O}$  durch Sieben über  $14\mu\text{m}$  Sieb.

#### b) Flusssäureaufschluss zum Entfernen der Silikate

Probe wird in flusssäurefester PVC-Flasche mit etwa 0,2 l hochprozentiger Flusssäure (40 %) versetzt. Wegen dabei auftretenden gefährlichen Gasen und möglicher Spritzer der Säure wird die Probe nur unter einem starken Abzug abgefüllt. Beide Hände müssen mit säurefesten Handschuhen und das Gesicht durch eine Maske geschützt sein. Es erfolgt eine Reaktion von Gestein und HF (z. T. sehr heftig, starke Erhitzung und Gasentwicklung  $\text{SiF}_4$ ), deshalb: Probenbehälter beim Befüllen in Wasserbad, Flaschendeckel locker auflegen. Ist Reaktion zu heftig (1-3 % der Proben), sofortige Zugabe von kaltem dest. Wasser, um HF zu verdünnen. Danach Flaschen in "Schüttler" über Nacht. Nach 24 Stunden ist Reaktion normalerweise abgeschlossen. Jetzt Beseitigung der überschüssigen HF durch Auffüllen mit dest.  $\text{H}_2\text{O}$ . Danach sedimentieren lassen und Dekantieren bzw. Absaugen. Reinigungsvorgang aus Auffüllen, Sedimentieren und Dekantieren mindestens 2x wiederholen.

#### c) Reinigung der Probe

Die Probe enthält nun neben dem organischen Anteil noch große Mengen an anorganischem Material, schwerlösliche Alumnofluoride ( $\text{AlF}_6\text{-3Me}^{+3}$ ). Diese müssen in leichtlösliche Formen überführt und abgeschieden werden. Deshalb: Zugabe von Kalilauge (KOH) in Form von Plätzchen, Entstehung eines basischen Milieus, Fluoride gehen in Hydroxide über. Zugabe von heißer konz. HCl (32 %), Hydroxide gehen als Chloride in Lösung. Beseitigung des anorganischen Rückstandes durch Sieben mit  $6\mu\text{m}$ -Sieb, Abspülen des Filtrats mit  $\text{ZnCl}_2$  (Dichte  $2\text{g/cm}^3$ ) in Reagenzgläser. Zentrifugieren, d. h. Abtrennung der mineralischen Komponente ( $D > 2,0\text{ g/cm}^3$ ).

#### 3. Präparateherstellung - Herstellung von Durchlichtpräparaten:

Das nach dem Zentrifugieren auf dem  $\text{ZnCl}_2$  "schwimmende" Probenmaterial ( $D < 2,0\text{ g/cm}^3$ ) wird nun über ein  $6\mu\text{m}$ -Sieb dekantiert und Glyceringelatine stückweise in das Probenmaterial "getaucht". Diese Glyceringelatine wird nun auf den Objektträger aufgebracht und bis zur Verflüssigung des Gels erwärmt. Danach Auflegen des Deckglases, Trocknung (1 Tag) und anschließend Entfernung der überstehenden Glyceringelatine. Als letzter Arbeitsschritt erfolgt die Versiegelung durch Umrandung des Deckglases mit Nagellack. Von jeder Probe wurden 2-3 Präparate erstellt.

#### 4. Aufbewahrung

Das restliche Probenmaterial wurde zur Aufbewahrung und späteren Wiederverwendung in kleine Fläschchen abgefüllt und mit wenigen Tropfen Phenol versetzt, um einer Schimmelbildung (Zerstörung der Probe) vorzubeugen.



### 3.3 Mikroskopie / Auszählverfahren und Bestimmung

Zur Mikroskopie standen 3 Mikroskope zur Verfügung:

A: Ein Mikroskop des Typs "LEITZ DMRXE" der Firma Leica Mikroskopie und Systeme GmbH. Verwendet wurde hauptsächlich ein Objektiv mit 40-facher Vergrößerung.

B: Ein Mikroskop des Typs "Orthoplan" der Firma Leitz GmbH, zusammen mit einem Schnellfotogerät der Firma Mitsubishi, Typ Video Copy Processor P66E zur Herstellung von Arbeitsbildern als Hilfe beim Auszählen.

C: Zum Erstellen der Sporomorphenvbilder (siehe Tafel 1 bis 15 im Anhang) wurde ein Mikroskop des Typs "BX51" der Firma Olympus mit einer Digitalkamera der Firma Olympus des Typs "Camedia C-3040 Zoom" verwendet. Die Sporomorphae wurden mit 400-facher Vergrößerung fotografiert.

#### Auszählverfahren

Die Menge der ausgezählten Palynomorphae je Präparat wurde laufend an sogenannten "rarefaction curves" orientiert, die die Diversität als eine Funktion der Zahl der analysierten Palynomorphae darstellen.

Vergleich Anzahl Taxa / Anzahl ausgezählte Palynomorphae

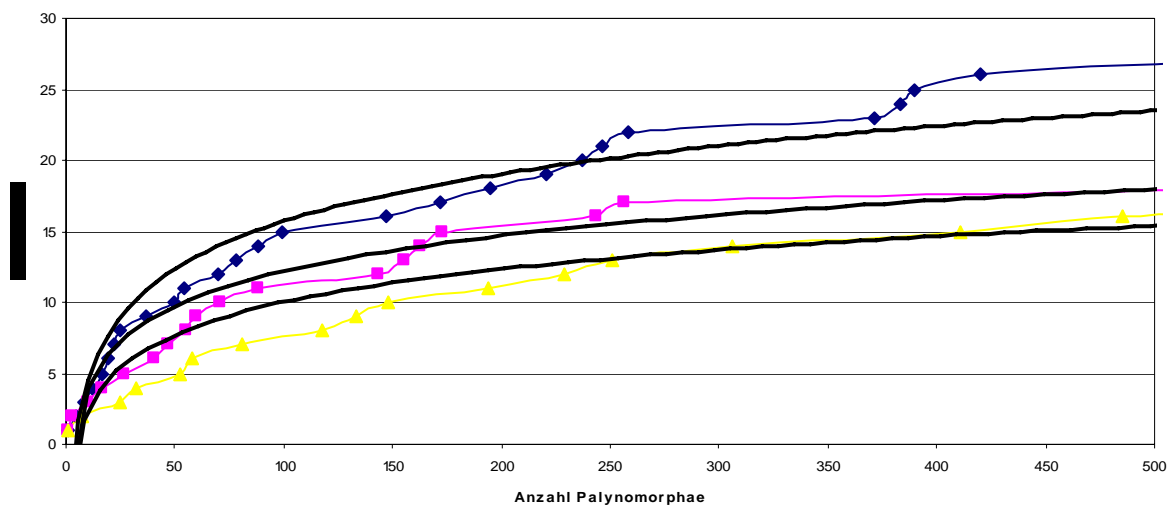


Diagramm 1: Typische "rarefaction curves" für untersuchte Proben (P 16/1, 88/1, 146/1)

In der Regel ergibt sich bei einer Anzahl von 150 bis 200 Palynomorphae keine signifikante weitere Diversitätszunahme mehr (ASHRAF & MOSBRUGGER 1995, S.72). In den Enspel-Proben zeigte sich, dass erst ab einer Anzahl von 200 – 250 die Diversitätszunahme

stark zurückging (Diagramm 1). Daher wurden (aus Interesse an möglichst vielen verschiedenen Arten) ca. 250-300 Pollen und Sporen je Präparat ausgezählt. Zusätzlich wurden noch weitere Palynomorphen (Pilzreste, Algenreste) erfasst. Zudem wurden aus Übungsgründen die ersten paar Präparate ganz ausgezählt. Auch waren in manchen Proben so wenig Palynomorphae enthalten, dass diese vollständig ausgezählt wurden. Bezüglich der Algen wurden in manchen Präparaten so viele gefunden, dass nach 10 Bahnen die weitere Anzahl hochgerechnet wurde.

## Bestimmung

Bestimmt wurden die Palynomorphen vor allem mit Hilfe folgender Publikationen:

- ASHRAF, A. R. & MOSBRUGGER, V. (1995): Palynologie und Palynostratigraphie des Neogens der Niederrheinischen Bucht – Teil 1: Sporen.
- ASHRAF, A. R. & MOSBRUGGER, V. (1996): Palynologie und Palynostratigraphie des Neogens der Niederrheinischen Bucht – Teil 2: Pollen.
- BRUCH, A., A. (1998): Palynologische Untersuchungen im Oligozän Sloweniens – Paläo-Umwelt und Paläoklima im Ostalpenraum.
- HOCHULI, P. A. (1978): Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys.
- KRUTZSCH, W. (1962d, 1963a, 1963e, 1967, 1970a, 1971): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung I-VII.
- KRUTZSCH, W. (1966d): Zur Kenntnis der präquartären periporaten Pollenformen.
- LIANG, M. (2004): Palynology, Palaeoecology and Palaeoclimate of the Miocene Shanwang Basin, Shangdong Province, Eastern China.
- MOHR, B. A. R. (1984): Die Mikroflora der Obermiozänen bis Pliozänen Deckschichten der Rheinischen Braunkohle.
- NAGY, E. (1969): Palynological elaborations of the Miocene Layers of the Mecsek Mountains.
- NAGY, E. (1985): Sporomorphs of the Neogene in Hungary.
- NEUY-STOLZ, G. (1958): Zur Flora der Niederrheinischen Bucht während der Hauptflöz-bildung unter besonderer Berücksichtigung der Pollen und Pilzreste in den hellen Schichten.
- STUHLIK, L. et al. (2001, 2002): Atlas Of Pollen And Spores Of The Polish Neogene – Volume 1 + 2 – Spores, Gymnosperms.
- THIELE-PFEIFFER, H. (1980): Die miozäne Mikroflora aus dem Braunkohletagebau Oder bei Wackersdorf / Oberpfalz.
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. (1953): Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. (Siehe ferner Kapitel 11: Literatur).

## 4 Systematik und Beschreibung der Taxa

Hinsichtlich der systematischen Einordnung der Sporomorphae wird der von POTONIE (1956-1975) gegebenen Gliederung der Sporae dispersae gefolgt. Die Beschreibung wird nach folgenden Gesichtspunkten gehandhabt:

1. Stimmt die vorliegende Sporomorphe völlig mit einer in der Literatur beschriebenen Art überein und ist dieser Beschreibung nichts hinzuzufügen, so werden – um Wiederholungen zu vermeiden – lediglich die am besten zutreffenden Beschreibungen zitiert, soweit sie in weit verbreiteten und leicht zugänglichen Zeitschriften erschienen sind. In den meisten Fällen wird zudem die Sporomorphae auf den Tafeln abgebildet.
2. Sind die in der Literatur gegebenen Beschreibungen unzureichend oder in schwer zugänglichen Zeitschriften erschienen, so wird die betreffende Sporomorphae-Art nochmals beschrieben.
3. Lediglich wenn sich hinsichtlich einer Sporomorphae-Art neue Erkenntnisse ergeben haben, werden der Beschreibung noch Bemerkungen hinzugefügt. Dasselbe erfolgt bei solchen Sporomorphae, bei denen nur eine cf.-Bestimmung bzw. eine sp.-Bestimmung möglich war.

### 4.1 Systematischer Teil A: Sporen

Anteturma Proximegerminates

(Sporites POTONIE 1893) R. POTONIE 1970

Turma Triletes – Azonales (REINSCH 1884) POTONIE 1970

Subturma Azonotriletes (LUBER 1935) DETTMANN 1963

Infraturma Laevigati, Quasilaevigati (BENNIE & KIDSTON 1886) POTONIE 1966

Gattung *Concavisporites* (PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1959b

Genotypus: *Concavisporites rugulatus* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 49, Taf. 1, Fig. 22) und KRUTZSCH (1959b, S. 116/117)

Bemerkung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995, S. 73)

(1) *Concavisporites pseudopartitus* KRUTZSCH 1959b

Taf. 1, Fig. 1

1959b *Concavisporites (Concavisporites) pseudopartitus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 120, Taf. 15, Fig. 139-143

1962d *Concavisporites (Concavisporites) cf. pseudopartitus* KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 104, Taf. 45, Fig. 13-17

2001 *Concavisporites pseudopartitus* KRUTZSCH; STUHLIK et al., S. 33, Taf. 14, Fig. 2a, b

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b), Größe: 35µm (n = 1), nach KRUTZSCH (1962d, S. 104) sind die mitteloligozänen Exemplare in der Regel etwas größer als die mitteleozänen des Geiseltales (28µm)

Vorkommen: Probe 420-422

Stratigraphie: Bisher Mitteleozän bis Unteroligozän (STUHLIK et al. 2001), KRUTZSCH (1962d) schreibt: „Bisher nicht jünger als Mitteloligozän gefunden“

Botanische Zugehörigkeit: Gleicheniaceae? (STUHLIK et al. 2001)

Bemerkungen: Paläotropisches Element, Gleicheniaceen leben in tropischen Klimaten auf beiden Hemisphären

### Gattung *Leiotriletes* (NAUMOVA 1937) POTONIE & KREMP 1954

Genotypus: *Leiotriletes sphaeotriangulus* (LOOSE 1932) POTONIE & KREMP 1954

Diagnose und Beschreibung: Siehe Potonie (1960, Synopsis III, S. 26)

Bemerkungen: Siehe in Potonie, Synopsis I, 1956, S. 13; Synopsis III, 1960, S.26/27 und Synopsis IV, 1966, S. 17

### (2) *Leiotriletes maxoides* KRUTZSCH 1962d **subsp. minoris** KRUTZSCH 1962d Taf. 1, Fig. 5

1962d *Leiotriletes maxoides* KRUTZSCH *minoris* n. subfsp.; KRUTZSCH S. 16, Taf. 1, Fig. 1-8

1995 *Leiotriletes maxoides* KRUTZSCH subsp. *minoris* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 76/77, Taf. 1, Fig. 13

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1962d), Größe: 45- 55µm (n = 4),

Vorkommen: Probe 46, 54, 144, 159, 222, 274, 371, 411, 412

Stratigraphie: Oberoligozän - Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae

Bemerkungen: Paläotropisches Element, Schizeaceae sind in tropischen und subtropischen Gebieten verbreitet

### (3) *Leiotriletes* sp. ohne Abb.

Beschreibung: Trilete psilate Spore mit gerundeten Ecken, die Triletenmarke erreicht etwa 2/3 des Sporenradius, Größe: 35-45µm (n = 3), Exine 1,5µm

Vorkommen: 70, 93, 95, 98, 101, 129, 186, 193, 206, 217, 221, 227, 241, 257, 261-265, 268, 269, 276, 307, 344, 345, 352, 364, 371, 372, 377, 382, 386, 405, 407, 411-419, 421

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae

Bemerkungen: Siehe (2)

### Gattung *Stereisporites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Stereisporites stereoides* (R. POTONIE & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Synonymie: *Sphagnumsporites* RAATZ 1937 ex R. POTONIE 1956, *Sphagnites* COOKSON 1953, *Distannulisporites* KLAUS 1960, *Cingutriletes* PIERCE 1961, *cingulatisporites sensu* POCOCK 1961, „*Sphagnum*“ bei diversen Autoren

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 53)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995, S. 79)

### **Subgen. *Stereisporites***

#### **(4) *Stereisporites cingulatus* KRUTZSCH 1963e subsp. *cingulatus***

Taf. 1, Fig. 6

1963e *Stereisporites (Distverrusporis) cingulatus cingulatus* n. fsp. et subfsp.; KRUTZSCH, S. 78, Taf. 20, Fig. 5-7

1995 *Stereisporites cingulatus* KRUTZSCH 1963e subfsp. *cingulatus*; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 88

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1963e), Größe: 35-40µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 26, 61, 126, 256

Stratigraphie: Obermiozän–Pliozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1995)

Botanische Zugehörigkeit: Sphagnaceae, Gattung *Sphagnum*

Bemerkungen: *Sphagnum*-Arten leben heute in sumpfigen Wäldern, Verlandungs- und Hochmooren der ganzen Welt (THIELE-PFEIFFER 1980). Zusammen mit (5) und (6) ausgewertet

#### **(5) *Stereisporites involutus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960 ex KRUTZSCH 1963e)**

KRUTZSCH 1963e

Taf. 1, Fig. 3

1960 cf. *Sphagnum – Sporites steroides* POTONIE & VENITZ f. *involuta*; DOKTOROWICZ-HREBNICKA, S. 71, 224, Taf. 15, Fig. 2

1963e *Stereisporites (Stereisporites) involutus* DOKTOROWICZ-HREBNICKA ex KRUTZSCH *involutus*; KRUTZSCH S. 44, Taf. 4, Fig. 12-23

1964 cf. *Sphagnum – Sporites steroides* POTONIE & VENITZ f. *rara*; DOKTOROWICZ-HREBNICKA, S. 26, Taf. 17, Fig. 94

1974 *Stereisporites (Stereisporites) involutus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA) KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 327, Taf. 2, Fig. 5

2001 *Stereisporites involutus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960 ex KRUTZSCH 1963e) KRUTZSCH 1963e; STUHLIK et al., S. 12, Taf. 2, Fig. 8, 9

Beschreibung: Siehe STUHLIK et al. (2001), Größe: 30µm (n = 1)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 389

Stratigraphie: Eozän - Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Sphagnaceae, Gattung *Sphagnum*

Bemerkungen: Siehe (4). Zusammen mit (4) und (6) ausgewertet

#### **(6) *Stereisporites* sp.**

Taf. 1, Fig. 4

Beschreibung: Trilete psilate Spore mit geschlängelter Triletenmarke,

Größe: 31,5µm (n = 1), Exine 2µm

Vorkommen: Einzelfund in Probe 270

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Sphagnaceae, Gattung *Sphagnum*

Bemerkungen: Siehe (4). Zusammen mit (4) und (5) ausgewertet

### Gattung *Intrapunctisporis* KRUTZSCH 1959b

Genotypus: *Intrapunctisporis intrapunctis* KRUTZSCH 1959b

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b, S. 69) und POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 26)

### (7) *Intrapunctisporis* cf. *balinkaensis* (KEDVES 1973) NAGY 1985 Taf. 1, Fig. 2

1973 *Leiotriletes balinkaensis* n. fsp.; KEDVES, S. 31, 32, Taf. 3, Fig. 5, 6

1985 *Intrapunctisporis balinkaensis* (KEDVES) n. comb.; NAGY, S. 82, Taf. 17, Fig. 14

2001 *Intrapunctisporis balinkaensis* (KEDVES) NAGY; STUCHLIK et al., S. 39, Taf. 15, Fig. 8-10

Beschreibung: Siehe STUCHLIK et al. (2001), vorliegende Exemplare zeigen allerdings eine scabrate Oberfläche, Größe: 31- 40µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 33, 49, 52, 200, 217, 245, 248, 250, 259, 264, 273, 301, 317, 344, 350, 351, 393

Stratigraphie: Mittleres Eozän - Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae, nach KEDVES (1973) sind die fossilen Sporen morphologisch ähnlich denen der rezenten Gattung *Lygodium* (STUCHLIK et al. 2001)

### Infraturma Apiculati (BENNIE & KIDSTON 1886) POTONIE 1956

### Subinfraturma Verrucati DYBOVA & JACHOWICZ 1957

### Gattung *Trilites* (COOKSEN 1947 ex COUPER 1953) POTONIE 1966

Synonym: *Conv verrucosiporites* POTONIE & KREMP 1954, siehe POTONIE (1966, S. 29, 31), *Tuberositriletes* DÖRING 1964, S. 1104, siehe POTONIE (1970, S. 19)

Genotypus: *Trilites tuberculiformis* COOKSON 1947

Diagnose und Beschreibung: Siehe COOKSON (1947, S. 136, Taf. 16, Fig. 61, 62) und KRUTZSCH (1959b, S. 147, 148)

### (8) *Trilites corruvalatus* (KRUTZSCH 1967) NAGY 1985 Taf. 1, Fig. 7

1967 *Trilites corruvalatus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 74, Taf. 19, Fig. 1-6

1985 *Corrugatisporites corruvalatus* (KRUTZSCH) n. c.; NAGY, S. 89, Taf. 21, Fig. 13, 14



- 1994 *Corrugatisporites corruvalatus* (KRUTZSCH) NAGY; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO et al., Taf. 1, Fig. 6  
 1998 *Trilitis corruvalatus* KRUTZSCH; SLODKOWSKA, Taf. 8, Fig. 1  
 2001 *Corrugatisporites corruvalatus* (KRUTZSCH) NAGY; STUCHLIK et al., S. 34, Taf. 20, Fig. 1, 2

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 35µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 100, 271, 274, 275, 277, 301, 311, 320, 344, 345, 352, 376, 378, 381, 382, 386, 404, 405, 409, 415, 416

Stratigraphie: Unter bis Mittelmiozän

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae, ähnlich den corrugaten Sporen der rezenten Gattung *Lygodium* (STUCHLIK et al. 2001)

Bemerkungen: Paläotropisches Element (subtropisch). Zusammen mit (9) ausgewertet

(9) *Trilitis multivallatus* (PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1959b  
 Taf. 1, Fig. 11

- 1934 *Sporites solidus* POTONIE; in POTONIE & VENITZ, S.42, Taf. 1, Fig. 35  
 1951b *Lygodioisporites solidus* n. comb.; POTONIE, S. 144, Taf. 20, Fig. 12, 13  
 1953 *Corrugatisporites solidus* POTONIE subsp. *multivallatus* n. subsp. PFLUG; THOMSON & PFLUG, S. 55, Taf. 2, Fig. 37, 38  
 1959b *Trilitis multivallatus* (PFLUG 1953) n. comb.; KRUTZSCH, S. 149  
 1967 *Trilitis multivallatus* (PFLUG) KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 72, Taf. 18, Fig. 1-16  
 1969 *Lygodioisporites multivallatus* (PFLUG) n. comb.; NAGY, S. 106, Taf. 18, Fig. 1, 4  
 1973 *Trilitis multivallatus* (PFLUG) KRUTZSCH; RAKOSI, S. 513, Taf. 10, Fig. 9, 10  
 1978 *Trilitis multivallatus* (PFLUG) KRUTZSCH; HOCHULI, S. 59, Taf. 4, Fig. 9  
 1980 *Trilitis multivallatus* (PFLUG) KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 106, Taf. 2, Fig. 11-14  
 1990 *Corrugatisporites multivallatus* (KRUTZSCH) n. comb.; PLANDEROVA S. 32, Taf. 20, Fig. 10-13  
 1995 *Trilitis multivallatus* (PFLUG) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S.100, Taf. 4, Fig. 9, 10  
 1998 *Trilitis multivallatus* (PFLUG) KRUTZSCH; BRUCH, S.48, Taf. 4, Fig. 3, 4  
 2001 *Corrugatisporites multivallatus* (PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953) PLANDEROVA; STUCHLIK et al., S. 35, Taf. 20, Fig. 3-8, Taf. 21, Fig. 3a, b

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und BRUCH (1998), Größe: 40-60µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 63, 74, 89, 325, 344, 401, 403, 407

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän von Ost- und Mitteleuropa (KRUTZSCH 1967)

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (8)

Bemerkungen: Paläotropisches Element (subtropisch). Zusammen mit (8) ausgewertet

Subinfraturma Nodati DYBOVA & JACHOWICZ 1957

Gattung *Echinatisporis* KRUTZSCH 1959b

Genotypus: *Echinatisporis longiechinus* Krutzsch 1959b

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b, S. 132), KRUTZSCH (1963e, Atlas III, S. 22, 23) und POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 35)

(10) *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH 1959b  
 Taf. 1, Fig. 14

- 1959b *Echinatisporis longiechinus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 133, Taf. 20, Fig. 217, 218; Taf. 21, Fig. 219; Taf.

22, Fig. 229-233

- 1980 *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 109, Taf. 4, Fig. 1  
1984 *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH; MOHR, S. 45, Taf. 3, Fig. 1  
1995 *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 102, Taf. 4, Fig. 17, 18  
1998 *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH; BRUCH, S. 44, Taf. 3, Fig. 2, 3  
2001 *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH; STUHLIK et al., S. 26, Taf. 11, Fig. 7, 8

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b) und MOHR (1984), Größe: 35-40µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 5, 190, 261

Stratigraphie: Eozän bis Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Selaginellaceae, Gattung *Selaginella*

Bemerkungen: Die meisten Selaginellen sind heute Bewohner tropischer und subtropischer Urwälder und bevorzugen sehr feuchte Standorte. Zusammen mit (11) ausgewertet

(11) *Echinatisporis echinoides* KRUTZSCH 1963e **subsp. echinoides** KRUTZSCH 1963e  
Taf. 1, Fig. 13

- 1963e *Echinatisporis echinoides echinoides* n. fsp. et subfsp.; KRUTZSCH, S. 114,  
Taf. 38, Fig. 1-5

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1963e), Größe: 35-40µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 49, 176

Stratigraphie: Oligozän bis Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (10)

Bemerkungen: Siehe (10). Zusammen mit (10) ausgewertet

Subinfraturma Baculati DYBOVA & JACHOWICZ 1957

Gattung *Baculatisporites* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Baculatisporites primarius* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 56), POTONIE (1956, Synopsis I, S. 33) und KRUTZSCH (1967, Atlas IV – V, S. 6)

(12) *Baculatisporites primarius* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 1, Fig. 8

- 1934 *Sporites primarius* n. sp.; WOLFF, S. 66, Taf. 5, Fig. 8  
1953 *Baculatisporites primarius* (WOLFF) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 56, Taf. 2, Fig. 49-53  
1967 *Baculatisporites primarius* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; KRUTZSCH, S. 54  
1984 *Baculatisporites primarius* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 47, Taf. 3, Fig. 5,9.1, 9.2  
1995 *Baculatisporites primarius* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 104/105, Taf. 5,  
Fig. 8, 9  
1998 *Baculatisporites primarius* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 45/46

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), Größe: 50-70µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 5, 27, 44, 47, 115, 133, 151, 188, 193, 196, 201, 229, 247, 255, 269, 280, 282, 313, 315, 317, 324, 326, 328, 335, 339, 342, 344, 359, 367, 368, 372, 390, 391, 404-406, 410, 421, 423

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Osmundaceae, Gattung *Osmunda* L.

Bemerkungen: Wegen ihrer großen Ähnlichkeit wurde auf die Unterscheidung der Unterarten nach KRUTZSCH (1967) verzichtet.

Vertreter der Gattung leben heute in fast allen temperierten und tropischen Regionen der ganzen Welt (TRYON & LUGARDON 1991). Zusammen mit (13) ausgewertet

(13) *Baculatisporites quintus* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1967  
Taf. 1, Fig. 12

1953 *Rugulatisporites quintus* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 56, Taf. 2, Fig. 44-47

1967 *Baculatisporites quintus* (THOMSON & PFLUG) n. comb.; KRUTZSCH, S. 48

1984 *Baculatisporites quintus* (THOMSON & PFLUG) KRUTZSCH; MOHR, S. 48, Taf. 4, Fig. 2

1990 *Osmundacidites quintus* (THOMSON & PFLUG) NAGY ssp. *quintus*; PLANDEROVA, S. 27, TAF. 16, FIG. 1-5

1995 *Baculatisporites quintus* (THOMSON & PFLUG) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 105/106, Taf. 5, Fig. 10, 11

1998 *Baculatisporites quintus* (THOMSON & PFLUG) KRUTZSCH; BRUCH, S. 45, TAF. 3, FIG. 8

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967) und MOHR (1984), Größe: 45-48µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 29, 33, 96, 114, 277, 280, 307, 309, 411

Stratigraphie: Mitteleozän bis Altpleistozän

Botanische Zugehörigkeit: Osmundaceae, Gattung *Osmunda* L., Ähnlichkeit mit rezenten Sporen von *O. regalis*, *O. lancea* und *O. claytonia*

Bemerkungen: Siehe 12. Zusammen mit (12) ausgewertet

Infraturma Muornati POTONIE & KREMP 1954

Reticulum +/- perfekt, polygonale bis foveolate Lumina

Gattung *Retitriletes* (VAN DER HAMMEN 1956 ex PIERCE 1961) DÖRING, KRUTZSCH, MAI & SCHULZ in KRUTZSCH 1963a

Genotypus: *Retitriletes globosus* PIERCE 1961

Diagnose und Beschreibung: Emendierte Diagnose siehe KRUTZSCH (1963a, Atlas II, S. 8)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995, S. 108)

(14) *Retitriletes oligocaenicus* KRUTZSCH 1963a  
Taf. 1, Fig. 9, 10

1963a *Retitriletes oligocaenicus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 94, Taf. 27, Fig. 9-13

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1963a), Größe: 30µm (n = 1)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 45

Stratigraphie: Bisher Mitteloligozän

Botanische Zugehörigkeit: Lycopodiaceae, Gattung *Lycopodium*

Bemerkungen: *Lycopodium*-Arten kommen zumeist in den tropischen Breiten vor, wenige in den gemäßigten Zonen (THIELE-PFEIFFER 1980)

### Gattung *Rudolphisporis* KRUTZSCH 1963a

Genotypus: *Rudolphisporis rudolphi* KRUTZSCH 1963a, S. 56

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH, (1963a, S. 4, 5) bzw. POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 50)

#### (15) *Rudolphisporis rudolphi* (KRUTZSCH 1959b) KRUTZSCH & PACLTOVÁ in KRUTZSCH 1963a Taf. 2, Fig. 1

1935 *Anthoceros cf. punctatus*; RUDOLPH, S. 326, Taf. 5, Fig. 28

1959b *Microreticulatisporites rudolphi* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 159

1963a *Rudolphisporis rudolphi* (KRUTZSCH 1959b) n. comb. KRUTZSCH & PACLTOVA in KRUTZSCH, S. 56, Taf. 9, Fig. 1-7

1995 *Rudolphisporis rudolphi* (KRUTZSCH 1959b) KRUTZSCH & PACLTOVA in KRUTZSCH 1963a; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 114, Taf. 7, Fig. 1

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1963a), Größe: 55-60µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 237, 320, 419

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Anthocerotaceae

Bemerkungen: Paläotropisch / Arktotertiäres Element

Radiale und/oder konzentrische Muri, Striemen, Bänder oder Höckerkämme, manchmal nur ein Kreis

### Gattung *Mecsekisporites* NAGY 1968

Genotypus: *Mecsekisporites miocaenicus* NAGY 1968

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1968, S. 360, Taf. 2, Fig. 1-3)

#### (16) *Mecsekisporites miocaenicus* NAGY 1968 Taf. 1, Fig. 16

1968 *Mecsekisporites miocaenicus* n. g. n. sp. — NAGY, Acta Botanica 14 (3-4) S. 360.

1969 *Mecsekisporites miocaenicus* NAGY, S. 362, Taf. 24, Fig. 5-8

1985 *Mecsekisporites miocaenicus* NAGY, S. 113, Taf. 45, Fig. 2

Beschreibung: Siehe NAGY (1968), Größe: 45-50µm (n = 5),

Vorkommen: Probe 74, 249, 251, 343, 374, 410, 419, 421

Stratigraphie: Oberes Untermiozän bis Mittelmiozän (NAGY 1985)

Botanische Zugehörigkeit: NAGY 1985 bestätigt weitere Autoren (PACLTOVA & SIMONCICS 1970, GREGUSS 1941), die Ähnlichkeit mit der rezenten Art *Anogramma leptophylla* L. aus der Familie der Adiantaceae sahen

Bemerkungen: *Anogramma* lebt im gemäßigten Gürtel, subtropisches bis mediterranes Florenelement. Zusammen mit (17) ausgewertet

(17) **cf. *Mecsekisporites* sp.**

Taf. 1, Fig. 15

Beschreibung: Trilete, cingulate Spore mit konvexen Seiten und gerundeten Ecken, auf der Proximalseite sind drei tangentielle Rippen zu sehen, auf beiden Seiten stehen Verrucae, die Triletenmarke ist von einem ca. 3µm breiten psilaten Rand umgeben, Größe: 42-45µm (n = 2), Exine 2,5µm

Vorkommen: Probe 412, 414

Stratigraphie: Siehe (9)

Botanische Zugehörigkeit: Adiantaceae ?

Bemerkungen: Zusammen mit (16) ausgewertet

Glatte Muri oder modellierte Cristae, nicht immer aber manchmal einander parallel und nicht radial oder deutlich konzentrisch, aber +/- geordnet

Gattung *Cicatricosisporites* R. POTONIE & GELLETICH 1933

Genotypus: *Cicatricosisporites dorogensis* POTONIE & GELLETICH 1933, S. 522

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 61), POTONIE (1956, S. 47), POTONIE (1975, S. 55), KRUTZSCH (1959b, S. 167) und KRUTZSCH (1967, Atlas IV-V, S. 12, 13)

(18) *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH 1959b

Taf. 2, Fig. 2

1959b *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 172, Taf. 35, Fig. 366-371, Taf. 36, Fig. 372, 373

1984 *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH; MOHR, S. 49, Taf. 4, Fig. 6

1989 *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 9, Taf. 2, Fig. 7-10

1995 *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 116, Taf. 7, Fig. 12

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b) und MOHR (1984), Größe: 50µm (n = 1)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 41

Stratigraphie: Alttertiär bis Mitteloligozän, vereinzelt im Oberoligozän, Mittelmiozän?

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae, Gattung *Anemia*, Gattung *Mohria* oder Parkeriaceae, Gattung *Ceratopteris*, *Ceratopteris thalictroides* (ASHRAF & MOSBRUGGER 1995)

Subinfraturma Pseudocingulati POTONIE 1966

Gattung *Corrugatisporites* (THOMSON & PFLUG 1953) ex WEYLAND & GREIFELD 1953

Genotypus (Lectogenotypus): *Corrugatisporis solidus* (POTONIE 1934a) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 55) und POTONIE (1970, S. 35)

(19) *Corrugatisporites graphicus* NAGY 1985

Taf. 2, Fig. 4

1985 *Corrugatisporites graphicus* n. sp.; NAGY, S. 90, Taf. 26, Fig. 9-17

2001 *Corrugatisporites graphicus* NAGY; STUHLIK et al., S. 34, Taf. 21, Fig. 1a-e

Beschreibung: Siehe STUHLIK et al. (2001), Größe: 30-38µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 15, 133, 231, 375

Stratigraphie: Unter- Mittelmiozän (STUHLIK et al. 2001)

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae, Gattung *Lygodium*

Bemerkungen: Paläotropisches Element (subtropisch)

Turma Triletes / Zonales (BENNIE & KIDSTON 1886) POTONIE 1970

Subturma Zonotriletes WALTZ 1935

Infraturma Cingulati (POTONIE & KLAUS 1954) DETTMANN 1963

Gattung *Polypodiaceoisporites* R. POTONIE 1956

Genotypus: *Polypodiaceoisporites* (al. *Sporites*) *speciosus* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE 1956

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1956, S. 63), KRUTZSCH (1959b, S. 179) und KRUTZSCH (1967, S. 17-20)

(20) *Polypodiaceoisporites gracillimus* NAGY 1963

Taf. 2, Fig. 5

1963 *Polypodiaceoisporites gracillimus* n. sp.; NAGY (a), S. 398, Taf. 1, Fig. 3-6

1967 *Polypodiaceoisporites saxonicus* n. sp.; KRUTZSCH, S. 110, Taf. 37, Fig. 5-9, 15-17

1967 *Polypodiaceoisporites spiniverrucatus* n. sp.; TREVISAN, S. 10, Taf. 3, Fig. 1, 2

1985 *Polypodiaceoisporites gracillimus* NAGY; NAGY, S. 97, Taf. 29, Fig. 6-11

1998 *Polypodiaceoisporites gracillimus* NAGY; BRUCH, S. 50/51, Taf. 5, Fig. 1, 2

1998 *Polypodiaceoisporites gracillimus* NAGY; KÖHLER, S. 105

Beschreibung: Siehe BRUCH (1998), Größe: 35-40µm (n = 4)  
Vorkommen: Probe 37, 48, 53, 55, 193, 271, 295, 302, 305, 311-314, 316, 318, 319, 327-333, 336, 351, 366, 371, 395, 399, 400, 402-404, 406, 408, 419  
Stratigraphie: Oberoligozän bis Obermiozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fraglich; als Sporenlieferanten für die Gattung *Polypodiaceoisorites* kommen neben Selaginellen auch Pteridaceen und Cyatheaceen in Betracht (KRUTZSCH 1967)  
Bemerkungen: Zusammen mit (21) ausgewertet

(21) *Polypodiaceoisorites torosus* NAGY 1969  
Taf. 2, Fig. 7

1969 *Polypodiaceoisorites torosus* n. sp.; NAGY, S. 352, Taf. 20, Fig. 9, 11  
1980 *Polypodiaceoisorites torosus* NAGY; THIELE-PFEIFFER, S. 110/111, Taf. 4, Fig. 10, 11  
1995 *Polypodiaceoisorites torosus* NAGY; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 120/121, Taf. 8, Fig. 12

Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995), Größe: 40-42µm (n = 2)  
Vorkommen: Probe 3, 71, 94, 96, 191, 204, 233, 234, 238, 239, 252, 258-260, 265, 268, 271, 273, 285, 294, 297, 299, 307, 329, 335, 337, 340-342, 356, 361, 370, 371, 373, 383, 385, 387, 392, 396, 398, 402, 404, 408, 409, 412, 417, 420, 421  
Stratigraphie: Bisher Miozän  
Botanische Zugehörigkeit: Pteridaceae, Gattung *Pteris* L. (ASHRAF & MOSBRUGGER 1995).  
Bemerkungen: *Pteris*-Arten sind heute in erster Linie in den Tropen, aber auch in den Subtropen der ganzen Welt beheimatet (wärmeres Element). Zusammen mit (20) ausgewertet

Gattung *Muerrigerisporis* KRUTZSCH 1963e

Genotypus: *Muerrigerisporis muerrigeri* (PFLANZL in MÜRRIGER & PFLANZL 1955) KRUTZSCH 1963e

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1963e, S. 23, 24, 120, Abb. 90, Taf. 41, Fig. 1, 2) und POTONIE (1966, S. 86, 87)

(22) *Muerrigerisporis monstrans* KRUTZSCH 1963e  
Taf. 2, Fig. 3

1963e *Muerrigerisporis monstrans* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 120, Taf. 41, Fig. 3-8  
1980 *Muerrigerisporis monstrans* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 109/110, Taf. 4, Fig. 2-5

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 45µm (n = 2)  
Vorkommen: Probe 254, 369  
Stratigraphie: Oligozän bis Mittelmiozän  
Botanische Zugehörigkeit: Selaginellaceae, Gattung *Selaginella*  
Bemerkungen: Paläotropisch / Arktotertiär. Zusammen mit (23) und (24) ausgewertet

(23) *Muerrigerisporis* sp.1

Taf. 2, Fig. 8

Beschreibung: Trilete Spore mit ungleichmäßigem bis zu 3,6µm breitem Cingulum, Proximalseite leicht granulat bis verrucatus, Distalseite etwas stärker granulat bis verrucatus

Größe: 40µm (n = 1), Exine 1,2µm

Vorkommen: Einzelfund in Probe 345

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Selaginellaceae?

Bemerkungen: Zusammen mit (22) und (24) ausgewertet

(24) *Muerrigerisporis* sp.2

Taf. 2, Fig. 10

Beschreibung: Trilete Spore mit ungleichmäßigem bis zu 5µm breitem Cingulum und beidseitigen groben in Reihen angelegten Echini-Verrucae von bis zu 3,5µm Höhe, zu der Triletenmarke hin kleiner werdend, Größe: 40-45µm (n = 5), Exine 1,5-5µm

Vorkommen: Probe 195, 206, 207, 222, 226, 264, 293, 326, 364, 387

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Selaginellaceae ?

Bemerkungen: Zusammen mit (22) und (23) ausgewertet

Subinfraturma Pseudocingulati POTONIE 1966

Gattung *Verrucingulatisporites* KEDVES 1961

Genotypus: *Verrucingulatisporites verrucatus* KEDVES 1961

Diagnose und Beschreibung: Siehe KEDVES (1961, S. 140, Taf. 8, Fig. 10, 11)

(25) *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY 1963 **subsp. undulatus**

Taf. 2, Fig. 9

1963 *Verrucingulatisporites undulatus* n. sp.; NAGY (a), S. 400, Taf. 13, Fig. 7, 8

1967 *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY *undulatus*.; KRUTZSCH, S. 118, Taf. 40, Fig. 5-12

1978 *Verrucingulatisporites undulatus undulatus* NAGY; HOCHULI, S. 63, Taf. 6, Fig. 3

1984 *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY *undulatus* KRUTZSCH; MOHR, S. 51, Taf. 4, Fig. 7

1985 *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY; NAGY, S. 108, Taf. 38, Fig. 13, 14

1995 *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY subsp. *undulatus*.; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 122, Taf. 8, Fig. 16, 17

1996 *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY *undulatus*; NICKEL, S. 27, Taf. 5, Fig. 22, 23

1998 *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY *undulatus*; BRUCH, S. 53/54, Taf. 6, Fig. 7, 8

Beschreibung: Siehe BRUCH (1998), Größe: 36-40µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 7, 14, 25, 29, 42, 47, 53, 58, 60, 69, 76, 85, 96-98, 105, 112-115, 119, 121, 124, 125, 173, 190-193, 196, 197, 199, 210, 213, 222, 229-232, 238, 246, 247, 249, 253, 254, 257, 269, 270, 274, 282, 288, 294, 296, 302, 304-306, 310-313, 315, 317-319, 324, 325,



328, 331, 333-335, 340-343, 346-348, 352, 354, 357, 360-366, 370, 371, 386, 396-412, 416, 417

Stratigraphie: Obereozän bis Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Pteridaceae, Gattung *Pteris* L., THIELE-PFEIFFER (1980), S. 129, vergleicht mit den Sporen von *Pteris cuspidata* und *Pteris fohaiensis* aus China sowie mit den Sporen von *Pteris deltodon* und *Pteris excelsa*, beide aus Taiwan (HUANG 1981, Taf. 68, Fig. 5 und Taf. 69, Fig. 1, 2; CHEN & HUANG 1974, Taf. 8, Fig. 5 und Taf. 9, Fig. 1, 2)

#### Subinfraturma Laticingulati POTONIE 1966

#### Gattung *Bifacialisporites* NAGY 1963

Genotypus: *Bifacialisporites murensis* Nagy 1963

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1963, S. 143, Taf. 1, Fig. 1, 2) und POTONIE (1966, S. 89)

#### (26) *Bifacialisporites murensis* NAGY 1963

Taf. 2, Fig. 6

1963 *Bifacialisporites murensis* n. sp.; NAGY, S. 144, Taf. 1, Fig. 1, 2

1985 *Bifacialisporites murensis* NAGY; NAGY, S. 110, Taf. 42, Fig. 1, 2, 4

Beschreibung: Siehe NAGY (1963), Größe: 50-55µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 19, 255, 272, 281

Stratigraphie: Bisher Oberes Untermiozän bis Obermiozän (NAGY 1985)

Botanische Zugehörigkeit: Schizeaceae, NAGY (1985) sieht Ähnlichkeiten zur Gattung *Lygodium*

Bemerkungen: Zusammen mit (27) ausgewertet

#### (27) *Bifacialisporites medius* NAGY 1969

Taf. 2, Fig. 11

1969 *Bifacialisporites medius* n. sp.; NAGY, S. 127, 128, Taf. 22, Fig. 2-4

1985 *Bifacialisporites medius* NAGY; NAGY, S. 110, Taf. 41, Fig. 4-8

Beschreibung: Siehe NAGY (1969, 1985), Größe: 40µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 235, 288, 300

Stratigraphie: Bisher Untermiozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: fraglich, ev. Schizeaceae

Bemerkungen: Zusammen mit (26) ausgewertet

#### Infraturma Patinati BUTTERWORTH & WILLIAMS 1958

Gattung *Camarozonosporites* PANT 1954 ex POTONIE 1956

Genotypus: *Camarozonosporites* (al. *Rotaspora*) *cretaceus* (WEYLAND & KRIEGER 1953) POTONIE 1956

(28) *Camarozonosporites semilevis* KRUTZSCH 1963a

Taf. 2, Fig. 12

- 1963a *Camarozonosporites* (*Camarozonosporites*) *semilevis* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 124, Taf. 43, Fig. 1-11  
1993 *Lycopodium cernuum* L. – type, *Camarozonosporites* (*Camarozonosporites*) sp.; KOHLMAN-ADAMSKA  
S. 100, Taf. 2, Fig. 6; Taf. 3, Fig. 4, 5  
2001 *Camarozonosporites semilevis* KRUTZSCH 1963a; STUCHLIK et al., S. 18, Taf. 6, Fig. 1-3

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1963a), Größe: 38,5µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 160, 374

Stratigraphie: Obereozän bis Oberoligozän, ev. auch noch einige Formen aus dem Mio/Pliozän (KRUTZSCH 1963a)

Botanische Zugehörigkeit: Lycopodiaceae, Gattung *Lycopodium* (KRUTZSCH 1963a).

STUCHLIK et al. (2001) sehen morphologische Ähnlichkeit zu der rezenten Art *Lycopodiella* sect. *Campylostachys*

Bemerkungen: KRUTZSCH (1963a, S. 124) beschreibt die Möglichkeit, *C. semilevis* auch als subfsp. von *C. heskemensis* (vgl. KRUTZSCH 1963a, S. 122/123 und Taf. 42, Fig 1-14) aufzufassen, da offenbar ziemlich lückenlose Übergänge vorhanden seien.

*Lycopodiella* sect. *Campylostachys* tritt in humiden tropischen und subtropischen Regionen Chinas, Japans und Neuseelands auf (STUCHLIK et al. 2001)

Turma Monoletes IBRAHIM 1933

Subturma Azonomonoletes LUBER 1935

Infraturma Laevigatomonoleti DYBOVA & JACHOWICZ 1957

Gattung *Laevigatosporites* IBRAHIM 1933

Genotypus: *Laevigatosporites vulgaris* (IBRAHIM 1932) IBRAHIM 1933

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b, S. 192), THOMSON & PFLUG (1953, S. 111) und KRUTZSCH (1967, Atlas IV-V, S. 23, 24)

(29) *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 **subsp.**  
***haardti*** KRUTZSCH 1967  
ohne Abb.

- 1934 *Sporites haardti* n. sp.; R. POTONIE & VENITZ, S. 13, Taf. 1, Fig. 13  
1953 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG subfsp. *haardti*; THOMSON & PFLUG, S. 59, Taf. 3, Fig. 27-38  
1967 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG subfsp. *haardti*; KRUTZSCH, S. 146-148, Taf. 52, Fig. 12-21  
1980 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG *haardti* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 111/112, Taf. 5, Fig. 1, 2  
1984 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG *haardti* KRUTZSCH; MOHR, S.

51

- 1995 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG subsp. *haardti* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 126/127, Taf. 9, Fig. 8, 11  
1998 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG *haardti*; BRUCH, S. 54, Taf. 6, Fig. 9, 10  
1998 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIE & VENITZ) THOMSON & PFLUG *haardti*; KÖHLER, S. 105

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 35µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 1, 19, 33, 40, 87, 94, 114, 178, 192, 225, 228, 250, 259, 263, 264, 296, 298, 300, 361, 365, 369, 400, 404, 405, 408, 409, 413, 415

Stratigraphie: Durchläufer im gesamten Tertiär

Botanische Zugehörigkeit: Thelypteridaceae

Bemerkungen: Sumpffarn, Paläotropisch / Arktotertiäres Element. Zusammen mit (30) ausgewertet

(30) *Laevigatosporites pseudodiscordatus* KRUTZSCH 1959b

Taf. 2, Fig. 14

- 1959b *Laevigatosporites pseudodiscordatus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 196/197, Taf. 39, Fig. 432  
1967 *Laevigatosporites pseudodiscordatus* KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 152, Taf. 54, Fig. 1-5  
1995 *Laevigatosporites pseudodiscordatus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 127, Taf. 9, Fig. 1

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b, 1967), Größe: 45-60µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 4, 5-7, 13, 17, 30, 33, 43, 46, 49, 53, 58-61, 67, 78, 83, 86, 89, 93, 94, 105-107, 109, 110, 112, 114-116, 118-123, 126, 156, 169, 175, 180, 183-186, 191, 193, 201, 207, 209, 215, 217-220, 222, 223, 233, 237, 239, 240, 245, 253, 261, 263, 264, 266, 267, 277, 279, 280, 284, 298, 299, 303, 304, 312-314, 317, 321-323, 326, 328, 329, 331, 332, 336-338, 340, 342, 349, 361, 366, 369, 370, 373, 375, 387, 393, 394, 397, 401, 403-410, 415-417, 419

Stratigraphie: Oligozän bis Untermiozän

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt, ? Thelypteridaceae

Bemerkungen: Zusammen mit (29) ausgewertet

(31) Sp. 1

Taf. 3, Fig. 11

Beschreibung: Monolete, schwach reticulate Spore mit in Äquatorialansicht leicht bohnenförmiger Figura, das Lumen zwischen den einzelnen Muren erscheint im Durchlichtmikroskop psilat, Größe: 35-45 x 28-30µm (n = 4), Exine 0,7-0,9µm, Murenbreite 0,5µm, Lumen 1,5-3 x 2-4µm, Monoletenmarke 20µm

Vorkommen: Probe 27, 46, 79, 101, 106, 121, 229, 256, 282, 328

Stratigraphie: Unbekannt

Bemerkungen: Die Reticulation können Reste eines Perispor sein

Infraturma Sculptatomoleti DYBOVA & JACHOWICZ 1957

### Gattung *Polypodiites* ROSS 1949

Genotypus: *Polypodiites senonicus* ROSS 1949

Diagnose und Beschreibung: Siehe ROSS (1949, S. 33), POTONIE (1956, Synopsis I, S. 79, Taf. 10, Fig. 106) und KRUTZSCH (1963f, S. 227)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995, S. 129)

#### (32) *Polypodiites secundus* (POTONIE 1934b) KRUTZSCH 1967 *parasecundus* Taf. 2, Fig. 13

1959b *Verrucatosporites secundus* (R. POTONIE) n. comb. *parasecundus* n. ssp.; KRUTZSCH, S. 208, Taf. 41, Fig. 452-456

1967 *Polypodiites secundus* (R. POTONIE) n. comb. *parasecundus* KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 168, Taf. 61, Fig. 1-10

1969 *Polypodiites secundus* (R. POTONIE) POTONIE *parasecundus* KRUTZSCH; NAGY, S. 125, Taf. 55, Fig. 9

1998 *Polypodiites secundus* (R. POTONIE) KRUTZSCH *parasecundus* KRUTZSCH; BRUCH, S. 55, Taf. 6, Fig. 11, 12

Beschreibung: Siehe BRUCH (1998), Größe: 35µm (n = 1)

Vorkommen: Probe 2, 96, 281, 314, 369, 391

Stratigraphie: Oberkreide bis Untermiozän (KRUTZSCH 1967)

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

### Gattung *Extrapunctatosporis* KRUTZSCH 1959b

Genotypus: *Extrapunctatosporis extrapunctoides* KRUTZSCH 1959b

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b, S. 199), POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 102) und KRUTZSCH (1967, Atlas IV-V, S. 25, hier auch Synonymie-Liste)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995, S. 130)

#### (33) *Extrapunctatosporis seydaenis* KRUTZSCH 1967 Taf. 3, Fig. 1, 2

1967 *Extrapunctatosporisseydaenis* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 163/164, Taf. 59, Fig. 13-20

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 30µm (n = 2)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 262

Stratigraphie: Bisher Mitteloligozän (KRUTZSCH 1967)

Botanische Zugehörigkeit: Siehe KRUTZSCH (1967, S.25)

Bemerkungen: Zusammen mit (34) ausgewertet

#### (34) *Extrapunctatosporis cf. minimus* KRUTZSCH 1967 ohne Abb.

1967 *Extrapunctatosporis minimus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 164, Taf. 59, Fig. 21-25

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 25µm (n = 1); vorliegende Sporen unterscheiden sich nur in der Größe geringfügig von der in KRUTZSCH (1967) beschriebenen Art

Vorkommen: Probe 45, 103, 105, 216, 321, 360, 414

Stratigraphie: Bisher Pliozän und Pleistozän (KRUTZSCH 1967)

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (33)

Bemerkungen: Zusammen mit (33) ausgewertet

### Gattung *Verrucatosporites* THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Verrucatosporites alienus* (R. POTONIE 1931d) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 59, 60)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995, S. 131)

#### (35) *Verrucatosporites favus* (POTONIE 1931d) THOMSON & PFLUG 1953 **subsp.** *favus* KRUTZSCH 1967 Taf. 3, Fig. 10

- 1931d *Polypodii(?)*-*sporites favus* n. sp.; R. POTONIE, S. 556, Abb. 3  
1953 *Verrucatosporites favus* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 60, Taf. 3, Fig. 52-55  
1967 *Verrucatosporites favus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *favus*; KRUTZSCH, S. 184, Taf. 68, Fig. 1-8  
1980 *Verrucatosporites favus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *favus* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 113, Taf. 5, Fig. 9  
1995 *Verrucatosporites favus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *favus* KRUTZSCH, ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 133, Taf. 10, Fig. 8-10  
1998 *Verrucatosporites favus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *favus* KRUTZSCH; BRUCH, S. 57, Taf. 7, Fig. 7-9

Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995) und BRUCH (1998),

Größe: 61,5µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 4, 20, 25, 53, 69, 95, 112, 119, 179, 185, 219, 261-263, 265, 266, 271, 321, 323, 327, 329, 335, 337, 338, 344, 351, 356, 360, 366, 367, 369, 371, 374, 379, 407, 408, 411-414, 421

Stratigraphie: Mitteleozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Polypodiaceae (THIELE-PFEIFFER 1980, MOHR 1984); ASHRAF & MOSBRUGGER (1995) sehen nach eigenen SEM-Untersuchungen Ähnlichkeiten mit Sporen von *Pleopeltis percussa* (CAV.) HOOK & GREV., *Pleopeltis polylepis* (KZE.) FOURN. oder *Davalloides viseidulum* (KUHN) VAVR sowie *D. burbidgei* C. CHR.

Bemerkungen: Paläotropisch / Arktotertiär. Zusammen mit (36) und (37) ausgewertet

#### (36) *Verrucatosporites favus pseudosecundus* KRUTZSCH 1959b Taf. 3, Fig. 4

- 1967 *Verrucatosporites favus pseudosecundus* (KRUTZSCH 1959b) n. comb. et emend.; KRUTZSCH, S. 27/28, 186, Taf. 69, Fig. 7-14, Tab. 3 (96d)  
1995 *Verrucatosporites favus* (R. POTONIE 1931d) THOMSON & PFLUG 1953 subsp. *pseudosecundus* (KRUTZSCH 1959b) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 134

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 60µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 11, 15, 16, 29, 50, 53, 67, 75, 81, 96, 102, 149, 151, 159, 182, 201, 221, 223, 224, 232, 236, 239, 241, 256, 257, 260, 263, 265-267, 274, 298, 302, 305, 311-317, 319-326, 329-333, 335, 345, 350, 365-367, 381-383, 386-388, 393, 396, 398-400, 403, 404, 407, 411, 417, 418

Stratigraphie: Vermutlich vom höheren Eozän (jedoch wohl nicht durchgehend) bis zum Pliozän des nördlichen Mitteleuropa. In der Niederlausitz und in Mitteldeutschland vor allem im Miozän als Einzelexemplare an verschiedenen Lokalitäten nachgewiesen (KRUTZSCH 1967a)

Botanische Zugehörigkeit: Polypodiaceae

Bemerkungen: Zusammen mit (35) und (37) ausgewertet

### (37) *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH 1967

Taf. 3, Fig. 3

1967 *Verrucatosporites megafavus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 194, Taf. 73, Fig. 8-11

1980 *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 113/114, Taf. 5, Fig. 10, 11

1984 *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH; MOHR, S. 53

1995 *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 136, Taf. 11, Fig. 1-4

2001 *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH; STUHLIK et al., S. 62, Taf. 42, Fig. 1-6

Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1995), Größe: 75-80µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 1-3, 6, 7, 12-18, 20, 24, 29, 30, 35, 37-39, 43, 46, 50, 55, 56, 58, 61, 63, 66-69, 72, 74, 76, 77, 79, 81, 82, 86-90, 92-97, 100-106, 110-114, 116, 120, 121, 124, 126, 128, 130, 131, 138, 144, 148-156, 165, 172, 174, 175, 177, 181-183, 185-193, 196, 199, 201-205, 213-215, 218, 219, 222, 224-229, 231, 232, 237, 238, 240, 250, 251, 253, 257-264, 266-269, 271, 274, 276, 277, 281, 287, 299, 302, 303, 305-307, 309-334, 336, 338-340, 342, 349, 351, 356, 359, 362-373, 375, 377, 383, 386, 388, 393-416, 420, 421

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Polypodiaceae, Gattung *Polypodium*, z. B. *Polypodium vulgare*

Bemerkungen: Bis auf ganz wenige (unter ihnen *Polypodium vulgare*) leben die meisten Arten dieser Gattung in den Tropen (ASHRAF & MOSBRUGGER 1995). Zusammen mit (35) und (36) ausgewertet

### Gattung *Perinomonoletes* KRUTZSCH 1967

Genotypus: *Perinomonoletes pliocaenicus* KRUTZSCH 1967

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967, Atlas IV-V, S. 29 und 222, Taf. 87, Fig. 2-6)

### (38) *Perinomonoletes cf. goersbachensis* KRUTZSCH 1967

Taf. 3, Fig. 5, 7, 9

1967 *Perinomonoletes goersbachensis* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 222, Taf. 87, Fig. 10-12

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967); Perispor in unregelmäßigen Falten am "Zentralkörper" befestigt, recht kräftig und bis zu 7µm abstehend, Größe: gesamt: 55-65 x 45-

50µm, Zentralkörper: 45-50 x 30-35µm(n = 2), der Unterschied zu der von KRUTZSCH (1967) beschriebenen Art liegt am weiter abstehenden Perispor

Vorkommen: Probe 261, 411

Stratigraphie: Bisher nur Pliozän (KRUTZSCH 1967)

Botanische Zugehörigkeit: Polypodiaceae, KRUTZSCH (1967) sieht Ähnlichkeiten mit manchen *Asplenium*-Arten. Auch gewisse *Athyrium*-Arten wären vorstellbar, sowie *Blechnum spicant* bzw. *Matteucia struthiopteris*

### Gattung *Corrusporis* KRUTZSCH 1967

Genotypus: *Corrusporis tuberculatus* KRUTZSCH 1967

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1967, Atlas IV-V, S. 30 und S. 224-227)

Bemerkungen: Siehe KRUTZSCH (1967, Atlas IV-V, S. 30)

#### (39) *Corrusporis granotuberculatus* KRUTZSCH 1967

Taf. 3, Fig. 8

1967 *Corrusporis granotuberculatus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 224, Taf. 88, Fig. 12-17

Beschreibung: Alete kugelige Spore, siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 40µm (n = 1)

Vorkommen: Probe 22, 117

Stratigraphie: Oberoligozän

Botanische Zugehörigkeit: Alete Sporen finden sich bei zahlreichen Moosen (KRUTZSCH 1967, S. 30)

Bemerkungen: Zusammen mit (40) und (41) ausgewertet

#### (40) *Corrusporis cf. tuberculatus tuberculatus* KRUTZSCH 1967

Taf. 3, Fig. 6

1967 *Corrusporis tuberculatus tuberculatus* n. fsp. et subfsp.; KRUTZSCH, S. 226, Taf. 89, Fig. 1-8

Beschreibung: Alete kugelige Spore, entspricht der Beschreibung von KRUTZSCH (1967), Größe: 75µm (n = 1). Vorliegende Spore ist allerdings um 10µm größer als die in Krutzsch (1967) beschriebene Art

Vorkommen: Einzelfund in Probe 325

Stratigraphie: bisher Mitteloligozän (KRUTZSCH 1967)

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (39)

Bemerkungen: Zusammen mit (39) und (41) ausgewertet

#### (41) *cf. Corrusporis globoverrucatus* KRUTZSCH 1967

Taf. 3, Fig. 11

1967 *Corrusporis globoverrucatus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 224, Taf. 88, Fig. 1-4

Beschreibung: Alete kugelige Spore, siehe KRUTZSCH (1967), Größe: 30µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 209, 253, 269, 344

Stratigraphie: Miozän bis Pliozän  
Botanische Zugehörigkeit: Siehe (39)  
Bemerkungen: Zusammen mit (39) und (40) ausgewertet

## 4.2 Systematischer Teil B: Pollen

Anteturma (Pollenites POTONIE 1931)

Variegerminantes POTONIE 1970

Turma Saccites ERDTMAN 1947

Subturma Monosaccites (CHITALEY 1951) POTONIE & KREMP 1954

Infraturma Saccizonati BHARDWAJ 1957

Gattung *Zonalapollenites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

- 1934 *Tsugae-pollenites* – POTONIE & VENITZ, S. 17
- 1937 *Tsuga-pollenites* [sic] – RAATZ, S. 15
- 1953 *Zonalapollenites* n. gen. – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 66
- 1958 *Tsugaepollenites* POTONIE & VENITZ emend. – POTONIE, S. 48
- 1958 *Cerebropollenites* n. gen. – NILSON, S. 72
- 1961 *Callialasporites* n. gen. – DEV, S. 48
- 1961 *Applanopsis* n. gen. – DÖRING, S. 112
- 1961 *Triangulopsis* n. gen. – DÖRING, S. 113
- 1962 *Pflugipollenites* n. gen. – POCOCK, S. 72

Genotypus: *Zonalapollenites igniculus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953 (det. POCOCK 1967, S. 640)

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971, S. 138-142)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 3)

(42) *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953  
ohne Abb.

- 1931d *Sporonites igniculus*; POTONIE, S. 556, Abb. 2
- 1953 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 66, Taf. 4, Fig. 75-79
- 1971 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; KRUTZSCH, S. 138, Taf. 37, Fig. 1-23
- 1978 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; HOCHULI, S. 68, Taf. 9, Fig. 3
- 1985 *Tsugaepollenites igniculus* (POTONIE) POTONIE & VENITZ; NAGY, S. 135, Taf. 66, Fig. 3
- 1996 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 3, Taf. 1, Fig. 5-7
- 1998 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 61
- 1998 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 108
- 2002 *Zonalapollenites igniculus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; STUCHLIK et al., S. 35, Taf. 46, Fig. 6-9

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 40–50µm (n = 2)



Vorkommen: Probe 20, 27, 30, 32-36, 38, 52, 64, 66, 76-78, 84, 89, 93, 96-98, 105, 106, 128, 129, 140, 144-146, 148-151, 154-156, 164, 167, 176, 180, 193, 221, 223, 226, 234, 237, 249, 257, 259, 276, 299, 303, 304, 316, 322, 327, 333, 360, 396, 404, 416

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Tsuga* CARR.

Bemerkungen: *Tsuga* ist mit 14 Arten im östlichen und westlichen Nordamerika sowie im Osten Asiens (China, Japan und Taiwan) vertreten. Zusammen mit (43) und (44) ausgezählt und ausgewertet

(43) *Zonalapollenites maximus* (RAATZ 1937) KRUTZSCH 1971  
Taf. 4, Fig. 1

- 1937 *Tsugapollenites igniculus* Potonie forma *maximus* n. fsp.; RAATZ, S. 15, Taf. 1, Fig. 13  
1971 *Zonalapollenites maximus* (RAATZ) n. comb.; KRUTZSCH, S. 138, Taf. 8 und Taf. 36  
1978 *Zonalapollenites maximus* (RAATZ) KRUTZSCH; HOCHULI, S. 68, Taf. 9, Fig. 2  
1984 *Zonalapollenites maximus* (RAATZ) KRUTZSCH; MOHR, S. 58, Taf. 7, Fig. 2, 3  
1985 *Tsugapollenites maximus* (RAATZ) n. comb.; NAGY, S. 135, Taf. 66, Fig. 1, 2  
1987 *Zonalapollenites maximus* (RAATZ) KRUTZSCH, SEITNER, S. 80, Taf. 9, Fig. 21  
1996 *Zonalapollenites maximus* (RAATZ) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 4, Taf. 1, Fig. 8  
1998 *Zonalapollenites maximus* (RAATZ) KRUTZSCH; BRUCH, S. 61/62, Taf. 8 Fig. 8, 12

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 70-85µm (n = 5)

Vorkommen: Siehe (52)

Stratigraphie: Unteroligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Tsuga* CARR., entspricht der rezenten Art *Tsuga canadensis* (KRUTZSCH 1971)

Bemerkungen: Siehe (42). Zusammen mit (42) und (44) ausgezählt und ausgewertet

(44) *Zonalapollenites verrucatus* KRUTZSCH 1971  
Taf. 4, Fig. 2

- 1971 *Zonalapollenites verrucatus* n. sp.; KRUTZSCH, S. 144, Taf. 39, Fig. 1-10  
1985 *Tsugaepollenites verrucatus* (KRUTZSCH) n. comb.; NAGY, S. 137, Taf. 67, Fig. 13-15  
1995 *Zonalapollenites verrucatus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 6, Taf. 1, Fig. 17-18

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 60-75µm (n = 3)

Vorkommen: Siehe (52)

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Tsuga* CARR.

Bemerkungen: Siehe (42). Zusammen mit (42) und (43) ausgezählt und ausgewertet

Subturma Disaccites Abstriates COOKSON 1947

Gattung *Pityosporites* SEWARD 1914

Genotypus: *Pityosporites antarcticus* SEWARD 1914

Bemerkungen: Der Holotypus ist von MANUM 1960, S. 14, Taf. 1, Fig. 1-4 neu beschrieben und abgebildet worden

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 124, 125, Taf. 10, Fig. 116)

(45) *Pityosporites microalatus* (POTONIE 1931c) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 4, Fig. 3

- 1931c *Picea-pollenites microalatus* n. sp.; POTONIE, S. 3, 5, Abb. 34  
1953 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 67, Taf. 5, Fig. 47  
1971 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; KRUTZSCH, S. 48-51, Taf. 1, Fig. 1-19  
1980 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 115, Taf. 6, Fig. 2  
1984 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 55, Taf. 6, Fig. 1.1, 1.2  
1996 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 6/7, Taf. 2, Fig. 5, 6  
1998 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG, BRUCH, S. 59, Taf. 8, Fig. 1, 5  
1998 *Pityosporites microalatus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG, KÖHLER, S. 106  
2002 *Abietineapollenites microalatus* POTONIE 1931 ex DELCOURT & SPRUMONT 1955, STUCHLIK et al., S. 13/14, Taf. 9, Fig. 3-11

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 60 x 45µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 1-219, 221, 223-270, 272-283, 285-363, 365-396, 400-402, 405-423

Stratigraphie: Untere Oberkreide bis Pliozän in Mittel- und Osteuropa

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Cathaya* CHUNG & KUANG (CARATINI et al. 1972, S. 169-171) oder *Pinus* L.

Bemerkung: Die Gattung *Cathaya* ist rezent mit nur einer, in China beheimateten, immergrünen Art *C. argyrophylla* CHUNG & KUANG vertreten (SCHÜTT et al. 2002). Für *Pinus* L. siehe (46)

(46) *Pityosporites labdacus* (R. POTONIE 1931b) THOMSON & PFLUG 1953 *pseudocristatus*  
(DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960) KRUTZSCH 1971  
Taf. 4, Fig. 5, 6

- 1960 Typ *Pinus sylvestris* RUDOLPH forma *pseudocristata* (*similis*); DOKTOROWICZ-HREBNICKA, S. 226, Taf. 19 Fig. 25 ect.  
1971 *Pityosporites labdacus* subsp. *pseudocristatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA) n. comb.; KRUTZSCH, S. 66, Taf. 8, Fig. 7-12  
1974 *Pityosporites labdacus* subsp. *pseudocristatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA) KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 346/347, Taf. 8, Fig. 6; Taf. 9, Fig. 4  
1976 *Pityosporites* fsp. 1; ROCHE & SCHULER, S. 11, Taf. 3, Fig. 22, 23  
1984 *Pityosporites labdacus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *pseudocristatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA) n. comb.; MOHR, S. 56, Taf. 6, Fig. 7?, 10  
1998 *Pityosporites labdacus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG *pseudocristatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA) KRUTZSCH; KÖHLER, S. 107

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 65 x 45µm (n = 4); Zentralkörper mit kräftigem Randsaum

Vorkommen: Probe 130, 192, 241, 310

Stratigraphie: Mitteloligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, *Pinus* L.;

Bemerkungen: Arktotertiär; Die Gattung *Pinus* L. ist mit 50 Arten unter temperierten klimatischen Bedingungen auf der nördlichen Hemisphäre vertreten aber auch im Bergland subtropischer Gebiete

Gattung *Abiespollenites* THIERGART 1937

Genotypus: *Abiespollenites absolutus* THIERGART 1937 (non in RAATZ 1937)

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971, Atlas VI, S. 19, 20 und 86, Taf. 15, Fig. 1-9, Tab. 4, Abb. 6)

(47) *Abiespollenites cedroides* (THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1971  
Taf. 4, Fig. 4

- 1953 *Pityosporites cedroides* n. sp. THOMSON; THOMSON & PFLUG, S. 68, Taf. 5, Fig. 46  
1971 *Abiespollenites cedroides* (THOMSON) n. comb. [= *Abies cedroides* (THOMSON) n. comb.]; KRUTZSCH, S. 96, Taf. 20, Fig. 1-12  
1984 *Abiespollenites cedroides* (THOMSON) KRUTZSCH; MOHR, S. 57, Taf. 6, Fig. 11.1-11.3

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 100-115 x 65-75µm

Vorkommen: Probe 15, 18, 88, 89, 163, 262

Stratigraphie: Untermiozän bis Plio / Pleistozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, ähnlich den Gattungen *Abies* MILL. und *Cedrus* TREV.

Bemerkungen: Arktotertiär (warm-temperiert); Zusammen mit (48) ausgewertet

(48) *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN 1967) KRUTZSCH 1971  
Taf. 5, Fig. 1

- 1952 *Abies*; MEYER, S. 33, Taf. 2, Fig. 1  
1967 *Pityosporites latisaccatus latisaccatus* n. f-sp. e subf-sp.; TREVISAN, S. 21, Taf. 12, Fig. 4; Taf. 13, Fig. 1, 2  
1971 *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN) n. comb.; KRUTZSCH, S. 88, Taf. 16, Fig. 1-5  
1974 *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN) KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 348, Taf. 8, Fig. 2; Taf. 10, Fig. 1  
1980 *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN) KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 117, Taf. 6, Fig. 6  
1984 *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN) KRUTZSCH; MOHR, S. 57, Taf. 6, Fig. 9  
1985 *Pinuspollenites latisaccatus* (TREVISAN) n. c. ssp. *latisaccatus*; NAGY, S. 129, Taf. 57, Fig. 5, 6; Taf. 58, Fig. 1  
1994 *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN) KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYLO et al., Taf. 7, Fig. 1.  
1998 *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN) KRUTZSCH; KÖHLER, S.107/108

Beschreibung: siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 115-135 x 72-75µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 1-4, 6, 7, 9-82, 84-105, 108, 110-186, 188-193, 195-197, 199, 200, 202-224, 228-241, 243-245, 247-250, 252-265, 268-270, 274-286, 288-297, 299-307, 309-314, 316, 318-324, 328, 332, 340-346, 349, 350, 352, 353, 356-361, 364, 366-368, 371-387, 390, 393, 394, 403, 405, 408-423

Stratigraphie: Eozän / Oligozän bis Unteres Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Abies* L.. KRUTZSCH (1971) sieht in der rezenten Art *Abies firma* SIEB. et ZUCC. die morphologisch ähnlichste Form. Eventuell kommt auch die Gattung *Keteleeria* CARR. in Betracht

Bemerkungen: Arktotertiär (warm-temperiert); Zusammen mit (47) ausgewertet

## Gattung *Piceapollis* KRUTZSCH 1971

Genotypus: *Piceapollis praemarianus* KRUTZSCH 1971

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971, Atlas VI, S. 21-23, Taf. 23, Fig. 1-9 und S. 106, Tab. 5, Abb. 7, Taf. 23, Fig. 1-9)

### (49) *Piceapollis planoides* KRUTZSCH 1971 ex HOCHULI 1978 Taf. 5, Fig. 4

- 1949 *Picea*; KREMP, S. 61, Taf. 4, Fig. 18  
1971 *Piceapollis planoides* n. sp. [= ? *Picea planoides* n. sp.]; KRUTZSCH, S. 110/111, Taf. 25, Fig. 1-4  
1978 *Piceapollis planoides* KRUTZSCH; HOCHULI, S. 67, Taf. 8, Fig. 2  
1984 *Piceapollis planoides* KRUTZSCH; MOHR, S. 57/58, Taf. 7, Fig. 1  
1985 *Piceapollis planoides* (KRUTZSCH) n. comb.; NAGY, S. 138, Taf. 69, Fig. 1  
1993 *Piceapollis planoides* KRUTZSCH; KOHLMAN-ADAMSKA, S. 109, Taf. 8, Fig. 1  
2002 *Piceapollis planoides* KRUTZSCH; STUCHLIK et al., S. 25/26, Taf. 31, Fig. 1-6

Beschreibung: Siehe STUCHLIK et al. (2002), Größe: 100-115 x 90-100µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 158, 247, 258

Stratigraphie: Bisher Untermiozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Picea* DIETR.; STUCHLIK et al. (2002) sehen morphologische Ähnlichkeit mit den rezenten Arten *Picea asperata* MAST. und *Picea schrenkiana* FISCH & MEY.

Bemerkungen: *Picea* kommt mit 45 Arten unter temperierten klimatischen Bedingungen auf der nördlichen Hemisphäre vor. Arktotertiär (warm-temperiert). Zusammen mit (50) ausgewertet

### (50) *Piceapollis tobolicus* (PANOVA 1966) KRUTZSCH 1971 Taf. 4, Fig. 7

- 1966 *Picea tobolica* n. sp.; PANOVA, S. 220, Taf. 105, Fig. 5  
1971 *Piceapollis tobolicus* (PANOVA) n. comb. [= *Picea tobolica* PANOVA 1966]; KRUTZSCH, S. 104, Taf. 22, Fig. 1-3  
1996 *Piceapollis tobolicus* (PANOVA) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 8, Taf. 2, Fig. 12-14  
1998 *Piceapollis tobolicus* (PANOVA) KRUTZSCH; SŁODKOWSKA, Taf. 13, Fig. 19  
2002 *Piceapollis tobolicus* (PANOVA) KRUTZSCH; STUCHLIK et al., S. 27, Taf. 34, Fig. 1-4; Taf. 35, Fig. 1-9

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 95-100 x 90-95µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 1-10, 12-44, 46, 47, 50-56, 58-92, 94-112, 114-193, 195-199, 201, 204-207, 209-220, 223-237, 239-260, 262-264, 266-270, 274, 276, 277, 281-287, 289-313, 315-326, 328, 330, 333, 339, 343-347, 349, 360, 367, 368, 371, 373-375, 377, 380, 382, 383, 385, 386, 389-391, 393, 403, 404, 407-416

Stratigraphie: Oberkreide bis Mittelmiozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996); Untermiozän bis Pliozän (STUCHLIK et al. 2002)

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Picea* DIETR.; STUCHLIK et al. (2002) sehen morphologische Ähnlichkeiten mit den rezenten Arten *Picea abies* (L.) KAST. und *Picea jezoensis* (SIEB. & ZUCC.) CARR.;

Bemerkungen: Siehe (47); Arktotertiär (kalt-temperiert). Zusammen mit (49) ausgewertet

Gattung *Pinuspollenites* RAATZ 1937 ex POTONIE 1958

Genotypus: *Pinuspollenites* (al. *Pollenites*) *labdacus* (POTONIE 1931) RAATZ 1937

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1958, S. 62)

(51) *Pinuspollenites labdacus* (POTONIE 1931d) RAATZ 1937 ex POTONIE 1958  
Taf. 5, Fig. 5

- 1931d *Pollenites labdacus* n. sp.; POTONIE, S. 3, Fig. 32 (holotype)  
1935 *Pinus sylvestris* – Typus; RUDOLPH, S. 254, Taf. 4, Fig. 8, 9  
1937 *Pinus-pollenites labdacus* POTONIE; RAATZ, S. 16  
1953 *Pityosporites labdacus* (POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 68, Taf. 5, Fig. 60, 61  
1958 *Pinuspollenites* (al. *Pollenites*) *labdacus* (POTONIE) RAATZ; POTONIE, S. 62  
1971 *Pityosporites labdacus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG [= *Pinus labdaca* (POTONIE) n. comb.]; KRUTZSCH, S. 64, Taf. 7, Fig. 11-18  
1971 *Pityosporites labdacus* ssp. *labdacus* (= *Pinus labdaca* ssp. *labdaca*); KRUTZSCH, S. 64/65, Taf. 7, Fig. 11-18  
1977 *Pinus type sylvestris*; OSZAT & STUCHLIK, Taf. 3, Fig. 4-7  
1993 *Pityosporites labdacus labdacus* KRUTZSCH; KOHLMAN-ADAMSKA, S. 108, Taf. 7, Fig. 1  
2002 *Pinuspollenites labdacus* (POTONIE) RAATZ ex POTONIE; STUCHLIK et al., S. 29, Taf. 37, Fig. 1-5; Taf. 38, Fig. 1-7; Taf. 39, Fig. 1

Beschreibung: Siehe STUCHLIK et al. (2002), Größe: 70 x 45µm (n = 5)

Vorkommen: In allen Proben

Stratigraphie: Tertiär

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, Gattung *Pinus* L.; Morphologische Ähnlichkeit mit *Pinus sylvestris* L.

Bemerkungen: Siehe (46); Zusammen mit (52) ausgewertet

(52) *Pinuspollenites* sp.  
Taf. 5, Fig. 2, 3

Beschreibung: Pollenkorn bisacat, 62µm lang. Zentralkörper 40 x 25µm, Größe: 62 x 25µm (n = 4); schwach reticulate Sacci, glatter Zentralkörper, insgesamt deutlich kleiner und schmaler wie (45)

Vorkommen: Probe 1, 2, 4, 10, 14, 16, 19, 20, 22-25, 33, 39, 42-47, 51, 59, 62, 63, 68, 69, 71-73, 75, 91-95, 98-100, 103, 107, 109, 110, 112-114, 116-118, 120-123, 125, 130, 135, 136, 138-144, 146, 147, 150-156, 160, 161, 163, 167, 168, 171, 175, 177, 189-193, 195-207, 209, 210, 217, 218, 221-224, 226-230, 233, 237-241, 243-246, 249, 252, 253, 256, 258, 261-266, 269, 273, 277-282, 285-288, 298, 300-302, 305, 306, 326-331, 333, 336-350, 352-359, 361, 363-365, 368, 369, 371, 372, 374-384, 387, 389-391, 393, 395, 396, 402, 411-413, 415, 416, 418-420, 422, 423

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, *Pinus* L.

Bemerkungen: Siehe (46); Zusammen mit (51) ausgewertet, aber seltener wie (51)

Infraturma *Cedrosacciti* ERDTMAN 1947

## Gattung *Cedripites* WODEHOUSE 1933

Genotypus: *Cedripites eocenicus* WODEHOUSE 1933

Diagnose, Beschreibung und Bemerkungen: Siehe KRUTZSCH (1971, S. 23-25)

(53) *Cedripites miocaenicus* KRUTZSCH 1971

Taf. 5, Fig. 6

- 1960 *Pityosporites* cf. *cedroides* THOMSON – cf. *Cedrus* sp.; PACLTOVA, S. 155, Taf. 14, Fig. 2, 3; Taf. 16, Fig. 4, 5  
1971 *Cedripites miocaenicus* n. sp.; KRUTZSCH, S. 120, Taf. 29, Fig. 1-8  
1974 *Cedripites miocaenicus* KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 350/351, Taf. 11, Fig. 3  
1994 *Cedripites miocaenicus* KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, Taf. 7, Fig. 3  
1996 *Cedripites miocaenicus* KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 821/822, Taf. 273, Fig. 3  
2002 *Cedripites miocaenicus* KRUTZSCH, STUCHLIK et al. S. 21, Taf. 22, Fig. 1-8

Beschreibung: siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 45-50 x 75-85µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 81, 130, 139, 151, 230, 298, 359

Stratigraphie: Untermiozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Pinaceae, ähnlich der rezenten Gattung *Cedrus* TREV.

Bemerkungen: *Cedrus* (4 Arten) kommt im Mittelmeerraum, im Bergland Nordafrikas, im Libanon sowie im Himalaya vor (STUCHLIK et al. 2002)

## Infraturma Podocarpoiditi POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950

### Gattung *Podocarpidites* COOKSON 1947 emend. POTONIE 1958

Genotypus: *Podocarpidites ellipticus* Cookson 1947

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1958, S. 68, Taf. 8, Fig. 85)

(54) *Podocarpidites podocarpoides* (THIERGART 1958) KRUTZSCH 1971

Taf. 6, Fig. 1

- 1958 *Pityosporites podocarpoides* n. sp.; THIERGART, S. 449, 457, Taf. 1, Fig. 15  
1961 *Podocarpus*; ROMANOWICZ, S. 339, 397, Taf. 21, Fig. 73  
1964 *Podocarpus* forma *accepta*; DOKTOROWICZ-HREBNICKA, S. 43, Taf. 15, Fig. 79  
1971 *Podocarpidites podocarpoides* (THIERGART) n. comb.; KRUTZSCH, S. 130, Taf. 33, Fig. 1, 9-11, non 2-8  
2002 *Podocarpidites podocarpoides* (THIERGART) KRUTZSCH; STUCHLIK et al. S. 41/42, Taf. 55, Fig. 7, 8

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 66 x 50µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 5, 23, 27, 38, 39, 45, 47, 50, 60, 70, 71, 85, 112, 116, 119, 130, 133, 134, 140, 144, 146, 163, 167, 179, 188, 213, 224, 226, 227, 234, 235, 248, 262-266, 268, 277, 282, 312, 313, 331, 339, 340, 360, 373, 375, 410, 411, 415, 417, 421

Stratigraphie: Palaeogen bis Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Podocarpaceae, morphologisch ähnlich mit der rezenten Gattung *Podocarpus* L'HERIT. ex PERS. (STUCHLIK et al. 2002)

Turma Aletes, Kryptaperturates IBRAHIM 1933

Subturma Azonaletes (LUBER 1935) POTONIE & KREMP 1954

Infraturma Psilonapiti ERDTMAN 1947

Gattung *Inaperturopollenites* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Inaperturopollenites dubius* (POTONIE & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971, Atlas VI, S. 42-44)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 8)

(55) *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971  
Taf. 6, Fig. 2

- 1933 *Cunninghamia concedipites* n. sp.; WODEHOUSE, S. 495, Taf. 19  
1952 *Taxodiodites hiatus* R. POTONIE u. *Poll. magnus dubius* R. POTONIE; MEYER, S. 34/35, Taf. 2, Fig. 8, 10  
1956 *Inaperturopollenites dubius* R. POTONIE & VENITZ u. *Inaperturopollenites hiatus* R. POTONIE; MEYER, S. 106/126, Taf. 2, Abb. 3, 5  
1971 *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE) n. comb.; KRUTZSCH, S. 204, Taf. 65, Fig. 1-33  
1980 *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE) KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 49, Taf. 7, Fig. 2, 3  
1987 *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE) KRUTZSCH; SEITNER, S. 87, Taf. 9, Fig. 1, 2  
1996 *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 9, Taf. 2, Fig. 15  
1998 *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE) KRUTZSCH; BRUCH, S. 63/64, Taf. 8, Fig. 13, 14

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971), Größe: 30-42µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 1-40, 43, 45, 46, 48-220, 223-273, 275, 276, 280-346, 348-354, 356-363, 365-380, 383-406, 408-423

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Taxodiaceae, nach KRUTZSCH (1971) kommt die Gattung *Glyptostrobus* ENDL. in Betracht, wobei sich andere Taxodiaceen nicht ganz ausschließen lassen. Für THIELE-PFEIFFER (1980) kommt auch die rezente Gattung *Taxodium* A. RICH. in Betracht

Bemerkungen: Die Gattung *Glyptostrobus* ist rezent monotypisch und kommt nur noch an feuchten Standorten im subtropischen Südostchina vor. *Taxodium* tritt in subtropischen Moor-, Sumpf-, Auen-, und Flusswäldern auf. Zusammen mit (56) ausgewertet

(56) *Inaperturopollenites cf. verrupapillatus* TREVISAN 1967  
Taf. 6, Fig. 7

- 1967 *Inaperturopollenites verrupapillatus* n. sp.; TREVISAN, S. 15, Taf. 6, Fig. 9-12  
1971 *Inaperturopollenites verrupapillatus* TREVISAN; KRUTZSCH, S. 206, Taf. 66, Fig. 1-31  
1998 *Inaperturopollenites verrupapillatus* TREVISAN; BRUCH, S. 64, Taf. 8, Fig. 15  
2002 *Inaperturopollenites verrupapillatus* TREVISAN; STUCHLIK et al., S. 52/53, Taf. 72, Fig. 6-11; Taf. 73, Fig. 1-8

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971) und STUCHLIK et al. (2002), Größe: 25-30µm (n = 4); Der Unterschied zu den beschriebenen Formen liegt in den Mikrogranulae (1-2µm), die schon Verrucae ähneln

Vorkommen: Probe 41, 128, 160, 285

Stratigraphie: Unteroligozän bis Pliozän  
Botanische Zugehörigkeit: Siehe (55)  
Bemerkungen: Siehe (55). Zusammen mit (55) ausgewertet

(57) *Inaperturopollenites* sp.

Taf. 6, Fig. 4

Beschreibung: Große inaperturate Pollenform mit rundlich ovaler Kontur, die oft verfaltet ist, die dünne Exine erscheint im Durchlicht scabrat, Größe: 45-75µm (n = 8), Exine 0,8µm  
Die häufigste Größe liegt bei vorliegenden Formen bei ca. 55µm.

Vorkommen: Probe 6, 10, 43, 44, 46, 49, 53-55, 59, 70-77, 81-89, 91-93, 95-98, 100, 112, 113, 115, 126, 127, 134, 136, 138-140, 143, 144, 146, 149, 153, 154, 158, 160, 166-169, 171, 172, 174-176, 178-193, 211-215, 223-230, 232, 233, 235-244, 246, 248-253, 257, 261-272, 274-284, 286-291, 293-346, 349, 351, 352, 354-360, 362-366, 368-370, 375-379, 385, 387, 389, 391, 393, 394, 396-398, 400-423

Botanische Zugehörigkeit: Taxodiaceae ?

Infraturma Tuborzini PANT 1954

Gattung *Sequoiapollenites* THIERGART 1937

Genotypus: *Sequoiapollenites polyformosus* THIERGART 1938

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971, S. 44, 45) und POTONIE (1958, Synopsis II, S. 79, Taf. 10, Fig. 104, 105)

Bemerkungen: Die Arbeit von THIERGART ist 1938 erschienen, trägt aber die Bandnummer „1937“. Entsprechend wird die Publikation von Thiergart verschiedentlich mit der Jahreszahl 1937 zitiert

(58) *Sequoiapollenites largus* (KREMP 1949) MANUM 1962

Taf. 6, Fig. 5, 6

- 1949 cf. *Cryptomeira* – *Poll. largus* n. sp.; KREMP, S. 58, Taf. 5, Fig. 30  
1958 *Cryptomeirapollenites largus* KREMP; POTONIE, S. 58  
1962 *Sequoiapollenites largus* KREMP; MANUM S. 43  
1971 *Sequoiapollenites largus* (KREMP) MANUM; KRUTZSCH, S. 208-210, Taf. 67, Fig. 1-27  
1980 *Sequoiapollenites largus* (KREMP) MANUM; THIELE-PFEIFFER, S. 17/18, Taf. 7, Fig. 5-9  
1996 *Sequoiapollenites largus* (KREMP) MANUM; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 11/12, Taf. 3, Fig. 2  
2002 *Sequoiapollenites largus* (KREMP) MANUM; STUHLIK et al., S. 53/54, Taf. 74, Fig. 8-15

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1971) und THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 28-35µm (n = 9)  
Vorkommen: Probe 1-6, 10-39, 41-56, 61-68, 70-91, 93-96, 98-100, 102-137, 139-153, 157, 160-172, 176, 178-186, 188-191, 193, 195, 196, 198, 199, 201-204, 206, 208-222, 229-231, 233-237, 239-248, 250-253, 255-259, 261-269, 271-273, 276, 278-282, 284-290, 296-328, 330-337, 339, 340, 349-361, 363, 365, 367, 369-372, 374, 376, 384, 387-391, 393-396, 401, 403-408, 420, 421

Stratigraphie: Oberoligozän bis Pliozän



Botanische Zugehörigkeit: Taxodiaceae, nach THIELE-PFEIFFER (1980) besteht Ähnlichkeit mit Pollen der rezenten Arten *Sequoiadendron giganteum* (N.-Amerika), *Cryptomeria japonica* (Japan) und *Metasequoia glyptostroboides* (China)  
Bemerkungen: Arktotertiär, warm-temperiert (STUCHLIK et al. 2002)

Stärker skulpturierte sowie sonstige Azonaletes

Gattung *Sciadopityspollenites* (RAATZ 1937) POTONIE 1958

Genotypus: *Sciadopityspollenites serratus* (R. POTONIE & VENITZ 1934) RAATZ 1937, S. 13

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1958, Synopsis II, S. 81, Taf. 10, Fig. 109) und KRUTZSCH (1971, Atlas VI, S. 32, 33)

(59) *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ 1934) RAATZ 1937  
Taf. 6, Fig. 3

- 1934 *Sporites serratus* n. sp.; R. POTONIE & VENITZ, S. 15, Taf. 1, Fig. 6, 7  
1937 *Sciadopitys-pollenites serratus* POTONIE & VENITZ; RAATZ, S. 13, Taf. 1, Fig. 16  
1938 *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ); THIERGART, S. 302, Taf. 23, Fig. 14a, b  
1953 *Monocolpopollenites serratus* (POTONIE & VENITZ) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 64, Taf. 4, Fig. 67-74  
1958 *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ) RAATZ; POTONIE, Synopsis II, S. 81, Taf. 10, Fig. 109  
1970 *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ) RAATZ; MEON-VILAIN, S. 75, Taf. 11, Fig. 19  
1980 *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ) RAATZ; THIELE-PFEIFFER, S. 118, Taf. 7, Fig. 116  
1984 *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ) RAATZ; MOHR, S. 59, Taf. 7, Fig. 11.1, 11.2  
1996 *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ) RAATZ; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 12/13, Taf. 3, Fig. 11-12

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984), Größe: 35-43µm (n = 8)  
Vorkommen: Probe 2, 3, 7, 14-16, 18, 26-28, 32, 33, 35-38, 47-49, 53, 58, 61, 64, 66, 67, 69, 72-80, 82-90, 92, 94, 96, 97, 104, 106-108, 111, 114-118, 121, 123-127, 129-131, 133, 134, 136-140, 142, 144, 146, 148-150, 153-155, 157-165, 167, 168, 171-174, 178, 182, 183, 187-192, 201, 211, 216-219, 223-228, 236, 239, 242, 248, 249, 256, 266, 267, 269, 274, 275, 290, 295, 296, 298, 302, 303, 305, 307, 313, 322, 323, 327-329, 332, 333, 349, 358, 366, 370, 373, 389, 392, 394, 395, 398, 408, 410, 416, 421, 423

Stratigraphie: Obereozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: *Sciadopityaceae*, Gattung *Sciadopitys* SIEB. & ZUCC.; Laut ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) besteht Ähnlichkeit mit Pollen der einzigen rezenten Art *Sciadopitys verticillata* (THBG) SIEB. & ZUCC.

Bemerkungen: Das rezente Vergleichstaxon kommt heute in temperierten Gebieten Japans vor

Turma Plicates (Plicata NAUMOVA 1937, 1939) POTONIE 1960

Subturma Costates POTONIE 1970

Infraturma Costati JANSONIUS 1962

Gattung *Ephedripites* BOLCHOVITINA 1953

Genotypus: *Ephedripites mediolobatus* BOLCHOVITINA 1953, S. 60, Taf. 9, Fig. 15

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1961b, S. 19, 20), KRUTZSCH (1970a, Atlas VII, S. 42-44) und POTONIE (1958, S. 88, 89, Taf. 11, Fig. 120, 121)

(60) *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* KRUTZSCH 1970a  
Taf. 6, Fig. 11

- 1970a *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* n. sp.; KRUTZSCH, S. 156, Taf. 44, Fig. 1-21  
1976 *Ephedra distachya*-Habitus; MENKE, S. 24, Taf. 10, Fig. 1  
1984 *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* KRUTZSCH; MOHR, S. 61, Taf. 6, Fig. 6; Taf. 8, Fig. 1.1, 1.2  
1996 *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 15  
1998 *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* KRUTZSCH; BRUCH, S. 65, Taf. 8, Fig. 19

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970a) und MOHR (1984), Größe: 52-65 x 25-32µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 132, 208, 256, 417, 418

Stratigraphie: Mitteleozän bis Mittelmiozän

Botanische Zugehörigkeit: Ephedraceae, Gattung *Ephedra* L.. Formen mit verzweigten Längsfurchen gehören nach BEUG (1961, S. 21) zum "*Distachya*-Typ". Die dort angegebenen Längenwerte verschiedener Unterarten Von *E. distachya* L. liegen aber bis auf *E. major* HOST. (Mittelwert 50µm) unter denen der vorliegenden Formen (MOHR 1984)

Bemerkungen: Vertreter der Gattung besiedeln heute sandige oder felsige Standorte in Wüsten, Steppen, Gebirgen und Küsten warmtemperierter Gebiete Asiens, Amerikas und des Mittelmeerraumes. Zusammen mit (61) ausgewertet

(61) *Ephedripites (Ephedripites) wolkenbergensis* KRUTZSCH 1961b  
Taf. 6, Fig. 10

- 1961b *Ephedripites (Ephedripites) wolkenbergensis* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 23, Taf. 2, Fig. 33-36  
1970a *Ephedripites (Ephedripites) wolkenbergensis* KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 164, Taf. 48, Fig. 5-25  
1984 *Ephedripites (Ephedripites) wolkenbergensis* KRUTZSCH; MOHR, S. 61, Taf. 8, Fig. 2

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970) und MOHR (1984), Größe: 45 x 20µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 42, 84, 132, 139, 177, 196, 198, 207, 240, 261, 271, 272, 275, 276, 299, 303, 412

Stratigraphie: Oberoligozän bis höheres Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Ephedraceae, Gattung *Ephedra* L.. Nach BEUG (1961, S. 21) sind nur beim "*Fragilis*-Typ" die Längsfurchen unverzweigt

Bemerkungen: Siehe (60). Zusammen mit (60) ausgewertet

Subturma Monocolpates (Monosulcites ) und Zonocolpates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950

Infraturma Quasilaevigati Microsculptati POTONIE 1970

Gattung *Sigmopollis* HEDLUND 1965

- 1965 *Sigmopollis* gen. nov. – HEDLUND, S. 90-92  
1970a *Monogemmites* n. gen. – KRUTZSCH, S. 33, 34

Genotypus: *Sigmopollis hispidus* HEDLUND 1965

Diagnose und Beschreibung: Siehe HEDLUND (1965, S. 90-92)

(62) *Sigmopollis pseudosetarius* (WEYLAND & PFLUG 1957) KRUTZSCH & PACLTOVA 1990  
Taf. 6, Fig. 9

- 1957 *Inaperturopollenites pseudosetarius* n. sp.; WEYLAND & PFLUG, S. 103, Taf. 22, Fig. 29-31  
1970a *Monogemmites pseudosetarius* (WEYLAND & PFLUG) n. comb.; KRUTZSCH, S. 146, Taf. 39, Fig. 13-25  
1978 *Monogemmites pseudosetarius* (WEYLAND & PFLUG) KRUTZSCH; HOCHULI, S. 72, Taf. 10, Fig. 12  
1985 *Nymphaepollenites minor* n. sp.; NAGY, S. 157, Taf. 90, Fig. 1-3, 5-11  
1990 *Nymphaepollenites pseudosetarius* (KRUTZSCH) n. comb.; PLANDEROVA, S. 55, Taf. 54, Fig. 7?, 8-11  
1990 *Sigmopollis pseudosetarius* (WEYLAND & PFLUG) n. comb.; KRUTZSCH & PACLTOVA, S. 383, Abb. 46; Taf. 8, Fig. 152-166b  
1998 *Sigmopollis pseudosetarius* (WEYLAND & PFLUG) KRUTZSCH & PACLTOVA; BRUCH, S. 105/106, Taf. 15, Fig. 6, 7

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970a) und KRUTZSCH & PACLTOVA (1990),

Größe: 40µm (n = 1)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 89

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän (KRUTZSCH 1970a)

Botanische Zugehörigkeit: Cyanobacteria; NAGY (1985) und PLANDEROVA (1990) stellen die Form zur Familie Nymphaceae

Gattung *Magnolipollis* KRUTZSCH 1970a

Genotypus: *Magnolipollis neogenicus* KRUTZSCH 1970a

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970a, Atlas VII, S. 32)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 19)

(63) *Magnolipollis neogenicus* KRUTZSCH 1970a **subsp. neogenicus**  
Taf. 6, Fig. 8

- 1970a *Magnolipollis neogenicus neogenicus* n. sp. et subsp.; KRUTZSCH, S. 132, Taf. 32, Fig. 1-13  
1974 *Magnolipollis neogenicus* KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 364, Taf. 15, Fig. 6, 7  
1984 *Magnoliaepollenites neogenicus neogenicus* (KRUTZSCH) n. comb.; MOHR, S. 64, Taf. 8, Fig. 10.1, 10.2, 12  
1996 *Magnolipollis neogenicus* KRUTZSCH 1970a subsp. *neogenicus*, ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 20, Taf. 4, Fig. 11

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970a) und MOHR (1984), Größe: 58-63 x 28-34µm (n = 7)  
Vorkommen: Probe 1, 15, 17, 21, 23-31, 33-38, 42-46, 48-52, 56-58, 60, 68, 70, 71, 74-89, 91-94, 96-104, 107, 110-115, 119-128, 130, 133, 134, 137-139, 143-146, 149, 150, 153, 157-159, 162, 163, 165, 166, 168-171, 173-217, 219-250, 252-341, 343-346, 349-378, 383, 386, 387, 390-419, 421-423

Stratigraphie: Mitteloligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Magnoliaceae, Gattung *Magnolia* L.. MOHR (1984) hält die Pollen der rezenten Art *Magnolia virginiana* L. für am ähnlichsten

Bemerkungen: Nach MOHR (1984) kommt *Magnolia virginiana* L. heute in den südlichen Vereinigten Staaten von Massachussets bis Florida und Texas entlang feuchter Flussufer vor  
Infraturma Sculptati POTONIE 1970

#### Gattung *Ovoidites* (R. POTONIE 1951b) KRUTZSCH 1959b

1951b *Ovoidites ligneolus* R. POTONIE 1934; POTONIE, S. 151 [neuer Gattungsname wird ohne Diagnose benutzt]

1959b *Ovoidites* (R. POTONIE 1951b) emend.; KRUTZSCH, S. 249

1966 *Ovoidites* (R. POTONIE 1951b) emend.; R. POTONIE, S. 201, 202

1969 *Magnoliaepollenites* NAGY, S. 618 (386)

Genotypus: *Ovoidites ligneolus* (R. POTONIE 1931) R. POTONIE 1951b

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 201, 202, Taf. 15, Fig. 219) und POTONIE (1970, Synopsis V, S. 103)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 22)

#### (64) *Ovoidites ligneolus* (R. POTONIE 1931) R. POTONIE 1951b **subsp. *ligneolus*** Taf. 6, Fig. 13

1931 *Pollenites* ? *ligneolus* n. sp.; R. POTONIE, Taf. 2, Fig. V25a

1934 *Sporites ligneolus* R. POTONIE; R. POTONIE & VENITZ, S. 15

1951b *Ovoidites ligneolus* R. POTONIE; R. POTONIE, Taf. 21, Fig. 85

1959b *Ovoidites ligneolus* (R. POTONIE) R. POTONIE subfsp. *ligneolus*; KRUTZSCH, S. 250

1996 *Ovoidites ligneolus* (R. POTONIE) R. POTONIE subsp. *ligneolus*; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 22, Taf. 4, Fig. 20

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b), Größe: 85-150 x 40-65µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 20, 23, 36-38, 41, 44, 55, 70, 71, 78, 81, 96-98, 125, 137, 221, 320, 323

Stratigraphie: Vor allem im Miozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Familie Zygnematacea, nach VAN GEEL & GRENFELL (1996) entspricht die Gattung *Ovoidites* der rezenten Gattung *Spirogyra*. Nach KRUTZSCH & PACLTOVA (1990) kommen als rezente Vergleichsformen Zygoten der Gattungen *Sirogonium*, *Spirogyra*, *Hallasia*, *Pleurodiscus* und *Zygnema* (alle p.p.) in Betracht (vgl. BRUCH 1998, S. 106)

Bemerkungen: Zygnemataceae sind als fädige Aufwuchsalgen typische Vertreter der epilithischen bis epipelischen Flora basenarmer Seen (ROUND 1975, S. 117)

Zusammen mit (65) und (66) ausgewertet

(65) *Ovoidites cyclus* KRUTZSCH 1959b

Taf. 6, Fig. 15

1959b *Ovoidites cyclus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 251

1996 *Ovoidites cyclus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 24, Taf. 4, Fig. 19

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b), Größe: 150 x 100µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 1, 41, 43, 45, 47-49, 61, 62, 69-71, 93, 110, 118, 128, 129, 132, 133, 156, 160, 281, 290

Stratigraphie: Miozän bis Pliozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (144)

Bemerkungen: Siehe (64). Zusammen mit (64) und (66) ausgewertet

(66) *Ovoidites elongatus* (HUNGER 1952) KRUTZSCH 1959b subsp. *elongatus*

Taf. 6, Fig. 14

1952 *Sporites elongatus* n. sp.; HUNGER, S. 193, Taf. 1, Fig. 12

1959b *Ovoidites elongatus* (HUNGER) n. comb. subsp. *elongatus*; KRUTZSCH, S. 252 (Neudiagnose)

1996 *Ovoidites elongatus* (HUNGER) KRUTZSCH subsp. *elongatus*; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 24, Taf. 4, Fig. 18

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1959b), Größe: 90-130µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 9, 22, 37, 41-43, 55, 59, 61, 62, 69, 70, 73, 75, 85, 96, 100, 104, 105, 125, 128, 137, 144, 153, 156, 172, 178, 183, 186, 190, 196, 198, 203, 207, 209, 218-220, 222, 260, 266, 288, 295, 296, 302, 305, 310, 313, 314, 317, 320-322, 325, 327-330, 332, 351, 352, 357, 366, 368, 398, 400, 416

Stratigraphie: Oberoligozän bis Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (65)

Bemerkungen: Siehe (64). Zusammen mit (64) und (65) ausgewertet

Subturma *Isotricolpati* POTONIE 1970

Infraturma *Isotricolpati*

Gattung *Quercoidites* POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950

1950 *Quercoidites*; POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 54

1951b *Quercoidites microhenrici* R. POTONIE 1931; POTONIE, S. 150

Genotypus: *Quercoidites henrici* (R. POTONIE 1931a) POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950, S. 54

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, Synopsis III, S. 92, 93, Taf. 6, Fig. 96)

(67) *Quercoidites henrici* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950

Taf. 6, Fig. 12

1931a *Pollenites henrici* n. sp.; R. POTONIE, S. 332, Taf. 2, Fig. 19

1952 *Quercoidites henrici* R. POTONIE; MEYER, S. 41, Taf. 3, Fig. 19

1953 *Tricolpollenites henrici* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 95, Taf. 11, Fig. 30-42

- 1980 *Tricolpopollenites henrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 142, Taf. 11, Fig. 1, 2  
 1984 *Tricolpopollenites henrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 76, Taf. 11, Fig. 11  
 1996 *Quercoidites henrici* (R. POTONIE) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 27, Taf. 5, Fig. 10  
 2004 *Tricolpopollenites henrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 32/33, Taf. 4, Fig. 11

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 50 x 30µm (n = 2).

Vorkommen: Probe 123, 216, 240

Stratigraphie: Eozän ?, Oligozän bis Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Wahrscheinlich Fagaceae, Gattung *Quercus* L. (POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950)

Bemerkungen: Zur Namensgebung siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996).

Die Gattung *Quercus* L. ist heute weltweit verbreitet, zum einen in sommergrünen Laubwäldern der gemäßigten Zone und zum anderen in den immergrünen Hartlaubwäldern des Mittelmeerraumes und Californiens (THIELE-PFEIFFER 1980)

Zusammen mit (68), (69), (70) und (71) ausgewertet

(68) *Quercoidites asper* (THOMSON & PFLUG 1953) ASHRAF & MOSBRUGGER 1996  
 Taf. 7, Fig. 2, 6

- 1952 *Quercus*; MEYER, S. 41, Taf. 3, Fig. 21  
 1953 *Tricolpopollenites asper* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 96, Taf. 11, Fig. 43-46  
 1960c *Tricolpopollenites asper* (THOMSON & PFLUG) n. comb.; KRUTZSCH, S. 322  
 1969 *Tricolpopollenites asper* (THOMSON & PFLUG) KRUTZSCH; NAGY, S. 466, Taf. 53, Fig. 2, 3  
 1980 *Tricolpopollenites asper* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 143, Taf. 11, Fig. 8-12  
 1984 *Tricolpopollenites asper* THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 76, Taf. 12, Fig. 2.1, 2.2  
 1989 *Tricolpopollenites asper* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 143, Taf. 11, Fig. 8  
 1996 *Quercoidites asper* (THOMSON & PFLUG) n. comb.; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 27/28, Taf. 5, Fig. 7  
 1998 *Tricolporopollenites asper* THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 114  
 2004 *Tricolpopollenites asper* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 32, Taf. 4, Fig. 5-7

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 28-32 x 23-25 (n = 6); hier vorliegende Exemplare entsprechen THIELE-PFEIFFER (1980) Typ 1

Bemerkung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 28)

Vorkommen: Probe 2-7, 10-20, 42-44, 46-48, 66-69, 81-88, 92-100, 103, 114, 136, 261, 270, 271, 285, 369, 384, 390, 395, 397, 402-404, 407, 409, 410

Stratigraphie: Untereozän bis Pliozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, Gattung *Quercus* L.

Bemerkungen: Siehe (67). Zusammen mit (67), (69), (70) und (71) ausgewertet

(69) *Quercoidites microhenrici* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE, THOMSON  
 & THIERGART 1950  
 Taf. 7, Fig. 1, 5

- 1931a *Pollenites microhenrici* n. sp.; R. POTONIE, S. 26, Taf. 1, Fig. 19c  
 1950 *Quercoidites microhenrici* (R. POTONIE) n. comb.; POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 55, Taf. B, Fig. 24, 25; Taf. C, Fig. 22  
 1953 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 96, Taf. 11, Fig. 62-110  
 1980 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 142/143, Taf. 11, Fig. 3-7  
 1984 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 76, Taf. 11, Fig. 10.1, 10.2; Taf. 12, Fig. 1.1, 1.262

- 1985 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; NAGY, S. 203, Taf. 115, Fig. 7, 8  
 1990 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; PLANDEROVA, S. 70, Taf. 69, Fig. 1-14  
 1996 *Quercoidites microhenrici* (R. POTONIE) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 28/29, Taf. 5, Fig. 11  
 1998 *Tricolporopollenites microhenrici* Gruppe; BRUCH, S. 77, Taf. 11, Fig. 1  
 2004 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 33, Taf. 7, Fig. 7a, b

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980) aber auch ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) und BRUCH (1998), Größe: 25-30 x 16-22µm (n = 7)  
 Vorkommen: Probe 14-16, 19, 20, 41-50, 53, 55, 61, 63, 64, 66, 68, 69, 71, 73-75, 85-88, 121, 178, 286, 290, 293, 353, 354, 362

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, wahrscheinlich Gattung *Quercus* L. (THOMSON in POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950)

Bemerkungen: Zur Namensgebung siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996).

Siehe (67). Zusammen mit (67), (68), (70) und (71) ausgewertet

#### (70) *Quercoidites* sp.1

Taf. 7, Fig. 3, 4, 7

Beschreibung: Sphärischer, tricolporidater Pollen mit unregelmäßig verteilter und unterschiedlich hoher granularer Oberfläche, Größe: 30-35µm (n = 2), Exine 1-2µm  
 Vorkommen: Probe 1, 42, 44, 45, 67, 75, 83, 112, 136, 146, 173, 178, 226, 229, 230, 298, 325, 339, 343

Stratigraphie: Quercuspollen sind Durchläufer im gesamten Tertiär (THOMSON & PFLUG 1953)

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, Gattung *Quercus* L.

Bemerkungen: Vorliegende Pollenform zeigt starke Ähnlichkeit mit Pollen der rezenten Art *Quercus robur* L. (vgl. BEUG 2004, S. 144, Taf 17, Fig. 17-20).

Siehe (67). Zusammen mit (67), (68), (69) und (71) ausgewertet

#### (71) *Quercoidites* sp.2

Taf. 7, Fig. 8

Beschreibung: Sphärischer tricolpater Pollen mit engen Colpen, die oft äquatorial unterbrochene Ränder aufweisen. Diese Unterbrechung kann eine Pore vortäuschen. Die Exine erscheint scabrat und hat eine Dicke von ca. 1,6µm; Größe: 38-40µm (n = 3)  
 Vorkommen: Probe 4, 54, 66, 73, 85, 86, 136, 142, 147, 150, 152, 154, 158-162, 173, 182, 183, 233, 235, 284, 327, 328, 353, 357, 358

Stratigraphie: Quercuspollen sind Durchläufer im gesamten Tertiär (THOMSON & PFLUG 1953)

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, Gattung *Quercus* L.

Bemerkungen: Die vorliegende Pollenform zeigt starke Ähnlichkeit mit Pollen den rezenten Arten *Quercus cerris* L. und *Quercus crenata* LAM. (vgl. BEUG 2004, S. 144, Taf 17, Fig. 17-24). Siehe (67). Zusammen mit (67), (68), (69) und (70) ausgewertet

Subturma Tricolporates, Ptychotriporines (NAUMOVA 1937, 1939) POTONIE 1970

Infraturma Prolati ERDTMAN 1943

Gattung *Araliaceipollenites* R. POTONIE 1951b

Genotypus: *Araliaceipollenites euphorii* (POTONIE 1931a) POTONIE 1951b

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, S. 97, Taf. 6, Fig. 107)

(72) *Araliaceipollenites reticuloides* THIELE-PFEIFFER 1980  
Taf. 7, Fig. 9, 10

- 1958 *Tricolporopollenites wallensenensis* PF.; NEUY-STOLZ, S. 513, Taf. 5, Fig. 29  
1976 *Hedera*; MENKE, S. 52, Taf. 28, Fig. 11-15  
1980 *Araliaceipollenites reticuloides* n. sp.; THIELE-PFEIFFER, S. 164/165, Taf. 15, Fig. 26-29, 30-34  
1984 *Araliaceipollenites reticuloides* THIELE-PFEIFFER; MOHR, S. 97, Taf. 19, Fig. 1.1, 1.2  
1996 *Araliaceipollenites reticuloides* THIELE-PFEIFFER; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 29/30, Taf. 5, Fig. 12, 13

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 35-45 x 33-40µm (n = 10)

Vorkommen: Probe 12, 14, 41, 48, 63, 71, 82, 109, 114, 120, 123, 138, 146, 150, 153, 189, 194, 220, 251, 258, 259, 263, 266, 270, 271, 273, 274, 276, 277, 285, 294, 299, 302, 305, 311, 322, 326, 328, 330, 335, 336, 340-342, 346, 368, 370, 371, 374, 376, 377, 379, 402, 404, 408, 409, 411-413

Stratigraphie: Bisher Mittelmiozän bis Pliozän (THIELE-PFEIFFER 1980)

Botanische Zugehörigkeit: Araliaceae, Gattung *Hedera* L.

Bemerkungen: Die Gattung *Hedera* ist heute in allen Klimazonen Europas, Nordafrikas und Asiens verbreitet (THIELE-PFEIFFER (1980))

Gattung *Ilexpollenites* THIERGART ex RAATZ 1937

Genotypus: *Ilexpollenites* (al. *Pollenites*) *iliacus* (R. POTONIE 1931c) THIERGART ex RAATZ 1937

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, S. 99, Taf. 6, Fig. 112)

Bemerkungen zur Nomenklatur: ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 31) schreiben: RAATZ (1937, S. 25) benutzt den Namen *Ilexpollenites* bzw. *Ilexpollenites iliacus* auf Anraten von THIERGART (vgl. dazu RAATZ 1937, S. 7 und POTONIE 1960, S. 99). Die Arbeit von THIERGART, in der dieser zum ersten Mal den Namen *Ilexpollenites* bzw. *Ilexpollenites iliacus* benutzt, ist erst 1938 erschienen, trägt aber die Bandnummer 1937. Daraus begründet sich die hier benutzte Zitation

(73) *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE 1931) THIERGART ex RAATZ 1937  
Taf. 7, Fig. 11

- 1931d *Pollenites iliacus* n. sp.; R. POTONIE, S. 556, Abb. 5  
1937 *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE) n. comb.; THIERGART, S.321, Taf. 25, Fig. 30



- 1960 *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE) THIERGART; R. POTONIE, S. 99, Taf. 6, Fig. 120  
 1980 *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE) THIERGART ex R. POTONIE; THIELE-PFEIFFER, S. 162, Taf. 15, Fig. 6-10  
 1984 *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE) THIERGART; MOHR, S. 95/96, Taf. 18, Fig. 4, 6.1, 6.2, 11  
 1996 *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE) THIERGART ex RAATZ; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 31, Taf. 5, Fig. 19-21  
 1998 *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE) THIERGART ex R. POTONIE; BRUCH, S. 93, Taf. 13, Fig. 10, 11

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984), Größe: 40 x 30µm (n = 2)

Vorkommen: 78, 269, 277

Stratigraphie: Eozän bis rezent

Botanische Zugehörigkeit: Aquifoliaceae, Gattung *Ilex* L.

Bemerkungen: Die meisten Arten der Gattung *Ilex* L. leben heute in tropischen und subtropischen Gebieten Asiens und Amerikas (THIELE-PFEIFFER 1980). Zusammen mit (74) ausgewertet

(74) *Ilexpollenites margaritatus* (R. POTONIE 1931a) THIERGART ex RAATZ 1937  
 Taf. 7, Fig. 12

- 1931a *Pollenites margaritatus* n. sp.; R. POTONIE, S. 332, Taf. 1, Fig. 32, 33  
 1937 *Ilex-pollenites margaritatus* R. POTONIE; THIERGART, S. 321, Taf. 25, Fig. 27-29  
 1980 *Ilex-pollenites margaritatus* (R. POTONIE) THIERGART ex R. POTONIE 1960; THIELE-PFEIFFER, S. 162/163, Taf. 15, Fig. 11-13, 14-17  
 1984 *Ilex-pollenites margaritatus* (R. POTONIE) THIERGART; MOHR, S. 96, Taf. 18, Fig. 8, 9.1, 9.2  
 1996 *Ilex-pollenites margaritatus* (R. POTONIE) THIERGART ex RAATZ 1937; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 31/32, Taf. 5, Fig. 16, 17

Bemerkung zur Nomenklatur: Siehe dazu die Bemerkung bei *I. iliacus*

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984),

Größe: 25-30 x 20-25µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 4, 14, 15, 17, 22, 53, 64, 72, 74-76, 115, 143, 146, 147, 150, 163, 171, 192, 194, 197, 200, 209, 210, 244, 263, 275, 304, 316, 332, 339, 352, 370, 372, 373, 375, 381, 384, 403, 413

Stratigraphie: Oberpaläozän bis Pliozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Aquifoliaceae, Gattung *Ilex* L.. ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) sehen auch Ähnlichkeit zur Gattung *Nemopanthus* RAF. Diese Gattung wächst in Bergwäldern und Mooren des atlantischen Nordamerikas sowie in tropischen und subtropischen Gebieten Asiens

Bemerkungen: Siehe (73). Zusammen mit (73) ausgewertet

Gattung *Tricolpopollenites* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Tricolpopollenites parmularius* (R. POTONIE 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 95)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 32)

(75) *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 **subsp. liblarensis**  
 Taf. 7, Fig. 15

- 1950 *Cupuliferoidae-pollenites liblarensis* n. sp.; THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 55, Taf. B, Fig. 26, 27
- 1953 *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMS.) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 96, Taf. 11, Fig. 111-132 (ev. nur zum Teil)
- 1980 *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950); THIELE-PFEIFFER, S. 144, Taf. 11, Fig. 16-18
- 1984 *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950); MOHR, S. 77, Taf. 12, Fig. 3.1, 3.2, 6.1, 6.2
- 1996 *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART) THOMSON & PFLUG subsp. *liblarensis*; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 33

Bemerkung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 33)

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), Größe: 10-20µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 1-9, 11-22, 25, 37, 41-50, 62, 63, 66-70, 72, 81-88, 90, 91, 93, 95, 97, 99-101, 103, 104, 106, 107, 110, 112-115, 117-119, 123, 125-128, 131, 271, 282, 285, 361, 376, 403-408, 410, 411, 413, 415

Stratigraphie: Bisher Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Fraglich, nach THOMSON & PFLUG (1953) Familie Cupuliferaceae

### Gattung *Aceripollenites* NAGY 1969

Genotypus: *Aceripollenites reticulatus* NAGY 1969

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1969, S. 413 (181), Taf. 43, Fig. 5, 6

### (76) *Aceripollenites striatus* (PFLUG 1959) THIELE-PFEIFFER 1980 Taf. 7, Fig. 13, 14

- 1959 *Tricolpo-pollenites striatus* n. sp.; PFLUG, S. 55, Taf. 16, Fig. 13
- 1969 *Aceripollenites reticulatus* n. gen. n. sp.; NAGY, S. 413, Taf. 43, Fig. 5, 6
- 1980 *Aceripollenites striatus* (PFLUG) n. comb.; THIELE-PFEIFFER, S. 145/146, Taf. 11, Fig. 22-25
- 1984 *Aceripollenites striatus* (PFLUG) THIELE-PFEIFFER; MOHR, S. 81/82, Taf. 13, Fig. 11.1, 11.2
- 1996 *Aceripollenites striatus* (PFLUG) THIELE-PFEIFFER; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 35, Taf. 6, Fig. 6, 7
- 2004 *Aceripollenites striatus* (PFLUG) THIELE-PFEIFFER; LIANG, S. 31, Taf. 5, Fig. 3a, b, 6a, b

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 35 x 23,5µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 106, 160, 278, 367, 422

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Aceraceae, Gattung *Acer* L., nach THIELE-PFEIFFER (1980)

kommen *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L. und *Acer campestre* L. am ehesten in Frage

Bemerkungen: Ahorn-Arten leben heute in den nördlichen gemäßigten Breiten Amerikas, Europas und Asiens und stellen ein typisches arktotertiäres Element dar (THIELE-PFEIFFER 1980)

### Gattung *Tricolporopollenites* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Tricolporopollenites dolium* (R. POTONIE 1931A) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 36)

(77) *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
subsp. *pusillus* (R. POTONIE 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 7, Fig. 20

- 1931a *Pollenites cingulum* n. sp.; R. POTONIE, S. 26, Taf. 1, Fig. V45a, V60d, V61c, V62c  
1934 *Pollenites quisqualis pusillus* n. f.; R. POTONIE, S. 71, Taf. 3, Fig. 21  
1953 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE 1931a) subsp. *pusillus* (R. POTONIE 1934) n. comb.;  
THOMSON & PFLUG, S. 100, Taf. 12, Fig. 28-41  
1980 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *pusillus* (R. POTONIE)  
THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 147/148, Taf. 11, Fig. 38-43  
1984 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE) subsp. *pusillus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR,  
S. 86  
1996 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *pusillus* (R. POTONIE)  
THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 37/38, Taf. 6, Fig. 10, 11  
1998 *Tricolporopollenites cingulum*-Gruppe; BRUCH, S. 78, Taf. 11, Fig. 3, 4  
1998 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG subsp. *pusillus* (R. POTONIE)  
THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 115

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 15 x 7,5µm (n = 1)

Vorkommen: Probe 1, 4, 7-19, 21-27, 38, 40-47, 49-51, 53, 61-68, 70, 73, 74, 76, 78, 83, 87,  
88, 90-93, 97, 98, 100-102, 104-106, 108, 113, 114, 117-121, 135, 144, 146, 148, 150, 152,  
156-158, 171, 174, 177, 179, 182, 185, 187-190, 193, 197, 205, 210, 211, 214, 216, 225, 229,  
231, 233, 235, 238, 241-244, 250, 251, 253, 255, 259-262, 266, 267, 277, 279, 281, 287, 289,  
295-298, 300-303, 309, 310, 316, 318-328, 330-337, 339, 341, 342, 349, 350, 371-374, 388-  
390, 392-395, 401, 407, 414, 415, 418, 419

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, nach THIELE-PFEIFFER (1980) liegt eine Sammelart vor,  
die keiner bestimmten rezenten Art zugeordnet werden kann. Pollen der Arten *Castanea*

MILL., *Castanopsis* SPACH, *Lithocarpus* BL. und *Pasania* MIQ. kommen in Betracht  
Bemerkungen: Abgesehen von der Gattung *Castanea* MILL. sind alle genannten Gattungen im  
subtropischen und tropischen O- und SO-Asien beheimatet und Bestandteile immergrüner  
Berg- und Regenwälder (THIELE-PFEIFFER 1980)

(78) *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 7, Fig. 24, 25

- 1931 *Pollenites edmundi* n. sp.; R. POTONIE, S. 26, Taf. 1, Fig. V52a, V53a, e  
1951b *Araliaceipollenites edmundi* R. Potonie 1931; Potonie, S. 137, Taf. 21, Fig. 135-137  
1952 *Pollenites edmundi* R. Potonie; MEYER, S. 45, Taf. 3, Fig. 47  
1953 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 101, Taf. 12, Fig. 126-131  
1956 *Tricolporopollenites edmundi* R. POTONIE; MEYER, S. 110, 128, Taf. 4, Fig. 8  
1980 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 151, Taf. 12, Fig.  
11-15  
1984 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 88, Taf. 16, Fig. 2-4.2, 6.1-9  
1996 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 38, Taf.  
6, Fig. 14-19  
1998 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG (edmundoider Typ 1 + 2); BRUCH, S.  
82-84, Taf. 11, Fig. 23, 27, 29 (Typ 1); Taf. 11, Fig. 24, 28 (Typ 2)  
2004 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 41/42, Taf. 5, Fig. 16

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 38)

Beschreibung: Siehe MOHR (1984) und THIELE-PFEIFFER (1980),

Größe: 50-55 x 30-42µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 39, 41, 47, 53, 56, 67, 68, 93, 95, 107, 129, 183, 229, 230, 321, 349, 350, 395, 404, 409, 412, 413

Stratigraphie: Mitteloligozän bis Miozän, im Pliozän eher selten

Botanische Zugehörigkeit: Mastixiaceae (THIELE-PFEIFFER 1980, MOHR 1984)

(79) *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 7, Fig. 26

- 1953 *Tricolporopollenites marcodurensis* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 103, Taf. 13, Fig. 5-9  
1980 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 157, Taf. 13, Fig. 19-38  
1984 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 89, Taf. 16, Fig. 10.1, 10.2  
1989 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 43/44, Taf. 12, Fig. 1-7  
1996 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 39/40, Taf. 6, Fig. 22  
1998 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG (Typ 1-4); BRUCH, S. 84-87, Taf. 12, Fig. 3, 4, 9 (Typ 1); Fig. 5, 6 (Typ 2); Fig. 7, 8 (Typ 3); Fig. 10, 11 (Typ 4)  
1998 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 115  
2004 *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG (Typ 1, 2); LIANG, S. 42/43, Taf. 6, Fig. 1a-c (Typ 1); Taf. 5, Fig. 17a-c (Typ 2) – nach BRUCH 1998

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 42-47 x 25-35µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 1, 11-13, 19, 20, 26, 42, 43, 46, 48-50, 52-55, 58, 63, 76, 78, 80, 82, 105, 110, 127, 130, 134, 136, 140, 141, 171, 183, 191, 193, 198, 204, 205, 207, 209, 217, 221-223, 227, 231, 233, 242, 254, 255, 257-260, 262-274, 277, 279-281, 283, 284, 287, 288, 294-299, 302-307, 309-313, 315-320, 322, 324, 326-336, 338-346, 351-354, 361, 363, 364, 367-369, 371-381, 388, 390-400, 403, 404, 406, 407, 409-413, 416-419, 421

Stratigraphie: Mitteleozän bis Pliozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Nach THIELE-PFEIFFER (1980) Familie Vitaceae, Gattung *Cissus* L. (feinstrukturierter Pollentyp); Gattungen *Ampelopsis*, *Cayratia* oder *Parthenocissus* (breit-ovale und deutlich reticulate Form)

Bemerkungen: Sammelart, die Untertypen, die von THIELE-PFEIFFER (1980) erkannt wurden und von BRUCH (1998) und LIANG (2004) gesondert aufgeführt worden sind, wurden in der vorliegenden Arbeit gemeinsam ausgezählt und ausgewertet.

*Ampelopsis*-, *Cayratia*- und *Cissus*-Arten leben heute als Klettersträucher oder Lianen in tropischen sowie subtropischen Ur- bzw. Regenwäldern. Dagegen sind *Parthenocissus*-Arten rezent in temperierten Gebieten Ostasiens und Nordamerikas verbreitet (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

(80) *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953  
**subsp. *brühlensis*** (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950)

THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 7, Fig. 16

- 1931 *Pollenites megaexactus* n. sp.; R. POTONIE, S. 26, Taf. 1, Fig. V42b  
1950 *Pollenites cingulum brühlensis* n. sp.; THOMSON in POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 56, Taf. B, Fig. 32, 33  
1951 *Cyrrillaceapollenites cingulum brühlensis*; THOMSON in MÜRRIGER & PFLUG, S. 91, Taf. 6, Fig. 77  
1953 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) n. comb. ssp. *brühlensis* (THOMSON) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 100/101, Taf. 12, Fig. 50-57, 65-80

- 1960 *Cyrrillaceapollenites megaexactus* subfsp. *brühlensis* (THOMSON & PFLUG) n. comb.; R. POTONIE, S. 102
- 1980 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *brühlensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 149
- 1984 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *brühlensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 87, Taf. 15, Fig. 5, 6
- 1996 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *brühlensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 40/41, Taf. 7, Fig. 17

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER, (1980),

Bemerkung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 40)

Größe: 16,5 x 25µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 1, 3, 4, 6-24, 26, 28, 31, 33-83, 85-88, 90-94, 97-99, 101-107, 110-113, 115-125, 128, 129, 131-135, 138-144, 146-155, 157-163, 166, 167, 169-182, 184-186, 189, 190, 193-197, 199-215, 217-222, 224, 226-231, 235-237, 239-254, 256-261, 263, 264, 266, 269, 270, 272, 274-285, 287-312, 314, 315, 317-320, 325-329, 331, 333-339, 344, 344, 347-376, 378, 379, 384, 387-400, 403-420, 422, 423

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Cyrillaceae, Gattung *Cliftonia* BANKS, *Costae* A. RICH. und *Cyrrilla* GARD (THIELE-PFEIFFER 1980). Andere Autoren sehen eine große Ähnlichkeit mit Formen der Familie Clethraceae (vgl. NEUYS-STOLZ 1958), Gattung *Clethra* L., *C. arborea* AIT. (MOHR 1984)

Bemerkungen: Vertreter der Cyrillaceen leben heute im tropischen und subtropischen Amerika, einige dringen bis in die Südstaaten der USA vor. Die monotypische Gattung *Cliftonia* ist in den Küstensümpfen des Südostens der USA heimisch (THIELE-PFEIFFER 1980).

Die Gattung *Clethra* ist in Nord- und Südamerika, in Süd- und Ostasien mit etwa 30 Spezies verbreitet. Einige Arten leben als größere Büsche oder kleine Bäume in den Küstenebenen der südlichen USA (MOHR 1984) Zusammen mit (81) ausgewertet

(81) *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953 **subsp. exactus** (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 7, Fig. 18, 19

- 1931 *Pollenites megaexactus* n. sp.; R. POTONIE, S. 26, Taf. 1, Fig. V42b
- 1931 *Pollenites exactus* n. sp.; R. POTONIE, S. 26, Taf. 1, Fig. V46b
- 1953 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) n. comb. ssp. *exactus* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 101, Taf. 12, Fig. 87-92
- 1980 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *exactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 149/150
- 1984 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *exactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 87, Taf. 15, Fig. 4
- 1996 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *exactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 41, Taf. 7, Fig. 1, 2
- 2004 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *exactus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 43, Taf. 5, Fig. 11

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980),

Größe: 16 x 11µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 1-7, 9-27, 30-34, 36-135, 137, 139-150, 154-160, 162-243, 245-360, 362-422

Stratigraphie: Mitteleozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Siehe (80)

Bemerkungen: Siehe (80). Zusammen mit (80) ausgewertet

(82) *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 7, Fig. 17, 23

- 1953 *Tricolporopollenites microreticulatus* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 106, Taf. 14, Fig. 27-42  
1980 *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 154-156, Taf. 13, Fig. 1-11  
1984 *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 89, Taf. 16, Fig. 11, 12.1, 12.2  
1989 *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 44, Taf. 12, Fig. 8-14  
1994 *Oleoidearumpollenites microreticulatus* (THOMSON & PFLUG) ZIEMBINSKA-TWORZYDLO comb. nov.; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO in ZIEMBINSKA-TWORZYDLO et al., S. 25, Taf. 14, Fig. 18a-c  
1996 *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 42, Taf. 7, Fig. 3, 4  
2004 *Oleoidearumpollenites microreticulatus* (THOMSON & PFLUG) ZIEMBINSKA-TWORZYDLO; LIANG, S. 38, Taf. 5, Fig. 14a-c

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984), Größe: 15-20µm (n = 10)  
Vorkommen: Probe 1-6, 11-17, 20-23, 25, 27, 29-31, 39-51, 55-71, 73, 76, 77, 79, 82, 83, 85-87, 90-93, 95-99, 102, 107-110, 112-120, 122, 126-129, 131, 135, 140, 141, 143, 144, 150, 157-161, 170, 171, 173, 174, 176-178, 183-186, 189-192, 194-198, 201-208, 212-217, 219-222, 226, 228-234, 237-240, 243, 252, 259-280, 282-291, 294-298, 300, 301, 303, 304, 306-312, 315, 316, 318-321, 323, 324, 326-330, 332-387, 389-398, 401-423

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Oleaceae, Gattung *Fraxinus* L. (vgl. THIELE-PFEIFFER 1980)

Bemerkungen: Die Neukombination von ZIEMBINSKA-TWORZYDLO basiert auf der Annahme, daß die fossilen Pollen eindeutig auf botanische Beziehungen zu den Oleaceae hinweisen (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Vertreter der Gattung *Fraxinus* L. besiedeln feuchte, ufernahe Standorte und Auwälder

(83) *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 7, Fig. 22, 27, 28

- 1931a *Pollenites pseudocingulum* n. sp.; R. Potonie, S. 328, 332, Taf. 1, Fig. 2-4, 19, 24, 26, 27  
1953 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 99, Taf. 12, Fig. 96-111  
1978 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; HOCHULI, S. 82, Taf. 12, Fig. 7  
1980 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-& PFEIFFER, S. 150/151, Taf. 11, Fig. 52-54; Taf. 12, Fig. 1-10  
1984 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 87/88, Taf. 15, Fig. 7.1, 7.2, 8  
1996 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 43, Taf. 7, Fig. 7-9  
1998 *Tricolporopollenites pseudocingulum*-Gruppe; BRUCH, S. 78/79, Taf. 11, Fig. 5, 6  
2000 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; KOHLMAN-ADAMSKA & ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 51/52, Taf. 2, Fig. 2-4; Taf. 3, Fig. 1-5  
2004 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 43/44, Taf. 4, Fig. 13a-c; Taf. 7, Fig. 1a, b, 8a, b, 9a, b7

Beschreibung: Tricolporater psilater, scabrater bis leicht verrucater ei- bis doppelkegelförmiger Pollen. Siehe dazu auch THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984), Größe: 27-30 x 22-25µm, Exine 1,6µm

Bemerkung: Wie BRUCH (1998, S. 78/79) sehe ich meine Formen auch als Sammelgruppe an

Vorkommen: Probe 1-3, 5-10, 12-27, 29, 31-35, 37, 39-80, 83-87, 90-129, 131-137, 139-153, 155-165, 167-172, 173-219, 221-225, 228-230, 232-236, 238, 240-244, 246-265, 268-285, 288, 290-296, 298, 299, 301-307, 310-317, 320, 321, 324-328, 331-336, 338-341, 343-345, 347-354, 356-373, 377, 378, 380, 381, 383-388, 390-392, 394-399, 404, 406, 410-412, 415, 416, 418, 420, 423

Stratigraphie: Ab Eozän, massenhaft im Oligozän und Miozän (THOMSON & PFLUG 1953, MAMCZAR 1962), selten im Pliozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt, THIELE-PFEIFFER (1980) konnte nach vielen Vergleichen mit rezenten Pollen verschiedener Gattungen der Anarcardiaceae (z. B. Gattung *Rhus*) keine Übereinstimmung mit einer rezenten Pollenform finden und vermutet, dass die Mutterpflanzen dieser Pollenform gegen Ende des Miozäns ausgestorben seien. KOHLMAN-ADAMSKA & ZIEMBINSKA-TWORZYDLO (2000) sehen dagegen Ähnlichkeiten zu den Fagaceen

(84) *Tricolporopollenites retiformis* (PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961e  
Taf. 7, Fig. 21

- 1952 *Salicoidites* R. POTONIE, THOMSON & THIERGART; LESCHIK, S. 14, Taf. 4, Fig. 4  
1953 *Tricolporopollenites retiformis* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 97, Taf. 11, nur Fig. 60, 61  
1961e *Tricolporopollenites retiformis* (PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953); KRUTZSCH, S. 322  
1980 *Tricolporopollenites retiformis* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 144/145, Taf. 11, Fig. 19-21  
1984 *Tricolporopollenites retiformis* THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 77, Taf. 12, Fig. 9.1, 9.2  
1996 *Tricolporopollenites retiformis* (PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961e; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 44/45, Taf. 7, Fig. 12, 13

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984), Größe: 20-27µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 1, 3, 7, 13, 16, 23, 24, 41, 59, 69, 77, 78, 80, 85, 86, 89, 93, 94, 106, 114, 114, 118, 127, 144, 145, 149, 150, 175-177, 179, 180, 183, 186-192, 205, 209, 216-220, 223-226, 229, 232-242, 244, 245, 251-253, 261-264, 273, 275, 282, 284, 286, 288-290, 292, 295, 297, 300-304, 306, 307, 312-314, 318, 319, 322, 324-337, 339, 342, 344, 369-372, 382, 384, 385, 387, 389, 397, 399, 400, 411, 413, 415, 416, 418

Stratigraphie: Bisher Miozän bis Pliozän (THIELE-PFEIFFER 1980)

Botanische Zugehörigkeit: Salicaceae, Gattung *Salix* L.

Bemerkungen: Die Gattung *Salix* umfasst etwa 500 sommergrüne Arten mit Verbreitungsschwerpunkten in der nördlichen kalten und gemäßigten Zone. Außerdem gibt es sie in SO-Asien, S-Afrika und S-Amerika (SCHÜTT et al. 2002). Sie leben zumeist entlang von Gewässern

(85) *Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH 1962a  
Taf. 8, Fig. 1, 2

- 1962a *Tricolporopollenites striatoreticulatus* n. fsp.; KRUTZSCH, S. 279, Abb. 9, Taf. 6, Fig. 27-37  
1966 *Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH; SONTAG, S. 41, Taf. 63, Fig. 4a-d  
1970b *Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH; KRUTZSCH, S. 356, Taf. 13, E 111  
1973 *Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH; RAKOSI, S. 536, 680, Taf. 31, Fig. 5-8  
1980 *Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 158/159, Taf. 14, Fig. 1-3, 4-8

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 41-45 x 33-35µm (n = 7)

Vorkommen: Probe 11, 17, 19, 38, 58, 66, 88, 89, 112, 115, 122, 131, 132, 138, 143, 151, 152, 170, 179, 192, 196, 202, 204, 205, 209-212, 220-222, 224, 232, 240, 247, 251, 254, 257-261, 264, 289, 295, 305, 311, 313, 331, 351, 352, 358, 371, 405, 407, 410, 413, 416  
Stratigraphie: Die Form tritt nach KRUTZSCH (1970b, S. 356) regelmäßig im mittleren bis höheren Eozän Mitteleuropas auf und ist ein „typischer Vertreter des eozän-paläotropischen Florenelementes“. Nach KRUTZSCH (1962b, 1970b) kommt sie außerdem als Reliktelement in den Warmphasen des Unter- und Mittelmiozäns vor  
Botanische Zugehörigkeit: Bisher unbekannt (THIELE-PFEIFFER 1980)

**(86) *Tricolporopollenites* sp.1**

Taf. 8, Fig. 4

Beschreibung: Tricolporate, länglich-eiförmige verrucate Pollenform mit bis an die Pole durchziehenden Colpen; Größe: 27-28 x 22µm (n = 2), Exine 1,5µm, Porendurchmesser 3µm, Verrucae 1x1,5µm mit 1µm Höhe  
Vorkommen: Einzelfund in Probe 60  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

**(87) *Tricolporopollenites* sp.2**

Taf. 8, Fig. 3

Beschreibung: Tricolporate, länglich-ovale grob reticulate Pollenform mit bis an die Pole durchziehenden Colpen, Poren sehr undeutlich, Pollen evtl. nur poroid, Größe: 25-29 x 19-20µm (n = 2), Exine 1µm, Porendurchmesser 4µm  
Vorkommen: Probe 44, 221, 365  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

**(88) *Tricolporopollenites* sp.3**

Taf. 8, Fig. 13, 14

Beschreibung: Tricolporate länglich eiförmige reticulate Pollenform mit bis an die Pole durchziehenden Colpen, kleine äquatorial gestreckte Poren, Größe: 35 x 25µm (n = 1), Exine zweischichtig 3µm, Porendurchmesser 3x1,2µm  
Vorkommen: Einzelfund in Probe 263  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt  
Bemerkungen: Ähnlich Form (131) in THIELE-PFEIFFER (1980, Taf. 17, Fig. 12-15)

**(89) *Tricolporopollenites* sp.4**

Taf. 8, Fig. 5, 6

Beschreibung: Tricolporate kugelige feinreticulate Pollenform mit bis zu den Polen durchziehenden Colpen, Größe: 25µm (n = 3), Exine 1,5µm, Porendurchmesser 4µm



Vorkommen: Probe 25-27, 43, 44, 46, 48, 54, 56, 59-61, 63, 64, 89, 96, 97, 112, 132, 135, 139, 155, 168, 175, 176, 225, 263, 264, 266-269, 274, 275, 277, 279-282, 284-289, 291-294, 296, 297, 321, 339, 354, 365, 377, 379, 380, 392, 403, 409, 413, 417, 421

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

Bemerkungen: Ähnlich Form (130) in THIELE-PFEIFFER (1980, Taf. 17, Fig. 9-11)

(90) *Tricolporopollenites* sp.5

Taf. 8, Fig. 7, 8

Beschreibung: Tricolporate prolate leicht verrucate Pollenform mit bis zu den Polen durchziehenden Colpen, kleine äquatorial gestreckte Poren, Größe: 25-28 x 15-18µm (n = 3), Exine 1,5µm, Porendurchmesser 3x2µm

Vorkommen: Probe 7, 13, 20, 26, 41, 44, 61, 66, 67, 69, 70, 72, 74, 76, 82, 84, 85, 92, 93, 96, 98, 101-104, 106, 108, 135, 136, 268, 269, 272, 274, 277, 282, 284, 286, 291, 292, 295-297, 326-328, 380, 416

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

Gattung *Artemisiaepollenites* NAGY 1969

Genotypus: *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY 1969

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1969, S. 208 (440), Taf. 41, Fig. 18; Taf. 49, Fig. 16, 17)

(91) *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY 1969

Taf. 8, Fig. 11, 12

1969 *Artemisiaepollenites sellularis* n. gen. n. sp.; NAGY, S. 208 (440), Taf. 41, Fig. 18; Taf. 49, Fig. 16, 17

1985 *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY; NAGY, S. 184/185, Taf. 107, Fig. 1-5

1989 *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY; GUAN et al., S. 72, Taf. 22, Fig. 13-19

1994 *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO et al., S. 38, Taf. 11, Fig. 10, 11

2004 *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY; LIANG, S. 35, Taf. 8, Fig. 12a, b, 13; Taf. 9, Fig. 2a-c-

Beschreibung: Siehe NAGY (1969) und LIANG (2004), Größe: 19-25µm (n = 7)

Vorkommen: Probe 81, 119, 146, 192, 198, 264, 265, 268, 271, 272, 295, 298, 367, 384

Stratigraphie: Bisher Miozän von Ungarn (NAGY 1969), Miozän bis Pleistozän von China (LIANG 2004)

Botanische Zugehörigkeit: Asteraceae, Gattung *Artemisia* L. (NAGY 1969)

Bemerkungen: Gemäßigte Zonen der Alten und Neuen Welt

Infraturma Sphaeroidati ERDTMAN 1943

Gattung *Faguspollenites* RAATZ 1937 ex POTONIE 1960

Genotypus: *Faguspollenites verus* RAATZ 1937

Diagnose und Beschreibung: Siehe RAATZ (1937, S. 23, Taf. 1, Fig. 17) und POTONIE (1960, Synopsis III, S. 102, 103, Taf. 6, Fig. 116)

(92) *Faguspollenites verus* RAATZ 1937 ex POTONIE 1960  
Taf. 8, Fig. 23

- 1937 *Fagus-pollenites verus* n. sp.; RAATZ, S. 23, Taf. 1, Fig. 17  
1960 *Faguspollenites verus* RAATZ; R. POTONIE, S. 102/103, Taf. 6, Fig. 116  
1974 *Faguspollenites verus* RAATZ; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, S. 394/395, Taf. 23, Fig. 9a-c  
1980 *Faguspollenites verus* RAATZ; THIELE-PFEIFFER, S. 161, Taf. 15, Fig. 4, 5  
1984 *Faguspollenites verus* RAATZ; MOHR, S. 94/95, Taf. 18, Fig. 7, 10.1, 10.2, 12  
1985 *Faguspollenites verus* RAATZ; NAGY, S. 200, Taf. 113, Fig. 15, 16  
1994 *Faguspollenites verus* RAATZ ex POTONIE 1960; ZIEMBINSKA-TWORZYDLO et al., S. 39, Taf. 14, Fig. 1, 2  
1996 *Faguspollenites verus* RAATZ; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 47, Taf. 7, Fig. 21, 22  
1998 *Faguspollenites verus* RAATZ; KÖHLER, S. 115/116  
2004 *Faguspollenites verus* RAATZ ex POTONIE; LIANG, S. 36, Taf. 8, Fig. 3-5; Taf. 9, Fig. 5

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 35-45µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 2-6, 11-14, 16-20, 27-34, 36-38, 46, 50, 55, 64-69, 71-87, 89-92, 94-115, 119, 121-132, 134, 135, 137-141, 143-189, 191-193, 204-207, 210-216, 218, 219, 223-225, 227, 229, 230, 232-234, 236, 250, 252, 262, 320

Stratigraphie: Oberoligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, Gattung *Fagus* L. Nach REM-Untersuchungen von MOHR (1984) konnten zwei Pollenformen unterschieden werden, die sich den rezenten Arten *Fagus sylvatica* L. und *Fagus grandifolia* EHRH. zuordnen lassen

Bemerkungen: *Fagus* L. ist eine Gattung der nördlich gemäßigten Zonen Eurasiens und Nordamerikas (THIELE-PFEIFFER 1980). Nach neueren Untersuchungen von DENK et al. (2002) ist *Fagus orientalis* als ein Synonym für *Fagus sylvatica* zu werten. Zusammen mit (93), (94) und (95) ausgewertet

(93) *Faguspollenites gemmatus* NAGY 1969  
Taf. 8, Fig. 19

- 1969 *Faguspollenites gemmatus* n. sp.; NAGY, S. 231 (463), Taf. 51, Fig. 18, 19  
1985 *Faguspollenites gemmatus* NAGY; NAGY, S. 199/200, Taf. 113, Fig. 6-8  
2004 *Faguspollenites gemmatus* NAGY; LIANG, S. 36, Taf. 8, Fig. 6a-c, 8, 9; Taf. 9, Fig. 4

Beschreibung: Siehe NAGY (1969) und LIANG (2004), Größe: 36-45 x 33-35µm (n = 8)

Vorkommen: Probe 50, 67, 162, 166, 190

Stratigraphie: Bisher Miozän von Ungarn (NAGY 1969)

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, wahrscheinlich *Fagus orientalis* LIPSKY (NAGY 1969)

Bemerkungen: Siehe (92). Zusammen mit (92), (94) und (95) ausgewertet

(94) *Faguspollenites minor* NAGY 1969  
Taf. 8, Fig. 20

- 1969 *Faguspollenites minor* n. sp.; Nagy, S. 232, Taf. 53, Fig. 4, 5  
1985 *Faguspollenites minor* Nagy; NAGY, S. 200, Taf. 113, Fig. 9-12

Beschreibung: Siehe NAGY (1969), Größe: 39-41 x 33-35µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 1-38, 41-46, 48-51, 55, 56, 60-120, 122-220, 223, 225-236, 239-246, 248-250, 252-254, 268, 270, 276, 291, 294, 301, 302, 315, 319, 320, 331, 335, 350, 353, 354, 358, 360, 366, 382, 395, 406, 419

Stratigraphie: Oberoligozän bis Obermiozän (NAGY 1985)

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, möglicherweise *Fagus ferruginea* AIT. (NAGY 1969) = *Fagus grandifolia* EHRH.

Bemerkungen: Siehe (92). Zusammen mit (92), (93) und (95) ausgewertet

(95) *Faguspollenites subtilis* NAGY 1969  
Taf. 8, Fig. 24, 25

- 1969 *Faguspollenites subtilis* n. sp.; Nagy, S. 230 (462), Taf. 52, Fig. 14  
1985 *Faguspollenites subtilis* NAGY; NAGY, S. 200, Taf. 13, Fig. 13, 14

Beschreibung: Siehe NAGY (1969), Größe: 55-58 x 45-50µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 50, 67, 162, 166, 190

Stratigraphie: Bisher Mittel- bis Obermiozän von Ungarn (NAGY 1985)

Botanische Zugehörigkeit: Fagaceae, Gattung *Fagus* L., *Fagus sylvatica* L. (NAGY 1969)

Bemerkungen: Der Unterschied zu (93) und (94) liegt in der um bis zu 20µm größeren Länge des Pollenkorns.

Siehe (92). Zusammen mit (92), (93) und (94) ausgewertet

Gattung *Nyssapollenites* THIERGART 1937

Genotypus: *Nyssapollenites pseudocruciatus* (R. Potonie 1931a) Thiergart 1938, S. 322

Diagnose und Beschreibung: Siehe R. Potonie (1960, S. 103, Taf. 6, Fig. 117-118)

(96) *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE 1931d) R. POTONIE, THOMSON &  
THIERGART 1950 **subsp. accessorius** (R. POTONIE 1934) R. POTONIE, THOMSON &  
THIERGART 1950  
Taf. 8, Fig. 21, 22

- 1931d *Pollenites kruschi* n. sp.; R. POTONIE, S. 3, 4, Abb. 11  
1934 *Pollenites kruschi* (R. POTONIE) *accessorius* n. f.; R. POTONIE, S. 64, 65, Taf. 6, Fig. 9  
1950 *Nyssapollenites (kruschi) accessorius* R. POTONIE; R. POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 59, Taf. B, Fig. 48  
1953 *Tricolporopollenites kruschi* (R. POTONIE) n. comb. subsp. *accessorius* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 103/104, Taf. 13, Fig. 27-31  
1980 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) NAGY 1969; THIELE-PFEIFFER, S. 161, Taf. 15, Fig. 1-3  
1984 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) NAGY *accessorius* R. POTONIE, THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 94, Taf. 17, Fig. 7.1, 7.2  
1989 *Nyssapollenites kruschi* (POTONIE) POTONIE, THOMSON & THIERGART ssp. *accessorius* (POTONIE)

- POTONIE, THOMSON & THIERGART; THIELE-PFEIFFER, S. 52, Taf. 15, Fig. 30-34
- 1996 *Nyssapollenites kruschi* (POTONIE) POTONIE, THOMSON & THIERGART ssp. *accessorius* (POTONIE)  
POTONIE, THOMSON & THIERGART; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 48, Taf. 8, Fig. 4-6
- 1998 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) NAGY *accessorius* (R. POTONIE) POTONIE, THOMSON &  
THIERGART; BRUCH, S. 91/92, Taf. 13, Fig. 4-6
- 2004 *Nyssapollenites kruschi* (POTONIE) POTONIE, THOMSON & THIERGART ssp. *accessorius* (POTONIE)  
POTONIE, THOMSON & THIERGART; LIANG, S. 37, Taf. 8, Fig. 10a, b; Tafel 9, Fig. 6

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und MOHR (1984), Größe: 35-40µm (n = 6)  
Vorkommen: Probe 1, 2, 10, 17, 22, 24, 27, 30-32, 34, 35, 37, 38, 45, 71, 72, 74, 76, 77, 81-  
83, 88-90, 92-108, 110-119, 121-123, 126, 128-130, 132-136, 138-152, 154, 155, 157, 158,  
160-163, 166, 167, 170, 172-174, 176-180, 182, 183, 188-193, 199-201, 205, 206, 209, 210,  
212, 219, 220, 222-224, 226, 228-234, 237-239, 263, 267

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Nyssaceae, Gattung *Nyssa* L.

Bemerkungen: Vertreter der Gattung *Nyssa* L. sind in Nordamerika und Ostasien auch heute  
noch Bestandteil subtropischer Sumpfwälder (THIELE-PFEIFFER 1980)

Zusammen mit (97) ausgezählt und ausgewertet

(97) *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE 1931d) R. POTONIE, THOMSON &  
THIERGART 1950 **subsp. *analepticus*** (POTONIE 1934) NAGY 1969  
Taf. 8, Fig. 15, 16

- 1934 *Pollenites kruschi analepticus* n. sp.; R. POTONIE, S. 65
- 1953 *Triporopollenites kruschi* (R. POTONIE 1931) n. comb. ssp. *analepticus* (R. POTONIE 1934) n. comb.;  
THOMSON & PFLUG, S. 103/104, Taf. 13, Fig. 14-24
- 1969 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) ssp. *analepticus* (R. POTONIE) n. comb.; NAGY, S. 377 (409)
- 1984 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) NAGY *analepticus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S.  
93/94, Taf. 17, Fig. 9, 10
- 1989 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950 ssp. *analepticus* (R.  
POTONIE) NAGY; THIELE-PFEIFFER, S. 52, Taf. 15, Fig. 28, 29
- 1996 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950 ssp. *analepticus* (R.  
POTONIE) NAGY; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 49, Taf. 8, Fig. 7
- 1998 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) NAGY *analepticus* (R. POTONIE) NAGY; BRUCH, S. 92, Taf. 13,  
Fig. 9
- 2004 *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950 ssp. *analepticus* (R.  
POTONIE) NAGY; LIANG, S. 37/38, Taf. 8, Fig. 11a, b; Taf. 9, Fig. 3a, b

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 25-30µm (n = 11)

Vorkommen: Siehe (116)

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Nyssaceae, Gattung *Nyssa* L. (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996).

Nach MOHR (1984) kommt wegen der Kleinheit der Pollen auch die Familie der Vitaceae in  
Betracht, Gattung *Vitis* L., da mit dem Pollen von *V. vinifera* L. große Ähnlichkeit besteht

Bemerkungen: Siehe (96). Zusammen mit (96) ausgezählt und ausgewertet

Gattung *Compositoipollenites* R. POTONIE 1960

Genotypus: *Compositoipollenites rhizophorus* (R. POTONIE 1934) R. POTONIE 1960

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, S. 105, 106, Taf. 6, Fig. 123) und  
KRUTZSCH (1960c, S. 327)

(98) *Compositoipollenites* sp.1

Taf. 8, Fig. 9

Beschreibung: Tricolporate (evtl. auch nur tricolpate), ovale echinate Pollenform, Größe: 25µm im Durchmesser (n = 3), Exine 1µm, Echini 2-3µm

Vorkommen: Probe 141, 144, 182, 297, 310, 313, 411

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Compositae ?

(99) *Compositoipollenites* sp.2

Taf. 8, Fig. 10

Beschreibung: Tricolpater ovaler Pollen mit kurzen Echini, die Colpen erreichen nicht die Pole, die Exine zeigt intrabaculate Struktur, Größe: 36 x 28µm (n = 1), Exine 2µm, Echini 1,6µm

Vorkommen: Einzelfund in Probe 350

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Compositae ?

Infraturma Oblati ERDTMAN 1943

Gattung *Alangiopollis* KRUTZSCH 1962b

Genotypus: *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE 1955) KRUTZSCH 1962b

Diagnose und Beschreibung: Siehe R. POTONIE (1966, Synopsis IV, S. 170, Taf. 12, Fig. 168

(100) *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE 1955) KRUTZSCH 1962b

Taf. 9, Fig. 1, 6

1955 *Alangium barghoornianum* n. sp.; TRAVERSE, S. 64, Taf. 12, Fig. 102

1962b *Alangiopollis* (al. *Alangium*) *barghoornianum* (TRAVERSE) n. comb.; KRUTZSCH, S. 280, Taf. 7, Fig. 1-9

1978 *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE) KRUTZSCH; HOCHULI, S. 81, Taf. 12, Fig. 26

1985 *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE) KRUTZSCH; NAGY, S. 160, Taf. 92, Fig. 1-4

1990 *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE) KRUTZSCH; PLANDEROVA, S. 78, Taf. 77, Fig. 1

1998 *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE) KRUTZSCH; BRUCH, S. 96, Taf. 14, Fig. 1, 2

2004 *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE) KRUTZSCH; LIANG, S. 34/35, Taf. 9, Fig. 1a, b

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1962b), Größe: 55-85µm (n = 10)

Vorkommen: Probe 8, 49, 64, 73, 74, 129, 168, 262, 264, 283, 305, 307, 318, 321, 322, 335, 388, 401, 407, 412, 413, 421

Stratigraphie: Unteroligozän bis Pliozän (BRUCH 1998). Obereozän bis Oligozän in Ostchina (SONG et al. 1999)

Botanische Zugehörigkeit: Alangiaceae, Gattung *Alangium*, nach KRUTZSCH (1962b) und NAGY (1985) den Pollen von *A. kurzii* CRAIB sehr ähnlich

Bemerkungen: Die Gattung *Alangium* ist mit ca. 17 Arten von Westafrika bis Australien (Queensland) und Neukaledonien verbreitet; paläosubtropisches Element

Gattung *Symplocoipollenites* R. POTONIE 1951b emend. SŁODKOWSKA in  
ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO et al. 1994

Genotypus: *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE 1951b

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, Synopsis III, S. 106, 107, Taf. 6, Fig. 1)  
und ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO et al. (1994, S. 29, 30)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 51)

(101) *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE 1951b  
**subsp. vestibulum**

Taf. 8, Fig. 17, 18

- 1931a *Pollenites vestibulum* n. sp.; R. POTONIE, S. 329, Taf. 2, Fig. 23  
1951b *Symplocoipollenites vestibulum* R. POTONIE; R. POTONIE, S. 147, Taf. 21, Fig. 158, 159, 162  
1953 *Porocolpopollenites vestibulum* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 94, Taf. 11, Fig. 3-23  
1960 *Symplocoipollenites vestibulum vestibulum* (al. ssp. *clarensis* THIERGART) in POTONIE 1951B; POTONIE,  
S. 106  
1966 *Porocolpopollenites vestibulum vestibulum* (R. Potonie); SONTAG, Taf. 40, Abb. 4a  
1984 *Porocolpopollenites vestibulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG *vestibulum* ex R. POTONIE; MOHR, S.  
83, Taf. 14, Fig. 4-6  
1996 *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE) R. POTONIE subsp. *vestibulum*; ASHRAF & MOSBRUGGER,  
S. 52, Taf. 8, Fig. 11-13

Beschreibung: Siehe MOHR (1984) und ASHRAF & MOSBRUGGER (1996),

Größe: 30µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 40, 178, 278, 323

Stratigraphie: Mitteleozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Symplocaceae, Gattung *Symplocos* JAQUIN.

Bemerkungen: Die Gattung *Symplocos* JAQUIN. ist in zahlreichen Arten in tropischen und  
subtropischen Gebieten der Alten und Neuen Welt verbreitet. Zusammen mit (102)  
ausgewertet

(102) *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE 1951b  
**subsp. ceciliensis** THIERGART in POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950

Taf. 9, Fig. 2

- 1950 *Symplocos-pollenites vestibulum ceciliensis* (R. POTONIE) THIERGART; THIERGART in POTONIE,  
THOMSON & THIERGART, S. 61, Taf. C, Fig. 35  
1951b *Symplocoipollenites ceciliensis* THIERGART; R. POTONIE, S. 147, Taf. 21, Fig. 160  
1984 *Porocolpopollenites vestibulum* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG 1953 *ceciliensis* (THIERGART) ex  
POTONIE 1960; MOHR, S. 84, Taf. 14, Fig. 11  
1996 *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE) R. POTONIE subsp. *ceciliensis* THIERGART in POTONIE,  
THOMSON & THIERGART; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 52

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 35µm (n = 19)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 40

Stratigraphie: Bisher Eozän und Miozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Symplocaceae, Gattung *Symplocos* JAQUIN.

Bemerkungen: Siehe (101). Zusammen mit (101) ausgewertet

Subturma Polycolporates, Ptychopolyporines (NAUMOVA 1937) POTONIE 1960

Gattung *Tetracolporopollenites* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Tetracolporopollenites sapotoides* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 108, Taf. 15, Fig. 6, 7)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 52/53)

(103) *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 4, 5

1953 *Tetracolporopollenites sapotoides* n. sp.; THOMSON & Pflug, S. 110, Taf. 15, Fig. 6-12

1980 *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 170, Taf. 16, Fig. 46-48

1996 *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 54, Taf. 8, Fig. 17, 18

1998 *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 97/98, Taf. 14, Fig. 9-11

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980),

Größe: 45-50 x 35-41,5µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 18, 49, 61, 70, 71, 73, 85, 93, 201

Stratigraphie: Mitteleozän bis Obermiozän (THIELE-PFEIFFER 1980)

Botanische Zugehörigkeit: Sapotaceae, nach THIELE-PFEIFFER (1980) ähnelt der fossile Pollen der rezenten Art aus Taiwan *Planchonella duclitan* (HUANG 1972)

Bemerkungen: Die Familie der Sapotaceae umfasst ca. 800 Arten. Es handelt sich dabei um immergrüne tropische Bäume des Regenwaldes Südostasiens, Mittelamerikas und Afrikas (SCHÜTT et al. 2002). Zusammen mit (104), (105) und (106) ausgewertet

(104) *Tetracolporopollenites biconus* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 9

1953 *Tetracolporopollenites biconus* n. sp.; PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 109, Taf. 15, Fig. 1-3

1966b *Tetracolporopollenites biconus* PFLUG; NAKOMAN, S. 79, Taf. 2, Fig. 63

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), Größe: 20 x 15µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 42, 43

Stratigraphie: Bisher nur ältestes Tertiär (THOMSON & PFLUG 1953), Eozän (NAKOMAN 1966b)

Botanische Zugehörigkeit: Möglicherweise Sapotaceae (THOMSON & PFLUG 1953)

Bemerkungen: Siehe (103). Zusammen mit (103), (105) und (106) ausgewertet

(105) *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POTONIE 1931d) THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 7, 8

1931d *Pollenites manifestus* n. sp.; R. POTONIE, S. 3, Fig. 30

1953 *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 110, Taf. 15, Fig. 42

1996 *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG ssp. *contractus* PFLUG in THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 53

1998 *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 98, Taf. 14, Fig. 12, 13

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), Größe: 35-45 x 25-30µm (n = 4)

Vorkommen: 46, 117, 238, 271

Stratigraphie: Paläozän bis Untermiozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)  
Botanische Zugehörigkeit: Wahrscheinlich Sapotaceae (THOMSON & PFLUG 1953)  
Bemerkungen: Nach der Unterteilung in Subspezies, die von THOMSON & PFLUG (1953) vorgenommen wurde, wären vorliegende Formen beiden Subspezies zuzuordnen (ssp. *ellipsoideus* und ssp. *contractus*).  
Siehe (103). Zusammen mit (103), (104) und (106) ausgewertet

(106) *Tetracolporopollenites obscurus* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 3

1953 *Tetracolporopollenites obscurus* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 108, Taf. 14, Fig. 86-99, 102-108  
1996 *Tetracolporopollenites obscurus* PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 54, Taf. 8, Fig. 16  
1998 *Tetracolporopollenites obscurus* THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 98/99, Taf. 14, Fig. 14, 15  
Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und BRUCH (1998),  
Größe: 40 x 35µm (n = 1)  
Vorkommen: Einzelfund in Probe 60  
Stratigraphie: Mitteleozän bis Untermiozän (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)  
Botanische Zugehörigkeit: Wahrscheinlich Sapotaceae (THOMSON & PFLUG 1953)  
Bemerkungen: Siehe (103). Zusammen mit (103), (104) und (105) ausgewertet

Turma Poroses, Porates, Porines (NAUMOVA 1937, 1939) POTONIE 1960, 1970

Subturma Monoporines (NAUMOVA 1937, 1939) POTONIE 1960

Gattung *Graminidites* COOKSON 1947

Genotypus: *Graminidites media* COOKSON 1947

Diagnose und Beschreibung: Siehe COOKSON (1947, S. 134, Taf. 15, Fig. 41), POTONIE (1960, Synopsis III, Taf. 6, Fig. 133) und KRUTZSCH (1970a, Atlas VII, S. 12, vgl. hier auch Bemerkungen S. 13-16)

(107) *Graminidites subtiliglobus* (TREVISAN 1967) KRUTZSCH 1970a  
Taf. 9, Fig. 14

1967 *Monoporopollenites subtiliglobus* n. fsp.; TREVISAN, S. 49, 63, Taf. 23, Fig. 6a-f  
1970a *Graminidites subtiliglobus* (Trevisan) n. comb; KRUTZSCH, S. 54, Taf. 2, Fig. 1-12  
1978 *Graminidites subtiliglobus* (Trevisan) KRUTZSCH; HOCHULI, S. 70, Taf. 9, Fig. 14  
1984 *Graminidites subtiliglobus* (TREVISAN) KRUTZSCH; MOHR, S. 62, Taf. 8, Fig. 3  
1996 *Graminidites subtiliglobus* (TREVISAN) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 56, Taf. 8, Fig. 23

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 35-38µm (n = 6)  
Vorkommen: Probe 1, 4, 6, 7, 15, 19, 25, 35, 38, 39, 41, 43, 45, 46, 48-50, 55, 62-64, 71, 76, 84, 108, 110, 115-123, 128-130  
Stratigraphie: Oberoligozän bis Pliozän  
Botanische Zugehörigkeit: Poaceae



Bemerkungen: Eine Zuordnung zu einer bestimmten rezenten Gattung ist unmöglich, da die Poaceen-Pollenkörner keine signifikanten Unterschiede aufweisen. Zusammen mit (108) und (109) ausgewertet

(108) *Graminidites cf. pseudogramineus* KRUTZSCH 1970a

Taf. 9, Fig. 17

- 1970a *Graminidites pseudogramineus* n. sp.; KRUTZSCH, S. 52, Taf. 1, Fig. 6-11  
1989 *Graminidites pseudogramineus* KRUTZSCH; GUAN et al., S. 83, Taf. 1, Fig. 6-11  
1996 *Graminidites pseudogramineus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 56  
2004 *Graminidites pseudogramineus* KRUTZSCH; LIANG, S. 22, Taf. 9, Fig. 10a, b

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970), Größe: 60µm (n = 1), vorliegende Exemplare unterscheiden sich durch einen größeren Durchmesser von der durch KRUTZSCH (1970a) beschriebenen Art. Auch LIANG (2004) nennt einen größeren Durchmesser (50µm)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 375

Stratigraphie: Bisher Pliozän bis Plio/Pleistozän von Mitteleuropa (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996). Miozän bis Pleistozän in China (LIANG 2004)

Botanische Zugehörigkeit: Poaceae

Bemerkungen: Zusammen mit (107) und (109) ausgewertet

(109) *Graminidites* sp.

Taf. 9, Fig. 10

Beschreibung: Größe: 24-30µm (n = 3), kugelig, monoporater Pollen. Die 2µm große Pore wird von einem schwachen 1µm breiten Anulus umgeben. Das Pollenkorn zeigt eine psilate bis feinpunctate etwa 1µm starke Exine

Vorkommen: Probe 1, 5, 24, 34, 42, 46, 48-51, 59, 61, 62, 64, 68, 70-72, 83, 84, 94, 99, 110-115, 118, 119, 122, 123, 128, 129, 133-137, 140, 141, 144, 146, 150, 151, 155, 166, 171, 175-177, 194, 198, 203, 205, 207-209, 215-221, 226-235, 239, 241, 253, 261-263, 266-269, 271, 272, 275, 282, 287, 292, 293, 295, 297, 298, 301, 312, 313, 316, 317, 327, 329-332, 330-343, 345, 346, 367, 372, 376, 377, 384, 389, 393, 395, 397, 398, 400-402, 404, 409, 411, 412, 414, 416-418, 422

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Poaceae

Bemerkungen: Siehe (107). Zusammen mit (107) und (108) ausgewertet

Gattung *Cyperaceaepollis* KRUTZSCH 1970a

Genotypus: *Cyperaceaepollis neogenicus* KRUTZSCH 1970a

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970a, Atlas VII, S. 16, 17, Taf. 7, Fig. 6-8)

(110) *Cyperaceapollis neogenicus* KRUTZSCH 1970b  
Taf. 9, Fig. 12

- 1970a *Cyperaceapollis neogenicus* n. sp.; KRUTZSCH, S. 66, Taf. 7, Fig. 4-14  
1978 *Cyperaceapollis neogenicus* KRUTZSCH; HOCHULI, S. 70, Taf. 9, Fig. 17  
1984 *Cyperaceapollis neogenicus* KRUTZSCH; MOHR, S. 62, Taf. 8, Fig. 5  
1996 *Cyperaceapollis neogenicus* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 57

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970) und MOHR (1984), Größe: 35-40µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 1, 10, 25, 26, 30, 33, 37, 43, 46, 48, 53, 57-63, 69, 71, 79, 95, 110, 111, 113-117, 133, 135, 136, 139, 144, 146, 150, 154, 168, 174, 176, 180, 182-193, 199, 207, 208, 211, 220-226, 231-239, 241, 242, 251, 254-256, 261-267, 269, 271, 272, 274, 275, 277-282, 285-288, 290-293, 295-298, 302, 304, 310-315, 317, 321-343, 345, 346, 349-354, 356, 360, 365, 367, 369-371, 373-375, 383-385, 387, 389-391, 393, 394, 396, 397, 399-403, 409, 411, 412, 414, 416-418, 420

Stratigraphie: Oberoligozän bis Obermiozän

Botanische Zugehörigkeit: Cyperaceae, als mögliche rezente Vergleichsgattungen kommen *Carex* L. und *Cladium* P. BR. in Frage. Nach MOHR (1984) ist z. B. der Pollen von *Carex chrysolepis* FR. & SAV. (HUANG 1972, S.252, Taf. 169, Abb. 12) sehr ähnlich

Bemerkungen: Die Gattung *Cladium* ist überwiegend in tropischen und subtropischen Sümpfen der ganzen Welt beheimatet, in der mitteleuropäischen Flora kann sie als Tertiärrelikt bezeichnet werden. *Carex*-Arten kommen vor allem in der gemäßigten Zone in Mooren und Verlandungsbereichen vor (THIELE-PFEIFFER 1980).

Zusammen mit (111) ausgezählt und ausgewertet

(111) *Cyperaceapollis piriformis* THIELE-PFEIFFER 1980  
Taf. 9, Fig. 11

- 1978 *Cyperaceapollis cf. scholitzensis* KRUTZSCH; HOCHULI, S. 70, Taf. 9, Fig. 18  
1980 *Cyperaceapollis piriformis* n. sp.; THIELE-PFEIFFER, S. 57, Taf. 7, Fig. 20-22  
1987 *Cyperaceapollis piriformis* THIELE-PFEIFFER; SEITNER, S. 99, Taf. 10, Fig. 8, 9  
1998 *Cyperaceapollis piriformis* THIELE-PFEIFFER; BRUCH, S. 65/66, Taf. 8, Fig. 20-22

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 50-60µm (n = 2), Hauptporus ca. 10µm

Vorkommen: Siehe (68)

Stratigraphie: Eozän (NICKEL 1996) bis Obermiozän (SEITNER 1987)

Botanische Zugehörigkeit: Cyperaceae, Gattung *Carex* L. oder *Cladium* P. BR (siehe (68))

Bemerkungen: Siehe (110). Zusammen mit (110) ausgezählt und ausgewertet

Gattung *Sparganiaceapollenites* THIERGART 1938

- 1938 *Sparganiaceae-pollenites*; THIERGART, S. 307  
1950 *Sparganioidites* n. gen.; POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 50

Genotypus: *Sparganiaceapollenites polygonalis* THIERGART 1938

Diagnose und Beschreibung: Siehe THIERGART (1938, S. 307, Taf. 24, Fig. 11, 12) und KRUTZSCH 1970a, S. 19, 20, Tab. 4)

Bemerkungen: Genotypus ist *Sparganiaceapollenites polygonalis* und nicht, wie KRUTZSCH 1970a schreibt, *Sparganiaceapollenites convexus*. Dies wird auch bei KRUTZSCH & VANHOORNE (1977, S. 25) so gesehen.

(112) *Sparganiaceapollenites sparganioides* (MEYER 1956) KRUTZSCH 1970a  
Taf. 9, Fig. 15

1952 *Sparganioidites*; MEYER, S.36, Taf. 3, Fig. 53

1956 *Monoporopollenites sparganioides* n. sp.; MEYER, S. 111, 128, Taf. 4, Fig. 28

1970a *Sparganiaceapollenites sparganioides* (MEYER) n. comb.; KRUTZSCH, S. 19/20, Taf. 12, Fig. 1-35

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1970a) und THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 22µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 4-6, 9, 17, 18, 39, 41-43, 49, 51-56, 58-61, 67, 70-73, 80, 82, 87, 88, 93, 94, 104, 110, 118, 119, 121, 123, 126, 132, 135, 137-140, 144, 146, 150, 156, 157, 176-179, 182, 184-188, 190, 192-203, 205, 207-218, 220, 222-226, 228, 229, 232, 234-238, 240-242, 245, 247, 249-266, 268-273, 275-280, 282-284, 286, 287, 289-349, 351, 353, 354, 356-378, 380-389, 391, 393-402, 404, 405, 407, 409-415, 417-421

Stratigraphie: Mitteloligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Sparganiaceae, Gattung *Sparganium* L. oder Typhaceae, Gattung *Typha* L.

Bemerkungen: *Typha*-Arten sind weit verbreitete Verlandungspflanzen in der nördlichen temperierten Zone und in den Tropen der Alten und Neuen Welt. Vertreter der Gattung *Sparganium* kommen vor allem in Sümpfen der gemäßigten Breiten vor (THIELE-PFEIFFER 1980). Zusammen mit (113) ausgewertet

(113) *Sparganiaceapollenites magnoides* KRUTZSCH 1970a  
Taf. 9, Fig. 13

1970a *Sparganiaceapollenites magnoides* n. sp.; KRUTZSCH, S. 82, Taf. 13, Fig. 14-23

Beschreibung: Rundliche, monoporate Form mit runder nicht fest umgrenzter Pore (Durchmesser 5µm), 1,5 bis 2µm breite ungeordnet reticulater Exine. Die Lumengröße beträgt ca. 1-1,5µm. Größe: 30-42µm (n = 6), siehe auch KRUTZSCH (1970a)

Vorkommen: Probe 39, 53, 54, 56, 67, 118, 140, 179, 186, 190, 234, 261, 268, 270, 271, 277, 280, 290, 295, 296, 298, 301, 322-324, 329, 333, 341, 342, 344, 362, 372, 382-384, 387, 410, 411

Stratigraphie: Bisher Unter- bis Mittelmiozän

Botanische Zugehörigkeit: Sparganiaceae, Gattung *Sparganium* L. ?

Bemerkungen: Siehe (112). Zusammen mit (112) ausgewertet

Subturma Diporines (Diporina NAUMOVA 1937?, 1939) POTONIE 1960

Gattung *Iteapollis* ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO 1974

Genotypus: *Iteapollis angustiporus* (Schneider 1965) ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO 1974

Diagnose und Beschreibung: Siehe ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO (1974, S. 402)

(114) *Iteapollis angustiporus* (SCHNEIDER 1965) ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO 1974  
Taf. 9, Fig. 16

- 1953 *Diorites* sp. (Symplocaceae); KLAUS, S. 10, Taf. 1, Fig. 7  
1955 *Corylus* ?; TRAVERSE, S. 43, 46, Fig. 9  
1964 *Corylus americana* WALT.-type; STUHLIK, S. 33, Taf. 11, Fig. 7, 8  
1965 *Psilodiporites angustiporatus* n. fsp.; SCHNEIDER, S. 205, Taf. 1, Fig. 8-10  
1966 cf. *Itea*; ZIEMBINSKA & NIKLEWSKI, S. 38, Taf. 7, Fig. 22  
1973 *Itea* sp.; SADOWSKA, S. 250, Taf. 2, Fig. 1-6  
1973 *Itea* sp. PETROV & DRAZHEVA-STAMATOVA, S. 812/813, Fig. 1-4  
1974 *Iteapollis angustiporatus* (SCHNEIDER) comb. n.; ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO, S. 402 u. 431, Taf. 25, Fig. 2  
1976 *Itea*; MENKE, S. 37 u. 124, Taf. 16, Fig. 12-15  
1980 *Iteapollis angustiporus* (SCHNEIDER) ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO; THIELE-PFEIFFER, S. 136, Taf. 9, Fig. 27, 28

Beschreibung: Siehe ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO (1974) und THIELE-PFEIFFER (1980),

Größe: 20-27µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 266, 324, 368, 384, 409, 411, 421

Stratigraphie: In Mittel- und Osteuropa ab Miozän, reicht bis ins Pliozän (THIELE-PFEIFFER 1980). Nach ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO (1974) in den wärmeren Klimaphasen des Mittleren und Oberen Miozäns

Botanische Zugehörigkeit: Saxifragaceae, Gattung *Itea* L.

Bemerkungen: Bei PETROV & DRAZHEVA-STAMATOVA (1973) findet sich eine Karte mit fossilen Vorkommen und gegenwärtiger Verbreitung. Abgesehen von einer entlang der atlantischen Küste von Nordamerika verbreiteten Art, kommen alle anderen Arten in den Wäldern des tropischen und subtropischen Ostasiens vor

Subturma Triporines (Triporina NAUMOVA 1937?, 1939) POTONIE 1960

Exitus äquatorial, nur z.T. etwas aspidat

Gattung *Carpinuspollenites* THIERGART 1937

Genotypus: *Carpinuspollenites granifer* (R. POTONIE 1935) THIERGART 1938

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1969, S. 458 (226))

(115) *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953) NAGY 1969  
Taf. 10, Fig. 1, 2

- 1953 *Polyporopollenites carpinoides* n. sp.; PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 92, Taf. 10, Fig. 79-83  
1969 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) n. comb.; NAGY, S. 458, Taf. 52, Fig. 8  
1978 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) NAGY; HOCHULI, S. 78, Taf. 11, Fig. 11  
1980 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) NAGY; THIELE PFEIFFER, S. 128, Taf. 8, Fig. 15, 16  
1984 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) NAGY; MOHR, S. 69/70, Taf. 9, Fig. 10, 11  
1985 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) NAGY; NAGY, S. 168, Taf. 112, Fig. 9-14  
1990 *Carpinidites carpinoides* (PFLUG) NAGY; PLANDEROVA, S. 63, Taf. 64, Fig. 1-7  
1996 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG in THOMSON & PFLUG) NAGY 1969; ASHRAF & MOSBRUGGER, Taf. 9, Fig. 2, 3  
1998 *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG) NAGY; BRUCH, S. 73, Taf. 10, Fig. 4

- 1998 *Carpinuspollenites carpinooides* (PFLUG) NAGY; KÖHLER, S. 111/112  
 2004 *Carpinidites carpinooides* (PFLUG) NAGY; LIANG, S. 25, Taf. 10, Fig. 1, 2

Bemerkung: Zur Synonymie und Abgrenzung der Art siehe MOHR (1984)

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und MOHR (1984), Größe: 30-35µm (n = 7)

Vorkommen: Probe 1-26, 29-37, 39-150, 152-160, 162-196, 198, 203-220, 222-343, 345, 348-378, 381, 382, 384-423

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Betulaceae, Gattung *Carpinus* L. oder *Ostrya* SCOP. (THOMSON & PFLUG 1953)

Bemerkungen: Wegen der großen Ähnlichkeit der Pollen von *Carpinuspollenites carpinooides* (*Carpinus* sp.) und *Triporopollenites rhenanus* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 (*Ostrya* sp.) wurde auf eine Unterscheidung beim Auszählen verzichtet (vgl. MOHR 1984).

*Ostrya*-Arten leben heute in Südeuropa, Ostasien und Nordamerika; *Carpinus*-Arten sind auf die Nordhemisphäre beschränkt und hier von Nordamerika bis Ostasien verbreitet (THIELE-PFEIFFER 1980)

#### Gattung *Lonicerapollis* KRUTZSCH 1962b

Genotypus: *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH 1962b

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1962b, S. 275, Taf. 5, Fig. 1-6) und POTONIE (1966, S. 176, 177, Taf. 13, Fig. 179)

#### (116) *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH 1962b Taf. 10, Fig. 4

- 1962b *Lonicerapollis gallwitzi* n. gen. n. sp.; KRUTZSCH, S. 274, Taf. 5, Fig. 1-6  
 1974 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; ZIEMBINSKA-TWORDZYDLO, S. 385, Taf. 19, Fig. 12  
 1978 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; HOCHULI, S. 75, Taf. 12, Fig. 1  
 1980 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 138, Taf. 10, Fig. 23-25  
 1985 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; NAGY, S. 174, Taf. 98, Fig. 29, 30; Taf. 99, Fig. 1-6; Taf. C, Fig. 1  
 1996 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 59, Taf. 9, Fig. 4  
 1998 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; BRUCH, S. 76,  
 2004 *Lonicerapollis gallwitzi* KRUTZSCH; LIANG, S. 46/47, Taf. 10, Fig. 11

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1962b) und BRUCH (1998), Größe: 45µm (n = 1), sehr dicke Exine (4,5 µm)

Vorkommen: Einzelfund in Probe 70

Stratigraphie: Mitteloligozän (Rupel) bis Pliozän (KRUTZSCH 1962b)

Botanische Zugehörigkeit: Caprifoliaceae, Gattung *Lonicera* L. und vielleicht Gattung *Triosteum* L.

Bemerkungen: *Lonicera*- und *Triosteum*-Arten besiedeln heute gemäßigte Gebiete der Nordhalbkugel (THIELE-PFEIFFER 1980)

## Gattung *Momipites* WODEHOUSE 1933

Genotypus: *Momipites coryloides* WODEHOUSE 1933

Diagnose und Beschreibung: Siehe WODEHOUSE (1933, S. 511, Fig. 43) und R. POTONIE (1960, Synopsis III, S. 118, Taf. 7, Fig. 150)

### (117) *Momipites punctatus* (R. POTONIE 1931a) NAGY 1969 Taf. 10, Fig. 5

- 1931a *Pollenites coryphaeus punctatus* n. f.; R. POTONIE, S. 329, Taf. 2, Fig. 7  
1950 *Engelhardtioipollenites* (al. *Pollenites*) *punctatus* (al. *coryphaeus punctatus*) – POTONIE; THOMSON & THIERGART, S. 51, Taf. B, Fig. 7  
1953 *Triatriopollenites coryphaeus* (R. POTONIE) n. comb. subsp. *punctatus* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 80, Taf. 8, Fig. 15-37  
1969 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) n. comb.; NAGY, S. 478, Taf. 54, Fig. 9, 10  
1980 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; THIELE-PFEIFFER, S. 125/126, Taf. 8, Fig. 5, 6  
1984 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; MOHR, S. 67, Taf. 9, Fig. 7  
1990 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; PLANDEROVA, S. 60, Taf. 60, Fig. 19  
1996 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; ASRAF & MOSBRUGGER, S. 60, Taf. 9, Fig. 5-7  
1998 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; BRUCH, S. 70, Taf. 9, Fig. 19  
1998 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; KÖHLER, S. 109  
2004 *Momipites punctatus* (R. POTONIE) NAGY; LIANG, S. 23, Taf. 9, Fig. 13a, b, 14

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984), Größe: 20-25µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 1-27, 30, 31, 34, 39-74, 76, 77, 82-99, 101, 102, 105-107, 109-128, 130, 134-142, 145, 152, 159, 163, 165, 167, 171, 172, 174-179, 181, 182, 184-186, 189-197, 199-203, 205-209, 212, 214, 216-236, 239-241, 244-247, 249-252, 256-261, 263-265, 267-270, 272, 276-287, 289-291, 293, 294, 296, 299-301, 303-305, 309-317, 319-327, 329-358, 360-367, 369-394, 399, 401-423

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae, Gattung *Engelhardia* LESCHEN

Bemerkungen: Die Gattung kommt heute überwiegend im tropischen, aber auch im subtropischen Südostasien vor (THIELE-PFEIFFER 1980)

## Gattung *Platycaryapollenites* NAGY 1969

Genotypus: *Platycarya miocaenicus* NAGY 1969

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1969, S. 474 (242), Taf. 53, Fig. 25, 26)

### (118) *Platycarya miocaenicus* NAGY 1969 Taf. 10, Fig. 3

- 1969 *Platycarya miocaenicus* n. g. n. sp.; NAGY, S. 474, Taf. 53, Fig. 25, 26  
1980 *Platycarya miocaenicus* NAGY; THIELE-PFEIFFER, S. 126, Taf. 8, Fig. 9, 10  
1987 *Platycarya miocaenicus* NAGY; SEITNER, S. 115, Taf. 11, Fig. 15  
1990 *Platycarya miocaenicus* NAGY; PLANDEROVA, S. 59, Taf. 60, Fig. 1-8  
1998 *Platycarya miocaenicus* NAGY; BRUCH, S. 71, Taf. 9, Fig. 21  
1998 *Platycarya miocaenicus* NAGY; KÖHLER, S. 110

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980) und BRUCH (1998), Größe: 16µm (n = 3)  
 Vorkommen: Probe 4, 13, 20, 37, 39, 40, 42-45, 47, 54-60, 70, 71, 86, 87, 90, 91, 93, 101, 102, 105, 106, 114, 120, 122, 133, 141, 145, 158-160, 171-173, 176, 178, 190, 193, 194, 196-198, 210, 211, 217, 220, 223, 233, 241, 259, 265, 278-280, 287, 300, 303, 306-309, 311, 314, 317, 319, 322, 328, 333, 335, 339, 341, 343-345, 350, 363, 366, 367, 369, 370, 372, 382, 392-397, 401-403, 413, 418, 421  
 Stratigraphie: Eozän bis Miozän  
 Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae, Gattung *Platycarya* SIEB. & ZUCC.. Nach THIELE-PFEIFFER (1980) stimmt der fossile Pollen vollkommen mit Pollenkörnern der einzigen heute nur noch im subtropischen (Ost-Asien) lebenden Art *Platycarya strobilacea* SIEB. & ZUCC. überein  
 Bemerkungen: *Platycarya strobilacea* SIEB. & ZUCC. bevorzugt einen halbschattigen bis vollsonnigen Standort in feuchtem Boden

### Gattung *Intratropollenites* THOMSON & PFLUG 1953

- 1931c *Tiliaepollenites* n. gen.; POTONIE, S. 556, Fig. 9  
 1934 *Tiliaepollenites* POTONIE 1931c; POTONIE & VENITZ, S. 37, Taf. 4, Fig. 109 (ausführlichere Behandlung)  
 1937 *Tiliaepollenites* n. gen.; RAATZ, S. 27  
 1953 *Intratropollenites* n. gen. (PFLUG & THOMSON); THOMSON & PFLUG, S. 87  
 1960 *Tiliaepollenites* (POTONIE 1931c) ex POTONIE & VENITZ 1934; POTONIE in Synopsis III, S. 120, Taf. 7, Fig. 155  
 1961 *Intratropollenites* (PFLUG & THOMSON 1953) emend.; MAI, S. 64  
 1966 *Intratropollenites* (THOMSON & PFLUG 1953) emend. MAI 1961; POTONIE, Synopsis IV, S. 176  
 1977 *Intratropollenites* THOMSON & PFLUG; KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 60  
 1980 *Intratropollenites* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S.131  
 1984 *Intratropollenites* THOMSON & PFLUG; MOHR, S.82

Genotypus: *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 61)

### (119) *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE 1931d) THOMSON & PFLUG 1953 Taf. 10, Fig. 6, 7

- 1931d *Tilia-pollenites instructus* n. sp.; R. POTONIE, S. 556, Abb. 9  
 1953 *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE & VENITZ 1934) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 89, Taf. 10, Fig. 16, 18-22  
 1980 *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 131, Taf. 9, Fig. 1, 2  
 1996 *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 61  
 1998 *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 113/114

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980),  
 Größe: 35-40µm (n = 4)  
 Vorkommen: Siehe (83)  
 Stratigraphie: Oberoligozän bis rezent  
 Botanische Zugehörigkeit: Tiliaceae, Gattung *Tilia* L. (THIELE-PFEIFFER 1980)  
 Bemerkungen: *Tilia*-Arten sind überwiegend in der nördlichen gemäßigten Zone verbreitet, kommen aber auch in den Tropen vor. Zusammen mit (120) und (121) ausgezählt und ausgewertet

(120) *Intratropollenites insculptus* MAI 1961  
ohne Abb.

- 1961 *Intratropollenites insculptus* n. sp.; MAI, S. 65, Taf. 11, Fig. 10-27  
1980 *Intratropollenites insculptus* MAI; THIELE-PFEIFFER, S. 132, Taf. 9, Fig. 3-4  
1984 *Intratropollenites insculptus* MAI; MOHR, S. 83, Taf. 14, Fig. 3  
1985 *Intratropollenites insculptus* MAI; NAGY, S. 176, Taf. 101, Fig. 6-8  
1990 *Intratropollenites insculptus* MAI; PLANDEROVA, S. 65, Taf. 66, Fig. 5  
1996 *Intratropollenites insculptus* MAI; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 62, Taf. 9, Fig. 10, 11  
1998 *Intratropollenites insculptus* MAI; BRUCH, S. 75, Taf. 10, Fig. 16  
1998 *Intratropollenites insculptus* MAI; KÖHLER, S. 113

Beschreibung: Siehe MAI (1961) und BRUCH (1998), Größe: 31-34µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 1, 3-6, 9, 10, 13-18, 20-22, 25, 38, 39, 43-47, 50-68, 71-77, 80-82, 84-86, 88-105, 107-114, 116-122, 124-139, 141, 143-153, 155-157, 160, 162, 164-166, 168, 172-175, 179-185, 187-201, 203, 205-212, 214-220, 222-243, 245-260, 262-336, 338, 339, 341-343, 345, 346, 348-378, 381, 383, 386-388, 390-413, 416, 417, 419, 421

Stratigraphie: Unteroligozän bis Pliozän von Mittel- und Osteuropa

Botanische Zugehörigkeit: Tiliaceae, Unterfamilie Brownlowioideae, nach MAI (1961) und THIELE-PFEIFFER (1980) am besten mit den Pollen von *Brownlowia elata*, *Diplodiscus paniculata* oder *Pentace* cf. *oligoneura* zu vergleichen

Bemerkungen: Die Gattungen dieser Unterfamilie leben sämtlich in den Tropen und Subtropen der Alten und Neuen Welt, davon *Brownlowia*, *Diplodiscus* und *Pentace* im tropischen Südostasien (THIELE-PFEIFFER 1980). Zusammen mit (119) und (121) ausgezählt und ausgewertet

(121) *Intratropollenites minimus* MAI 1961  
Taf. 10, Fig. 8, 12

- 1961 *Intratropollenites minimus* n. sp.; MAI, S. 65, Taf. 10, Fig. 10-11  
1985 *Intratropollenites minimus* MAI; NAGY, S. 177, Taf. 102, Fig. 3-6

Beschreibung: Siehe MAI (1961), Größe: 18-21µm (n = 3)

Vorkommen: Siehe (83)

Stratigraphie: Mitteleozän bis Obereozän (MAI 1961), Oberoligozän bis Untermiozän (NAGY 1985)

Botanische Zugehörigkeit: Tiliaceae

Bemerkungen: Kleinste Form der Gattung *Intratropollenites*. Zusammen mit (119) und (120) ausgezählt und ausgewertet

Gattung *Trivestibulopollenites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 85, Taf. 9, Fig. 25-34)



(122) *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 10, Fig. 10

- 1952 *Betuloides*-Typ; MEYER, S. 38, Taf. 3, Fig. 10  
1953 *Trivestibulopollenites betuloides* n. sp.; PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 85, Taf. 9, Fig. 25-34  
1958 *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG; NEUY-STOLZ, S. 514, Taf. 5, Fig. 83  
1980 *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 128, Taf. 8, Fig. 13  
1984 *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG; MOHR, S. 69, Taf. 9, Fig. 13  
1996 *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG in THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 62/63, Taf. 9, Fig. 13-15  
1998 *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG; KÖHLER, S. 111  
2004 *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG; LIANG, S. 24/25, Taf. 10, Fig. 3, 8a, b

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und MOHR (1984), Größe: 15-21µm (n = 3)  
Vorkommen: Probe 1, 2, 13, 15, 22, 33, 34, 37, 42, 44, 46-48, 51-57, 61, 63, 71, 76-78, 80, 84, 88, 90, 97, 100-110, 113, 114, 117, 129, 130, 132, 143-146, 148-151, 153, 155-158, 160, 161, 164, 172, 176, 179, 182-198, 209, 217-219, 222-225, 228-236, 238-241, 256, 257, 259-261, 271, 272, 279, 284, 297, 299, 300, 312-314, 316, 317, 326-328, 331, 334, 337-339, 342, 352, 354, 357, 361, 363, 365-371, 393-395, 397, 400, 401, 404-408  
Stratigraphie: Mitteloligozän bis Pliozän  
Botanische Zugehörigkeit: Betulaceae, Gattung *Betula* L.  
Bemerkungen: *Betula*-Arten sind Charakterpflanzen der Nordhemisphäre und dort auch in Mooren zu finden

Gattung *Triatriopollenites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG 1953, S. 79, Taf. 7, Fig. 95

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 76, 77) und POTONIE (1960, Synopsis III, S. 119, Taf. 7, Fig. 153)

(123) *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 10, Fig. 11

- 1953 *Triatriopollenites rurensis* n. sp.; THOMSON & PFLUG, S. 79, Taf. 7, Fig. 81-109  
1978 *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG; HOCHULI, S. 76, Taf. 10, Fig. 34  
1980 *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 124, Taf. 8, Fig. 1  
1984 *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 66, Taf. 9, Fig. 6,  
1990 *Myricipites rurensis* (THOMSON & PFLUG) NAGY; PLANDEROVA, S. 62, Taf. 62, Fig. 7-13  
1996 *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 64, Taf. 9, Fig. 21, 22,  
1998 *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 68/69, Taf. 9, Fig. 11, 12

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980),  
Größe: 30-35µm (n = 5)  
Vorkommen: Probe 1, 7, 24, 46, 52, 54-57, 60, 66, 71, 72, 75, 76, 89, 96, 97, 113, 115-118, 130, 134, 144, 146, 150, 151, 155, 158, 159, 162, 166, 179, 180, 182, 183, 186, 188-193, 195-199, 204-212, 214, 216, 219-224, 226, 228-241, 244, 247, 251-259, 261-264, 266-268, 270-272, 279, 283-286, 297, 311-313, 317, 318, 327-329, 331, 338, 365-368, 377, 384, 387, 389-395, 400, 401, 403, 409, 411, 421  
Stratigraphie: Durchläufer seit dem Eozän bis ins Pliozän (THOMSON & PFLUG 1953)

Botanische Zugehörigkeit: Myricaceae, Gattung *Myrica* L.. THIELE-PFEIFFER (1980) sieht in den Pollen von *Myrica integrifolia* (Ost-Bengalen) die rezent ähnlichste Form, PLANDEROVA (1990) vergleicht die Form dagegen mit Pollen von *M. rubra*, *M. quercifolia* und *M. arguta*  
Bemerkungen: Die Gattung *Myrica* L. ist weltweit verbreitet, ihre Arten sind in subtropischen bis warm-gemäßigten Gebieten zu Hause. Zusammen mit (124) ausgewertet

(124) *Triatriopollenites bituitus* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 10, Fig. 15

- 1931a *Pollenites bituitus* n. sp.; POTONIE, S. 332, Taf. 2, Fig. 17  
1953 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 79, Taf. 7, Fig. 116-134  
1980 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 125, Taf. 8, Fig. 2, 3  
1984 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 66, Taf. 9, Fig. 5.1, 5.2  
1985 *Myricipites bituitus* (POTONIE) NAGY; NAGY, S. 210, Taf. 112, Fig. 32-34  
1990 *Myricipites bituitus* (POTONIE) NAGY; PLANDEROVA, S. 62, Taf. 62, Fig. 1, 2  
1996 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 64, Taf. 9, Fig. 17-20  
1998 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 69, Taf. 9, Fig. 16  
1998 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 108/109  
2004 *Triatriopollenites bituitus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; LIANG, S. 23/24, Taf. 10, Fig. 6, 7

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980),

Größe: 23-30µm (n = 8)

Vorkommen: Probe 1-31, 33-74, 76-88, 90-92, 94-105, 107, 110-132, 134-162, 166, 167, 169-234, 236-248, 250-253, 255-284, 289, 292-297, 299-346, 348-380, 382, 384, 387, 389-412, 415, 416, 419-423

Stratigraphie: Durchläufer seit dem Eozän bis ins Pliozän (THOMSON & PFLUG 1953)

Botanische Zugehörigkeit: Myricaceae, Gattung *Myrica* L.. THIELE-PFEIFFER (1980) sieht in *Myrica gale* (Finnland) und *Myrica adenophora* (China) die rezent ähnlichsten Pollen

Bemerkungen: *Myrica gale* lebt in Mooren und feuchten Wäldern der nördlichen gemäßigten Zone (THIELE-PFEIFFER 1980). Zusammen mit (123) ausgewertet

Exitus sub- bis nonäquatorial

Gattung *Caryapollenites* RAATZ 1937 ex POTONIE 1960 emend. KRUTZSCH 1961e

Genotypus: *Caryapollenites simplex* (R. POTONIE 1931) RAATZ 1937

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1961e, S. 307, 308, 310, 311)

Bemerkungen: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996, S. 65/66)

(125) *Caryapollenites simplex* (R. POTONIE 1931c) RAATZ 1937 ex POTONIE 1960  
Taf. 10, Fig. 16

- 1931 *Pollenites simplex* n. sp.; POTONIE, S. 3, Fig. 4  
1937 *Carya-pollenites simplex* (POTONIE) n. comb.; RAATZ, S. 19, Taf. 1, Fig. 6  
1960 *Caryapollenites simplex* (RAATZ) n. comb.; POTONIE, S. 123, Taf. 7, Fig. 162  
1978 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) POTONIE ex RAATZ; HOCHULI, S. 78, Taf. 11, Fig. 8  
1980 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) POTONIE ex RAATZ; THIELE-PFEIFFER, S. 126, Taf. 8, Fig. 7  
1984 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) POTONIE ex RAATZ; MOHR, S. 67/68, Taf. 9, Fig. 8.1, 8.2

- 1990 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) POTONIE ex RAATZ; PLANDEROVA, S. 57, Taf. 57, Fig. 1-11  
 1998 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) POTONIE ex RAATZ; BRUCH, S. 71/72, Taf. 10, Fig. 1-3, 5-7  
 1998 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) RAATZ ex POTONIE; Köhler, S. 109/110  
 2004 *Caryapollenites simplex* (POTONIE) POTONIE ex RAATZ; LIANG, S. 22, Taf. 10, Fig. 16, 17

Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) und BRUCH (1998),

Größe: 35-43µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 1-153, 155-423

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae, Gattung *Carya* NUTTAL., ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) sehen als rezentes Äquivalent die Art *Carya cordiformis* (WANGENH.) K. KOCH. Nach THIELE-PFEIFFER (1980) und MOHR (1984) läßt sich wegen der Ähnlichkeit der *Carya*-Pollen keine Unterscheidung bis auf Artebene vornehmen

Bemerkungen: Die Gattung *Carya* NUTTAL lebt heute in warm-gemäßigten bis subtropischen Gebieten N.-Amerikas und Südostasiens (THIELE-PFEIFFER 1980)

Exitus stärker aspidat, protrudat

Gattung *Extratriporopollenites* PFLUG in THOMSON & PFLUG emend. SKARBY 1968

Genotypus: *Extratriporopollenites fractus* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 69, Taf. 6, Fig. 2) und SKARBY (1968, S. 24)

Bemerkungen: Synonymie siehe SKARBY (1968, S. 24)

(126) *Extratriporopollenites pseudogranifer* subsp. *pseudogranifer* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953  
 Taf. 10, Fig. 13, 14

1953 *Extratriporopollenites pseudogranifer* n. sp. *pseudogranifer* n. subsp.; PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 70, Taf. 6, Fig. 11, 12

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), Größe: 30-35µm (n = 3), sowohl triporate als auch tetraporate Formen

Vorkommen: Probe 21, 23, 25, 34, 41, 70, 94, 95, 97, 108, 112, 116, 118, 120, 121, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 139, 148, 174, 179, 193, 198-200, 202, 208, 224, 228, 237, 243, 253, 261, 262, 264, 266, 269-271, 274, 279, 280, 284, 285, 290, 292, 294, 296, 306, 339, 342, 344, 345, 349, 368, 371, 372, 375, 380-382, 384-387, 394, 411-418, 421, 423

Stratigraphie: Bisher Oberkreide bis ältestes Alttertiär (THOMSON & PFLUG 1953)

Botanische Zugehörigkeit: Nach THOMSON & PFLUG (1953, S.36 unten) ist die Gruppe *Extratriporopollenites* aus sporenartigen triletten Formen hervorgegangen, die zur Stammgruppe der Amentifloren gehörten und somit Vorläufer der modernen Myricaceae, Betulaceae, Juglandales und Ulmaceae sind

Gattung: *Triporopollenites* (PFLUG 1952) THOMSON & PFLUG 1953 emend. POTONIE 1960

Genotypus: *Triporopollenites coryloides* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 84, Taf. 9, Fig. 20)

(127) *Triporopollenites* sp.1

Taf. 10, Fig. 17

Beschreibung: Triporate leicht verrucate Pollenform mit zweischichtiger Exine und geraden Seiten, Größe: 30µm (n = 1), Exine 1,6µm, Porendurchmesser außen 2µm, Endoporus 6µm  
Vorkommen: Probe 58, 87, 154, 209, 261

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

(128) *Triporopollenites* sp.2

Taf. 10, Fig. 18

Beschreibung: Triporate scabrata konvexe Pollenform mit Poren, die eine feinreticulate Oberfläche zeigen, Größe: 30µm (n = 1), dünne Exine 0,6µm, Porendurchmesser 3,5µm  
Vorkommen: Einzelfund in Probe 131

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

Bemerkungen: Gut an den Poren zu erkennen

(129) *Triporopollenites* sp.3

Taf. 10, Fig. 20

Beschreibung: Großer triporater psilater Pollen mit unscheinbaren Poren, Größe: 55-60µm, dünne Exine 0,8µm, Porendurchmesser 5µm

Vorkommen: Probe 195, 363

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

(130) *Triporopollenites* sp.4

Taf. 10, Fig. 19

Beschreibung: Triporater psilater Pollen mit dicker Exine, Größe: 35µm (n = 2), Exine 3µm, Porendurchmesser 3µm (leicht oval)

Vorkommen: Probe 198-200, 237, 241, 338, 341

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae ? Gattung *Carya* ?

Bemerkungen: Ähnelt in der Figura *Caryapollenites simplex* nur mit deutlich stärkerer Exine

(131) *Triporopollenites* sp.5

Taf. 10, Fig. 23

Beschreibung: Kleiner triporater psilater Pollen mit keinem bis sehr schwachem Anulus, Größe: 18-25µm (n = 2), Exine 0,8-1µm

Vorkommen: Probe 1, 6, 7, 22, 25, 41, 45-47, 49, 61, 63, 66, 70, 87, 90, 104, 105, 114, 115, 120-122, 126, 129, 134-136, 139-141, 150, 261-264, 266-268, 270-272, 284-286, 293, 296, 299, 329, 342, 343, 345, 367, 372, 377, 378, 384, 386, 387, 389, 390, 393, 394, 397, 407, 409, 411, 417, 420, 422

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Fraglich, Urticaceae, Gattung *Urtica* L. oder Moraceae, Gattung *Morus* L., am ähnlichsten ist der Pollen der rezenten Art *Morus alba* L. (vgl. BEUG 2004, S. 436-439)

Bemerkungen: Die Gattung *Urtica* L. beinhaltet Kräuter, die über die ganze Welt verbreitet sind. Die Gattung *Morus* besteht aus 12 sommergrünen, in der nördlichen gemäßigten bis subtropischen Zone beheimateten Sträucher und Bäume, *Morus alba* L. (Futterpflanze der Seidenraupen) selbst ist von China aus in viele Gebiete Asiens und Europas verbreitet worden

Subturma Polyporines (NAUMOVA 1937, 1939) POTONIE 1960

Infraturma Stephanoporati (VAN DER HAMMEN 1954) POTONIE 1960

Gattung *Alnipollenites* POTONIE 1934a

- 1934a *Alni-pollenites*; R. POTONIE, S. 58  
1937 *Alnuspollenites*; RAATZ, S. 20  
1953 *Polyvestibulopollenites*; THOMSON & PFLUG, S. 90

Genotypus: *Alnipollenites verus* (R. POTONIE 1931a) POTONIE 1934a

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1934a, S. 58, Taf. 2, Fig. 17) und POTONIE (1960, Synopsis III, S. 129, Taf. 8, Fig. 178-180)

(132) *Alnipollenites verus* (R. POTONIE 1931a) POTONIE 1934a  
Taf. 10, Fig. 22

- 1931a *Pollenites verus* n. sp.; POTONIE, S. 329, Taf. 2, Fig. 40  
1934a *Alnipollenites verus* (R. POTONIE); R. POTONIE, S. 58, Taf. 2, Fig. 17  
1952 *Alnus* cf. *glutinosa* GAERTN.; MEYER, S. 39, Taf. 3, Fig. 15, 16, 18  
1953 *Polyvestibulopollenites (Alnipollenites) verus* POTONIE n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 90, Taf. 10, Fig. 62-76  
1956 *Polyvestibulopollenites verus* POTONIE; MEYER, S. 108, 127, Taf. 3, Fig. 14-17  
1960 *Alnipollenites verus* POTONIE ex R. POTONIE 1934; POTONIE, S. 129, Taf. 8, Fig. 178-180  
1980 *Polyvestibulopollenites verus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 127, Taf. 8, Fig. 11, 12  
1984 *Polyvestibulopollenites verus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 69  
1985 *Alnipollenites verus* POTONIE; NAGY, S. 199, Taf. 112, Fig. 24-29  
1990 *Alnipollenites verus* POTONIE; PLANDEROVA, S. 64, Taf. 65, Fig. 1-15  
1996 *Alnipollenites verus* (POTONIE) POTONIE; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 72, Taf. 11, Fig. 1-3  
1998 *Polyvestibulopollenites verus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 74, Taf. 10, Fig. 8, 11  
1998 *Polyvestibulopollenites verus* (POTONIE) THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 111  
2004 *Alnipollenites verus* POTONIE; LIANG, S. 25, Taf. 11, Fig. 12, 13

Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) und BRUCH (1998),  
Größe: 15-28µm (n = 7)

Vorkommen: Probe 4, 5, 7, 10, 11, 13-21, 23, 24, 26-28, 30, 32-35, 41-56, 59, 61-64, 66-68, 72-88, 90-107, 109, 110, 112-150, 152, 154-169, 171, 175, 177, 178, 180-185, 187-189, 191, 198, 206, 208-215, 219, 220, 223, 226, 229, 231-235, 237-242, 245-248, 251-253, 256-258, 260-265, 267-290, 294-304, 306-340, 344, 351, 352, 354-357, 361-366, 368-372, 377, 379, 393-408, 410, 411

Stratigraphie: Durchläufer ab unterstem Eozän bis rezent, zahlreicher ab Oligozän (siehe KRUTZSCH 1957)

Botanische Zugehörigkeit: Betulaceae, Gattung *Alnus* GAERTN., ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) sehen *A. serrulata* (AIT.) WILLD. als rezente Vergleichsart an. PLANDEROVA (1990) sieht als mögliche Pollenlieferanten *A. glutinosa* und *A. viridis*

Bemerkungen: Die meisten *Alnus*-Arten leben in der nördlichen gemäßigten Zone, wo sie gerne feuchte Standorte am Flussufer oder Sümpfe besiedeln

### Gattung *Polyporopollenites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Genotypus: *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF 1934) n. comb. PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953, S. 90, Taf. 10, Fig. 62-76)

### (133) *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953 Taf. 10, Fig. 21

- 1934 *Ulmipollenites undulosus* n. sp.; WOLFF, S. 75, Taf. 5, Fig. 25  
1953 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 91, Taf. 10, Fig. 52-58  
1978 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; HOCHULI, S. 78, Taf. 11, Fig. 13  
1980 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 129, Taf. 8, Fig. 17-19  
1984 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 70/71, Taf. 10, Fig. 2.1, 2.2  
1985 *Ulmipollenites undulosus* (WOLFF); NAGY, S. 196, Taf. 111, Fig. 15, 16  
1990 *Ulmipollenites undulosus* (WOLFF); PLANDEROVA, S. 63, Taf. 63, Fig. 1-7  
1996 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 72/73, Taf. 11, Fig. 4  
1998 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 74  
1998 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) THOMSON & PFLUG; KÖHLER, S. 112/113

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1980) sowie MOHR (1984), Größe: 25-36µm (n = 8)

Vorkommen: In allen Proben

Stratigraphie: Eozän bis Pleistozän, durchgehend und häufig (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Ulmaceae, Gattung *Ulmus* L. und Gattung *Zelkova* SPACH. ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) sehen Ähnlichkeiten zu Pollen von *Zelkova carpinifolia* (PALL.) K. KOCH, *Ulmus carpinifolia* GLED., *U. americana* L., *U. alata* MICHX. und *U. crassifolia* NUTT.

Bemerkungen: Pollenformen dieser beiden Gattungen lassen sich kaum unterscheiden. THOMSON & PFLUG (1953) sehen die mehr eckigen Formen bei der Gattung *Zelkova* und die runderen bei *Ulmus*. Nach THIELE-PFEIFFER (1980) leben *Ulmus*-Arten in der nördlich gemäßigten Zone sind aber auch Bestandteil subtropischer Gebirgswälder. Das Vorkommen der Gattung *Zelkova* erstreckt sich von Südeuropa bis Ostasien.

Wegen der fließenden Übergänge zu (134) und (135) wurden diese Formarten zusammen ausgezählt und ausgewertet

(134) *Polyporopollenites verrucatus* THIELE-PFEIFFER 1980 **subsp. major** THIELE-PFEIFFER  
1980  
ohne Abb.

1980 *Polyporopollenites verrucatus* n. sp. *major* n. ssp.; THIELE-PFEIFFER, S. 129/130, Taf. 8, Fig. 24-27

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 28-34µm (n = 4)

Vorkommen: In allen Proben

Stratigraphie: Als Sammelart im Miozän und Pliozän (THIELE-PFEIFFER 1980)

Botanische Zugehörigkeit: Ulmaceae, Gattung *Ulmus* L. und Gattung *Zelkova* SPACH.  
(THIELE-PFEIFFER 1980)

Bemerkungen: Wegen der fließenden Übergänge zu (133) und (135) wurden diese Formarten zusammen ausgezählt und ausgewertet

(135) *Polyporopollenites verrucatus* THIELE-PFEIFFER 1980 **subsp. minor** THIELE-PFEIFFER  
1980  
Taf. 10, Fig. 26

1980 *Polyporopollenites verrucatus* n. sp. *minor* n. ssp.; THIELE-PFEIFFER, S. 129/130, Taf. 8, Fig. 28-31

Beschreibung: Siehe THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 25-27µm (n = 4)

Vorkommen: In allen Proben

Stratigraphie: Als Sammelart im Miozän und Pliozän (THIELE-PFEIFFER 1980)

Botanische Zugehörigkeit: Ulmaceae, Gattung *Ulmus* L. und Gattung *Zelkova* SPACH.  
(THIELE-PFEIFFER 1980)

Bemerkungen: Wegen der fließenden Übergänge zu (133) und (134) wurden diese Formarten zusammen ausgezählt und ausgewertet

### Gattung *Pterocaryapollenites* THIERGART 1938

Genotypus: *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POTONIE 1931b) THIERGART 1938

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, Synopsis III, S. 132, Taf. 8, Fig. 183)

(136) *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POTONIE 1931b) THIERGART 1938  
Taf. 10, Fig. 24, 25

1931b *Pollenites stellatus* n. sp.; POTONIE, S. 28, Taf. 2, Fig. V, 47b

1937 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) n. comb.; THIERGART, S. 311, Taf. 24, Fig. 19

1952 *Pterocarya pollenites stellatus* POTONIE; MEYER, S. 37, Taf. 3, Fig. 5

1980 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; THIELE-PFEIFFER, S. 127, Taf. 8, Fig. 8

1984 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; MOHR, S. 68

1985 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; NAGY, S. 205, Taf. 115, Fig. 21-23

1990 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; PLANDEROVA, S. 58, Taf. 59, Fig. 1-14

1996 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 74, Taf. 11, Fig. 5, 6

1998 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; BRUCH, S. 72, Taf. 10, Fig. 9, 10

1998 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; KÖHLER, S. 110/111

2004 *Pterocaryapollenites stellatus* (POTONIE) THIERGART; LIANG, S. 29, Taf. 11, Fig. 11a, b, 14a, b

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 22-30µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 1-6, 9-11, 14-28, 32-35, 37-39, 41-45, 47-56, 58, 59, 61-104, 107-125, 127-155, 157, 159-321, 324, 325, 327-362, 364, 366, 367, 369, 371-376, 379, 381, 382, 384-396, 399-405, 407-423

Stratigraphie: Mitteleozän bis ins älteste Pleistozän (THIELE-PFEIFFER 1980)

Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae, Gattung *Pterocarya* KUNTH

Bemerkungen: Die Gattung *Pterocarya* ist heute im warmgemäßigten bis subtropischen Vorder- und Ostasien verbreitet. Zusammen mit (137) ausgewertet

(137) *Pterocaryapollenites mecsekensis* NAGY 1969

Taf. 10, Fig. 9

1969 *Pterocaryapollenites mecsekensis* n. sp.; NAGY, S. 472, Taf. 54, Fig. 7, 8

Beschreibung: Siehe NAGY (1969), Größe: 35-50µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 2, 74, 91, 167, 184, 207, 219, 230, 236, 237, 240, 242, 270, 315, 316, 330, 332, 403, 417-419

Stratigraphie: Bisher Mittelmiozän (Sarmat, NAGY 1969)

Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae, Gattung *Pterocarya* KUNTH; NAGY (1969) sieht Ähnlichkeiten zur rezenten Art *Pterocarya stenoptera* DC., die in Japan beheimatet ist

Bemerkungen: Die Gattung *Pterocarya* ist heute im warmgemäßigten bis subtropischen Vorder- und Ostasien verbreitet. Zusammen mit (136) ausgewertet

Infraturma Periporati (Periporites VAN DER HAMMEN 1956) POTONIE 1960

Gattung *Chenopodipollis* KRUTZSCH 1966d

Genotypus: *Chenopodipollis multiplex* (WEYLAND & PFLUG 1957) KRUTZSCH 1966d

Diagnose und Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1966d, S. 35, Taf. 7, Fig. 22-25) und POTONIE (1970, S. 137)

(138) *Chenopodipollis multiplex* (WEYLAND & PFLUG 1957) KRUTZSCH 1966d

Taf. 11, Fig. 3

1957 *Periporo-pollenites multiplex* n. sp.; WEYLAND & PFLUG, S. 103, Taf. 22, Fig. 18, 19

1966d *Chenopodipollis* (al. *Periporopollenites*) *multiplex* (WEYL. & PFLUG) n. comb; KRUTZSCH, S. 35, Taf. 7, Fig. 22-25

1980 *Chenopodipollis multiplex* (WEYL. & PFLUG) KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 139/140, Taf. 10, Fig. 4, 5

1984 *Chenopodipollis multiplex* (WEYL. & PFLUG) KRUTZSCH; MOHR, S. 73, Taf. 10, Fig. 7, 8

1996 *Chenopodipollis multiplex* (WEYL. & PFLUG) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 75, Taf. 11, Fig. 8, 9

2004 *Chenopodipollis multiplex* (WEYL. & PFLUG) KRUTZSCH; LIANG, S. 27, Taf. 11, Fig. 15, 16a, b; 17; Taf. 12, Fig. 2a, b

Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1966d), THIELE-PFEIFFER (1980), Größe: 20-25µm (n = 4)

Vorkommen: Probe 15, 77, 78, 85-87, 94, 119, 173, 277, 291, 311, 365, 371, 383, 386

Stratigraphie: Mitteloligozän bis Pliozän



Botanische Zugehörigkeit: Chenopodiaceae, eventuell aber auch Amaranthaceae (vgl. hierzu THIELE-PFEIFFER 1980 und ASHRAF & MOSBRUGGER 1996)

Bemerkungen: Chenopodiaceen sind in allen Erdteilen vertreten und besiedeln als Halophyten Meeresküsten und Salzstandorte in Trockengebieten (auch im Inland). Bei Massenaufreten sind fossile *Chenopodipollis*-Pollen deshalb Anzeiger für marin-brackische Verhältnisse während der Ablagerung der zu untersuchenden Schichten. Als Einzelfund ist diese Folgerung nicht möglich, da der Ferntransport bei dieser Gattung eine große Rolle spielt (THIELE-PFEIFFER 1980)

Gattung *Periporopollenites* THOMSON & PFLUG 1953 emend. KRUTZSCH 1966d

Genotypus: *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose emend. Beschreibung: Siehe KRUTZSCH (1966d, S. 39, 40)

(139) *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 11, Fig. 1

- 1931a *Pollenites stigmus* n. sp.; R. POTONIE, S. 332, Taf. 2, Fig. 1  
1937 *Liquidambarpollenites stigmus* R. POTONIE f. *major* n. f.; RAATZ, S. 17, Taf. 1, Fig. 26  
1950 *Liquidambar-Pollenites stigmus* R. POTONIE; POTONIE, THOMSON & THIERGART, S. 57, Taf. B, Fig. 38, 39  
1952 *Liquidambarpollenites stigmus* R. POTONIE; MEYER, S. 44, Taf. 3, Fig. 32  
1953 *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE) n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 111, Taf. 15, Fig. 58  
1956 *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE); MEYER, S. 110, 128, Taf. 4, Fig. 26  
1966d *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; KRUTZSCH, S. 40, Taf. 8, Fig. 1-8, Abb. 17  
1976 *Liquidambar*; MENKE, S. 30, Taf. 13, Fig. 1, 2  
1980 *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; THIELE-PFEIFFER, S. 139, Taf. 10, Fig. 1-3  
1984 *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 72/73, Taf. 11, Fig. 1.1, 1.2  
1996 *Periporopollenites stigmus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 76, Taf. 11, Fig. 10, 11

Beschreibung: Siehe ASHRAF & MOSBRUGGER (1996) und THIELE-PFEIFFER (1980),

Größe: 25- 40µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 15, 50, 51, 53, 72, 75, 96, 110, 144, 152, 160, 201, 209, 241, 266, 309, 311, 312, 352, 395

Stratigraphie: Oligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Hamamelidaceae, Gattung *Liquidambar* L., laut THIELE-PFEIFFER (1980) kommt auch noch die Gattung *Altingia* Nor. in Frage. Die Pollenkörner beider Gattungen lassen sich kaum unterscheiden

Bemerkungen: Die Gattung *Liquidambar* ist heute in temperierten Gebieten Ostasiens und Nordamerikas beheimatet, die Gattung *Altingia* lebt heute nur im subtropischen und tropischen Südostasien

(140) *Periporopollenites orientalisformis* (NAGY 1969) LIANG 2004  
Taf. 11, Fig. 2

- 1969 *Liquidambarpollenites orientalisformis* n. sp.; NAGY, S. 171, Taf. 42, Fig. 1, 2

1985 *Liquidambarpollenites orientalisformis* NAGY; NAGY, S. 158, Taf. 90, Fig. 21, 22; Taf. 91, Fig. 1

2004 *Periporopollenites orientalisformis* NAGY comb. nov.; LIANG, S. 28, Taf. 12, Fig. 1a, b, 4

Beschreibung: Siehe NAGY (1969) und LIANG (2004), Größe: 33-42µm (n = 6)

Vorkommen: Probe 22, 46, 51, 55, 60, 71-73, 97, 144-146, 148, 150, 158, 162, 181, 182, 191, 192, 204, 213, 217, 223, 229, 232, 239, 244, 246, 253, 256-263, 267, 299, 300, 303, 307, 310-317, 319, 326, 327

Stratigraphie: Bisher Mittel- bis Obermiozän Ungarns (NAGY 1985), Tertiär Chinas (LIANG 2004)

Botanische Zugehörigkeit: Hamamelidaceae, *Liquidambar orientalis* MILL. (NAGY 1969)

Bemerkungen: Siehe (94)

### Gattung *Multiporopollenites* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953 emend. POTONIE 1960

Genotypus: *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE 1931) PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, Synopsis III, S. 136, Taf. 8, Fig. 190)

#### (141) *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE 1931) PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953 Taf. 11, Fig. 5

1931 *Pollenites maculosus* n. sp.; R. POTONIE, S. 28, Taf. 2, V 19 d

1953 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE)n. comb.; THOMSON & PFLUG, S. 94, Taf. 10, Fig. 95

1966 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; KRUTZSCH, S. 20, Abb. 21, I

1978 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; HOCHULI, S. 78, Taf. 11, Fig. 9

1984 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; MOHR, S. 68/69, Taf. 9, Fig. 12

1985 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; NAGY, S. 204, Taf. 115, Fig. 15

1996 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 76/77

1998 *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE) THOMSON & PFLUG; BRUCH, S. 73, Taf. 10, Fig. 12, 13

Beschreibung: Siehe THOMSON & PFLUG (1953), MOHR (1984) und BRUCH (1998), Größe: 40-45µm (n = 3)

Vorkommen: Probe 10, 13, 15, 16, 18, 20, 36, 37, 41, 44, 45, 48-53, 55, 59-62, 64-68, 70-75, 77, 79, 80, 91, 93, 99, 108, 116, 118, 119, 121, 122, 124, 136, 138, 141, 144, 148, 151, 165, 167, 171, 175, 181, 182, 185, 194, 195, 199, 200, 203, 204, 209, 210, 211, 220, 224, 225, 227, 230, 231, 237, 238, 241, 249, 253, 256, 261, 263, 264, 267, 272, 277, 280, 283-285, 289, 302-304, 320, 322-324, 326, 328, 329, 334, 358, 361, 371, 373, 388, 390, 393, 394, 402-404, 409, 414, 418, 420, 422, 423

Stratigraphie: Mitteloligozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Juglandaceae, Gattung *Juglans* L., ? *Juglans regia* L.

Bemerkungen: Die Gattung *Juglans* L. umfaßt 15 sommergrüne Baumarten mit einer Verbreitung von S-Europa bis Ostasien, in N- und Mittelamerika sowie in den Anden (SCHÜTT et al. 2002)

Gattung *Plantaginacearumpollis* NAGY 1963

Genotypus: *Plantaginacearumpollis miocaenicus* NAGY 1963

Diagnose und Beschreibung: Siehe NAGY (1963, S. 396/397, Taf. 5, Fig. 33-35)

(142) *Plantaginacearumpollis miocaenicus* NAGY 1963  
Taf. 11, Fig. 8

- 1963 *Plantaginacearumpollis miocaenicus* n. sp.; NAGY, S. 396, Taf. 5, Fig. 33-35  
1984 *Plantaginacearumpollis miocaenicus* NAGY; MOHR, S. 75, Taf. 11, Fig. 9.1, 9.2  
1985 *Plantaginacearumpollis miocaenicus* NAGY; NAGY, S. 181, Taf. 105, Fig. 1-5

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 21-40µm (n = 8)

Vorkommen: Probe 7, 11, 66, 69, 72, 73, 75, 78, 80, 81, 94, 112, 116, 120, 141, 142, 186, 205, 206, 208, 210, 211, 219, 221, 242, 247, 256, 258, 259, 264, 266, 267, 270, 278-280, 292, 293, 296, 298, 300, 309, 314-316, 330, 333, 339-344, 373, 374, 376, 383

Stratigraphie: Bisher Miozän (MOHR 1984)

Botanische Zugehörigkeit: Plantaginaceae, Gattung *Plantago* L. NAGY (1963) verglich die von ihr gefundene Form mit *Plantago lanceolata* L.. MOHR (1984) sieht Ähnlichkeit mit *Plantago maritima* L.

Bemerkungen: *Plantago maritima* gehört zu der Flora von Salzwiesen und Strandgesellschaften der Nord- und Ostseeküste

Turma Jugates (Jugata ERDTMAN 1943?) POTONIE 1960

Subturma Tetradites COOKSON 1947

Gattung *Ericipites* WODEHOUSE 1933

- 1933 *Ericipites* n. gen.; WODEHOUSE, S. 516  
1938 *Ericaceapollenites*; THIERGART, S. 324  
1953 *Tetradopollenites* n. gen.; THOMSON & PFLUG, S. 112  
1960 *Ericaceoipollenites* (R. POTONIE 1951b) emend.; POTONIE, S. 138

Bemerkungen: KRUTZSCH & VANHOORNE (1977, S. 67) stellen *Ericaceoipollenites* (R. POTONIE 1951b) POTONIE 1960 als Synonym zu *Ericipites* WODEHOUSE 1933

Genotypus: *Ericipites longisulcatus* WODEHOUSE 1933

Diagnose und Beschreibung: Siehe POTONIE (1960, Synopsis III, S. 137, 138, Taf. 9, Fig. 194 (Typ), Taf. 8, Fig. 192)

(143) *Ericipites baculatus* NAGY 1969  
Taf. 11, Fig. 6

- 1969 *Ericipites baculatus* n. sp.; NAGY, S. 443, Taf. 49, Fig. 18, 19  
1984 *Ericipites baculatus* NAGY; MOHR, S. 102, Taf. 19, Fig. 16.1, 16.2

Beschreibung: Siehe NAGY (1969) und MOHR (1984), Größe: 30-35µm (n = 5)

Vorkommen: Probe 3, 5, 7, 15, 16, 24, 26, 27, 33, 35-39, 41-43, 45-49, 53, 58-61, 63, 64, 67-71, 74-76, 78-80, 83, 87, 90, 94, 96, 98, 100-102, 106, 111, 113, 116-122, 125, 128, 134, 135, 137, 139, 144, 148, 149, 151, 156, 165, 168, 171, 173, 183, 185, 186, 189-191, 195, 198, 200, 201, 203-206, 215, 216, 218, 219, 222, 226, 227, 232, 233, 235-238, 241, 247, 249, 252-254, 257-261, 263, 264, 268, 271, 275, 277, 279, 284, 293-295, 297, 298, 301-303, 305, 306, 310, 311, 314, 315, 321, 331, 334-336, 338, 339, 345, 348, 367, 370, 373-375, 378, 389, 392, 403, 409, 412, 414, 416-418, 420

Stratigraphie: Bisher Obermiozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Ericaceae, möglicherweise Gattung *Erica* L. (MOHR 1984)

Bemerkungen: Ericaceen leben heute in niederschlagsreichen Gebieten vor allem der gemäßigten Zonen und besiedeln überwiegend saure Böden in Mooren (THIELE-PFEIFFER 1980). Zusammen mit (144) und (145) ausgewertet

(144) *Ericipites callidus* (R.POTONIE 1931a) KRUTZSCH 1970d  
Taf. 11, Fig. 7

1931a *Pollenites callidus* n. sp.; R. POTONIE, S. 329, Taf. 2, Fig. 27

1970d *Ericipites callidus* (R. POTONIE) n. comb.; KRUTZSCH, S. 422, Taf. 54, Fig. 7-10

1980 *Ericipites callidus* (R. Potonie) KRUTZSCH; THIELE-PFEIFFER, S. 172, Taf. 17, Fig. 2

1984 *Ericipites callidus* (R. Potonie) KRUTZSCH; MOHR, S. 101, Taf. 19, Fig. 14

1990 *Ericipites callidus* (R. Potonie) KRUTZSCH; PLANDEROVA, S. 91, Taf. 86, Fig. 5, 6

1996 *Ericipites callidus* (R. Potonie) KRUTZSCH; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 79, Taf. 12, Fig. 5-7

1998 *Ericipites callidus* (R. Potonie) KRUTZSCH; BRUCH, S. 96/97, Taf. 14, Fig. 3, 4, 8

Beschreibung: Siehe MOHR (1984) und BRUCH (1998), Größe: 25-30µm (n = 9)

Vorkommen: Probe 21, 31, 35, 58-60, 70, 73, 75, 77, 83, 95, 103-105, 110, 119, 130, 132, 145, 150, 151, 162, 180, 189, 191, 192, 202, 211, 212, 216, 229, 230, 232, 237, 238, 241, 248, 262-264, 266, 267, 269, 280, 286, 289, 294, 333, 340, 345, 350, 351, 354, 368, 369, 374, 384, 398, 399, 409

Stratigraphie: Eozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Ericaceae

Bemerkungen: Siehe (143). Zusammen mit (143) und (145) ausgewertet

(145) *Ericipites erecius* (R.POTONIE 1931a) R. POTONIE 1960  
Taf. 11, Fig. 4

1931a *Pollenites erecius* n. sp.; R. POTONIE, S. 329, Taf. 2, Fig. 25

1960 *Ericipites erecius* n. comb.; R. POTONIE, S. 138

1980 *Ericipites erecius* (R. POTONIE) R. POTONIE; THIELE-PFEIFFER, S. 172, Taf. 17, Fig. 3, 4

1984 *Ericipites erecius* (R. POTONIE) R. POTONIE; MOHR, S. 101, Taf. 19, Fig. 10

1990 *Ericipites erecius* (R. POTONIE) R. POTONIE; PLANDEROVA, S. 91/92, Taf. 86, Fig. 7-9

1996 *Ericipites erecius* (R. POTONIE) R. POTONIE; ASHRAF & MOSBRUGGER, S. 79/80, Taf. 12, Fig. 8, 9

1998 *Ericipites erecius* (R. POTONIE) R. POTONIE; BRUCH, S. 97, Taf. 14, Fig. 5-7

Beschreibung: Siehe MOHR (1984), Größe: 40µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 120, 186, 203

Stratigraphie: Mitteleozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Ericaceae, unter den in Mitteleuropa beheimateten Ericaceen-Gattungen ist dieser Pollentyp auf die Gattung *Andromeda* L. (MENKE 1976) beschränkt (MOHR 1984)

Bemerkungen: Siehe (143). Zusammen mit (143) und (144) ausgewertet

### 4.3 Systematik sonstiger Palynomorphen

#### Süßwasseralgen

##### Gattung *Botryococcus* KÜTZING 1849

##### (146) *Botryococcus cf. braunii* KÜTZING 1849

Taf. 11, Fig. 10, 12

- 1849 *Botryococcus braunii* n. sp.; KÜTZING, S. 892 (rezent)  
1969 *Botryococcus braunii* KÜTZING; NAGY, S. 312, Taf. 3, Fig. 6  
1973 *Botryococcus braunii* KÜTZING; RAKOSI, S. 506, Taf. 6, Fig. 18-21  
1990 *Botryococcus braunii* KÜTZING; PLANDEROVA, S. 19, Taf. 6, Fig. 2-4  
1990 *Botryococcus braunii* KÜTZING; KRUTZSCH & PACLTOVA, S. 350, Abb. 1; Taf. 1, Fig. 1-3  
1992 *Botryococcus braunii* KÜTZING; KOMAREK & MARVAN, S. 86, Abb. 8-19  
1998 *Botryococcus cf. braunii* KÜTZING; BRUCH, S. 105, Taf. 15, Fig. 5  
2000 *Botryococcus cf. braunii* KÜTZING; HERRMANN, S. 71, Taf. 10, Fig. 28; Taf. 14, Fig. 5, 6

Beschreibung: Siehe HERRMANN (2000), Größe: 20-150µm (n = 10)

Vorkommen: Probe 2, 4, 10, 12-16, 19, 21-25, 27-51, 55, 59, 61-117, 120-122, 125-130, 133, 135-140, 143, 144, 153-161, 174, 177-179, 182-186, 188-190, 193, 196, 208, 209, 213-215, 218, 220, 222, 226, 227, 229, 237, 238, 258-264, 269, 270, 273-338, 370, 393, 394, 397-399, 401, 405, 409-411, 413, 415-423

Stratigraphie: Weltweit seit dem Kambrium (BATTEN & GRENFELL 1996)

Botanische Zugehörigkeit: Chlorococcales, Familie Botryococcaceae, Gattung *Botryococcus* KÜTZING

Bemerkungen: Planktonische Süßwasseralge, die ruhige Gewässer benötigt, frei von Sedimenteintrag und Unterwasserpflanzen. Welche aber umgeben von Vegetation sind.

Zugleich benötigt sie aber auch Nährstoffeintrag vom Rand des Gewässers (vgl. HERRMANN 2000)

##### Gattung *Pediastrum* MEYEN 1829

##### (147) *Pediastrum cf. boryanum* (TURPIN 1820) MENEGHINI 1840

Taf. 11, Fig. 14

Beschreibung: Siehe STREBLE & KRAUTER (2002), Größe: 55-60µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 225 und Probe 249

Stratigraphie: Unterkreide bis rezent (BATTEN & LISTER 1988a)

Botanische Zugehörigkeit: Hydrodictyaceae, Gattung *Pediastrum*

Bemerkungen: Lebt in eutrophen stehenden Gewässern aber auch in Flüssen (STREBLE & KRAUTER 2002)

Gattung *Heliospermopsis* NAGY 1965

(148) *Heliospermopsis hungaricus* NAGY 1965

Taf. 11, Fig. 9

1965 *Heliospermopsis hungaricus* n. gen. n. sp.; NAGY, S. 204/205, V 20-22

1969 *Heliospermopsis hungaricus* NAGY; NAGY, S. 306, Taf. 8, Fig. 4, 5

Beschreibung: Siehe NAGY (1965), Größe: 50µm (n = 2)

Vorkommen: Probe 50 und 348

Stratigraphie: Bisher Oberes Untermiozän (Helvetium, NAGY 1969)

Botanische Zugehörigkeit: ? Leiosphaeridae, Gattung *Heliospermopsis* ?

Eventuell handelt es sich auch um eine Pilzspore

(149) *Algae* sp.1

Taf. 12, Fig. 1

Beschreibung: Schwarze Sphären mit dünner Haut (< 1µm), zumeist verfaltet,

Größe: 30-40µm (n = 6)

Vorkommen: In manchen Proben häufig

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

Bemerkungen: Nicht mit ausgezählt und ausgewertet

**Dinoflagellaten**

Gattung *Cleistosphaeridium* DAVEY et al. 1966

(150) *Cleistosphaeridium lacustre* KÖHLER & CLAUSING 2000

Taf. 11, Fig. 11

1998 *Cleistosphaeridium lacustre* sp. n.; KÖHLER, S. 124/125, Taf. 2, Fig. 1-6

Beschreibung: Siehe KÖHLER (1998), Größe: Gesamtdurchmesser 25-50µm (n = 7)

Vorkommen: Probe 1-8, 10-15, 18, 19, 22, 25, 30-33, 38, 39, 41-43, 45-48, 50-60, 62, 68, 69, 71, 72, 84, 85, 90, 91, 93, 108, 122, 124, 128-131, 133, 136, 137, 164, 188-209, 214-253, 260-264, 266-277, 282, 283, 294, 296-298, 312, 313, 315, 321, 322, 325, 327-333, 336, 338-353, 355-357, 362, 367-387, 389-384, 396-422

Stratigraphie: Bisher Oberoligozän (Enspel, KÖHLER 1998)

Botanische Zugehörigkeit: Ordnung Gonyaulacales, Unterordnung unsicher (KÖHLER & CLAUSING 2000)

Bemerkungen: Zusammen mit Dinophytae sp. ausgewertet

(151) *Dinophytae* sp.1

Taf. 11, Fig. 13

Beschreibung: Ovoidale bis sphärische Zyste, Fortsätze unverzweigt und z.T. spitz zulaufend,

Größe: Zentralkörper 35-45µm, Fortsatzlänge 0,5-3µm

Vorkommen: Siehe (150)

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: Unsicher

Bemerkungen: Deulich seltener vertreten als *Cl. lacustre*. Zusammen mit *Cl. lacustre* ausgewertet

## 4.4 Systematik der Pilzsporen, Mycelien und Fruchtkörper

Klasse Fungi Imperfecti

Ordnung Sporae Dispersae

Bemerkung: Die Klassifizierung der Pilztaxa als Fungi Imperfecti folgt der Einteilung von KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), die nach dem System von Pier Andrea SACCARDO (1845-1920) ihre Sporen klassifizierten

### Monocellate Pilzsporen

Gattung *Diporisorites* VAN DER HAMMEN 1954

1954 *Diporisorites* n. gen.; VAN DER HAMMEN, S. 83

Genotypus: *Diporisorites elongatus* VAN DER HAMMEN 1954

Diagnose und Beschreibung: Siehe VAN DER HAMMEN (1954, S. 83, Taf. 20)

(1) *Diporisorites cf. psilatus* KUMAR 1990  
Taf. 13, Fig. 3

1990 *Diporisorites psilatus* n. sp.; KUMAR, S. 17, Taf. 1, Fig. 18

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 31 x 15 µm

Stratigraphie: Bisher Unter bis Mittelmiozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae

Fundort: Padappakkara, Quilon Distrikt, Kerala, Südindien

Gattung *Eoglobella* BRADLEY 1931

1931 *Eoglobella* n. gen.; BRADLEY, S. 44

Genotypus: *Eoglobella longipes* BRADLEY 1931

Diagnose und Beschreibung: Siehe BRADLEY (1931 S. 44, Taf. 22, Fig. 3)

(2) *Eoglobella longipes* BRADLEY 1931  
Ohne Abb.

- 1931 *Eoglobella longipes* n. sp.; BRADLEY, S. 44, Taf. 22, Fig. 3  
2000 *Eoglobella longipes* BRADLEY; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 106, Taf. 16, Fig. 14

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 40 µm (ohne Anhänge)  
Stratigraphie: Bisher Mitteleozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfectae, Staurosporae  
Bemerkung: Aquatische Lebensweise  
Fundort: Garfield County, Colorado, USA

Gattung *Hypoxylonites* ELSIK 1990

- 1990 (März) *Hypoxylonites* n. gen.; ELSIK, S. 143  
1990 (Mai) *Hypoxylosporites* n. gen.; KUMAR

Genotypus: *Hypoxylonites brazosensis* ELSIK 1990  
Diagnose und Beschreibung: Siehe ELSIK (1990, S. 143, Taf. 1, Fig. 42)

(3) *Hypoxylonites ramanujamii* ELSIK 1990  
Taf. 13, Fig. 1

- 1990 *Hypoxylonites ramanujamii* n. sp.; ELSIK, S. 156, Taf. 1, Fig. 43  
2000 *Hypoxylonites ramanujamii* ELSIK; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 142, Taf. 4, Fig. 33

Beschreibung: Siehe ELSIK (1990) und KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 24 x 12µm  
Stratigraphie: Neogen der amerik. Golfküste, Obereozän der Green River Formation  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae oder Ascomyceta, Xylariaceae  
Fundort: Amerik. Golfküste; Green river Sektion, Washington, USA

(4) *Hypoxylonites cf. xylaroides* SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980  
Taf. 13, Fig. 2

- 1980 *Hypoxylonites xylaroides* n. sp.; SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN, S. 185, Taf. 1, Fig. 16  
2000 *Hypoxylonites xylaroides* SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN in hoc loco; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 144, Taf. 4, Fig. 18

Beschreibung: Kleine dunkelbraune psilate ovale Spore mit Spalte von einem Pol zum anderen. Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 20 x 10 µm  
Stratigraphie: Obereozän bis Untermiozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
Fundort: Küste von Äquatorialafrika, Golf von Guinea, Kamerun, Afrika

(5) *Hypoxylonites* sp.1  
Taf. 13, Fig. 12

Beschreibung: Kleine dunkelbraune runde Spore mit Spalte von einem Pol zum anderen;  
Größe: 12 x 9µm, Zellwand 1,5 µm



Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

Gattung *Inapertisporites* VAN DER HAMMEN 1954 ex ROUSE 1959 emend. SHEFFY & DILCHER  
1971

1954 *Inapertisporites* n. gen.; VAN DER HAMMEN, S. 312

1971 *Inapertisporites*; SHEFFY & DILCHER, S. 37

1986 *Inapertisporites*; SAXENA & BHATTACHARYYA, S. 192

2000 *Inapertisporites*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 146

Genotypus: *Inapertisporites variabilis* VAN DER HAMMEN 1954

Diagnose und Beschreibung: Siehe VAN DER HAMMEN (1954, S. 312) und ROUSE (1959, S. 312, Taf. 2, Fig. 16)

(6) *Inapertisporites ovalis* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 13, Fig. 7

1971 *Inapertisporites ovalis* n. sp.; SHEFFY & DILCHER, S. 39, Taf. 15, Fig. 9

2000 *Inapertisporites ovalis* comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 151/152, Taf. 1, Fig. 7

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS 2000, inaperturate kleine psilate ovale Spore,

Größe: 11-15 x 5-6 µm

Stratigraphie: Mitteleozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae

Fundort: Nordthrakisches Becken, Türkei

(7) *Inapertisporites* sp.1

Taf. 13, Fig. 4, 5

Beschreibung: Inaperturate leicht braune rundlich abgeflachte Spore mit rippelartig

angeordneten Baculae (H = 1-1,5 µm), Größe: 23,5 µm, Exine 1-2 µm

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

(8) *Inapertisporites* sp.2

Taf. 13, Fig. 8

Beschreibung: Große inaperturate runde braune Spore mit striater Oberfläche, Größe: 40 µm,

Exine 1,5-2 µm

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

(9) *Inapertisporites* sp.3

Ohne Abb.

Beschreibung: Sehr große dunkelbraune bis schwarze inaperturate runde Spore, Größe: 65 µm, Exine zweischichtig 3-4 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

(10) *Inapertisporites* sp.4  
Taf. 13, Fig. 9

Beschreibung: Große dunkelbraune inaperturate psilate runde Spore, Größe: 40 µm, Exine zweischichtig 2-3 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

(11) *Inapertisporites* sp.5  
Taf. 13, Fig. 14

Beschreibung: Sehr große braune psilate inaperturate Spore mit bohnenförmiger Figura;  
Größe: 100 x 40 µm, Exine 1 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

Gattung *Monoporisporites* VAN DER HAMMEN 1954 emend. KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

1954 *Monoporisporites* n. gen.; VAN DER HAMMEN; S. 83, 103  
2000 *Monoporisporites* emend.; KALGUTKAR & JANSONIUS, Taf. 1/22

Genotypus: *Monoporisporites minutus* VAN DER HAMMEN 1954

Diagnose und Beschreibung: Siehe VAN DER HAMMEN (1954 S. 103, Taf 20)

(12) *Monoporisporites traversii* (EDIGER & ALISAN 1989) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 13, Fig. 6

1969 *Monosporites* sp.A; HOPKINS (JR.), S. 1126: Taf. 11, Fig.166  
1989 *Lacrimasporonites traversii*; EDIGER & ALISAN, S. 154, Taf. 2, Fig. 6  
2000 *Monoporisporites traversii* comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 182/183, Taf. 3, Fig. 7

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 25 µm  
Stratigraphie: Mittel?-Obereozän bis Pliozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
Fundort: Nordthrakisches Becken, Türkei

(13) *Monoporisporites* cf. *novus* CHANDRA, SAXENA & SETTY 1984  
Ohne Abb.

1969 *Monosporites* novus n. sp. CHANDRA, SAXENA & SETTY, S. 49, Taf. 2, Fig. 23  
2000 *Monoporisporites novus*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 180, Taf. 3, Fig. 4

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 15 µm  
Stratigraphie: Bisher Quartär  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
Fundort: Arabisches Meer

(14) *Monoporisporites* sp.1  
Taf. 13, Fig. 10, 11

Beschreibung: Kleine monoporate dunkelbraune Spore mit kleinen Baculae (H = 0,5 µm);  
Größe: 15 µm, Pore 5 µm mit verdicktem psilatem hyalinen Rand (1 µm), Exine 1 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

Gattung *Striadiporites* VARMA & RAWAT 1963

1963 *Striadiporites* n. gen.; VARMA & RAWAT, S. 137

Genotypus: *Striadiporites reticulatus* VARMA & RAWAT 1963  
Diagnose und Beschreibung: Siehe VARMA & RAWAT (1963, S. 137, Fig. 21)

(15) *Striadiporites boletelloides* SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980  
Taf. 13, Fig. 13

1980 *Striadiporites boletelloides* n. sp.; SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN, S. 186, Taf. 1, Fig. 27  
2000 *Striadiporites boletelloides*, KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 289, Taf. 5, Fig. 27

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 50 x 20 µm  
Stratigraphie: Oligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
Fundort: Golf von Äquatorialafrika, Golf von Guinea, Kamerun

(16) *Striadiporites multistriatus* (KE & SHI 1978) NORRIS 1986  
Ohne Abb.

1978 *Striadiporites multistriatus* n. sp.; KE & SHI, S. 48, Taf. 4, Fig. 39  
1986 *Striadiporites multistriatus* (KE & SHI) comb. nov.; NORRIS, S. 20  
2000 *Striadiporites multistriatus*, KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 290, Taf. 5, Fig. 26

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 55 x 25 µm  
Stratigraphie: Eozän bis Oligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
Fundort: Küste von Bohai, China; Mackenzie Distrikt, Canada

(17) *Striadiporites reticulatus* VARMA & RAWAT 1963  
Taf. 13, Fig. 15

1963 *Striadiporites reticulatus* n. sp.; VARMA & RAWAT, S. 137, Fig. 21

- 1968 *Striadosporites reticulatus* nom. nud.; ELSIK 1968  
 2000 *Striadiporitesreticulatus*, KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 290, Taf. 5, Fig. 14  
 2004 *Striadiporitesreticulatus*; RAMIREZ, S. 72, Taf. 10, Fig. 6

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 50 x 20 µm  
 Stratigraphie: Oberoligozän bis Miozän  
 Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
 Fundort: West- und Ostindien, Westbengalen und Assam

(18) *Striadiporites irregularis* KALGUTKAR 1993  
 Taf. 13, Fig. 16

- 1993 *Striadiporites irregularis* n. sp.; KALGUTKAR, S. 88, Taf. 4.4, Fig. 12  
 2000 *Striadiporitesirregularis*, KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 289, Taf. 5, Fig. 17

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 40-50 x 20-30 µm  
 Stratigraphie: Bisher Oberpaläozän bis Untereozän  
 Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
 Fundort: Peel River, Yukon Territory, Canada

(19) *Striadiporites cf. minor* (SONG & SUN 1989) SONG et al. 1999  
 Ohne Abb.

- 1989 *Striadiporites minor* n. sp.; SONG & SUN in SONG et al. S. 42, Taf. 3, Fig. 20  
 2000 *Striadiporites minor*, KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 289, Taf. 5, Fig. 20

Beschreibung: Ovale braune biporate Spore mit unregelmäßig geschwungener striater Ornamentation; siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 28 x 21 µm  
 Stratigraphie: Eozän bis Oligozän  
 Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
 Fundort: Henan Provinz und Shandong Provinz, China

(20) *Striadiporites cf. retistriatus* (KHE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
 Taf. 13, Fig. 17, 21

- 1978 *Striadiporites retistriatus* n. sp.; KHE & SHI, S. 48, Taf. 4, Fig. 36  
 2000 *Striadiporites retistriatus* comb. nov., KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 290, Taf. 5, Fig. 16

Beschreibung: Grobreticulate sehr dunkle diporate Spore, siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 40 x 28 µm  
 Stratigraphie: Eozän bis Oligozän  
 Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
 Fundort: Küstenregion von Bohai, China

Gattung *Uncinulites* PAMPALONI 1902 emend. SALMON 1903

- 1902 *Uncinulites* n. gen.; PAMPALONI, S. 125

Genotypus: *Uncinulites baccarinii* PAMPALONI 1902

Diagnose und Beschreibung: Siehe PAMPALONI (1902, S. 125, Taf. 10, Fig. 7)

(21) *Uncinulites* sp.1

Taf. 13, Fig. 24, 25

Beschreibung: Kleine unicellate sehr dunkle kugelige Spore mit über die ganze Obefläche verteilten Baculae, Echini und Verrucae von bis zu 2,5 µm Höhe, Größe: 20-25 µm, Exine 2 µm

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Amerosporae

**Dicellate Pilzsporen**

Gattung *Dicellaesporites* ELSIK 1968

1968 *Dicellaesporites* n. gen.; ELSIK, S. 269

Genotypus: *Dicellaesporites popovii* ELSIK 1968

Diagnose und Beschreibung: Siehe ELSIK (1968, S. 269, Taf. 2, Fig. 9)

(22) *Dicellaesporites* cf. *fusiformis* SHEFFY & DILCHER 1971

Taf. 13, Fig. 23

1971 *Dicellaesporites fusiformis* n. sp., SHEFFY & DILCHER, S. 41, Taf. 15, Fig. 29

2000 *Dicellaesporites fusiformis*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 67, Taf. 6, Fig. 13

Beschreibung: Dicellate, braune ovale Spore mit etwa 1 µm breitem Septum zwischen den beiden Zellen. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe 18 x 7 µm, Ex 0,7 µm

Stratigraphie: Bisher Mitteleozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae

Fundort: Henry County, Tennessee, USA

(23) *Dicellaesporites* cf. *granulatus* SONG 1985

Taf. 13, Fig. 20

1985 *Dicellaesporites granulatus* n. sp., SONG, S. 44, Taf. 1, Fig. 11

2000 *Dicellaesporites granulatus*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 67, Taf. 6, Fig. 24

Beschreibung: Dicellate dunkelbraune Spore mit granulater bis verrucater Oberfläche und etwa 3 µm breitem schwarzem Septum zwischen den halbkugeligen Zellen. Siehe auch

KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe 25-28 x 17-20 µm, Exine 1,5 µm

Stratigraphie: Bisher Unterpliozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae

Fundort: Qaidam Becken, Qinghai Provinz, China, Tennessee, USA

(24) *Dicellaesporites* cf. *ovatus* SONG & LUO in SONG et al. 1989

Ohne Abb.

- 1989 *Dicellaesporites ovatus* n. sp., SONG & LUO in SONG et al., S. 33, Taf. 1, Fig. 15  
2000 *Dicellaesporites ovatus*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 70/71, Taf. 6, Fig. 25

Beschreibung: Schlanke dicellate braune Spore mit sehr breitem schwarzem eingeschnürtem Septum (5 µm). Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe 40 x 10 µm  
Stratigraphie: Bisher Obereozän bis Mitteloligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae  
Fundort: Shenxian Region, Shandong Provinz, China

(25) *Dicellaesporites* sp.1  
Ohne Abb.

Beschreibung: Sehr große braune länglich ovale dicellate Spore mit dünnem 1,5 µm breitem hellem Septum. Größe 95 x 25 µm, Exine 1 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Didymosporae

Gattung *Didymoporisporonites* SHEFFY & DILCHER 1971 emend. KALGUTKAR & JANSONIUS  
2000

- 1971 *Didymoporisporonites* n. gen.; SHEFFY & DILCHER, S. 42  
2000 *Didymoporisporonites* (SHEFFY & DILCHER) emend.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 76

Genotypus: *Didymoporisporonites psilatus* SHEFFY & DILCHER 1971  
Diagnose und Beschreibung: Siehe SHEFFY & DILCHER (1971, S. 42, Taf. 13, Fig. 35; Taf. 15, Fig. 35)

(26) *Didymoporisporonites conicus* KALGUTKAR 1997  
Ohne Abb.

- 1997 *Didymoporisporonites conicus* n. sp.; KALGUTKAR, S. 211, Taf. 1, Fig. 21  
2000 *Didymoporisporonites conicus*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 76, Taf. 7, Fig. 22

Beschreibung: Dicellate Spore mit unterschiedlich großen Zellen. Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 12, 5 µm und 5 µm  
Stratigraphie: Bisher Oberpaläozän bis Untereozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae  
Fundort: Axel Heiberg Insel, Northwest Territory, Canada

(27) *Didymoporisporonites discors* KALGUTKAR 1993  
Taf. 13, Fig. 19

- 1993 *Didymoporisporonites discors* n. sp.; KALGUTKAR, S. 74, Taf. 4.1, Fig. 14  
2000 *Didymoporisporonites discors*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 76/77, Taf. 7, Fig. 21

Beschreibung: Dicellate Spore mit unterschiedlich großen Zellen. Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 15 µm und 10 µm  
Stratigraphie: Bisher Oberpaläozän bis Untereozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae

Fundort: Peel River, Yukon Territory, Canada

Gattung *Dyadosporites* VAN DER HAMMEN 1954 ex CLARKE 1965

1954 *Dyadosporites* n. gen.; VAN DER HAMMEN, Boletín Geológico, v. 2, no. 2, S. 15

1965 *Dyadosporites* (VAN DER HAMMEN) ex; CLARKE, S. 90

Genotypus: *Dyadosporites ellipsus* CLARKE 1965

Diagnose und Beschreibung: Siehe CLARKE (1965, S. 90, Taf. 1, Fig. 13)

(28) *Dyadosporites* cf. *inornatus* (MARTINEZ-HERNANDEZ & TOMASINI-ORTIZ 1989)  
KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 13, Fig. 18

1989 *Dyadosporonites inornatus* n. sp.; MARTINEZ-HERNANDEZ & TOMASINI-ORTIZ, S. 238, Fig. 3, h

2000 *Dyadosporites inornatus* comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 99, Taf. 8, Fig. 35

Beschreibung: Braune elongate dicellate Spore mit Poren an beiden Polen. Die beiden Zellen werden durch ein 1 µm dickes Septum getrennt. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 50 x 20 µm, Exine 1 µm

Stratigraphie: Bisher Campanium

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae

Fundort: Piedras Negras, Coahuila, Mexiko

Gattung *Hildicellites* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

2000 *Hildicellites* n. gen.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 133

Genotypus: *Hildicellites appendiculatus* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

Nach: *Dicellaesporites appendiculatus*; SHEFFY & DILCHER 1971, S. 41, Taf. 15, Fig. 30

Diagnose und Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000 S. 133, Taf. 7, Fig. 35)

(29) *Hildicellites normalis* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 13, Fig. 22

1971 *Didymoporisporites normalis* n. sp.; SHEFFY & DILCHER, S. 42, Taf. 15, Fig. 36

2000 *Hildicellites normalis* comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 134, Taf. 7, Fig. 33

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 10 x 5 µm, Exine 1 µm

Stratigraphie: Bisher Mitteleozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae

Fundort: Puryear, Henry County, Tennessee, USA

(30) *Hildicellites* cf. *siddiquiei* (CHANDRA et al. 1984) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Ohne Abb.

- 1984 *Didymoporisporites siddiquiei* n. sp.; CHANDRA, SAXENA & SETTY, S. 51, Taf. 2, Fig. 32  
2000 *Hidicellites siddiquiei* comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 135, Taf. 7, Fig. 38

Beschreibung: Ovale dicellate große braune Spore mit dünnem Septum (0,5 µm). Die dünne Exine ist z. T. verfaltet. Pore sehr undeutlich. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 50 x 25 µm, Exine 1 µm  
Stratigraphie: Bisher Spätes Quartär  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Didymosporae  
Fundort: Bohrkerne aus der Arabischen See

(31) *Hidicellites* sp.1  
Ohne Abb.

Beschreibung: Braune dicellate ovale Spore mit unterbrochenem Septum (1 µm). Pore am konischen Ende der minimal größeren Zelle. Größe: 35 x 18 µm, Exine 1 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Didymosporae

**Multicellate Pilzsporen**

Gattung *Biporipsilonites* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

- 2000 *Biporipsilonites* n. gen.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 37

Genotypus: *Biporipsilonites belluloides* (SONG 1985) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Nach: *Diporicellaesporites belluloides* SONG (1985, S. 50, Taf. 1, Fig. 20)  
Diagnose und Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000, S. 37, Taf. 5, Fig. 38)

(32) *Biporopsilonites cf belluloides* (SONG 1985) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 14, Fig. 1

- 1985 *Diporicellaesporites belluloides* n. sp.; SONG, S. 50, Taf. 1, Fig. 20  
2000 *Biporipsilonites belluloides* (SONG) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 39, Taf. 5, Fig. 41

Beschreibung: Tricellate dunkelbraune ovale Spore mit psilater Oberfläche. An den Polen sitzen zwei kleine hyaline Zellen (Durchm. 5 µm) mit kleinen Poren. Die Spore ist in ein durchsichtiges Häutchen gehüllt. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000). Größe: 40 x 20 µm, Exine 1,5 µm  
Stratigraphie: Bisher Miozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae  
Fundort: Küste von Bohai, China

(33) *Biporopsilonites cf krempii* (VARMA & RAWAT 1963) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 14, Fig. 2

- 1963 *Psilodiporites krempii* n. sp.; VARMA & RAWAT, S. 132, Fig. 8  
1968 *Diporisorites krempii* (Varma & Rawat) nom. nud.; ELSIK, S. 277



2000 *Biporipsilonites mollis* (KE & SHI) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 39, Taf. 5, Fig. 41

Beschreibung: Tricellate braune ovale Spore mit psilater Oberfläche. An den Polen spitz zulaufend mit zwei kleinen hyalinen Zellen (Durchm. 3 µm) mit sehr kleinen Poren. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000). Größe: 45 x 20 µm, Exine < 1µm, faltig

Stratigraphie: Eozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae

Fundort: West- und Ostindien, Westbengalen und Assam

(34) *Biporopsilonites cf mollis* (KE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 14, Fig. 3

1978 *Multicellaesporites mollis* n. sp.; KE & SHI, S. 38, Taf. 3, Fig. 4

2000 *Biporipsilonites mollis* (KE & SHI) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 39, Taf. 5, Fig. 41

Beschreibung: Tricellate braune ovale Spore mit psilater Oberfläche. An den Polen zwei kleine hyaline Zellen (Durchm. 5 µm) mit kleinen Poren. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000). Größe: 30 x 14 µm, Exine 1µm,

Stratigraphie: Eozän bis Oligozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Amerosporae

Fundort: Küste von Bohai, China

Gattung *Brachyosporisporites* LANGE & SMITH 1971

1971 *Brachyosporisporites* n. gen.; LANGE & SMITH, S. 677

1981 *Brachyosporites* emend.; EDIGER, S. 93

Genotypus: *Brachyosporisporites pyriformis* LANGE & SMITH 1971

Diagnose und Beschreibung: Siehe LANGE & SMITH (1971, S. 677, Taf. 6, Fig. C)

(35) *Brachyosporisporites cf. cotalis* (ELSIK & JANSONIUS 1974) NORRIS 1986  
Ohne Abb.

1974 *Granatisporites cotalis* n. sp.; ELSIK & JANSONIUS, S. 954, Taf. 1, Fig. 13

1986 *Brachyosporisporites cotalis* (ELSIK & JANSONIUS) comb. nov.; NORRIS, S. 24

2000 *Brachyosporisporites cotalis* (ELSIK & JANSONIUS) NORRIS; KALGUTKAR & JANSONIUS; S. 41, Taf. 9, Fig. 18

Beschreibung: Sehr dunkle opake handgranatenförmige Spore mit mehreren Zellen. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000). Größe 25 x 10, Exine 1 µm

Stratigraphie: Bisher Paläogen, Eozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Mackenzie Delta, Canada

(36) *Brachyosporisporites cf. tenuis* KUMAR 1990  
Taf. 14, Fig. 4, 7

1990 *Brachyosporisporites tenuis* n. sp.; KUMAR, S. 23, Taf. 1, Fig. 11

2000 *Brachyosporisporites tenuis* KUMAR; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 43, Taf. 9, Fig. 24

Beschreibung: Sehr dunkle opake ballonförmige Spore mit mehreren Zellen. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000). Größe 50 x 35, Exine 1,5 µm

Stratigraphie: Bisher Unter- bis Mittelmiozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Padappakkara, Quilon Distrikt, Kerala, Südindien

#### Gattung *Ctenosporonites* ELSIK & JANSONIUS 1974

1974 *Ctenosporonites* n. gen.; ELSIK & JANSONIUS, S. 956

Genotypus: *Ctenosporonites eskerensis* ELSIK & JANSONIUS 1974

Diagnose und Beschreibung: Siehe ELSIK & JANSONIUS (1974, S. 956, Taf. 1, Fig. 1)

#### (37) *Ctenosporonites* cf. *sherwoodiae* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000 Ohne Abb.

2000 *Ctenosporonites sherwoodiae* n. sp.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 60, Taf. 16, Fig. 4

Beschreibung: Multicellate braune Spore, Einzelzellen bilden zusammen eine Kolonie, von Hauptast gehen Seitenäste ab. Hauptast mit dicker Zellwand (2-3µm) Nebenäste mit dünner Zellwand (1 µm). Größe: 40 x 25 µm, Einzelzellen 7-12 µm im Durchmesser. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)

Stratigraphie: Bisher Oberkreide

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Dictyosporae

Fundort: Kohlen der Vermejo Formation, Fremont County, Colorado, USA

#### Gattung *Dictyosporites* (FELIX 1894) emend. KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

1894 *Dictyosporites* n. gen.; FELIX, S. 277

1971 *Pleosporonites*; LANGE & SMITH

2000 *Dictyosporites* (FELIX) emend.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 72

Genotypus: *Dictyosporites loculatus* FELIX 1894

Diagnose und Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000, S. 72, 74, Taf. 15, Fig. 22)

#### (38) *Dictyosporites hyalinus* (LANGE & SMITH 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000 Ohne Abb.

1971 *Pleosporonites hyalinus* n. sp.; LANGE & SMITH, S. 672, Taf. 6, Fig. B

2000 *Dictyosporites hyalinus* (LANGE & SMITH) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 73, Taf. 15, Fig. 26

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe:

Stratigraphie: Bisher Unter- bis Mitteleozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Dictyosporae

Fundort: Maslin Bay, Südastralien

(39) *Dictyosporites cf. moruloides* (SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 14, Fig. 8

- 1980 *Pleosporonites moruloides* n. sp.; SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN, S. 672, Taf. 6, Fig. B  
2000 *Dictyosporites moruloides* (SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 74, Taf. 15, Fig. 25

Beschreibung: Globulare dunkelbraune vielzellige Spore, Einzelzellen ca. 4 µm Durchmesser, Septen dazwischen 2,5 µm stark. Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 30 µm, Exine ca. 2 µm

Stratigraphie: Bisher Untermiozän

Botanische Zugehörigkeit: Nach KALGUTKAR & JANSONIUS (2000) besteht eine Affinität zu den Adelomyceten (Deuteromycotina)

Fundort: Küste von Äquatorialafrika, Golf von Guinea, Kamerun, Afrika

Gattung *Diporicellaesporites* ELSIK 1968

- 1968 *Diporicellaesporites* n. gen.; ELSIK, S. 279

Genotypus: *Diporicellaesporites stacyi* ELSIK 1968

Diagnose und Beschreibung: Siehe ELSIK (1968, S. 279, Taf. 3, Fig. 11)

(40) *Diporicellaesporites cf. jansonii* KALGUTKAR 1993  
Taf. 14, Fig. 6

- 1993 *Diporicellaesporites jansonii* n. sp.; KALGUTKAR, S. 75, Taf. 4.2, Fig. 5  
2000 *Diporicellaesporites jansonii* KALGUTKAR; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 85, Taf. 14, Fig. 32

Beschreibung: Multicellate diporate braune Spore mit 6 unterbrochenen Septen (1 µm) mit dreieckigen Verdickungen, Größe: 45 x 15 µm, Exine 1 µm, siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)

Stratigraphie: Bisher Oberpaläozän bis Untereozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Peel River, Yukon Territory, Canada

(41) *Diporicellaesporites cf. laevigataeformis* KE & SHI 1978  
Taf. 14, Fig. 5

- 1978 *Diporicellaesporites laevigataeformis*; KE & SHI, S. 49, Taf. 5, Fig. 11  
2000 *Diporicellaesporites laevigataeformis* KE & SHI; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 85, Taf. 14, Fig. 9

Beschreibung: Multicellate große diporate braune psilate Spore mit 6 z. T. unterbrochenen Septen (1,5 µm), Größe: 85 x 35 µm, Exine hyalin, 1 µm, Pore 6 µm; siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)

Stratigraphie: Eozän bis Oligozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Panshan, Liaoning Provinz, Küste von Bohai, China

(42) *Diporicellaesporites* sp.

Taf. 14, Fig. 10

Beschreibung: Multicellate ovale diporate braune psilate Spore mit 6 Septen (1,5 µm), Größe: 30 x 18 µm, Exine 1 µm, Poren 2 µm;

Stratigraphie: Unbekannt

Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Phragmosporae

Gattung *Involutisporonites* CLARKE 1965

1965 *Involutisporonites* n. gen.; CLARKE, S. 90

Genotypus: *Involutisporonites foraminus* CLARKE 1965

Diagnose und Beschreibung: Siehe CLARKE (1965, S. 90, Taf. 1, Fig. 11)

(43) *Involutisporonites foraminus* CLARKE 1965

Ohne Abb.

1965 *Involutisporonites foraminus* n. sp.; CLARKE, S. 90, Taf. 1, Fig. 11

2000 *Involutisporonites foraminus* CLARKE; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 156, Taf. 15, Fig. 4

2004 *Involutisporonites foraminus* CLARKE; RAMIREZ, S. 75, Taf. 11, Fig. 7

Beschreibung: Planspirale multicellate psilate braune Spore, Einzelzellen lobat mit 8-10 µm Durchmesser, ähnlich Foraminiferenhäutchen. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000),

Größe: 30-35 µm, Exine 0,5-1 µm

Stratigraphie: Bisher Oberkreide

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Helicosporae

Fundort: Kohlefelder von Canon City, Fremont County, Colorado, USA

(44) *Involutisporonites* cf. *chowdhryi* (JAIN & KAR 1979) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

Ohne Abb.

1979 *Involutisporonites chowdhryi* n. sp.; JAIN & KAR, S. 110, Taf. 2, Fig. 30

2000 *Involutisporonites chowdhryi* (JAIN & KAR) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 155, Taf. 15, Fig. 6

Beschreibung: Planspirale multicellate psilate braune Spore, Einzelzellen 8-20 µm

Durchmesser, ähnlich Foraminiferenhäutchen. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000),

Größe: 73 x 45 µm, Exine 1 µm

Stratigraphie: Bisher Miozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Helicosporae

Fundort: Papanasam, Varkala, Küste von Kerala, Südindien

Gattung *Multicellites* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

2000 *Multicellites* n. gen.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 188/189

Genotypus: *Multicellites tener* (KE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

Nach: *Multicellaesporites tener*; KE & SHI 1978, S. 39, Taf. 2, Fig. 13

Diagnose und Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000, S. 189, 194, Taf. 11, Fig. 23)

(45) *Multicellites cf. cingulatus* (KE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 14, Fig. 9

1978 *Multicellaesporites cingulatus* n. sp.; KE & SHI, S. 35, Taf. 2, Fig. 14

2000 *Multicellites cingulatus* (KE & SHI) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 189, 190, Taf. 11, Fig. 20

2004 *Multicellites cingulatus* (KE & SHI) KALGUTKAR & JANSONIUS; RAMIREZ, S. 76, Taf. 11, Fig. 11  
Beschreibung: Fünfcellige dunkelbraune psilate Spore mit dicken Septen (1-3 µm). Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 60 x 22 µm, Exine 1,5 µm  
Stratigraphie: Eozän bis Oligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae  
Fundort: Panshan, Liaoning Provinz, Küste von Bohai, China

(46) *Multicellites cf. conspicuus* (KE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Ohne Abb.

1978 *Multicellaesporites conspicuus* n. sp.; KE & SHI, S. 35, Taf. 3, Fig. 1

2000 *Multicellites conspicuus* (KE & SHI) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 190, Taf. 11, Fig. 34

Beschreibung: Dreizellige dunkelbraune psilate Spore, Einzelzellen halbkugelig, Septen bis 2,5 µm. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 35 x 18 µm, Exine 1-1,5 µm  
Stratigraphie: Eozän bis Oligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae  
Fundort: Panshan, Liaoning Provinz, Küste von Bohai, China

(47) *Multicellites sp.1*  
Ohne Abb.

Beschreibung: Vierzellige dunkelbraune psilate Spore, Einzelzellen halbkugelig, Septen 3-5 µm. Größe: 50 x 14 µm, Exine 2-2,5 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Phragmosporae

(48) *Multicellites sp.2*  
Taf. 14, Fig. 12

Beschreibung: Vier-fünfcellige braune psilate Spore, Einzelzellen +/- rechteckig, Septen 1-2 µm. Größe: 45 x 13 µm, Exine 1-1,5 µm  
Stratigraphie: Unbekannt  
Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Phragmosporae

Gattung *Papulosporonites* SCHMIEDEKNECHT & SCHWAB 1964

1964 *Papulosporonites* n. gen.; SCHMIEDEKNECHT & SCHWAB, S. 686

Genotypus: *Papulosporonites sphaeromorphus* SCHMIEDEKNECHT & SCHWAB 1964

Diagnose und Beschreibung: Siehe SCHMIEDEKNECHT & SCHWAB (1964, S. 686, Taf. 1, Fig. 1)

(49) *Papulosporonites cf. hammenii* (HASELDONCKX 1973) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 15, Fig. 9

1973 *Polyadosporites hammenii* n. sp.; HASELDONCKX, S. 151, Taf. 1, Fig. 19

2000 *Papulosporonites hammenii* (HASELDONCKX) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 217, Taf. 18, Fig. 11

Beschreibung: Inaperturate psilate braune Spore, die aus vielen kleinen Einzelzellen (ca. 15) besteht (Größe: 3-5 µm). Die äußere Form ist sphärisch. Größe: 25 µm, Exine 0,5-1 µm.

Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)

Stratigraphie: Bisher Paläozän bis Obereozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Dictyosporae

Fundort: Aren, Ribagorzana Tal, Pyrenäen, Spanien

(50) *Papulosporonites cf. mogaoensis* (CHITALEY & YAWALE 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Ohne Abb.

1973 *Psogosporium mohgaoense* n. sp.; CHITALEY & YAWALE, S. 190

2000 *Papulosporonites mohgaoensis* (CHITALEY & YAWALE) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 217, Taf. 18, Fig. 6

Beschreibung: Kugelige bis eiförmige inaperturate psilate dunkelbraune Spore, die aus vielen kleinen Einzelzellen (ca. 10 bis 25) besteht (Größe: 5-10 µm). Größe: 35-40 x 25-35µm, Exine 1 µm. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)

Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)

Stratigraphie: Bisher Maastrichtium

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Dictyosporae

Fundort: Mohgaokalan, Madhya Pradesh, Indien

Gattung *Paragranatisporites* ZHANG 1980

1980 *Paragranatisporites* n. gen.; ZHANG, S. 298

Genotypus: *Paragranatisporites lunpolaensis* ZHANG 1980

Diagnose und Beschreibung: Siehe ZHANG (1980, S. 298, Taf. 1, Fig. 12)

(51) *Paragranatisporites cf. vermiculus* (EDIGER 1981) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 15, Fig. 10

1981 *Pluricellaesporites vermiculus* n. sp.; EDIGER, S. 92, Taf. 2, Fig. 7

2000 *Paragranatisporites vermiculus* (EDIGER) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 219, Taf. 13, Fig. 21

2004 *Paragranatisporites vermiculus* (EDIGER) KALGUTKAR & JANSONIUS; RAMIREZ, S. 78, Taf. 12, Fig. 5

Beschreibung: Dunkelbraune mehrzellige psilate Sporenkette mit halbkugeligen Zellen (25 µm) am proximalen Ende, am distalen Ende sitzt eine kleine hyaline halbkugelige Zelle (10

µm). Sehr dunkle Septen zwischen den Zellen (2,5-5 µm). Zellwand ca. 1,5-3 µm. Größe: 50 x 25 µm

Stratigraphie: Obereozän bis Pliozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Thrakisches Becken, Türkei

Gattung *Pluricellaesporites* (VAN DER HAMMEN 1954) emend. ELSIK & JANSONIUS 1974

1954 *Pluricellaesporites* n. gen.; VAN DER HAMMEN, S. 83

1974 *Pluricellaesporites* (VAN DER HAMMEN) emend.; ELSIK & JANSONIUS, S. 955

Genotypus: *Pluricellaesporites typicus* VAN DER HAMMEN 1954

Diagnose und Beschreibung: Siehe VAN DER HAMMEN (1954, S. 104, Taf. 21)

(52) *Pluricellaesporites cooksoniae* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 14, Fig. 13; Taf. 15, Fig. 6

1979 *Piriurella elongata* n. sp.; COOKSON & EISENACK, S. 79, Taf. 1, Fig. 9

2000 *Pluricellaesporites* nom. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 240, Taf. 12, Fig. 12

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 45 x 14 µm

Stratigraphie: Bisher Mittelkreide

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae, nach KALGUTKAR & JANSONIUS (2000, S. 235) besteht große Ähnlichkeit zu den rezenten Sporen von *Alternaria* sp.

Bemerkungen: Eventuell rezente Verunreinigung

Fundort: Eucla Becken, Westaustralien

(53) *Pluricellaesporites capsularis* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS  
2000  
Taf. 14, Fig. 11

1971 *Multicellaesporites capsularis* n. sp.; SHEFFY & DILCHER, S. 44, Taf. 16, Fig. 47

2000 *Pluricellaesporites capsularis* (SHEFFY & DILCHER) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 240, Taf. 12, Fig. 25

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 30 x 15 µm, Exine 1 µm, Septen opak (2-3 µm)

Stratigraphie: Bisher Mitteleozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Puryear, Henry County, Tennessee, USA

(54) *Pluricellaesporites psilatus* CLARKE 1965  
Ohne Abb.

1965 *Pluricellaesporites psilatus* n. sp.; CLARKE, S. 90, Taf. 1, Fig. 3

2000 *Pluricellaesporites psilatus* (CLARKE); KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 245, Taf. 12, Fig. 5

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 85 x 20 µm, Exine 1-1,5 µm

Stratigraphie: Bisher Oberkreide

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae  
Fundort: Canon City Kohlenfeld, Fremont County, Colorado, USA

(55) *Pluricellaesporites tenuis* SHEFFY & DILCHER 1971  
Ohne Abb.

- 1971 *Pluricellaesporites tenuis* n. sp.; SHEFFY & DILCHER, S. 46, Taf. 16, Fig. 62  
2000 *Pluricellaesporites tenuis* (SHEFFY & DILCHER); KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 247, Taf. 12, Fig. 39

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 25 x 6 µm, Exine 0,5 µm  
Stratigraphie: Bisher Mitteleozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae  
Fundort: Canon City Kohlenfeld, Fremont County, Colorado, USA

(56) *Pluricellaesporites cf. fusiformis* KE & SHI 1978  
Taf. 14, Fig. 14

- 1978 *Pluricellaesporites fusiformis* n. sp.; KE & SHI, S. 44, Taf. 4, Fig. 14  
2000 *Pluricellaesporites fusiformis* (KE & SHI); KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 242, Taf. 12, Fig. 28

Beschreibung: Vierzellige braune psilate monoporate (0,5 µm) Spore. Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 30 x 10 µm, Exine 0,5 µm  
Stratigraphie: Eozän bis Oligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae  
Fundort: Panshan, Liaoning Provinz, Küste von Bohai, China

Gattung *Quilonia* (JAIN & GUPTA 1970) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

- 1963 *Quilonia* n. gen.; JAIN & GUPTA, S. 180  
2000 *Quilonia* (JAIN & GUPTA) emend.; KALGUTKAR & JANSONIUS; S. 257

Genotypus: *Quilonia typica* JAIN & GUPTA 1970  
Diagnose und Beschreibung: Siehe JAIN & GUPTA (1970, S. 180, Taf. 1, Fig. 7)

(57) *Quilonia miocenica* (SINGH et al. 1986) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 15, Fig. 3

- 1986 *Quilonia miocenica* n. sp.; SINGH, SAXENA & RAO, S. 97, Taf. 2, Fig. 13  
2000 *Quilonia miocenica* (SINGH, SAXENA & RAO) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 258, Taf. 13, Fig. 7

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 170-180 x 20-25 µm  
Stratigraphie: Bisher Untermiozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae  
Fundort: Surma Gruppe, Meghalaya und Cachar, Assam



(58) *Quilonia* sp.1

Taf. 15, Fig. 2

Beschreibung: Multicellate monoporate psilate elongate braune Spore, die am Porenende die größte Zelle besitzt. Am anderen Ende liegen 3 kleine Zellen (ev. unvollständig); Größe insgesamt: 80 x 4-18 µm, Pore: 4 µm, große Zelle: 68 x 18 µm, kleine Zellen 4-6 x 4-6 µm, Exine 1 µm.

Stratigraphie: Bisher Untermiozän

Botanische Zugehörigkeit: ? Fungi Imperfecti, ? Phragmosporae

Gattung *Reduviasporonites* WILSON 1962

1962 *Reduviasporonites* n. gen.; WILSON, S. 91

Genotypus: *Reduviasporonites catenulatus* WILSON 1962

Diagnose und Beschreibung: Siehe WILSON (1962, S. 94, Taf. 1, Fig. 1, 4)

(59) *Reduviasporonites* cf. *catenulatus* WILSON 1962

Taf. 15, Fig. 1

1962 *Reduviasporonites catenulatus* n. sp.; WILSON, S. 91, Taf. 1, Fig. 1, 4

2000 *Reduviasporonites catenulatus* (WILSON); KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 261, Taf. 10, Fig. 16

Beschreibung: Sporenketten, +/- sphärische Zellen von 10-20 µm Durchmesser, siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 120 µm

Stratigraphie: Bisher Oberperm

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Phragmosporae

Fundort: Red River, Greer County, Oklahoma, USA

Gattung *Staphlosporonites* (SHEFFY & DILCHER 1971) emend. KALGUTKAR & JANSONIUS  
2000

1971 *Staphlosporonites* n. gen.; SHEFFY & DILCHER, S. 48

2000 *Staphlosporonites* (SHEFFY & DILCHER) emend.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 284

Genotypus: *Staphlosporonites conoideus* SHEFFY & DILCHER 1971

Diagnose und Beschreibung: Siehe SHEFFY & DILCHER (1971, S. 48, Taf. 16, Fig. 77)

(60) *Staphlosporonites billelsikii* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

Taf. 14, Fig. 16

1993 *Dictyosporites elsikii* n. sp.; KALGUTKAR, S. 72, Taf. 4.1, Fig. 22

2000 *Staphlosporonites billelsikii* nom. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 284, Taf. 15, Fig. 12

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 60 x 30 µm, Exine 0,5 µm

Stratigraphie: Bisher Oberpaläozän bis Untereozän

Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Dictyosporae

Fundort: Puryear, Henry County, Tennessee, USA

(61) *Staphlosporonites elsikii* RAMANUJAM & SRISAILAM 1980  
Taf. 14, Fig. 15

- 1980 *Staphlosporites elsikii* n. sp.; RAMANUJAM & SRISAILAM, S. 122, Taf. 1, Fig. 6  
2000 *Staphlosporonites elsikii* (RAMANUJAM & SRISAILAM); KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 285, Taf. 15, Fig. 13

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 55 x 15 µm, Exine 1-2 µm  
Stratigraphie: Bisher Miozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, Dictyosporae  
Fundort: Palayangadi, Kerala, Indien

(62) cf. *Staphlosporonites pachycellularis* (SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980)  
KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 15, Fig. 5

- 1980 *Dictyosporites pachycellularis* n. sp.; SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN, S. 190, Taf. 3, Fig. 21  
2000 *Staphlosporonites pachycellularis* (SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 286, Taf. 15, Fig. 15

Beschreibung: Psilate, dunkelbraune, aus 7 Kugeln bestehende Spore mit 2-3 µm breiten Septen. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 50 x 45 µm, Exine 1-2 µm  
Stratigraphie: Oligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfecti, ? Dictyosporae  
Fundort: Küste von Äquatorialafrika, Golf von Guinea, Kamerun, Afrika

Gattung *Trihyphites* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000

- 2000 *Trihyphites* n. gen.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 305

Genotypus: *Trihyphites fractus* (SONG & CAO 1989) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Nach: *Trihyphaecites fractus*; SONG & CAO in SONG et al. 1989; S. 46, Taf. 4, Fig. 21  
Diagnose und Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000, S. 305/306, Taf. 17, Fig. 4)

(63) *Trihyphites fractus* (SONG & CAO 1989) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Taf. 15, Fig. 4

- 1989 *Trihyphaecites fractus* n. sp.; SONG & CAO in SONG et al., S. 46, Taf. 4, Fig. 21  
2000 *Trihyphites fractus* (SONG & CAO) comb. nov.; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 305/306, Taf. 17, Fig. 4

Beschreibung: Spore bestehend aus triradiaten braunen Hyphen. Die Hyphenarme sind im Allgemeinen nicht vollständig (Länge nicht genau bestimmbar) und bestehen aus mehreren Zellen. Breite der Zellen 10-16 µm. Längster Arm 60 µm, kürzester Arm 35 µm, Exine ca. 0,5 µm. Siehe auch KALGUTKAR & JANSONIUS (2000)  
Stratigraphie: Bisher Obereozän bis Mitteloligozän  
Botanische Zugehörigkeit: Fungi Imperfectae, Staurosporae  
Bemerkung: Aquatische Lebensweise  
Fundort: Shahejie Formation, Region Shenxian der Provinz Shandong, China

## Fruchtkörper

### Gattung *Callimothallus* DILCHER 1965

1965 *Callimothallus* n. gen.; DILCHER, S. 13

Genotypus: *Callimothallus pertusus* DILCHER 1965

Diagnose und Beschreibung: Siehe DILCHER (1965, S: 13, Taf. 6, Fig. 45)

#### (64) *Callimothallus pertusus* DILCHER 1965

Taf. 15, Fig. 7

1965 *Callimothallus pertusus* n. sp.; DILCHER, S. 13, Taf. 6, Fig. 45

1999 *Callimothallus pertusus* DILCHER; PARSONS & NORRIS, S. 147, Taf. 13, Fig. 1

2000 *Callimothallus pertusus* DILCHER; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 46, 48, Taf. 23, Fig. 10

2004 *Callimothallus pertusus* DILCHER; RAMIREZ, S. 80, Taf. 12, Fig. 7, 8

Beschreibung: Siehe DILCHER (1965) und KALGUTKAR & JANSONIUS (2000), Größe: 60 µm

Stratigraphie: Bisher Paläozän bis Untereozän

Botanische Zugehörigkeit: Ascomyceten, Microthyriales

Fundort: Nordcanada, West Tennessee, USA

### Gattung *Desmidiospora* THAXTER 1891

1891 *Desmidiospora* n. gen., THAXTER 1891

Genotypus: *Desmidiospora myrmecophila* THAXTER 1891

Diagnose und Beschreibung: Siehe THAXTER 1891

#### (65) *Desmidiospora willoughbyi* (BRADLEY 1967) ETHRIDGE GLASS, BROWN & ELSIK 1986

Taf. 15, Fig. 8

1967 *Entophlyctis willoughbyi* n. sp.; BRADLEY, S. 579, Fig. 6

1986 *Desmidiospora willoughbyi* comb. nov.; ETHRIDGE et al., S. 581

2000 *Desmidiospora willoughbyi*; KALGUTKAR & JANSONIUS, S. 63, Taf. 2, Fig. 22

2004 *Desmidiospora willoughbyi*; RAMIREZ, S. 80, Taf. 12, Fig. 5

Beschreibung: Siehe KALGUTKAR & JANSONIUS (2000); Größe: 22 µm

Stratigraphie: Eozän

Botanische Zugehörigkeit: Unbekannt

Fundort: Wyoming, Colorado; Manning Formation, östliches und südliches Zentraltexas

## 4.5 Verzeichnis der nachgewiesenen Sporomorphae mit rezenter botanischer Deutung

| Sporomorphae   | Botanische Deutung                             |
|--|--|
| <b>Teil 1: Sporen</b>  |  |
| (1) <i>Concavisporites pseudopartitus</i>                            | ? Gleicheniaceae                               |
| (2) <i>Leiotriletes maxoides</i> subsp. <i>minoris</i>               | Schizeaceae                                    |
| (3) <i>Leiotriletes</i> sp.  | Schizeaceae                                    |
| (4) <i>Stereisporites cingulatus</i> subsp. <i>cingulatus</i>        | Sphagnaceae, Gattung <i>Sphagnum</i>           |
| (5) <i>Stereisporites involutus</i>                                  | Sphagnaceae, Gattung <i>Sphagnum</i>           |
| (6) <i>Stereisporites</i> sp.  | Sphagnaceae, Gattung <i>Sphagnum</i>           |
| (7) <i>Intrapunctisporis</i> cf. <i>balinkaensis</i>                 | Schizeaceae, Gattung <i>Lygodium</i>           |
| (8) <i>Trilites corruvalatus</i>                                     | Schizeaceae, Gattung <i>Lygodium</i>           |
| (9) <i>Trilites multivallatus</i>                                    | Schizeaceae, Gattung <i>Lygodium</i>           |
| (10) <i>Echinatisporis longiechinus</i>                              | Selaginellaceae, Gattung <i>Selaginella</i>    |
| (11) <i>Echinatisporis echinoides</i> subsp. <i>echinoides</i>       | Selaginellaceae, Gattung <i>Selaginella</i>    |
| (12) <i>Baculatisporites primarius</i>                               | Osmundaceae, Gattung <i>Osmunda</i>            |
| (13) <i>Baculatisporites quintus</i>                                 | Osmundaceae, Gattung <i>Osmunda</i>            |
| (14) <i>Retitriletes oligocaenicus</i>                               | Lycopodiaceae, Gattung <i>Lycopodium</i>       |
| (15) <i>Rudolphisporis rudolphi</i>                                  | Anthocerotaceae                                |
| (16) <i>Mecsekisporites miocaenicus</i>                              | Adiantaceae, Gattung <i>Anogramma</i>          |
| (17) cf. <i>Mecsekisporites</i> sp.                                  | Adiantaceae                                    |
| (18) <i>Cicatricosisporites paradorogensis</i>                       | Schizeaceae                                    |
| (19) <i>Corrugatisporites graphicus</i>                              | Schizeaceae, Gattung <i>Lygodium</i>           |
| (20) <i>Polypodiaceoisporites gracillimus</i>                        | ? Pteridaceae                                  |
| (21) <i>Polypodiaceoisporites torosus</i>                            | Pteridaceae, Gattung <i>Pteris</i>             |
| (22) <i>Muerrigerisporis monstrans</i>                               | Selaginellaceae, Gattung <i>Selaginella</i>    |
| (23) <i>Muerrigerisporis</i> sp.1                                    | Selaginellaceae                                |
| (24) <i>Muerrigerisporis</i> sp.2                                    | Selaginellaceae                                |
| (25) <i>Verrucingulatisporites undulatus</i> subsp. <i>undulatus</i> | Pteridaceae, Gattung <i>Pteris</i>             |
| (26) <i>Bifacialisporites murensis</i>                               | Schizeaceae, Gattung <i>Lygodium</i>           |
| (27) <i>Bifacialisporites medius</i>                                 | Schizeaceae                                    |
| (28) <i>Camarozonosporites semilevis</i>                             | Lycopodiaceae, Gattung <i>Lycopodium</i>       |
| (29) <i>Laevigatosporites haardti</i> subsp. <i>haardti</i>          | Thelypteridaceae, ? Gattung <i>Pronephrium</i> |
| (30) <i>Laevigatosporites pseudodiscordatus</i>                      | ? Thelypteridaceae                             |
| (31) Sp. 1   | unbekannt                                      |
| (32) <i>Polypodiites secundus parasecundus</i>                       | unbekannt                                      |
| (33) <i>Extrapunctosporis seydaenis</i>                              | unbekannt                                      |
| (34) <i>Extrapunctosporis</i> cf. <i>minimus</i>                     | unbekannt                                      |
| (35) <i>Verrucatosporites favus</i> subsp. <i>favus</i>              | Polypodiaceae, Gattung ? <i>Pleopeltis</i>     |
| (36) <i>Verrucatosporites favus pseudosecundus</i>                   | Polypodiaceae                                  |
| (37) <i>Verrucatosporites megafavus</i>                              | Polypodiaceae, Gattung                         |

- (38) *Perinomonoletes* cf. *goersbachensis*
- (39) *Corrusporis granotuberculatus*
- (40) *Corrusporis* cf. *tuberculatus tuberculatus*
- (41) cf. *Corrusporis globoverrucatus*

*Polypodium*  
 Polypodiaceae, Gattung *Asplenium*  
 Bryophyta  
 Bryophyta  
 Bryophyta

**Teil 2: Pollen**

- (42) *Zonalapollenites igniculus*
- (43) *Zonalapollenites maximus*
- (44) *Zonalapollenites verrucatus*
- (45) *Pityosporites microalatus*
  
- (46) *Pityosporites labdacus pseudocristatus*
- (47) *Abiespollenites cedroides*
  
- (48) *Abiespollenites latisaccatus*
- (49) *Piceapollis planoides*
- (50) *Piceapollis tobolicus*
- (51) *Pinuspollenites labdacus*
- (52) *Pinuspollenites* sp.
- (53) *Cedripites miocaenicus*
- (54) *Podocarpidites podocarpoides*
  
- (55) *Inaperturopollenites concedipites*
  
- (56) *Inaperturopollenites* cf. *verrupapillatus*
  
- (57) *Inaperturopollenites* sp.
- (58) *Sequoiapollenites largus*
  
- (59) *Sciadopityspollenites serratus*
  
- (60) *Ephedripites (Distachyapites) tertarius*
- (61) *Ephedripites (Ephedripites) wolkenbergensis*
- (62) *Sigmopollis pseudosetarius*
- (63) *Magnolipollis neogenicus* subsp. *neogenicus*
- (64) *Ovoidites ligneolus* subsp. *ligneolus*
- (65) *Ovoidites cyclus*
- (66) *Ovoidites elongatus* subsp. *elongatus*
- (67) *Quercoidites henrici*
- (68) *Quercoidites asper*
- (69) *Quercoidites microhenrici*
- (70) *Quercoidites* sp.1
- (71) *Quercoidites* sp.2
- (72) *Araliaceoipollenites reticuloides*
- (73) *Ilexpollenites iliacus*
- (74) *Ilexpollenites margaritatus*
- (75) *Tricolpopollenites liblarensis* subsp. *liblarensis*
- (76) *Aceripollenites striatus*

Pinaceae, Gattung *Tsuga*  
 Pinaceae, Gattung *Tsuga*  
 Pinaceae, Gattung *Tsuga*  
 Pinaceae, Gattung *Cathaya* oder *Pinus*  
 Pinaceae, Gattung *Pinus*  
 Pinaceae, Gattung *Abies* oder *Cedrus*  
 Pinaceae, Gattung *Abies*  
 Pinaceae, Gattung *Picea*  
 Pinaceae, Gattung *Picea*  
 Pinaceae, Gattung *Pinus*  
 Pinaceae, Gattung *Pinus*  
 Pinaceae, Gattung *Cedrus*  
 Podocarpaceae, Gattung *Podocarpus*  
 Taxodiaceae, Gattung *Glyptostrobus* oder *Taxodium*  
 Taxodiaceae, Gattung *Glyptostrobus* oder *Taxodium*  
 ? Taxodiaceae  
 Taxodiaceae, Gattung *Sequoiadendron* oder *Cryptomeria*  
 Sciadopityaceae, Gattung *Sciadopitys*  
 Ephedraceae, Gattung *Ephedra*  
 Ephedraceae, Gattung *Ephedra*  
 Cyanobacteria  
 Magnoliaceae, Gattung *Magnolia*  
 Zygnemataceae  
 Zygnemataceae  
 Zygnemataceae  
 Fagaceae, Gattung *Quercus*  
 Fagaceae, Gattung *Quercus*  
 Fagaceae, Gattung *Quercus*  
 Fagaceae, ? Gattung *Quercus*  
 Fagaceae, ? Gattung *Quercus*  
 Araliaceae, Gattung *Hedera*  
 Aquifoliaceae, Gattung *Ilex*  
 Aquifoliaceae, Gattung *Ilex*  
 fraglich  
 Aceraceae, Gattung *Acer*

|   |  |
|---|--|
| (77) <i>Tricolporopollenites cingulum</i> subsp. <i>pusillus</i>      | Fagaceae   |
| (78) <i>Tricolporopollenites edmundi</i>                              | Mastixiaceae   |
| (79) <i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>                        | Vitaceae   |
| (80) <i>Tricolporopollenites megaexactus</i> subsp. <i>brühlensis</i> | Cyrillaceae / Clethraceae                              |
| (81) <i>Tricolporopollenites megaexactus</i> subsp. <i>exactus</i>    | Cyrillaceae / Clethraceae                              |
| (82) <i>Tricolporopollenites microreticulatus</i>                     | Oleaceae, Gattung <i>Fraxinus</i>                      |
| (83) <i>Tricolporopollenites pseudocingulum</i>                       | unbekannt  |
| (84) <i>Tricolporopollenites retiformis</i>                           | Salicaceae, Gattung <i>Salix</i>                       |
| (85) <i>Tricolporopollenites striatoreticulatus</i>                   | unbekannt  |
| (86) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 1                                | unbekannt  |
| (87) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 2                                | unbekannt  |
| (88) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 3                                | unbekannt  |
| (89) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 4                                | unbekannt  |
| (90) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 5                                | unbekannt  |
| (91) <i>Artemisiaepollenites sellularis</i>                           | Asteraceae, Gattung <i>Artemisia</i>                   |
| (92) <i>Faguspollenites verus</i>                                     | Fagaceae, Gattung <i>Fagus</i>                         |
| (93) <i>Faguspollenites gemmatus</i>                                  | Fagaceae, Gattung <i>Fagus</i>                         |
| (94) <i>Faguspollenites minor</i>                                     | Fagaceae, Gattung <i>Fagus</i>                         |
| (95) <i>Faguspollenites subtilis</i>                                  | Fagaceae, Gattung <i>Fagus</i>                         |
| (96) <i>Nyssapollenites kruschi</i> subsp. <i>accessorius</i>         | Nyssaceae, Gattung <i>Nyssa</i>                        |
| (97) <i>Nyssapollenites kruschi</i> subsp. <i>analepticus</i>         | Nyssaceae, Gattung <i>Nyssa</i>                        |
| (98) <i>Compositoipollenites</i> sp.1                                 | unbekannt  |
| (99) <i>Compositoipollenites</i> sp.2                                 | unbekannt  |
| (100) <i>Alangiopollis barghoornianum</i>                             | Alangiaceae, Gattung <i>Alangium</i>                   |
| (101) <i>Symplocoipollenites vestibulum</i> subsp. <i>vestibulum</i>  | Symplocaceae, Gattung <i>Symplocos</i>                 |
| (102) <i>Symplocoipollenites vestibulum</i> subsp. <i>ceciliensis</i> | Symplocaceae, Gattung <i>Symplocos</i>                 |
| (103) <i>Tetracolporopollenites sapotoides</i>                        | Sapotaceae   |
| (104) <i>Tetracolporopollenites biconus</i>                           | Sapotaceae   |
| (105) <i>Tetracolporopollenites manifestus</i>                        | Sapotaceae   |
| (106) <i>Tetracolporopollenites obscurus</i>                          | Sapotaceae   |
| (107) <i>Graminidites subtiliglobus</i>                               | Poaceae  |
| (108) <i>Graminidites</i> cf. <i>pseudogramineus</i>                  | Poaceae  |
| (109) <i>Graminidites</i> sp.   | Poaceae  |
| (110) <i>Cyperaceapollis neogenicus</i>                               | Cyperaceae, Gattung <i>Carex</i>                       |
| (111) <i>Cyperaceapollis piriformis</i>                               | Cyperaceae, Gattung <i>Carex</i>                       |
| (112) <i>Sparganiaceapollenites sparganioides</i>                     | Sparganiaceae  |
| (113) <i>Sparganiaceapollenites magnoides</i>                         | Sparganiaceae, Gattung <i>Sparganium</i>               |
| (114) <i>Iteapollis angustiporus</i>                                  | Saxifragaceae, Gattung <i>Itea</i>                     |
| (115) <i>Carpinuspollenites carpinoïdes</i>                           | Betulaceae, Gattung <i>Carpinus</i> oder <i>Ostrya</i> |
| (116) <i>Lonicerapollis gallwitzi</i>                                 | Caprifoliaceae, Gattung <i>Lonicera</i>                |
| (117) <i>Momipites punctatus</i>                                      | Juglandaceae, Gattung <i>Engelhardia</i>               |
| (118) <i>Platycarya miocaenicus</i>                                   | Juglandaceae, Gattung <i>Platycarya</i>                |
| (119) <i>Intratroporopollenites instructus</i>                        | Tiliaceae, Gattung <i>Tilia</i>                        |
| (120) <i>Intratroporopollenites insculptus</i>                        | Tiliaceae, Unterfamilie Brownlowioideae                |
| (121) <i>Intratroporopollenites minimus</i>                           | Tiliaceae  |
| (122) <i>Trivestibulopollenites betuloides</i>                        | Betulaceae, Gattung <i>Betula</i>                      |
| (123) <i>Triatriopollenites rurensis</i>                              | Myricaceae, Gattung <i>Myrica</i>                      |

|   |  |
|---|--|
| (124) <i>Triatriopollenites bituitus</i>                              | Myricaceae, Gattung <i>Myrica</i>                  |
| (125) <i>Caryapollenites simplex</i>                                  | Juglandaceae, Gattung <i>Carya</i>                 |
| (126) <i>Extratripoporopollenites pseudogranifer</i> subsp. <i>p.</i> | unbekannt  |
| (127) <i>Tripoporopollenites</i> sp. 1                                | unbekannt  |
| (128) <i>Tripoporopollenites</i> sp. 2                                | unbekannt  |
| (129) <i>Tripoporopollenites</i> sp. 3                                | unbekannt  |
| (130) <i>Tripoporopollenites</i> sp. 4                                | unbekannt  |
| (131) <i>Tripoporopollenites</i> sp. 5                                | unbekannt  |
| (132) <i>Alnipollenites verus</i>                                     | Betulaceae, Gattung <i>Alnus</i>                   |
| (133) <i>Polyporopollenites undulosus</i>                             | Ulmaceae, Gattung <i>Ulmus</i> ,<br><i>Zelkova</i> |
| (134) <i>Polyporopollenites verrucatus</i> subsp. <i>major</i>        | Ulmaceae, Gattung <i>Ulmus</i> ,<br><i>Zelkova</i> |
| (135) <i>Polyporopollenites verrucatus</i> subsp. <i>minor</i>        | Ulmaceae, Gattung <i>Ulmus</i> ,<br><i>Zelkova</i> |
| (136) <i>Pterocaryapollenites stellatus</i>                           | Juglandaceae, Gattung <i>Pterocarya</i>            |
| (137) <i>Pterocaryapollenites mecsekensis</i>                         | Juglandaceae, Gattung <i>Pterocarya</i>            |
| (138) <i>Chenopodipollis multiplex</i>                                | Chenopodiaceae                                     |
| (139) <i>Periporopollenites stigmaticus</i>                           | Hamamelidaceae, Gattung<br><i>Liquidambar</i>      |
| (140) <i>Periporopollenites orientalisformis</i>                      | Hamamelidaceae, Gattung<br><i>Liquidambar</i>      |
| (141) <i>Multiporopollenites maculosus</i>                            | Juglandaceae, Gattung <i>Juglans</i>               |
| (142) <i>Plantaginacearumpollis miocaenicus</i>                       | Plantaginaceae, Gattung <i>Plantago</i>            |
| (143) <i>Ericipites baculatus</i>                                     | Ericaceae, ? Gattung <i>Erica</i>                  |
| (144) <i>Ericipites callidus</i>                                      | Ericaceae  |
| (145) <i>Ericipites erecius</i>                                       | Ericaceae, Gattung <i>Andromeda</i>                |

### Sonstige Palynomorphe

#### Süßwasseralgen und Cyanobakterien

|  |   |
|--|---|
| (146) <i>Botryococcus</i> cf. <i>braunii</i> | Botryococcaceae, Gattung<br><i>Botryococcus</i>       |
| (147) <i>Pediastrum</i> cf. <i>boryanum</i>  | Hydrodictyaceae, Gattung<br><i>Pediastrum</i>         |
| (148) <i>Heliospermopsis hungaricus</i>      | ? Leiosphaeridae, Gattung ?<br><i>Heliospermopsis</i> |
| (149) <i>Algae</i> sp.1                      |   |

#### Dinoflagellaten

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| (150) <i>Cleistosphaeridium lacustre</i> | Gattung <i>Cleistosphaeridium</i> |
| (151) <i>Dinophytae</i> sp.1             | unbekannt                         |

#### Pilzsporen, Mycelien und Fruchtkörper

- (1) *Diporisorites* cf. *psilatus*  
(2) *Eoglobella longipes*

#### Fungi Imperfecti

- Amerosporae  
Staurosporae

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| (3) <i>Hypoxylonites ramanujamii</i>                         | Amerosporae                      |
| (4) <i>Hypoxylonites</i> cf. <i>xylaroides</i>               | Amerosporae                      |
| (5) <i>Hypoxylonites</i> sp.1                                | ? Amerosporae                    |
| (6) <i>Inapertisporites ovalis</i>                           | Amerosporae                      |
| (7) <i>Inapertisporites</i> sp.1                             | ? Amerosporae                    |
| (8) <i>Inapertisporites</i> sp.2                             | ? Amerosporae                    |
| (9) <i>Inapertisporites</i> sp.3                             | ? Amerosporae                    |
| (10) <i>Inapertisporites</i> sp.4                            | ? Amerosporae                    |
| (11) <i>Inapertisporites</i> sp.5                            | ? Amerosporae                    |
| (12) <i>Monoporisporites traversii</i>                       | Amerosporae                      |
| (13) <i>Monoporisporites</i> cf. <i>novus</i>                | Amerosporae                      |
| (14) <i>Monoporisporites</i> sp.1                            | ? Amerosporae                    |
| (15) <i>Striadiporites boletelloides</i>                     | Amerosporae                      |
| (16) <i>Striadiporites multistriatus</i>                     | Amerosporae                      |
| (17) <i>Striadiporites reticulatus</i>                       | Amerosporae                      |
| (18) <i>Striadiporites irregularis</i>                       | Amerosporae                      |
| (19) <i>Striadiporites</i> cf. <i>minor</i>                  | Amerosporae                      |
| (20) <i>Striadiporites</i> cf. <i>retistriatus</i>           | Amerosporae                      |
| (21) <i>Uncinulites</i> sp.1                                 | ? Amerosporae                    |
| (22) <i>Dicellaesporites</i> cf. <i>fusiformis</i>           | Didymosporae                     |
| (23) <i>Dicellaesporites</i> cf. <i>granulatus</i>           | Didymosporae                     |
| (24) <i>Dicellaesporites</i> cf. <i>ovatus</i>               | Didymosporae                     |
| (25) <i>Dicellaesporites</i> sp.1                            | ? Didymosporae                   |
| (26) <i>Didymoporisporonites conicus</i>                     | Didymosporae                     |
| (27) <i>Didymoporisporonites discors</i>                     | Didymosporae                     |
| (28) <i>Dyadosporites</i> cf. <i>inornatus</i>               | Didymosporae                     |
| (29) <i>Hildicellites normalis</i>                           | Didymosporae                     |
| (30) <i>Hildicellites</i> cf. <i>siddiquiei</i>              | Didymosporae                     |
| (31) <i>Hildicellites</i> sp.1                               | ? Didymosporae                   |
| (32) <i>Biporopsilonites</i> cf. <i>belluloides</i>          | Amerosporae                      |
| (33) <i>Biporopsilonites</i> cf. <i>krempii</i>              | Amerosporae                      |
| (34) <i>Biporopsilonites</i> cf. <i>mollis</i>               | Amerosporae                      |
| (35) <i>Brachyosporisporites</i> cf. <i>cotalis</i>          | Phragmosporae                    |
| (36) <i>Brachyosporisporites</i> cf. <i>tenuis</i>           | Phragmosporae                    |
| (37) <i>Ctenosporonites</i> cf. <i>sherwoodiae</i>           | Dictyosporae                     |
| (38) <i>Dictyosporites hyalinus</i>                          | Dictyosporae                     |
| (39) <i>Dictyosporites</i> cf. <i>moruloides</i>             | ? Adelomyceten                   |
| (40) <i>Diporicellaesporites</i> cf. <i>jansonii</i>         | Phragmosporae                    |
| (41) <i>Diporicellaesporites</i> cf. <i>laevigataeformis</i> | Phragmosporae                    |
| (42) <i>Diporicellaesporites</i> sp.1                        | ? Phragmosporae                  |
| (43) <i>Involutisporonites foraminus</i>                     | Helicosporae                     |
| (44) <i>Involutisporonites</i> cf. <i>chowdhryi</i>          | Helicosporae                     |
| (45) <i>Multicellites</i> cf. <i>cingulatus</i>              | Phragmosporae                    |
| (46) <i>Multicellites</i> cf. <i>conspicuus</i>              | Phragmosporae                    |
| (47) <i>Multicellites</i> sp.1                               | ? Phragmosporae                  |
| (48) <i>Multicellites</i> sp.2                               | ? Phragmosporae                  |
| (49) <i>Papulosporonites</i> cf. <i>hammenii</i>             | Dictyosporae                     |
| (50) <i>Papulosporonites</i> cf. <i>mogaoensis</i>           | Dictyosporae                     |
| (51) <i>Paragranatisporites</i> cf. <i>vermiculus</i>        | Phragmosporae                    |
| (52) <i>Pluricellaesporites cooksoniae</i>                   | Phragmosporae, <i>Alternaria</i> |
| (53) <i>Pluricellaesporites capsularis</i>                   | Phragmosporae                    |



|   |                 |
|---|-----------------|
| (54) <i>Pluricellaesporites psilatus</i>                | Phragmosporae   |
| (55) <i>Pluricellaesporites tenuis</i>                  | Phragmosporae   |
| (56) <i>Pluricellaesporites</i> cf. <i>fusififormis</i> | Phragmosporae   |
| (57) <i>Quilonia miocenica</i>                          | Phragmosporae   |
| (58) <i>Quilonia</i> sp.1                               | ? Phragmosporae |
| (59) <i>Reduviasporonites</i> cf. <i>catenulatus</i>    | Phragmosporae   |
| (60) <i>Staphlosporonites billelsikii</i>               | Dictyosporae    |
| (61) <i>Staphlosporonites elsikii</i>                   | Dictyosporae    |
| (62) cf. <i>Staphlosporonites pachycellularis</i>       | Dictyosporae    |
| (63) <i>Trihyphites fractus</i>                         | Staurosporae    |

### Fruchtkörper

|                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| (64) <i>Callimothallus pertusus</i>   | Ascomyceten, Microthyriales |
| (65) <i>Desmidiospora willoughbyi</i> | unbekannt                   |

## 5 Ökologische Interpretation der Daten

### 5.1 Autökologische Analyse der Palynomorphen

In diesem Kapitel soll das Vorkommen sowie die Ökologie der rezenten Vergleichsarten / Gattungen / Familien der gefundenen Palynomorphen beschrieben werden. Weiterhin soll eine Beschreibung des Vorkommens der jeweiligen Palynomorphen im Profil gegeben werden. Die graphische Darstellung in den Diagrammen erfolgt vom Liegenden (ab Probe 423) zum Hangenden (Probe 1). Abschließend wird eine mögliche ökologische Interpretation diskutiert. Dies findet bei den Algen, den Pteridophyten und den Fungalresten im Anschluss an den jeweiligen Abschnitt statt, bei den Gymnospermen und den Angiospermen geschieht dies nach der Beschreibung der jeweiligen Taxa. Zu Beginn eines jeden Abschnitts werden die gefundenen Taxa aufgelistet und danach die rezente botanische Deutung gegeben.

#### 5.1.1 Algae

Es wurden folgende Algentaxa in den Präparaten entdeckt und ausgezählt (siehe Systematik):

*Botryococcus cf. braunii* – rezent: *Botryococcus braunii*

*Ovoidites ligneolus* subsp. *ligneolus* – rezent: Zygnemataceae

*Ovoidites cyclus* – rezent: Zygnemataceae

*Ovoidites elongatus* subsp. *elongatus* – rezent: Zygnemataceae

*Pediastrum cf. boryanum* – rezent: *Pediastrum boryanum*

*Sigmopollis pseudosetarius* - rezent: Cyanobacteria

**Algae sp.1** – rezent: unbekannte botanische Zugehörigkeit

**Dinophytæ: *Cleistosphaeridium lacustre***

**Dinophytæ sp.**

Die Präparate wurden hinsichtlich der Algen zusammen mit den anderen Palynomorphen ausgezählt. Ihre Darstellung in den Tiliadiagrammen erfolgt in Absolutzahlen (siehe Kapitel 5.1.7 und 5.2.4).

*Botryococcus*

Diese Gattung kommt seit dem Präkambrium vor. Sie ist eine Grünalge aus der Familie Botryococcaceae in der Ordnung Chlorococcales. Am häufigsten ist rezent die Art *Botryococcus braunii* verbreitet, seltener *B. protuberans*.

*Botryococcus* ist eine planktonische Süßwasseralge und erhält ihre Schwebefähigkeit durch den Einbau von Öltröpfchen in ihre Zellen. Dies verringert ihr spezifisches Gewicht und vermindert so den Abtrieb (ROUND 1975, S.105). Sie neigt in Gewässern, die im schwach sauren Bereich liegen ( $< \text{pH } 6,0$ ), zur Vorherrschaft unter den Algenarten (ROUND 1975, S.95). *Botryococcus* besitzt wenig stratigraphischen Wert, hat aber eine hohe Aussagekraft bezüglich Paläoenvironmentrekonstruktionen. *Botryococcus* ist verbreitet in tropischen Regionen, toleriert aber auch saisonale Kälteeinbrüche. Sie ist ein "Frischwasserlebewesen", das auch in zeitlich beschränkten "Pfützen" (algentypisch) vorkommt, überlebt allerdings auch unter Brackwasserbedingungen mit Salzgehalten von bis zu 20 ‰ (siehe MATTHIESSEN & BRENNER 1994, 1996). *Botryococcus* bevorzugt ruhige Gewässer, die frei von größeren Mengen an Sedimenteintrag und Unterwasserpflanzen aber umgeben von Vegetation sind. Sie braucht Nährstoffeintrag vom Rand des Gewässers. Das heißt, sie bevorzugt oligotrophe bis mesotrophe Gewässer, toleriert aber auch eutrophe Bedingungen (siehe auch STREBLE & KRAUTER 2002). Nach CLAUSING (2001, S. 85) liegt die Bedeutung von *Botryococcus* im Enspel-See in einzelnen Vorkommen, die für die Primärproduktion im Gesamtsee wenig bedeutend war.

*Botryococcus* kommt in manchen Proben sehr häufig vor (siehe auch Systematik) und taucht über das ganze Profil immer wieder auf (siehe Diagramm 2: Vergleich *Botryococcus* mit Dinoflagellaten und die Tiliadiagramme in Kapitel 5). Eine Beschreibung des Vorkommens von *Botryococcus* findet sich im Abschnitt: Analyse der Algen-/Seeentwicklung.

#### *Ovoidites* sp. - Zygnemataceae

Die Familie der Zygnemataceae in der Ordnung Zygnematales beinhaltet unter anderem folgende Gattungen: *Sirogonium*, *Spirogyra*, *Hallasia*, *Pleurodiscus* und *Zygnema*.

Nach KLEEBERG (2004) sind Zygnemataceae fädige Grünalgen von weltweiter Verbreitung. Sie konnten in limnischen und brackischen Systemen, selbst in der Antarktis (HAWES 1989), nachgewiesen werden. Die Zygnemataceae besiedeln verschiedenste Habitate, typischerweise stagnierende Flachwasserseen bzw. Flachwasserbereiche von Weihern, Teichen und Seen über einen großen pH-Bereich hinweg (HOSHAW & MCCOURT 1988). Sie sind aber zumeist Anzeiger für ein saures Milieu. Als Teil der epilithischen bis epipelischen Flora basenarmer Seen (ROUND 1975, S.117) bilden sie einen Film auf dem Sediment oder in der obersten Schicht, kommen auf allen Sedimenttypen vor und wachsen auch auf faulenden Pflanzen (ROUND 1975, S.123). In oligotrophen Gewässern sind häufig schleimige Massen von ihnen zu finden (ROUND 1975, S.124), die die Besiedlung durch epiphytische Algen verhindern (VINEBROOK et al. 2001). Die Zygnemataceae tolerieren je nach Art bestimmte Temperaturbereiche, sie können sowohl kalte Ströme der Antarktis, als auch warme

Thermalquellen besiedeln (KLEEBERG 2004). Ihr Temperaturoptimum liegt aber bei 25°C (GRAHAM et al. 1996a). So können sich offensichtlich einzelne Arten in einem See temperaturbedingt abwechseln (JACOB & KAPFER 1999).

Zygnemataceae kommen in den Proben deutlich untergeordnet vor, sind aber über das ganze Bohrprofil hinweg in vielen Proben vorhanden (siehe Systematik).

#### *Pediastrum cf. boryanum*

Die Gattung *Pediastrum* gehört zur Familie Hydrodictyaceae in der Ordnung Chlorococcales, den kokkalen Grünalgen. Diese Grünalge bildet runde, flache Kolonien, die zu einer lückenlosen Scheibe vereinigt sind. Die Kolonie besteht nur aus einer Zellschicht, welche meist aus 16 oder 32 (selten 64 oder 128) Einzelzellen besteht. Die Randzellen tragen meist 2 vorstehende Hörner, die inneren Zellen sind vieleckig und haben keine Hörner. Die Färbung der Zellen ist grünlich, und sie können bis zu 40 µm groß werden. Man findet diese Grünalge oft im Plankton und auf Steinen und Pflanzen in Teichen und Seen, aber auch im Brackwasser z.B. der Ostsee (MATTHIESEN & BRENNER 1994, 1996). Auch ruhige Zonen der Fließgewässer besiedelt diese Art. Sie steht für natürliche, schwach eutrophe Lebensbedingungen im See (siehe auch STREBLE & KRAUTER 2002).

*Pediastrum* findet sich nur in ganz wenigen Proben (siehe Systematik).

#### Cyanobacteria – *Sigmopollis pseudosetarius*

Cyanobacteria sind wohl die ältesten auch heute noch lebenden photoautotrophen Lebewesen. Sie sind überaus weit verbreitet und besiedeln auch Räume, die anderen Pflanzen keine Lebensmöglichkeiten mehr bieten, z. B. Thermalquellen, Gletschereis, Fels- und Hauswände. Die meisten Cyanobacteria leben im Süßwasser und manche Arten können dabei dichte Wasserblüten bilden, die jeden Tropfen Wasser gelb oder gelbgrün erscheinen lassen (STREBLE & KRAUTER 2002). Cyanobacteria sind wichtige Produzenten organischer Stoffe und können als Massenreicherungen in den Laminiten des Enspel-Sees gefunden werden (CLAUSING 2001). CLAUSING (2001) spricht weiter von schichtungsp parallelen Lagen gelborange gefärbter organischer Substanz, die für Alginit B typisch ist und auf Cyanobakterien zurückgeführt wird. Diese Anreicherungen von Alginit B treten in sehr verschiedenen Faziestypen auf und lassen sich damit keinem einheitlichen Laminationstyp zuordnen. CLAUSING (2001) führt diese Massenentwicklungen von Cyanobakterien auf eventartige – externe – Einflüsse, also auf erhöhten Nährstoffeintrag in den See, zurück.

Cyanobacteria konnten nur als Einzelfund in Probe 89 nachgewiesen werden. Sie sind somit sehr selten im See vertreten gewesen oder aber sie gingen bei der Präparation der Proben verloren bzw. wurden aufgelöst.

## Dinoflagellaten

Süßwasser-Dinoflagellaten sind quantitativ und qualitativ weniger häufig als marine Dinoflagellaten. Nur 220 rezente Arten, die kosmopolitisch vom Äquator bis zur Arktis vorkommen, sind aus dem Süßwasser bekannt (BOURRELLY 1970).

### *Cleistosphaeridium lacustre*

Da beinahe alle bisher bekannten Arten der Gattung *Cleistosphaeridium* marinen Ursprungs sind, können Aussagen über die Lebensweise von *Cleistosphaeridium lacustre* nicht durch Vergleich mit den marinen Formen gewonnen werden. Deshalb kann hier nur über petrographische Studien, geochemische Analysen und geophysikalische Modellierungen der Sedimentationsbedingungen im Enspel-See eine ökologische Rekonstruktion für *Cleistosphaeridium lacustre* versucht werden (KÖHLER & CLAUSING 2000). Das Auftauchen der Dinoflagellaten und ihren Blüten im Allgemeinen ist durch die Wassertemperatur, den O<sub>2</sub>-Gehalt, den pH-Wert und die Menge an gelöstem Ca und Mg kontrolliert (POLLINGHER 1987). Nach KÖHLER & CLAUSING (2000) scheint dabei die Wassertemperatur eine untergeordnete Rolle zu spielen, da die meisten Taxa nicht stenothermal sind. Ein gut durchlüfteter Wasserkörper ist dagegen notwendig, da ein zu niedriger Gehalt an O<sub>2</sub> zu Immobilität führen würde. Weiter führen sie aus, dass Dinoflagellaten tolerant auf Schwankungen des pH-Wertes reagieren (zwischen pH 3,5 und 9) und dass man Dinoflagellaten hauptsächlich in Ca- und Mg-reichen Milieus findet. Eine hohe Ca-Konzentration führt zu Fällung von Kalziumphosphat, welches von den Dinoflagellaten gespeichert werden kann. Kalziumphosphat ist allerdings ungünstig für die meisten anderen Algenarten, was im Vergleich der Häufigkeiten von *Botryococcus* und den Dinoflagellaten zum Ausdruck kommt (siehe Diagramm 2: Vergleich *Botryococcus* mit Dinoflagellaten). Eine Beschreibung der Dinoflagellatenüberlieferung findet sich im Kapitel Analyse der Algen-/ und Seeentwicklung.

Für die Dinoflagellaten des Enspel-Sees lässt dies folgende Schlüsse zu: Sie lebten wahrscheinlich im gut mit O<sub>2</sub> versorgten Epilimnion. Ihr Massenaufreten ist mit den Sideritlaminiten (siehe Kapitel Geologie) verbunden, was auf eine Anpassung an ein Ca-reiches Milieu schließen lässt (KÖHLER & CLAUSING 2000). Ihr Vorkommen deutet auf spezielle Lebensbedingungen hin, die mit erhöhtem Eintrag von Nährstoffen durch das Auftreten von Rutschungen an den Seewänden und/oder Airfall durch Eruptionen im Umland sowie mit erhöhten Niederschlägen (und somit erhöhter Erosion) verbunden sein könnte.

Dinophytae sp.

Für die zweite erkannte Dinoflagellatenspezies im Enspel-See muss man dieselben ökologischen Ansprüche annehmen wie für *Cleistosphaeridium lacustre*, da beide Arten zumeist in denselben Proben gefunden wurden. Sie kommt aber deutlich seltener vor als *Cleistosphaeridium lacustre*.

Beide Dinoflagellatenspezies wurden zusammen ausgewertet, sie kommen über das ganze Bohrprofil verteilt vor, allerdings nicht in allen Proben (siehe Systematik, Kapitel 4.3).

### Analyse der Algen- / Seentwicklung

Durch Gegenüberstellung der zwei Hauptvertreter der Algenflora (*Botryococcus* und Dinoflagellaten) im Palynomorphenbericht lässt sich eine Rekonstruktion der Seegeschichte vornehmen (Diagramm 2). Dabei steht *Botryococcus* für einen oligotrophen bis mesotrophen Wasserkörper mit leicht saurem Milieu. Die Dinoflagellaten belegen dagegen Zeiten erhöhten Nährstoffeintrags von außen (Regenfälle, Airfall) und/oder Rutschungen an den Hängen des Sees mit mehr alkalischen Wasserwerten.

Vergleich *Botryococcus* mit Dinoflagellaten Probe 423 bis 1

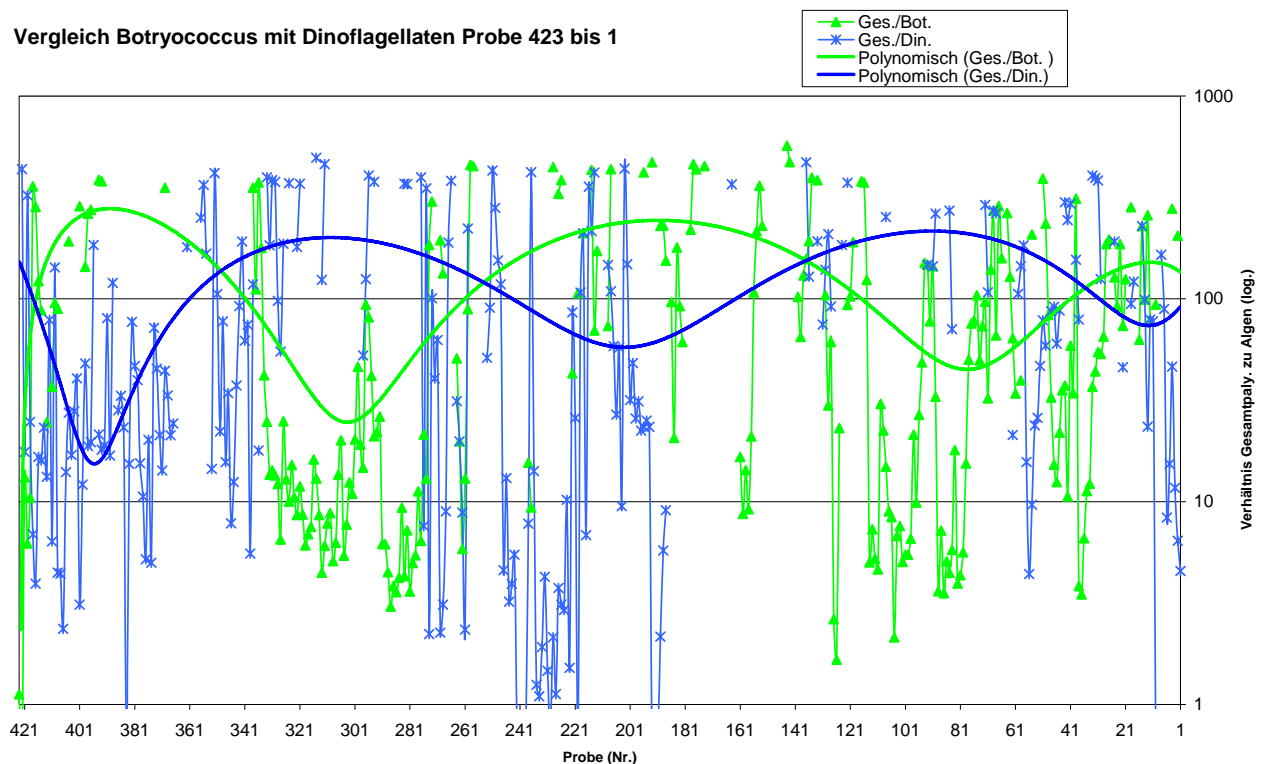


Diagramm 2: Vergleich *Botryococcus* mit Dinoflagellaten

Aufgezeigt in Diagramm 2 sind die Quotienten aus Gesamtzahl aller Palynomorphen (Summe Pollen, Sporen) der jeweiligen Probe, geteilt durch die Absolutzahlen der jeweiligen Algenarten dieser Probe (vgl. *sporomorph/dinocysts index* in PROSS & SCHMIEDL 2002). Das heißt, je kleiner der Quotient, umso höher ist die Anzahl der in einer Probe enthaltenen Algen im Vergleich zur Gesamtzahl. Der Quotient wurde eingeführt, um die Proben miteinander vergleichbar zu machen, da nicht in jeder Probe die genau gleiche Anzahl an Palynomorphen enthalten war bzw. ausgezählt wurde. Dieses Verhältnis wurde dann in logarithmischer Skalierung aufgetragen. Mit eingezeichnet ist die polynomische Trendlinie der jeweiligen Werte.

Wie aus dem Diagramm ersichtlich wird, beginnt die Algensedimentation mit einem Maximum von *Botryococcus*, welches ab Probe 419 von einem bis Probe 336 anhaltenden Maximum der Dinoflagellaten abgelöst wird. Es folgt wieder ein Peak von *Botryococcus*, der bis Probe 276 anhält. Nun kommt es wieder zur Vorherrschaft der Dinoflagellaten, die bis circa Probe 188 anhält. Bis Probe 129 tritt wieder *Botryococcus* auf, allerdings eher sporadisch. Mit Probe 128 verstärkt sich das Aufkommen von *Botryococcus*, was bis Probe 63 anhält. Jetzt kommt es zu einer kurzen Episode mit der Vorherrschaft der Dinoflagellaten, die mit Probe 52 schon wieder endet. Es folgt wieder *Botryococcus*, allerdings auch nur bis Probe 29. Für die restlichen Proben zeigen sich dann die Dinoflagellaten wieder verstärkt.

Es ist zu erkennen, dass *Botryococcus* und *Cleistosphaeridium lacustre* "Antagonisten" sind. Zeiten ruhiger Hintergrundsedimentation werden immer wieder von Zeiten erhöhten Nährstoffeintrags in den See abgelöst. Dabei sind die Dinoflagellatenblüten allerdings nicht ausschließlich an Rutschungen und/oder Airfall gebunden sondern auch an erhöhte Niederschläge in der Seeumgebung (CLAUSING 2001). Auffällig ist auch, dass das Hauptvorkommen von Dinoflagellaten in die Übergangszone B fällt (siehe Tiliadiagramme im Kapitel 5).

Die eher untergeordnet auftretenden Zygnemataceae kommen zumeist in Verbindung mit *Botryococcus* vor (siehe vollständige Tiliadiagramme im Anhang). Sie belegen eine Verflachung von Teilen des Sees sowie oligotrophe Verhältnisse in Verbindung mit im sauren Bereich liegenden pH-Werten.

Die übrigen gefundenen Algentaxa spielen wegen ihrer sehr geringen Überlieferung bei der Interpretation keine Rolle.

Interessant wäre es außerdem, das Auftreten von Diatomeen bzw. der Cyanobakterien in diesem Zusammenhang zu untersuchen. Da diese jedoch bei der palynologischen Präparation nicht erhalten blieben, ist es hier nicht möglich, diese mit dem Auftreten der untersuchten Algentaxa zu vergleichen.

### 5.1.2 Bryophyta

Es wurden folgende Bryophytentaxa in den Proben gefunden:

*Stereisporites cingulatus* subsp. *cingulatus* – rezent: *Sphagnum* sp.

*Stereisporites involutus* – rezent: *Sphagnum* sp.

*Stereisporites* sp. – rezent: *Sphagnum* sp.

*Rudolphisporis rudolphi* - rezent: Anthocerotaceae

*Corrusporis granotuberculatus* - rezent: unbekannte Bryophytenart

*Corrusporis* cf. *tuberculatus tuberculatus* - rezent: unbekannte Bryophytenart

cf. *Corrusporis globoverrucatus* - rezent: unbekannte Bryophytenart

Es konnten zwei näher bestimmbare Moossporenformen nachgewiesen werden, eine Art aus der Familie der Anthocerotaceae sowie drei Arten der Gattung *Sphagnum* aus der Familie der Sphagnaceae (Torfmoose).

Die Familie der Anthocerotaceae gehört zur Klasse der Anthocerotopsida, den Hornmoosen. Hornmoose sind nur wenige cm große, unscheinbare Pflanzen. Sie gehören zu den einfachsten Landpflanzen und haben noch keine Gefäße. Es handelt sich um kalkmeidende Arten, die häufig auf feuchten, lehmigen und sauren Böden vorkommen. Sie sind frostempfindlich und überdauern den Winter mit Sporen.

Die sehr artenreiche Gattung (>200 Spezies) *Sphagnum* lebt an sumpfigen, meist kalkarmen Orten mit oft niedrigem pH-Wert. Sie bilden große Polster und Decken, die an ihrer Oberfläche von Jahr zu Jahr weiterwachsen, während die unteren Schichten absterben und schließlich in Torf übergehen.

Die dritten Moossporenvertreter in den Proben konnten leider keinem rezenten Taxon zugeordnet werden (KRUTZSCH 1967 ordnet sie aber als alete Sporen bei den Moosen ein).

Bryophyta kommen über das ganze Bohrprofil nur selten vor. Insgesamt fanden sich in nur 16 Proben Moossporen. Ihr Anteil an den Gesamtpalynomorphen beträgt maximal 0,45 %, liegt aber zumeist bei 0,32 %.

#### Analyse der Moosentwicklung

Die Seltenheit der Moose im Palynomorphenbericht zeigt einerseits, dass deren Sporen ein eher geringes Überlieferungspotential haben bzw. sie sind nicht in den See eingetragen worden. Andererseits sind Moose fast ubiquitär und können somit in fast allen Habitaten der näheren und weiteren Seeumgebung gewachsen sein.



### 5.1.3 Pteridophyta

Folgende Pteridophytenantaxa wurden in den Proben entdeckt:

*Echinatisporis longiechinus* – rezent: Selaginellaceae, Gattung *Selaginella*

*Echinatisporis echinoides* subsp. *echinoides* – rezent: Selaginellaceae, Gattung *Selaginella*

*Muerrigerisporis monstrans* – rezent: Selaginellaceae, Gattung *Selaginella*

*Muerrigerisporis* sp.1 – rezent: ? Selaginellaceae

*Muerrigerisporis* sp.2 – rezent: ? Selaginellaceae

*Mecsekisporites miocaenicus* – rezent: Adiantaceae, *Anogramma leptophylla*

cf. *Mecsekisporites* sp. – rezent: ? Adiantaceae

*Baculatisporites primarius* – rezent: Osmundaceae, Gattung *Osmunda*

*Baculatisporites quintus* – rezent: Osmundaceae, Gattung *Osmunda*

*Leiotriletes maxoides* subsp. *minoris* – rezent: Schizaeaceae

*Leiotriletes* sp. – rezent: Schizaeaceae

*Intrapunctisporis* cf. *balinkaensis* – rezent: Schizaeaceae, Gattung *Lygodium*

*Trilites corruvalatus* – rezent: Schizaeaceae, Gattung *Lygodium*

*Trilites multivallatus* – rezent: Schizaeaceae, Gattung *Lygodium*

*Corrugatisporites graphicus* – rezent: Schizaeaceae, Gattung *Lygodium*

*Bifacialisporites murensis* – rezent: Schizaeaceae, Gattung *Lygodium*

*Bifacialisporites medius* – rezent: ? Schizaeaceae

*Laevigatosporites haardti* subsp. *haardti* – rezent: Thelypteridaceae, ? Gattung *Pronephrium*

*Laevigatosporites pseudodiscordatus* – rezent: ? Thelypteridaceae

*Polypodiaceoisporites gracillimus* – rezent: ? Pteridaceae

*Polypodiaceoisporites torosus* – rezent: Pteridaceae, Gattung *Pteris*

*Verrucingulatisporites undulatus* subsp. *undulatus* – rezent: Pteridaceae, Gattung *Pteris*

*Verrucatosporites favus* subsp. *favus* – rezent: Polypodiaceae, Gattung ? *Pleopeltis*

*Verrucatosporites favus pseudosecundus* – rezent: Polypodiaceae

*Verrucatosporites megafavus* – rezent: Polypodiaceae, Gattung *Polypodium*

Die übrigen gefundenen Pteridophytenantaxa spielen im Palynomorphenbericht eine untergeordnete Rolle, sie sind zumeist Einzelfunde (siehe Systematik).

### Bärlappgewächse

Selaginellaceae

Es konnten 5 Palynomorphentaxa (Mikrosporen) der rezenten Familie der Selaginellaceae, die zu den Bärlappgewächsen gehört, zugeordnet werden.

Die einzige Gattung dieser zu den Farnverwandten zählenden Familie (Moosfarne) ist die Gattung *Selaginella* P. BEAUV. (KRAMER et al. 1995). Sie enthält über 400, meist ausdauernde, selten therophytische Arten. Sie ist kosmopolitisch, am artenreichsten als Bodenbewohner in feuchttropischen Gebieten. Man findet sie aber auch in (Halb-) Wüsten.

*Selaginella* kommt in insgesamt 17 Proben vor, dabei fast ausschließlich im unteren bis mittleren Teil des Bohrkernes von P 387 bis P 176. Danach tritt sie nur noch einmal in Probe 49 auf. Ihr Anteil an der Pollensumme beträgt im Durchschnitt 0,35 % (max. 1,34 %, min. 0,26 %). Ihr Vorkommen ist eng an den Auwald gebunden (siehe Beschreibung Angiospermen). Mit Aufkommen des Sumpfwaldes verschwindet diese Gattung aus dem Palynomorphenbericht, was evtl. aber auch taphonomisch bedingt sein könnte.

## Echte Farne

### Adiantaceae

Zwei Taxa konnten der rezenten Familie der Adiantaceae zugeordnet werden.

Die Gattung *Anogramma* LINK enthält 4-5 tropische bis temperierte Arten, wobei die nachgewiesene Art *Anogramma leptophylla* (L.) LINK ein subtropisches bis mediterranes Florenelement darstellt. *Anogramma leptophylla* (L.) LINK ist eine kurzlebige, z. B. einjährige, krautige Pflanze. Sie ist frostempfindlich und bevorzugt wintermilde, schattige, kalkarme Felsen, lebt aber auch in überwölbten Felsnischen, in Höhlen und an Mauern. Im Mittelmeerraum siedelt sie zudem unter Hecken und in Hohlwegen. Sie überdauert die Sommertrockenheit als "Knöllchen". In der nächsten Regenperiode erscheinen dann wieder zarte Blätter, die nach der Sporenreife rasch vertrocknen. In zu trockenen Jahren kommt es aber auch vor, dass sich keine Sporophyten entwickeln.

Die Adiantaceae sind im Palynomorphenbericht eher untergeordnet vertreten und zeigen ihr Maximum im untersten Teil der Proben (P 421 bis P 410 mit bis zu 0,57 %). Danach treten sie nur noch vereinzelt in den Proben auf.

### Osmundaceae

Die Gattung *Osmunda* L. enthält ca. 10-12 Arten, sie ist subkosmopolitisch, fehlt aber an trockenen und/oder kühlen Standorten. Die Gattung ist rezent stark in Ost-Südostasien konzentriert (KRAMER et al. 1995). Es sind bodenbewohnende Farne, die sich z. T. soweit über den Boden erheben, dass sie baumfarnartig wirken (KRAMER et al. 1995).

Osmundaceae kommen über das gesamte Bohrprofil untergeordnet vor (max. 1,3 %, min. 0,25 %). Allerdings gibt es immer wieder Lücken in der Überlieferung, die aber nie

größer als 50 Proben sind. Auffällig ist noch, dass die Lücken nach oben hin größer werden und *Osmunda* allgemein seltener auftritt.

#### Schizaeaceae

Die rezente Vergleichsgattung *Lygodium* SWARTZ ist mit fünf Taxa im Palynomorphenbericht vertreten. Sie enthält ca. 40 Arten, die meist tropisch und südlich-gemäßigt auftreten. Nördlich-gemäßigt kommt sie nur in Ostasien und dem östlichen Nordamerika vor. *Lygodium*-Arten sind epiphytische Kletterfarne. Die ihrem kriechendem Rhizom entspringenden Blätter wachsen an der Spitze kontinuierlich weiter und ranken als Blattlianen an anderen Pflanzen empor.

In den Proben sind sie über das ganze Profil vertreten und zeigen nur wenige Lücken in der Überlieferung (max. 1,5 %, min. 0,21 %). Am häufigsten findet man sie aber im unteren bis mittleren Teil des Bohrkerns. Zum Hangenden hin werden sie insgesamt seltener.

#### Thelypteridaceae

Die Familie der Thelypteridaceae beinhaltet tropische, paläotropische bis temperierte Gattungen, die als terrestrische Sumpffarne schattige und feuchte Orte bevorzugen.

Vertreter dieser Familie sind über den gesamten Bohrkern belegt, zeigen aber wie die Schizaeaceae und die Osmundaceae eine Häufigkeitsabnahme zum Hangenden hin (max. 2,1 %, min. 0,22 %). Auch zeigt sich eine markante Lücke in der Überlieferung zwischen Probe 169 und Probe 126, dem Bereich des stärksten Auftretens der Sumpfwaldfazies (siehe Beschreibung Gymnospermen und Angiospermen).

#### Pteridaceae

Die Gattung *Pteris* L. beinhaltet etwa 200 Arten (TRYON & LUGARDON 1991), die als typische Erd- oder Felsbewohner in Wäldern und an offenen Plätzen (Lichtungen, Waldrand) oder trockenen felsigen Bereichen pantropisch bis in warmgemäßigte Gegenden vorkommen.

Die Gattung zeigt im Palynomorphenbericht eine klar abnehmende Tendenz zum Hangenden hin. Ihr Maximum liegt in den Proben 408 bis 399 mit bis zu 3,6 %. Ab Probe 398 geht sie auf durchschnittlich 0,7 % zurück und hält diesen Anteil bis ca. Probe 299. Ab jetzt tritt sie durchschnittlich nur noch mit 0,3 % auf. Bis zu dieser Probe kann man auch eine gewisse Zyklizität ablesen. Auffällig ist auch hier die Überlieferungslücke zwischen Probe 189 und Probe 125. Ab Probe 124 hält sie wieder ihren Anteil von 0,3 %.

## Polypodiaceae

Die Polypodiaceae sind mit 2 Vertretern auf Gattungsebene bestimmt, nämlich den Gattungen *Polypodium* L. und *Pleopeltis* HUMB. et BONPL. ex WILLD., wobei *Polypodium* die häufigere der beiden ist. Polypodiaceae sind zumeist epiphytische oder epilithische, seltener terrestrische Farne. *Pleopeltis* kommt mit etwa 10 Arten vor, die bis auf eine auf das wärmere Amerika beschränkt sind (KRAMER et al. 1995). *Polypodium* ist mit ca. 200 Arten besonders in der Neuen Welt vertreten, nur wenige Arten leben in Asien und Europa sowie kaum in Afrika. Sie ist eine erd-, fels- oder baumbewohnende Gattung. Diese leben alle bis auf eine in den Tropen (siehe Systematik).

Die Polypodiaceen sind die häufigsten Vertreter der Pteridophyta im Palynomorphenbericht. Sie sind in den meisten Proben vertreten. Auch sie zeigen die Tendenz zur Häufigkeitsabnahme zum Hangenden hin. Ihre stärkste Überlieferung liegt in den Proben 421 bis 311, wobei sie hier starke zyklische Schwankungen aufweisen (siehe Diagramm 3). Sie schwanken zwischen einem Anteil von 4,7 % und 0 %, ab Probe 310 bis Probe 141 aber nur noch zwischen 1,5 % und 0 %. Mit Probe 140 geht die Zyklizität zurück und sie sind mit etwa 0,4 % vertreten. Erst ab Probe 20 zeigt sich wieder ein kleineres Maximum mit 2,3 % und die Zyklizität kehrt abgeschwächt zurück. Die Polypodiaceae zeigen keine größere Überlieferungslücke wie die vorherigen Familien.

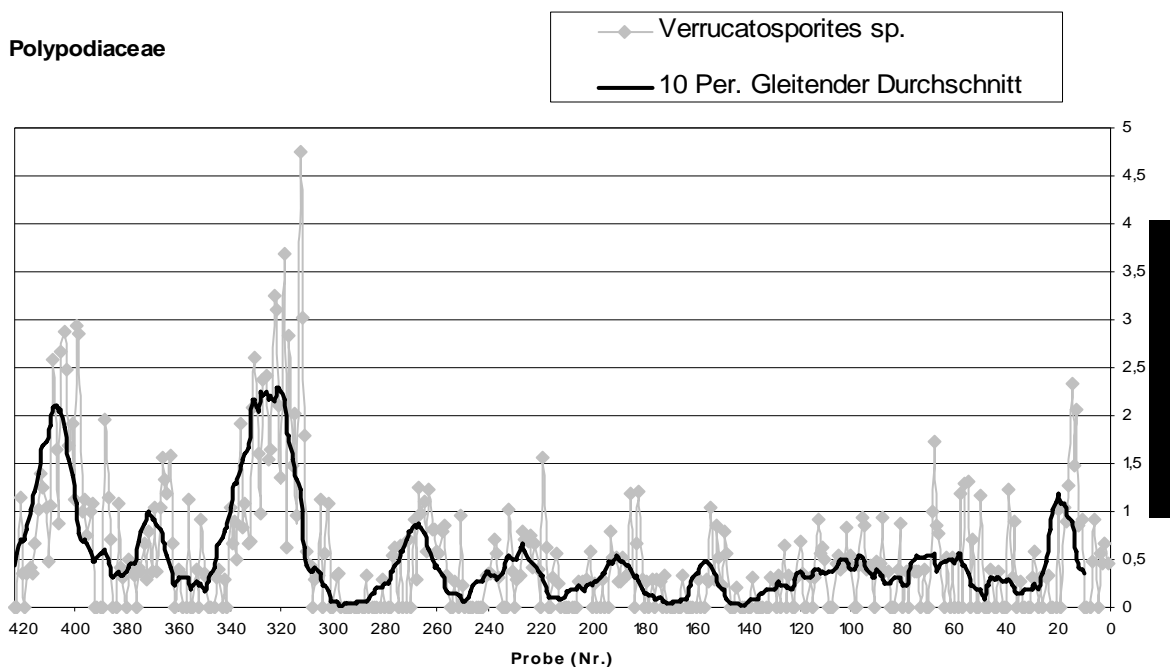


Diagramm 3: Überlieferung der Polypodiaceae

## Analyse der Pteridophytenüberlieferung

Die rezenten Vergleichsfamilien/Gattungen der bestimmten Palynomorphentaxa besiedeln zumeist subtropische bis tropische Habitate, sodass sich daraus auf ein

subtropisches Klima während der Lebensdauer des Sees schließen ließe. Die sichtbare Abnahme der Pteridophytenanteile über das ganze Profil hinweg könnte man allerdings als Übergang des Klimas zu etwas trockeneren und/oder kühleren Bedingungen deuten oder aber es liegen taphonomische Ursachen für ihren Rückgang vor.

Dabei wuchsen die Selaginellaceae auf dem Boden eines feuchttropischen Waldes im weiteren Umfeld des Sees, die Osmundaceae sind als Bodenbewohner eines feuchten Moores, welches in Seenähe existierte, anzusehen, während die Schizaeaceae als Baumbewohner sowohl in unmittelbarer Nähe des Sees als auch weiter entfernt siedelten. Die Adiantaceae mit ihrem Maximum am Beginn der Seeentwicklung sind als Nischenbewohner/Pionierpflanzen anzusprechen, die an den trockenen, felsigen Hängen des Kraterrandes siedelten und mit dessen fortschreitender Besiedlung durch andere Pflanzen zurückgedrängt wurden. Die Thelypteridaceae sind als terrestrische Sumpffarne fast durchgehend an sumpfigen Stellen in Seenähe zu finden. Die stetige, deutliche Abnahme der Pteridaceae ist auf ihre erdfelsbewohnende Lebensweise zurückzuführen, die Landschaft wechselte von mehr offeneren Bereichen hin zu einem immer geschlosseneren Habitat. Die Polypodiaceae schließlich lebten als Epiphyten und Epilithen in unmittelbarer Nähe des Sees auf Bäumen und Felsen des Seeufers und des Kraterrandes. Ihre Häufigkeitsabnahme ab Probe 311 könnte auf eine Zurückdrängung ihres bevorzugten Habitats hindeuten, eventuell fand ein Florenwechsel am Kraterrand statt. Ihr zyklisches Auftreten könnte mit diesem Florenwechsel zu tun haben. Die festgestellte Überlieferungslücke bei den Familien, die weiter entfernte Bereiche besiedeln, könnte zum einem an einem Sedimentationswechsel (mehr sandige Laminite) und damit einer schlechteren Erhaltung der Palynomorpha liegen oder die Sporen gelangten durch dichtere Bewaldung oder ähnliches nicht mehr zum See.

#### 5.1.4 Gymnospermen

Die folgenden Gymnospermentaxa wurden zur Rekonstruktion herangezogen:

*Pinuspollenites labdacus* – rezent: Pinaceae, Gattung *Pinus*

*Pinuspollenites* sp. – rezent: Pinaceae, Gattung *Pinus*

*Pityosporites microalatus* – rezent: Pinaceae, Gattung *Cathaya* oder *Pinus*

*Abiespollenites cedroides* – rezent: Pinaceae, Gattung *Abies* oder *Cedrus*

*Piceapollis tobolicus* – rezent: Pinaceae, Gattung *Picea*, *Picea abies* und *Picea jezoensis*

*Zonalapollenites igniculus* – rezent: Pinaceae, Gattung *Tsuga*

*Zonalapollenites maximus* – rezent: Pinaceae, Gattung *Tsuga*, *Tsuga canadensis*

*Zonalapollenites verrucatus* – rezent: Pinaceae, Gattung *Tsuga*

*Podocarpidites podocarpoides* – rezent: Podocarpaceae, Gattung *Podocarpus*

*Inaperturopollenites concedipites* – rezent: Taxodiaceae, Gattung *Glyptostrobus* oder *Taxodium*

*Inaperturopollenites* sp. – rezent: ? Taxodiaceae

*Sequoiapollenites largus* – rezent: Taxodiaceae, Gattung *Sequoiadendron*, *Metasequoia* oder *Cryptomeria*

*Sciadopityspollenites serratus* – rezent: Sciadopityaceae, Gattung *Sciadopitys*

Pinaceae – Gattung *Pinus*

Die Gattung *Pinus* L. beinhaltet knapp 100 zumeist auf der Nordhalbkugel heimische, immergrüne Baum-, seltener Straucharten (SCHÜTT et al. 2002). Sie überschreitet nur an einigen Stellen den Äquator (*Pinus merkusii*). Kiefern wachsen von den Stränden der nördlichen Weltmeere bis hinauf in höchste Gebirgslagen. In Mexiko wird sogar die 4000 m-Höhenmarke überschritten (KINDEL 1995). KINDEL (1995) schreibt weiter: „Die reiche Entfaltung dieser Gattung spiegelt sich ganz besonders in der Vielfalt der einzelnen Merkmale wider. Dies beginnt bei der Anpassung an unterschiedlichste Standorte und setzt sich bei vegetativen und generativen Merkmalen wie Nadeln, Zapfen, Samen etc. fort, ohne aber den taxonomischen Rahmen der Gattung zu sprengen. Darüber hinaus kann eine Bindung an gewisse Periodizitäten klimatischer Witterungsabläufe nicht übersehen werden. Kühl-feuchte bis kalte winterliche Perioden wechseln am natürlichen Standort mit solchen von Wärme und Hitze, ja mit regelrechten Trockenperioden. Der Bedarf an Feuchtigkeit muss nicht ausschließlich über direkte Niederschläge gedeckt werden; auch Grundwasser und hohe Luftfeuchtigkeit sind ein kompensatives Angebot. So versorgen sich in zwar regenlosen, dafür aber nebelreichen Hochgebirgslagen einige langnadelige Arten durch das Auskämmen von Wolken und Nebel mit der nötigen Feuchtigkeit (Kondensationseffekt). Vereinfacht gesehen, sind die Kiefern mit zwei „Standbeinen“ ausgerüstet – zum einen die Fähigkeit, mit einem reichen Angebot an Feuchtigkeit zu leben, zum anderen die Fähigkeit, über mehr oder weniger intensive Trockenperioden hinwegzukommen. Natürlich variieren diese Grundprinzipien innerhalb eines so großen Verbreitungsgebietes, aber genau diese Eigenschaften sind es, die diese Gattung so wertvoll macht. Alles ist so ausgelegt, dass jedes Standbein bei ausgeprägter Anspruchslosigkeit und hoher Toleranz sehr unterschiedlich belastet werden kann, insbesondere auf der trockenen Seite“.

Drei unterschiedliche Taxa von *Pinus* konnten in den Proben erkannt werden, die allerdings nicht bis auf Artebene rezenten Vergleichsarten zugeordnet werden konnten. Ihr prozentualer Anteil am Pollenspektrum schwankt mehr oder weniger zyklisch (siehe Kapitel Zeitreihenanalyse) zwischen maximal 43 % und minimal 1,1 %. Ihr durchschnittlicher Anteil beträgt dabei 10,8 %. Nach MAI (1995, S. 154) ist *Pinus* im Pollenregen mit 4:1 überrepräsentiert gegenüber der Populationsabundanz, d.h. *Pinus* sp. schwankt in ihren tatsächlichen Anteilen am Waldbild in Enspel zwischen ca. 10 % und 0,3 %.

Aus dem Palynomorphenbericht geht auch hervor, dass *Pinus* bis ca. Probe 300 ein Gegenläufer zu den Cyrillaceen/Clethraceen und den Myricaceen ist (siehe Abschnitt über die Angiospermen). Somit kann man vermuten, dass *Pinus* zumindest teilweise zu Beginn der Sedimentationsgeschichte in den Randbereichen eines Moores wuchs. Wenn der Wasserstand hoch war, mussten die Kiefern zurückweichen, im umgekehrten Falle (bei Trockenheit) konnten sie sich ausdehnen. Auch verhalten sie sich ähnlich wie die Ulmaceae (siehe Angiospermen), was auf eine Beteiligung am Mesophytischen Wald hindeuten könnte.

#### Pinaceae – Gattung *Cathaya*

Die Gattung *Cathaya* CHUN et KUANG beinhaltet nur eine einzige, immergrüne Baumart (*Cathaya argyrophylla* CHUN et KUANG) von ca. 20 m Höhe. Diese gilt als Tertiärrelikt der chinesischen Flora mit einem sehr eingegengten, meridionalen Areal (MAI 1995). *Cathaya* kommt in Mittelgebirgslagen Chinas (Kwangsi, Setchuan) vor in Höhen zwischen 1400 und 1800 m ü. NN. MAI (1995, S. 311/312) nennt für die wärme- und feuchtigkeitsliebende miozäne Vegetation Europas, zu der auch *Cathaya* sp. zählt, als Reliktzentrum im Pliozän das Südfranzösische-Italienische Refugium mit Gebieten im Französischen Zentralmassiv und in der Lombardei sowie der Toskana. Diese Gebiete sind als Mittelgebirge anzusprechen.

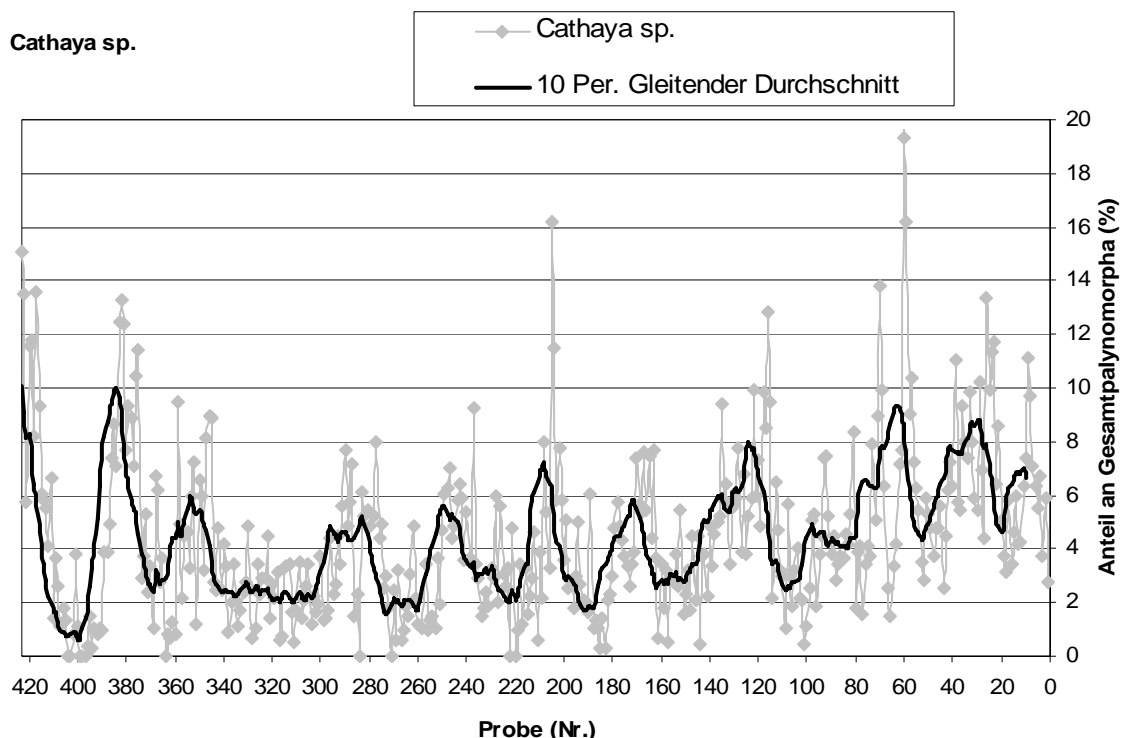


Diagramm 4: Pollenüberlieferung *Cathaya* sp.

*Cathaya* sp. verhält sich ähnlich zyklisch (siehe Kapitel Zeitreihenanalyse und Diagramm 4) wie *Pinus* sp. im Pollenregen. Ihr Anteil schwankt zwischen maximal 19 % und

minimal 0 %. Sie ist allerdings in fast allen Proben vertreten. Ihr durchschnittlicher Anteil beträgt 4,4 %.

Über die Lebensweise der einzigen rezenten Vergleichsart kann man vermuten, dass *Cathaya* sp. im eventuell gebirgigen Hinterland des Enspelsees lebte. Zugleich ist aber auch wie bei *Pinus* auffällig, dass *Cathaya* als Gegenläufer zu der Moorvegetation gelten kann (s. o.). Erst ab Probe 300 verändert sich dies. Das heißt, *Cathaya* lebte zu Beginn teilweise in der Nähe eines Moores und zog sich dann später ins Um-/Hinterland zurück.

#### Pinaceae – Gattung *Abies*

Die Gattung *Abies* MILL. ist heute mit ca. 40 immergrünen Arten in der nördlich gemäßigten Zone, nach Süden bis in die Hochgebirge von Guatemala, Honduras und El Salvador in 3300-3800 m, im Himalaja bei 2800-3600 m, in Nordburma bei 3000-4000 m und auf Taiwan bei 3000-3600 m ü. NN verbreitet (MAI 1995, S. 216). *Abies* lebt in zumeist humidem Klima. MAI (1995) schreibt weiter, dass in den nördlichen Arealteilen die Artenzahl geringer ist, die Bedeutung der Tannen als Waldbäume aber erheblich größer sei. In den südlichen Regionen leben viele Arten meist als Endemiten oder Relikte. Sicher ist nach pflanzengeographischen Angaben, dass *Abies* stets nur in Grenzregionen zum Lorbeerwaldgürtel siedelt und dies auch nur bei entsprechend hoher Humidität. Dies sei klimageographisch von Wichtigkeit, da im Tertiär Europas solche Vergesellschaftungen von *Abies* mit laurophyllen Sippen beobachtet werden. Leider besitzen Pollen der Lauraceae eine sehr schlechte Erhaltungsfähigkeit, sodass in der vorliegenden Arbeit kein Beweis für deren Anwesenheit am Enspel-See gefunden wurde. KÖHLER (1998) konnte allerdings fossile Blätter der Lauraceen in ihren Enspel-Proben nachweisen. Die rezente Vergleichsart *Abies firma* SIEB. et ZUCC., die Momi-Tanne, ist die wüchsigste (bis 50 m hoch und 2 m stark) und am weitesten verbreitete Tannenart Japans. Sie wächst in den wärmeren Landesteilen zwischen 30° und 39° n. Br. in Höhenlagen von 300-1000 m ü. NN oft in Mischung mit *Cryptomeria japonica*, *Tsuga sieboldii*, *Pinus parviflora*, *Chamaecyparis obtusa* und *Fagus crenata* (SCHÜTT et al. 2002).

*Abies*-Pollen zeigen eine Bandbreite in ihrer Überlieferung zwischen maximal 9,2 % und 0 %. Sie sind aber in den meisten Proben vertreten. Ein Ausreißer mit 18,7 % in Probe 137 sei noch erwähnt. *Abies* schwankt zyklisch zu Beginn der Probensequenz in Probe 423 bis 375 zwischen 7 % und 0 %, danach bis etwa Probe 177 liegt sie durchschnittlich bei etwa 0,8 %. Jetzt steigt sie bis Probe 155 im Wert wieder bis auf 9,2 % und fällt bis Probe 140 zurück auf 0,3 %. Nun steigt sie stetig leicht an, bis sie in Probe 14 6,4 % erreicht und fällt danach bis Probe 1 auf 0,4 % wieder ab.



Die Tannen von Enspel wuchsen in einem hügeligen bis möglicherweise gebirgigen, warm-humiden Hinterland. Zu Beginn der Sedimentation und etwa im Bereich der Proben 166 bis 148 und von Probe 80 bis 10 scheint es einen Feuchtigkeitsanstieg im Hinterland gegeben zu haben, die Tannen erlebten ihre Blütezeit. Zu den restlichen Zeiten lebten sie als kleiner Anteil der Vegetation zusammen mit den übrigen Hinterlandarten.

#### Pinaceae – Gattung *Picea*

Die Gattung *Picea* A. DIETRICH kommt rezent mit etwa 50 immergrünen Baumarten vor. Sie gehört in den gemäßigten und kalten Breiten der nördlichen Hemisphäre zu den wichtigsten Nadelbäumen. Ihre Vertreter beherrschen als bestandsbildende Baumarten Nadelwälder der borealen Breiten (Fichtenwälder der “dunklen“ Taiga) und prägen wesentlich die Nadelwaldstufe in den Gebirgen von der temperaten bis in die meridionale Zone (Fichten-Bergwälder), treten aber auch als Mischbaumarten in Nadel- und Laubmischwäldern auf (SCHÜTT et al. 2004). Die hohe Luftfeuchtigkeit liebenden Angehörigen der Gattung meiden trocken-warme Klimlagen. Arealgestaltung und Phylogenie der Gattung *Picea* sind charakteristisch für eine Baumgattung, die ihren Ursprung in einer Waldflora humider Gebiete (arktoterziäre Flora) hatte (SCHMIDT 1989). Bei tertiären Funden von Fichten lässt sich klimatisch immer auf gemäßigtere, kühlere Bedingungen schließen (MAI 1995, S. 216). *Picea abies* (L.) KARST. hat eine natürliche Verbreitung, die von M.-Europa bis weit ins kontinentale Asien hinein bis Sachalin reicht. Sie bilden zusammen mit Kiefern und Birken die nördlichsten Wälder in Skandinavien und Sibirien. Ihre Höhengrenze liegt bei bis zu 2200 m ü. NN in den Alpen. Das Optimum der Art liegt in den niederschlagsreichen Gebirgslagen (Alpenvorland, Bay./Böhm. Wald und Karpaten). *Picea jezoensis* (SIEB. et ZUCC.) CARR. kommt im äußersten Ostasien (Russland, Sachalin, N.-Korea, Hondo und Hokkaido) vor.

*Picea*-Pollen sind im ersten Drittel der Proben bis etwa Probe 260 untergeordnet bis gar nicht überliefert (durchschn. 0,4 %). Mit Probe 259 bis Probe 40 sind sie in fast allen Proben vorhanden und beginnen zyklisch (siehe Kapitel Zeitreihenanalyse) zu schwanken (min. 0 %, max. 10 %). Der Durchschnitt dabei beträgt 3 %. Ab Probe 39 beginnt ein rasanter Anstieg in ihrer Überlieferung, der bis Probe 34 anhält. Hier erreicht der Anteil von *Picea*-Pollen Spitzenwerte von 41 % am Pollenspektrum. Der Anteil geht danach wieder auf fast 0 % zurück (0,6 %, Probe 26). In den restlichen Proben steigt er wieder an (10 %, Probe 19), fällt wieder ab und steigt danach wieder auf 25 % in Probe 8 (durchschn. Probe 39 bis 1 ca. 13 %, siehe auch Diagramm 5). Nach MAI (1995, S. 154) ist *Picea* im Pollenregen unterrepräsentiert. Er gibt an, dass 30 % Anteil im Pollenregen etwa 79 % Anteil von *Picea* im Waldbild bedeutet. Umgerechnet bedeutet dies, dass der Anteil von *Picea* im Waldbild etwa 2,5-mal höher ist als im Pollenspektrum. Das heißt für Enspel: Probe 423 bis 260 ca. 1

% Waldanteil, Probe 259 bis 40 ca. 7,5 % Waldanteil und Probe 39 bis 1 ca. 33 % Waldanteil. Ihr Spitzenwert von Probe 39 bis 34 liegt dann bei 77 % Waldanteil.

Da nach MAI (1995, s. o.) die Überlieferung von Fichtenpollen im Tertiär immer auf gemäßigte, kühlere Bedingungen hindeutet, könnte ihre verstärkte Anwesenheit im Palynomorphenbericht einen Trend in der Klimaentwicklung nachzeichnen. Zu Beginn bis etwa Probe 260 ist die Gattung kaum vertreten, d. h. sie wuchs untergeordnet im möglicherweise gebirgigen Hinterland und/oder im umgebenden Laubmischwald. Mit Probe 259 ändert sich das, sie vergrößert ihren Anteil am Pollenspektrum und beginnt die beherrschende Gattung im Hinterland zu werden. Mit Probe 39 bis 35 erreicht sie ihr Maximum. Sie ist in diesem Zeitraum die am stärksten vertretene Baumart arktotertiären Ursprungs. Dies würde eine zuerst noch schwache aber später stärkere Abkühlung des Klimas (zumindest episodenhaft) belegen.

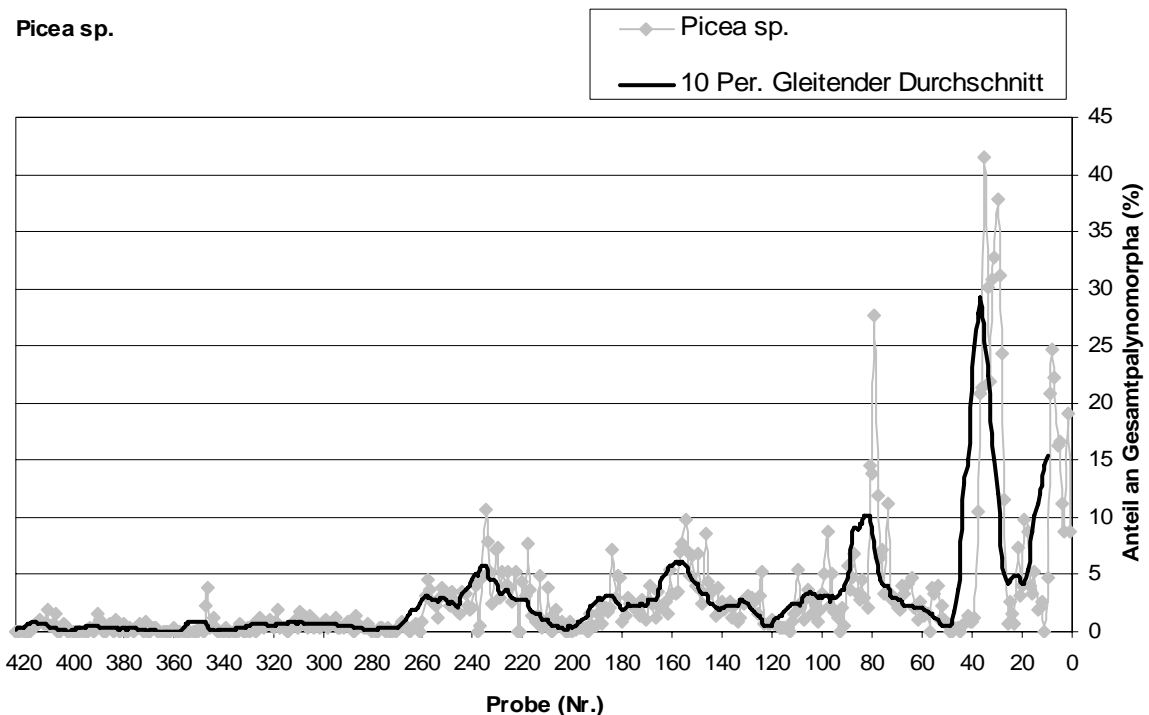


Diagramm 5: Überlieferung der *Picea*-Pollen

#### Pinaceae – Gattung *Tsuga*

Die Gattung *Tsuga* CARR. besteht aus 15 immergrünen Arten, die nur in Nordamerika und Ostasien als Bergbewohner mit Optimum in wärmeren feuchten Tälern, dicht an Gebirgsbächen vorkommen. Sie leben in der Zone, die klimatisch dem Laubwald zugehört. Die klimatische Amplitude ist im Gegensatz zu *Picea* sehr eng. *Tsuga* ist weder boreal noch kontinental verbreitet, erreicht aber im Süden im Gegensatz zu *Picea* gerade noch den transitionalen Lorbeerwald (MAI 1995, S. 216). Die rezente Vergleichsart *Tsuga canadensis* (L.) CARR. kommt in kühl-feuchten Lagen des amerikanischen Nordostens vor. Sie lebt gelegentlich in sehr dichten Reinbeständen, häufiger aber in artenreichen Mischungen,

insbesondere mit *Pinus strobus*, *Acer saccharum*, *Betula lutea* und *Fagus grandifolia* (SCHÜTT et al. 2002). Sie ist eine extreme Schattholzart mit sehr saurer Streu, deren flaches Wurzelsystem ihre Empfindlichkeit gegen Windwurf und Bodenfeuer erklärt.

*Tsuga* kommt in den Proben untergeordnet vor. In den meisten Proben fehlen *Tsuga*-Pollen sogar. Ihre Überlieferung schwankt zwischen maximal 1 % und 0 %. Es fällt auf, dass sie zum Hangenden hin häufiger wird.

*Tsuga* stellt sich insgesamt als Begleitbaumart eines möglichen Bergwaldes dar. Sie besiedelte dabei die feuchteren, geschützteren Lagen der Täler.

#### Podocarpaceae – Gattung *Podocarpus*

Die Gattung *Podocarpus* L'HERIT. ex PERS. beinhaltet 100 vornehmlich immergrüne Baum- und Straucharten, die meist in tropischen bis subtropischen Gebirgswäldern der Südhalbkugel oder in Ostasien heimisch sind, aber auch in temperaten Gegenden vorkommen.

*Podocarpus* ist mit geringen Anteilen (max 0,6 %) im Pollenspektrum zu finden, allerdings in insgesamt nur 54 Proben. Sie wird ähnlich wie *Tsuga* nach oben hin etwas häufiger.

*Podocarpus* ist deshalb auch als untergeordnete Begleitbaumart des bergigen Hinterlandes zu werten.

#### Taxodiaceae – Gattung *Glyptostrobus*, *Taxodium*

Nach SCHÜTT et al. (2002) bestehen die Taxodiaceae aus 10 Gattungen, die aber nicht eng miteinander verwandt sind. Ihre rezente natürliche Verbreitung liegt in N-Amerika (*Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Taxodium*), in Ostasien (*Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Sciadopitys*, *Taiwania*) und auf Tasmanien (*Athrotaxis*). Es handelt sich meist um sehr hohe Bäume, die teils immergrün, teils sommergrün sind (MAI 1995).

Die Gattung *Glyptostrobus* ENDL. beinhaltet nur eine Art, *Glyptostrobus pensilis* (STOUNTON) K. KOCH, die Wasserfichte. Diese ist in SW-China beheimatet. Sie ist ein kleiner, relativ seltener Baum mit sehr heteromorpher Beblätterung. Wasserfichten bevorzugen ein feuchtwarmes, der geografischen Lage ihrer Verbreitung (22 bis 26° n. Br.) entsprechendes Klima. Dort liegt das Jahresmittel der Lufttemperatur bei 20 bis 22°C. Im natürlichen Areal fallen Niederschläge um 1.600 mm/a. Auch die hohe Luftfeuchte wirkt sich positiv auf das

Gedeihen der Art aus. Durch die Ausbildung von Atemwurzeln (Pneumatophoren) und durch einen hohen Anteil von Aerenchym im Wurzelholz ist die Wasserfichte an wechselnde Wasserstände angepasst. Wasserfichten wachsen zwar auf unterschiedlichen Bodentypen, gedeihen aber am besten auf alluvialen Standorten mit hohem Wasserangebot (25 bis 35 % Wassergehalt), einer lockeren bis mittleren Bodentextur und einem pH-Wert zwischen 7 und 8. Die Art verträgt einen Salzgehalt bis zu 0,28 % (SCHÜTT et al. 2004).

Die Gattung *Taxodium* A. RICH. besitzt 3 Arten mit Reliktarealen im atlantischen Nordamerika und dem subtropischen Mittelamerika als dominierender Baum in Moor-, Sumpf-, Auen- und Flussuferwäldern. Nach MAI (1995) tritt der Baum fossil am häufigsten in Sedimenten der Flußauen auf, selten in Braunkohlen. Häufigste und langlebige fossile Art (Oberoligozän bis Pliozän) ist *T. dubium* (STBG.) HR. Da bei den fossilen *Taxodium*resten niemals die für *T. distichum* (L.) RICH. typischen Pneumatophoren gefunden wurden, ist ein Vergleich mit *T. mucronatum* TEN. (= *T. mexicanum* CARR.) angebracht.

Die Überlieferung dieser Taxodiaceen-Pollen (siehe Diagramm 6) schwankt zu Beginn der Sedimentation bis zu Probe 260 leicht zyklisch zwischen 7 % und 0 % Anteil am Pollenspektrum, kommt aber in den meisten Proben vor. Mit Probe 259 beginnt ein starker Anstieg ihrer Anteile an den Proben, sie erreichen einen ersten Höhepunkt bei Probe 215/214 mit 41 %, gehen dann bis Probe 197 wieder auf 4 % zurück. Darauf folgt ein erneuter starker Anstieg auf ihren Maximalwert in Probe 169 mit über 47 %. Jetzt schwanken sie wieder zyklisch aber auf hohem Niveau (Durchschn. 25 %). Dies hält an bis Probe 75, es beginnt nun wieder ein Rückfall auf 0 % in Probe 42 mit anschließendem Wiederanstieg bis Probe 38 auf 39 %. Danach beginnt ein Abfall auf 5 % bis Probe 1.

Es ergibt sich das Bild einer zu Beginn noch schwach mit Taxodiaceen dieser Gattungen besetzten alluvialen Landschaft in der Umgebung des Enspelsees, die sich ab Probe 259 stark ausweitet und Sumpfwaldcharakter annimmt. Dies könnte auf einen Feuchtigkeitsanstieg, bedingt durch stärkere Regenfälle, zurückzuführen sein (siehe *Picea*). *Picea* belegt die Klimaänderung von subtropischen hin zu mehr kühl gemäßigten humiden Bedingungen im Hinterland. *Glyptostrobus* / *Taxodium* belegen die Wende von tropischen / subtropischen bis gemäßigten Klimaverhältnissen in der unmittelbaren Umgebung des Sees.

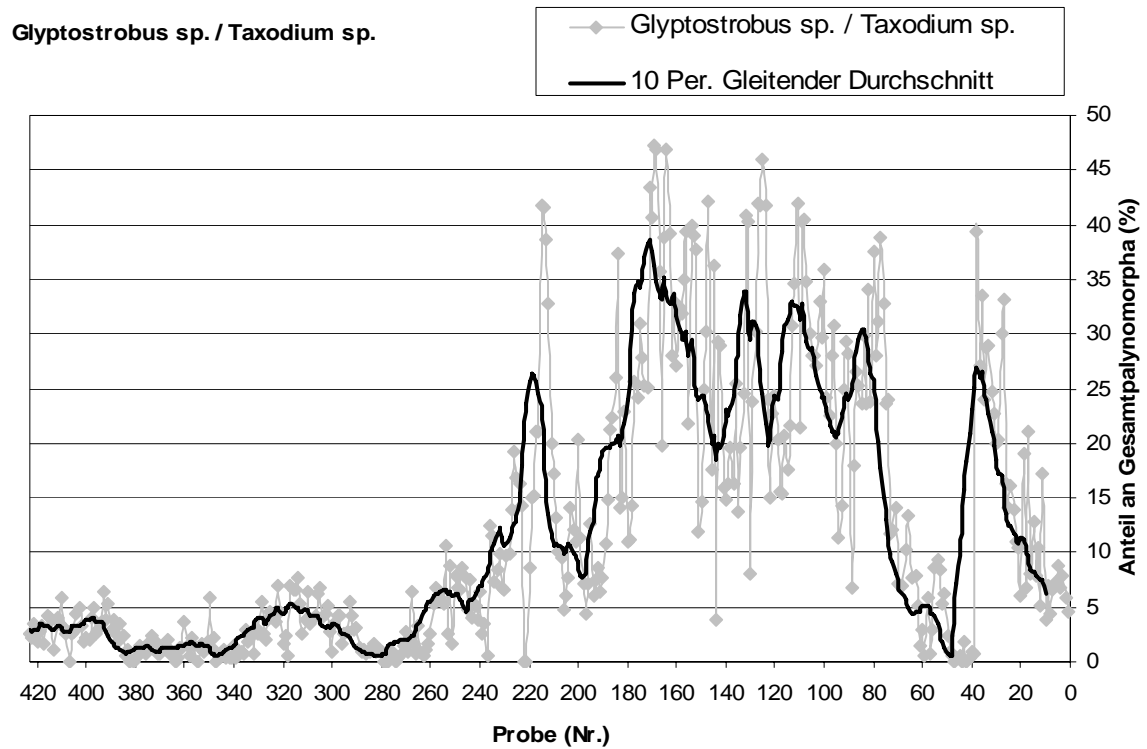


Diagramm 6: Überlieferung der *Inaperturopollenites concedipites*-Pollen

Taxodiaceae – *Inaperturopollenites* sp.

(hier konnte keine rezente Vergleichsgattung gefunden werden)

Beschreibung Taxodiaceae siehe oben.

Die Überlieferung von Pollen dieses inaperturaten Typs schwankt zwischen 0 % und 10 % Anteil am Palynomorphenbericht. Dabei gibt es zwei Hauptvorkommen, das eine von Probe 412 bis Probe 401, das andere (noch stärkere) liegt zwischen Probe 333 und 296. Zwischen diesen beiden Peaks zieht sich dieses Taxon allerdings wieder aus der Überlieferung zurück und ist nur gering bis gar nicht vorhanden. Nach dem zweiten Peak zieht es sich wiederum zurück und wird gegen das Hangende immer seltener, es bleibt dabei zumeist unter 2 %. Es fällt die Ähnlichkeit in der Überlieferung zu den Magnolien, *Salix* sowie den Myricaceen und den Cyrillaceen auf (siehe Angiospermen).

Die benannten Gattungen scheinen auf die Bildung eines sumpfigen Moores hinzudeuten (siehe *Salix*, *Magnolia*, Cyrillaceen, Myricaceen). Dabei besiedelte diese zweite Taxodiaceenart zusammen mit den Magnolien vermutlich die etwas sumpfigeren Bereiche, der Rest die etwas moorigeren Gebiete. Das heißt, die Auwaldstandorte wechselten ihren Charakter und wurden sumpfiger bzw. mooriger. Der Abfluss des Wassers war nicht mehr so groß.

Taxodiaceae – Gattung *Sequoiadendron*, *Metasequoia* oder *Cryptomeria*

Die Gattung *Metasequoia* MIKI ist nach MAI (1995, S. 230, 231) seit dem Ende des Miozäns in N. A. ausgestorben, in Europa erreicht *M. disticha* (HR.) MIKI nur im Paläozän / Eozän die Inseln im Atlantik (Faröer, Mull, Spitzbergen), im Oberoligozän gerade noch von Westsibirien aus den Ural. Sonst fehlt sie im gesamten Europa, trotz gegenteiliger Mitteilungen einzelner Autoren. Deshalb soll hier nicht auf diese Art eingegangen werden. Nach SCHÜTT et al. (2004) ist die Art *Sequoiadendron giganteum* (LINDL.) BUCHH., der kalifornische Mammutbaum, einer der eindrucksvollsten und mächtigsten Bäume der Erde. Sie können bis zu 100 m hoch, 9 m stark und mehr als 3.000 a alt werden. Humide Klimaverhältnisse mit trockenen Sommern und schneereichen Wintern kennzeichnen das natürliche Areal des Mammutbaumes. Die jährlichen Niederschlagssummen schwanken in weitem Rahmen (460 bis 1520 mm). Die Temperaturansprüche liegen zwischen minimal im Winter von +1° bis -6°C (Extremwert -24°C) und von 24° bis 29°C im Sommer (Extremwert 40°C). Gute Wasserführung und Durchlüftung des Bodens sind die zentralen Voraussetzungen für das Gedeihen des Mammutbaumes. *Sequoiadendron giganteum* besiedelt die Höhenlagen zwischen 1370 und 2300 m ü. NN und dort die tiefen Täler zusammen mit *Abies*, *Pinus* und *Calocedrus*.

Die Art *Cryptomeria japonica* D. DON. ist nach MAI (1995) eine Reliktart der sino-japanischen Florenregion, die von Hondo / Japan bis Sichuan / China reicht. Sie ist ein Baum der Gebirgswälder und der Hügelregion, sowohl in Lorbeerwäldern als auch den Mixed Mesophytic Forests. *Cryptomeria* ist eine signifikante Komponente des westeuropäischen Tertiärs. Sie meidet klimatische Extreme völlig. Nach SCHÜTT et al. (2004) ist sie eine Baumart des gemäßigten, humiden Klimas mit Jahresniederschlägen über 1.000 mm und einer Jahresmitteltemperatur zwischen 14 und 19°C. Besonders vorteilhaft sind Gebirgslagen mit hoher Luftfeuchte, viel Nebel und kühlen Sommern.

Die Häufigkeit von *Sequoiadendron* / *Cryptomeria* schwankt zyklisch in ihrer Überlieferung von Beginn bis Probe 156 zwischen 0 % und 4 %. Dann steigen sie auf ein erstes Maximum in Probe 144 (10,3 %), es folgt ein Rückfall auf 0 % in Probe 138 gefolgt von einem langsamen aber stetigen Anstieg zu einem zweiten Maximum in Probe 64 mit 11 %. Von Probe 62 an schwanken sie wieder abgeschwächt zyklisch zwischen 0 % und 7 % bis Probe 1.

Dieses Taxon stammt aus dem eventuell hügeligen bis gebirgigen Hinterland. Im Falle von *Sequoiadendron* wären die höheren Lagen des Gebirges, im Falle von *Cryptomeria* die tiefergelegenen hügeligen bis leicht gebirgigen Höhenzonen mit Lorbeerwald bzw. dem Mixed Mesophytic Forest besiedelt worden. In zwei Zeitabschnitten scheint das Taxon seinem Optimum nahe zukommen (s. o.). Das Klima könnte somit zu Beginn noch im subtropischen Bereich gelegen haben, die Überlieferung ist noch "schwach". Zu Zeiten des "Überlieferungsoptimums" dagegen, könnte das Klima dann zu gemäßigt humid gewechselt haben.

## Sciadopityaceae - *Sciadopitys*

Die rezente Vergleichsart *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc. ist die einzige Art dieser Familie. Sie kommt sporadisch in Japan (Kyushu, Südwest- und Zentralhonshu sowie zerstreut in Nordhonshu) vor. Der immergrüne Baum erreicht dort bis zu 35 m Höhe und besitzt "Doppelnadeln" (Kalodien) in fast wirtelig gestellten Kurztrieben. Er ist ein Bewohner der temperaten und kühlt temperaten Zonen in Höhen von 300 bis 1.500 m ü. NN bei Sommerregenfall (UEMURA 1986). *Sciadopitys verticillata* benötigt hohe Niederschläge zum optimalen Wachstum von 1.300 bis 2.648 mm/a. Fossil wird *Sciadopityspollenites* RAATZ ab Obereozän/Unteroligozän regelmäßig. Seine Hauptverbreitung liegt jedoch erst im Mittel-Jungtertiär (KRUTZSCH 1970a). In Mitteleuropa war sie ein wesentlicher Bestandteil der Braunkohlenwälder z. B. in *Sciadopitys*-Hochmooren (MAI 1995, S. 226 u. S. 576).

Im Palynomorphenbericht ist das Taxon in etwa der Hälfte der Proben vertreten. Sein Anteil liegt im Durchschnitt bei etwa 0,2 %, wird aber ab etwa Probe 192 etwas größer und erreicht mit Probe 160 und 164 ein Maximum von knapp 2 %. Danach fällt der Anteil wieder ab und kommt erst mit Probe 80 zu einem schwächeren zweiten Maximum. In den restlichen Proben ist wieder ein Abfall auf unter 0,5 % zu sehen.

Das Vorkommen von *Sciadopitys verticillata* zeichnet leicht die Kurve der Taxodiaceen (*I. concedipites*) nach. Deshalb ist das Taxon zu Beginn der Sedimentation wohl im hügeligen Hinterland vertreten gewesen. Mit der vermuteten leichten Abkühlung und Niederschlagsreicherung ab ca. Probe 260 und der noch niederschlagsreicheren Periode ab Probe 160 konnte sie ihr Siedlungsareal ausweiten und auch die Moore der Niederungen um den See besiedeln.

## Analyse der Gymnospermenentwicklung

Die Gymnospermen besetzten 4 unterschiedliche Habitate:

- 1) Das möglicherweise hügelige bis bergige Hinterland des Enspelsees mit den Arten *Pinus* sp., *Cathaya* sp., *Abies* sp., *Picea* sp., *Tsuga* sp., *Podocarpus* sp., *Sciadopitys* sp. und *Cedrus* sp..
- 2) Den umliegenden Mesophytischen Laubmischwald mit den Arten *Pinus* sp., *Cathaya* sp., *Abies* sp., *Picea* sp. und *Sequoiadendron* sp..
- 3) Den entstandenen Sumpf mit den Taxodiaceen und evtl. *Sequoiadendron* / *Cryptomeria*.
- 4) Das Moor mit den Arten *Pinus* sp., *Cathaya* sp., *Sciadopitys* sp..

Dabei sind im ersten Drittel der untersuchten Proben (Probe 423 bis 260) die Gattungen *Pinus* und *Cathaya* am stärksten vertreten. Mit Probe 259 ändert sich das Bild.

*Picea* beginnt sich zu zeigen und *Pinus* sowie *Cathaya* müssen etwas zurückweichen. Aber die Hauptveränderung wird durch die Taxodiaceen angezeigt. Diese beginnen ab etwa Probe 240 den Palynomorphenbericht zu dominieren, ein Sumpfwald baut sich auf. Dieser Sumpfwald wird nur im Probenabschnitt 70 bis 40 von einer Moorvegetation und einem erstarktem Auwald (siehe Kapitel Angiospermen) abgelöst. Danach kann er sich wieder erholen, auch *Picea* zeigt in den folgenden Proben (39 bis 31) ihre Maximalüberlieferung, was auf eine Ausbreitung des Bergwaldes hindeutet. Das Moor wird wieder zurückgedrängt.

Die übrigen Gymnospermenarten zeigen sich über das ganze Profil wenig auffällig. Mit einer Ausnahme: Das zweite, nicht genau bestimmte, Taxodiaceentaxon hat im Probenabschnitt 335 bis 310 seinen Hauptpeak (zusammen mit den Magnolien). Hier scheint es eine erste Sumpfmorphose gegeben zu haben, die aber noch unter tropischen /subtropischen Bedingungen zustande kam.

Klimatisch wird ein Wechsel von zu Beginn abwechselnd feuchten und trockeneren Perioden angezeigt, die im tropischen bis subtropischen Wärmebereich gelegen haben dürften. Mit Aufkommen von *Picea* und später mit den Taxodiaceen wird ein Wechsel zu mehr warm gemäßigten bis gemäßigten Bedingungen angezeigt. Auch fallen dann die trockeneren Perioden mehr oder weniger weg, es ist dauerhaft feucht. Dies ist auch durch den Anstieg der *Sciadopitys*-Pollen belegt, da *Sciadopitys* eine sehr feuchtigkeitsbedürftige Art ist. Es baut sich ein Sumpfwald auf. Gegen Ende der Seegeschichte ist ein Abschnitt von kühl gemäßigten Bedingungen durch den starken Peak von *Picea* angezeigt, dieser bleibt aber nur eine "kurzzeitige" Episode. Danach stellen sich wieder die warm gemäßigten Bedingungen ein.



### 5.1.5 Angiospermen

Hier sollen nur die Taxa behandelt werden, die indikativ für die ökologische Interpretation waren (für die übrigen siehe Kapitel über die Systematik und die vollständigen Tiliadiagramme im Anhang auf CD-Rom).

- Polyporopollenites undulosus* - rezent: Ulmaceae, Gattung *Ulmus*, *Zelkova*  
*Polyporopollenites verrucatus* subsp. *major* - rezent: Ulmaceae, Gattung *Ulmus*, *Zelkova*  
*Polyporopollenites verrucatus* subsp. *minor* - rezent: Ulmaceae, Gattung *Ulmus*, *Zelkova*  
*Faguspollenites verus* – rezent: Fagaceae, Gattung *Fagus*, *Fagus sylvatica* und *Fagus grandifolia*  
*Faguspollenites gemmatus* – rezent: Fagaceae, Gattung *Fagus*, ? *Fagus sylvatica*  
*Faguspollenites minor* – rezent: Fagaceae, Gattung *Fagus*, ? *Fagus sylvatica*  
*Faguspollenites subtilis* – rezent: Fagaceae, Gattung *Fagus*, *Fagus sylvatica*  
*Quercoidites henrici* – rezent: Fagaceae, Gattung *Quercus*  
*Quercoidites asper* - rezent: Fagaceae, Gattung *Quercus*  
*Quercoidites microhenrici* – rezent: Fagaceae, Gattung *Quercus*  
*Quercoidites* sp.1 – rezent: Fagaceae, ? Gattung *Quercus*  
*Quercoidites* sp.2 – rezent: Fagaceae, ? Gattung *Quercus*  
*Caryapollenites simplex* – rezent: Juglandaceae, Gattung *Carya*, *Carya cordiformis*  
*Multiporopollenites maculosus* – rezent: Juglandaceae, Gattung *Juglans*, ? *Juglans regia*  
*Pterocaryapollenites stellatus* – rezent: Juglandaceae, Gattung *Pterocarya*  
*Pterocaryapollenites mecsekensis* – rezent: Juglandaceae, Gattung *Pterocarya*, *Pterocarya stenoptera*  
*Momipites punctatus* – rezent: Juglandaceae, Gattung *Engelhardia*  
*Platycarya miocaenicus* – rezent: Juglandaceae, Gattung *Platycarya*, *Platycarya strobilacea*  
*Carpinuspollenites carpinoides* – rezent: Betulaceae, Gattung *Carpinus* oder *Ostrya*  
*Alnipollenites verus* – rezent: Betulaceae, Gattung *Alnus*  
*Trivestibulopollenites betuloides* – rezent: Betulaceae, Gattung *Betula*  
*Intratripuripollenites instructus* – rezent: Tiliaceae, Gattung *Tilia*  
*Intratripuripollenites insculptus* – rezent: Tiliaceae, Unterfamilie Brownlowioideae  
*Brownlowia elata*, *Diplodiscus paniculata* oder *Pentace* cf. *oligoneura*  
*Intratripuripollenites minimus* – rezent: Tiliaceae  
*Tricolporopollenites microreticulatus* – rezent: Oleaceae, Gattung *Fraxinus*  
*Tricolporopollenites retiformis* – rezent: Salicaceae, Gattung *Salix*  
*Magnolipollis neogenicus* subsp. *neogenicus* – rezent: Magnoliaceae, Gattung *Magnolia*, *Magnolia virginiana*  
*Tricolporopollenites marcodurensis* rezent: Vitaceae, Gattung *Cissus*, *Ampelopsis*, *Cayratia* oder *Parthenocissus*  
*Tricolporopollenites megaexactus* subsp. *brühlensis* - rezent: Cyrillaceae / Clethraceae

*Tricolporopollenites megaexactus subsp. exactus* -rezent: Cyrillaceae / Clethraceae  
*Triatriopollenites rurensis* – rezent: Myricaceae, Gattung *Myrica*  
*Triatriopollenites bituitus* – rezent: Myricaceae, Gattung *Myrica*, *Myrica gale* oder *Myrica adenophora*  
*Ericipites baculatus* – rezent: Ericaceae, ? Gattung *Erica*  
*Ericipites callidus* – rezent: Ericaceae  
*Ericipites erecius* – rezent: Ericaceae, Gattung *Andromeda*  
*Nyssapollenites kruschi subsp. accessorius* – rezent: Nyssaceae, Gattung *Nyssa*  
*Nyssapollenites kruschi subsp. analepticus* – rezent: Nyssaceae, Gattung *Nyssa*  
*Cyperaceaepollis neogenicus* – rezent: Cyperaceae, Gattung *Carex*  
*Cyperaceaepollis piriformis* – rezent: Cyperaceae, Gattung *Carex*  
*Sparganiaceapollenites sparganioides* – rezent: Sparganiaceae, Gattung *Sparganium* oder Typhaceae, Gattung *Typha*  
*Sparganiaceapollenites magnoides* – rezent: Sparganiaceae, Gattung *Sparganium*  
*Graminidites subtiliglobus* – rezent: Poaceae  
*Graminidites cf. pseudogramineus* – rezent: Poaceae  
*Graminidites sp.* – rezent: Poaceae

Ulmaceae - Gattung *Ulmus*, *Zelkova*

Die Familie der Ulmaceen umfasst ca. 18 Gattungen mit etwa 150 Arten. Ihre Verbreitung liegt in den Tropen und den nördlich-gemäßigten Zonen. Großräumig fehlen sie nur im westlichen Nordamerika und in den asiatischen Trockengebieten. Sie reichen von kleinwüchsigen, halb verholzten Sträuchern in frühen Sukzessionsstadien der Vegetation bis zu den großen Bäumen in Klimax-Wäldern. Es sind immergrüne, halbbimmergrüne und laubwerfende Gehölze. Nach SCHÜTT et al. (1994, 2002) enthält die Gattung *Ulmus* L. etwa 30 in der Regel sommergrüne Arten, die hauptsächlich holoarktisch in den temperierten Zonen verbreitet sind. Sie reicht nördlich bis an den Polarkreis (*U. glabra*), auf dem amerikanischen Kontinent siedelt sie südlich bis Mexiko (*U. mexicana*), in Ostasien kommt sie bis zum südlichen Teil der Insel Celebes mit der Art *U. lanceaefolia* vor. Es sind in der Regel Bäume, selten auch Sträucher. Einige typische Vertreter besiedeln die Auen größerer Flüsse im Tiefland (*U. laevis* und *U. minor* in Europa). Andere Arten bevorzugen Habitate im Hügel- und Bergland (*U. glabra* in Europa). Sie erreichen dabei z.B. im Hochland von Yunnan Höhen von bis zu 2.900 m ü. NN. Zu erkennen ist einerseits eine planare Verbreitung einiger Arten, die in aller Regel an Wasserläufe gebunden sind. In Europa sind *U. laevis* wie auch *U. minor* Charakterpflanzen des Hartholzauenwaldes. Sie überstehen problemlos auch wochenlange Überflutungen. *Ulmus* ist in Auenwäldern von allen Holzarten am widerstandsfähigsten gegen Überflutungen, benötigt aber basen- und nährstoffreiche Böden (MAI 1995, S. 236). Allerdings besiedelt *U. minor* auch rasch trockenfallende Habitate innerhalb von Flussauen, beispielsweise Uferterrassen, wo sie lange Zeiträume mit sehr

trockenen Bodenverhältnissen übersteht. In den südosteuropäischen Steppen kommt sie entlang von Flüssen vor. *U. pumila* ist in den zentralasiatischen Wüsten oft das einzige Gehölz auf wassernahen Standorten. Andererseits ist bei einigen Arten die Tendenz zu erkennen, in das Hügel- und Bergland und sogar in das Hochgebirge aufzusteigen. Dabei werden teils Standorte besiedelt, die gut durchfeuchtet sind (*U. glabra*), teils aber auch ausgesprochen trocken sein können (*U. thomasi*). So weit bisher bekannt ist, scheinen Ulmen aber gemeinsam zu haben, dass sie sehr selten oder nie Reinbestände bilden (SCHÜTT et al. 1994). In Hartholzauenwäldern sind sie Begleiter von Esche und Eiche, im Schattenhangwald von Esche und Ahorn. In Asien werden Ulmen als beigemischte Baumarten behandelt, *U. castaneifolia* lebt z.B. im Laubmischwald zusammen mit Arten der Gattungen *Zelkova* und *Pteroceltis* und anderen.

Fossil sind Reste von *Ulmus* L. in Europa seit dem Paläogen nachweisbar (MAI, 1995, S. 236). Weitere fossile Funde sind weit verbreitet. Sie reichen bis nach Grönland und Spitzbergen einerseits sowie Australien und Neuseeland andererseits (SCHÜTT et al. 1994). In der jüngeren Vergangenheit gab es einen prägnanten Ulmenrückgang vor ungefähr 5.500 a, der Grenze zwischen dem Atlantikum und dem Subboreal. Die Anzahl der Ulmenpollen in den Analysen ging um 50 % und mehr zurück. Als Gründe werden diskutiert: 1. Eine klimatische Veränderung im Übergang zum Subboreal (IVERSEN 1944, RICHENS 1983). 2. Verstärkte menschliche Nutzung (HEYBROEK 1963, MOORE 1985, TROLL 1937, GODWIN 1975, MORRISON 1959). 3. Eine frühe Befallswelle der Holländischen Ulmenkrankheit (RICHENS 1983). 4. Eine Kombination verschiedener Faktoren (HEYBROEK 1963, MOORE 1985, RICHENS 1983). Zuletzt tauchte beispielsweise die holländische Ulmenkrankheit, ein Befall der Bäume durch den Pilz *Ophiostoma ulmi* NANNE, 1919 in Holland auf und verbreitete sich in den folgenden ca. 20 Jahren über ganz Europa. In den sechziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts kam es zu einer zweiten Krankheitswelle durch einen neuen Erreger (*Ophiostoma novo-ulmi* BRASIER). Diese Krankheitswellen kosteten einigen hundert Millionen Ulmen weltweit das Leben (SCHÜTT et al. 1994). Es ist nicht auszuschließen, dass es solche Krankheitswellen bei den Ulmen schon in viel weiter zurückliegenden Epochen gab.

Die Gattung *Zelkova* SPACH beinhaltet 5-7 sommergrüne, ulmenähnliche Bäume oder Sträucher (SCHÜTT et al. 2002). Sie sind mit Ausnahme von *Z. abelicea* (Südosteuropa) in West- und Ostasien beheimatet. Außerdem wurde erst in jüngerer Vergangenheit auf Sizilien eine Reliktart der europäischen Tertiärflora, *Zelkova sicula* (NAKAGAWA et al. 1998), entdeckt. Ihr Hauptvorkommen ist in Auenwäldern, sie kann aber auch wie *Ulmus* auf Lagen von bis zu 1500 m ü. NN ansteigen (*Z. carpinifolia*), d. h., sie besiedelt auch subtropische bis nördlich gemäßigte Gebirgswälder. Im Falle von *Zelkova sicula* werden auch trockene Berghabitate besiedelt (vgl. DENK & GRIMM 2005).

Die Ulmaceae (siehe Diagramm 7) dominieren in der ersten Hälfte des Bohrkerns den Palynomorphenbericht. Von Beginn an bis Probe 194 schwankt ihr Anteil zyklisch (siehe

Kapitel Zeitreihenanalyse) zwischen minimal 2,9 % in Probe 403 und 47 % in Probe 245. Es kommt dabei immer wieder zu Phasen mit starken Rückschlägen, zumeist bewegt

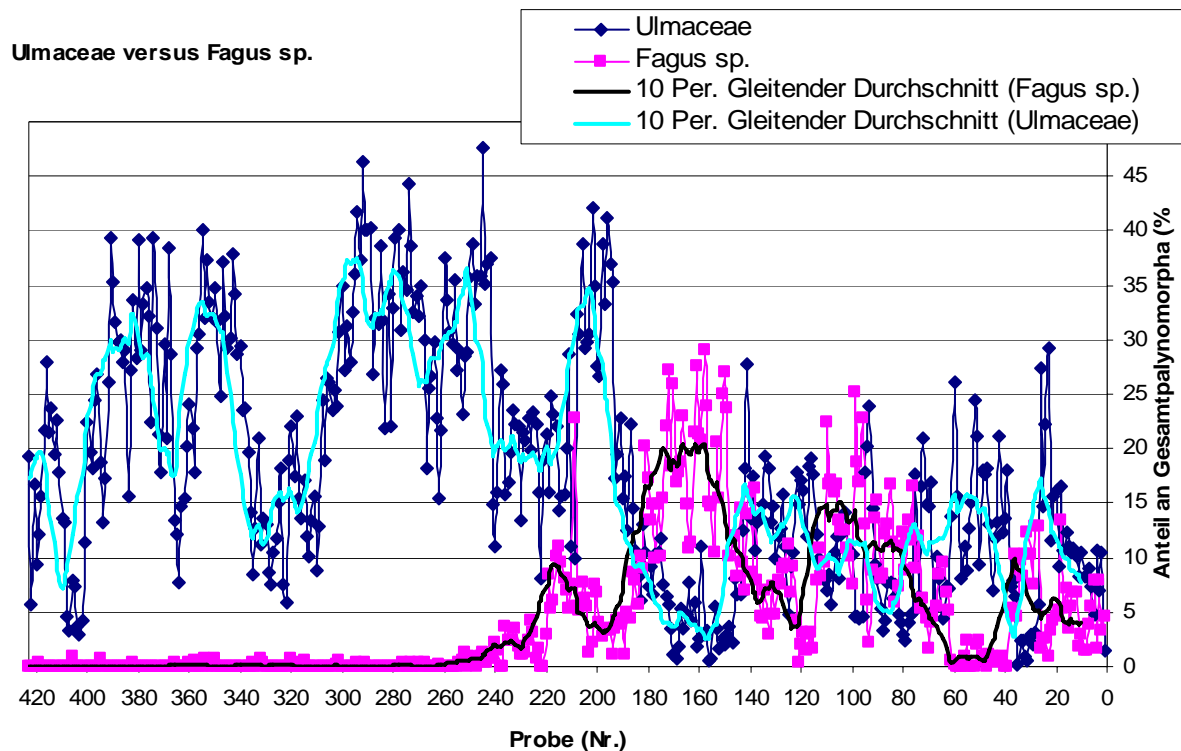


Diagramm 7: Überlieferung der Ulmaceae versus *Fagus* sp.

sich ihre Überlieferung aber im Bereich von über 20-30 %. Mit Probe 193 beginnt der Niedergang des Taxons. Sie erreichen jetzt nur noch maximal 29 % in Probe 23, bleiben aber zumeist unter einem Anteil von 12 %. Die Ulmaceen-Pollen wurden abgelöst von den nun immer häufiger werdenden Taxa *Faguspollenites* sp. (siehe Diagramm 7) und von *Inaperturopollenites concedipites* (siehe Kapitel über Gymnospermen).

Die Ulmaceae bilden die dominierenden Waldbäume der Region um den Enspelsee und auch im hügeligen bis gebirgigen Hinterland bis etwa zur Hälfte der Proben. Dabei siedeln sie sowohl in Auwäldern als auch in Hügel-Bergwaldgesellschaften. Immer wieder kommt es zu entweder klimatisch (Temperaturzunahme, Feuchtigkeitsabnahme; siehe *Carpinus*) oder aber vielleicht auch durch eine Krankheit verursachten starken Einschnitten in den von den Ulmaceen dominierten Waldpflanzengesellschaften. Andere Gattungen übernehmen die freiwerdenden ökologischen Nischen. Ab Probe 193 scheint dieser Einschnitt besonders stark gewesen zu sein. Bis Probe 147 geht ihre Überlieferung fast auf 0 % zurück. Erst danach kommt es zu einer wenn auch schwachen Erholung der Ulmaceen. Die Ulmaceen und *Fagus* sp. scheinen Gegenspieler geworden zu sein (siehe Diagramm 7). Das heißt, sie besetzten abwechselnd mehr oder weniger dieselben Habitate.

## Fagaceae – Gattung *Fagus*

Die Gattung *Fagus* L. enthält rezent 9-19 ähnliche sommergrüne Arten (DENK et al. 2002), die in der nördlich-gemäßigten Zone Asiens, Europas und Nordamerikas beheimatet sind. *Fagus* ist stets ein zonaler Waldbaum und Indikator für ein gemäßigtes, humides Klima (MAI 1995, S. 190). Alle Arten meiden Gebiete mit trockenem Sommer und Klimate mit stärkerem Sättigungsdefizit an Luftfeuchtigkeit oder Niederschlägen. Im optimalen Lebensbereich können Buchen alle anderen Baumarten ganz oder fast ganz verdrängen. Es kommt zur Bildung von Fageten (Buchenwäldern). Aus dem europäischen Tertiär sind solche Wälder, in denen die Buche allein herrschend war, nicht bekannt. Sie war damals noch ein Baum polydominanter Waldgesellschaften, den Mixed Mesophytic Forests (MAI 1995, S. 190). Nach MAI (1995, S. 154) ist *Fagus* im Pollenregen 1:4 unterrepräsentiert, d.h. 1 % Anteil am Pollenregen entspricht 4 % Anteil am Waldbild. *Fagus sylvatica* L. (vgl. DENK et al. 2002, 2004), die Rotbuche, ist nach SCHÜTT et al (2002, S. 167) von Natur aus in M.-Europa die am weitesten verbreitete und konkurrenzstärkste Baumart. Ihr Arealschwerpunkt liegt in W.- und M.-Europa, während sie in Südeuropa auf Gebirge beschränkt bleibt. Sie ist eine subatlantische (submed.) Baumart; in M.-Europa deckt sich ihr Maximum und ihr Optimum des Vorkommens. Sie ist vorherrschend v. a. in der mittleren und unteren Bergstufe, häufig auch im Mittel- und Tiefland. Sie erreicht Höhen bis 1800 m ü. NN und ist in den Südalpen und in SW-M-Europa an der Bildung der Waldgrenze beteiligt. Sie fehlt allerdings in mittelalpiner Trockentälern. Sie benötigt ein ausreichend feuchtes, rel. wintermildes Klima (Min. 500-600 mm/a). Sie ist weitgehend unabhängig von der geol. Unterlage und dem Säuregrad des Bodens, doch liegt ihr Verbreitungsschwerpunkt in Kalkgebieten. Ihr Wuchsoptimum liegt auf mittel- bis tiefgründigen, frischen Lehmböden (Braunerden). Sie ist empfindlich gegen Wechselfeuchte und Staunässe, gegen Spät- und extreme Winterfröste sowie Dürre. Abgesehen von wenigen Extremstandorten (nass, trocken, kalt, übermäßig nährstoffreich) wäre unter natürlichen Bedingungen die Rotbuche als natürliche Holzart in M.-Europa nahezu allgegenwärtig. *Fagus grandifolia* EHRH., die amerikanische Buche, ist nach SCHÜTT et al (2002, S. 165/166) die einzige nordamerikanische *Fagus*-Art. Sie umfasst ein großes, das östl. Drittel Nordamerikas umfassendes Areal. Sie kommt in Rein- und Mischbeständen (oft mit *Acer saccharum*, *Betula alleghaniensis*, *Tilia americana*, *Magnolia grandiflora*, *Quercus* sp., *Carya* sp., *Pinus strobus* und *Picea rubens*) vor und wächst auf feuchten, nährstoffreichen Böden. Sie erreicht bis zu 1800 m Höhe ü. NN.

*Fagus* kommt in den Proben 423 bis etwa 240 entweder gar nicht oder nur sehr wenig vor. Erst danach steigert sich ihr Anteil zyklisch auf bis zu 28 % in Probe 158, ihrem Maximum im Palynomorphenbericht. Danach geht die Überlieferung stufenweise zurück (siehe Diagramm 7).

*Fagus* zeigt sich als Gegenspieler der Ulmaceen (s. o.). Mit ihrem Aufkommen in Probe 240 beginnt *Fagus* damit, die Ulmaceen als dominierende Waldbaumarten im

Palynomorphenbericht abzulösen bzw. sich gleichstark neben ihnen zu positionieren. Dies kann klimatische Ursachen gehabt haben (Wechsel zu gemäßigten, ganzjährig humiden Bedingungen), eventuell aber auch in einer krankheitsbedingten Schwäche der Ulmaceen begründet sein (s. o.). Da *Fagus* im Pollenregen deutlich unterrepräsentiert auftritt, kann man davon ausgehen, dass *Fagus* sich als monodominante Waldbaumart aufbaute, es kam zur Bildung eines "reinen" Buchen-Waldes mit wenigen anderen akzessorischen Arten.

#### Fagaceae – Gattung *Quercus*

Die Gattung *Quercus* L. ist heute mit ca. 600 Arten in N- und M-Amerika, in NW-Südamerika, im gemäßigten und subtropischen Eurasien sowie in Nordafrika vom Flachland bis in gebirgige Lagen verbreitet. Es sind sommergrüne oder immergrüne Bäume, seltener Sträucher, die als sehr wichtige Waldbildner gelten (SCHÜTT et al. 2002). Der Anteil von Eichen am natürlichen Wald wird umso größer, je nährstoffarmer und trockener oder je nasser der Standort wird. Vorausgesetzt, dass Eichen dort überhaupt zu gedeihen vermögen. Hier verhält sich die Gattung ähnlich zur Gattung *Pinus* L., mit der sie oft auch vergesellschaftet ist. Auf Art- und Sektionsbasis sind Eichen auch gute Klimaindikatoren, zumindest für die drei Hauptvegetationstypen Sommerlaub-, Lorbeer- und Hartlaubwald (MAI 1995, S. 185).

Eichen sind insgesamt in allen Proben schwach vertreten (zumeist unter 1 %). Allerdings ist eine Zunahme ihrer Überlieferung ab etwa Probe 86 zu beobachten. Sie erreichen dabei in Probe 12 ihr Maximum mit über 9 %.

Das Vorkommen der Eichen zeichnet das Bild eines "Mitläufers" nach. Sie bleiben nahezu immer unbedeutender Bestandteil der Waldvegetation. Erst mit Probe 86 können sie sich etwas stärker durchsetzen. Aufgrund des Rückganges von *Fagus* ist anzunehmen, dass es etwas trockener geworden ist.

#### Juglandaceae – Gattung *Carya*, *Pterocarya*, *Engelhardia*, *Platycarya* und *Juglans*

Die Juglandaceae umfassen gegenwärtig 8 Gattungen mit insgesamt etwa 58 Arten. Es sind laubwerfende Bäume (seltener Sträucher), die hauptsächlich in den gemäßigten Gebieten der Nordhalbkugel verbreitet sind. Einige von ihnen dringen aber auch in die Subtropen vor und erreichen Argentinien, Java und Neuguinea. Man unterscheidet zwei Unterfamilien: 1. Juglandoideae mit Steinfrüchten (*Juglans*, *Carya* u. a.) und 2. Oreomunneoideae mit Flügelnüssen (*Pterocarya*, *Engelhardia*, *Platycarya* u. a.).

#### Juglandoideae – Gattung *Carya*, *Carya cordiformis*

Die Gattung *Carya* NUTT., die Hickorynuss, beinhaltet ca. 15 bis 20 sommergrüne Baumarten. 2 Arten in China, die restlichen im östlichen Nordamerika und Mexiko. Die Gattung ist somit in den warmgemäßigten bis subtropischen Gebieten angesiedelt. *Carya cordiformis* (WANGENH.) K. KOCH, eine Laubmischwaldart, ist die am weitesten verbreitete Hickorynuss in N-Amerika. Sie kommt im Norden von New Hampshire bis in den Süden (Osttexas und Nordflorida) vor. Sie siedelt sowohl auf feuchten wie auch auf trockenen Standorten bis ca. 600 m ü. NN. Ihre besten Bestände liegen aber in den fruchtbaren Niederungen des Ohio und seiner Nebenflüsse (SCHÜTT et al. 2002). Man könnte sie deshalb auch z. T. dem Auwald zuordnen.

Die *Caryapollenites*-Überlieferung zeigt fast zu Beginn der Probensequenz in Probe 400 ihr Maximum mit ca. 27 % Anteil am Pollenspektrum. Danach bis Probe 387 erlebt sie einen Rückgang auf 13 %. Diesen Anteil hält sie in etwa bis Probe 254 mit einem Minimum in Probe 337 mit 2 % und einem Maximum in Probe 308 mit knapp 24 %. Ab Probe 253 findet ein Niedergang des Taxons statt, dessen Anteil bis Probe 154 auf 0 % zurückgeht. Danach erholt sie sich wieder und hält ihren Anteil bei ca. 5 %, allerdings mit weiteren Minima und Maxima.

*Carya* ist ein Baum des Auwaldes und des hügeligen Hinterlandes um den Enspelsee. Als subtropisches bis warmgemäßigtes Element könnte sie den Übergang des Klimas von subtropisch zu Beginn über gemäßigt bis zu gemäßigt kühl am Ende nachzeichnen. Ihre beiden absoluten Tiefstände fallen zum einen mit dem Höhepunkt von *Fagus* (um Probe 160) und dem Höhepunkt von *Picea* um (Probe 38) zusammen. Sie verhält sich dabei ähnlich wie die Ulmaceae. Dies könnte darauf hinweisen, dass bei diesen starken Einschnitten der Ulmaceae klimatische Ursachen vorliegen und keine Krankheiten (siehe Ulmaceen). Je gemäßigter bzw. kühl gemäßigter das Klima wurde, um so mehr trat *Carya* zurück.

#### Juglandoideae – Gattung *Juglans*

Die Gattung *Juglans* L. mit etwa 15 sommergrünen Baumarten hat ihre Hauptverbreitung in der gemäßigten Zone der Nordhalbkugel. In Mitteleuropa ist der Walnussbaum wohl nicht ursprünglich heimisch (rezent), sondern ist ebenso wie in weiten Teilen Süd- und Westeuropas durch die Römer angesiedelt worden (HECKER 1991). Allerdings gedeihen die Bäume in weiten Teilen Mitteleuropas gut, sie sind nur gegen Spätfröste empfindlich. *Juglans regia* L. kommt heute autochthon v. a. in feuchten Schluchtwäldern der Gebirge (Himalaya bis 3.300 m ü. NN) vom östl. Mittelmeergebiet bis SW- und Mittelasien vor. In Mitteleuropa trifft man sie verwildert in edellaubbaumreichen Mischwäldern und in Auwäldern an.

Die Gattung *Juglans* ist im Palynomorphenbericht sehr untergeordnet vertreten. In vielen Proben findet man sie gar nicht. Ansonsten bewegt sich ihr Anteil hauptsächlich um die 0,3 %.

*Juglans* war wohl wie die Gattung *Quercus* mehr ein Mitläufer in den umgebenden Wäldern bis hinauf ins Gebirge. Klimatisch weist ihr Auftreten auf gemäßigte Bedingungen hin.

#### Oreomunneoideae – Gattung *Pterocarya*

Die Gattung *Pterocarya* KUNTH, die Flügelnuss, umfasst etwa 10 sommergrüne Baumarten, von denen eine in W-Asien (*P. fraxinifolia*), die übrigen in O-Asien beheimatet sind. Sie sind hauptsächlich an warm gemäßigten bis subtropischen aber auch an temperierten bis kühl temperierten Tieflagen an Fließgewässern (Auwälder) zu finden.

Bis etwa Probe 180 schwankt der Anteil am Pollenspektrum von *Pterocarya* schwach zyklisch zwischen 0 % und 11 % (Probe 253, Durchsch. 2,4 %), danach ist die Häufigkeit rückläufig und schwankt nur noch zwischen 0 % und 6 %. Im Durchschnitt erreicht das Vorkommen dann nur noch 1,3 %.

*Pterocarya* scheint ein eher untergeordnetes Element des Auwaldes gewesen zu sein. Mit dessen Rückgang (siehe *Carya*) zeigt auch sie einen Einschnitt, allerdings ist dieser insgesamt nicht so gravierend.

#### Oreomunneoideae – Gattung *Engelhardia*

Die Gattung *Engelhardia* LESCHEN. ex BLUME beinhaltet heute 7 Arten von Bäumen, die überwiegend im tropischen und subtropischen Südostasien von Nordindien über Taiwan, Indonesien und den Philippinen beheimatet sind. Es sind halbimmergrüne bis immergrüne Laubbäume,

Im Profil schwankt der Anteil von *Engelhardia* in Probe 423 bis 323 zyklisch zwischen 0 % und maximal 7 %. Ab Probe 322 beginnt ein Rückgang in der Überlieferung, sie ist nur noch zwischen 0 % und 2 % vertreten. Dies hält an bis Probe 171. Ab Probe 170 bis 125 verschwindet *Engelhardia* mehr oder weniger ganz aus dem Palynomorphenbericht. Erst mit Probe 124 taucht sie wieder nennenswert auf. Sie erreicht über 4 % und kommt nach einem weiteren Rückgang zwischen Probe 81 und 74 zu ihrem Maximum der Überlieferung. Bis Probe 40 baut sie ihren Anteil auf über 14 % aus. Jetzt kommt es wieder zu einem Einbruch in der Überlieferung. Sie fällt von Probe 38 bis 27 wieder auf fast 0 % zurück. Erst



mit Probe 26 beginnt sie sich wieder zu erholen und hält sich bis Probe 1 bei durchschnittlich ca. 0,9 %.

*Engelhardia* als tropische bis subtropische Pflanze verhält sich ähnlich wie die Auwald-pflanzen *Fraxinus*, *Pterocarya* und *Platycarya*. Zu Beginn der Sedimentationsgeschichte ist sie "stark" vertreten, dann erlebt sie einen Rückschritt und beginnt sich dann wieder zu erholen. Erst dann steigt sie zu ihrem Maximum auf. Sie ist deshalb dem Auwald zuzuordnen. Auch könnte man aus ihrer rezenten Lebensweise darauf schließen, dass das Klima zu Beginn subtropisch war und danach auf gemäßigt zurückging. Später erholte es sich wieder, um sich dann noch stärker in Richtung gemäßigt bzw. kühl gemäßigt zu bewegen.

Oreomunneoideae – Gattung *Platycarya*

Gegenwärtig ist *Platycarya* SIEB. et ZUCC. eine monotypische Gattung von Laubbäumen oder Sträuchern in China, Korea und Japan, die als wichtiger Baum der Auen- und Pionierwaldgesellschaften der Mixed Mesophytic Forest-Region gilt (MAI 1995, S. 193).

*Platycarya* ist in etwa der Hälfte der Proben zu finden. Ihr Anteil schwankt dabei zwischen 0 % und 2,7 %. Ihre Überlieferung ist ähnlich wie die von *Engelhardia* und sie zeigt ihr Maximum mit 2,7 % in Probe 40.

Sie war somit ein untergeordneter Mitläufer der Auwaldgesellschaft. Auch ist es möglich, dass sie nach Eruptionen im Umfeld des Enspelsees freigewordene Habitate schnell besiedelte und mit zunehmender Besiedlung der Freiflächen wieder zurückgedrängt wurde.

Betulaceae – Gattung *Carpinus* / *Ostrya*

Die Betulaceae sind eine eindeutig laurasische Familie (MAI 1995), die rezent aus 6 Gattungen mit ca. 170 Arten besteht. Es sind laubwerfende, windblütige Sträucher und Bäume mit überwiegend nordhemisphärischer Verbreitung.

Die Gattung *Carpinus* L., die Hainbuche, tritt mit etwa 30 Baum- oder Straucharten in der nördlich gemäßigten Zone von Europa bis zum Verbreitungsschwerpunkt Ostasien (sinojapanisches Gebiet) auf. Eine Art (*C. caroliniana*) kommt in Nordamerika vor. *Carpinus* ist ein wichtiger waldbildender Baum in Sommerlaubwäldern auf gereiften, nährstoffreichen Böden ("Klimax-Böden") und niemals Pioniergehölz (MAI 1995, S. 172). Sie ist eine Charakterart der Eichen-Hainbuchen-Wälder und sie hat einen höheren Lichtbedarf, liebt mehr Sommerwärme und verträgt eine größere Sommertrockenheit als die Rot-Buche (HECKER 1991). Sie kommt sowohl entlang von Fließgewässern als auch als Laubmisch-

waldart der Ebene und der mittleren Gebirgslagen vor. Die Gattung *Ostrya* SCOP. umfasst ca. 10 Arten von sommergrünen Baumarten der Nordhemisphäre von Ostasien über Südeuropa und Nord- sowie Mittelamerika bis in die temperaten Gebirgswälder in den Tropen von Guatemala und Honduras.

Die Blätter und Pollen von *Carpinus* und *Ostrya* sehen sich außerordentlich ähnlich und die Gattungen besetzen dieselben ökologischen Nischen. *Carpinus* und *Ostrya* sind wichtige Waldbäume in den Sommerlaubwäldern von Ostasien und Nordamerika, besonders aber in den Mixed Mesophytic Forests (MAI 1995, S. 172).

*Carpinus/Ostrya* baut sich im Profil (siehe Diagramm 8) zyklisch bis zum Maximum in Probe 240 (21 %) auf. Dabei schwankt ihr Anteil zumeist zwischen 0 % und 10 %. Nach dem Maximalwert erlebt ihr Anteil einen Einbruch und schwankt jetzt zwar weiter zyklisch aber auf niedrigerem Niveau (zumeist zwischen 0 und 6 %).

*Carpinus/Ostrya* scheint auch ein Gegenspieler der Ulmaceen zu sein (siehe auch Diagramm 7). Allerdings nur in der unteren Hälfte des Bohrkerns bis etwa Probe 173, vor dem Auftreten von *Fagus* sp.. Danach bilden sie zusammen mit den Ulmaceen die Gegenspieler von *Fagus* sp.. Es ergibt sich das Bild eines Ulmen-Hainbuchen-Waldes, der von einem Buchen-Ulmen-Hainbuchen-Wald abgelöst wird, sowohl in der Umgebung des

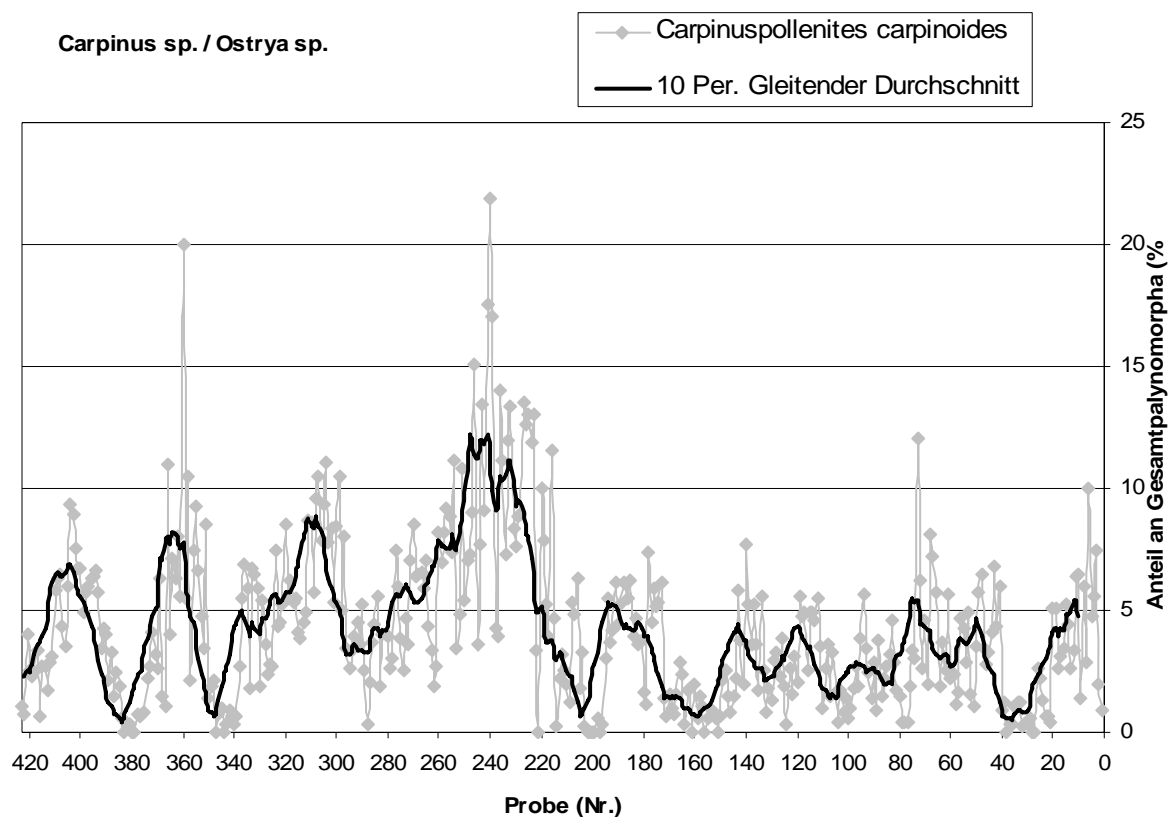


Diagramm 8: Überlieferung von *Carpinus* sp./ *Ostrya* sp.

Sees als auch im hügeligen (gebirgigen) Hinterland. Jedes Mal wenn die Ulmen schwächer wurden, erstarkt *Carpinus/Ostrya*.

Mit Auftreten der Buche wechselt das Bild, *Carpinus/Ostrya* passt sich an und wird nur von den Buchen verdrängt. Die Zyklizität lässt sich möglicherweise mit Schwankungen der Lichteinstrahlung bzw. mit Schwankungen der Sommertrockenheit/Sommerwärme erklären (s. o.). Je sommertrockener, umso stärker kann sich *Carpinus/Ostrya* durchsetzen. Die Ulmaceae besetzten dann die etwas feuchteren, *Carpinus/Ostrya* die mehr trockeneren Lagen, während *Fagus* die "Dürre" nicht bewältigen konnte. Mit Rückgang von *Carpinus/Ostrya* und der Ulmaceen ab etwa Probe 215 scheint die Phase erhöhter Sommertrockenheit abgeschlossen zu sein, *Fagus* setzt sich verstärkt durch.

#### Betulaceae – Gattung *Alnus*

Die Gattung *Alnus* MILL. ist heute mit etwa 30 sommergrünen Baum- oder Straucharten in der nördlich gemäßigten Zone vertreten. Es gibt dabei eine Ausnahme, *A. jorullensis* lebt von Mexiko bis Argentinien. Die Erlen haben unbestrittene Alleinherrschaft auf den nassesten, anmoorigen oder moorigen Standorten und bilden dort mit wenigen anderen Baumarten besondere Gesellschaften, z. B. Bruch-, Flußauen- oder Uferwälder (MAI 1995, S. 170). Sie sind raschwüchsig, aber kurzlebig. Ihr sauerstoffbedürftiges Wurzelwerk erträgt keine lang andauernden, stagnierenden Überschwemmungen.

Der Anteil von *Alnus*-Pollen schwankt zyklisch in Probe 423 bis Probe 261 zwischen 0 und 7 %. Von Probe 260 bis 151 findet man die Pollen nur noch selten (0 bis 1 %). Ab Probe 150 vergrößert sich ihr Anteil wieder zyklisch und erreicht in Probe 49 mit 8,5 % den Maximalwert. Ab Probe 48 schwankt ihre Überlieferung wieder zwischen 0 und 3 % bis Probe 1.

*Alnus* ist somit Bestandteil einerseits des Auwaldes und andererseits eines Moores in der Nähe des Sees. *Alnus* hat ihren größten Anteil am Pollenspektrum, wenn *Carpinus/Ostrya* ihre Minimalwerte erreichen. D.h. bei erhöhtem Feuchtigkeitsangebot breitet sich *Alnus* aus, bei Trockenheit geht sie zurück. Da *Alnus* mit der Überlieferung der Myricaceen konvergiert, kann man die Erlen überwiegend der Moorgesellschaft zuordnen. Klimatisch weisen sie auf warmgemäßigte bis gemäßigte Bedingungen hin.

#### Betulaceae – Gattung *Betula*

Die Gattung *Betula* L., die Birke, kommt heute mit etwa 40 sommergrünen, fast ausschließlich in der nördlich gemäßigten Zone verbreiteten Baum- und Straucharten vor. Sie hat ihren eindeutigen Schwerpunkt in den borealen Gebieten, zeigt aber auch Arealausläufer bis in die Subtropen. Birken sind stets Pioniergehölze, die sowohl auf trockenen wie auf

basenarmen Nassböden zu keimen vermögen. Sie bilden meist rasch vergängliche Pioniergesellschaften oder Degradationsstadien natürlicher Wälder (MAI 1995, S. 171).

*Betula* ist über das ganze Bohrprofil in etwa der Hälfte der Proben vertreten. Ihr Anteil schwankt dabei zyklisch (siehe Kapitel Zeitreihenanalyse) zwischen 0 % und maximal 4,5 %.

Die Birke ist als Pioniergehölz eine der ersten Pflanzen, die sich auf freigewordenen Arealen ansiedelt, die entweder durch vulkanische Eruptionen im Umland oder durch klimatische Rückschläge für andere Pflanzen nicht mehr zu besiedeln waren (siehe auch *Platycarya*). Sobald sich die übrige Vegetation wieder erholt, muss die Birke wieder zurückweichen und überlebt nur in Bereichen, die für die meisten anderen Pflanzen nicht geeignet sind. Dies sind z. B. Moorböden oder kalt nasse Standorte.

#### Tiliaceae – Gattung *Tilia*, *Brownlowia*

Die Tiliaceae sind eine überwiegend tropisch verbreitete Familie mit 41 Gattungen und ca. 400 Arten. Es sind Bäume, Sträucher und selten auch Kräuter. Die Unterfamilie Brownloideae spielen gegenwärtig besonders in den halbimmergrünen tropischen und subtropischen Wäldern eine dominierende Rolle. Die Unterfamilie der Tilioideae besitzt zahlreiche extratropische Vertreter und kommt mit der Gattung *Tilia* überwiegend in der nördlich gemäßigten Zone vor.

Die Gattung *Tilia* L. mit etwa 30 z. T. sehr formenreichen und schwer voneinander abgrenzbaren sommergrünen Baumarten ist rezent in der nördlich gemäßigten Zone Eurasiens und Amerikas beheimatet. Heute gilt sie als typisches Breitlaub-Wald-Element und meidet atlantisches Klima. Sie ist an kontinentales Klima gebunden und bildet z. T. richtige Lindenmischwälder an steinigen, trockenen Steilhängen der Alpen und auf Schutthalden zusammen mit *Acer*, *Fraxinus* und *Ulmus* (SCHÜTT et al. 2002, S. 527). Sonst sind sie Bestandteil sommerwarmer kontinentaler Laub- oder Laub- Nadelmischwälder.

Die Gattung *Brownlowia* ROXB. besteht aus kleinen Bäumen oder Sträuchern die vorwiegend in tropischen und subtropischen Wäldern beheimatet sind.

Die Tiliaceae (siehe Diagramm 9) schwanken in ihrer Überlieferung von Probe 423 bis Probe 299 zyklisch zwischen 0 % und 7 %. Ab Probe 298 erleben sie eine erste Schwächeperiode, die bis Probe 181 anhält. Dabei schwanken sie nur noch zwischen 0 und knapp 4 %. Mit Probe 180 beginnt ihre schwächste Periode im Palynomorphenbericht. Ihr Anteil schwankt jetzt nur noch zwischen 0 und 3 %, liegt dabei aber zumeist unter 1 %.

Die Linden waren ein weiterer Bestandteil des Mesophytischen Laubmischwaldes in der Umgebung des Sees und der hügeligen Lagen im Hinterland. Sie folgen in ihrer Überlieferung im ersten Drittel in etwa *Carpinus/Ostrya*, sind aber auch sehr ähnlich der

Überlieferung der Moorpflanzen. Im zweiten Drittel zeigen sie sich schwächer und nähern sich der Kurve der Ulmaceen an, um dann im dritten Drittel ganz schwach weiter die Kurve der Ulmaceen nachzuzeichnen. Da die Linden gerne auf trockenen Schutthalden wachsen, könnte man sie z. T. auch am Kraterrand selbst ansiedeln. Mit dessen zunehmender Einebnung wäre dann ihr Habitat immer kleiner geworden. Da ihr Anteil am Palynomorphenbericht in zwei Stufen zurückging wäre eine Einebnung / Rückgang der Schutthalden in zwei Stufen denkbar. Ihr erster Rückgang würde auch mit der Zeit der stärksten Überlieferung von Dinoflagellaten korrelieren, die ja als Anzeiger

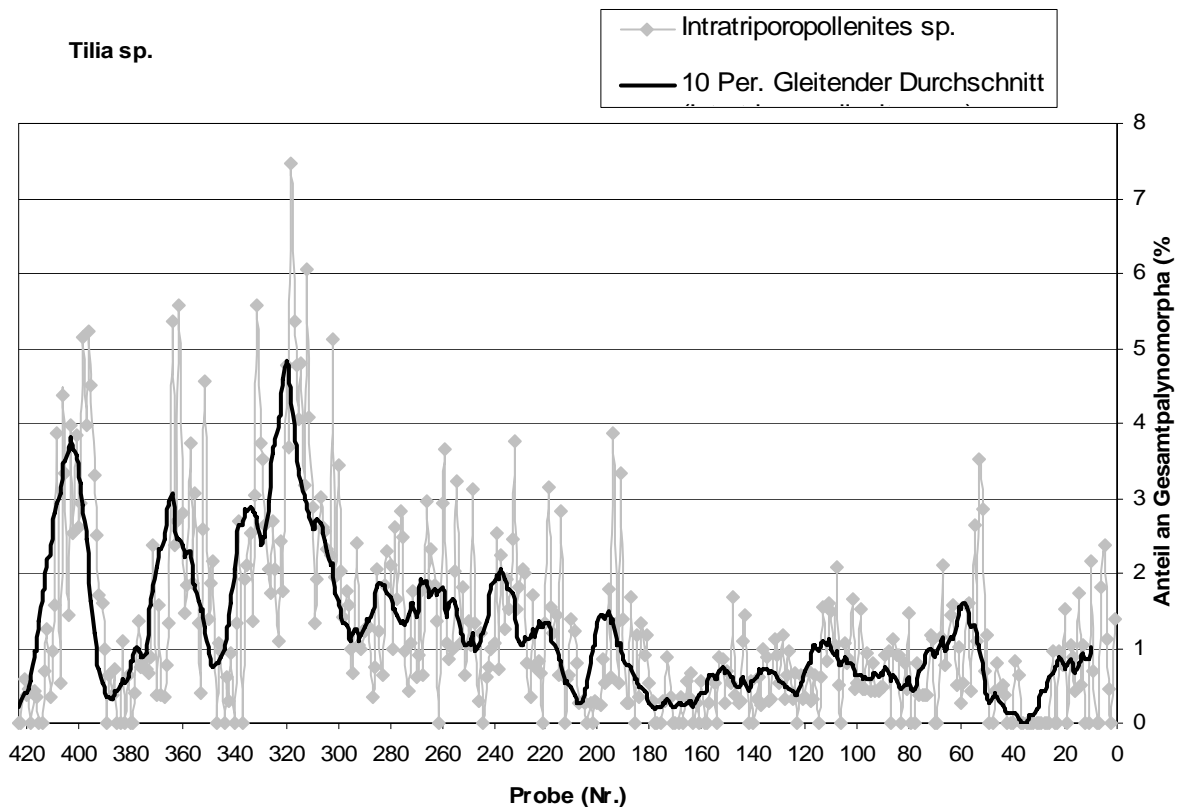


Diagramm 9: Überlieferung der *Tilia*-Pollen

für starke Niederschläge und damit für eine starke Erosion erkannt wurden. Ihre Zyklizität zu Beginn könnte zudem auf abwechselnd feuchte und trockene Bedingungen hindeuten, sie breiteten sich in trockeneren Zeiten aus, in mehr humiden Phasen ging ihr Anteil zurück. Ihre Gebundenheit an kontinentales sommertrockenes Klima würde einen Übergang von mehr kontinentalem sommertrockenem Klima hin zu einem ozeanischen immerfeuchten Klima bedeuten. Im Falle von *Brownlowia*, einem Element des Mesophytischen Waldes, wäre ein stufenweiser Übergang von tropischen / subtropischen Bedingungen hin zu gemäßigteren Bedingungen denkbar.

### Oleaceae – Gattung *Fraxinus*

Die Oleaceae sind heute eine kosmopolitisch verbreitete Familie, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in Ostasien besitzt. Sie umfasst ca. 600 Arten laubwerfender oder immergrüner Bäume und Sträucher. Die Gattung *Fraxinus* L. beinhaltet ca. 65 sommergrüne Baum-, z. T. auch Straucharten, die hauptsächlich in der nördlich gemäßigten Zone Asiens, Europas und Amerikas sowie südlich bis Südasien und Java, N-Afrika sowie Mexiko und Cuba vorkommt. Sie besiedelt feuchte und ufernahe Standorte und Auwälder.

*Fraxinus*-Pollen sind zu Beginn bis Probe 335 insgesamt am stärksten im Palynomorphenbericht vertreten. Sie schwanken dabei zyklisch zwischen 0 % und maximal 15 % Anteil. Ab Probe 334 beginnt ihr Niedergang, sie erreichen jetzt nur noch maximal 4,7 % (Probe 47), liegen aber zumeist unter 1 % Anteil.

Als typische Auwaldart liegt sie in der Überlieferung ihrer Minima und Maxima bis zu ihrem Einbruch ab Probe 334 ähnlich wie die Ulmaceen. Danach sind aber nur noch wenige ihrer Pollen überliefert. Dieser Rückgang könnte die Entwicklung des Auwaldes abbilden. Er spielte nur bis etwa Probe 334 eine prägnante Rolle und verschwand dann größtenteils aus der Nähe des Sees. Erst im oberen Teil des Profils kommt es wieder zu einer Erholung des Auwaldes.

### Salicaceae – Gattung *Salix*

Die Salicaceae sind rezent eine Familie mit zwei Gattungen und ca. 700 Arten. Es sind sommergrüne Bäume und Sträucher, die besonders die Uferbereiche besiedeln. Sie kommen von der Arktis bis in die Tropen vor. Die Gattung *Salix* L. besteht aus ca. 500 Arten sommergrüner Bäume und Sträucher, die in der Arktis und den Alpen auch niederliegende Zwergsträucher sind. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in der nördlichen kalten und gemäßigten Zone. Außerdem kommen Angehörige der Gattung auch in den Tropen Südostasiens, in Südafrika und Südamerika, nicht aber in Australien und Ozeanien vor. Man findet sie deshalb auch oft in fossilen Floren subtropischen Charakters als seltenes, extrazonales Element (MAI 1995, S. 224). *Salix*-Arten sind schnellwachsende, meist pfahlwurzelbildende Pionierholzarten mit hohem Lichtbedürfnis, die nie im Klimax-Wald vertreten sind (SCHÜTT et al. 2002). Sie kommen sowohl auf kalkigen wie auch auf moorigen Böden vor. Sie besiedeln dabei zumeist ufernahe Standorte entlang von Gewässern und Fließgewässern, kommen aber auch in Mooren vor.

*Salix* ist ein relativ seltenes Element des Palynomorphenberichts. Die Weiden sind in den meisten Proben nicht vertreten. Wenn sie sich zeigen, bleiben sie zumeist unter 1 % Anteil. Eine Ausnahme gibt es: Von Probe 337 bis 326 erreichen sie ihr Maximum mit über 5 % Anteil am Pollenspektrum, zeitgleich mit den Magnolien und *Inaperturopollenites* sp.

(siehe Gymnospermen) sowie den Myricaceen und den Cyrillaceen/Clethraceen. Danach ziehen sie sich wieder zurück und werden in den hangenden Proben immer seltener.

*Salix*, zusammen mit den Moorpflanzen wie *Alnus*, den Myricaceen und den Cyrillaceen/Clethraceen, scheint ein sich ausbreitendes sumpfiges Moor besiedelt zu haben. Dabei wuchsen die Taxodiaceen im sumpfigeren Teil, der Rest besiedelte den mehr moorigen Teil.

#### Magnoliaceae – Gattung *Magnolia*

Die Familie der Magnoliaceae besitzt heute 12 Gattungen mit etwa 215 Arten. Diese kommen vorzugsweise in gebirgigen Gebieten mit Zentrum in Indonesien und Malaysia, daneben aber auch in Süd- und Ostasien, sowie im atlantischen Nordamerika, in Mittelamerika und dem nördlichen Südamerika vor. Sie fehlen in Europa völlig, waren aber fossil hier sehr formenreich vertreten (MAI 1995, S. 200). Die Gattung *Magnolia* L. besteht heute aus ca. 75 sommer- oder immergrünen Bäumen und Sträuchern. Sie leben im östl. N- und Mittelamerika, in Ostasien und im Himalaya. Dabei verteilt sich ein Drittel davon auf Nord- und Mittelamerika und zwei Drittel auf Südost- und Ostasien. Ungefähr 80 % aller Arten sind immergrün. In Gebirgsregen- und Nebelwäldern trifft man sie bis in tropische Gebiete hinein an (MAI 1995). Von den 17 laubwerfenden Arten bilden einige die Nordgrenze in Nadel -Laub-Mischwäldern auf Hokkaido (Japan) und Ontario (Kanada). Das Vorkommen von Samenresten in vielen Braunkohlen beweist, dass die fossilen Arten feuchtigkeitsliebend und wenigstens z. T. sumpfbewohnende Bäume waren. Diese Eigenschaften haben sie mit vielen der heutigen Verwandten gemein (MAI 1995).

Magnolienpollen sind zu Beginn bis etwa Probe 182 einer der auffälligsten Vertreter im Palynomorphenbericht. Sie schwanken in ihrem Anteil zwischen 0 % und 19 %. Zumeist liegen sie dabei aber bei durchschnittlich 2,5 %. Im Probenabschnitt von Probe 337 bis 310 erreichen sie ihren Maximalwert von 19 %. Ab Probe 181 ziehen sie sich aus der Überlieferung zurück, ihr Anteil verringert sich auf nur noch maximal 2,5 %, meistens liegt er aber deutlich darunter, häufig sogar bei 0 %. Im Hangenden der Proben (Probe 14 bis 2) kommen sie gar nicht mehr vor.

Die Maximalverbreitung der Magnolien überschneidet sich mit der von *Salix* und mit der von *Inaperturopollenites* sp. (siehe Gymnospermen). In diesem Zeitraum muss es zur Ausbildung eines sumpfigen Moores (siehe auch Myricaceen und Cyrillaceen/Clethraceen) gekommen sein. Die Magnolien besiedelten dabei zusammen mit den Taxodiaceen die sumpfigen Bereiche. Später ging dieser Lebensraum zurück, die Magnolien verschwanden zusehends aus dem Palynomorphenbericht.

Vitaceae – Gattung *Cissus*, *Ampelopsis*, *Cayratia* oder *Parthenocissus*

Die Vitaceae (Weinrebengewächse) sind eine Familie, die heute aus 12 Gattungen mit etwa 700 Arten besteht. Sie kommen weltweit in den tropischen und subtropischen Gebieten vor und haben nur wenige Vertreter in den gemäßigten Breiten. Es sind hauptsächlich klimmende Holzpflanzen, seltener kleine Bäume und Sträucher. Ihr Verbreitungsschwerpunkt und wohl auch das Entstehungszentrum liegen laurasisch und afrikanisch, mit wenigen Gattungen einer weiten Verbreitung auch in Südamerika (MAI 1995, S. 238).

*Ampelopsis* MICHX. z. B. ist heute mit 24 Arten im temperaten und subtropischen Amerika und Asien verbreitet und war fossil in Europa und Westasien durch eine ganze Anzahl von Arten vertreten. Auch *Parthenocissus* mit heute 15 Arten aus den gemäßigten Gebieten N-Amerikas und Asiens ist fossil nachzuweisen.

Die Vitaceae haben ihren Überlieferungsschwerpunkt im liegenden Teil des Kerns bis etwa Probe 255. Hier sind sie mit einem Anteil zwischen 0 % und 2 % vertreten. Ab dann tauchen sie nur noch sporadisch in den Proben auf und erreichen dabei nur einmal wieder mehr als 2 % Anteil (Probe 50). Zumeist sind sie dann entweder gar nicht oder mit weniger als 0,5 % vorhanden.

Sie lebten als Kletterpflanzen im umgebenden Ulmen-Hainbuchen-Wald und/oder im Auwald. Mit dem Wechsel des Ulmen-Hainbuchenwaldes zu einem von *Fagus* sp. dominierten Wald scheinen sie aber nicht zurechtgekommen zu sein, sie gehen zurück und zeigen nur in Phasen mit größerem Anteil an Ulmen-Pollen wieder etwas mehr Präsenz. Dies könnte bedeuten, dass die Vitaceen mit den durch die Buchen belegten, mehr gemäßigt humiden Bedingungen, nicht zurechtkamen.

Cyrillaceae / Clethraceae

Es existieren heute 3 Gattungen mit 14 Arten in dieser Familie. Sie leben im warm temperaten und subtropischen Amerika, nördlich bis ins atlantische Gebiet der Südstaaten reichend. Cyrillaceen sind immergrüne Sträucher und Bäume, die in Küstenebenen des südöstlichen Nordamerikas wichtige Elemente der sogenannten Pocosin-Moorgehölze und der *Cyrilla*-Dickichte auf sehr saurem Substrat von pH-3,5-5 bilden. Dieses ökologische Verhalten muss man auch den fossilen Vertretern in Europa zubilligen (MAI 1995, S. 180). Die Familie der Clethraceae mit ihrer einzigen Gattung *Clethra* (Zimterle) besteht aus erlenähnlichen, tropischen bis subtropischen Bäumen oder großen Sträuchern, die immergrün oder auch laubwerfend sind. Sie sind heute in Asien, N- und Südamerika mit ca. 64 Arten beheimatet. Beide Familien kommen zumeist auf sauren Böden vor.

Die Cyrillaceae/Clethraceae kommen zu Beginn bis Probe 306 zyklisch mit Anteilen von 1 bis 23 % am Pollenspektrum vor. Im Durchschnitt liegen sie dabei bei 6 %. Ab Probe



305 bis Probe 186 ändert sich das Bild. Sie variieren in ihrem Anteil nicht mehr zyklisch sondern sind eher gleichmäßig mit ungefähr 3 % vertreten. Ab Probe 185 bis 96 ziehen sie sich noch weiter aus dem Palynomorphenbericht zurück (durchschn. 2 % bis Probe 157, durchschn. 1 % bis Probe 126 und durchschn. wieder 2 % bis Probe 102). Jetzt ändert sich wieder ihre Überlieferung. Ihr Anteil variiert wieder zyklisch zwischen 0 % und 15 %, wobei sie von Probe 36 bis Probe 25 ihren kleinsten Wert (nahe 0) erreichen (siehe Diagramm 10).

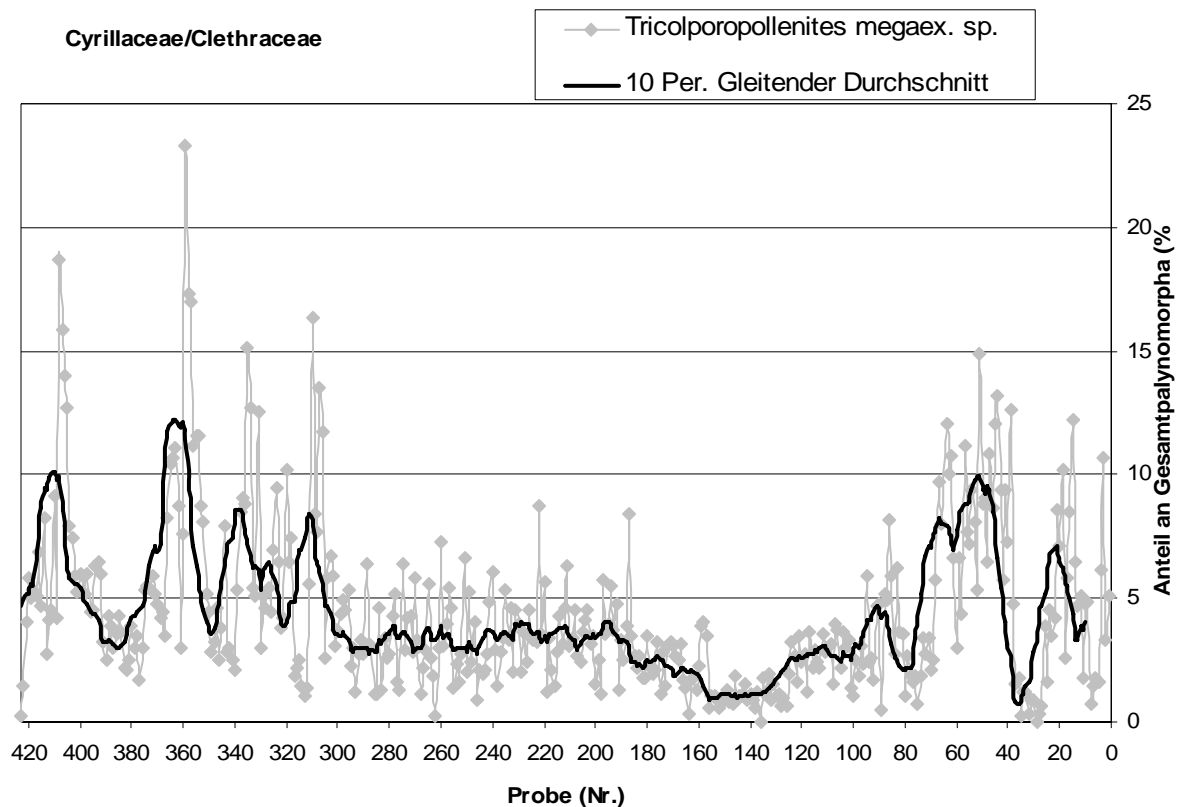


Diagramm 10: Überlieferung der Cyrillaceae/Clethraceae

Die Cyrillaceen/Clethraceen repräsentieren einen Teil der Moorgesellschaft in der Nähe des Enspelsees. Zu Beginn der Sedimentationsgeschichte geht es ihnen gut. Je nach Wasserstand baut sich das Moor zyklisch vor bzw. geht wieder zurück (siehe *Pinus*). Sie verhalten sich dabei gegenläufig zu den Tiliaceen. Sie fallen aber zusammen mit diesen in zwei Schritten um Probe 300 und Probe 180 deutlich ab. Erst ab etwa Probe 100 können sie sich wieder auf die Stärke des Beginns erholen. Es scheint, dass die Cyrillaceen/Clethraceen auch in Kraternähe siedelten, mit dessen zunehmender Einebnung wurde ihr Lebensraum anscheinend beschnitten bzw. sie wurden vom sich aufbauenden Sumpf verdrängt. Die Moorvegetation scheint "ertrunken" zu sein. Ab Probe 100 gehen die Sümpfe wieder zurück, das Moor kann verlorenes Terrain zurückerobern. Klimatisch könnte dies als Folge einer Erwärmung und/oder einem Feuchtigkeitsrückgang geschehen sein.

## Myricaceae – Gattung *Myrica*

Die Myricaceen sind eine kleine Familie, die nur aus drei Gattungen mit ca. 50 Arten besteht. Es sind zumeist Sträucher, gelegentlich auch kleine Bäume. Sie besiedeln überwiegend nährstoffarme Substrate und ihre Wurzeln leben in Symbiose mit Actinomyceten der Gattung *Frankia*. Mit Ausnahme Australiens sind sie weltweit verbreitet. Sie besiedeln subtropische, tropisch-montane bzw. gemäßigte Gebiete Europas, Ost- und Südasiens, Afrikas und kommen auch im atlantischen und pazifischen Nordamerika sowie im Norden und Nordwesten von Südamerika vor. Es handelt sich um immergrüne oder laubwerfende Holzgewächse. Die Gattung *Myrica* L. umfasst etwa 35 Arten sommergrüner oder immergrüner Sträucher der gemäßigten und subtropischen Zone beiderseits des Äquators. *Myrica gale* L. ist die einzige Art ihrer Gattung, die auch in Europa heimisch ist. Sie ist vor allem in atlantisch geprägtem Klima zu Hause (SCHÜTT et al. 1994). Bei *Myrica gale* kann man sogar von zirkumpolarer Verbreitung sprechen. Der Gagelstrauch wächst auf feuchten, stickstoffarmen Böden, besonders auf Zwischen- und Übergangsmooren. Er meidet die eigentlichen Hochmoore. Er ist in Heide- und Dünenmooren, am Rande von anmoorigen Waldgesellschaften, von Erlenbrüchen und in Moorweidengebüschen zu finden. Im Winter werden länger andauernde Überflutungen ertragen. Der Gagel liebt hohe Luftfeuchtigkeit und meidet Kalkgebiete. Er gilt als ausgesprochener Säurezeiger und als Lichtgehölz. Er ist die Charakterart des Myricetums und wird begleitet von *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Salix aurita*, *Frangula alnus* und auch von *Pinus sylvestris*.

Im Profil schwankt *Myrica* zyklisch (siehe Kapitel Zeitreihenanalyse) von Probe 423 bis Probe 308 zwischen 0 % und 34 % Anteil am Pollenregen. Von Probe 307 bis 182 wechseln ihre Anteile weiter zyklisch zwischen 0 % und 13 %. Ab Probe 181 bis Probe 71 liegen ihre Werte zwischen 0 % und 5 %, um dann wieder auf bis zu 21 % in Probe 57 anzusteigen. Nach einem starken Rückgang von Probe 51 bis 19 (Durchschn. < 1 %) erholt sie sich in den restlichen Proben wieder auf bis zu 11 %.

*Myrica* zeichnet die Entwicklung der Cyrellaceen/Clethraceen nach. Allerdings hält sie dabei zumeist einen höheren Anteil am Pollenspektrum. Auch zeigen sich Ähnlichkeiten mit *Alnus*, *Salix*, *Tilia* und *Magnolia*. Es wird das Bild eines vor- und zurückweichenden Moores (siehe *Pinus*) überliefert, das mit wechselnden Wasserständen zurecht kommen muss und in der hangenden Hälfte des Profils von einer Sumpfgesellschaft verdrängt wird. Erst gegen Ende der Seegeschichte kommt es zu einer leichten Erholung der Myricaceen, was eventuell an einer Feuchtigkeitsabnahme und infolgedessen einem Rückgang des Sumpfes gelegen hat.

## Ericaceae – Gattung *Erica*

Die Ericaceen sind eine Familie der Ericales, zu denen auch die Cyrellaceen gehören. Sie bestehen aus ca. 2500 Arten in 82 Gattungen, die meist immergrüne Zwergsträucher auf

sauren Böden der Tundren, Hochgebirge, Heiden, anmoorigen Wäldern, Torfmooren, aber auch tropische Epiphyten sind. Alle Vertreter zeichnen sich durch ihre endotrophe Mykorrhiza aus. Dies bedeutet eine starke Erweiterung der unterirdisch aufnehmenden Organe und kann die Anspruchslosigkeit der Ericaceae erklären (siehe MAI 1995, S. 181). Das Vorhandensein eines früh- bis mitteltertiären Grundstocks heute tropisch montaner, den ostasiatischen Grundtypen nahe stehender Sippen in Zentralamerika und in Europa (hier nur fossil) ist gesichert. In der Strauchschicht der hartlaubigen Wälder des europäischen Tertiärs kamen die Ericaceen wahrscheinlich in einer viel größeren Anzahl vor, als das aus den vorhandenen Fossilien ersichtlich wird (ANDREANSKY 1955). Die Gattung *Erica* L. umfasst etwa 500-600 Arten, deren Ursprung und Hauptverbreitung im südlichen Afrika liegt. Sie kommen auch in den atlantischen Gebieten Europas vor und sind immergrüne Sträucher oder Halbsträucher.

Die Ericaceen sind in etwa der Hälfte der Proben untergeordnet vertreten. Sie schwanken zwischen 0 % und 1,8 % Anteil, liegen aber durchschnittlich bei etwa 0,3 %. Sie werden allerdings zum Hangenden hin stärker, was auf kühler werdende Verhältnisse hindeutet. Sie waren wohl untergeordneter Bestandteil der Moorgesellschaft.

#### Nyssaceae – Gattung *Nyssa*

Die Nyssaceae sind eine Familie, die drei Gattungen umfasst. Sie besteht aus etwa 10 Arten mit einer disjunkten Verbreitung von Südost- und Ostasien bis ins atlantische Nordamerika und Mittelamerika. Bei allen Arten der Familie handelt es sich um laubwerfende Bäume oder Sträucher von sehr verschiedener Ökologie (MAI 1995, S. 210). Die Gattung *Nyssa* L. (Tupelobaum) beinhaltet 8 sommergrüne Baumarten, 4 davon in N-Amerika, 2 in Ostasien. Der Name "Tupelo" geht auf die Creek-Indianer zurück und bedeutet "Sumpfbaum" (SCHÜTT et al. 2002). Nach MAI (1995) hat *Nyssa* in den Braunkohlelagern Europas an manchen Stellen Massenvorkommen von Fruchtresten geliefert, welche daraufhin deuten, dass *Nyssa* in der Braunkohlezeit überwiegend ein Sumpfbaum war. Sie werden deshalb analog den heutigen amerikanischen Arten der Swamps als Pflanzen von Feuchtwäldern auf mineralischen, seltener eutrophen Böden gedeutet. Aber unter den heutigen *Nyssa*-Arten befinden sich nicht nur Sumpfbäume, sondern auch Bewohner feuchter Bergwälder und sogar trockener Hänge.

Die Gattung *Nyssa* tritt ab Probe 267 im Palynomorphenbericht auf. Sie erhöht ihren Anteil aber erst ab Probe 239 langsam und dieser Anteil erreicht seinen Höhepunkt in Probe 151 mit 20 %. Allerdings sind *Nyssa*-Pollen auch in diesem Bereich nicht in allen Proben vertreten. Danach gehen sie wieder zurück und verschwinden ab Probe 87 wieder völlig. Erst mit Probe 45 bis 17 zeigen sie sich wieder mit sehr geringen Anteilen (unter 1 %). Dann verschwinden sie wieder und tauchen nur in Probe 1 noch einmal verstärkt (16 %) auf.

Das Auftreten von *Nyssa* fällt zeitlich zusammen mit dem verstärkten Auftreten der Taxodiaceen *Glyptostrobus/Taxodium*. Mit deren ersten Einbruch ab Probe 80 verschwindet sie aber völlig und zeigt sich erst wieder, als diese ihren nächsten Höhepunkt erreichen. Durch das gleichzeitige Auftreten mit *Glyptostrobus/Taxodium* lässt sich auf *Nyssa* als Sumpfbaum schließen, sodass man von einem *Nyssa-Taxodium*-Sumpfwald sprechen kann. Allerdings verschwindet *Nyssa* zum Hangenden hin wieder aus dem Palynomorphenbericht, dies könnte klimatische Ursachen (Erwärmung, Feuchtigkeitsrückgang) gehabt haben.

#### Cyperaceae – Gattung *Carex*

Die Familie der Cyperaceae (Sauergräser) ist mit über 4000 Arten aus über 95 Gattungen eine der wichtigsten krautigen Familien der Erde. Die Unterfamilie der Caricoideae beinhaltet mit *Carex* L. die formen- und artenreichste Gattung der Welt (heute über 2000 Arten). Nach MAI (1995) sind fossil in Europa mindestens 85 Arten beschrieben. Die frühesten Funde stammen aus dem Paläozän der Arktis, gesichert sind die Reste ab dem Unteroligozän. Nach den Früchten sind die miozänen Arten eindeutige Exoten mit ostasiatisch-nordamerikanischer Verwandtschaft. Erste heutige Artenkomplexe beginnen im höheren Miozän und Pliozän mit meist extrem atlantischer oder überwiegend südlicher Verbreitung. Die Mehrzahl heutiger Arten findet sich erst ab dem Pleistozän. Die meisten Cyperaceen sind ausdauernde Seggen in Sümpfen, Rieden, Mooren, Röhrichen und sind oft Zeigerpflanzen für den Trophiegrad nasser Böden und für pH-Werte. Eine Reihe einjähriger Arten besiedelt Schlamm- und Sandbänke an Ufern, bisweilen auch Salzstellen und Nassböden als Stadien schneller Sukzessionsfolgen (MAI 1995, S. 179).

Die Cyperaceen sind am Palynomorphenbericht nur untergeordnet beteiligt. Ihr Anteil schwankt zwischen 0 % und 1,5 % zu Beginn der Abfolge, erreicht in den Proben 343 bis 321 seinen Höhepunkt von bis zu 3,7 % und liegt danach durchschnittlich bei 0,7 %. Es fällt weiterhin auf, dass die Cyperaceen sich zum Hangenden hin immer mehr zurückziehen. Ab etwa Probe 180 verschwinden sie fast ganz.

Ihre Überlieferung ähnelt somit der von den Myricaceen, den Cyrillaceen/Clethraceen, *Spargania* (s. u.) und auch *Tilia*. Ihr Höhepunkt fällt allerdings mit dem der Magnolien zusammen. Die Cyperaceen wuchsen in der näheren Umgebung des Sees entweder am Ufer und/oder einem Moor in der Nähe. Während der Hochphase waren sie auch am "Magnoliensumpf" zusammen mit *Salix* beteiligt. Sie folgen der Moorentwicklung; mit zunehmender Einebnung des Kraterandes bzw. Ausdehnung des *Nyssa-Taxodium*-Sumpfwaldes verloren sie ihren Lebensraum, sie wurden überflutet. Die Uferpflanzen des Sees bzw. die Moorpflanzen mussten zurückweichen, der Sumpf breitete sich aus, der Wasserspiegel des Sees bzw. der Grundwasserspiegel stieg an.

### Sparganiaceae/Typhaceae – Gattung *Sparganium*, *Typha*

Nach MAI (1995, S. 228) sind die Sparganiaceae eine Familie mit rezent ca. 20 Arten, die auf der gesamten Nordhalbkugel verbreitet sind. Die Arten von *Sparganium* L. sind aufrechte oder flutende Wasserpflanzen und typische Verlandungspflanzen in flachen Gewässern, an Ufern und im Röhricht.

Die Typhaceae beschreibt MAI (1995, S. 234) als monotypische Familie, in der die Gattung *Typha* L. gegenwärtig mit 10-15 Arten von den gemäßigten bis in die tropischen Regionen der Erde verbreitet ist. Es sind Uferpflanzen mit kriechenden Rhizomen, die oft in monotoner Massentwicklung die Röhricht-Gesellschaften an den Ufern stehender oder fließender Gewässer, vom Süßwasser bis zum Brackwasser prägen. Sie sind anemochor rasch zu verbreiten und deshalb sehr oft Pionierpflanzen schlammiger Ufer und eutrophierter Böden.

*Spargania/Typha* zeigt sich im Profil ähnlich wie die Cyperaceen. *Spargania/Typha* haben ihren Höhepunkt zu Beginn der Überlieferung bis etwa Probe 314 mit einem Anteil von zumeist 1-2 % am Palynomorphenbericht. Von Probe 313 bis etwa Probe 180 erleben sie einen Abfall auf durchschnittlich ca. 0,5 % (mit fallendem Anteil). Ab Probe 179 treten sie nur noch selten in Erscheinung und bleiben dabei zumeist unter 0,5 %.

Die Sparganiaceen/Typhaceen als typische Verlandungspflanzen spiegeln die Entwicklung des Auwaldes sowie des Moores wider. Mit deren Rückgang gehen diese Moor-/Uferstandorte zurück. Der reine Sumpfwald verdrängt die Moore und Auen zunehmend. Auch scheinen die Uferbereiche am See kleiner geworden zu sein. Der Wasserspiegel stieg an, die Randbereiche wurden kleiner.

### Poaceae (Süßgräser)

Nach MAI (1995, S. 217) besitzt die Familie etwa 700 Gattungen mit 8.000 Arten, die über die ganze Welt verbreitet sind. Sie sind bestandsbildend auf Savannen und Dünen, seltener in Wäldern, Sümpfen und Gewässern. Fossile Pollen der Familie als deren sicherste Zeugen werden zuerst aus dem Maastricht von West-Afrika genannt, aber die Gräser waren nie reichlich vor dem Eozän. In Europa beginnt das Einsetzen graminoider Pollen im ausgehenden Eozän bzw. im Oligozän, jedoch sehr zögernd. Häufiger sind *Graminidites*-Pollen erst in einigen Abschnitten des Miozäns und im Pliozän (KRUTZSCH 1970b). Der Bezug auf einzelne Genera ist allerdings nicht möglich.

Die Gramineae schwanken über den ganzen Bohrkern hinweg zwischen 0 % und maximal 6 % Anteil am Pollenspektrum. Zumeist sind sie aber entweder gar nicht vertreten oder ihr Anteil bleibt deutlich unter 1 %.

Es lässt sich keine deutlich identifizierbare Schwäche- oder Stärkeperiode ausmachen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die Gräser untergeordnet an der Uferbepflanzung, im Moor, im Auwald und auch im umgebenden Wald des Hinterlandes wuchsen. Klimatisch gesehen ist keine Aussage möglich, da die Bestimmung dies nicht zulässt.

#### Analyse der Angiospermenentwicklung

Die Angiospermen lassen sich 6 unterschiedlichen Habitaten zuordnen:

- 1) Dem Mesophytischen Laubmischwald des hügeligen bis bergigen Hinterlandes und der näheren Umgebung des Sees mit Arten wie *Ulmus* sp., *Zelkova* sp., *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Carya* sp., *Juglans* sp., *Carpinus/Ostrya* sp., *Tilia* sp., den Vitaceen und schließlich den Poaceen.
- 2) Dem Moor mit den Myricaceen, den Cyrillaceen/Clethraceen, *Betula* sp., *Alnus* sp., *Engelhardia* sp., *Salix* sp., den Ericaceen und den Poaceen.
- 3) Dem Auwald mit den Arten *Ulmus* sp., *Carya* sp., *Pterocarya* sp., *Platycarya* sp., *Engelhardia* sp., *Alnus* sp., *Fraxinus* sp., *Salix* sp., den Vitaceen sowie den Poaceen.
- 4) Einem Sumpfwald mit *Nyssa* sp., *Magnolia* sp. und den Poaceen.
- 5) Den Pflanzen der Uferstandorte mit Cyperaceen, *Spargania*
- 6) Den Pflanzen der Trockenstandorte (hier nicht besprochen, da zu selten) mit den Arten *Plantagina* sp., *Ephedra* sp., *Artemisia* sp., *Chenopodium* sp., *Mastixia* sp. und den Compositen

Dabei zeigen die Arten mit den größten Häufigkeiten im Palynomorphenbericht (die Ulmaceen, *Carpinus/Ostrya* sp., *Carya* sp., *Fagus* sp.) eine deutliche Zweiteilung in der Überlieferung. Man kann in der ersten Hälfte der überlieferten Proben von einem durch Ulmaceen, Hainbuchen und *Carya* geprägten Mesophytischen Wald sprechen, der von einem Buchenmischwald mit starken Anteilen der Ulmaceen, von *Carpinus* sp. und *Carya* sp. (je nach Wasserangebot) abgelöst wurde. Mit dem Aufkommen von *Fagus* sp. findet sich auch *Nyssa* sp. in den Proben. *Nyssa* bildet zusammen mit den Taxodiaceen einen Sumpfwald in der Umgebung des Sees. Daneben gibt es Arten, hauptsächlich im Moor bzw. Auwald angesiedelt, die in ihrer Überlieferung eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Dreiteilung (siehe *Tilia* sp., *Fraxinus* sp., *Salix* sp., *Alnus* sp., *Engelhardia* sp., *Myrica* sp., *Cyperus* sp., *Sparganium* sp. und die Cyrillaceen/Clethraceen) aufzeigen.

Zusammenfassend zeichnet sich das Bild einer Vegetation, die stark von der Humidität geprägt wurde. Zu Beginn herrschten subtropische Bedingungen mit wechselndem Feuchtigkeitsangebot. Dieser Wechsel hatte starke Auswirkungen auf die unterschiedlichen Habitate, die Pflanzen des umgebenden Waldes konnten sich dabei je nach ihrer Ökologie ausbreiten oder mussten zurückweichen (*Ulmaceae*, *Carpinus*, *Carya*, *Fagus*, *Tilia*). Auch

wechselnde Wasserpegel spielten eine Rolle für das Moor (Cyrillaceae/Clethraceae, *Myrica* sp.) bzw. für den Sumpfwald. Je nach Wasserstand konnte sich das Moor oder ein Sumpf ausbreiten, in den mehr trockenen Phasen das Moor, in den mehr feuchten Phasen der Sumpf. Mit dem Übergang des Klimas zu mehr gemäßigten, feuchten Bedingungen wechselte auch der Charakter des Waldes. Ein von *Fagus* geprägter Wald baute sich auf, der aber in wärmeren Phasen wieder zu seiner ursprünglichen Zusammensetzung - wie zu Beginn der Sedimentationsgeschichte - wechselte. Im Sumpf dominierten die Taxodiaceen und *Nyssa*, wurden aber wieder je nach Wasserstand und Temperatur in den trockeneren Phasen vom Moor zurückgedrängt. Insgesamt allerdings zeigte der Wasserstand in der zweiten Hälfte des Profils einen stetig ansteigenden Trend, was durch den Rückgang der Verlandungspflanzen wie *Spargania/Typha* und *Carex* belegt ist.

### 5.1.6 Die Fungalreste

Die Fungalreste (Pilzsporen, Hyphen) sind zusammen mit den Pollen, Sporen und den Algen ausgezählt worden. Sie wurden dabei, soweit es möglich war, bestimmt (siehe Systematik).

Die Bestimmung erfolgte hauptsächlich nach KALGUTKAR & JANSONIUS (2000) "Synopsis Of Fossil Fungal Spores, Mycelia And Frutifications". Die fossilen Taxa stellen sie dabei zumeist zu den Fungi Imperfecti und sie geben danach noch die zugehörige Einordnung der Form in das System von SACCARDO (siehe Systematik). Nach dieser Klassifizierung konnten 2 Taxa den Staurosporaee zugeordnet werden, 2 Taxa den Helicosporaee, 7 Taxa den Dictyosporaee, 18 Taxa den Phragmosporaee, 10 Taxa den Didymosporaee und 24 Taxa zu den Amerosporaee. Leider kann von diesen Formen nicht auf bestimmte Arten, Gattungen oder Familien der Fungi geschlossen werden, so dass eine Rekonstruktion der Ökologie über die Pilze nicht möglich war.

Nach DÖRFELT & JESCHKE (2001) sind die Fungi Imperfecti (Deuteromycotina) ein nicht die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse widerspiegelndes „künstliches“ Taxon für die Anamorphen der Eumycota. Sie sind sowohl imperfekte Pilze (Pilze ohne Sexualität) als auch imperfekte Stadien von Pilzen, die Teleomorphen bilden, deren Mitosporenbildung aber nicht an Teleomorphe gebunden ist. Als Deuteromycotina sind etwa 18.000 Arten beschrieben. Sie pflanzen sich durch Mitosporen und/oder durch vegetative Propagule fort. Die Zuordnung zu den natürlichen Klassen der Eumycota (Zygo-, Tricho-, Asco- oder Basidiomycetes) und Taxa niederer Rangstufe ist nur durch vegetative Merkmale und Homologien bei den Mitosporen und deren Genese möglich. Bedeutsam hierfür sind z. B. die Conidiogenese, die Ultrastruktur der Septen, der Aufbau der Zellwand oder die Inhaltsstoffe. Das Gros der Deuteromycotina sind Anamorphen von Ascomyceten, deren Lebenszyklus durch Einschränkung bzw. vollständigen Verlust der Teleomorphe zu erklären ist.

DÖRFELT & JESCHKE (2001) beschreiben die Ascomyceten als eine Klasse der Echten Pilze (Abt. Eumycota), deren Meiosporocysten wegen ihrer oft gestreckten Form als Asci (Schläuche) bezeichnet werden. Sie sind fossil seit dem Devon (Rhynie Chert) nachzuweisen und die Ascomyceten umfassen heute mehr als 30.000 Arten. Sie sind Saprophyten, Parasiten oder leben in Symbiose mit Algen oder Cyanobakterien als Flechten (Lichenes). Nur wenige Arten von ihnen bilden Mycorrhiza. Nach WEBER (1993) besitzen die meisten Arten der Ascomyceten einen filamentösen Thallus. Ihre Hyphen sind septiert und die Septen sind mit einem einfachen Porus versehen. Selten sind die Ascomyceten hefeartig. Ihre sexuelle Reproduktion erfolgt durch Askosporen, die endogen in einem für sie charakteristischen Organ, dem Askus, gebildet werden; man unterscheidet dabei vier verschiedene Askotypen. Asexuell vermehren sich viele Ascomyceten durch Conidien, d. h. der Pleomorphismus ist hier stark entwickelt.

Die Fungi Imperfecti wurden nicht als Einzelsporen dem jeweiligen Taxon zugeordnet und ausgezählt, sondern nur als Gesamtsumme (zusammen mit den Hyphen) in der jeweiligen Probe aufgenommen. Da in den einzelnen Proben nicht immer dieselbe Menge an Pollen und Sporen ausgezählt wurde, sind die Pilzreste als Verhältnis Pilzreste zu der Summe Pollen und Sporen ausgewertet worden (siehe Diagramm 11), um die einzelnen Werte miteinander vergleichen zu können.

Dabei wurde der Quotient aus Pilzresten und der Summe Pollen und Sporen als Fungalindex (F) definiert:

$$F = \text{Anzahl Pilzreste} / (\text{Pollen} + \text{Sporen}) \quad (1)$$

Es wurde eine starke Zyklizität deutlich (Diagramm 11, siehe auch Kapitel Zeitreihenanalyse).

Der Fungalindex schwankt von Beginn bis etwa Probe 246 zwischen Werten von maximal 1,14 und minimal 0,011, mit abnehmender Tendenz in diesem Bereich. Auch ist hier ein erster stärkerer Einschnitt zwischen Probe 320 und 300 zu erkennen. Ab Probe 245 bis ca. Probe 74 schwankt der Fungalindex zwischen Werten von maximal 0,6 und 0,014 mit etwa gleich bleibender Tendenz. Erst ab Probe 73 bis 40 zeigen die Pilzreste wieder einen leicht ansteigenden Trend, der Index steigt auf 0,69. Es folgt wieder ein Abfall auf einen Wert von 0,04 in Probe 28 gefolgt von einem abermaligen Anstieg auf 0,65 in Probe 6.



### Verhältnis Pilzreste / Summe Pollen + Sporen

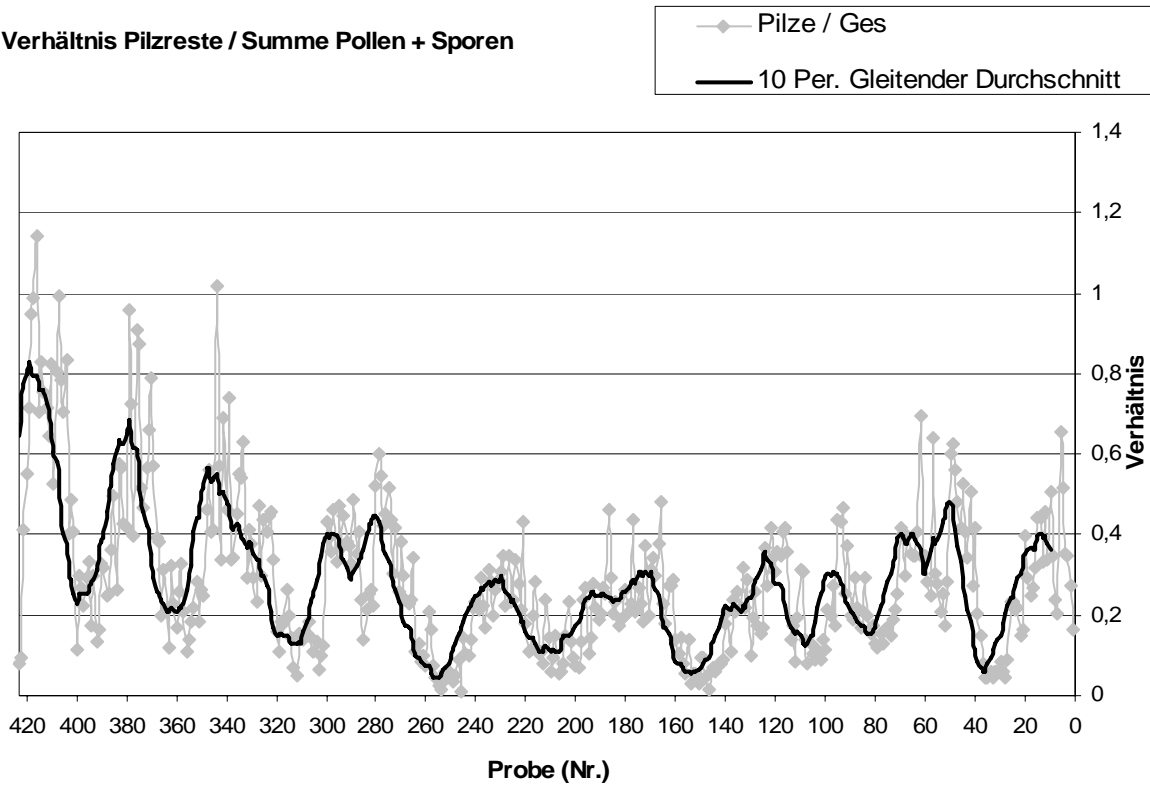


Diagramm 11: Verhältnis Pilzreste zu Summe Pollen und Sporen, Fungalindex F

Die Fungalreste spiegeln die Feuchtigkeits- und Temperaturentwicklung der Umgebung in Kombination mit dem Anfall an organischer Materie wider. Je wärmer (subtropisch) und relativ feuchter, desto mehr organische Abfälle (Totholz, Blätter etc.) fielen an, desto höher der Fungalindex, desto mehr Pilze wuchsen, je trockener desto weniger Pilze. Mit Probe 259 ändert sich dieses Bild jedoch, es wird langsam gemäßigter aber auch dauerhaft feuchter. Jetzt gibt es insgesamt weniger Pilze, der Index überschreitet die 0,6 Marke nur noch sehr selten und bleibt zumeist unter 0,2. Jetzt fallen die Tiefpunkte in der Pilzüberlieferung zusammen mit Feuchtigkeitsmaxima (siehe *Taxodium*), die Hochpunkte zeigen trockenere Phasen an. Die Pilze sind jetzt trockenheitsgesteuert und/oder abhängig vom vorhandenen Milieu. Es baut sich ein Sumpfwald auf. Die Pilze können schlechter existieren, da ihr Lebensraum zumeist unter Wasser steht. Die auffällige Zyklizität wird nun auch schwächer, ist aber noch vorhanden.

Abschließend kann man sagen, dass die Pilze weder ausschließlich über die Feuchtigkeit gesteuert werden noch über die Temperatur. Auch das Nährstoffangebot bzw. das Milieu spielt eine Rolle. Die auffällige Zyklizität der Pilzreste, die regelmäßigen Schwankungen in der Amplitude des Fungalindex erklärt dies jedoch nicht. Es müssen noch andere bisher nicht identifizierbare Ursachen in diesen Schwankungen bei der Überlieferung der Pilzreste eine Rolle spielen.

### 5.1.7 Rekonstruktion der Vegetation über die Autökologie

Nach der Interpretation über die Autökologie der einzelnen Taxa wurde mit Hilfe des Programms **TILIA** ein Diagramm mit dem Namen „Enspel-Diagramm nach der Ökologie“ erstellt (siehe Diagramm 12, S. 176). **TILIA** ermöglicht die Darstellung der Überlieferung der einzelnen Taxa nebeneinander und zwar in ihrer stratigraphischen Abfolge. Gleichzeitig können die einzelnen Taxa auch zu Einheiten zusammengefasst (addiert) und diese dann auch im Diagramm dargestellt werden. Zuerst erfolgt die Darstellung der liegenden Proben (ab Probe 423), zuoberst sind die hangenden Proben (bis Probe 1) in ihrer Überlieferung abgebildet. Zum einfacheren Verständnis wurden die einzelnen Taxa mit dem Namen ihrer rezenten Vergleichsarten (siehe Kapitel Autökologie und Systematik) ins Diagramm aufgenommen (Diagramme mit den Namen der Taxa sind im Anhang zu finden). Zudem flossen Taxa, die nicht genau bestimmt werden konnten bzw. keiner rezenten Vergleichsart zugeordnet werden konnten, nicht in die Interpretation und damit ins Diagramm ein. Auch wurden die seltenen Taxa nicht mit ins Diagramm aufgenommen.

Folgende Taxa wurden zu Vegetationseinheiten zusammengefasst (die Reihenfolge der Taxa richtet sich nach ihrem Anteil am Palynomorphenbericht):

#### **Einheit 1:** Mesophytischer Wald

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Polyporopollenites* sp., *Caryapollenites simplex*, *Faguspollenites* sp., *Carpinuspollenites carpinoides*, *Pinuspollenites* sp., *Pitysporites* sp., *Sequoiapollenites largus*, *Quercoidites* sp., *Intratrirporopollenites* sp., *Verrucatosporites* sp., *Graminidites* sp., *Multiporopollenites maculosus*, *Tricolporopollenites marcodurensis*, *Polypodiaceoisporites* sp., *Verrucingulatisporites undulatus*, *Araliaceoipollenites reticuloides*, *Alangiopollis barghoornium*, *Aceripollenites striatus*, *Tetracolporopollenites* sp., *Symplocoipollenites* sp.

#### **Einheit 2:** Moor

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Tricolporopollenites megaexactus* sp., *Triatriopollenites* sp., *Alnipollenites verus*, *Sciadopityspollenites serratus*, *Ericipites* sp., *Trivestibulopollenites betuloides*, *Tricolporopollenites retiformis*, *Ilexpollenites* sp., *Periporopollenites* sp., *Leiotriletes* sp., *Baculatisporites* sp., *Trilites* sp., *Iteapollis angustiporus*, *Intrapunctisporis* cf. *balinkaenis*, *Bifacialisporites* sp., *Corrugatisporites graphicus*, *Corrusporis* sp., *Rudolphisporis rudolphii*, *Stereisporites* sp.

#### **Einheit 3:** Auwald

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Pterocaryapollenites* sp., *Momipites punctatus*, *Tricolporopollenites microreticulatus*, *Platycaryapollenites miocaenicus*, *Muerrigerisporis* sp., *Echinatisporis* sp.

**Einheit 4: Sumpfwald**

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Inaperturopollenites concedipites*, *Nyssapollenites krushi*, *Magnolipollis neogenicus*, *Inaperturopollenites* sp., *Laevigatosporites* sp.

**Einheit 5: Bergwald**

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Piceapollis* sp., *Abiespollenites* sp., *Zonalapollenites* sp., *Podocarpidites podocarpoides*, *Cedripites miocaenicus*

**Einheit 6: Pflanzen der Trockenstandorte**

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Plantaginacearumpollis miocaenicus*, *Ephedripites* sp., *Artemisiapollenites sellularis*, *Chenopodipollis multiplex*, *Compositoipollenites* sp., *Mecsekisporites* sp., *Tricolporopollenites edmundi*

**Einheit 7: Pflanzen der Uferstandorte**

Repräsentiert durch folgende Palynomorpha: *Cyperaceaepollis* sp., *Sparganiaceaepollenites* sp.

Weiter mit im Diagramm aufgeführt sind: *Botryococcus*, die Dinoflagellaten sowie der Fungalindex \*1.000 (zur besseren Veranschaulichung).

Aus dem Zusammenspiel der Vegetationseinheiten wurde folgende Zonierung abgeleitet:

**Zone A: Probe 423 bis 260**

**A 1:** Probe 423 bis 339

**A 2:** Probe 338 bis 307

**A 3:** Probe 306 bis 260

**Zone B: Probe 259 bis 174**

**B 1:** Probe 259 bis 216

**B 2:** Probe 215 bis 174

**Zone C: Probe 173 bis 74**

**C 1:** Probe 173 bis 142

**C 2:** Probe 141 bis 115

**C 3:** Probe 114 bis 74

**Zone D: Probe 73 bis 39**

**D 1:** Probe 73 bis 63

**D 2:** Probe 62 bis 39

**Zone E: Probe 38 bis 27****Zone F: Probe 26 bis 1**

## Charakterisierung der Zonen

### Zone A

Die Zone A ist durch ein mehr oder weniger zyklisches Auftreten der fünf Hauptvegetationseinheiten charakterisiert. Dabei zeigen der Mesophytische Wald und der Bergwald ein Maximum, wenn der Sumpfwald, der Auwald und das Moor als Minimum überliefert sind. Die Trockenpflanzen zeigen sich selten, die Uferpflanzen sind +/- konstant mit 2-3 % vertreten. *Botryococcus* und die Dinoflagellaten wechseln sich in ihrer Überlieferung ab. Der Fungalindex zeigt sich stark zyklisch zu Beginn bis etwa zur Hälfte der Zone, um dann weniger ausgeprägt zyklisch weiter bis zum Ende der Zone zu verlaufen.

**Zone A 1:** Starke Ausprägung der Zyklizität bei Sumpfwald, Auwald und Moor, weniger stark aber auffällig bei Bergwald und Mesophytem Wald. Pflanzen der Trockenstandorte sind selten, die Uferpflanzen ständig mit +/- 2 % vorhanden. *Botryococcus* zeigt sich nur in den ersten Proben, die Dinoflagellaten sind in der gesamten Unterzone in fast allen Proben vorhanden. Der Fungalindex schwankt ausgeprägt zyklisch ähnlich dem Bergwald und dem Mesophytem Wald.

**Zone A 2:** Schwächezone des Mesophytem Waldes und des Bergwaldes sowie des Auwaldes, Stärkezone des Moores und des Sumpfwaldes. Pflanzen der Trockenstandorte sind sehr selten, die Uferpflanzen zeigen ein Maximum. Wieder verstärktes Aufkommen von *Botryococcus*, fast völliges Verschwinden der Dinoflagellaten, Fungalindex nimmt stetig ab.

**Zone A 3:** Stärkezone des Mesophytem Waldes, Abschwächung der übrigen Vegetationseinheiten bis auf die Pflanzen der Uferregion. *Botryococcus* bis etwa zur Hälfte der Zone vorhanden, dann setzen die Dinoflagellaten ein. Der Fungalindex schwankt weniger ausgeprägt weiter zyklisch.

### Zone B

Die Zone B ist durch das Erstarken des Bergwaldes charakterisiert. Daneben schwächt sich der Mesophytische Wald leicht ab, der Sumpfwald erstarkt etwas und das Moor sowie der Auwald bleiben schwach aber durchgehend etwa gleichstark vertreten. Die Trockenpflanzen verhalten sich ähnlich wie in Zone A, während die Uferpflanzen zumeist nur noch ein Niveau von 1-1,5 % erreichen. *Botryococcus* ist bis auf wenige Ausnahmen verschwunden, die Dinoflagellaten zeigen in dieser Zone ihr absolutes Maximum der Überlieferung. Der Fungalindex schwankt weiter zyklisch, allerdings auf niedrigerem Niveau als in Zone A.

**Zone B 1:** Diese Unterzone ist durch das Abfallen des Mesophytem Waldes sowie einen sprunghaften Anstieg des Bergwaldanteils auf ca. 5 % gekennzeichnet. Gleichzeitig findet ein stetiges Ansteigen des Sumpfwaldes statt. Das Moor und der Auwald halten in etwa ihr Niveau aus Unterzone A 3. Die Trockenpflanzen verschwinden fast völlig, die Pflanzen des Ufers sinken leicht ab und bleiben dann in etwa konstant auf 1 %. *Botryococcus* zeigt sich

fast nicht und die Dinoflagellaten erleben ihre Blütezeit. Der Fungalindex zeigt zu Beginn ein Minimum und gegen Ende ein Maximum.

**Zone B 2:** Der Mesophytische Wald zeigt abwechselnd Minima und Maxima, der Sumpfwald ist dazu gegenläufig überliefert. Der Bergwald nähert sich der Überlieferung des Sumpfwaldes an, während der Auwald sowie das Moor weiterhin konstant schwach bleiben. Die Trockenstandorte und Uferstandorte zeigen keine Änderung. *Botryococcus* ist weiterhin sehr schwach vertreten, die Dinoflagellaten zeigen einen starken Anstieg um Probe 190. Der Fungalindex zeigt Ähnliches wie in Unterzone B 1.

### **Zone C**

In der Zone C bleibt der Mesophytische Wald insgesamt gleichstark, aber im Vergleich zu den vorherigen Zonen eher schwach. Der Sumpfwald hingegen zeigt in dieser Zone seine Maximalüberlieferung. Moor und Auwald sind noch etwas schwächer als in Zone B vertreten, während der Bergwald zu Beginn und gegen Ende der Zone zwei Maxima zeigt. Pflanzen der Trockenstandorte bleiben insgesamt wieder unbedeutend und die Uferpflanzen gehen stark zurück. In dieser Zone dominiert wieder *Botryococcus*, während die Dinoflagellaten verschwinden. Der Fungalindex schwankt weiterhin zyklisch mit drei Maxima und zwei Minima.

**Zone C 1:** Hier zeigt sich der Mesophytische Wald ähnlich schwach wie in Unterzone A 2, der Sumpfwald erreicht sein absolutes Maximum, der Bergwald zeigt ein erstes Maximum. Das Moor sowie der Auwald schwächen sich im Vergleich zu Zone B noch einmal ab. Trocken- und Uferpflanzen sind sehr schwach vertreten. *Botryococcus* zeigt einen kleinen Peak etwa in der Mitte der Unterzone, ist sonst aber nicht vertreten. Die Dinoflagellaten tauchen nicht auf. Der Fungalindex fällt auf ein Minimum gegen Ende der Unterzone.

**Zone C 2:** Hier ist der Mesophytische Wald wieder etwas stärker vertreten, während der Sumpfwald sowie der Bergwald eine schwächere Phase durchleben. Moor und Auwald sowie Trocken- und Uferpflanzen bleiben weiterhin schwach überliefert. *Botryococcus* zeigt in der Mitte der Unterzone einen starken aber kurzen Anstieg, während die Dinoflagellaten weiterhin kaum vertreten sind. Der Fungalindex steigt zum Ende hin an.

**Zone C 3:** In dieser Unterzone geht der Mesophytische Wald wieder etwas zurück, der Sumpfwald sowie der Bergwald steigen an. Moor und Auwald bleiben konstant, die Trocken- und Uferpflanzen verhalten sich ähnlich. *Botryococcus* ist in dieser Unterzone in fast allen Proben stark vertreten. Die Dinoflagellaten bleiben verschwunden. Der Fungalindex zeigt weiterhin eine Zyklizität.

### **Zone D**

In dieser Zone erstarkt der Mesophytische Wald wieder, das Moor sowie der Auwald erstarken zusehends. Sumpf- und Bergwald durchleben eine Schwächephase. Die Trockenpflanzen verschwinden fast völlig, die Uferpflanzen erstarken wieder auf einem

Level, dass leicht unter dem von Zone B liegt. *Botryococcus* und die Dinoflagellaten zeigen sich beide sehr schwach. Der Fungalindex zeigt ein Maximum.

**Zone D 1:** In dieser Unterzone schwächen sich der Sumpfwald und Bergwald ab. Das Moor und der Auwald erstarren. Der Mesophytische Wald zeigt sich etwas stärker als in Zone C. Die Trockenpflanzen sind weiterhin schwach vertreten, während sich die Uferpflanzenvegetation zu erholen beginnt. *Botryococcus* und die Dinoflagellaten sind so gut wie nicht vorhanden. Der Fungalindex zeigt einen Anstieg.

**Zone D 2:** Hier verhält sich der Mesophytische Wald ähnlich wie zuvor, das Moor erreicht ein ähnliches Maximum in seiner Überlieferung wie in Unterzone A 2. Der Auwald steigt in seinen Anteilen stetig an und erreicht zum Ende sein Gesamtmaximum. Sumpfwald und Bergwald fallen fast auf 0 % Anteil ab. Die Trockenpflanzen verschwinden, die Uferstandorte sind jetzt wieder etwas stärker vertreten. *Botryococcus* und die Dinoflagellaten sind dagegen nur schwach vertreten. Der Fungalindex fällt zuerst leicht ab, erholt sich dann wieder und steigt auf ähnliche Werte wie in Unterzone A 3.

### **Zone E**

Die nur sehr kleine Zone E ist durch einen starken Rückgang des Mesophytischen Waldes, des Moores sowie des Auwaldes charakterisiert. Gleichzeitig gibt es einen starken Anstieg beim Sumpfwald sowie beim Bergwald. Die Trockenpflanzen sind völlig verschwunden, Pflanzen des Ufers sind nur ganz selten. Zu Beginn zeigt sich ein starker Anstieg bei *Botryococcus*, die Dinoflagellaten sind fast nicht vertreten. Der Fungalindex zeigt ein Minimum.

### **Zone F**

In Zone F kehrt sich das Ganze wieder um. Der Mesophytische Wald, das Moor sowie der Auwald zeigen sich verstärkt, der Sumpfwald und der Bergwald ziehen sich wieder zurück. Die Trockenpflanzen zeigen etwa in der Mitte ihre stärkste Überlieferung überhaupt, Pflanzen der Uferstandorte sind selten. *Botryococcus* ist fast nicht zu finden, die Dinoflagellaten zeigen kurz nach den Trockenpflanzen einen starken aber kurzen Anstieg, ziehen sich dann wieder zurück und erstarren leicht gegen Ende der Zone. Der Fungalindex steigt zu Beginn etwas an und fällt gegen Ende wieder ab.

### **Zusammenfassung**

(siehe Diagramm 12)

Der Mesophytische Wald und der Sumpfwald sind als Gegenspieler im Palynomorphenbericht zu erkennen. Insgesamt gesehen ist der Mesophytische Wald aber dabei die dominante Vegetationseinheit mit seinen Anteilen am Palynomorphenspektrum der

analysierten Proben. Der Sumpfwald hingegen übernimmt nur in den Zonen C und E eine ähnlich dominante Rolle in der Überlieferung.

Die übrigen Vegetationseinheiten spielen in ihren Anteilen nur untergeordnete Rollen bzw. sie zeigen nur in einzelnen Zonen/Unterzonen eine Steigerung ihres Anteiles am Palynomorphenspektrum.

Das Moor z. B. ist nur im Liegenden (Zone A) und im Hangenden (Zone D, E, F) etwas häufiger in seiner Überlieferung. Ähnliches gilt für den Auwald.

Der Bergwald verhält sich ähnlich dem Sumpfwald und steigert seine Anteile am Palynomorphenspektrum vom Liegenden zum Hangenden, erreicht aber nur in Zone E eine dominante Rolle.

Pflanzen der Trockenstandorte sowie der Uferstandorte sind in ihrer Überlieferung über das gesamte untersuchte Profil hinweg deutlich schwach vertreten.

Die Dinoflagellaten und *Botryococcus* wurden als Gegenspieler erkannt (siehe Kapitel 5.1.1), sie wechseln sich mehr oder weniger über das ganze Profil hinweg ab.

Der Fungalindex zeigt sich über das ganze Profil hinweg deutlich zyklisch. Dabei bedeuten hohe Fungalindex-Werte Zeiten mit viel Fungalresten in den Proben, ein niedriger Fungalindex bedeutet wenig Fungalreste. Der Fungalindex zeichnet dabei grob die Kurve des Auwaldes nach.

Insgesamt kann man sagen, dass beim Mesophytischen Wald/Laubmischwald der Umgebung über das Profil hinweg kein großer Unterschied in seinen Anteilen am Palynomorphenbericht zu sehen ist. Nur in der Zusammensetzung seiner Arten ist ein klarer Unterschied vorhanden. Während im unteren Bereich ein Ulmen-Hainbuchen-Wald mit großer Beteiligung von *Carya* zu erkennen ist, wechselt die Zusammensetzung mit Aufkommen des Sumpfwaldes deutlich. Der Wald wandelt sich um in einen manchmal fast reinen Buchenwald mit schwankenden Anteilen von Ulmaceen, *Carpinus* und *Carya*. Die nähere Umgebung des Sees wird zu Beginn z. T. von einem Moor gebildet, welches später von einem Sumpfwald abgelöst wird. Dieser Wechsel vollzieht sich ein zweites Mal im oberen Bereich des Kerns. Auch der Auwald zeigt eine ähnliche Überlieferung wie das Moor. Der Bergwald hingegen kann seinen Anteil vom Liegenden zum Hangenden stufenweise steigern und erreicht in Zone E sein Maximum, während die Trockenpflanzen hingegen ständig abnehmen. Die Pflanzen der Uferstandorte verhalten sich gegenläufig zum Bergwald, zum Hangenden hin werden sie stufenweise schwächer. Ihr Lebensraum scheint immer kleiner geworden zu sein.





## **5.2 Statistische Analyse von Vegetationseinheiten**

### **5.2.1 Hierarchische Clusteranalyse**

Mit Hilfe des Computerprogramms SPSS (NORUSIS 1988) wurden die gewonnenen Auszählungsergebnisse einer multivariaten statistischen Analyse unterzogen. Dabei wurden zwei Hierarchische Clusteranalysen durchgeführt. Zum einen sind dabei die ausgezählten Taxa miteinander verglichen worden, zum anderen die einzelnen Proben. Dabei sollten die einzelnen Taxa der ausgezählten Proben in charakteristische Gruppen eingeteilt und auch die einzelnen Proben als Ganzes charakteristischen Sequenzen zugeordnet werden. Nach BRUCH (1998) und verschiedenen anderen Autoren muss die Clusteranalyse als ein Hilfsmittel der explorativen Datenanalyse jeweils dem zu untersuchenden Datensatz angepasst werden. Es kann daher primär keine Vorgaben für die Wahl des Clusterverfahrens oder Distanzmaßes geben (DEICHSEL & TRAMPISCH 1985, KOVACH 1989). Um eine möglicherweise verborgene Gruppenstruktur/Sequenzfolge sichtbar zu machen, wurden daher verschiedene Clusterverfahren und Distanzmaße angewandt und bewertet, wobei das Verfahren des „Complete Linkage“ (Entferntester Nachbar) und als Distanzmaß die Pearson Korrelation beim Vergleich der Taxa zum sinnvollsten, d.h. am besten zu interpretierenden Ergebnis führte. Bei der Clusteranalyse über die Proben wurde als Verfahren die Ward-Methode angewendet, als Distanzmaß diente dabei die quadrierte euklidische Distanz. Die Distanzmaße wurden dabei auf den Bereich 0 bis 25 normiert (vgl. DEICHSEL & TRAMPISCH 1985).

Die genaue graphische Darstellung der gewonnenen Gruppierungen bei den Taxa bzw. der Probensequenzen ist aus dem Tiliadiagramm „Enspel-Diagramm nach der Clusteranalyse“ zu ersehen (Diagramm 13, Seite 182).

### **5.2.2 Ergebnisse der Clusteranalyse**

#### **Ergebnisse der Hierarchischen Clusteranalyse über die Taxa**

Das Ergebnis der „Complete Linkage“ Clusteranalyse mit Pearson-Korrelation ist in Dendrogrammform im Anhang auf CD-Rom dargestellt. Die Auftrennung des Dendrogrammes bei einer Distanz von 15 ergibt eine Gruppierung der Variablen in fünf Cluster. Dabei sind die einzelnen Taxa wie folgt den Clustern zugeordnet:

Taxa, die hier nicht benannt werden, sind nicht mit in die Clusteranalyse aufgenommen worden, da sie zu selten in den Proben vertreten waren. Zudem wurden Taxa gleicher Gattung addiert und gemeinsam analysiert (siehe Systematik). Taxa, die keiner rezenten Vergleichsart, -Gattung, -Familie zugeordnet werden konnten, flossen zwar in die Analyse mit ein, sind aber dann bei der Charakterisierung der einzelnen Cluster nicht mit

berücksichtigt worden. Außerdem wurden die Überlieferungen von *Botryococcus*, die Dinoflagellaten und der Fungalindex\*1.000 mit ins Tiliadiagramm aufgenommen.

**Cluster A:** *Inaperturopollenites concedipites*, *Faguspollenites* sp., *Piceapollis* sp., *Abiespollenites* sp., *Nyssapollenites krushi*, *Sciadopityspollenites serratus* und *Zonalapollenites* sp..

**Cluster B:** *Tricolporopollenites megaexactus* sp., *Momipites punctatus*, *Sequoiapollenites largus*, *Alnipollenites verus*, *Quercoidites* sp., *Multiporopollenites maculosus*, *Tricolporopollenites cingulum pusillus*, *Tricolporopollenites liblarensis*, *Tricolporopollenites pseudocingulum* und *Tetracolporopollenites* sp.

**Cluster C:** *Pinuspollenites* sp., *Pitysporites* sp., *Tricolporopollenites microreticulatus*, *Graminidites* sp., *Ericipites* sp., *Alangiopollis barghoornium*, *Araliaceoipollenites reticuloides*, *Chenopodipollis multiplex*, *Corrugatisporites graphicus*, *Corrusporis* sp., *Extrapunctatosporis* sp., *Extratriporopollenites pseudogranifer*, *Ilexpollenites* sp., *Iteapollis angustiporus*, *Leiotriletes* sp., *Mecsekisporites* sp., *Podocarpidites podocarpoides*, *Tricolporopollenites microreticulatus*, *Tricolporopollenites* sp. 4, *Tricolporopollenites* sp. 5, *Triporopollenites* sp. 1, *Triporopollenites* sp. 5 und *Stereisporites* sp.

**Cluster D:** *Polyporopollenites* sp., *Caryapollenites simplex*, *Carpinuspollenites carpinoides*, *Pterocaryapollenites* sp., *Sparganiaceapollenites* sp., *Artemisiapollenites sellularis*, *Bifacialisporites* sp., *Cedripites miocaenicus*, *Ephedripites* sp., *Muerrigerisporis* sp., *Plantaginacearumpollis miocaenicus*, *Polypodiites secundus parasecundus*, *Rudolphisporis rudolphii* und *Triporopollenites* sp. 4

**Cluster E:** *Triatriopollenites* sp., *Magnolipollis neogenicus*, *Inaperturopollenites* sp., *Intratriporopollenites* sp., *Verrucatosporites* sp., *Cyperaceapollis* sp., *Tricolporopollenites retiformis*, *Tricolporopollenites marcodurensis*, *Trivestibulopollenites betuloides*, *Laevigatosporites* sp., *Platycaryapollenites miocaenicus*, *Polypodiaceoisporites* sp., *Verrucingulatisporites undulatus*, *Aceripollenites striatus*, *Baculatisporites* sp., *Compositoipollenites* sp., *Echinatisporis* sp., *Intrapunctisporis* cf. *balinkaenis*, *Periporopollenites* sp., *Symplocoipollenites* sp., *Tricolporopollenites edmundi*, *Tricolporopollenites striatoreticulatus*, *Trilites* sp. und *Pteridophyta* Sp. 1

### **Charakterisierung der einzelnen Cluster (über die Taxa):**

Die einzelnen Cluster werden durch folgende rezente Vergleichsarten charakterisiert. Die Zuordnung und die Ökologie dieser Vergleichsarten kann man dem vorherigen Kapitel und der Systematik entnehmen. Die Cluster wurden nach den dominierenden Arten bzw. ihrer Ökologie benannt.

**Cluster A** ≈ Feucht / Sumpfwald

mit *Taxodium/Glyptostrobus*, *Fagus*, *Picea* und *Nyssa*,  
untergeordnet: *Abies*, *Tsuga*, *Sciadopitys*

**Cluster B** ≈ Cyrillaceenmoor

mit Cyrillaceen/Clethraceen und *Engelhardia*  
untergeordnet: *Alnus*, *Sequoiadendron*, *Quercus* und *Juglans*

**Cluster C** ≈ Kiefernwald

mit *Pinus*, *Cathaya* und *Fraxinus*  
untergeordnet: Poaceen, Ericaceen etc.

**Cluster D** ≈ Mesophytischer Wald - Auwald

mit *Ulmus*, *Zelkova*, *Carya*, *Pterocarya* und *Carpinus*  
untergeordnet: *Spargania*, *Plantagina*

**Cluster E** ≈ Myricaceenmoor

mit *Myrica*, Taxodiaceae und *Magnolia*  
untergeordnet: *Tilia*, Cyperaceae, Vitaceae, *Betula*, *Platycarya*,  
*Salix* und div. Pteridophyten

## **Ergebnisse der Hierarchischen Clusteranalyse über die Proben**

Das Ergebnis der Clusteranalyse nach der „Ward-Methode“ mit quadrierter euklidischer Distanz ist in Dendrogrammform im Anhang auf beigefügter CD-Rom dargestellt. Die Auftrennung des Dendrogrammes bei einer Distanz von 3 ergibt eine Gruppierung der Proben in sechs Cluster. Dabei sind die einzelnen Proben wie folgt den Clustern zugeordnet:

**Cluster 1:** Probe 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 206, 207, 208, 237, 238, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 264, 265, 266, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 284, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 359, 367, 368, 370, 371, 372, 373, 374, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 414, 416

**Cluster 2:** Probe 52, 53, 54, 55, 56, 57, 88, 188, 222, 253, 261, 263, 267, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 337, 338, 358, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 369, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410

**Cluster 3:** Probe 10, 21, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 69, 70, 189, 190, 191, 192, 193, 221, 262, 281, 283, 288, 348, 375, 384, 410, 412, 413, 415, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423

**Cluster 4:** Probe 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 22, 23, 24, 25, 26, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 93, 94, 95, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 133, 134, 135, 139, 141, 187, 200, 203, 204, 205, 211, 216, 217, 218, 219, 220, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239, 240, 241, 360

**Cluster 5:** Probe 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 79

**Cluster 6:** Probe 1, 11, 17, 19, 27, 38, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 108, 109, 113, 114, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 136, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 209, 210, 212, 213, 214, 215

### **Charakterisierung der Cluster (über die Proben):**

(die Zuordnung/Deutung der Cluster erfolgt nach den über die Clusteranalyse der Taxa gewonnenen "Vegetationsclustern")

**Cluster 1:** Dominanz Mesophytischer Wald/Auwald und Kiefernwald

**Cluster 2:** Dominanz Myricaceenmoor und Mesophytischer Wald/Auwald, untergeordnet Cyrillaceenmoor und Kiefernwald

**Cluster 3:** Dominanz Mesophytischer Wald/Auwald, Kiefernwald und Cyrillaceenmoor, untergeordnet Myricaceenmoor und Feucht/Sumpfwald

**Cluster 4:** +/- Gleichstarkes Auftreten Kiefernwald, Mesophytischer Wald/Auwald und Feucht/Sumpfwald sowie variables Erscheinen beider Moortypen

**Cluster 5:** Dominanz Feucht/Sumpfwald und Kiefernwald

**Cluster 6:** Dominanz Feucht/Sumpfwald, untergeordnet Kiefernwald und Mesophytischer Wald/Auwald

### **5.2.3 Interpretation der Clusteranalyse**

Bei der Clusteranalyse über die Proben wurden Cluster (Probengruppen) ermittelt, die in der Überlieferung der Anteile der einzelnen Taxa am Palynomorphenbericht ähnlich sind. Nach diesen zusammengehörenden Sequenzen wurden die Zonen im Tiliadiagramm „Enspel-Diagramm nach der Clusteranalyse“ eingeteilt. Die zugeordneten Cluster (rechte Spalte, unten) stammen aus dem vorherigen Absatz (Charakterisierung der Cluster (über die Proben)). D. h., die entsprechenden Zonen/Unterzonen sind durch unterschiedliche Dominanzen der einzelnen vorher bei der Clusteranalyse über die Taxa ermittelten Vegetationseinheiten charakterisiert.

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <b>Zone A:</b> Probe 423 bis 242        | <b>Cluster 1,2 3</b>              |
| <b>Unterzone A 1:</b> Probe 423 bis 411 | <b>überwiegend Cluster 3</b>      |
| <b>Unterzone A 2:</b> Probe 410 bis 393 | <b>Cluster 2</b>                  |
| <b>Unterzone A 3:</b> Probe 392 bis 370 | <b>überwiegend Cluster 1</b>      |
| <b>Unterzone A 4:</b> Probe 369 bis 358 | <b>überwiegend Cluster 2</b>      |
| <b>Unterzone A 5:</b> Probe 357 bis 339 | <b>überwiegend Cluster 1</b>      |
| <b>Unterzone A 6:</b> Probe 338 bis 307 | <b>Cluster 2</b>                  |
| <b>Unterzone A 7:</b> Probe 306 bis 242 | <b>überwiegend Cluster 1</b>      |
| <b>Zone B:</b> Probe 241 bis 187        | <b>Cluster 1,2,3,4,6</b>          |
| <b>Unterzone B 1:</b> Probe 241 bis 216 | <b>überwiegend Cluster 4</b>      |
| <b>Unterzone B 2:</b> Probe 215 bis 187 | <b>Wechsel Cluster 1,2,3,4,6</b>  |
| <b>Zone C:</b> Probe 186 bis 74         | <b>Cluster 2,4,5,6</b>            |
| <b>Unterzone C 1:</b> Probe 186 bis 142 | <b>Cluster 6</b>                  |
| <b>Unterzone C 2:</b> Probe 141 bis 74  | <b>überwiegend Cluster 6, (4)</b> |
| <b>Zone D:</b> Probe 73 bis 39          | <b>Cluster 2,3,4</b>              |
| <b>Unterzone D 1:</b> Probe 73 bis 63   | <b>überwiegend Cluster 4</b>      |
| <b>Unterzone D 2:</b> Probe 62 bis 39   | <b>überwiegend Cluster 3, (2)</b> |
| <b>Zone E:</b> Probe 38 bis 27          | <b>Cluster 5, (6)</b>             |
| <b>Zone F:</b> Probe 26 bis 1           | <b>Cluster 4, (3),(6)</b>         |

### 5.2.4 Zusammenfassung

(Diagramm 13)

Insgesamt findet ein Florenwechsel von einer vom Mesophytischen Wald/Auwald-dominierten (Zone A), die von wechselnden Stärken des Kiefernwaldes, des Myricaceenmoores und des Cyrillaceenmoores geprägt ist, mit einer Übergangszone (Zone B), in der keine Vegetationseinheit dominant ist, hin zu einer Sumpfwald-dominierten (Zone C) Pflanzengemeinschaft statt. In abgeschwächter Form wiederholt sich das ganze mit Zone D bis F, wobei hier das Cyrillaceenmoor (Zone D, F) eine größere Rolle spielt als das Myricaceenmoor. Auch fällt die Zone E etwas aus dem Rahmen, da sie einen ungewöhnlich starken Anstieg von *Picea* zeigt. Auffällig ist zudem die ausgeprägte Zyklizität des Kiefernwaldes, des Myricaceenmoores, des Cyrillaceenmoores und etwas unauffälliger die des Feucht-/Sumpfwaldes. Diese Zyklizität ist allerdings nur in Zone A zu beobachten, ab Zone B ist sie kaum noch zu erkennen.

Weiter fällt auf, dass der Fungalindex parallel zur Entwicklung des Clusters "Kiefernwald" verläuft. Näherungsweise sind bei Maxima im Kiefernwald auch Maxima beim Fungalindex zu verzeichnen, dies ist besonders in Zone A stark ausgeprägt. Die Pilze scheinen, zumindest zu einem großen Teil, mit dem Vorkommen des Kiefernwaldes korreliert zu sein.

Diagramm 13: Enspel-Diagramm nach der Clusteranalyse

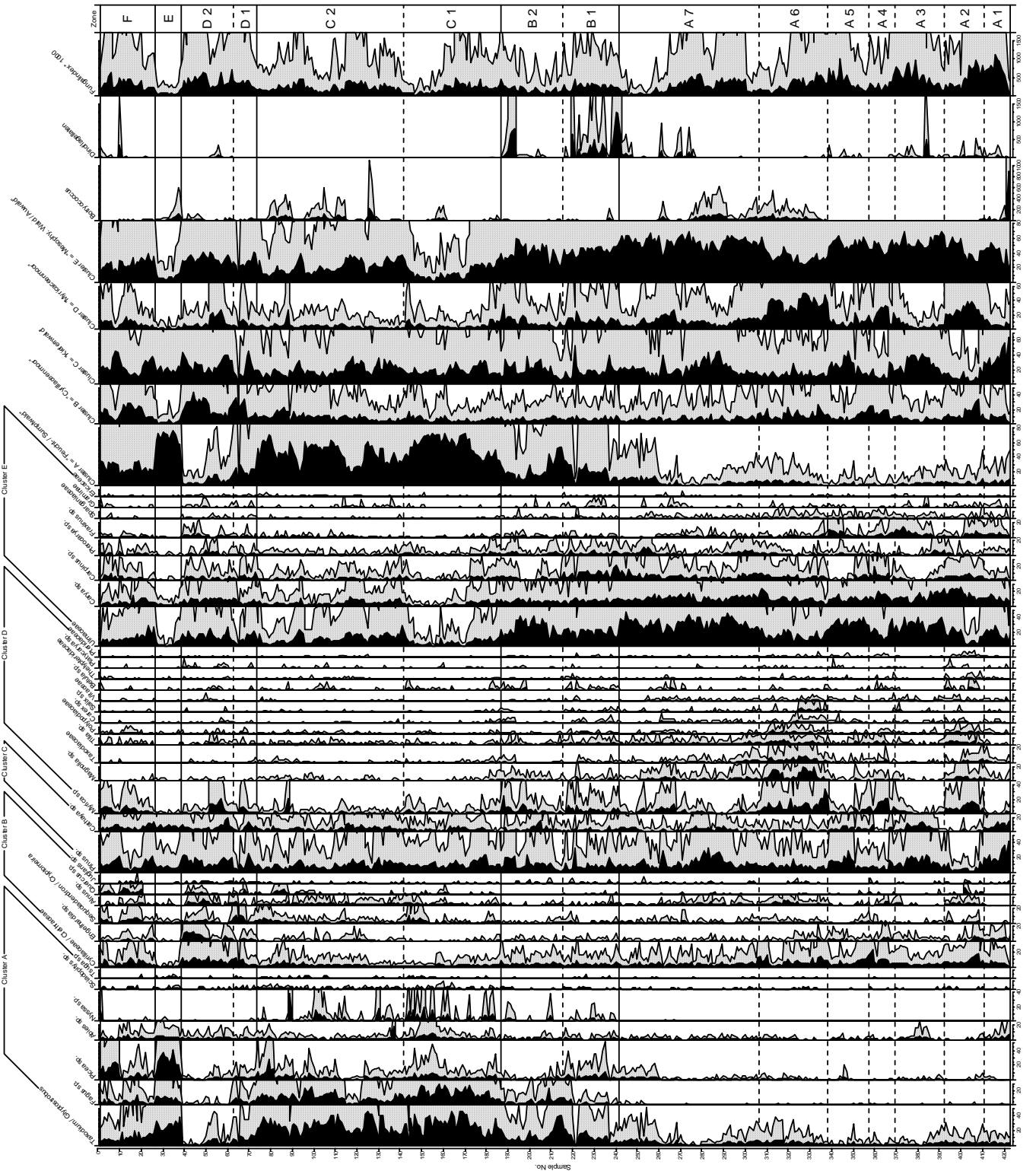


Diagramm 13: Enspel-Diagramm nach der Clusteranalyse; zur besseren Veranschaulichung von Palynomorphen mit geringem Anteil am Palynomorphenbericht zeigen die gepunkteten Kurven eine 5-fache Überhöhung an

### 5.3 Vergleich der Ergebnisse aus 5.1 und 5.2

Hier sollen die wesentlichen Unterschiede, aber auch die Gemeinsamkeiten der beiden Methoden zur Vegetationsrekonstruktion herausgearbeitet und erörtert werden. Zuerst werden die Vegetationseinheiten in ihrer Zusammensetzung gegenübergestellt (Tabelle 1) und später dann die Verläufe über das Profil hinweg verglichen.

Bei der Rekonstruktion über die Autökologie der einzelnen Taxa wurden die verschiedenen ökologischen Ansprüche der Arten miteinander verglichen und dann die Taxa mit denselben ökologischen Ansprüchen zu einer Vegetationseinheit zusammengefügt.

Bei der Rekonstruktion der Vegetationseinheiten mit Hilfe der Hierarchischen Clusteranalyse über die Pearson Korrelation, die das am besten zu interpretierende Dendrogramm ergab, wurde vom Programm zuerst eine Korrelationsmatrix der Taxa angelegt und dann über diese Matrix die zusammengehörenden Taxa ermittelt. Somit sind hier Taxa zusammengelegt, die sich über das Profil hinweg am ähnlichsten verhielten.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Vegetationseinheiten

| <b>Rekonstruktion über Autökologie</b>   | <b>Rekonstruktion über Clusteranalyse</b>   |
|--|---|
| <b>Einheit 1: Mesophytischer Wald</b><br><br>Bestehend aus: Ulmaceen, <i>Carya</i> , <i>Fagus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Cathaya</i> , <i>Sequoiadendron</i> , <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i> , Polypodiaceae, Poaceae, <i>Juglans</i> , Vitaceae, <i>Pteris</i> , <i>Hedera</i> , <i>Alangia</i> , <i>Acer</i> , Sapotaceae, <i>Symplocos</i> | <b>Cluster E: Mesophytischer Wald/Auwald</b><br><br>Bestehend aus: Ulmaceen, <i>Carya</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Pterocarya</i> , <i>Spargania</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Lygodium</i> sp., <i>Cedrus</i> , <i>Ephedra</i> , <i>Selaginella</i> sp., <i>Plantagina</i> , Anthocerotaceae |
| <b>Einheit 2: Moor</b><br><br>Bestehend aus: Cyrillaceen/Clethraceen, Myricaceen, <i>Alnus</i> , <i>Sciadopitys</i> , Ericaceen, <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , <i>Ilex</i> , <i>Liquidambar</i> , Schizeaceae, <i>Osmunda</i> , <i>Lygodium</i> , <i>Itea</i> , <i>Sphagnum</i> , Anthocerotaceae   | <b>Cluster B: Cyrillaceen/Clethraceen-Moor</b><br><br>Bestehend aus: Cyrillaceen/Clethraceen, <i>Engelhardia</i> , <i>Sequoiadendron</i> , <i>Alnus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Juglans</i> , Sapotaceae  |

**Einheit 3: Auwald**

Bestehend aus: *Pterocarya*, *Engelhardia*,  
*Fraxinus*, *Platycarya*, *Selaginella*

**Einheit 4: Sumpfwald**

Bestehend aus: *Taxodium/Glyptostrobus*,  
*Nyssa*, *Magnolia*, Taxodiaceae,  
Thelypteridaceae

**Einheit 5: Bergwald**

Bestehend aus: *Picea*, *Abies*, *Tsuga*,  
*Podocarpus*, *Cedrus*

**Einheit 6: Trockenpflanzen**

Bestehend aus: *Plantagina*, *Ephedra*,  
*Artemisia*, *Chenopodium*, Compositae,  
*Mastixia*, Adiantaceae

**Einheit 7: Uferpflanzen**

Bestehend aus: *Spargania*, *Carex*

**Cluster D: Myricaceen-Moor**

Bestehend aus: Myricaceen, *Magnolia*,  
Taxodiaceae, *Tilia*, Polypodiaceae, *Carex*,  
*Salix*, Vitaceae, *Betula*, Thelypteridaceae,  
*Platycarya*, *Pteris*, *Acer*, *Osmunda*,  
Compositae, *Selaginella* sp., *Lygodium* sp.,  
*Liquidambar*, *Symplocos*, *Mastixia*

**Cluster A: Sumpfwald**

Bestehend aus: *Taxodium/Glyptostrobus*,  
*Fagus*, *Picea*, *Abies*, *Nyssa*, *Sciadopitys*,  
*Tsuga*

**Cluster C: Kiefernwald**

Bestehend aus: *Pinus*, *Cathaya*, *Fraxinus*,  
Poaceae, Ericaceae, *Alangia*, *Hedera*,  
*Chenopodium*, *Lygodium* sp., *Ilex*, *Itea*,  
Schizeaceae, Adiantaceae, *Podocarpus*,  
*Sphagnum*

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich wird, wurden bei der autökologischen Analyse 7 Vegetationseinheiten unterschieden, während bei der Clusteranalyse nur 5 Cluster unterteilt wurden. D. h. Vegetationseinheiten und Cluster sind nur teilweise identisch.

Wenn man die Verläufe der Einheiten/Cluster über das Profil hinweg betrachtet, fällt auf, dass sich bei der Clusteranalyse ein Wechsel von einer von Cluster E (Mesoph. Wald) geprägten Vegetation hin zu einer vom Cluster A (Sumpfwald) geprägten Vegetation zeigt. Die restlichen Cluster spielen hierbei mit Ausnahme von Cluster C (Kiefernwald) nur eine untergeordnete Rolle und sind immer nur episodenhaft mal stärker mal schwächer vertreten. Bei der Rekonstruktion über die Autökologie gibt es nur eine stärker vertretene



Vegetationseinheit (Mesophytischer Wald), die über das ganze Profil dominant vorhanden ist. Es kommt in der oberen Hälfte des Profils zwar auch ein Sumpfwald auf, dieser zeigt dabei aber keine Dominanz.

Hier muss man nun auf die Zusammensetzung der genannten Cluster/Vegetationseinheiten genauer eingehen. Der Hauptunterschied in der Zusammensetzung von Cluster A, C und E verglichen mit der Vegetationseinheit des Mesophytischen Waldes liegt bei *Fagus* sp., *Pinus* sp. und *Cathaya* sp.. Vertreter dieser 3 Gattungen sind einige der Hauptbeteiligten am Palynomorphenbericht. Bei der Clusteranalyse wurde *Fagus* sp. dem Cluster zugeschlagen, welcher dann als Sumpfwald interpretiert wurde. *Fagus* sp. verstärken also ab ihrem Auftreten das Bild des etwas früher mit *Taxodium/Glyptostrobus* einsetzenden Sumpfwaldes, während *Fagus* sp. bei der Rekonstruktion über die Autökologie die Ulmaceen in der Vegetationseinheit des Mesophytischen Waldes ablösen. *Pinus* sp. und *Cathaya* sp. bilden nach der Clusteranalyse den eigenen Cluster "Kiefernwald", sie sind die beiden am häufigsten im Palynomorphenbericht vertretenen Arten dieses Clusters. Allerdings sind sie wahrscheinlich im Palynomorphenbericht bis zu vierfach überrepräsentiert (siehe Kapitel Autökologie). Bei der Rekonstruktion über die Autökologie wurden sie dem Mesophytischen Wald zugeordnet und verstärkten seine Überlieferung zusätzlich. Somit ergibt sich hier das Bild eines Mesophytischen Waldes, der in etwa konstant stark am Palynomorphenbericht beteiligt ist, aber in seiner Artzusammensetzung ab etwa der Mitte des Profils eine Änderung erfuhr. Es gab einen Wechsel von einer Dominanz der Ulmaceen hin zu einer Dominanz von *Fagus* sp.. Gleichzeitig konnte sich ein Sumpfwald mit *Nyssa* und *Taxodium/Glyptostrobus* entwickeln. Dieser Sumpfwald hatte wahrscheinlich nur lokalen Charakter, d.h. er lag in der Nähe des Sees und hatte nur eine geringe Ausdehnung. In der Umgebung herrschte der Mesophytische Wald vor. Auch wurden bei der Clusteranalyse *Picea* sp. und *Abies* sp. dem Sumpfwald zugeordnet, was diesen zusätzlich verstärkte. *Picea* sp. und *Abies* sp. wurden bei der autökologischen Analyse dagegen zusammen mit *Tsuga* sp., *Podocarpus* und *Cedrus* einer eigenen Vegetationseinheit, dem Bergwald, zugeordnet, wobei beide Arten wahrscheinlich aber auch z. T. am Mesophytischen Wald (s. u.) beteiligt waren.

Der in der autökologischen Rekonstruktion als eigenständige Vegetationseinheit eingeführte Bergwald wurde bei der Clusteranalyse nicht einem eigenen Cluster zugeordnet. Die zugehörigen Taxa sind im Cluster A/Sumpfwald (*Picea*, *Abies*, *Tsuga*), Cluster C/Kiefernwald (*Podocarpus*) und in Cluster E/Mesophytischer Wald (*Cedrus*) eingeordnet worden. Wegen der Seltenheit von *Podocarpus* und *Cedrus* im Palynomorphenbericht soll hier im Weiteren nur auf *Picea*, *Abies* und *Tsuga* eingegangen werden. Bei der autökologischen Analyse dieser Taxa wurde ein hohes Feuchtigkeitsbedürfnis derselben festgestellt. Dies gilt auch für die übrigen Taxa des "Sumpfwaldes" (*Taxodium/Glyptostrobus*, *Fagus*, *Nyssa*, *Sciadopitys*). Aufgrund dieser Ähnlichkeit der klimatischen Ansprüche dieser Taxa kam es auch zu einer Ähnlichkeit in der

Palynomorphenüberlieferung und somit zu einer Zuordnung der Taxa zum selben Cluster, dem "Sumpflcluster". Da über die Paläohöhe der näheren bis weiteren Umgebung von Enspel nur spekuliert werden kann, ist es aber auch durchaus denkbar, dass ein Bergwald als solches nicht existent war, sondern die beteiligten Taxa im Mesophytischen Wald wuchsen, der ein von Tälern durchzogenes hügeliges Umland bedeckte. Dies würde bedeuten, dass man die prozentualen Anteile der "Bergwaldarten" dem Mesophytischen Wald zurechnen müsste.

Das Moor wurde bei der Clusteranalyse in zwei Cluster unterteilt (Cluster B, D), wohingegen bei der Rekonstruktion über die Autökologie nur eine Vegetationseinheit gebildet wurde. Bei der Clusteranalyse dominieren in Cluster B die Cyrillaceen/Clethraceen und in Cluster D die Myricaceen. Zudem wurden Cluster D noch zwei weitere (im unteren Teil des Profils) etwas häufigere Arten des Palynomorphenberichts zugeordnet, nämlich *Magnolia* sp. und das zweite (nicht näher bestimmte) Taxodiaceen-Taxon. Diese zwei Taxa sind bei der Rekonstruktion anhand der Autökologie dem Sumpfwald zugeordnet worden, sie bilden in der unteren Hälfte des Profils die Hauptakteure des Sumpfwaldes. Auch *Tilia* sp. fiel in Cluster D, bei der Autökologie wurde *Tilia* in den Mesophytischen Wald gestellt und verstärkt diesen im unteren Teil des Profils. Wenn man die beiden Cluster B und D zu einer Einheit zusammenfassen würde, wäre eine gewisse Übereinstimmung mit der Vegetationseinheit Moor zu sehen, insgesamt bilden die Cyrillaceen/Clethraceen und die Myricaceen die Hauptvertreter des Moores, Mitläufer sind *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Lygodium*, *Osmunda* und *Liquidambar*. Die übrigen Arten der Cluster B, D sind nach der Autökologie allerdings anderen Einheiten zugeordnet. Zum einen bildet *Carex* zusammen mit *Sparganium* aus Cluster E die Vegetationseinheit der Uferpflanzen, zum anderen wurden Arten wie *Quercus*, *Juglans*, *Sequoiadendron*, die Polypodiaceen, die Sapotaceen, die Vitaceen, *Symplocos*, *Pteris* und *Acer* über die Autökologie dem Mesophytischen Wald zugeordnet. *Platycarya*, *Engelhardia* und *Selaginella* wurden in die eigene Einheit Auwald eingeordnet.

Arten der eigenen Vegetationseinheit des Auwaldes wurden bei der Clusteranalyse auf Cluster E (*Pterocarya*), Cluster D (*Platycarya*, *Selaginella* sp.), Cluster C (*Fraxinus*) und Cluster B (*Engelhardia*) verteilt. Sie wurden vom Statistikprogramm nicht als eigene Einheit identifiziert, da ihre Überlieferung nicht ähnlich genug war.

Bei der Rekonstruktion anhand der Autökologie wurde zudem die eigene Vegetationseinheit der Trockenpflanzen gebildet, die beteiligten Arten sind bei der Clusteranalyse in Cluster E (*Artemisia* sp., *Ephedra* sp., *Plantagina* sp.), in Cluster D (*Mastixia* sp., Compositae) und in Cluster C (*Chenopodium*, Adiantaceae) eingeordnet worden. Diese Arten waren im Palynomorphenbericht insgesamt sehr selten vertreten, somit war es dem Statistikprogramm nicht möglich, sie einer Einheit zuzuordnen.

Insgesamt gesehen steht die Clusteranalyse bei den im Palynomorphenbericht am häufigsten vertretenen Arten zumeist in Übereinstimmung mit der Gliederung durch die Autökologie (Ausnahme *Fagus* sp., *Picea* sp.). Der Cluster C, der Kiefernwald, bleibt dabei allerdings ohne entsprechendes Pendant bei der Autökologie. Die weniger häufigen Arten aber wurden z. T. völlig gegensätzlich zugeordnet (*Tilia* sp., *Fraxinus* sp., *Pterocarya* sp., *Sequoiadendron*, *Abies* sp., *Spargania* sp., *Carex* sp. und andere).

## Fazit

Die Gegenüberstellung von Autökologischer Analyse und Clusteranalyse zeigt, dass jede dieser beiden Möglichkeiten der Klima-/Vegetationsrekonstruktion ihre Vor- und Nachteile besitzt.

Die Rekonstruktion über die Autökologie der einzelnen Taxa hat den Vorteil, dass die Ökologie der Taxa als Basis für deren Zuordnung zu den Vegetationseinheiten dient und damit eine hohe Genauigkeit erreicht wird. Eine Häufigkeit und Ähnlichkeit in der Überlieferung im Palynomorphenbericht spielt dabei erst einmal keine Rolle. Der Nachteil dieser Rekonstruktionsmethode liegt in der zugrunde liegenden Datenbasis. Diese schließt aus den klimatischen und ökologischen Ansprüchen der rezenten Vergleichspflanzen auf die Ansprüche der fossilen Taxa. Allerdings hatten diese Taxa nicht unbedingt dieselben Anforderungen ans Klima und an die Ökologie wie die heutigen Vergleichsarten. Ein weiterer Nachteil ist der Zeitaufwand für diese Rekonstruktionsmethode. Man muss auf jedes Taxon einzeln eingehen und dessen Lebensweise studieren und beschreiben.

Die Clusteranalyse ordnet aufgrund von Ähnlichkeiten in der Überlieferung der Palynomorphen die einzelnen Taxa den verschiedenen Clustern/Vegetationseinheiten zu. Daraus kann man dann auf mögliche ähnliche ökologische/klimatische Ansprüche der einzelnen Taxa schließen. Dies geschieht mit einem relativ geringen Zeitaufwand. Allerdings ist die Interpretation der zusammengeführten Taxa nicht immer einfach. Es werden zum Teil Taxa zu einem Cluster zusammengestellt, deren Ökologie nicht zusammenpasst. Bei der Clusteranalyse dominiert somit die Ähnlichkeit der Überlieferung. Ähnliches Verhalten im Palynomorphenbericht ist aber nicht zwingend mit einem ähnlichen Habitat/ähnlicher Ökologie der einzelnen im Cluster beinhalteten Pflanzen gleichzusetzen. Für eine Ähnlichkeit in der Überlieferung können auch ähnliche Reaktionen der Taxa auf klimatische Signale, auf Eruptionen in der Umgebung und vielleicht auch auf Krankheiten verantwortlich sein.

Die für die häufigen Taxa festgestellte hohe Übereinstimmung beider Methoden lässt aber den Schluss zu, dass die Clusteranalyse geeignet ist, einen schnellen Überblick über die Zusammenhänge im bearbeiteten Probenmaterial zu gewinnen. Die schlechte Übereinstimmung bei den selteneren Taxa zeigt dagegen, dass die Autökologische Analyse doch notwendig ist, um eine feinere Auflösung bei der Rekonstruktion zu erreichen.

## 6 Klimaanalyse

### 6.1 Methodik

Zur Rekonstruktion der Klimaparameter zur Zeit der Ablagerung der lakustrinen Sedimente des Enspel-Sees wurde der von MOSBRUGGER und UTESCHER (1997) entwickelte Koexistenz-Ansatz angewandt. Der Koexistenzansatz basiert auf der Annahme, dass die meisten fossilen Pflanzentaxa des Tertiärs ähnliche Klimaansprüche wie ihre nächsten lebenden Verwandten („nearest living relatives“; NLR) haben (BRUCH 1998). Mit Hilfe einer dauernd aktualisierten Datenbank (PALAEOFLORA 2004), die die Klimaansprüche von im Moment 754 NLRs tertiärer Pollen und Sporen enthält, und einem speziell hierfür entwickelten JAVA-Programm CLIMSTAT können für fossile Floren verschiedene Klimaparameter bestimmt werden. Man erstellt dabei für jede einzelne Probe eine Liste der bestimmbaren Taxa bzw. der zugehörigen NLRs und fügt diese mit den Klimaparametern der entsprechenden NLRs zu einer Textdatei zusammen. Die so entstandene Liste mit den NLRs wird dann in das Programm CLIMSTAT geladen und dieses vergleicht die Klimaansprüche der in dieser Probe bestimmten Taxa und gibt dann ein Intervall an, in dem sich die Ansprüche der jeweiligen Taxa überlappen, das so genannte Koexistenz-Intervall. Das heißt, in diesem „Klimaintervall“ können alle bzw. die meisten NLRs der fossilen Flora dieser Probe koexistieren.

Folgende Klimaparameter wurden dabei ermittelt: Jahresdurchschnittstemperatur (MAT), Temperatur des kältesten Monats (TCM), Temperatur des wärmsten Monats (TWM), Mittlerer Jahresniederschlag (MAP), Niederschlag des feuchtesten Monats (PWeM), Niederschlag des trockensten Monats (PDM) und schließlich der Niederschlag des wärmsten Monats (PWaM).

Die Darstellung der einzelnen Klimaparameter in ihrem Verlauf über das beprobte Profil hinweg, erfolgt in Diagrammen (siehe Diagramm 14 bis 20). Hier werden für die einzelnen ermittelten Klimaintervalle der Proben die Mittelwerte der Maximal- und Minimalwerte abgebildet und eine Durchschnittskurve (10-Periodischer Gleitender Durchschnitt) mit ins Diagramm aufgenommen. Die Diagramme mit den kompletten Intervallen sind dem Anhang auf CD-ROM beigefügt. Eine Diskussion möglicher Fehler und der Darstellung der Mittelwerte erfolgt im Kapitel 8.2.2. Eine Auflistung aller für die Klimaauswertung verwendeten fossilen Taxa bzw. ihrer NLRs ist im Anhang auf CD-Rom in der Datei „Klimaparameter Enspel“ nachzulesen.

Weiterhin ist in die Diagramme die bei der Vegetationsrekonstruktion über die Autökologie vorgenommene Zonierung des Profils (Zone A, B, C, D, E, F) mit aufgenommen worden. Diese Zonierung spiegelt sich auch beim zeitlichen Verlauf der Klimaparameter und erleichterte die Identifizierung einzelner klimatischer Phasen über das Profil hinweg. Dabei

sind die festgelegten Grenzen zwischen den einzelnen Phasen (z. B. Probe 260/259) zwar auf die Probe genau vorgenommen worden, sie sind aber eher als fließend anzusehen.

## 6.2 Ergebnisse

Begonnen werden soll mit den Ergebnissen des Niederschlags, der sich bei der ökologischen Analyse als maßgeblich für die Entwicklung der Vegetation gezeigt hat.

### 6.2.1 Mittlerer Jahresniederschlag (MAP)

Der Jahresniederschlag (siehe Diagramm 14) liegt bei Werten zwischen maximal 1410 mm/a (mm/anno) und minimal 1045 mm/a. Im Durchschnitt ergibt sich ein Wert von 1185 mm/a. Wie der Verlauf der Kurve zeigt, herrschen zu Beginn bis etwa Probe 405 relativ hohe Niederschläge von zumeist 1238,5 mm/a vor, die aber ab Probe 404 bis etwa Probe 260 zwischen 1327 mm/a und 1045 mm/a schwanken. Insgesamt liegen sie im Probenabschnitt

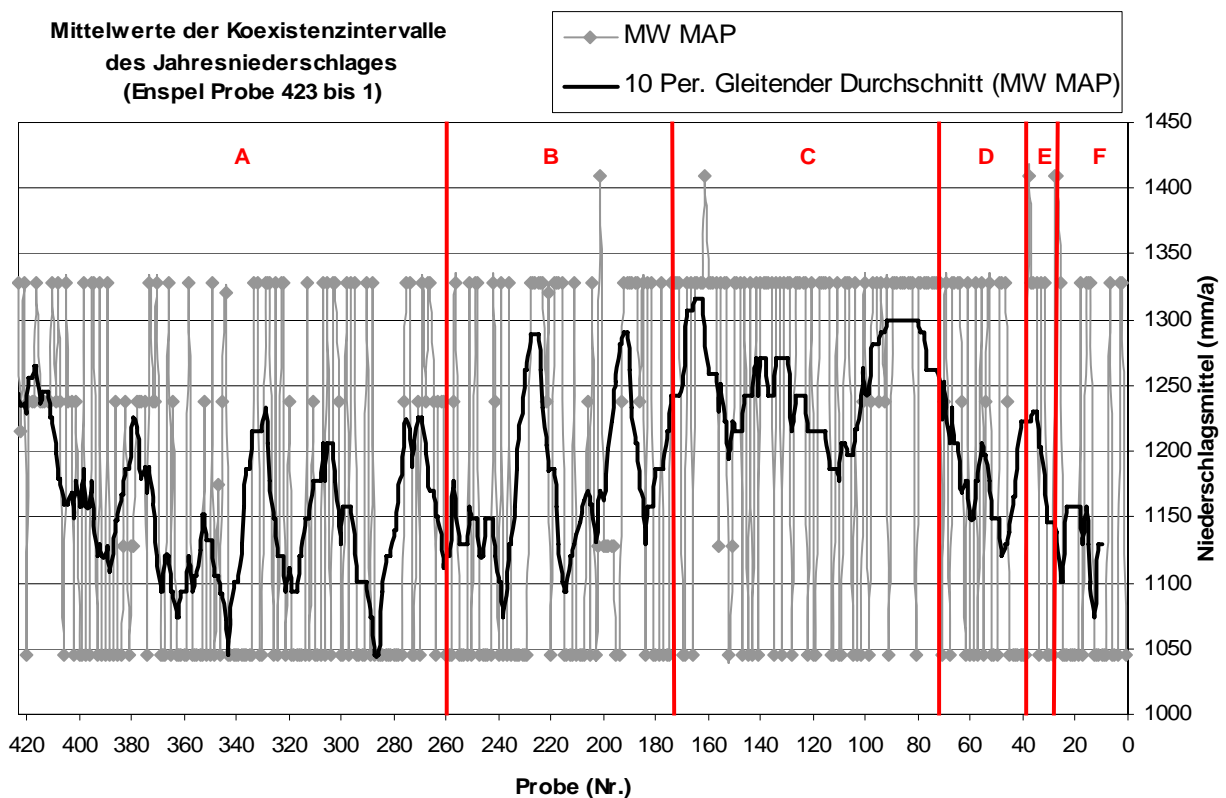


Diagramm 14: Mittelwerte der Koexistenzintervalle des Jahresniederschlags

von Probe 423 bis Probe 260 aber zumeist bei 1045 mm/a. Ab Probe 259 bis etwa Probe 174 beginnen die Werte im Durchschnitt anzusteigen (von 1045 mm/a auf 1327 mm/a). Von Probe 173 bis Probe 74 befinden sich die Werte in einer Hochphase bei zumeist 1327 mm/a. Mit Probe 73 bis Probe 1 fallen die Werte wieder ab und liegen mehr bei 1045 mm/a.

An der Niederschlagsentwicklung sind 4 Phasen ablesbar: Phase 1 bis etwa Probe 260 mit insgesamt “niedrigen“ Jahresniederschlägen; Phase 2 von Probe 259 bis Probe 174 mit allgemein steigenden Jahresniederschlägen; Phase 3 von Probe 173 bis Probe 74 mit dann “höheren“ Jahresniederschlägen und schließlich Phase 4 von Probe 73 bis Probe 1 mit wieder rückläufigen Niederschlägen. Es ist ein zyklisches Auf und Ab bei der zeitlichen Entwicklung des mittleren Jahresniederschlags zu erkennen (siehe Verlaufskurve des Gleitenden Durchschnitts).

### 6.2.5 Niederschlag des feuchtesten Monats (PWeM)

Die Niederschläge des feuchtesten Monats (Diagramm 15) liegen bei maximal 187,5 mm/M (mm/Monat) und minimal bei 143,5 mm/M, ihr Durchschnittswert beträgt 150 mm/M. Ähnlich dem Jahresniederschlag gibt es hier zu Beginn in Probe 413 bis 404 einen Abschnitt mit relativ hohen Niederschlägen von 177,5 mm/M, die dann aber im Abschnitt zwischen

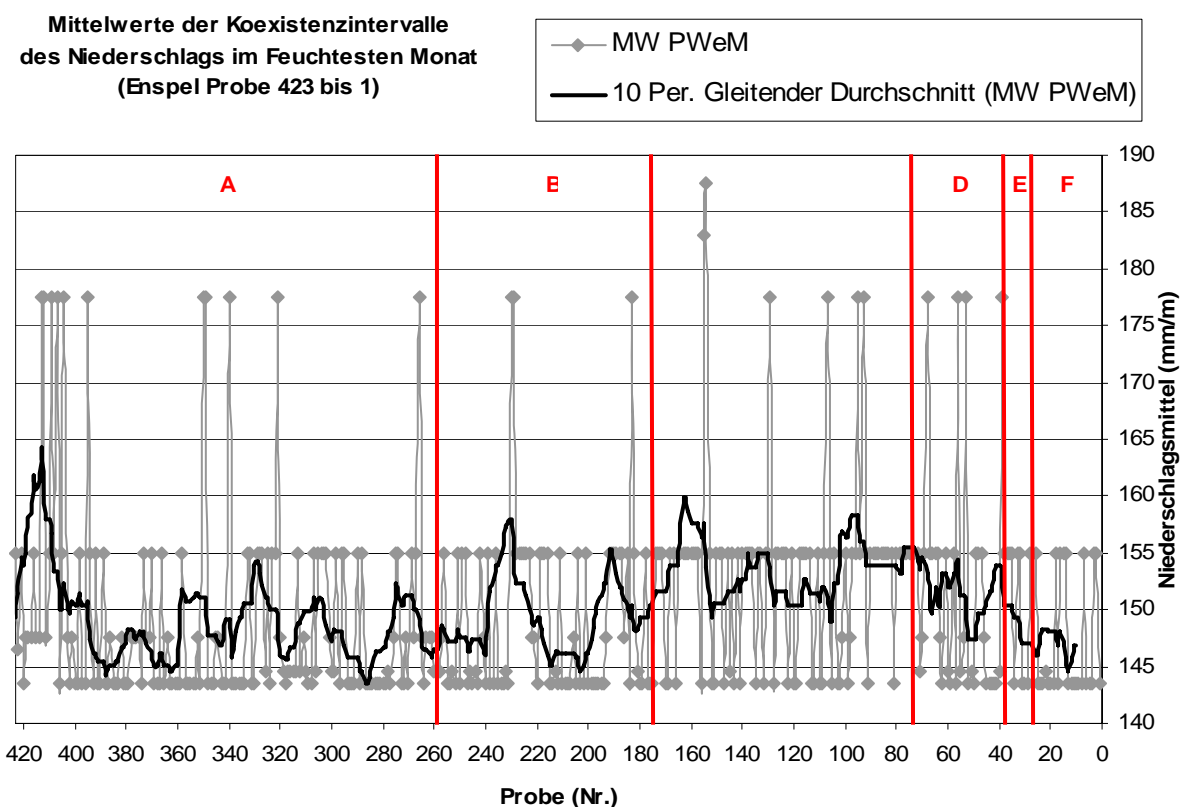


Diagramm 15: Mittelwerte der Koexistenzintervalle des Feuchtesten Monats

Probe 403 und Probe 174 auf zumeist 143,5 mm/M zurückgehen. Von Probe 173 bis Probe 74 steigern sich die Niederschlagsmengen auf zumeist 155 mm/M und fallen erst im Probenabschnitt von Probe 73 bis 1 wieder auf Werte von 143,5 mm/M.

Hier sind drei Phasen unterscheidbar: Phase 1 bis etwa Probe 174 mit insgesamt “niedrigen“ Niederschlägen im feuchtesten Monat; Phase 2 von Probe 173 bis etwa Probe 74

mit “hohen“ Niederschlägen und Phase 3 von Probe 73 bis Probe 1 mit wieder abfallenden Niederschlagsraten.

### 6.2.6 Niederschlag des trockensten Monats (PDM)

Der Mittelwert des trockensten Monats (Diagramm 16) bewegt sich zwischen maximal 50,5 mm/M und minimal 22,5 mm/M. Im Durchschnitt erreicht er einen Wert von 35,5 mm/M. Hier liegen die Niederschlagswerte von Beginn an bis etwa Probe 174 zumeist bei etwa 34 mm/M. Im Probenabschnitt von Probe 173 bis Probe 74 steigern sie sich auf Werte von zumeist 42 mm/M. Ab Probe 73 fallen sie im Durchschnitt wieder ab und erreichen in Probe 1 einen Wert von 34 mm/M.

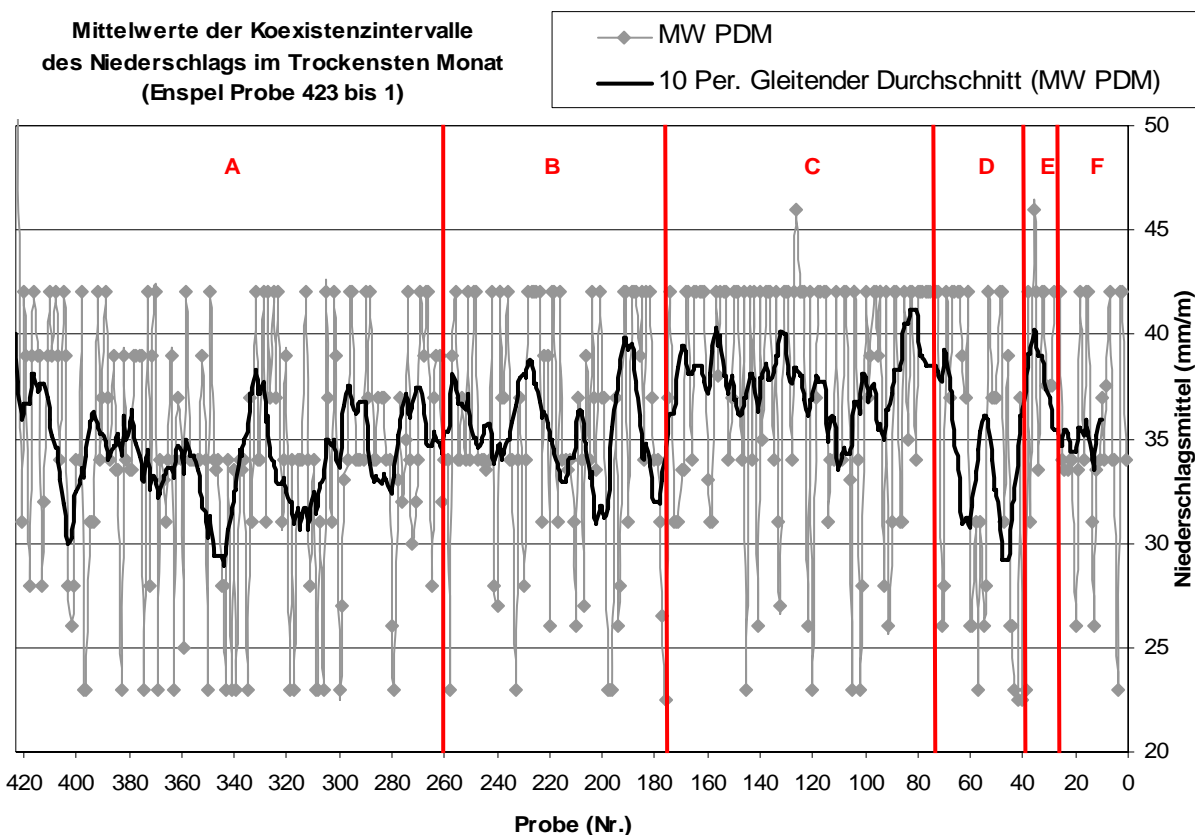


Diagramm 16: Mittelwerte der Koexistenzintervalle des Trockensten Monats

Der Niederschlag des trockensten Monats ist in drei Phasen einteilbar: Phase 1 von Beginn bis Probe 174 mit generell “niedrigen“ Werten; Phase 2 von Probe 173 bis Probe 74 mit etwas “höheren“ Werten und schließlich Phase 3 von Probe 73 bis 1 mit wiederum im Durchschnitt fallenden Werten.

### 6.2.7 Niederschlag des Wärmsten Monats (PWaM)

Die mittleren Niederschläge des wärmsten Monats (Diagramm 17) liegen bei maximal 155 mm/M und minimal bei 93 mm/M. Der Durchschnittswert erreicht 127,5 mm/M. Von

Beginn bis etwa Probe 174 wechselt der Niederschlag zwischen Werten von 139 mm/m und 93 mm/M, insgesamt liegt sie aber bei zumeist 126,5 mm/M. Ab Probe 173 bis Probe 74 liegen die Werte dann aber in einem etwas höheren Bereich bei zumeist 139 mm/M. Von Probe 73 bis Probe 1 ist eine fallende Tendenz der Werte auf 126,5 mm/M ablesbar.

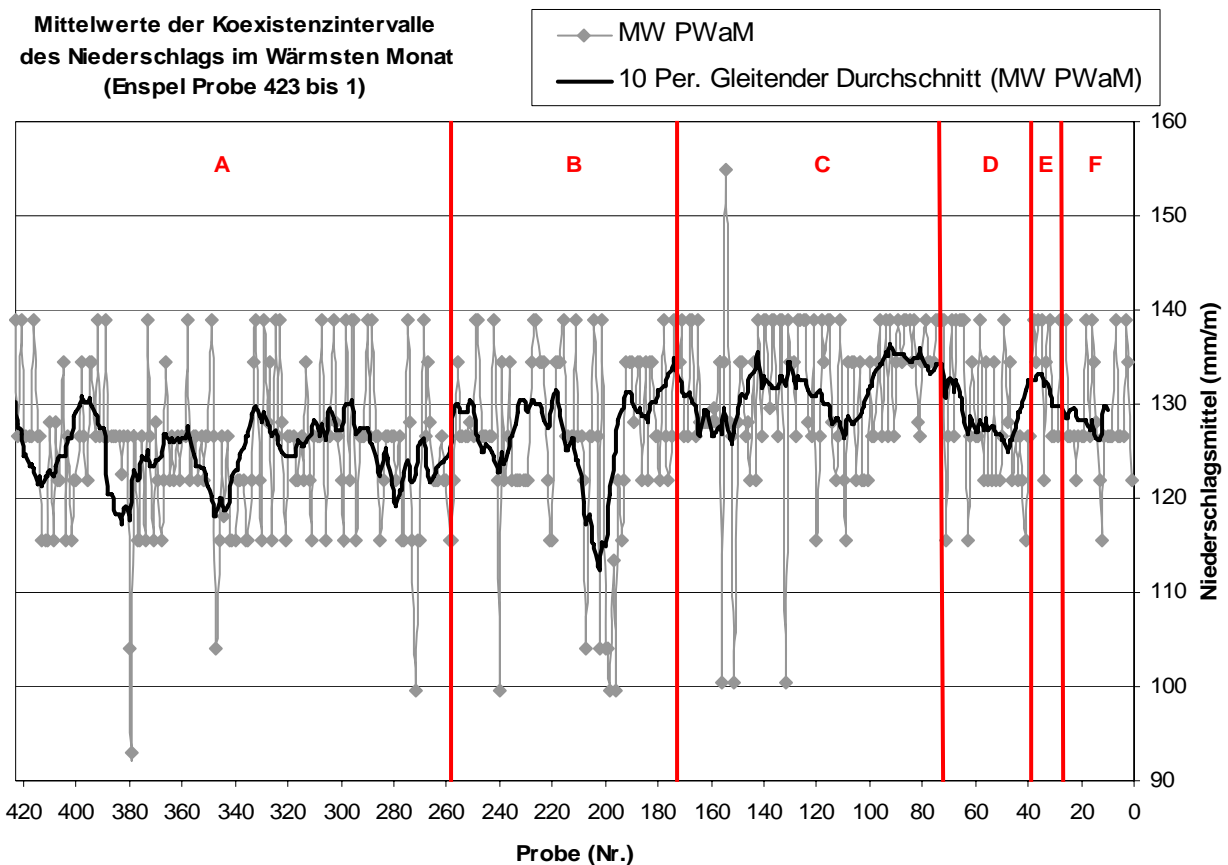


Diagramm 17: Mittelwerte der Koexistenzintervalle des Wärmsten Monats

Es lassen sich auch beim Niederschlag des wärmsten Monats drei Phasen unterscheiden: Phase 1 von Probe 423 bis Probe 174 mit “niedrigen“ Niederschlagsraten; Phase 2 von Probe 173 bis 74 mit etwas “höheren“ Niederschlägen und Phase 3 von Probe 73 bis Probe 1 mit im Durchschnitt wieder fallenden Niederschlagsraten.

### 6.2.1 Jahresdurchschnittstemperatur (MAT)

Am Verlauf dieser Kurve (Diagramm 18) ist zu erkennen, dass sich die Mittelwerte der Klimaintervalle der MAT im Bereich zwischen maximal 18,25°C und minimal 12,85°C bewegen. Zumeist liegen sie aber zwischen etwa 15°C und 12,85°C. Im Durchschnitt über alle Proben ergibt das einen Wert von 14,35°C. Von Probe 423 bis etwa Probe 260 sind in etwa gleich bleibend “hohe“ Temperaturen zu erkennen (Durchschnitt 15°C). Von Probe 259 bis Probe 174 bewegt sich die Temperatur immer noch im “oberen“ Bereich aber mit fallender Tendenz (von durchschnittlich 15°C auf ca. 13,5°C). Zwischen Probe 173 und Probe



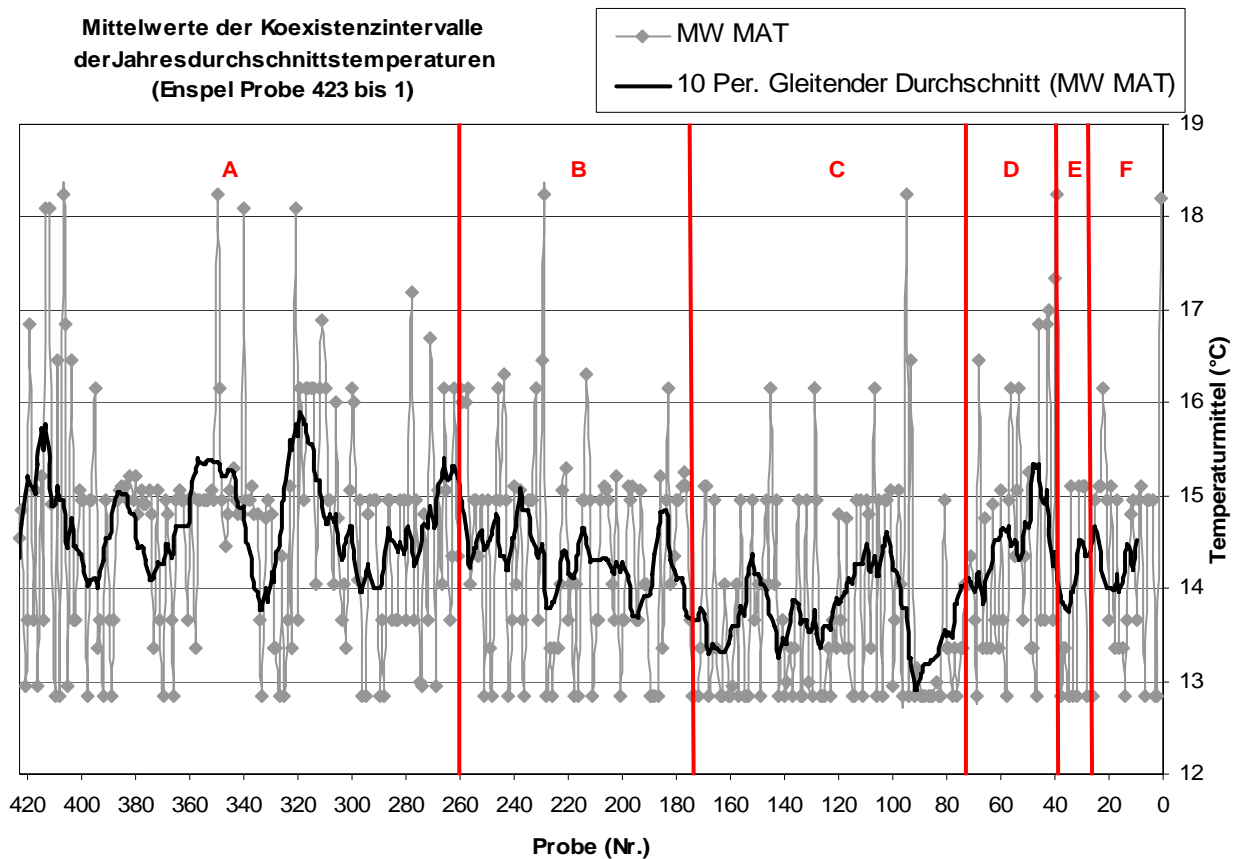


Diagramm 18: Mittelwerte der Koexistenzintervalle der Jahresdurchschnittstemperaturen

74 liegt die Temperatur mehr im “unteren“ Bereich bei 13,5°C. Von Probe 73 bis 1 kommt es insgesamt zu einem Anstieg der MAT auf Werte um die 15°C.

Es sind hier 2 stärker ausgeprägte Phasen erkennbar, die jeweils noch in zwei Unterphasen einteilbar sind: Phase 1 von Probe 423 bis etwa Probe 174 mit +/- gleich bleibend “hohen“ Temperaturen, die im unteren Profilbereich (Unterphase 1.1, Probe 423 bis 260) in etwa bei 15°C liegen und dann in Unterphase 1.2 (Probe 259 bis 174) eine fallende Tendenz zeigen (15°C auf 13,5°C). Phase 2 von Probe 173 bis Probe 1 mit “niedrigen“ Temperaturen, die in Unterphase 2.1 (Probe 173 bis 74) um die 13,5°C liegen und in Unterphase 2.2 (Probe 73 bis 1) dann einen ansteigenden Trend auf Werte um die 15°C zeigen.

## 6.2.2 Temperatur des Kältesten Monats (TCM)

Die Temperatur des Mittelwerts (Diagramm 19) der TCM bewegt sich zwischen maximal 11,4°C und minimal 2,15°C. Sie liegt aber zumeist im Bereich zwischen 5,3°C und 3,1°C, im Durchschnitt liegt die Wintertemperatur bei 4,3°C. Dabei liegt die Temperatur von Probe 423 bis Probe 260 im “oberen“ Bereich bei zumeist 5,3°C. Von Probe 259 bis Probe 174 fällt die Temperatur im Trend ab von 5,3°C auf Werte um 2,1°C. Mit dem Abschnitt von Probe 173 bis Probe 74 liegen die Temperaturen im “unteren“ Bereich um 2,1°C. Von Probe

Mittelwerte der Koexistenzintervalle  
der Temperaturen des kältesten Monats  
(Enspel Probe 423 bis 1)

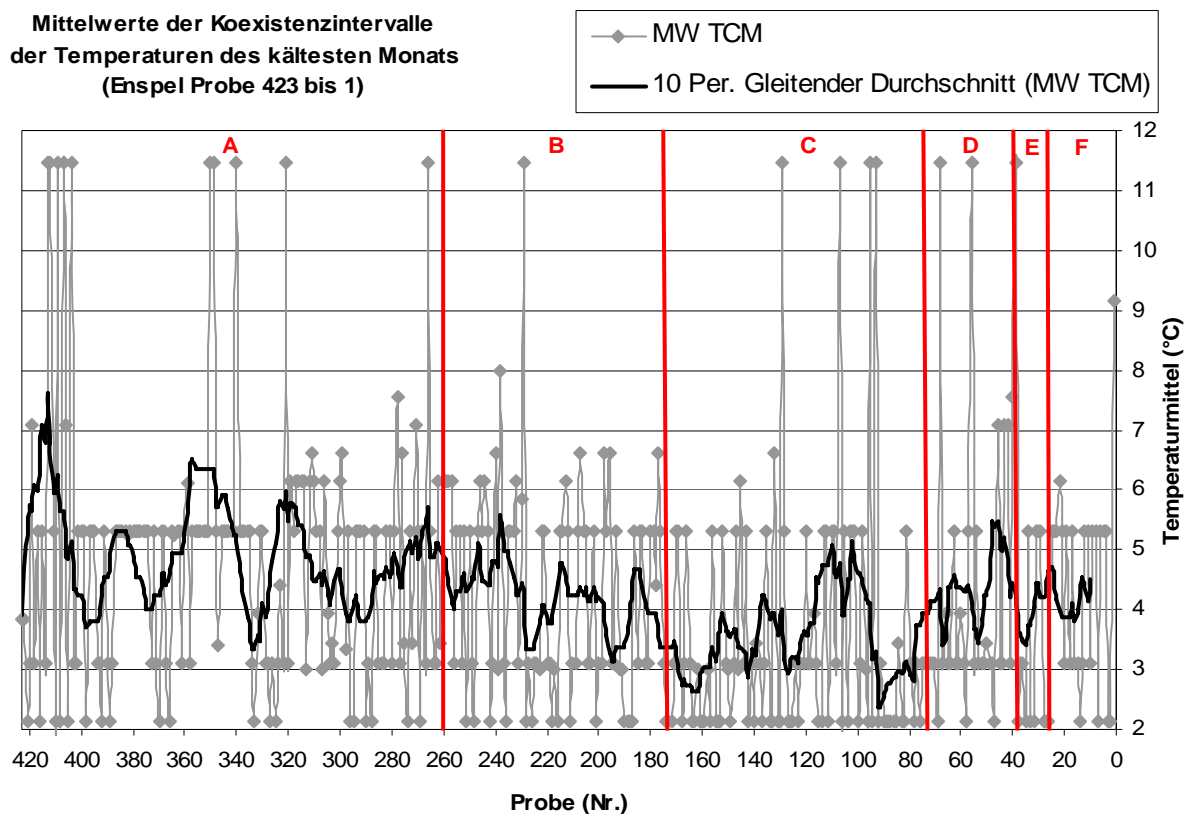


Diagramm 19: Mittelwerte der Koexistenzintervalle der Temperatur des Kältesten Monats

73 bis Probe 1 steigen die durchschnittlichen Temperaturen im kältesten Monat wieder auf Werte von 5,3°C in Probe 1.

Auch hier lassen sich 2 Hauptphasen unterscheiden, die sich jeweils noch in 2 Unterphasen gliedern lassen: Phase 1 von Probe 423 bis Probe 174 mit in etwa gleich bleibenden “hohen“ Temperaturen; die dabei in Unterphase 1.1 von Probe 423 bis Probe 260 im “oberen“ Bereich liegen und in Unterphase 1.2 (Probe 259 bis 174) im Trend langsam fallende Temperaturen zeigen. Phase 2 schließlich von Probe 173 bis Probe 1 mit insgesamt “niedrigen“ Temperaturen; die dabei in Unterphase 2.1 (Probe 173 bis 74) im “unteren“ Bereich liegen und in Unterphase 2.2 (Probe 73 bis 1) im Trend wieder langsam ansteigen.

### 6.2.3 Temperatur des Wärmsten Monats (TWM)

Die Temperatur des wärmsten Monats (Diagramm 20) bewegt sich zwischen maximal 26,4°C und minimal 24,5°C. Sie liegt dabei aber im Großteil der Proben zwischen 24,7°C und 24,9°C. Über alle Proben gemittelt liegt die Temperatur im Sommer bei 24,9°C. Insgesamt ist die Schwankungsbreite der Sommertemperaturen aber relativ gering. Der Verlauf der mittleren Sommertemperaturen liegt von Probe 423 bis Probe 174 zumeist bei 24,9°C, in wenigen Proben liegt die Temperatur dabei bei 24,7°C und in noch weniger Proben liegt sie bei 25,1°C. Zwischen Probe 343 und Probe 229 liegt eine Phase leicht erhöhter

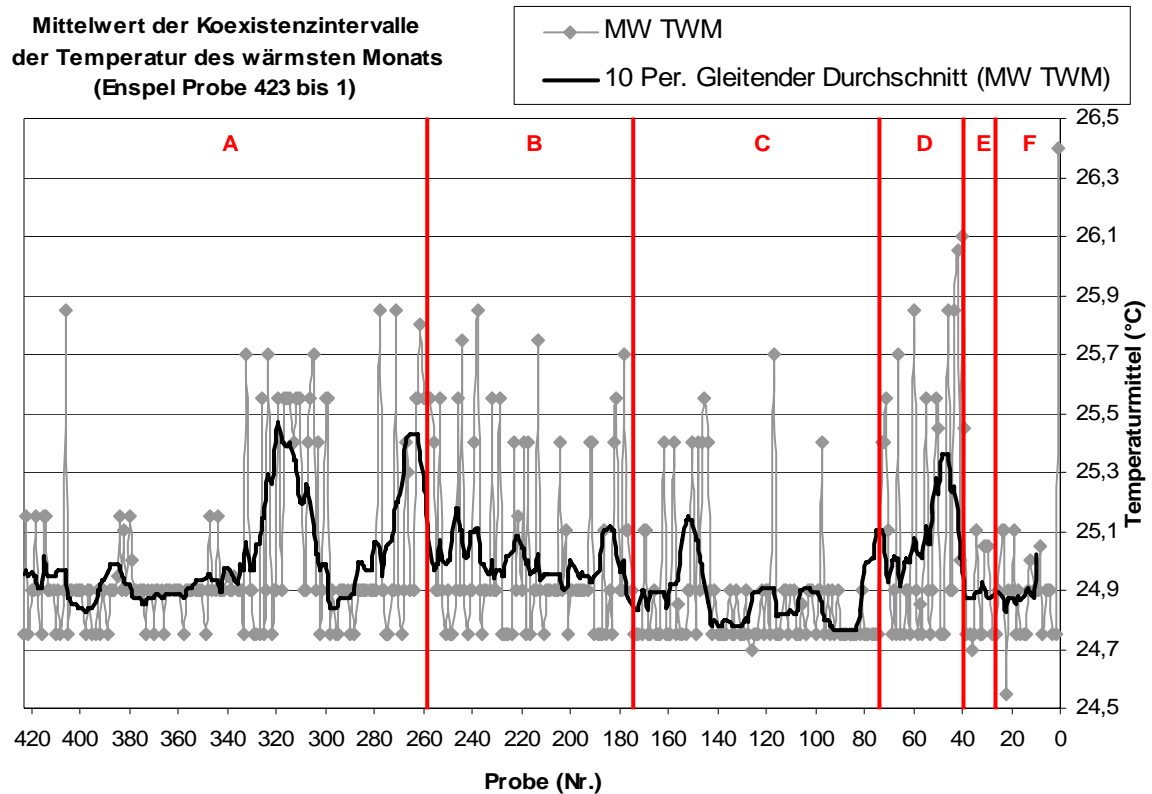


Diagramm 20: Mittelwerte der Koexistenzintervalle der Temperatur des Wärmsten Monats

Sommertemperaturen mit Werten von bis zu 25,7°C, zumeist liegen sie aber bei 25,5°C. Ab Probe 173 ist ein leicht fallender Trend bei den Sommertemperaturen feststellbar, die Werte fallen auf 24,7°C. Von Probe 173 bis Probe 74 kommt es nun zu einer Phase mit “niedrigen“ Temperaturen die zumeist bei 24,7°C liegen. Ab Probe 71 bis Probe 1 kommt es wieder zu einem Anstieg bei den Temperaturen, sie steigen nun auf über 26°C (Probe 40) und erleben dann wieder einen Abfall, steigen aber im Trend an.

Allgemein lässt sich der Verlauf der mittleren Sommertemperaturen in zwei Hauptphasen einteilen: Phase 1 von Probe 423 bis Probe 174, mit insgesamt “hohen“ Sommertemperaturen (um 24,9°C) und Phase 2 von Probe 173 bis 1 mit Temperaturen die zumeist im “unteren“ Bereich (um 24,7°C) lagen

Hier sei aber nochmals auf die insgesamt sehr geringe Schwankungsbreite der Werte hingewiesen. Die Sommertemperaturen blieben über das gesamte Profil relativ gleich, sodass hier die Einteilung in Phasen auch unterbleiben könnte.

## 6.3 Zusammenfassung und Interpretation

### 6.3.1 Niederschlagsverlauf

Bei der Niederschlagsentwicklung lassen sich beim mittleren Jahresniederschlag vier Phasen, beim Niederschlag des feuchtesten Monats, beim Niederschlag des trockensten Monats sowie dem Niederschlag des wärmsten Monats drei Phasen unterscheiden (s. o.). Dabei entsprechen die Phasen 1 und 2 beim Mittleren Jahresniederschlag der Phase 1 der übrigen Niederschlagsparameter. In der Tabelle 2 sind die Durchschnittswerte der Klimaparameter für die jeweilige Phase abgetragen.

Tabelle 2: Durchschnittlicher Niederschlag MAP, PWeM, PDM, PWaM in den Phasen (mm/a; mm/M)

|             | <b>Ø Gesamt</b> | <b>Ø Phase 1</b> | <b>Ø Phase 2</b> | <b>Ø Phase 3</b> | <b>Ø Phase 4</b> |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>MAP</b>  | 1185            | 1157             | 1170             | 1253             | 1175             |
| <b>PWeM</b> | 150             | 149              | 149              | 153              | 150              |
| <b>PDM</b>  | 35              | 35               | 35               | 38               | 35               |
| <b>PWaM</b> | 127             | 125              | 125              | 132              | 130              |

Die Entwicklung der Niederschlagsmengen im Jahresdurchschnitt zeigt einen Bereich mit Abschnitt mit “niedrigen“ Niederschlagsraten (Phase 1), ein Intervall mit steigenden Niederschlagsraten (Phase 2), eine Phase mit “hohen“ Niederschlagsmengen (Phase 3) sowie einen Abschnitt mit wieder fallenden Jahresniederschlagsmengen (Phase 4).

Bemerkung: Beim Niederschlag des feuchtesten Monats, des trockensten Monats sowie des wärmsten Monats sind die durchschnittlichen Änderungen des Niederschlags allerdings so gering, dass sie unter der Signifikanzgrenze liegen (siehe Kapitel 8.2.2, Diskussion der Klimaanalyse).

Bei der Niederschlagsentwicklung des MAP kann man am Verlauf der Durchschnittskurve (10-Periodischer Gleitender Durchschnitt) ablesen, dass innerhalb der einzelnen Phasen sich immer wieder Zeiten mit “höheren“ oder “niedrigeren“ Niederschlägen ablösen, der Kurvenverlauf ist mehr oder weniger zyklisch (siehe Kapitel Zeitreihenanalyse).

### 6.3.2 Temperaturverlauf

Bei der Temperaturentwicklung lassen sich bei der Jahresdurchschnittstemperatur, bei der Temperatur des kältesten Monats und der Temperatur des wärmsten Monats zwei Phasen mit jeweils zwei Unterphasen unterscheiden (s. o.). In der Tabelle 3 sind die Durchschnittswerte der Klimaparameter für die jeweiligen Phasen abgetragen.

Die Entwicklung der Jahresdurchschnittstemperatur zeigt zu Beginn einen Abschnitt mit "hohen" Temperaturen (Unterphase 1.1), der gefolgt wird von einem Abschnitt mit leicht fallenden Temperaturen (Unterphase 1.2). Die weitere Temperaturentwicklung zeigt eine Phase mit "niedrigen" Temperaturen (Unterphase 2.1) und schließlich eine letzte Phase mit wieder ansteigenden Temperaturen (Unterphase 2.2). Der Temperaturverlauf im kältesten Monat sowie im wärmsten Monat zeigt ähnliche Tendenzen.

Tabelle 3: Durchschnittstemperaturen MAT, TCM und TWM in den Phasen (°C)

|            | Ø<br>Gesamt | Ø<br>Phase<br>1 | Ø<br>Unterphase<br>1.1 | Ø<br>Unterphase<br>1.2 | Ø<br>Phase<br>2 | Ø<br>Unterphase<br>2.1 | Ø<br>Unterphase<br>2.2 |
|------------|-------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| <b>MAT</b> | 14,3        | 14,6            | 14,7                   | 14,4                   | 14,0            | 13,7                   | 14,4                   |
| <b>TCM</b> | 4,3         | 4,7             | 4,9                    | 4,3                    | 3,8             | 3,5                    | 4,2                    |
| <b>TWM</b> | 25,0        | 25,0            | 25,0                   | 25,0                   | 24,9            | 24,9                   | 25,0                   |

Bemerkung: Die festgestellten durchschnittlichen Änderungen der Temperaturparameter sind insgesamt allerdings so gering, dass sie sich innerhalb eines Intervalls von 1°C befinden. Dieses Intervall liegt ev. unter der Auflösungsgrenze der Methode (siehe Kapitel 8.2.2, Diskussion der Klimaanalyse).

Am Verlauf der Durchschnittskurve (10-Periodischer Gleitender Durchschnitt) der einzelnen Temperaturdiagramme kann man ablesen, dass innerhalb der einzelnen Phasen sich immer wieder Zeiten mit "höheren" oder "niedrigeren" Temperaturen ablösen, der Kurvenverlauf ist mehr oder weniger zyklisch (siehe Zeitreihenanalyse).

### 6.3.3 Vergleich der Niederschlags- und Temperaturentwicklung

Die Ausprägung der Phasen beim Niederschlag und der Temperatur ist ähnlich aber nicht gleich. Daher wurden die einzelnen Phasen unterschiedlich benannt. Tabelle 4 stellt die Phaseneinteilung des Niederschlags und der Temperatur zum besseren Verständnis gegenüber.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Phasen von Niederschlag und Temperatur:

|                     | <b>Probe<br/>423 bis 260</b> | <b>Probe<br/>259 bis 174</b> | <b>Probe<br/>173 bis 74</b> | <b>Probe<br/>73 bis 1</b>  |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>MAP<br/>Ø P</b>  | Phase 1<br>"niedrig"         | Phase 2<br>steigend          | Phase 3<br>"hoch"           | Phase 4<br>fallend         |
| <b>PWeM<br/>Ø P</b> | Phase 1<br>"niedrig"         |                              | Phase 2<br>"hoch"           | Phase 3<br>fallend         |
| <b>PDM<br/>Ø P</b>  | Phase 1<br>"niedrig"         |                              | Phase 2<br>"hoch"           | Phase 3<br>fallend         |
| <b>PWaM<br/>Ø P</b> | Phase 1<br>"niedrig"         |                              | Phase 2<br>"hoch"           | Phase 3<br>fallend         |
| <b>MAT<br/>Ø T</b>  | Unterphase 1.1<br>"hoch"     | Unterphase 1.2<br>fallend    | Unterphase 2.1<br>"niedrig" | Unterphase 2.2<br>steigend |
| <b>TCM<br/>Ø T</b>  | Unterphase 1.1<br>"hoch"     | Unterphase 1.2<br>fallend    | Unterphase 2.1<br>"niedrig" | Unterphase 2.2<br>steigend |
| <b>TWM<br/>Ø T</b>  | Unterphase 1.1<br>"hoch"     | Unterphase 1.2<br>fallend    | Unterphase 2.1<br>"niedrig" | Unterphase 2.2<br>steigend |

Die Ergebnisse bei den Mittelwerten der Klimaintervalle (siehe auch Diagramme 14 bis 20) zeigen eine Gegenläufigkeit von Niederschlag und Temperatur. Wenn steigende Niederschlagsmengen auftraten, sanken die Temperaturen, bei fallenden Niederschlägen stiegen die Temperaturen an, bei "hohen" Niederschlagsraten waren die Temperaturen "niedrig" und bei "niedrigen" Niederschlagsmengen waren die Temperaturen "hoch". Bei den tatsächlichen Minimal- und Maximalwerten der einzelnen Intervalle tritt diese Gegenläufigkeit allerdings nicht so stark hervor (siehe Anhang Klima nach NLR auf CD-ROM), die Bandbreite der einzelnen Intervalle ist zu groß (siehe auch Kapitel 8.2.2).

#### 6.4 Rezente Klimaeinordnung

Nach der Gliederung von KÖPPEN (1923) lassen sich die einzelnen identifizierten klimatischen Phasen folgenden Klimaten zuordnen (Tab. 5):

Tabelle 5: Einordnung der Phasen nach KÖPPEN (1923)

|                 | <b>Probe<br/>423 bis 260</b> | <b>Probe<br/>259 bis 174</b> | <b>Probe<br/>173 bis 74</b> | <b>Probe<br/>73 bis 1</b> | <b>Probe<br/>423 bis 260</b> |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| <b>Klimatyp</b> | Cfa                          | Cfa                          | Cfa                         | Cfa                       | Cfa                          |

Es herrschte durchgängig ein Cfa-Klima, d.h. es war warm gemäßigt, die Temperatur des kältesten Monats liegt zwischen +18 und -3°C. In allen Monaten fiel ausreichend Niederschlag und der wärmste Monat lag über 22°C. Dieses Klima kommt heute in Europa außer im Gebiet des Pannonischen Beckens, der Po-Ebene und z. T. am Schwarzen Meer nicht mehr vor. Gebiete mit Cfa-Klima erstrecken sich ausschließlich entlang der Ostküste der Kontinente (KÖHLER 1998). Dies sind: Weite Teile des östlichen Nordamerikas; in Südamerika Südbrasilien, Uruguay und Nordargentinien; der östliche Teil von Südafrika; in Asien weite Teile Ostchinas, Südjapans und Südkoreas, aber auch in Aserbeidschan am Kaspischen Meer; Ostaustralien.

Als rezente Vergleichsklimate (Tabelle 6) könnten folgende Gebiete in Betracht kommen:

Tabelle 6: Messstationen mit ähnlichen Klimaparametern

| <b>Messstation</b>   | <b>MAP</b>   | <b>MAT</b> | <b>TCM</b> | <b>TWM</b> |
|--|--------------|------------|------------|------------|
| <b>Lenkoran (Aserbeidschan, Csa)</b><br>38°45'N / 48°50'E / -12m ü. NN | 1146<br>mm/a | 14,2°C     | 3,4°C      | 25,3°C     |
| <b>Maebashi (Japan)</b><br>36°24'N / 139°04'E / 122m ü. NN             | 1130<br>mm/a | 13,9°C     | 2,8°C      | 25,9°C     |
| <b>Nashville (USA)</b><br>36°07'N / 86°41'W / 184m ü. NN               | 1200<br>mm/a | 15,0°C     | 2,5°C      | 26,2°C     |
| <b>Knoxville (USA)</b><br>35°48'N / 84°00'W / 289m ü. NN               | 1197<br>mm/a | 14,2°C     | 2,2°C      | 24,8°C     |
| <b>Mokp'o (Südkorea)</b><br>34°47'N / 126°23'E / 56m ü. NN             | 1112<br>mm/a | 13,6°C     | 1,3°C      | 26,2°C     |
| <b>Auckland (Neuseeland, Cfb)</b><br>37°01'S / 174°48'E / 6m ü. NN     | 1106<br>mm/a | 15,2°C     | 10,6°C     | 19,6°C     |

Hier liegen die mittlere Jahrestemperatur und die Temperatur des wärmsten Monats im Bereich der Mittelwerte der Enspel-Klimaintervalle. Nur die Temperatur des kältesten Monats liegt bei den rezenten Vergleichsklimaten zumeist etwas tiefer, allerdings liegen diese Werte dann immer noch im tatsächlichen Klimaintervall. Der Niederschlag stimmt in etwa mit den Niederschlagsraten von Enspel überein. Es fällt auf, dass sich fast alle Orte mit rezentem Vergleichsklima in Meeresnähe befinden, im Hinterland ein Gebirge besteht und alle Orte zwischen 35° und 38° nördlicher bzw. südlicher Breite liegen. Nashville und Knoxville sind nicht in Meeresnähe, dafür liegen sie aber in der Nähe großer Flüsse (Tennessee, Ohio) und im Hinterland befindet sich ein Gebirge (Appalachen).

## 7 Zeitreihenanalyse / Datierung

Hier sollen die bei der Auszählung der Palynomorpha festgestellten Zyklizitäten diverser Pollen, Sporen und auch der Pilzreste näher untersucht werden. Dafür wurden die einzelnen Auszählergebnisse (in Prozent am Pollenbericht) der jeweiligen Palynomorpha in das Statistikprogramm PAST importiert und eine Spektralanalyse durchgeführt. Dies war möglich, da der Bohrkern in etwa immer im gleichen Abstand beprobt wurde (siehe Probennahme), auch wurden die einzelnen Schwarzpelitsedimentpakete (siehe Kapitel 2 und 3) bei der Analyse aneinandergereiht, so dass die gesamte Schwarzpelitabfolge als Einheit analysiert werden konnte. Dies wurde für zulässig gehalten, da sich bei der Autökologischen Analyse und bei der Clusteranalyse sehr wenig Hinweise auf Schichtlücken/Schichtverdopplungen durch die in die Schwarzpelite eingeschalteten Rutschungen/Turbidite/Tuffite ergaben (siehe auch Kapitel 8.1). Die Ergebnisse sollen an wenigen ausgewählten Palynomorpha vorgestellt und diskutiert werden. Im Anhang auf CD-Rom sind die Ergebnisse (Diagramme, Alterseinstufung) aller auffälligen Palynomorpha, der Vegetationseinheiten und der Klimaparameter zu finden (Anhang Gegenüberstellung Palynomorphenüberlieferung).

### 7.1 Methodik

Um eventuell vorhandene Zyklizitäten (Orbitalparameter?) in den Probensequenzen der einzelnen Palynomorpha nachzuweisen, wurden die Auszählraten ausgewählter Palynomorpha, des Fungalindex F sowie der Mittelwert der Jahresdurchschnittstemperatur in das Statistikprogramm PAST 1.36 (**P**Alaeontological **S**Tatistics) importiert und dort ausgewertet. Das Programm führte eine Spektralanalyse mit Hilfe des Lomb Periodogramm-Algorithmus (PRESS et al. 1992) für Daten durch, deren Probenabstand in etwa gleich groß ist. Dies bedeutet, dass jede Probe den gleichen Zeitraum repräsentiert. Als Ergebnis erhält man dann ein Periodogramm, welches auffällige Frequenzen abgetragen gegen ihre Intensität darstellt (Frequenz bedeutet hier Anzahl der Zyklen je Zeiteinheit). Weiterhin sind noch die beiden Signifikanzlevels (0,01 und 0,05) ins Periodogramm eingezeichnet, unter deren Intensitätsniveau die abgebildeten Frequenzen dem "Weißen Rauschen" zugeordnet werden können, d.h. dies sind Frequenzen, die zwar sichtbar aber nicht signifikant sind. Mit Hilfe der Frequenzen oberhalb der Signifikanzlevels und einer bekannten Ablagerungsdauer der Enspel-Schwarzpelite ließe sich so die Dauer des jeweiligen zur Frequenz gehörenden Zyklusses berechnen.

Es ist bekannt, dass die Orbitalparameter Zyklizitäten des Klimas verursachen (vgl. ZACHOS et al. (1997, 2001a, 2001b)). Nur, für das Enspel-Profil ist die Ablagerungsdauer nicht



bekannt. Daher werden hier verschiedene potentielle Sedimentationsdauern angenommen und daraus die dazugehörige Zyklendauer bei den einzelnen auffälligen Frequenzen ausgerechnet.

Die Dauer der Sedimentation im Enspel-See soll hier in erster Näherung abgeschätzt werden. Nach GOTH (1990) wird für die vergleichbaren Ölschiefer der Grube Messel von einer Akkumulationsrate in Höhe von 0,1 mm pro Jahr ausgegangen. Dies entspricht 10 cm je 1.000 a. Wenn man die gesamten Schwarzpelite des Enspel-Profiles addiert, ergibt sich eine Mächtigkeit von 29,67 m, dies würde dann in etwa einem Ablagerungszeitraum von 300.000 a entsprechen. Mit dieser Annahme der Gesamtablagerungsdauer wurden nun die einzelnen auffälligen Frequenzen durchgerechnet und mit den Orbitalparametern verglichen. Gleichzeitig wurden noch weitere alternative Ablagerungsdauern angenommen und durchgerechnet. So wurden 200.000 a und 100.000 a noch in die Rechnung aufgenommen. Durch "Orbitales Tuning" (Orbital getunte Bestimmung der Sedimentationsdauer) soll über den Vergleich mit den Orbitalparametern dann auf die tatsächliche Ablagerungsdauer der Enspel-Sedimente geschlossen werden.

## 7.2 Ergebnisse und Interpretation

### 7.2.1 Periodogramm von *Betula* sp.

Begonnen werden soll mit dem Periodogramm von *Betula* sp. (Diagramm 21), da dies das am leichtesten zu interpretierende Periodogramm ergab.

Hier ist nur eine auffällige Frequenz über dem Signifikanzniveau zu erkennen. Die zugehörige Zyklusdauer dieser Frequenz errechnet sich wie folgt:

$$\text{Ablagerungsdauer einer Einzelprobe} / \text{Frequenz} = \text{Zyklusdauer} \quad (2)$$

Für die angenommenen Gesamtablagerungsdauern ergeben sich folgende Zeiträume, die eine Einzelprobe repräsentiert (Ablagerungsdauer Gesamt/Probenanzahl = Ablagerungsdauer Einzelprobe):

|           |   |          |           |   |          |
|-----------|---|----------|-----------|---|----------|
| 300.000 a | ▶ | 709,22 a | 200.000 a | ▶ | 472,81 a |
| 100.000 a | ▶ | 236,41 a |           |   |          |

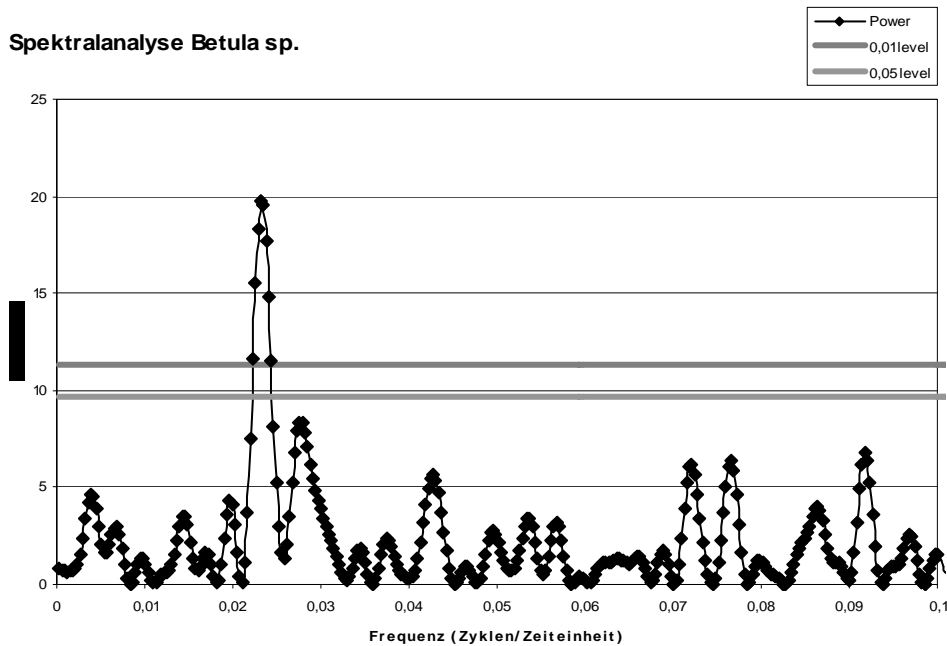


Diagramm 21: Periodogramm von *Betula* sp.

Der aus dem Periodogramm ablesbare Wert der einzigen auffälligen Frequenz beträgt 0,023159 Zyklen/Zeiteinheit (Z/ZE). Daraus ergibt sich für die Dauer des auffälligen Zyklus folgender Wert (je nach angenommenem Gesamtalter):

Tab. 7: Zyklendauer für *Betula* sp.

| Intensität | Zyklus | 300.000 a | 200.000 a | 100.000 a |
|------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| 19         | 1      | 30.623 a  | 20.415 a  | 10.208 a  |

Wie aus Tab. 7 zu ersehen ist, würde sich für ein angenommenes Gesamtalter von 200.000 a in etwa eine Zyklendauer wie die der Präzession ergeben.

### 7.2.2 Periodogramm von *Tilia* sp.

Bei dieser Spektralanalyse ergaben sich zwei auffällige Peaks (Diagramm 22). Die ablesbaren Werte der beiden markanten Frequenzen betragen für den ersten Peak 0,0023753 Z/ZE und für den zweiten Peak 0,023456 Z/ZE.

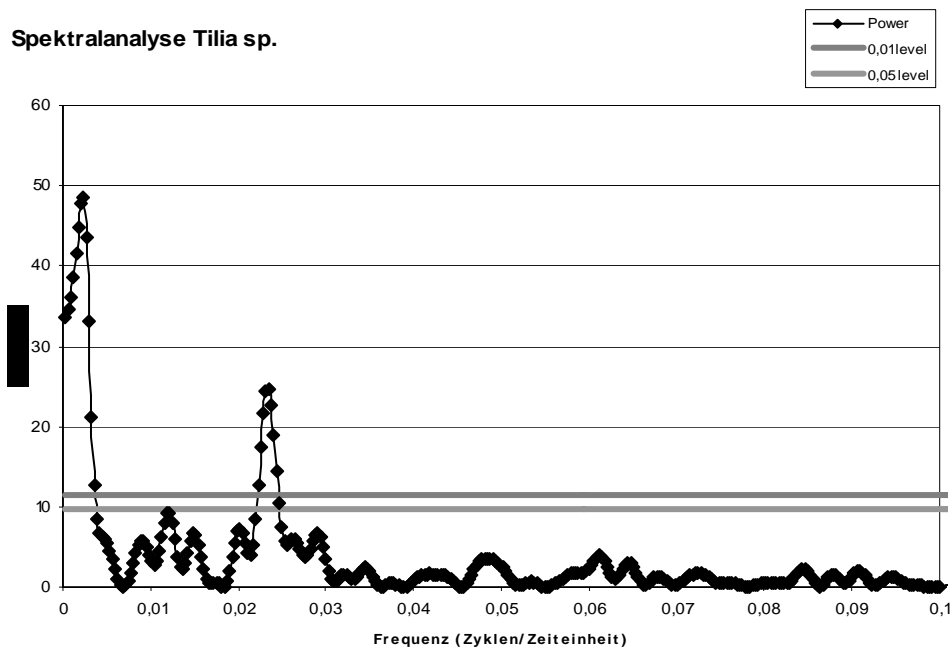


Diagramm 22: Periodogramm von *Tilia* sp.

Hier ergibt sich eine Schwierigkeit bei der Interpretation des Periodogramms, der erste auffällige Zyklus erreicht in seiner Dauer näherungsweise das angenommenen Gesamtalter, d.h. hier wurde ein Großzyklus erkannt, der über das gesamte Profil nur eine Schwingung durchläuft. Man nennt diesen Effekt den Aliasing-Effekt (Maskierung). Der Aliasing-Effekt entsteht dadurch, dass die Beobachtung einer kontinuierlichen Zeitreihe zu diskreten Zeitpunkten erfolgt. Deshalb ist es möglich, dass kurzweilige Schwingungen der realen Zeitreihe im Periodogramm als langweilige Schwingungen erscheinen.

Es ergeben sich für die Dauer der auffälligen Zyklen folgende Werte (je nach angenommenem Gesamtalter, Tab. 8):

Tab. 8: Zyklendauer für *Tilia* sp.

| Intensität | Zyklus | 300.000 a | 200.000 a | 100.000 a |
|------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| 48         | 1      | 298.581 a | 199.052 a | 99.528 a  |
| 24         | 2      | 30.236 a  | 20.157 a  | 10.078 a  |

Der zweite erkannte Peak zeigt ähnliche Resultate wie bei *Betula* sp., was bei einer Ablagerungsdauer der Schwarzpelite von 200.000 a wiederum auf die Präzession schließen lassen würde.

### 7.2.3 Periodogramm der Polypodiaceen

Beim Periodogramm der Polypodiaceen (Diagramm 23) ergaben sich fünf signifikante Frequenzen. Die ablesbaren Werte der auffälligen Peaks sind: (1) – 0,0020784 Z/ZE; (2) – 0,0097981 Z/ZE; (3) – 0,012767 Z/ZE; (4) – 0,022862 Z/ZE; (5) – 0,028207 Z/ZE.

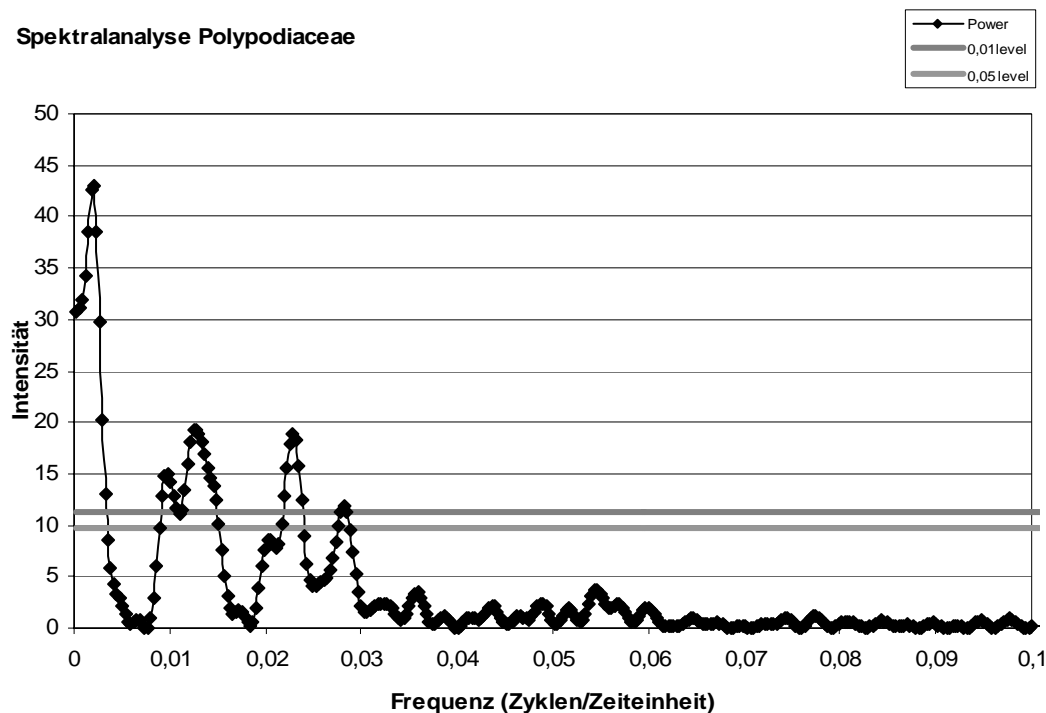


Diagramm 23: Periodogramm der Polypodiaceen

Daraus ergeben sich für die Dauer der signifikanten Zyklen folgende Werte (je nach angenommener Gesamtablagerungsdauer, Tab. 9):

Tab. 9: Zyklendauer für die Polypodiaceen

| Intensität | Zyklus | 300.000 a | 200.000 a | 100.000 a |
|------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| 43         | 1      | 341.233 a | 227.487 a | 113.746 a |
| 15         | 2      | 72.383 a  | 48.255 a  | 24.128 a  |
| 19         | 3      | 55.551 a  | 37.033 a  | 18.517 a  |
| 19         | 4      | 31.021 a  | 20.681 a  | 10.340 a  |
| 11         | 5      | 25.143 a  | 16.762 a  | 8.381 a   |

Hier zeigt sich für die Interpretation des Periodogramms, neben dem Aliasing-Effekt wie bei *Tilia* sp., noch ein weiteres Interpretationsproblem bei Periodogrammen, nämlich das Phänomen des Auftretens von Oberschwingungen (vgl. STIER 2001, S. 183). Als Auftauchen von Oberschwingungen bezeichnet man das Phänomen, dass im Periodogramm einer Reihe häufig nicht nur eine bestimmte Frequenz  $\lambda$  einen Peak aufweist, sondern mit  $\lambda$  auch die Oberschwingungen  $2\lambda$ ,  $3\lambda$ ,  $4\lambda$ , .... Diese Erscheinung ist auf den nicht-sinusförmigen

Charakter von “periodischen Komponenten“ der Zeitreihe zurückzuführen (KOPF 2005). Dabei gilt die Frequenz  $\lambda$  als Fundamentalfrequenz. Dieses Phänomen tritt beim Periodogramm der Polypodiaceen auf. Hier ist der Peak Nr. 4 eine Oberschwingung der Fundamentalfrequenz von Peak 1 (hier:  $11 \times \lambda$  Peak 1 =  $\lambda$  Peak 4). Somit muss hier Peak 4 aus der Interpretation herausgenommen werden. Desgleichen gilt natürlich für Peak 1 (siehe *Tilia* sp.). Somit bleiben noch drei Frequenzen zur Interpretation übrig. Peak Nr. 3 könnte dabei für eine angenommene Gesamtablagerungsdauer von 200.000 a dem Zyklus der Obliquität, Peak 5 dem der Präzession entsprechen. Bei Annahme von 100.000 a würde Peak Nr. 3 dem Zyklus der Präzession entsprechen. Für Peak Nr. 2 läge bei diesen Annahmen allerdings kein orbitaler Zyklus zugrunde. Hier könnte es sich um die dritte Fehlerquelle bei der Interpretation von Periodogrammen handeln, dem Leakage-Effekt (Durchsickern). Hierbei kommt es nicht nur bei der tatsächlich vorhandenen Frequenz  $\lambda$  sondern auch in ihrer näheren Umgebung zur Erhöhung der Funktionswerte. Die Ursache dafür liegt in der Endlichkeit der analysierten Zeitreihe. Peak 2 wird daher auch aus der Analyse ausgeschlossen.

#### 7.2.4 Periodogramm der Ulmaceen

Beim Periodogramm der Ulmaceen (Diagramm 24) ergaben sich vier auffällige Frequenzen, wobei Frequenz Nr. 2 und Frequenz Nr. 4 knapp das Signifikanzniveau überschreiten.

Die ablesbaren Werte der signifikanten Peaks sind: (1) – 0,0023753 Z/ZE; (2) – 0,0071259 Z/ZE; (3) – 0,01247 Z/ZE; (4) – 0,021378 Z/ZE.

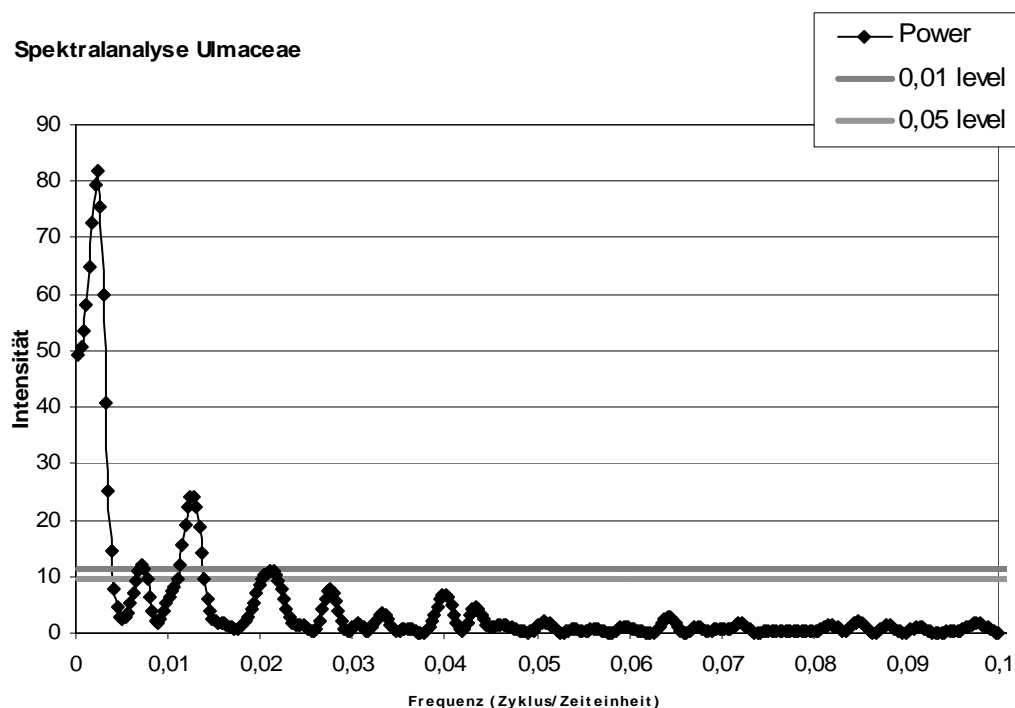


Diagramm 24: Periodogramm der Ulmaceen

Daraus ergeben sich für die Dauer der auffälligen Zyklen folgende Werte (je nach angenommenem Gesamalter, Tab. 10):

Tab. 10: Zyklendauer für die Ulmaceen

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>300.000 a</b>     | <b>200.000 a</b>     | <b>100.000 a</b>    |
|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 81                | 1             | <del>298.581 a</del> | <del>199.052 a</del> | <del>99.528 a</del> |
| 11                | 2             | <del>99.527 a</del>  | <del>66.350 a</del>  | <del>33.176 a</del> |
| 24                | 3             | 56.874 a             | 37.915 a             | 18.958 a            |
| 11                | 4             | <del>33.175 a</del>  | <del>22.116 a</del>  | <del>11.058 a</del> |

Auch hier zeigt sich der Aliasing-Effekt (Peak 1), welcher aber dann noch mit zwei Oberschwingungen vertreten ist. Peak 2 ergibt sich als Oberschwingung durch:  $3 \times \lambda$  Peak 1 =  $\lambda$  Peak 2. Auch Peak 4 ist Oberschwingung:  $9 \times \lambda$  Peak 1 =  $\lambda$  Peak 4. Somit bleibt für die Interpretation noch Peak 3 übrig. Seine Zyklusdauer für eine angenommene Gesamtablagerungsdauer von 200.000 a liegt wie bei den Polypodiaceen näherungsweise an der Dauer des Orbitalparameters der Obliquität (41.000 a). Bei einem angenommenen Gesamalter von 100.000 a wäre hier die Präzession feststellbar.

Nachdem die Ergebnisse der Spektralanalyse mit den angenommenen Werten für die Dauer der Sedimentation im Enspel-See vorlagen, gab es für die Dauer von 200.000 a und 100.000 a näherungsweise die besten Übereinstimmungen mit den bekannten Werten der Orbitalparameter. Um eine noch bessere Übereinstimmung zu erreichen wurden zwei weitere Ablagerungsdauern angenommen: 1) 220.000 a ► 520,09 a und 2) 110.000 a ► 260,05 a

Die Ergebnisse für die neu angenommenen Ablagerungsdauern (Tab. 11, 12, 13, 14) lauten im Einzelnen wie folgt:

Tab. 11: Neuberechnung mit geändertem Gesamalter für *Betula* sp.

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>220.000 a</b> | <b>110.000 a</b> |
|-------------------|---------------|------------------|------------------|
| 19                | 1             | 22.457 a         | 11.228 a         |

Tab. 12: Neuberechnung mit geändertem Gesamalter für *Tilia* sp.

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>220.000 a</b>     | <b>110.000 a</b>     |
|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| 48                | 1             | <del>218.957 a</del> | <del>109.479 a</del> |
| 24                | 2             | 22.173 a             | 11.086 a             |

Tab. 13: Neuberechnung mit geändertem Gesamalter für die Polypodiaceen

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>220.000 a</b>     | <b>110.000 a</b>     |
|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| 43                | 1             | <del>250.235 a</del> | <del>125.118 a</del> |
| 15                | 2             | <del>53.080 a</del>  | <del>26.540 a</del>  |
| 19                | 3             | 40.737 a             | 20.368 a             |
| 19                | 4             | <del>22.749 a</del>  | <del>11.374 a</del>  |
| 11                | 5             | 18.438 a             | 9.219 a              |

Tab. 14: Neuberechnung mit geändertem Gesamalter für die Ulmaceen

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>220.000 a</b>     | <b>110.000 a</b>     |
|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| 81                | 1             | <del>218.957 a</del> | <del>109.479 a</del> |
| 11                | 2             | <del>72.985 a</del>  | <del>36.493 a</del>  |
| 24                | 3             | 41.707 a             | 20.853 a             |
| 11                | 4             | <del>24.328 a</del>  | <del>12.164 a</del>  |

Durch diese neuen Annahmen für die Ablagerungsdauer der Enspel-Sedimente werden bessere Übereinstimmungen mit den Werten der Orbitalparameter erreicht. Das angenommene Gesamalter von 220.000 a zeigt dabei die besten Übereinstimmungen. Hier wird sowohl der Orbitalparameter der Obliquität, als auch der der Präzession reflektiert. Bei 110.000 a Ablagerungsdauer wird bei *Betula* sp. und *Tilia* sp. z.B. kein Orbitalparameter angezeigt und bei den Polypodiaceen nur die Präzession. Bei den Ulmaceen stehen beide Ablagerungsdauern zur Diskussion, denn bei 220.000 a ist die Obliquität als auffälliger Zyklus errechenbar, bei 110.000 a die Präzession.

Für viele weitere Palynomorpha, wie z.B. für *Cathaya* sp., *Pinus* sp., *Picea* sp., *Myrica* sp., *Engelhardia* sp., *Alnus* sp., *Carpinus* sp., die Cyrillaceen/Clethraceen, *Fraxinus* sp., aber auch in den durch sie abgeleiteten Vegetationseinheiten als Ganzes, zeigen sich ähnliche Periodogramme, in denen (immer für ein angenommenes Gesamalter von 220.000 a) entweder die Obliquität oder die Präzession oder aber beide Orbitalparameter ablesbar waren. Die Präzession ist allerdings am häufigsten und mit den höchsten Intensitäten vertreten. Diese Periodogramme und die Dauer der errechneten Zyklen finden sich im Anhang auf CD-Rom.

## 7.2.5 Periodogramm von F (= Pilzreste/Pollen + Sporen)

Die Zyklizität des Fungalindexes F wurde als erstes während der Auszählphase entdeckt. Es fiel auf, dass die Pilzreste in den Absolutzahlen über das ganze Profil hinweg zyklisch schwankten. Um die einzelnen Proben vergleichbar zu machen, wurde der Fungalindex eingeführt (siehe Kapitel 5.1.6).

Das Periodogramm (Diagramm 25) zeigt hier fünf auffällige Peaks, alle liegen deutlich über dem Signifikanzniveau. Die ablesbaren Werte der auffälligen Peaks sind: (1) – 0,0020735 Z/ZE; (2) – 0,01718 Z/ZE; (3) – 0,021919 Z/ZE; (4) – 0,024882 Z/ZE; (5) – 0,027844 Z/ZE.

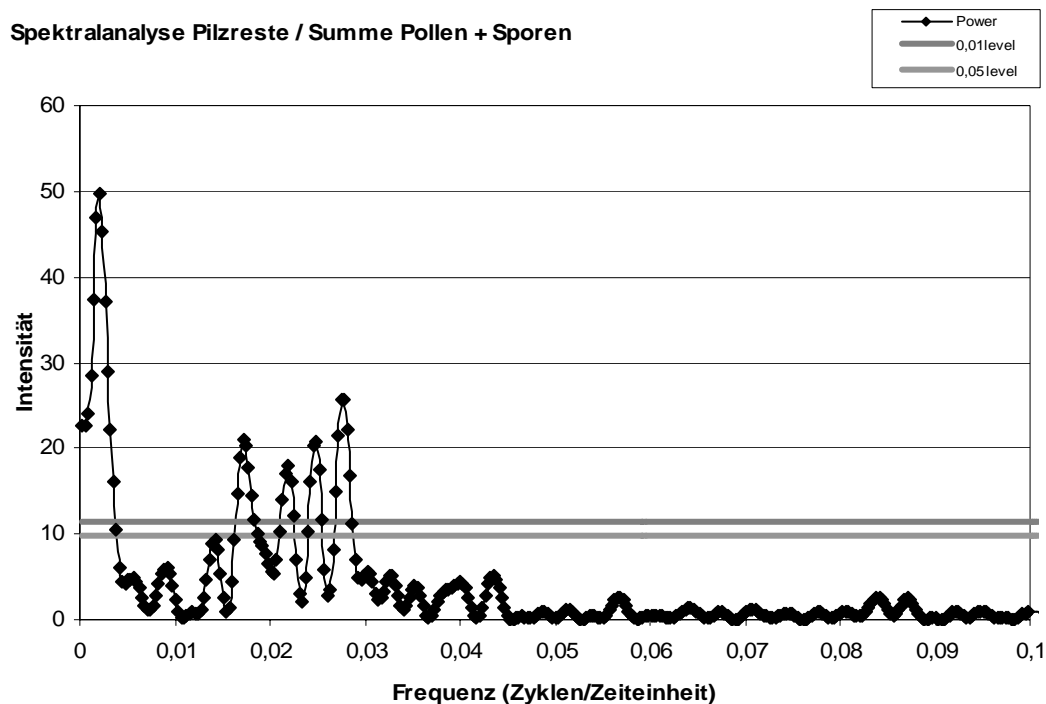


Diagramm 25: Periodogramm des Fungalindexes F

Daraus ergeben sich für die Dauer der auffälligen Zyklen folgende Werte (je nach angenommenem Gesamtalter, Tab. 15):

Tab. 15: Zyklendauer für den Fungalindex F

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>300.000 a</b> | <b>200.000 a</b> | <b>100.000 a</b> | <b>220.000 a</b> |
|-------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 49                | 1             | 342.040 a        | 228.025 a        | 114.014 a        | 250.827 a        |
| 20                | 2             | 41.281 a         | 27.520 a         | 13.760 a         | 30.272 a         |
| 18                | 3             | 32.356 a         | 21.570 a         | 10.785 a         | 23.727 a         |
| 20                | 4             | 28.563 a         | 19.002 a         | 9.501 a          | 20.902 a         |
| 25                | 5             | 25.471 a         | 16.980 a         | 8.490 a          | 18.678 a         |



Hier zeigt sich wieder der Aliasing-Effekt (Peak 1), der mit einer weiteren Oberschwingung (Peak 4) vertreten ist. Peak 4 ergibt sich als Oberschwingung durch  $12 \times \lambda$  Peak 1 =  $\lambda$  Peak 4. Somit muss man Peak 1 und 4 aus der Interpretation streichen. Peak 2 bleibt ohne orbitale Erklärung, könnte aber ein weiterer Aliasing-Effekt sein. Peak 3 und Peak 5 entsprechen bei einer angenommenen Ablagerungsdauer von 220.000 a in etwa den beiden Signalen der Präzession.

### 7.2.6 Periodogramm der Mittelwerte der Koexistenzintervalle der MAT

Auch bei den durch den Koexistenz-Ansatz ermittelten Klimaintervallen zeigte sich bei deren Mittelwerten z. T. eine auffällige Zyklizität. Als Beispiel soll hier die Mittlere Jahrestemperatur dargestellt werden. Die übrigen Klimaparameter finden sich im Anhang auf CD-Rom. Wegen des etwas abgehackten Verlaufs der Kurve dieser Mittelwerte wurde ein Filter verwendet, um die Kurve zu glätten und dadurch für das Analyseprogramm verarbeitbare Werte zu bekommen. Es wurde der 10-periodische gleitende Durchschnitt dieser Werte gebildet, die Werte dann ins Programm PAST importiert und anschließend die Spektralanalyse durchgeführt.

Dabei ergaben sich beim Periodogramm der Jahresdurchschnittstemperatur (Diagramm 26) fünf auffällige Peaks, Peak Nr. 4 liegt dabei allerdings nur knapp über den Signifikanzlevels.

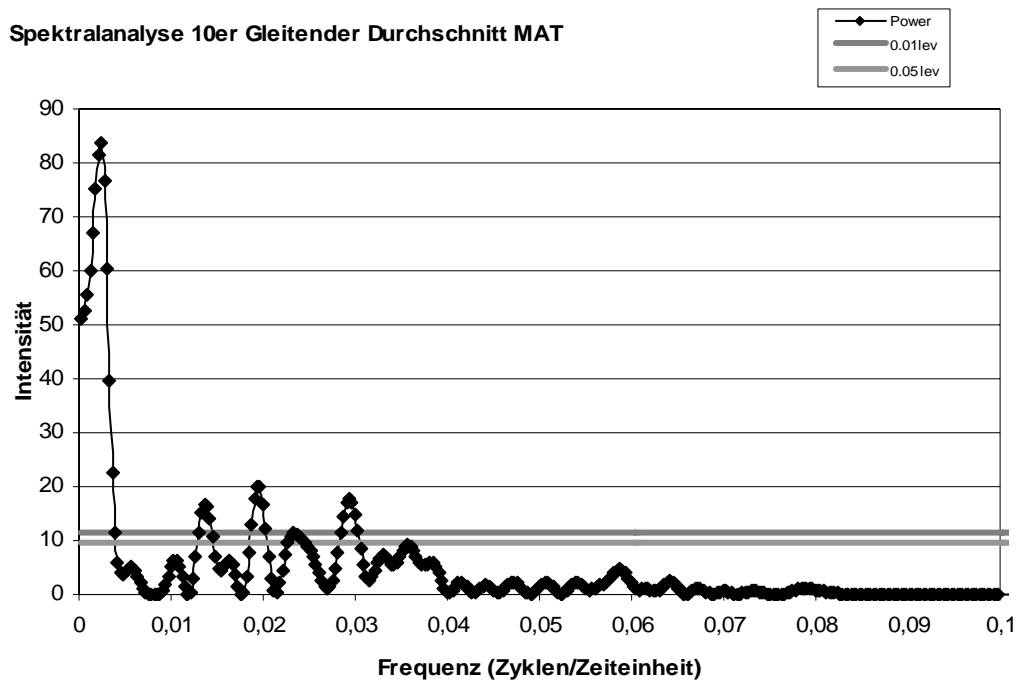


Diagramm 26: Periodogramm der Mittelwerte der Koexistenzintervalle der MAT (10er Gleitender Durchschnitt)

Die ablesbaren Werte der auffälligen Peaks sind: (1) – 0,0024213 Z/ZE; (2) – 0,01362 Z/ZE; (3) – 0,019673 Z/ZE; (4) – 0,023305 Z/ZE; (5) – 0,029358 Z/ZE.

Daraus ergeben sich für die Dauer der signifikanten Zyklen folgende Werte (je nach angenommenem Gesamtalter, Tab. 16):

Tab. 16: Zyklendauer für die Mittelwerte der Koexistenzintervalle (10er Gleitender Durchschnitt) der MAT

| <b>Intensität</b> | <b>Zyklus</b> | <b>300.000 a</b> | <b>200.000 a</b> | <b>100.000 a</b> | <b>220.000 a</b> |
|-------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 83                | 1             | 292.908 a        | 195.271 a        | 97.637 a         | 214.797 a        |
| 16                | 2             | 52.071 a         | 34.714 a         | 17.357 a         | 38.185 a         |
| 20                | 3             | 36.614 a         | 24.409 a         | 12.204 a         | 26.850 a         |
| 11                | 4             | 30.432 a         | 20.987 a         | 10.144 a         | 22.316 a         |
| 17                | 5             | 24.157 a         | 16.104 a         | 8.052 a          | 17.715 a         |

Auch hier zeigen sich der Aliasing-Effekt (Peak 1) und eine von ihm abhängige Oberschwingung (Peak 3). Peak 3 ergibt sich als Oberschwingung durch  $8 \times \lambda$  Peak 1 =  $\lambda$  Peak 3. Somit lässt sich Peak 1 und 3 aus der Interpretation streichen. Peak 2 würde bei einem Gesamtalter von 220.000 a dem Zyklus der Obliquität in etwa entsprechen, der in der Intensität etwas schwächere Peak 4 und Peak 5 würden dann wieder die Präzession abbilden.

### 7.3 Zusammenfassung und Diskussion

Die Spektralanalyse der ausgewählten Palynomorphen, aber auch die der Jahresmitteltemperatur, belegt eine deutliche Zyklizität in den einzelnen Auszählraten. Unter der Annahme Orbitalparameter wären für diese Zyklizitäten verantwortlich, konnten durch ein erstes näherungsweise Abschätzen des Ablagerungszeitraumes (300.000 a, 200.000 a und 100.000 a) die Zyklen allerdings nicht befriedigend zugeordnet werden. Durch Ausprobieren/Durchrechnen mit Annahmen von kürzeren Ablagerungszeiträumen wurde dann die wahrscheinliche Dauer der lakustrinen Sedimentation im Enspel-See ermittelt. Bei einer angenommenen Ablagerungsdauer von 220.000 a wurden die besten Übereinstimmungen mit den Orbitalparametern der Präzession und der Obliquität festgestellt. Man könnte also annehmen, dass die Schwarzpelite in den Sedimenten des Enspel-Sees insgesamt in etwa über 220.000 a abgelagert wurden.

Unter der Annahme einer Ablagerungsdauer von ca. 220.000 a entspricht die Akkumulationsrate der Schwarzpelite von Enspel  $29.670 \text{ mm}/220.000 \text{ a} = 0.13 \text{ mm/a}$ . Dies liegt nahe der Messel-Rate von etwa  $0,1 \text{ mm/a}$ .

Die Zyklizität einzelner Palynomorphen bestätigt noch eine weitere Annahme: Es würden sich keine auffälligen Zyklizitäten ergeben, wenn durch die Turbidite/Rutschungen/Tuffite größere Schichtlücken/Schichtverdoppelungen bei den Schwarzpeliten entstanden wären. Die Unterbrechungen der Schwarzpelitsedimentation durch Turbidite/Rutschungen und auch vulkanische Ablagerungen sind immer nur von kurzer Dauer gewesen, danach ging die lakustrine Sedimentation ungestört weiter. Die Rutschungen waren somit ohne Bedeutung.

KLOOSTERBOER-VAN HOEVE (2000) konnte bei ihren palynologischen Studien der Neogenen Vegetation von Nordgriechenland ähnliche Zyklizitäten bei der Überlieferung ihrer Palynomorphen feststellen. Bei den von ihr bearbeiteten sehr gut datierten, lakustrinen Sedimenten aus dem intramontanen Ptolemaios-Becken Nordgriechenlands (40° 31' N / 21° 41' E; 4,36 bis 4,16 Ma) konnte sie einen lithologischen Wechsel von Braunkohlen und lakustrinen Mergeln feststellen, welche als zusammengehörendes Paar (ein Zyklus) identifiziert wurden. Dabei repräsentieren die Braunkohlenablagerungen Zeiten mit einem Tiefstand des Wasserspiegels im See mit sich ausbreitenden Sumpfgürteln, die karbonatreichen Mergellagen stehen dagegen für einen Anstieg des Wasserspiegels im See (STEENBRINK et al., 1999). Die Dauer eines Zyklusses (Ablagerung von Braunkohle und Mergel) korrespondiert mit der Periodizität der Präzession (VAN VUGT et al., 1998). Über die Paläomagnetik (21,6 +/- 0.5 kyr) und über die  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Datierung (21,8 +/- 0.8 kyr; STEENBRINK et al., 1999) an in die Sedimente eingebetteten vulkanischen Aschen wurde eine durchschnittliche Ablagerungsdauer eines Braunkohle-Mergel-Paares von 21,7 kyr berechnet. Diese stimmt exakt überein mit der durchschnittlichen Periode von 21,7 kyr der orbitalen Präzession. An den ausgezählten Daten der Palynomorphen führte KLOOSTERBOER-VAN HOEVE (2000) für ausgewählte Vegetationseinheiten und auch für bestimmte Palynomorphen Spektralanalysen durch, um eine evtl. vorhandene orbitale Steuerung zu erkennen. Dabei konnte sie die Präzession und z. T. auch die Obliquität und damit das Klima als steuernde Faktoren für die einzelnen Vegetationseinheiten und auch für *Quercus* und *Pinus* (mit Ausnahme der Kräuter) bestätigen. Auch untersuchte sie die Überlieferung der Pilzreste in ihren Proben mit Hilfe der Spektralanalyse. Dabei ergab sich ein starkes Signal der Präzession bei der Überlieferung dieser Fungalreste. Die Pilzreste zeigten zudem eine große Korrelation mit der Lithologie. Die Fungalreste korrespondieren mit der Sedimentation der Braunkohlen. Erhöhte Pilzüberlieferung gab es nur zu Zeiten mit wenig Braunkohlenentwicklung, aber mit einem erhöhten Anfall von organischer Materie.

Wegen dieser festgestellten Korrelation der Zyklen bei der Pollenüberlieferung der Vegetation und den Pilzresten in gut datierten lakustrinen Sedimenten mit den Orbitalparametern im Pliozän, könnte man vermuten, dass diese Zyklen im Oberoligozän auch schon in den Palynomorphenüberlieferungen feststellbar sind. Für die Sedimente von Enspel würde dies bedeuten, dass man bei der festgestellten Zyklizität die Orbitalparameter

der Präzession und der Obliquität als Ursache annehmen könnte. Womit man die angenommene Ablagerungsdauer von 220.000 a bestätigen würde.

Ein weiteres Argument für eine Sedimentationsdauer von 220.000 a stellen die Ergebnisse der Arbeit von MERTZ et al. (2006) dar. In ihrer Arbeit datierten sie einen vor Beginn der lakustrinen Sedimentation des Enspel-Sees abgelagerten Basalt mit der  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Methode. Dieser wurde bei der Forschungsbohrung Enspel 1996 in einer Teufe von 217,75 m bis 217,45 m erbohrt (siehe auch Kernbeschreibung im Kapitel 3). Dabei kamen sie auf ein Alter von 24,79 Ma +/- 0,05 Ma. Weiterhin datierten sie den die Seegeschichte terminierenden Basalt-Flow auf ein Alter von 24,56 Ma +/- 0,04 Ma. Dies ergibt eine mögliche Ablagerungsdauer für die lakustrinen Sedimente des Enspel-Sees von maximal 320.000 a und minimal 140.000 a. Nimmt man die angegebenen Werte beträgt die Ablagerungsdauer 230.000 a.

## 8 Schlussfolgerungen und Diskussion

In diesem Kapitel wird zunächst auf die speziellen Probleme der Enspel-Sedimente hingewiesen, da die dort aufgetretenen Rutschungen/Turbidite evtl. Schichtlücken bzw. Schichtverdoppelungen hervorgerufen haben könnten.

Im nächsten Abschnitt werden die in der bisherigen Arbeit gewonnenen Ergebnisse mit anderen Arbeiten über den Enspel-See verglichen. Zudem soll ein Vergleich mit weiteren oberoligozänen Floren Mitteleuropas vorgenommen werden.

Am Ende werden die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammengefasst und im Diagramm 27 noch einmal gegenübergestellt.

### 8.1 Probleme bei der Analyse

Bei der Probennahme und der anschließenden Analyse ergab sich das Problem, dass die Sedimentation der Schwarzpelite immer wieder durch Rutschungen, Turbidite und auch durch eruptive Sedimente unterbrochen wurde. Diese Störungen der Sedimentation könnten Schichtlücken und/oder Schichtverdoppelungen der Schwarzpelite zur Folge gehabt haben. Wegen der großen Anzahl an Proben wurde zur besseren Übersichtlichkeit bei der Darstellung der Überlieferung der einzelnen Palynomorphen nun aber nicht die tatsächliche Tiefe gewählt, sondern die Probennummer. Dies wurde für zulässig gehalten, da die Probennahme an den Schwarzpeliten zumeist im Abstand von 10 cm erfolgte. Dabei werden die Unterbrechungen der Sedimentation allerdings nicht berücksichtigt. Es wird von einer ununterbrochenen, gleichförmigen Akkumulationsgeschichte ausgegangen.

Allerdings mussten für diese Annahme folgende Fragen beantwortet werden:

1. Haben die Einschaltungen anderer Gesteine die Schwarzpelite z. T. erodiert? oder
2. Entsprechen die Einschaltungen von anderen Gesteinen einer langen Zeitspanne? oder
3. Wird durch die Einschaltungen nur eine kurze Ablagerungsdauer, sozusagen ein kurzer Moment repräsentiert?

Bei der Beantwortung dieser Fragen erwies sich die Clusteranalyse über die Proben (Kapitel 5.2.2) mit den durch sie gewonnenen Vegetationseinheiten als nützliches Hilfsmittel. Fallen die Grenzen der bei der Clusteranalyse erkannten Probensequenzen auf eine Sedimentationsunterbrechung bei den Schwarzpeliten, so würde man hier auf eine Schichtlücke schließen können. Dies ist nur im unteren und im oberen Drittel der Proben teilweise abzulesen (siehe unten).

Auch die Spektralanalyse kann man zur Lösung der Fragen heranziehen, es würde keine Zyklizität erkannt werden, falls die Ablagerung der Schwarzpelite und damit das in den

Proben erhaltene Palynomorphenspektrum nicht kontinuierlich erfolgt wäre. D. h., wenn es auffällige Änderungen in der Zusammensetzung von Proben, die vor und nach so einer Unterbrechung abgelagert wurden, gegeben hätte.

Eine erste Auffälligkeit bei der Clusteranalyse über die Proben liegt im unteren Drittel des Profils zwischen den Proben 411 und 410 (Teufe 138,65 m und 135,05 m), eine zweite zwischen Probe 369 und 368 (Teufe 123,00 m und 118,3 m) und eine dritte zwischen Probe 339 und 338 (Teufe 111,10 m und 106,55 m).

Die erste Auffälligkeit fällt auf die Grenze zwischen Probencluster 2 und 3, welche einen Übergang zu einem Probenabschnitt mit einer Dominanz der Moorvegetation markiert. Betrachtet man aber die Überlieferung einzelner Arten im Palynomorphenbericht an dieser Stelle, zeigt sich, dass z.B. die Ulmaceen ebenso wie *Pinus* an dieser Grenzstelle keine Auffälligkeiten in der Überlieferung zeigen. Auch der Fungalindex F zeigt hier keine größeren Abweichungen. Es scheint, dass die Sedimentation an dieser Stelle, wenn überhaupt, nur sehr kurzfristig unterbrochen wurde. Man könnte aber annehmen, dass durch diese Rutschung ein Areal mit erhöhter Durchnässung entstand, auf dem sich die Moorvegetation ausbreiten konnte.

Die zweite Auffälligkeit fällt auf die Grenze der Probencluster 2 und 1. Wenn man hier die Überlieferung der einzelnen Palynomorphen betrachtet, zeigt sich, dass die beiden darauf folgenden Proben 368, 367 große Ähnlichkeit im Palynomorphenbericht mit den Proben 374 und 373 zeigen. Die beiden Proben 368 und 367 stellen quasi eine Wiederholung der Proben 374 und 373 dar. Auch stehen die beiden Proben 368 und 367 in der Kernbeschreibung zwischen 2 Rutschungen. Diese beiden Proben wären somit als eingerutscht zu bewerten und aus der Analyse auszuschließen.

Die dritte Auffälligkeit fällt wieder auf eine Grenze zwischen Probencluster 2 und 1. Gleichzeitig wurde diese Grenze auch als Grenze zwischen Ökozone A 1 und A 2 festgelegt. Auch hier ist wieder ein Wechsel zu einer Dominanz der Vegetationseinheit des Moores feststellbar aber gleichzeitig zeigt z. B. die Überlieferung der Ulmaceen keine Auffälligkeiten. Deren Überlieferung ändert sich hier über die nächsten drei Proben. Der Übergang erfolgte an dieser Stelle somit nicht abrupt, sondern eher gleichförmig hin zu der festgestellten Dominanz der Moorvegetation, welche im Übrigen diese Dominanz über die nächsten 32 Proben beibehält. Nur bei den ersten beiden Proben nach der Rutschung (Probe 338, 337) zeigt sich ein auffälliger Peak bei den Myricaceen. Andere Palynomorphen zeigen an dieser Stelle aber keine Auffälligkeiten. Somit ist auch durch diese Rutschung vermutlich keine Störung der Sedimentation der Schwarzpelite aufgetreten.

Eine weitere Rutschung war zwischen den Proben 242 und 241 (Teufe 85,80 m und 82,85 m) feststellbar. Dies markiert die Grenze zwischen Probencluster 4 und 1. Diese Rutschung zeigt aber keine Auswirkungen bei der überlieferten Vegetation, hier zeigt sich im Anschluss an die Rutschung nur ein Rückgang bei den Ulmaceen und ein Plus bei der

Überlieferung von *Carpinus/Ostrya*, die übrigen Palynomorphen zeigen keine Auffälligkeiten. Gleichzeitig ist in der Überlieferung der Dinoflagellaten in den beiden Proben nach der Rutschung deren stärkste Überlieferung im Pollenspektrum feststellbar. Dies könnte als Antwort auf einen erhöhten Nährstoffeintrag durch stärkere Regenfälle ab diesem Zeitpunkt der Seegeschichte, infolge dessen die Rutschung ausgelöst wurde, zu werten sein. Der nachfolgende Abschnitt der Seegeschichte zeigt in fast allen Proben eine hohe Anzahl von Dinoflagellaten.

Im weiteren Verlauf der Sedimentationsgeschichte kam es immer wieder zu weiteren Rutschungen/Turbiditen und auch Eintrag von Vulkaniten (Tuffe). Diese Ereignisse werden aber im Palynomorphenbericht nicht reflektiert, die Überlieferung der einzelnen Palynomorphen zeigt an den Stellen dieser Sedimentationsunterbrechungen keine Auffälligkeiten mehr. Eine Ausnahme bilden die beiden Proben 222 und 221 (Teufe 77,15 m und 76,95 m), diese passen nicht zu den Proben ihres Umfeldes, ihr Palynomorpheninhalte ähnelt eher Proben aus dem untersten Teil des Profils. Auch diese beiden Proben wären aus der Analyse auszuschließen.

Erst zwischen den Proben 39 und 38 (Teufe 16,42 m und 10,05 m), die Grenze zwischen den Probenclustern 6 und 3, zeigt sich die nächste Auffälligkeit im Palynomorphenbericht. Hier kam es zu einem Wechsel der Vegetationseinheiten, der allerdings nur bis Probe 27 (Teufe 9,20 m) anhielt. Die Dominanz des Mesophytischen Waldes, des Moores und des Auwaldes ging in eine Dominanz der Vegetationseinheiten des Sumpfwaldes und des Bergwaldes über. Dabei vollzog sich auch ein Wechsel innerhalb des Mesophytischen Waldes, Arten wie die aus der Familie der Ulmaceen, *Carya*, *Carpinus*, *Pinus* und *Cathaya* etc. wurden abgelöst von *Fagus* sp. Auch Pollen von Arten wie *Myrica*, *Engelhardia* und die Cyrillaceen/Clethraceen gingen in diesem Zeitabschnitt stark zurück. Dafür konnten Arten wie *Glyptostrobus/Taxodium*, *Fagus* sp. und *Picea* ihren Anteil am Palynomorphenbericht stark erweitern. Ein weiteres Problem in diesem Probenabschnitt wird nach Einsicht in die Kernbeschreibung von FELDER et al. (1998) deutlich. Hier wird für die Proben 29 bis 27 (Teufe 9,3 m bis 9,2 m) eine Schichtverdoppelung angezeigt, welche auch an der auffälligen Ähnlichkeit aller Proben dieser Episode abzulesen ist. Somit wären auch die Proben 29 bis 27 aus der Analyse auszuschließen. Für den abrupten Übergang zwischen Probe 39 und 38 können zwei Interpretationsmöglichkeiten angeführt werden:

Erstens kann es zu einem plötzlichen kurzfristigen Einbruch des Klimas gekommen sein, denn an dieser Stelle kommt es zu einer sprunghaften Änderung beim Jahresniederschlag (Probe 39 mit 1045 mm/a; Probe 38 mit 1410 mm/a) und bei den durchschnittlichen Jahrestemperaturen (Probe 39 mit 18,2 °C; Probe 38 mit 12,8 °C) sowie bei der Temperatur des kältesten Monats (Probe 39 mit 11,4 °C; Probe 38 mit 2,1 °C). Wenn dieser Klimawechsel abrupt geschah, reagierte die Vegetation natürlich auch in kurzer Zeit auf diesen Einschnitt.

Die zweite Interpretationsmöglichkeit besteht hingegen darin, einen allmählichen Übergang zu "schlechteren" Klimabedingungen anzunehmen. Dies würde dann bedeuten, dass hier in der Sedimentationsgeschichte eine Schichtlücke unbekannter Größe vorhanden ist. In diesem Falle hätte die Vegetation genug Zeit gehabt sich an das neue Klima anzupassen, die entsprechenden Proben, die dies beweisen würden, fehlen aber.

Das Ende dieser kurzfristigen Episode ist im Palynomorphenbericht allerdings ebenso abrupt. Mit Probe 26 stellen sich wieder dieselben Häufigkeiten der Palynomorphen ein, wie sie vor Ablagerung der Probe 38 herrschten. Die Klimabedingungen waren somit wieder dieselben wie vor diesem Klimaeinbruch. Da an dieser Stelle zwischen Probe 27 und 26 (Teufe 9,2 m und 9,16 m) keine Rutschung im Kernprofil ablesbar ist, ist hier von einer "abrupten" Klimaänderung auszugehen. Man könnte daraus also folgern, dass der zwischen den Proben 39 und 38 dokumentierte Klimaeinbruch tatsächlich auch in sehr kurzer Zeit erfolgte. Die Dauer dieses Klimaeinbruchs, der durch die Proben 38 bis 30 dokumentiert ist, kann mit Hilfe der Zeitreihenanalyse grob abgeschätzt werden. Dort wurde ein Gesamtalter der Schwarzpelitablagerung von ca. 220.000 a ermittelt. Was für die Ablagerungsdauer einer Einzelprobe ca. 520 a ergibt. Somit könnte dieser Klimaeinbruch in etwa 4.500 a gedauert haben (ausgelöst durch Ausbruch eines Supervulkans (wie z. B. Yellowstone oder Lake Toba) oder ein Meteoriteneinschlag?).

Abschließend bleibt zu sagen, dass durch die Sedimentationsunterbrechungen in den Schwarzpeliten vermutlich keine gravierenden Lücken in der Überlieferung der Palynomorphen entstanden sind. Es kam zu keinen nennenswerten Erosionen der Schwarzpelite, ihre Ablagerung ging unmittelbar nach diesen kurzfristigen Ereignissen wieder ungestört weiter. Die Eruptionen und somit ihr Einfluss auf die Vegetation, welche durch die eingeschalteten Vulkanite dokumentiert sind, konnten im Palynomorphenbericht nicht erkannt werden. Dies könnte an der Probenauflösung gelegen haben (vgl. LÜNINGER 2002). Jede Probe repräsentiert ja einen größeren Ablagerungszeitraum, eine einsetzende Pioniervegetation ist somit nicht zu erkennen. Pionierpflanzen wie *Betula* und *Alnus* waren im Palynomorphenbericht zu finden, aber insgesamt haben diese keine auffälligen Peaks hinterlassen.

Ein weiterer Beweis der durchgängigen Schwarzpelitsedimentation liegt in der vorgenommenen Spektralanalyse der Palynomorphenüberlieferung. Die dabei festgestellten auffälligen Zyklizitäten hätten sich wahrscheinlich nicht ergeben, wenn größere Schichtlücken/Schichtverdoppelungen aufgetreten wären.

Bemerkung: Bei der Analyse der Sedimentunterbrechungen sind insgesamt nur 7 Proben erkannt worden, die auszuschließen wären. Wegen dieser geringen Anzahl und ihrem geringen Einfluss auf die Gesamtanalyse bzw. auf die Zeitreihenanalyse wurden sie tatsächlich dann aber nicht ausgeschlossen.



## 8.2 Diskussion von Ökologie und Klima

Hier wird zunächst die ökologische Gliederung und Zonierung diskutiert. In einem zweiten Abschnitt wird auf die Probleme bei der Interpretation der über den Koexistenzansatz ermittelten Klimaintervalle bzw. deren Darstellung als Mittelwerte dieser Intervalle hingewiesen.

### 8.2.1 Diskussion der ökologischen Gliederung

Die Zuordnung der einzelnen Taxa zu den jeweiligen Vegetationseinheiten erfolgte über die bei der Autökologischen Analyse gewonnenen Erkenntnisse, diese kann man den Abschnitten am Ende der entsprechenden Kapitel (Autökologische Analyse) entnehmen. Um aber die Vegetationseinheiten über das Profil hinweg deutlich herauszuarbeiten, mussten Grenzen gezogen werden. D. h. die Zuordnung einzelner Taxa erfolgte in diejenigen Vegetationseinheiten, in denen die jeweiligen Pflanzen am häufigsten vertreten waren.

Aber: Viele Pflanzen wuchsen nicht ausschließlich nur z. B. im Auwald, im Bergwald oder im Sumpfwald. Es sind daher eher fließende Übergänge zwischen den Vegetationseinheiten anzunehmen. *Picea* z.B. ist wohl nicht ausschließlich in einem möglichen Bergwald gewachsen, sondern war auch am Aufbau des Mesophytischen Waldes beteiligt. Ähnliches lässt sich auch über *Abies* sagen. Im Gegensatz dazu wuchsen die dem Mesophytischen Wald zugeordneten Taxa von *Pinus* und *Cathaya* nicht ausschließlich dort, sondern sie waren auch am Aufbau des möglicherweise existierenden Bergwaldes und dem Moor beteiligt. Weiterhin muss man die Einordnung der Ulmaceen und von *Carya* in den Mesophytischen Wald nicht als absolut ansehen, diese Pflanzen waren sicher auch am Auwald beteiligt.

Die festgelegten Vegetationseinheiten sind somit nicht als genau umrissene, unabänderbare Einheiten zu sehen, sondern sie stellen gewisse Eckpunkte der Vegetationsrekonstruktion dar, die die im Palynomorphenbericht abgebildete Vegetationsentwicklung im Laufe der Seegeschichte näherungsweise nachzeichnen. Außerdem muss die Ökologie der rezenten Vergleichsarten, die im Kapitel über die Autökologie zur Rekonstruktion der Vegetation herangezogen wurde, nicht unbedingt gleich der tatsächlichen Ökologie der fossilen Pflanzen gewesen sein.

Die Gliederung der Zonen im Palynomorphendiagramm wurde dann anhand von markanten Wechseln in den Überlieferungen einzelner Taxa bzw. der durch sie zusammengestellten Vegetationseinheiten vorgenommen. Dabei sind aber die auffälligen Wechsel bei den Taxa als erstes berücksichtigt worden und erst in zweiter Linie der Wechsel in der Überlieferung der Vegetationseinheiten. So ist die Grenze Zone A / Zone B durch das verstärkte Aufkommen von *Taxodium* (*Glyptostrobus*), von *Fagus* sp. und von *Picea* charakterisiert, was den Beginn eines Wechsels in der Zusammensetzung der Anteile einzelner Taxa am Mesophytischen Wald, von einer Dominanz der Ulmaceen, *Carya* und

*Carpinus* hin zur Dominanz von *Fagus* sp., bedeutete. Zudem beginnen sich Palynomorphen zu zeigen, die auf die Existenz eines Sumpfwaldes sowie eines möglichen Bergwaldes deuten. Die Grenze Zone B / Zone C ist durch den starken Rückgang der Ulmaceen, von *Carya* und *Carpinus* sowie dem gleichzeitig noch stärkeren Aufkommen von *Fagus* sp. charakterisiert. Auch der Sumpfwald mit *Taxodium* und der Bergwald mit *Picea* ist nun häufiger im Palynomorphenbericht vertreten. Das Moor mit den Cyrillaceen/Clethraceen sowie den Myricaceen durchlebt dagegen eine Phase mit geringer Überlieferung seiner Palynomorphen. Die Grenze Zone C / Zone D markiert eine Umkehr in der Palynomorphenüberlieferung der genannten Taxa/Vegetationseinheiten. Die Ulmaceen, *Carya* und *Carpinus* können sich wieder erholen, *Fagus* sp. geht zurück. Das Moor zeigt sich wieder verstärkt, der Sumpfwald sowie der Bergwald gehen zurück. Die Grenze Zone D / Zone E zeigt den abermaligen Wechsel der Taxa/Vegetationseinheiten an. Die entsprechenden Anteile am Palynomorphenbericht kehren sich um. Die Grenze Zone E / Zone F markiert wiederum die Umkehrung der Anteile der beteiligten Taxa/Vegetationseinheiten am Palynomorphenbericht.

### **8.2.2 Diskussion der Ergebnisse der Klimaanalyse**

Die dargestellten Diagramme im Kapitel Klimaanalyse zeigen bezüglich der abgetragenen Temperatur/Niederschlagswerte der einzelnen Proben nur die Mittelwerte der mit dem Koexistenzansatz berechneten Klimaintervalle an (siehe auch MOSBRUGGER et al. 2005). Die Kurve des mitabgebildeten 10-Periodischen Gleitenden Durchschnitts bildet damit den Trend der Mittelwerte ab. Die tatsächlichen Minimal/Maximalwerte der Klimaintervalle finden sich im Anhang auf CD-ROM.

Diese Art der "Festlegung" der Temperatur/Niederschlagswerte als Mittelwerte von Klimaintervallen ist etwas mit Unsicherheiten behaftet, denn dieser Mittelwert eines ermittelten Intervalls ist nicht unbedingt der tatsächliche Wert des Klimas in der jeweiligen Probe. Der Koexistenzansatz gibt ja eigentlich nur die möglichen Temperatur-/Niederschlagsbereiche für die Zeit der Ablagerung der Sedimente der einzelnen Proben an. Näherungsweise dürfte die Festlegung der Werte als Mittelwerte von Intervallen aber recht genau sein, denn die mit dem Koexistenzansatz für die Blatt- und Karpoflora von Enspel ermittelten Klimaintervalle (siehe KÖHLER 1998, UTSCHER et al. 2000) zeigen zum einen sehr kleine Intervallbreiten und zum anderen zeigen die Werte dieser Minimal-/Maximalintervalle eine gute Übereinstimmung mit den in der vorliegenden Arbeit errechneten Mittelwerten der Klimaintervalle der einzelnen Klimaparameter (siehe auch Abschnitt 8.3).

Das zweite Problem dieser Art der Ermittlung von Päläoklimadaten liegt bei den Palynomorphen selber. Diese Palynomorphen, die als Grundlage zur Bestimmung der Nearest Living Relatives dienen, lassen sich nur bis Familien/Gattungsebene bestimmen. Deshalb sind die hierbei ermittelten Klimaintervalle etwas ungenauer als die, die mit den Taxa der Blatt- und Karpoflora errechnet wurden, denn die Blatt- und Karpoflora lässt sich zumeist auf Artebene bestimmen.

Ein weiteres Problem stellt die erkannte Zyklizität in den Durchschnittskurven für die einzelnen Klimaparameter dar. Diese sind ja eigentlich nur Mittelwerte von Mittelwerten. Die zyklischen Schwankungen dieser Kurven sind daher nur als "grobe" Näherungen eines möglichen Trends aufzufassen. Allerdings bedeuten diese Trends nicht, dass das Klima in der entsprechend festgelegten Klimaphase dann immer im Bereich niedriger/höherer Werte war, je nachdem wie die Phase charakterisiert wurde, sondern dass der Trend des Klimas im jeweiligen Zeitabschnitt zu niedrigeren/höheren Werten ging.

Auch sind die Grenzen zwischen den einzelnen Klimaphasen nicht unbedingt auf bestimmte Proben festlegbar, sondern sie sind eher als fließende Übergänge zu sehen. Änderungen in der Vegetationszusammensetzung müssen nicht unbedingt durch klimatische Änderungen verursacht sein, sie können z. B. auch durch eine Verlegung eines Flusslaufes etc. verursacht sein. Im vorliegenden Fall stimmen die durch die Zonierung angezeigten Änderungen bei der Vegetation aber in weiten Teilen mit Änderungen des Klimas überein. Deshalb ist die Einteilung der verschiedenen Klimaphasen an diese Zonierung angelehnt worden.

Abschließend sei die "Geringfügigkeit" der Änderungen der Klimaparameter noch diskutiert. Diese liegen allesamt nahe bzw. unter der Auflösungsgrenze der Berechnungsmethode des Koexistenzansatzes (MOSBRUGGER et al. 1997, 2005; UTESCHER et al. 2000), wenn man die Durchschnittswerte der einzelnen Parameter während der verschiedenen Klimaphasen betrachtet. Somit sind die Änderungen in den Parametern eigentlich nicht mehr signifikant. Auch die rezente Klimateinordnung durch KÖPPEN (1923) zeigt dies deutlich. Es herrschte über den ganzen Ablagerungszeitraum der Enspel-Sedimente hinweg ein Cfa-Klima. Wenn man aber die Änderung der Mittelwerte von Probe zu Probe betrachtet sind allerdings doch erhebliche Schwankungen zu beobachten (siehe die Klimadiagramme).

### **8.3 Vergleich mit der Literatur**

Begonnen werden soll mit dem Vergleich zu den Ergebnissen von KÖHLER (1998), die eine erste Untersuchung der Makro- und Mikroflora von Enspel an den jüngsten Schwarzpeliten des Sees, die kurz vor Ende seiner Existenz abgelagert wurden, vorgenommen hat.

KÖHLER (1998) konnte bei der Makroflora 46 Taxa durch Blätter und 41 Taxa durch Früchte und Samen sowie 26 Taxa von Palynomorphen bestimmen. Bei den Blättern, Früchten und Samen konnte sie 1 Familie mit 1 Art der Bryophyta, 2 Familien mit 2 Arten der Pteridophyta, 4 Familien mit 7 Arten der Pinatae, 25 Familien mit 68 Arten der Magnoliatae sowie 7 Familien mit 9 Arten der Liliatae unterscheiden. Bei den Palynomorphen (7 Probenhorizonte) wurden von ihr bei den Pteridophyten 3 Arten aus 2 Familien

nachgewiesen, bei den Gymnospermen 6 Arten in 2 Familien und bei den Angiospermen 17 Arten in 8 Familien.

Zu Beginn soll ein Vergleich beider Palynofloren (welche größtenteils übereinstimmen) vorgenommen werden. Danach wird noch auf die Ergebnisse von KÖHLER bei der Blatt- und Karpoflora eingegangen.

**Folgende Palynomorphentaxa konnten in beiden Arbeiten identifiziert werden:**

Pteridophyta:

*Polyodiaceosporites gracillimus*, *Laevigatosporites haardti* ssp. *haardti*

Gymnospermen

*Pitysporites labdacus pseudocristatus*, *Pitysporites microalatus*, *Abiespollenites latisaccatus*, *Zonalapollenites igniculus*

Angiospermen

*Triatriopollenites bituitus*, *Momipites punctatus*, *Caryapollenites simplex*, *Platycaryapollenites simplex*, *Pterocaryapollenites stellatus*, *Polyvestibulopollenites verus*, *Trivestibulopollenites betuloides*, *Carpinuspollenites carpinooides*, *Tripoporollenites rhenanus*, *Polyporopollenites undulosus*, *Intratripoporopollenites insculptus*, *Intratripoporopollenites instructus*, *Tricolporopollenites asper*, *Tricolporopollenites cingulum* ssp. *pusillus*, *Tricolporopollenites marcodurensis*, *Faguspollenites verus*

**Folgende Palynomorphentaxa konnten in vorliegender Arbeit nicht identifiziert werden:**

Pteridophyten

*Verrucatosporites alienus*

Gymnospermen

*Pitysporites insignis*, *Cupressacites bockwitzensis*

Angiospermen

*Platanoidites gertrudae*

In vorliegender Arbeit wurden weitere 115 Taxa von Palynomorphen bestimmt (siehe Systematik und Gesamtverzeichnis der Palynomorphen). Das sind: 38 Taxa von Pteridophyten/Bryophyten, 14 Taxa von Gymnospermen und 63 Taxa von Angiospermen. KÖHLER (1998) führt aus, dass in ihren Präparaten nur 20-70 bestimmbare Sporen und Pollen

enthalten waren. Dies könnte ein Grund für die geringe bestimmte Palynomorphenzahl ihrer Arbeit sein. Zudem wurde in vorliegender Arbeit eine weitaus größere Anzahl von Proben (423) bearbeitet, welche einen viel größeren Ablagerungszeitraum repräsentieren. Sonstige Palynomorphen wie die planktonische Alge *Botryococcus* nennt KÖHLER (1998) nicht als Fund, dafür aber die Dinoflagellaten, die von KÖHLER und CLAUSING (2000) als neue Spezies definiert wurden. In dieser Arbeit wird *Botryococcus* auch als einer der Hauptvertreter der Algen in den Laminiten von Enspel identifiziert. Die Fungalreste finden dagegen keine Erwähnung in ihrer Arbeit.

KÖHLER (1998) nennt bei den Gymnospermen die Pinaceenpollen (*Pinus*, *Cathaya*) als die am häufigsten vertretenen Pollen in ihrem Profil, die Gattung *Tsuga* hingegen sei selten. Dies kann in vorliegender Arbeit teilweise bestätigt werden. Die einzige inaperturate Pollenform wurde von ihr mit *Cupressacites bockwitzensis* (Cupressaceae) bestimmt, welche in vorliegender Arbeit nicht gefunden wurde, hingegen wurden inaperturate Pollen von *Inaperturopollenites concedipites* (Taxodiaceen) bestimmt, die einem Sumpf zugeordnet wurden, denn es wurden zudem Pollen von *Nyssa* in vorliegender Arbeit gefunden. Wegen der großen Ähnlichkeit dieser inaperturaten Pollenformen ist es allerdings möglich, dass auch weitere Vertreter der Cupressaceen in den Proben vertreten waren. Weiterhin nennt sie als dominierende Angiospermen-Pollen in ihren Proben *Engelhardia*, *Carya*, *Pterocarya*, *Myrica* sowie *Ulmus*, *Zelkova* und *Carpinus*. Dies kann mit Ausnahme von *Engelhardia* und *Pterocarya* ebenfalls bestätigt werden, allerdings konnte sie Pollen der Cyrillaceen/Clethraceen, *Quercus*, *Fagus*, *Magnolia* und *Nyssa* wegen der schlechten Erhaltungsbedingungen in ihren Proben entweder nicht bestimmen oder diese Palynomorphen waren nicht als dominante Arten in ihren Proben vertreten. Bei den Pteridophyten wies *Pronephrium* den höchsten Anteil in den Proben von KÖHLER auf, in vorliegender Arbeit ist diese Gattung hingegen selten vertreten, dagegen fand sich eine Vielzahl weiterer Palynomorphen von Pteridophyten.

Die von ihr genannten Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung der einzelnen Proben kann auch bestätigt werden, allerdings zumeist nicht in Unterschieden einzelner aufeinander folgenden Proben sondern mehr in Unterschieden einzelner Probensequenzen. Dies könnte an den Unterschieden in der Probennahme begründet sein, denn Köhler beprobte die Schwarzpelithorizonte im Abstand von 2-3 cm während in vorliegender Arbeit die Probennahme zumeist im 10 cm Abstand erfolgte. Weiterhin ist es auch möglich, dass es laterale Unterschiede in der Zusammensetzung der Schwarzpelite gibt, der analysierte Bohrkern der vorliegenden Arbeit wurde in etwa in der Seemitte abgeteuft, während die Grabungsstelle von KÖHLER etwas näher am Paläoufer des Sees liegt.

Die Makroflora von Enspel zeigt dagegen noch eine Vielzahl weiterer Taxa, die im Palynomorphenbericht von KÖHLER nicht nachgewiesen werden konnten. In der vorliegenden Arbeit sind noch einige wenige weitere Taxa der Makroflora in der Mikroflora erkannt

worden. So wurden Pflanzen folgender Gattungen/Familien nun auch im Palynomorphenbericht gefunden: Die Bryophyten mit Vertretern von *Sphagnum* sp. und den Anthocerotaceen; die Angiospermen mit Vertretern der Magnoliaceae mit *Magnolia* sp., den Juglandaceen mit *Juglans* sp., den Salicaceen mit *Salix* sp., den Alangiaceen mit *Alangium* sp., und den Aceraceen mit *Acer* sp.. Die übrigen von KÖHLER nachgewiesenen Taxa der Makroflora wie z.B. Vertreter der Dryopteridaceen, der Taxaceen, der Cupressaceen (*Tetraclinis* sp.), der Cephalotaxaceen, weitere Taxa der Magnoliaceen, der Lauraceen und der Rosaceen (um nur einige zu nennen) konnten auch im Palynomorphenbericht der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Es scheint, dass Pollen dieser Familien nicht erhaltungsfähig waren, was z.B. bei Pollen der Lauraceen schon nachgewiesen ist, wie auch bei KOVAR–EDER et al. (1998) angemerkt wird.

### **Vegetationseinheiten**

Im Gegensatz zu KÖHLER können in vorliegender Arbeit nicht nur 4 sondern 7 Vegetationseinheiten unterschieden werden. Zusätzlich zu den Einheiten des Auwaldes, der Uferpflanzen und des Mesophytischen Waldes wurden noch die Vegetationseinheiten eines Moores, eines Sumpfwaldes, eines Bergwaldes und die der Trockenpflanzen festgelegt. Die vierte Vegetationseinheit welche von KÖHLER nach der Makroflora unterschieden wurde (die der Wasserpflanzen) konnte in vorliegender Arbeit wegen der Seltenheit dieser Pollen nicht nachgewiesen werden. Auch in der Zuordnung der einzelnen bestimmten Arten gibt es geringe Unterschiede, so wurden die von KÖHLER dem Auwald zugeordneten Taxa wie *Alnus*, *Salix* und den Bryophyta hier dem Moor zugeordnet und die Taxa *Acer* und *Carya* dem Mesophytischen Wald. Auch Taxa, die KÖHLER in den Mesophytischen Wald stellte, sind in vorliegender Arbeit anderen Vegetationseinheiten zugewiesen worden. So wurden *Myrica* und *Betula* dem Moor, *Engelhardia*, *Pterocarya* und *Platycarya* dem Auwald, *Abies*, *Cathaya* und *Tsuga* dem Bergwald und *Magnolia* sowie *Pronephrium* dem Sumpfwald zugeordnet. KÖHLER schreibt, dass durch das Fehlen einer überschwemnten Auenwaldgesellschaft keine Überschwemmungsebenen um den Enspel-See angezeigt seien. Dem muss an dieser Stelle widersprochen werden, da in vorliegender Arbeit eindeutige Beweise für eine Sumpfpflanzengesellschaft bzw. einem Moor in der näheren Umgebung des Sees gefunden wurden. Andererseits stimmen die Ergebnisse bezüglich einer sehr geringen Ufervegetation überein, dies spricht für ein steiles Ufer bzw. für ein Heranreichen des Mesophytischen Waldes bis an den See (zumindest für einen Teil des Ufers).

## Vergleich der gewonnenen Klimaintervalle über den Koexistenzansatz (Tab. 17)

Es zeigt sich, dass in vorliegender Arbeit die gewonnenen Intervalle der Klimaparameter eine größere Breite als die der Arbeit von KÖHLER (1998) aufweisen. Dies liegt an der viel größeren Anzahl an Proben. Diese repräsentieren damit einen längeren

Tab. 17: Vergleich der Klimaparameter

| <b>Autor</b>    | <b>MAT</b>   | <b>TCM</b>    | <b>TWM</b>    | <b>MAP</b>      |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|
| <b>KÖHLER</b>   | 9,3 – 17,1°C | -3,3 – 7,5°C  | 22,3 – 26,8°C | 843 – 1298 mm/a |
| <b>HERRMANN</b> | 7,6 – 21,3°C | -6,5 – 13,3°C | 21,6 – 28,6°C | 735 – 1520 mm/a |

Zeitraum, in dem das Klima stärkeren Schwankungen unterworfen war. Betrachtet man nur die Mittelwerte (MW) dieser Intervalle liegen die Daten wie folgt (Tab. 18).

Tab. 18: Mittelwerte der Klimaintervalle

| <b>Autor</b>    | <b>MW MAT</b> | <b>MW TCM</b> | <b>MW TWM</b> | <b>MW MAP</b> |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>KÖHLER</b>   | 13,2°C        | 2,1°C         | 24,5°C        | 1070 mm/a     |
| <b>HERRMANN</b> | 14,4°C        | 3,4°C         | 25,1°C        | 1127 mm/a     |

Hieraus wird ersichtlich, dass die Mittelwerte in vorliegender Arbeit bei der Temperatur um ca. 1°C höher liegen und beim Niederschlag um etwa 50 mm/a höher liegen. Vergleicht man die Mittelwerte der vorliegenden Arbeit aber mit den Werten, die KÖHLER aus der Blattflora und der Karpoflora gewonnen hat, so liegen deren Werte zumeist sogar über den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit (Ausnahme MAP). Die Klimawerte, die aus der Blatt- und Karpoflora gewonnen wurden, zeigen zudem in ihren Intervallen deutlich geringere Spannweiten. Dies liegt daran, dass die Bestimmung der “nearest living relatives“ bei den Palynomorphen nur auf Familien- oder Gattungsniveau erfolgte, während bei der Blatt- und Karpoflora eine Bestimmung bis zur Artebene möglich war. Somit unterscheiden sich die Ergebnisse bei der Klimaanalyse beider Arbeiten eigentlich nicht.

Ein zweiter Vergleich erfolgt mit der Dissertation von G. LÜNIGER, der die Chemofazies der Schwarzpelite des Enspelsees mit Hilfe von molekular- und isotopengeochemischen Methoden untersuchte (vgl. LÜNIGER & SCHWARK, 2002). Dabei sollte die Herkunft des organischen Materials der Sedimente sowie die Rekonstruktion der zeitlichen Entwicklung des Ökosystems geklärt werden. LÜNIGER nahm insgesamt 102 Proben aus dem gesamten 1996 abgeteufte Bohrkern. Dabei lagen die meisten seiner Proben

an denselben Teufen wie die der vorliegenden Arbeit. Als Ergebnisse nennt LÜNIGER eine vorwiegende Landpflanzenherkunft des sedimentierten organischen Materials im See, d. h. bevorzugten Eintrag terrigenen Materials, weiterhin zeigt er die Existenz einer Angiospermenvegetation im Einzugsgebiet des Sees an. Dies kann in vorliegender Arbeit nur bestätigt werden.

Im Detail rekonstruiert er die Seephasen wie folgt:

Phase 1, Teufe 139,90 m – hier Probe 423:

Hier gab es einen hohen Anteil an Primärproduzenten im See wie Diatomeen, Chrysophyceen. Er gibt weiter an, dass während dieses Seestadiums gute Lebensbedingungen im Mixolimnion des Sees herrschten. Dies kann in vorliegender Arbeit bestätigt werden durch die Funde von reichlich *Botryococcus* in dieser Probe. Algen mit Kieselsäureskeletten wurden bei der Präparation der Proben in vorliegender Arbeit aufgelöst. Der von ihm genannte randliche Flachwasserbereich um den See kann hier allerdings durch keine Funde von Uferpflanzenpollen untermauert werden. Er nennt für das Einzugsgebiet des Sees schon eine etablierte Vegetation, eine Pionierpflanzenvegetation sei wegen der geringen Probenauflösung nicht erkennbar. Dies kann hier bestätigt werden.

Phase 2, Teufe 139-110 m – hier Probe 422 bis 339 = Ökozone A 1:

Hier spricht er davon, dass die aquatische Bioproduktion vornehmlich von Dinoflagellaten stammt. Dies kann bestätigt werden, da in dieser Zone zumeist Dinoflagellaten in den Proben gefunden wurden (sehr selten *Botryococcus*). Weiter gab es einen hohen Beitrag von Angiospermen zum allochthonen Eintrag in den See. Auch dies kann bestätigt werden (*Ulmaceae*, *Carya*, *Myrica*, *Cyrtaceae/Clethraceae*). Allerdings nennt er einen hohen Anteil von Graspflanzen ( $C_3$ -Gräser) an diesem allochthonen Eintrag von Angiospermen, der aber durch die Pollenanalyse nicht bestätigt werden kann, es finden sich nur sehr wenige Gräserpollen in den Proben dieses Abschnitts (im Durchschnitt 0,6 % Anteil am Pollenspektrum). Weiter schreibt er, dass es in diesem Abschnitt keine sichtbaren Beiträge einer ufernahen aquatischen Makrophytenvegetation gegeben hätte, es wäre kein ausgeprägter Flachwasserbereich vorhanden gewesen. Dies kann nicht ganz bestätigt werden, da der Anteil der Uferpflanzenpollen gerade in diesem Probenabschnitt am höchsten war, bezogen auf den ganzen Kern (durchschnittlich 1,7 %).

Phase 3, Teufe 112 – 97 m – hier Probe 345 bis 290:

Hier spricht LÜNIGER von einem Abschnitt mit deutlich unterschiedlichen Umweltbedingungen, es herrschte eine hohe Verdünnung des organischen Materials durch verstärkten siliziklastischen Eintrag oder aber durch einen Rückgang des organischen Eintrags. Dies kann für den Abschnitt von Probe 338 bis Probe 307 (Teufe 106,5 bis 100,6 m) bestätigt werden, hier gab es eine erste Periode mit dem Rückgang des Mesophytischen



Waldes und dem Aufkommen eines Moores und eines Sumpfes. Diese verhinderten anscheinend den Eintrag von organischem Material in den See. Dies ist auch bestätigt durch die Feststellung von LÜNIGER, dass in diesem Probenabschnitt der Eintrag von terrigenem Material für die gesamte Sedimentfolge am geringsten sei. Die beiden genannten Vegetationseinheiten gehen allerdings dann bis Probe 290 (Teufe 97,1 m) wieder zurück, der Mesophytische Wald konnte seinen Anteil am Palynomorphenbericht wieder auf Werte wie die aus der ersten Seephase ausbauen. Weiter sagt LÜNIGER aus, dass es eine intensive Aufarbeitung des organischen Materials in der Wassersäule durch aerobe Destruenten gegeben habe, dies habe zur mikrobiellen Freisetzung von isotopisch leichtem CO<sub>2</sub> geführt, welches dann von Algen in der Wassersäule konsumiert worden wäre. Dies trug natürlich auch zum Rückgang der Sedimentation von organischer Materie am Seeboden bei. Eine Algenblüte kann für diesen Probenabschnitt bestätigt werden, hier sind sehr viele Reste von *Botryococcus* überliefert. Gleichzeitig stellt er ein Fehlen von Dinosteriden fest, es fanden sich tatsächlich sehr wenige Dinoflagellaten in diesem Probenabschnitt. Weiterhin fand LÜNIGER Hinweise auf einen hohen Anteil von ufernaher Vegetation und somit das Vorhandensein von Flachwasserzonen, was an dieser Stelle bestätigt werden kann, der Anteil an Uferpflanzenpollen ist weiterhin hoch.

Phase 4, Teufe 97 - 0 m – hier Probe 290 bis 1:

Hier spricht LÜNIGER von kaum autochthoner Bioproduktion durch Algen (*Botryococcus*, Dinoflagellaten, Kieselalgen), dies kann hier nicht bestätigt werden. Von Probe 280 bis 190 (Teufe 95,4 – 58,6 m) gab es den stärksten überlieferten Peak an Dinoflagellaten im gesamten Palynomorphenbericht. Zudem gab es von Probe 125 bis 80 (Teufe 46,3 bis 20,7 m) wieder einen großen Peak bei *Botryococcus*. LÜNIGER prognostiziert für die obersten 25 m Teufe einen Beitrag von Dinoflagellaten an der autochthonen Produktion, dies kann mit Ausnahme der Proben 60 bis 50 (Teufe 18,9 – 17,3 m) und den Proben 10 bis 1 (Teufe 5 – 3,3 m) nicht bestätigt werden. LÜNIGER schließt aus seinen Daten weiter auf das Fehlen von einer Ufervegetation in diesem Abschnitt der Seegeschichte, was durch die seltene bis ganz aussetzende Überlieferung von Uferpflanzenpollen bestätigt werden kann. Er spricht weiter von einer veränderten Vergesellschaftung der Angiospermenvegetation und einem verringerten Grasanteil an der Umgebungsvegetation des Sees, dies kann für den Abschnitt ab etwa Probe 250 bestätigt werden, da sich ab hier der Wechsel in der Artzusammensetzung des Mesophytischen Waldes von einer Dominanz der Ulmaceen hin zu einer Dominanz von *Fagus* sp. vollzieht. Allerdings ist eine Verringerung des Grasanteils nicht an den Pollen abzulesen, Graspollen finden sich über den gesamten beprobten Bohrkern in etwa gleich geringen Mengen bzw. waren zumeist nicht in den Proben zu finden.

LÜNIGER erwähnt in dieser Phase der Seegeschichte noch zwei kürzere Episoden mit episodisch deutlich veränderten Vegetationsmerkmalen.

Episode 1, Teufe 62,3 bis 61,5 m – hier Probe 210 bis 205 (Teufe 61,95 m bis 61,5 m):

Anmerkung: Die Teufe 62,3 m wurde in vorliegender Arbeit nicht beprobt, da hier nur die laminierten Schwarzpelite beprobt wurden. Somit lassen sich hier nur die Proben 210 - 205 zu Vergleichszwecken heranziehen. LÜNIGER sieht hier nach seinen Analysen eine überwiegende Herkunft des terrigenen organischen Materials aus einer sehr spezifischen Quelle. Das Isotopensignal würde die Herkunft des organischen Materials von regulären C<sub>3</sub>-Pflanzen, die über das ganze Profil dominieren, unwahrscheinlich erscheinen lassen. Er nimmt daher an, dass hier ein spezifisches Florenelement dominiere, welches eine Photosynthese nach dem C<sub>4</sub>-Metabolismus durchführt. Es handele sich dabei wahrscheinlich um eine sehr spezialisierte Gattung, die evtl. auch zu anderen Zeiten der Seegeschichte auftrat. Kurzzeitig geänderte ökologische Bedingungen, die dem Optimum dieses Pflanzentyps entsprachen, könnten zu einer temporären Verdrängung der ansonsten vorherrschenden Angiospermenvegetation geführt haben. Dies kann hier nicht bestätigt werden. Die Vergleichsproben der vorliegenden Arbeit lassen keine auffällige Veränderung im Palynomorphenbericht erkennen, allenfalls kann man sagen, dass in den Proben 210 bis 205 hohe Anteile von *Taxodium/Glyptostrobus*, der Ulmaceen, von *Nyssa* und von *Fagus* sp. zu finden waren. Dies ist aber nichts außergewöhnliches, solche hohen Anteile der genannten Arten sind öfters im Palynomorphenbericht feststellbar. Dieser hohe Anteil von terrigenem, allochthonem organischem Material, welches von einem spezifischen Florenelement in den Sedimenten dieser Zeitscheibe abgelagert wurde, wird durch den Palynomorphenbericht nicht reflektiert.

Episode 2, Teufe 49,5 m – hier Probe 147, 146 (Teufe 49,35 und 49,75 m):

Die Teufe 49,5 wurde in vorliegender Arbeit nicht beprobt, da hier nur die laminierten Schwarzpelite beprobt wurden (s. o.). Zum Vergleich werden deshalb die zwei am nächsten liegenden Proben herangezogen. Hier erkennt LÜNIGER eine kurzzeitige Episode mit scheinbar verstärkter autochthoner Bioproduktion, die durch extrem erhöhte aquatic/terrigen ratios sichtbar sei. Er vermutet hier analog zu den älteren Seeintervallen als Verursacher Diatomeen bzw. Chrysophyceen. Dies kann in vorliegender Arbeit weder bestätigt noch verneint werden, da bei der palynologischen Probenaufbereitung sämtliche Kieselsäure aufgelöst wurde. SCHILLER (2000) schreibt nach der feinstratigraphischen Untersuchung der Kernbohrung Enspel 1991(2) allerdings, dass alle Mikrofossil-Arten annähernd gleichmäßig in den Proben verteilt sind.

Insgesamt kann zumeist eine deutliche Übereinstimmung der Daten aus der Geochemie und der Palynologie festgestellt werden. Als Ausnahmen bleiben der im Palynomorphenbericht nicht nachzuweisende hohe Grasanteil an der Vegetation, sowie der

nicht feststellbare Anteil eines speziellen monotypischen Eintrags einer C<sub>4</sub>-Pflanze. Nach SAGE (2005) kämen als C<sub>4</sub>-Pflanzen im Oberoligozän evtl. einige Seggen in Frage, die aber erst ab dem unteren Miozän (ca. 19 Ma) eine Photosynthese nach dem C<sub>4</sub>-Metabolismus durchführten. Die einzigen Landpflanzen, die dies schon etwas eher durchführten (Oligozän), waren einige Vertreter der Poaceen.

Beim Studium der Arbeit von KVACEK & WALTHER (2001) fiel der Abschnitt über den Florenkomplex von Rott-Thierbach auf, zu denen die Autoren auch die Flora von Enspel stellen. Sie schreiben: „Dieser Florenkomplex markiert eine deutliche Klimaverschlechterung“ (MAI 1995, GASTALDO et al. 1998). Sowohl im Tiefland als auch in den vulkanischen Gebieten verschwanden die paläotropischen Elemente, die Diversität der Floren war jedoch weiterhin hoch“. Nach GASTALDO et al. (1996) ist der Florenkomplex Thierbach allerdings durch eine sehr geringe Diversität gekennzeichnet, dabei sieht er *Fagus saxonicus* als Index-Fossil. KVACEK UND WALTHER (2001) schreiben weiter, dass in den Tiefländern (Thierbach sensu MAI & WALTHER 1991) die Vegetation von laubwerfenden Elementen, wie z.B. *Alnus*, *Ulmus*, *Cyclocarya* oder *Populus* dominiert wurde, und – überraschenderweise - auch *Fagus* zusammen mit *Taxodium* und *Nyssa* auftrat. Diese seien alle zumeist Elemente der intrazonalen Vegetation dieser fluviatil geprägten Regionen. Verschiedene Koniferen wie z.B. *Picea* und *Pseudolarix* seien typische akzessorische Elemente. Auch in den bearbeiteten Proben ist dieses “überraschende“ gemeinsame Auftreten von *Fagus* zusammen mit *Taxodium* und *Nyssa* festzustellen. Hier setzt zuerst *Taxodium* im Palynomorphenbericht ein und etwas später dann *Fagus* und noch etwas später dann auch *Nyssa*.

Auch mit der Makroflora von Rott bei Hennef im Siebengebirge (vgl. MOSBRUGGER 1989) gibt es große Übereinstimmungen. So finden sich in Rott wie auch im Palynomorphenbericht von Enspel Belege für folgende Gattungen: *Acer*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Carya*, *Engelhardia*, *Fagus*, *Quercus*, *Tilia*, *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Salix*, *Glyptostrobus*, *Nyssa*, *Magnolia*, *Myrica*, *Symplocos*, *Ulmus*, *Zelkova*, den Sapotaceen und den Ericaceen. Die Klimaauswertung von UTESCHER et al. (2000) ergab für Rott allerdings etwas höhere Durchschnittstemperaturen, die Niederschläge zeigen aber sehr ähnliche Werte.

Der auch in der Arbeit von KVACEK & WALTHER (2001) erwähnte Florenkomplex von Kleinsaubernitz (Sachsen) zeigt große Übereinstimmung mit der durch die Pollenanalyse gewonnenen Vegetationszusammensetzung von Enspel. In Kleinsaubernitz lebte ein “Pflanzenmix“ von thermophilen und immergrünen Elementen mit neuen Einwanderern wie z.B. *Cathaya*, *Tsuga*, *Cunninghamia*, *Taiwania*, *Fagus* und “*Illicium*“ und endemischen Elementen wie *Ilex*, *Quercus* etc.. Neue, laubwerfende Bäume (*Betula* und *Fraxinus*) kamen hinzu. Die Pflanzengesellschaft wuchs in der Umgebung eines Maarsees nicht weit entfernt

von der Meeresküste und besteht deshalb aus einer Mischung von intrazonalen Pflanzen und Pflanzen der Ebene. Nach WALTHER (1999) repräsentiert diese Pflanzenvergesellschaftung einen eigenen Florenkomplex im Oberoligozän. Sowohl in der Pollenflora von Enspel als auch in der Makroflora von Kleinsaubernitz sind folgende Gattungen nachweisbar: *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Cathaya*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Magnolia*, *Myrica*, *Pinus*, *Quercus*, *Salix*, *Taxodium*, *Ulmus* und *Zelkova*. Nach der Klimaauswertung von UHL et al. (2003) ergab sich eine Jahresdurchschnittstemperatur (MAT) für Kleinsaubernitz von 14,4–15,6°C; WALTHER (1999) nennt bei der MAT Werte von 13–15°C. Diese Werte kommen denen der vorliegenden Arbeit doch sehr nahe.

## 8.4 Fazit

Hier sollen die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit noch einmal zusammengefasst werden:

- 1) Es konnten 41 Taxa von Pteridophyten, 20 Taxa von Gymnospermen sowie 80 Taxa von Angiospermen im Palynomorphenbericht der 423 Proben nachgewiesen werden. Weiterhin fanden sich mehrere Algenarten (*Botryococcus*, Zygnemataceae etc.), darunter auch 2 Arten von Dinoflagellaten sowie viele verschiedene Formen von Pilzresten.
- 2) Die Überlieferung vieler Palynomorphen ist durch zyklische Schwankungen geprägt, dabei zeigten die Pilzreste (Fungalindex F) über das gesamte beprobte Profil hinweg die größten Regelmäßigkeiten.
- 3) Die Ökologie der Seegeschichte konnte durch die Algen rekonstruiert werden. Dabei zeigten sich *Botryococcus* und die Dinoflagellaten als Antagonisten bei der Besiedelung des Wasserkörpers. Zu Zeiten mit wenig Sediment-/Nährstoffeintrag in den See kam es zur Dominanz von *Botryococcus* im Seeplankton, zu Zeiten erhöhten Nährstoffeintrags dominierten die Dinoflagellaten.
- 4) Durch eine Autökologische Analyse konnten sieben verschiedene Vegetationseinheiten unterschieden (siehe Diagramm 27) werden. Dabei waren die Einheiten des Mesophytischen Waldes, des Moores und die des Sumpfwaldes am auffälligsten. Ein prägnanter Wechsel fand in der Zusammensetzung des Mesophytischen Waldes statt, es gab einen Übergang von einem durch die Ulmaceen dominierten Wald hin zu einem durch *Fagus* sp. dominierten Wald. Gleichzeitig ist das Aufkommen eines Sumpfwaldes und möglicherweise eines Bergwaldes dokumentiert.

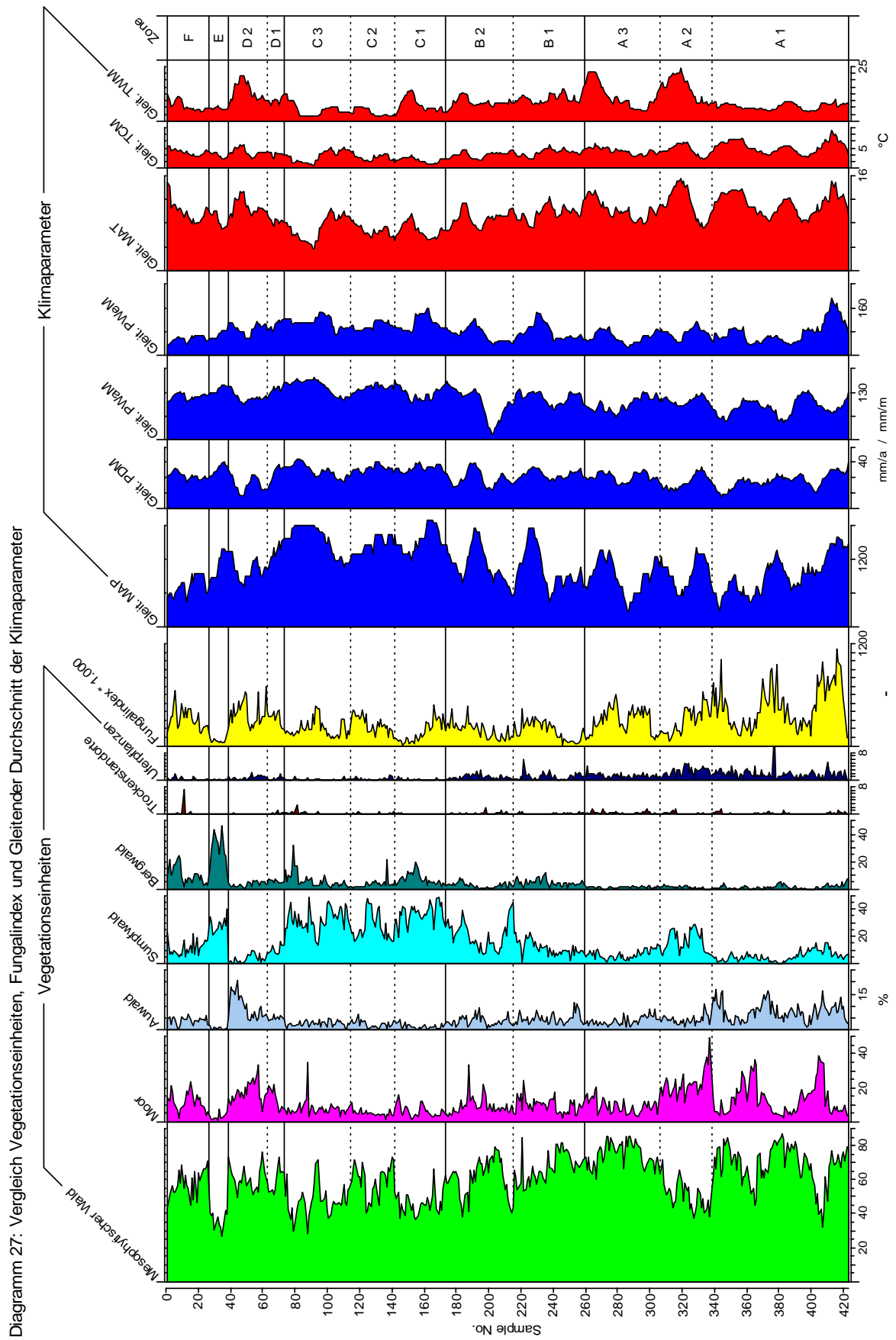


Diagramm 27: Vergleich Vegetationseinheiten, Fungalindex und Gleitender Durchschnitt der Klimaparameter

5) Die Klimaanalyse ergab folgende Durchschnittswerte (siehe Diagramm 27) für die Dauer der Ablagerung der Enspel-Sedimente:

MAT 14,3°C, TCM 4,3°C, TWM 24,9°C

MAP 1185 mm/a, PWeM 150 mm/M, PDM 35 mm/M, PWaM 127 mm/M

6) Die Hierarchische Clusteranalyse erwies sich als geeignetes Hilfsmittel um Ähnlichkeiten bei der Überlieferung der Palynomorphen herauszufinden. Ähnliche Reaktionen von Arten aus unterschiedlichen ökologischen Lebensräumen auf Änderungen des Klimas, der Umwelt etc. sind damit feststellbar. Auch kann die Clusteranalyse zum Erkennen von Schichtlücken herangezogen werden.

7) Bei einer Spektralanalyse der festgestellten Schwankungen der Palynomorphenüberlieferung wurde deren Zyklizität bestätigt. Unter der Annahme, hier würden Milankovitch-Zyklen zugrunde liegen, konnten über "Orbitales Tuning" die Obliquität und die Präzession als mögliche Verursacher der zyklischen Schwankungen bei der Überlieferung gewisser Palynomorphen aber auch der aus ihnen abgeleiteten Vegetationseinheiten und bei den Klimaparametern erkannt werden. Legt man diese Milankovitch-Zyklen zugrunde, ergäbe dies eine Ablagerungsdauer der Sedimente des Enspel-Sees von etwa 220.000 a.

## Literatur

- AHLBURG, J. (1915): Über das Tertiär und das Diluvium im Flussgebiet der Lahn. – Jb. Preuss. Geol. La., **36**(1): 269-373; Berlin.
- AHRENS, W. (1957): Exkursion im südlichen Westerwald. Überblick über den Aufbau des Westerwälder Tertiärs, mit besonderer Berücksichtigung der stratigraphischen Stellung der vulkanischen Gesteine. – Fortschr. Mineral., **35**(1): 109-120; Stuttgart.
- AHRENS, W. (1960): Die Lagerstätten nutzbarer Steine und Erden im Westerwald. – Z. Dtsch. Geol. Ges., **112**(2): 238-252; Berlin.
- AHRENS, W. & VILLWOCK, R. (1966): Exkursion in den Westerwald am 6. September 1964. – Fortschr. Mineral., **42**(2): 303-320; Stuttgart.
- ANDREANSKY, G. (1955): Beiträge zur Kenntnis der unteroligozänen Flora der Umgebung von Budapest. – Jahrbuch Ung. Geol. Anst., Budapest; **44**(1): 231-259.
- ANGELBIS, G. & SCHNEIDER, A. (1891): Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Blatt Marienberg; Berlin.
- ASHRAF, A. R. & MOSBRUGGER, V. (1995): Palynologie und Palynostratigraphie des Neogens der Niederrheinischen Bucht – Teil 1: Sporen. – Palaeontographica, Abt. B. Bd. **235**(1-6): 61-173, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller); Stuttgart.
- ASHRAF, A. R. & MOSBRUGGER, V. (1996): Palynologie und Palynostratigraphie des Neogens der Niederrheinischen Bucht – Teil 2: Pollen. – Palaeontographica, Abt. B. Bd. **241**(1-4), 1-48, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller); Stuttgart.
- BARTOLOSCH, T. (1982): Basalt im Westerwald. Zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Basaltindustrie im Westerländer Wirtschaftsraum. – Westerwälder Beiträge, **2**: 1-131; Hachenburg.
- BATTEN, D. J. & GRENFELL, H. R. (1996): *Botryococcus*. - In: JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D. C. (Eds.): Palynology: principles and applications. – American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, **1**: 205-214, Publishers Press; Salt Lake City.
- BATTEN, D. J. & LISTER, J. K. (1988a): Evidence of freshwater dinoflagellates and other algae in the English Wealden (Early Cretaceous). *Cretaceous Research*, **9**: 171–179
- BENNIE, J. & KIDSTON, R. ("1886", 1888): On the occurrence of spores in the Carboniferous formation of Scotland. – Proc. Roy. Phys. Soc. Edinburgh, **9**: 82-117; Edinburgh.
- BRUCH, A., A. (1998): Palynologische Untersuchungen im Oligozän Sloweniens – Paläo-Umwelt und Paläoklima im Ostalpenraum. – Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen Nr. 18; Institut und Museum für Geologie und Paläontologie der Universität Tübingen.
- BEUG, H. J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende

- Gebiete. – Fischer-Verlag, 63 S.; Stuttgart.
- BEUG, H. J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. – Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 542 S.; München.
- BHARDWAJ, D. CH. (1957): The Palynological investigations of the Saar Coals. – *Palaeontographica* Abt. B, **101**: 73-125; Stuttgart.
- BOSUM, W.; DÜRBAUM, H.-J.; FENCHEL, W.; FRITSCH, J.; LUSZNAT, M.; NICKEL, H.; PLAUMANN, S.; SCHERP, A.; STADLER, G. & VOGLER, H. (1971): Geologisch-lagerstättenkundliche und geophysikalische Untersuchungen im Siegerländer-Wieder Spateisenbezirk. – *Beih. Geol. Jb.*, **90**: 139 S.; Hannover.
- BOLCHOVITINA, N. A. (1953): Charakteristik der Sporen und Pollen der Kreideablagerungen der zentralen Gebiete der UDSSR. – *Akad. Nauk. SSSR. Trudy Geol. Inst.*, **61**: 1-184; Moskau (in Russisch).
- BOURRELLY, P. (1970): Les Algues d'eau douce. III. Algues bleues et rouges, 1-512; Paris.
- BÖHME, M. (1996): Revision der oligozänen und untermiozänen Vertreter der Gattung *Palaeoleuciscus* Obrhelova, 1969 (Teleostei, Cyprinidae) in Mitteleuropa. - Dissertation Universität Leipzig, 103 S., 42 Abb., 5 Tab., 9 Taf., Leipzig.
- BÖHME, M. (2000): Die Cypriniden (Teleostei: Cypriniformes) des oberoligozänen Maars von Enspel nebst Bemerkungen zur Phylogenie und Biogeographie der Phoxininae. - *Palaeontologische Zeitschrift*, Band **74** (1/2). S. 99-112, 11 Fig., 1 Tab..
- BRADLEY, W. H. (1931): Origin and microfossils of the oil shale of the Green River Formation of Colorado and Utah. – U.S. Geological Survey, Professional Paper **168**: 58 S..
- BRADLEY, W. H. (1967): Two aquatic fungi (Chytridiales) of Eocene age from the Green River Formation of Wyoming. – *American Journal of Botany*; V. **54**: 577-582.
- BUTTERWORTH, M. A. & WILLIAMS, R. W. (1958): The small spore flora of coals in the limestone coal group of the Lower Carboniferous of Scotland. – *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, **63**: 353-392; Edinburgh.
- CARATINI, C., VAN CAMPO, M. & SIVAK, J. (1972): Pollen de Cathaya (Abietaceae) au Tertiaire en France. – *Pollen et Spores*, **14**(2): 169-172; Paris.
- CHANDRA, A.; SAXENA, R. K. & SETTY, M. G. A. P. (1984): Palynological investigation of the sediment cores from the Arabian Sea: I. Fungal spores. – *Biovigyanam*, V. **10**: 41-58.
- CHEN, S.-H. & HUANG, T.-C. (1974): Spore Morphology of Formosan Pteridaceae. – *Taiwania*, **19**, 2: 179-229; Taipei.
- CHITALEY, S. D. (1951): Fossil Microflora from the Mohgaonkalan Beds of the Madhya Pradesh, India. – *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, **17**(5): 373-381; Dehli.
- CHITALY, S. D. & YAWALE, N. R. (1978): Fungal remains from the Deccan Intertrappean



- cherts of Mohgaonkalan. – *The Botanique*; V. **7** (1976): 189-194.
- CLARKE, R. T. (1965): Fungal spores from Vermejo Formation coal beds (Upper Cretaceous) of Central Colorado. – *Mountain Geologist*; V. **2**: 85-93.
- CLAUSING, A. (1995): Mikroorganofazielle Studien an Sedimenten aus Enspel (Tertiär, Westerwald, Deutschland). – Symp. Fossilagerstätte Enspel, 1 S.; Enspel (L.-Amt f. Denkmalpflege Rheinland-Pfalz).
- CLAUSING, A. (1998b): Mikro-organofazielle Studien an Sedimenten des Enspel-Sees (Oberoligozän, Westerwald, Deutschland). – *Hall. Jb. Geowiss.*, B **20**: 119-133, 2 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Halle/Saale.
- CLAUSING, A. (2001): Primärproduktion und Laminationsbildung ausgewählter Environments im Tertiär und Permokarbon Deutschlands. – *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, Reihe B, Beiheft **14**: 1-183; Halle/Saale.
- COOKSON, I. C. (1947): Plant microfossils from the lignites of Kerguelen Archipelago. – *B. A. N. Z. Antarctic Res. Exp.*, 1929-1931, Rep. A 2; Adelaide.
- COOKSON, I. C. (1953): Difference in microspore composition of some samples from a bore at Comaum, South Australia. – *Austr. J. Bot.*, **1**: 462-473; Melbourne.
- COOKSON, I. C. & EISENACK, A. (1979): Einige Algen aus Sedimenten der Kreide Australiens. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Monatshefte, **2**: 77-82.
- COUPER, R. A. (1953): Upper Mesozoic and Cainozoic Spores and Pollen grains from New Zealand. – *N. Z. Geol. Surv., Paleont. Bull.*, **22**: 1-77; Wellington.
- DAVEY, R. J., DOWNIE, C., SARJEANT, W. A. S. & WILLIAMS, G. L. (1966): Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. – *Bull. Brit. Mus. Geol., Suppl.* **3**: 1-248; London.
- DECHEN, H. VON (1884): Erläuterungen zur geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen sowie einiger angrenzender Gegenden. – 1-933; Bonn.
- DEICHSEL, G. & TRAMPISCH, H. J. (1985): Clusteranalyse und Diskriminanzanalyse. – Gustav Fischer Verlag; Stuttgart.
- DENK, T., GRIMM, G., STÖGERER, K., LANGER, M. & HEMLEBEN, V. (2002): The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: Evidence from genes, morphology and the fossil record. – *Plant Systematics and Evolution*, **232**: 213-236.
- DENK, T. (2004): Revision of *Fagus* from the Cenozoic of Europe and southwestern Asia and its phylogenetic implications. *Documenta Naturae* **150**: 1-72
- DENK, T. & GRIMM, G., 2005, Phylogeny and biogeography of *Zelkova* (Ulmaceae s.str.) as inferred from leaf morphology, ITS sequence data and the fossil record. - *Botanical Journal of the Linnean Society* **147**: 129-157.
- DETTMANN, M. E. (1963): Upper Mesozoic microfloras from southeastern Australia. – *Proc.*

- Roy. Soc. Vict., **77**(1): 1-148; Melbourne.
- DEV, S. (1961): The fossil flora of the Jabalpur series. – 2. spores and pollen grains. – The Palaeobotanist, **8**(1-2): 43-56; Lucknow.
- DILCHER, D. L. (1965): Epiphyllous fungi from Eocene deposits in western Tennessee, USA. – Palaeontographica, Abt. B; V. **116**: 1-54.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKA, J. (1960): Paralelizacja pokladow wegla brunatnego wojewodztwa bydgoskiego i poznanskiego (summary: Correlation of brown coal seams from the provinces of Poznan and Bydgoszcz). – Biuletyn Instytutu geologicznego, **157**: 69-133, 223-243.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKA, J. (1961): Palaeobotaniczne podstawy paralelizacji pokladow wegla brunatnego zloza Rogozno pod Lodzia I, II. (summary: Palaeobotanical bases for the correlation of brown coal seams from the Rogozno deposits near Lodz I, II). – Biuletyn Instytutu Geologicznego, **158**: 113-303.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKA, J. (1964): Palynologiczna charakterystyka najmlodszych pokladow wegla brunatnego zloza Rogozno (summary: A palynological characteristic of the youngest brown coal seams in the Rogozno coalfield). – Biuletyn Instytutu Geologicznego, **183**: 7-99.
- DÖRING, H. (1961): Planktonartige Fossilien des Jura/Kreide – Grenzbereiches der Bohrungen Werle (Mecklenburg). – Geologie, **10**(32): 110-121; Berlin.
- DÖRING, H. (1964): Trilete Sporen aus dem Oberen Jura und dem Wealden Norddeutschlands. – Geologie, **13**: 1099- 1129; Berlin.
- DYBOVA, S. & JACHOWICZ, A. (1957): Das Alter der Zwickauer-Luganer Bogheads auf Grund der palynologischen Analyse. – Geologie, **6**: 674-697; Berlin.
- EDIGER, V. S. (1981): Fossil fungal and algal bodies from Thrace Basin, Turkey. – Palaeontographica, Abt. B, V. **179**: 87-102.
- EDIGER, V. S. & ALISAN, C. (1989): Tertiary fungal and algal palynomorph biostratigraphy of the Northern Thrace Basin, Turkey. – Review of Palaeobotany and Palynology, V. **58**: 139-161.
- ELSIK, W. C. (1968): Palynology of a Paleocene Rockdale lignite, Milam County, Texas. I. Morphology and taxonomy. – Pollen et Spores, V. **10**: 263-314.
- ELSIK, W. C. (1990): *Hypoxylonites* and *Spirotremesporites*, form genera for Eocene to Pleistocene fungal spores bearing a single furrow. – Palaeontographica, Abt. B, **216**: 137-139.
- ELSIK, W. C. & JANSONIUS, J. (1974): New genera of Paleogene fungal spores. – Canadian Journal of Botany; V. **52**: 953-958.
- ENZMANN, F. (1994): Bericht zur Zweimonatskartierung westlich des Stöffels bei Enspel im Westerwald auf Blatt 5313 Bad Marienberg. – Kartierbericht Univ. Mainz, 42 S.

(unveröff.).

- ERDTMAN, G. (1943): An introduction to pollen analysis. – Waltham Mass. USA, 239 S. (Nachdruck 1954).
- ERDTMAN, G. (1947): Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. – Svensk Bot. Tidskr., **41**: 104-114; Uppsala.
- ETHRIDGE GLASS, D. L.; BROWN, D. D. & ELSIK, W. C. (1986): Fungal spores from the Upper Eocene Manning Formation, Jackson Group, east- and south- central Texas, USA. – Pollen et Spores; V. **28**: 403-420.
- FELDER, M. (1997): Forschungsbohrung Enspel, Vorläufiges Bohrprofil. – Arbeitskript zur Beprobung und Analyse.
- FELDER, M., WEIDENFELLER, M., WUTTKE, M. (1998): Lithologische Beschreibung einer Forschungsbohrung im Zentrum des oberoligozänen, vulkano-lakustrinen Beckens von Enspel/Westerwald (Rheinland-Pfalz; Bundesrepublik Deutschland). – Mainzer geowiss. Mitteilungen **27**: 101-136.
- FELIX, J. (1894): Studien über fossile Pilze. – Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, V. **46**: 269-280.
- FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine. 1171 S., 660 Abb., 113 Tab.; E. Schweizerbart'sche Verlagsgesellschaft; Stuttgart.
- GASTALDO, R.A., FERGUSON, D.K., WALTHER, H., RABOLD, J.M. (1996): Criteria to distinguish parautochthonous leaves in tertiary alluvial channel-fills. - Rev. Palaeobot. Palynol., **91**: 1-21.
- GASTALDO, R. A., RIEGEL, W., PÜTTMANN, W., LINNEMANN, U. G. & ZETTER, R. (1998): A multidisciplinary approach to reconstruct the Late Oligocene vegetation in Central Europe. – Rev. Palaeobot. Palynol., **101**: 71-94; Amsterdam.
- GAUPP, R. & WILKE, A. (1998): Zur Sedimentologie der oberoligozänen Seesedimente von Enspel/Westerwald. – Hallesches Jb. F. Geowiss., **20**: 97-118; Halle/Saale.
- GLATTHAAR, D. (1976): Die Entwicklung der Oberflächenformen im östlichen Rheinischen Schiefergebirge zwischen Lahn und Ruhr während des Tertiärs. – Z. Geomorph. N. F. Suppl., **24**: 79-87; Berlin.
- GODWIN, H. (1975): The history of the British flora. A factual basis for phytogeography. - 2. Auflage, CUP, Cambridge.
- GOTH, K. (1990): Der Messeler Ölschiefer – ein Algenlaminit. – Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **131**: 1-143; Frankfurt/Main.
- GRAHAM, J. M.; ARANCIBIA-AVILA, P. & GRAHAM, L. G. (1996a): Physiological ecology of the filamentous green alga *Mougetia* (Zygnematales, Charophyceae) under acidic conditions: light and temperature effects on photosynthesis and respiration. – Limnol. Oceanogr., **41**: 253-262.

- GREGUSS, P. (1941): A közep-europai harasztok sporai. – Math. Es Term. Tud. Közl. **39**(2): 1-36, Taf. 1-8.
- GUAN, X.T., FAN H. P., SONG, Z. C. & ZHENG Y. H. (1989): Researches on Late Cenozoic Palynology of the Bohai Sea. - Cenozoic-Mesozoic Palaeontology and Stratigraphy of East China. Series 4. Nanjing University Press; Nanjing.
- HASELDONCKX, P. (1973): The palynology of some Paleogene deposits between the Rio Esera and the Rio Segre, Southern Pyrenees, Spain. – Leidse Geologische Mededelingen; V. **49**: 145-165.
- HAWES, I. (1989): Filamentous green algae in freshwater streams on Signy Island, Antarctica. – Hydrobiologica, **172**: 1-18.
- HECKER, U. (1991): Bäume und Sträucher : Sonderteil: Früchte, Knospen, Rinden - 2. Aufl. – 191 S, BLV; München ; Wien ; Zürich.
- HEDLUND, R. W. (1965): *Sigmopollis hispidus* gen. et sp. nov. from Miocene sediments; Elko County, Nevada. – Pollen et Spores, **7**(1): 89-92; Paris.
- HERRMANN, M. (2000): Rekonstruktion der Vegetations- und Klimageschichte vom Frühglazial bis ins Holozän am östlichen Planaltorand Rio Grande do Sul, Südbrasilien. – Diplomarbeit an der Geowissenschaftlichen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Tübingen.
- HEYBROEK, H. M. (1963): Diseases and lopping for fodder as possible causes of a prehistoric decline of *Ulmus*. – Acta Botanica Nederlandica; **12**: 1-11.
- HOCHULI, P. A. (1978): Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. – Beiträge zur Paläontologie von Österreich, **4**: 1-132; Wien.
- HOPKINS, W. S., JR. (1969): Palynology of the Eocene Kitsilano Formation, Southwest British Columbia. – Canadian Journal of Botany, V. **47**: 1101-1131.
- HOSHAW, R. W. & MCCOURT, R. M. (1988): The Zygnemataceae (Chlorophyta): a twenty-year update of research. – Phycologia, **27**: 511-548.
- HOTTENROTT, M. (1988): Palynologie, Stratigraphie und Paläogeographie im Tertiär von Mittelhessen und Umgebung. – Geol. Jb. Hessen, **116**: 113-168; Wiesbaden.
- HUANG, T.-C. (1972): Pollen Flora of Taiwan. – National Taiwan University, Botany Department Press, 297 S.; Taipeh.
- HUANG, T.-C. (1981): Spore Flora of Taiwan (Pteridophyta). – National Taiwan University, Botany Department Press; Taipei.
- HUNGER, R. (1952): Die Pollenflora der Braunkohle von Seidewitz im Thümmelitzer Wald zwischen Leisnig und Grimma. – Die Bergakad., **4**(5): 192.-202; Berlin.
- IBRAHIM, A. C. (1932): Beschreibung von Sporenformen aus Flöz Ägir. – In: R. Potonie,

- Sporenformen aus den Flözen Ägir und Bismarck des Ruhrgebietes. – N. Jb., Beil.-Bd. **67**, B, S. 447-449.
- IBRAHIM, A. C. (1933): Sporenformen des Ägirhorizontes des Ruhrreviers. – Diss. Th Berlin 1932, Konrad Tritsch; Würzburg
- IVERSON, J. (1944): *Viscum*, *Hedera* and *Ilex* as climatic indicators. – Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar; **66**: 463.
- IVERSON, J. & TROELS-SMITH, J. (1950): Pollenmorphologische Definitionen und Typen. – Danmarks Geol. Undersogelse, **4**(8): 1-53; Kopenhagen.
- JACOB, W. & KAPFER, M. (1999): Morphologie und Taxonomie von Fadenalgen im sauren Tagebausee Koschen (Lausitz, Brandenburg). – *Lauterbornia*, **35**: 71-80.
- JAIN, K. P. & GUPTA, R. C. (1970): Some fungal remains from the Tertiaries of Kerala Coast. – *The Palaeobotanist*; V. **18** (1969): 177-182.
- JAIN, K. P. & KAR, R. K. (1979): Palynology of Neogene sediments around Quilon and Varkala, Kerala Coast, South India; 1. Fungal remains. – *The Palaeobotanist*; V. **26** (1977): 105-118.
- JANSONIUS, J. (1962): Palynology of Permian and Triassic Sediments, Peace River Area, Western Canada. – *Palaeontographica*, Abt B, **110**: 35-98; Stuttgart.
- KAISER, H. & ASHRAF, A.R. (1974): Gewinnung und Präparation fossiler Sporen und Pollen sowie anderer Palynomorphae unter besonderer Betonung der Siebmethode. – *Geol. Jb.*, A **25**: 85-114; Hannover.
- KALGUTKAR, R. M. (1993): Paleogene fungal palynomorphs from Bonnet Plume Formation, Yukon Territory. – *Contributions to Canadian Paleontology*, Geological Survey of Canada, Bulletin **444**: 51-105.
- KALGUTKAR, R. M. (1997): Fossil fungi from the lower Tertiary Iceberg Bay Formation, Eureka Sound Group, Axel Heiberg Island, Northwest Territories, Canada. – *Review of Palaeobotany and Palynology*; V. **97**: 197-226.
- KALGUTKAR, R. M. & JANSONIUS, J. (2000): Synopsis of fossil fungal spores, mycelia and frutifications. – *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, Contribution Series; **34**: 351 S..
- KE & SHI – Pseudonym von SUNG, Z. C.; TSAO, L.; CHOU, H. I.; KWANG, H. L. & WANG, K. T. (1978): Early Tertiary spores and pollen grains from the coastal region of the Bohai (in Chinese). – *Academy of Petroleum Exploration, Development and Planning Research of the Ministry of Petroleum and Chemical Industries and the Nanjing Institute of Geology and Paleontology*, Chinese Academy of Sciences, Kexue Chubanshe, Peking, 177 S..
- KEDVES, M. (1961): Etude palynologique dans le bassin de Dorog II. – *Pollen et Spores*, **III**, (1): 103-153; Paris.

- KEDVES, M. (1973): Palaeogene fossil sporomorphs of the Bakony Mountains. - I. Akademiai Kiado; Budapest.
- KINDEL, K-H. (1995): Kiefern in Europa. – 204 S., 93 Taf., 833 Abb., Gustav Fischer Verlag; Stuttgart, Jena, New York.
- KLAUS, W. (1953): Zur Einzelpräparation fossiler Sporomorphen. – Mikroskopie, Zentr. Bl. Mikroskop. Forsch. Meth., 8, ½, 14 S.; Wien.
- KLAUS, W. (1960): Sporen der Karnischen Stufe der Ostalpinen Trias. – Jb. Geol. B. A., 5: 107-183; Wien.
- KLEEBERG, A. (2004): Vorkommen, Besonderheiten und ökologische Bedeutung fädiger Grünalgen (Chlorophyta, Zygnemataceae) in sauren Seen. – Aktuelle Reihe, BTU Cottbus, 3/2004; Cottbus.
- KLOOSTERBOER-VAN HOEVE, M. (2000): Cyclic changes in the late Neogene vegetation of northern Greece – a palynological study. – LPP Contribution Series No. 12, LPP Foundation, Utrecht.
- KLÜPFEL, W. (1928): Der Westerwald. Eine Einführung in seine Geologie und Morphologie. – Ber. Vers. Niederrh. Geol. Ver., 1928: 75-135; Bonn.
- KLÜPFEL, W. (1932): Über die geologische Entwicklung des Westerwaldes. – Ver. Naturhis. Ver. Preuß. Rheinl. Westph., 89: 183-186; Bonn.
- KOHLMAN-ADAMSKA, A. (1993): Pollen analysis of the Neogene deposits from the Wyrzysk region, north-western Poland. – Acta Paleobotanica, 33(1): 91-292.
- KOHLMAN-ADAMSKA, A. & ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, M. (2000): Morphological variability and botanical affinity of some species of the genus *Tricolporopollenites* PF. & THOMS. From the Middle Miocene Lignite association at Lubstow (Konin region – central Poland). – Acta Palaeobot., 40(1): 49-71.
- KOMAREK, J. & MARVAN, P. (1992): Morphological differences in natural populations of the genus *Botryococcus* (Chlorophyceae). – Archiv für Protistenkunde, Protozoen-Algen-Pilze, 141: 65-100; Jena.
- KOPF, J. (2005): Einführung in die Zeitreihenanalyse. – Vorlesungsskript der Volkswirtschaftlichen Fakultät der Universität Würzburg; Würzburg.
- KOVACH, W. I. (1989): Comparisons of multivariate analytical techniques for use in pre-Quaternary plant paleoecology. – Review of Palaeobotany and Palynology, 60: 255-282; Amsterdam.
- KOVAR-EDER, J., MELLER, B. & ZETTER, R. (1998): Comparative investigations on the basal fossiliferous layers at the opencast mine Oberdorf (Koflach-Voitsberg lignite deposit, Styria, Austria; Early Miocene). – Review of Palaeobotany and Palynology, 101: 125-145.
- KÖHLER, J. (1995): Die oberoligozäne Flora von Enspel (Westerwald) – erste Ergebnisse. –

- Symp. Fossillagerstätte Enspel, 1 S.; Enspel (L.-Amt Denkmalpflege Rheinland-Pfalz).
- KÖHLER, J. (1998): Die Fossillagerstätte Enspel - Vegetation, Vegetationsdynamik und Klima im Oberoligozän. – Dissertation an der Geowissenschaftlichen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen; Tübingen.
- KÖHLER, J.; MOSBRUGGER, V. & WALTHER, H. (1993): Enspel (Westerwald) – eine neuentdeckte Pflanzenfundstelle. – Paläontolog. Ges. Abstr., **63**: 63; Prag.
- KÖHLER, J. & CLAUSING, A. (2000): Taxonomy and palaeoecology of dinoflagellate cysts from Upper Oligocene freshwater sediments of Lake Enspel, Westerwald area, Germany. – Review of Palaeobotany and Palynology, **112**: 39-49.
- KÖPPEN, W. (1923): Die Klimate der Erde. – 1-369; Berlin.
- KRAMER, K. U.; SCHNELLER, J. J.; WOLLENWEBER, E. (1995): Farne und Farnverwandte. – 198 S., 31 Taf., Georg Thieme Verlag; Stuttgart, New York.
- KREMP, G. (1949): Pollenanalytische Untersuchung des miozänen Braunkohlelagers von Konin an der Warthe. – Palaeontographica, Abt. B, **90**(1-3): 53-93; Stuttgart.
- KRUTZSCH, W. (1957): Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. – Zeitschrift für angewandte Geologie, **3**(11/12): 509-548.
- KRUTZSCH, W. (1959b): Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltals. Geologie, Beiheft **21-22**: 1-425.
- KRUTZSCH, W. (1959c): Einige neue Formengattungen und –arten von Sporen und Pollen aus der mitteleuropäischen Oberkreide und dem Tertiär. – Palaeontographica Abt. B, **105**: 125-157; Stuttgart.
- KRUTZSCH, W. (1960c): Present state of spore stratigraphy of German Mesozoic. – Ann. Inst. Geol. Publ. Hungar., **49**(1): 327-329; Budapest.
- KRUTZSCH, W. (1961a): Beitrag zur Sporenpaläontologie der präoberoligozänen kontinentalen und marinen Tertiärablagerungen Brandenburgs. – Ber. Geol. Ges. DDR, **5**, H. 11/12, 509-548; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1961b): Über Funde von „ephedroidem“ Pollen im deutschen Tertiär. – Beih. Geologie, **32**: 15- 39; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1961e): Beitrag zur Sporenpaläontologie der präoberoligozänen kontinentalen und marinen Tertiärablagerungen Brandenburgs. – Ber. Geol. Ges. DDR, **5**(4): 290-343; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1962b): Stratigraphisch bzw. botanisch wichtige neue Sporen- und Pollenformen aus dem deutschen Tertiär. – Geologie, **11**(3): 265-308; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1962d): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen-

- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung I. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1963a): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung II. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1963e): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung III. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1963f): Beitrag zur Kenntnis der Mikroflora der Niederschönaer Schichten: Eine kleine Mikroflora aus der Bohrung Königstein 1. – Bericht der Geol. Gesellschaft, **8**: 224-237; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1966d): Zur Kenntnis der präquartären periporaten Pollenformen. – Geologie, **15**(55): 16-71; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1967): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung IV-V. VEB Gustav Fischer Verlag ; Jena.
- KRUTZSCH, W. (1970a): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung VII. VEB Gustav Fischer Verlag ; Jena.
- KRUTZSCH, W. (1970b): Die stratigraphisch verwertbaren Sporen- und Pollenformen des mitteleuropäischen Alttertiärs. – Jb. Geol. Bd. **3** für 1967: 309-379; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1970d): Zur Kenntnis fossiler disperser Tetradenpollen. – Palaeont. Abh. B, **III**(3/4): 573-598; Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1971): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. – Lieferung VI VEB Gustav Fischer Verlag ; Jena.
- KRUTZSCH, W. & VANHOORNE, R. (1977): Die Pollenflora von Epinois und Loksbergen in Belgien. – Palaeontographica, Abt. B, 163: 1-110; Stuttgart.
- KRUTZSCH, W. & PACLTOVA, B. (1990): Die Phytoplankton-Mikroflora aus den pliozänen Süßwasserablagerungen des Cheb-Beckens (Westböhmen, CSFR). – Acta Universitatis Carolinae, Geologica, **4**: 345-420; Prag.
- KUMAR, P. (1990): Fungal remains from the Miocene Quilon beds of Kerala State, South India. – Review of Palaeobotany and Palynology, V. **93**: 13-28.
- KÜTZING, F. T. (1849): Species Algarum. –Leipzig.
- KVACEK, Z. & WALTHER, H. (2001): The Oligocene of Central Europe and the development of forest vegetation in space and time based on megafossils. – Palaeontographica Abt. B, **259** (1-6): 125-148; Stuttgart.



- LADNORG, U. (1976): Zur Genese einiger Basaltvorkommen des Westerwaldes. – unveröff. Dissertation an der Univ. Mainz; Mainz.
- LANGE, R. T. & SMITH, P. H. (1971): The Maslin Bay flora, South Australia. 3. Dispersed fungal spores. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte; Nr. **11**: 663-681.
- LEHMANN, E. (1930): Der Basalt vom Stöffel (Westerwald) und seine essexitisch-theralithischen Differenziate. – Chem. Erde, **5**: 319-375; Jena.
- LESCHIK, G. (1952): Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchungen der jungpliozänen Braunkohle von Buchenau (Kreis Hünfeld). – Palaeontographica, Abt. B, **92**: 1-51; Stuttgart.
- LIANG, M. (2004): Palynology, Palaeoecology and Palaeoclimate of the Miocene Shanwang Basin, Shandong Province, Eastern China. – Acta Palaeobotanica **5**: 1-95; W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences; Krakow.
- LIPPOLT, H. J. & TODT, W. (1978): Isotopische Altersbestimmungen an Vulkaniten des Westerwaldes. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1978**(6): 332-352; Stuttgart.
- LOOSE, F. (1932): Siehe in R. POTONIE, IBRAHIM & LOOSE 1932.
- LUBER, A. A. (1935) in LUBER, A. A. & WALTZ, J. E. (1938, eds.): Classification and stratigraphic value of some carboniferous coal deposits in the U.S.S.R.. – Trans. Centr. Geol. Prosp. Inst., **105**: 1-45 (in Russian).
- LÜNIGER, G. (2002): Chemofazies der oligozänen Schwarzpelite von Enspel (Westerwald, Rheinland-Pfalz). – Dissertation an der Math.-Naturw. Fakultät der Univ. Köln.
- MAI, D. H. (1961): Über eine fossile Tiliaceen-Blüte und tilioiden Pollen aus dem deutschen Tertiär. – Geologie, Beihefte, **32**: 54-93; Berlin.
- MAI, D. H. (1995): Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – 691 S., 14 Taf., 23 Tab., 257 Abb., Gustav Fischer Verlag; Jena Stuttgart New York.
- MAI, D. H. & WALTHER, H. (1991): Die oligozänen und untermiozänen Floren NW-Sachsens und des Bitterfelder Raumes. – Abh. Staatl. Mus. Miner. Geol. Dresden, **38**: 1-230; Dresden.
- MAMCZAR, J. (1962): The Botanical Assignment of the Fossil Pollen Grain of *Rhooidites*, *Pollenites edmundi* R. Pot. and *Pollenites euphorii* R. Pot. And their stratigraphic significance. – Inst. Geol. Biul., **162**: 7-54 (in Polish), 88-124 (in English).
- MANUM, S. (1960): On the genus *Pityosporites* SEWARD 1914. With a new description of *Pityosporites antarcticus* SEWARD. – Nytt. Mag. Bot., **8**: 11-15; Oslo.
- MANUM, S. (1962): Studies in Tertiary flora of Spitsbergen with notes on Tertiary floras of Ellesmere Island, Greenland and Iceland. A palynological investigation. – Norsk Polarinstitut, **125**: 1-127.

- MARTINEZ-HERNANDEZ, E. & TOMASINI-ORTIZ, A. C. (1989): Spores, hyphae and other fungal remains from the Fuentes-Rio Escondino Carboniferous basin (Campanian-Maastrichtian), Coahuila State, Mexico. – Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Instituto de Geologia, Revista; V. **8**: 235-242.
- MATTHIESSEN, J & BRENNER, W. (1994): Organic-walled microfossils in Holocene sediments from Neustadt Bay, western Baltic Sea. – Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, **1994** (1/2): 67-81; Stuttgart.
- MATTHIESSEN, J & BRENNER, W. (1996): Chlorococcalalgen und Dinoflagellaten-Zysten in rezenten Sedimenten des Greifswalder Boddens (südliche Ostsee). – Senckenbergia maritima, **27**(1/2): 33-48; Frankfurt am Main.
- MENKE, B. (1976): Pliozäne und ältestquartäre Sporen- und Pollenflora von Schleswig-Holstein. – Geol. Jb., A **32**: 3-197; Hannover.
- MEON-VILAIN, H. (1970): Palynologie des Formations Miocenes superieures et Pliocenes du Bassin du Rhone (France). – Docum. Lab. Geol. Fac. Sci. Lyon, **38**: 167 S.; Lyon.
- MERTZ, D. F.; RENNE, P. R.; WUTTKE, M. & MÖDDEN, C. (2006): A numerically calibrated reference level (MP 28) for the terrestrial mammal-based biozonation of the European Upper Oligocene. – Int.J. Earth Sci (Geol. Rundschau), DOI 10.1007/s00531-006-0094-6, Springer Verlag.
- MEYER, B. L. (1952): Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohle-bildungen im östlichen Bayern. –Dissertation Universität München, 75 S.; München.
- MEYER, B. L. (1956): Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohle-bildungen im östlichen Bayern. – Geol. Bav., **25**: 100ff.
- MEYER, W. & STETS, J. (1980): Zur Paläogeographie von Unter- und Mitteldevon in westlichem und zentralem Rheinischen Schiefergebirge. – Z. deutsch. Geol. Ges., **131**: 725-751, 9 Abb.; Stuttgart.
- MOHR, B. A. R. (1984): Die Mikroflora der Obermiozänen bis Pliozänen Deckschichten der Rheinischen Braunkohle. – Palaeontographica Abt. B, **191**: 29-133; Stuttgart.
- MOORE, P. (1985): The death of the Elm. – New Scientist; **107**: 32-34.
- MORRISON, M. E. S. (1959): Evidence and interpretation of “Landnam“ in the north-east of Ireland. – Bot. Notes **112**: 185-204.
- MOSBRUGGER, V. (1989): Die Pflanzenwelt des Ober-Oligozäns von Rott. – In: VON KOENIGSWALD, W., ed., Fossilagerstätte Rott bei Hennef im Siebengebirge. Das Leben an einem subtropischen See vor 25 Millionen Jahren; Rheinlandia, S. 21-32; Siegburg.
- MOSBRUGGER, V. & UTESCHER, T (1997): The coexistence approach – a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. – Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **134**: 61-86; Amsterdam.

- MOSBRUGGER, V.; UTESCHER, T & DILCHER, D. L. (2005): Cenozoic continental climatic evolution of Central Europe. – PNAS, vol. **102**, no. 42, 14964-14969.
- MÜRRIGER, F. & PFLUG, H. (1951): Über die Altersstellung der Braunkohle von Burghasungen, Bezirk Kassel, auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen und Vergleiche mit anderen Braunkohlevorkommen. – Notizbl. Hess. L.-A. Bodenforsch., **VI**(2): 87-97; Wiesbaden.
- MÜRRIGER, F. & PFLANZL, G. (1955): Pollenanalytische Datierungen einiger hessischer Braunkohlen. – Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 71-89; Wiesbaden.
- NAGY, E. (1963): Spores et pollen nouveaux d'une coupe de la Briqueterie d'Eger (Hongrie). - Pollen et Spores, **5**(2): 297-412.
- NAGY, E. (1965): The microplankton occurring in the Neogene of the Mecsek Mountains. – Acta Botanica, Academiae Scientiarum Hungaricae, **11**: 197-216.
- NAGY, E. (1968): New spore genera from the Mecsek Mountains (Hungary). – Acta Botanica **14**, (3-4): 357-367.
- NAGY, E. (1969): Palynological elaborations of the Miocene Layers of the Mecsek Mountains - Magyar. Allami Foldtani Intezet Evkoyve (Annals of the Hungarian Geological Institute), **52**(2): 235-648; Budapest.
- NAGY, E. (1985): Sporomorphs of the Neogene in Hungary. – Geologica Hungarica, seria Palaeontologica, **47**: 1-470.
- NAKAGAWA, T., GARFÎ, G., REILLE, M. & VERLAQUE, R. (1998): Pollen morphology of *Zelkova sicula* (Ulmaceae), a recently discovered relic species of the European Tertiary flora: description, chromosomal relevance, and palaeobotanical significance. - Review of Palaeobotany and Palynology, **100**: S. 27-37.
- NAKOMAN, E. (1966b): Analyse Sporopollenique des Lignites Eocenes de Sorgun (Yozgat Turquie). – Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Bulletin **67**: 68-88.
- NAUMOVA, S. N. (1937): Spores and pollen of the coals of the U.S.S.R.- XVII. Int. Geol. Congr. Absts. Papers, U.S.S.R., - Chief Editional Office of the mining-fuel and Geol. – Prospecting – literature, S. 60, 61; Moskau und Leningrad.
- NAUMOVA, S. N. (1939): Spores and pollens of the coals of the U.S.S.R. – Rept. Int. Geol. Congr., 17th session USSR, **1**: 353-364; Moskau.
- NAUMOVA, S. N. (1950): Pollentypen von Bedecktsamern in unterkarbonischen Ablagerungen. Izvestija Akad. Nauk. SSSR, Setr. Geol., **3**: 103-113; Moskau (in Russisch).
- NEUY-STOLZ, G. (1958): Zur Flora der Niederrheinischen Bucht während der Hauptflözbildung unter besonderer Berücksichtigung der Pollen und Pilzreste in den hellen Schichten. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., **2**: 503-526; Krefeld.

- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronn Schichten im nördlichen Oberrheingraben. – *Palaeontographica*, B, **240**(1-6): 1-151; Stuttgart.
- NILSON, I. (1958): Über das Vorkommen eines mesozoischen Sapropelgesteins in Schonen. – *Lunds. Univ. Arss., Avd.*, **2**, 54(10): 5-112; Lund, Schweden.
- NORRIS, G. (1986): Systematic and stratigraphic palynology of Eocene to Pliocene strata in the Imperial Nuktak C-22 well, Mackenzie Delta Region, District of Mackenzie, N. W. T.. – *Geological Survey of Canada, Bulletin* **340**: 89 S..
- NORUSIS, M. J. (1988): *SPSS/PC+ Advanced Statistics V 2.0 (Handbuch)*. – SPSS Inc.; Chikago.
- OSZAT, J. & STUHLIK, L. (1977): Roslinnosc Podhala neogenie (summary: The Neogene vegetation of the Podhale, West Carpathians, Poland). – *Acta Palaeobotanica* **17**(1): 45-86.
- PACLTOVA, B. (1960): Rostlinne mikrofosilie (hlavne sporomorphy) z lignitovych lozisek u Mydlovar v Ceskobudejovicke panvi (summary: Microfossils from the lignite deposits near Mydlovary in the Ceske Budejovice Basin; South Bohemia). – *Sbornik Ustr. Ust. Geol. Paleont.*, **25**: 109-176.
- PACLTOVA, B. & SIMONCICS, P. (1970): New types of Spores (genera and species) from the Bohemian Miocene. – *Paläontologische Abhandlungen B.* **III**(3-4): 599-617, Taf. 105-113; Berlin.
- PAMPALONI, L. (1902): I resti organici nel disodile di Melilli in Sicilia. – *Palaeontographica Italica*; V. **8**: 121-130.
- PANOVA, L. A. (1966): Spory i pyl'tsa iz neogenovykh otlozheny (Spores and pollen from Neogene deposits) *Palaeopalinologia III*. - *Trudy WSEGEI NS*, **141**: 228-257.
- PANT, D. B. (1954): Suggestions for the classification and nomenclature of fossil spores and pollen grains. – *The bot. Rev.*, **20**: 33-60; Indien.
- PARSONS, M. G. & NORRIS, G. (1999): Paleogene fungi from the Caribou Hills, Mackenzie Delta, northern Canada. – *Palaeontographica, Abt. B*; V. **250**, 77-167.
- PETROV, S. & DRAZHEVA-STAMATOVA, T. (1973): Fossil Pollen in Tertiary Sediments of Europe and North America. *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, **26**(6): 811-814; Bulgarien.
- PFLUG, H. D. (1952): Palynologie und Stratigraphie der eozänen Braunkohlen von Helmstedt. – *Paläont. Z.*, H **26**: 112-137; Stuttgart.
- PFLUG, H. D. (1959): Die Deformationsbilder im Tertiär des rheinisch-saxonischen Feldes. – *Freib. Forsch.-H.*, **C 71**: 1-110; Berlin.
- PIERCE, R. L. (1961): Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota. – *Bull. Minnes. Geol. Surv.*, **42**: 1-86; Minneapolis.
- PIRRUNG, B. M. (1997): Zur Genese der tertiären Seesedimente von Eckfeld (Eifel), Enspel

- (Westerwald), Messel (Sprendlinger Horst) und Sieblos (Rhön): geologische und geophysikalische Untersuchungen. – Dissertation Universität Jena, 162 S..
- PIRRUNG, B. M. (1998): Zur Genese der tertiären Seesedimente von Eckfeld (Eifel), Enspel (Westerwald), Messel (Sprendlinger Horst) und Sieblos (Rhön). – Mainzer Naturwiss. Archiv, Beiheft **20**, 117 S.; Mainz.
- PIRRUNG, B. M., ENZMANN, F. & SCHMITT, H.: Zur Geologie der oberoligozänen Fossilagerstätte Enspel, NW-Westerwald. – unveröff. Manuskript; Frankfurt am Main.
- PLANDEROVA, E. (1990): Miocene microflora of Slovak Central Paratethys and its biostratigraphical significance. – Dionys Stur Institute of Geology, 144 pp., 86 Tafeln; Bratislava.
- POCOCK, S. A. J. (1961): Microspores of the genus *Murospora* SOMER's from Mesozoic strata of Western Canada and Australia. – J. Palaeon., **35**(6): 1231-1134; Tulsa, Oklahoma.
- POCOCK, S. A. J. (1962): Microfloral analysis and age determination of Strata of the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Canada plains. – Palaeontographica, Abt. B, **111**(1-3): 1-95; Stuttgart.
- POCOCK, S. A. J. (1967): The Jurassic-Cretaceous boundary in Northern Canada. – Rev. Palaeobot. Palynol., **5**: 129-136; Amsterdam.
- POLLINGHER, U. (1987): Ecology of Dinoflagellates, freshwater ecosystem. – In: TAYLOR, F. J. R. (Hsrg.): The biology of Dinoflagellates, Botanical Monographs, **21**: 502-529; Oxford.
- POTONIE, H. (1893): Die Flora des Rotliegenden von Thüringen. – Abh. Geol. Landesanst. N. F., **9**; Berlin.
- POTONIE, R. (1931): Pollenformen der miozänen Braunkohle. (2. Mitt.). – Sitz. Ber. Naturfr. Fr. Berlin, Jb. **1931** (1-3): 24-29; Berlin.
- POTONIE, R. (1931a): Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Blütenstaubformen.- Z. Braunkohle, **30**, H. 16, 325-333; Halle.
- POTONIE, R. (1931b): Pollenformen der miozänen Braunkohle (2. Mitteilung). – Sitzungsberichte der Gesellschaft der Naturfreunde Berlin, Nr. **1931**(1-3): 24-29.
- POTONIE, R. (1931c): Pollenformen aus tertiären Braunkohlen. – Jb. Preuß. geol. L.-A., **52**: 1-7; Berlin.
- POTONIE, R. (1931d): Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Sporen- und Blütenstaubformen. (4. Mitteilung). – Z. Braunkohle, **30**(27): 554-556; Halle.
- POTONIE, R. (1934a): Zur Morphologie der fossilen Pollen und Sporen. – Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. Brenngesteine, **4**: 5-24; Berlin.
- POTONIE, R. (1934b): Zur Mikrobotanik des eozänen Humodils des Geiseltales. – Arb. Inst.

- Paläobot. Petrogr. Brenngesteine, **4**: 25-125; Berlin.
- POTONIE, R. (1951b): Revision stratigraphisch wichtiger Sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. – *Palaeontographica* Abt. B, **91**: 131-151; Stuttgart.
- POTONIE, R. (1956, 1958, 1960, 1966, 1970): Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, I, II, III, IV, V und VI. - Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, **23, 31, 39, 72, 87**; Hannover.
- POTONIE, R. (1975): Beiträge zur Sporologie. – *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.*, **25**: I-IV, 1-282; Krefeld.
- POTONIE, R., IBRAHIM, A. & LOOSE, F. (1932): Sporenformen aus den Flözen Ägir und Bismarck des Ruhrgebiets. – *N. Jb. Min. etc.* **67**:; Beil-Bd. B: 438-454; Stuttgart.
- POTONIE, R. & GELLETICH (1933): Über Pteridophyten-Sporen einer Eozänen Braunkohle aus Dorog in Ungarn. – *S. B. Ges. nat. Freunde* (1932), **33**: 517-528; Berlin.
- POTONIE, R. & VENITZ, H. (1934): Zur Mikrobotanik des miozänen Humodils der Niederrheinischen Bucht. – *Arb. Inst. Paläobot. Petrogr. Brenngesteine, Preuss. Geol. L.-A.*, **5**: 5-58; Berlin.
- POTONIE, R., THOMSON, P. & THIERGART, F. (1950): Zur Nomenklatur und Klassifikation der neogenen Sporomorphae (Pollen und Sporen). – *Geol. Jb.*, **65**: 35-70; Hannover.
- POTONIE, R. & KLAUS, W. (1954): Einige Sporengattungen des alpinen Salzgebirges. – *Geol. Jb.*, **68**: 517-546; Hannover.
- POTONIE, R. & KREMP, G. (1954): Die Gattungen der palaeozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. – *Geol. Jb.*, **69**: 111-194; Hannover.
- PRESS, W.H.; TEUKOLSKY, S. A.; VETTERLING, W. T. & FLANNERY, B. P. (1992): *Numerical Recipes in C*. - Cambridge University Press.
- PROSS, J & SCHMIEDL, G. (2002): Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Upper Rhine Graben (SW Germany): palaeoenvironmental and paleoclimatic implications. – *Marine Micropaleontology* **45**: 1-24; Elsevier Science B.V..
- RAATZ, G. V. (1937): Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchung der Braunkohle des Muskauer Bogens. – *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt, Neue Folge*, **183**: 3-48.
- RAKOSI, L. (1973): A Dorogi-Medence Paleogen Kepzodmenyeinek Palinoloiaja (Palynologie des Formations Paleogenes du Bassin de Dorog). – *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, **55**(3): 500-575; Budapest.
- RAMANUJAM, C. G. K. & SRISAILAM, K. (1980): Fossil fungal spores from the Neogene beds around Cannanore in Kerala state. – *The Botanique*; V. **9** (1978): 119-133.
- RAMIREZ, R. A. (2004): Middle To Late Eocene Dinoflagellate Cysts And Fungal Spores From The East Coast Of The Maracaibo Lake, Venezuela (Biostratigraphy,

- Palaeoecology And Taxonomy). – Dissertation an der Geowissenschaftlichen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen; 84 S..
- REINSCH, P. F. (1884): *Micro – Palaeophytologia Formationis Carboniferae*: 1- 79; Erlangen.
- RICHEMS, R. H. (1983): *Elm*. CUP, Cambridge.
- ROCHE, E. & SCHULER, M. (1976): Analyse palynologiques (Pollen et Spores) de divers gisements du Tongrien de Belgique. – *Serv. Geol. Belg., Prof. Pap.* 1976, **11**: 1-57; Brüssel.
- ROMANOWICZ, I. (1961): Analiza sporowo-pylkowa osadow trzeciorzędowych z okolic Bolesławka i Zebrzydowej (summary: Spore and pollen analysis of Tertiary sediments from the vicinity of Bolesławiec and Zebrzydowa). – *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, **158**: 325-374, 393-409.
- ROSS, N. E. (1949): On a Cretaceous Pollen and Spore Bearing Clay Deposit of Scania. – *Bull. Geol. Inst. Uppsala*, **34**: 25-43; Uppsala.
- ROTH, H.J. (1983): *Siegerland, Westerwald, Lahn und Taunus. Geologie, Mineralogie und Paläontologie – mit Exkursionen. Ein Wegweiser für den Liebhaber*. – 1-176; Stuttgart (Kosmos-Frankh.).
- ROTH, H. J. (1991): Die Landschaft des Westerwaldes. – In: HUCKE, H.J. (Hrsg.): *Großer Westerwaldführer*; 3. Auflage. – 1-936; Montabaur – Westerwaldverein.
- ROUND, F. E. (1975): *Biologie der Algen. Eine Einführung*. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. – Thieme Verlag; Stuttgart.
- ROUSE, G. E. (1959): Plant microfossils from Kootenay coal-measures strata of British Columbia. – *Micropaleontology*, V. **5**: 303-324.
- RUDOLPH, K. (1935): Mikrofloristische Untersuchung tertiärer Ablagerungen im nördlichen Böhmen. – *Beihefte zum Botanischen Zentralblatt*, **54**: 244-328.
- SADOWSKA, A. (1973): The Genera *Reevisia* (Sterculiaceae) and *Itea* (Saxifragaceae) in the Neogene Deposits of Silesian.- *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 192, Prace Geologiczno-Mineralogiczne III, 247-256; Wrocław.
- SAGE, R.F. (2005): Atmospheric CO<sub>2</sub>, environmental stress, and the evolution of C<sub>4</sub> Photosynthesis. - In: EHLERINGER, J.R., CERLING, T.E., DEARING, M.D. (Hrsg.) (2005): *A history of atmospheric CO<sub>2</sub> and its effects on plants, animals, and ecosystems (Ecological Studies, Vol. 177)*. – 530 S., 141 Abb., 15 Tab. Springer-Verlag New York, Berlin, Heidelberg.
- SALARD-CHEBOLDAEFF, M. & LOCQUIN, M. V. (1980): Champignons presents Tertiaire le long du littoral de l’Afrique equatoriale. – 105e Congres National des Societes savantes, Caen, 1980, Sciences, fascicule **1**: 183-195.
- SALMON, E. S. (1903): *Cercosporites* sp., a new fossil fungus – *Journal of Botany*; V. **41**: 127-130.

- SAXENA, R. K. & BHATTACHARYYA, A. P. (1987): Palynology of the Siwalik sediments of Kala Amb-Nahan area in Sirmauv District, Himachal Pradesh. – *The Palaeobotanist*, V. **35** (1986): 187-195.
- SCHILLER, W. (2000): Feinstratigraphische Untersuchung der Kernbohrung Enspel 1991 (2) unter besonderer Berücksichtigung der kieseligen Mikrofossilien. – *Mainzer naturwiss. Arch.* **38**: 39-91; 2000; [84 Abb.].
- SCHMINCKE, H. (1981): Die Bimsablagerungen des Laacher-See-Vulkans. – In: NEIMAST, A. & THEINER, J. (Hrsg.): *Bims.* – **21**: 85-110; Halle/Saale.
- SCHMIDT, P. (1989): Beitrag zur Systematik und Evolution der Gattung *Picea* A. Dietr.. – *Flora*, **182**: 435-461; Jena.
- SCHMIEDEKNECHT, M. & SCHWAB, G. (1964): Bulbillen fossiler Pilze aus einer tertiären Weichbraunkohle. – *Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin*; V. **6**: 683-692.
- SCHMITT, H. (1994): Zweimonatige Kartierung östlich des Stöffels bei Enspel im Westerwald. *Kartierbericht Univ. Mainz*, 29 S. (unveröff.).
- SCHNEIDER, W. (1965): Zur faziellen Entwicklung im „Oberbegleiter des Lausitzer Unterflözes“ im Tagebau Spreetal. – *Forsch. H., C* **189**: 203-214; Leipzig.
- SCHREIBER, U. (1994): Die tertiären Vulkanite des Westerwaldes im Rahmen der magmatotektonischen Entwicklung Mitteleuropas. – Unveröff. *Habil.schrift Univ. Bonn*, 126 S., div. Abb. u. Tab.; Bonn.
- SCHUCKMANN, W. (1925): Beiträge zur Kenntnis des Westerwälder Tertiärs. – *Senckenbergiana*, **7**(3/4/5): 83-101, 139-168; Frankfurt am Main.
- SCHULZ, U.; LEYTHAEUSER, D. & SCHWARK, L. (1997): Geochemie der Schwarzpelite des oligozänen Maarsees von Enspel, Auswirkungen vulkanischer Katastrophen auf Paläökologie und Paläenvironment. – *Sediment 1997, Terra Nostra*, **97**(2): 223,224; Köln.
- SCHÜTT, P.; SCHUCK, H.J.; AAS, G.; LANG, U. M. -Hrsg.- (1994): *Enzyklopädie der Holzgewächse, Handbuch und Atlas der Dendrologie*; Band 1-5. – ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co. KG; Landsberg am Lech.
- SCHÜTT, P., SCHUCK, H. J., STIMM, B. (ed.); AAS, G., BAASCH, R., BLASCHKE, H., DOBNER, M., KRUG, E., MAIER, J. (1992): *Lexikon der Baum- und Straucharten*; Lehrbuch der Forstbotanik, Lehrstuhl für Forstbotanik, Ludwig-Maximilians-Universität München, ecomed Verlagsgesellschaft mbH; Landsberg/Lech.
- SCHÜTT, P., SCHUCK, H. J., STIMM, B. (ed.); AAS, G., BAASCH, R., BLASCHKE, H., DOBNER, M., KRUG, E., MAIER, J. (2002): *Lexikon der Baum- und Straucharten*; Lehrbuch der Forstbotanik – Sonderausgabe 2002. – Lehrstuhl für Forstbotanik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Nicol Verlagsgesellschaft mbH & Co. Kg; Hamburg.
- SCHÜTT, P.; WEISGERBER; SCHUCK, H. J.; LANG, U. M.; STIMM, B.; ROLOFF (2004): *Lexikon*



- der Nadelbäume. – 639 S., Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG; Hamburg.
- SEITNER, L. (1987): Miozäne Mikrofloren aus Sedimenten der Süßbrackwassermolasse und der oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. Unveröffentlichte Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- SEWARD, A. C. (1914): Antarctic fossil plants. – Nat. Hist. Rep. British Antarctic („Terra Nova“) Exped. 1910, Geol., **1**(1): 1-49; London.
- SHEFFY, M. V. & DILCHER, D. L. (1971): Morphology and taxonomy of fungal spores. – *Palaeontographica*, Abt. B, V. **133**: 34-51.
- SING, H. P.; SAXENA, R. K. & RAO, M. R. (1986): Palynology of the Barail (Oligocene) and Surma (Lower Miocene) sediments exposed along Sonapur-Badarpur Road section, Jaintia Hills (Meghalaya) and Cachar (Assam). Part II: Fungal remains. – *The Palaeobotanist*; V. **35**: 93-105.
- SKARBY, A. (1968): *Extratropopollenites* (Pflug) emend. From the Upper Cretaceous of Scania, Sweden. – *Stockholm Contributions in Geology*, **XVI** (Acta Universitatis Stockholmiensis): 1-60; Stockholm.
- SLODKOWSKA, B. (1998): Palynological characteristics of the Neogene brown coal seams. - In: WAZYNSKA H. (ed.) *Palynology and palaeogeography of the Neogene in the Polish Lowlands*. Prace Panstwowego Instytutu Geologicznego, **160**: 28-33.
- SONG, Z. (1985): A research on Tertiary palynology from the Qaidam Basin, Qinghai Province. – Edited by Research Institute of Exploration and Development, Qinghai Petroleum Administration and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica; 297 S. Petroleum Industry Press..
- SONG & CAO; SONG & LUO; SONG & SUN in SONG Z., LI G., CAO L., LUO H. & SUN Z. (1989): Early Tertiary spore-pollen assemblages from the Dongpu region. – Edited by Research Institute of Exploration and Development, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica; 192 S..
- SONG, Z. C., GUAN, X. T., LI, Z. R., ZHENG, Y. H., WANG, W. M. & HU, Z. H. (1999): *Fossil Spores and Pollen of China Vol. 1, The Late Cretaceous and Tertiary Spores and Pollen*. – Science Press; Beijing.
- SONTAG, E. (1966): Mikrobotanische (palynologische) Untersuchungen am 2. Niederlausitzer Flözhorizont. – *Geologie*, **15** Beiheft: 1-141; Berlin.
- STEENBRINK, J., VAN VUGT, N., HILGREN, F. J., WIJBRANS, J. R. & MEULENKAMP, J. E. (1999): Sedimentary cycles and volcanic ash beds in the Lower Pliocene lacustrine succession of Ptolemais (NW Greece): discrepancy between  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  and astronomical ages. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **152**(2-3): 283-303.
- STIER, W. (2001): *Methoden der Zeitreihenanalyse*. – 400 S., 237 Abb., 6 Tab.; Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.

- STORCH, G.; ENGESSER, B. & WUTTKE, M. (1996): Oldest fossil record of gliding in rodents. – Nature, **379**(1): 439-441.
- STRASBURGER (1991): Lehrbuch der Botanik. – 33. Auflage; 1030 S., Gustav Fischer Verlag; Stuttgart, Jena, New York.
- STREBLE, H. & KRAUTER, D. (2002): Das Leben im Wassertropfen, Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers, ein Bestimmungsbuch. - 9. Auflage, Kosmos-Verlag; Stuttgart.
- STUCHLIK, L. (1964): Pollen Analysis of the Miocene Deposits at Rypin (N.W. of Warsaw). - Acta Palaeobot., **5**(2): 1-111; Krakow.
- STUCHLIK, L., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO, M., KOHLMAN-ADAMSKA, A., GRABOWSKA, I., WAZYŃSKA, H., SŁODKOWSKA, B., SADOWSKA, A. (2001): Atlas Of Pollen And Spores Of The Polish Neogene – Volume 1 – Spores. - W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences; Krakow.
- STUCHLIK, L., ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO, M., KOHLMAN-ADAMSKA, A., GRABOWSKA, I., WAZYŃSKA, H., SADOWSKA, A. (2002): Atlas Of Pollen And Spores Of The Polish Neogene – Volume 2 – Gymnosperms. - W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences; Krakow.
- THAXTER, R. (1891): On certain new or peculiar North American Hyphomycetes. II. *Helicocephalum*, *Gonatorrhodiella*, *Desmidiospora* nov. genera and *Everharti lignatilis* n. sp.. – Botanical Gazette (Crawfordsville); V. **16**: 201-205.
- THIELE-PFEIFFER, H. (1980): Die miozäne Mikroflora aus dem Braunkohletagebau Oder bei Wackersdorf / Oberpfalz. – Palaeontographica, B, **174**(4-6): 95-224.
- THIELE-PFEIFFER, H. (1989): Die Mikroflora aus dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel bei Darmstadt. – Palaeontographica Abt. B, **211**: 1-86; Stuttgart.
- THIERGART, F. (1937/1938): Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle. – Jb. Preuß. Geol. L.-A., **58** (1937): 282-351; Berlin.
- THIERGART, F. (1958): Die Sporomorphen-Flora von Rott im Siebengebirge. – Fortschritte für Geologie Rheinland und Westfalen, **1**, **2**: 447-456
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H. (1953): Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. – Palaeontographica B, **94**(1-4): 1-158.
- TRAVERSE, A. (1955): Pollen Analysis of the Brandon Lignite of Vermont. – Bureau of Mines, Report of Investigations. U.S. Department of Interior 5151, Washington D.C., 107 S.; U.S.A..
- TREVISAN, L. (1967): Pollini fossili del Miocene superiore nei Tripoli del Gabbro (Toscana). Palaeontographica Italica, **62**: 1-78; Pisa.
- TROLL, W. (1937): Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. 1, Vegetationsorgane, Teil 1. – Bornträger; Berlin.

- TRYON, A. F. & LUGARDON, B. (1991): Spores of the Pteridophyta. – 648 S.; Springer Verlag.
- UHL, D., MOSBRUGGER, V., BRUCH, A. & UTESCHER, T., 2003. Reconstructing palaeotemperatures using leaf floras - case studies for a comparison of leaf margin analysis and the coexistence approach. - Review of Palaeobotany and Palynology, **126**, 49-64.
- UTESCHER, T, MOSBRUGGER, V. & ASHRAF, A. R. (2000): Terrestrial Climate Evolution in Northwest Germany Over the Last 25 Million Years. – PALAIOS, **15**: 430-449.
- VAN DER HAMMEN, T. (1954): El desarrollo de la flora Colombiana en los periodos geologicos. I. Maestrichtiano hasta Terciario mas inferior. – Boletin Geologico, v. **2**: 49-106.
- VAN GEEL, B. & GRENFELL, H. R. (1996): Spores of Zygnemataceae. - In: JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D. C. (Eds.): Palynology: principles and applications. – American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, **1**: 173-179, Publishers Press; Salt Lake City.
- VAN VUGT, N., STEENBRINK, J., LANGEREIS, C. G., HILGEN, F. J. & MEULENKAMP, J. E. (1998): Magnetostratigraphy-based astronomical tuning of the early Pliocene lacustrine sediments of Ptolemais (NW Greece) and bed-to-bed correlation with the marine record. – Earth and Planetary Science Letters, **164**: 353-551.
- VARMA, C. P. & RAWAT, M. S. (1963): A note on some diporate grains recovered from Tertiary horizons of India and their potential marker value. – Grana Palynologica, V. **4**: 130-139.
- VINEBROOK, R. D.; TURNER, M. A.; KIDD, B. J. & SCHINDLER D. W. (2001): Truncated foodweb effects of omnivorous minnows in a recovering acidified lake. – J. N. Am. Benthol. Soc., **20**: 629-642.
- WALTHER, H. (1999): Die Tertiärflora von Kleinsaubernitz bei Bautzen. – Palaeontographica, Abt. B, **249**: 63-174; Stuttgart.
- WALTZ, J. E. (1935) in LUBER, A. A. & WALTZ, J. E. (1938, eds.): Classification and stratigraphic value of some carboniferous coal deposits in the U.S.S.R.. – Trans. Centr. Geol. Prosp. Inst., **105**: 1-45 (in Russian).
- WEYLAND, H. & GREIFELD, H. (1953): Über strukturbietende Blätter und pflanzliche Mikrofossilien aus den Untersenonen Tonen der Gegend von Quedlinburg. – Palaeontographica Abt. B, **95**: 30-52; Stuttgart.
- WEYLAND, H. & KRIEGER, W. (1953): Die Sporen und Pollen der Aachener Kreide und ihre Bedeutung für die Charakterisierung des Mittleren Senons. – Palaeontographica Abt. B, **95**: 6-29; Stuttgart.
- WEYLAND, H. & PFLUG, H. D. (1957): Die Pflanzenreste der pliozänen Braunkohle von Ptolemais in Nordgriechenland. I. – Palaeontographica Abt. B, **102**(4-6): 96-109; Stuttgart.

- WILKE, A. (1994): Zur Sedimentologie der oberoligozänen Fossilagerstätte Enspel/Westerwald. – Diplomarbeit Univ. Mainz, 130 S., div. Abb. und Tab.; Mainz (unveröff.).
- WILSON, L. R. (1962): A Permian fungus spore type from the Flowerpot Formation of Oklahoma. – Oklahoma Geology Notes; V. **22**: 91-96.
- WODEHOUSE, R. P. (1933): Tertiary Pollen II. The Oil Shales of the Eocene Green River Formation. – Bull. Torrey Bot. Club, 60: 479-524; Wisconsin.
- WOLFF, H. (1934): Mikrofossilien des pliozänen Humodils der Grube Freigericht bei Dettingen a. M. und Vergleich mit älteren Schichten des Tertiärs sowie posttertiären Ablagerungen. – Arbeiten des Instituts für Paläobotanik und Petrographie fossiler Brennstoffe, **5**: 55-88; Berlin.
- ZACHOS, J. C., FLOWER, B. P. & HILARY, P. (1997): Orbitally paced climate oscillations across the Oligocene/Miocene boundary. – Nature, V. **388**: 567-570.
- ZACHOS, J. C., SHACKLETON, N. J., REVENAUGH, J. S., PÄLIKE, H. & FLOWER, B. P. (2001a): Climate Response to Orbital Forcing Across the Oligocene-Miocene boundary. – Science, V. **292**: 274-278.
- ZACHOS, J. C., PAGANI, M., SLOAN, L., THOMAS, E. & BILLUPS, K. (2001b): Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. – Science, V. **292**: 686-693.
- ZANG, Z. (1980): Lower Tertiary fungal spores from Lunpola Basin of Xizang, China (English summary). – Acta Palaeontologica Sinica; V. **19**: 296-301.
- ZIEMBINSKA, M. & NIKLEWSKI, J. (1966): Stratigraphy and Correlation of Brown Coal Beds in the Scinawa Deposits on the Basis of Spore-Pollen Analysis.- Inst. Geol. Biul., **202**: 27-48 (poln.), 54-58 (engl. summ.); Warszawa.
- ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, M. (1974): Palynological characteristics of the Neogene of Western Poland. – Acta Palaeontologica Polonica, **19**(3): 309-432.
- ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, M. (1996): Flora sporowopylkowa. Neogen (Spore and pollen flora, Neogene): 797-855. –In: Malinowska L. & Piwocki M. (eds.) Budowa Geologiczna Polski III. Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych, 3a. Kenozoik, Trzeciorzed, Neogen, 2. Polska Agencja Ekologiczna; Warszawa.
- ZIEMBINSKA-TWORZYDLO, M., Grabowska, I., KOHLMAN-ADAMSKA, A., SKAWINSKA, K., SŁODKOWSKA B., STUCHLIK, L., SADOWSKA, A. & WAZYNSKA, H. (1994): Taxonomical revision of selected pollen and spores taxa from Neogene deposits. – In: STUCHLIK L. (ed.) Neogene pollen flora of Central Europe, I. Acta Palaeobotanica, Supplementum **No 1**: 5-30.
- ZIEMANOVSKI, B.; LORENZ, V. & FRÖHLICH, G. (1986): Experiments on phreatomagmatic explosions with silicate and carbonatitic melts. – J. Volcanol. Geothermal Res., **30**: 149-153; Amsterdam.

## **Danksagung**

Als erstes möchte ich mich für die Vergabe des Themas und die Betreuung der Arbeit bei Herrn Professor Dr. V. Mosbrugger bedanken. Er fand trotz eines sehr vollen Terminkalenders immer wieder Zeit für mich.

Herzlicher Dank gilt Herrn Dr. A.R. Ashraf, der das Thema der Promotion vorschlug und der mir mit gutem Rat zur Seite stand. Ohne seine Hilfe hätte ich mich wohl im Dschungel der Systematik hoffnungslos verlaufen.

Für die zur Verfügungstellung des Probenmaterials sei Dr. Michael Wuttke, Abteilung Bodendenkmalpflege des Rheinland-Pfälzischen Landesamtes für Denkmalpflege, gedankt.

Besonderer Dank an Dr. Angela Bruch, die mich in das Arbeiten mit CLIMSTAT einführte, mir die Statistik mit SPSS näher brachte und die nicht zuletzt das schwierige Korrekturlesen der Palynomorphensystematik übernommen hat.

Für die vielen Tipps und Literaturhinweise sowie für die fruchtbaren Diskussionen über die Pflanzenwelt des Tertiärs bzw. von Enspel sehr großen Dank an Priv. Doz. Dr. Dieter Uhl.

Herrn Dr. Tobias Schneck sei gedankt für die organisatorische Unterstützung sowie die Hilfe bei manchem Computerproblem. Auch die Diskussion um die Anwendung/Interpretation der Ergebnisse der Klimaanalyse empfand ich als nützlich für meine Arbeit.

Dr. Dominik Begerow und Dr. Sigisfredo Garnica vom Botanischen Institut der Universität Tübingen danke ich für ihre Hilfe und Beratung bei der schwierigen Bestimmung der fossilen Pilzsporen.

Dr. Martin Ebner danke ich für die vielen Diskussionen und Anregungen bezüglich Vegetationsformen und deren Überlieferung im Palynomorphenbericht.

Vielen Dank auch an Agnes Hepp und Ruben Siedner, die bei der Aufbereitung der vielen Proben tatkräftig mitarbeiteten.

Besonders herzlicher Dank gilt meiner Frau und Mutter meiner Kinder Bettina für das geduldige Korrekturlesen und meinen Kindern Sara und Luca, die oftmals ohne den Papa auskommen mussten.

## **Lebenslauf**

Name: Herrmann  
Vorname: Mark  
Geburtsdatum: 8. April 1965  
Familienstand: verheiratet, 2 Kinder

### **Schulausbildung und Zivildienst**

1971 – 1975: Grundschule  
1975 – 1982: Besuch des Johannes-Kepler-Gymnasiums in Leonberg  
1982 – 1985: Lehre als Heizungs- und Lüftungsbauer  
1985 – 1988: Besuch der Technischen Oberschule Stuttgart  
1988 – 1990: Zivildienst an der Karl-Georg-Haldenwangschule in Leonberg im Bereich der Betreuung geistig behinderter Kinder

### **Hochschulausbildung**

1990 – 1993: Studium der Geodäsie an der Universität Stuttgart (ohne Abschluss)  
1993 – 2001: Studium der Geologie am Geowissenschaftlichen Institut der Universität Tübingen  
07/2001: Hochschulabschluss als Diplom-Geologe (Gesamtnote 1,4)  
2002 – 2007: Promotionsstudium am Geowissenschaftlichen Institut der Universität Tübingen unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. Mosbrugger mit dem Thema "Eine palynologische Analyse der Bohrung Enspel -Rekonstruktion der Vegetations- und Klimageschichte im Oberoligozän"  
12/2005 – 08/2007: Wissenschaftlicher Angestellter am Senckenberg-Institut Frankfurt / am Geowissenschaftlichen Institut der Universität Tübingen im DFG-Projekt "Monitoring recent and reconstructing Holocene vegetation change around Nam Co Lake, Tibet, using palynofloras"  
Seit 02/2007: Wissenschaftlicher Angestellter am Senckenberg-Institut Frankfurt / am Geowissenschaftlichen Institut der Universität Potsdam im DFG-Projekt "A long-term climate record from lacustrine sediments of the Zada Basin, SW-Tibet"

## **Anhang**

Tafeln 1 - 15

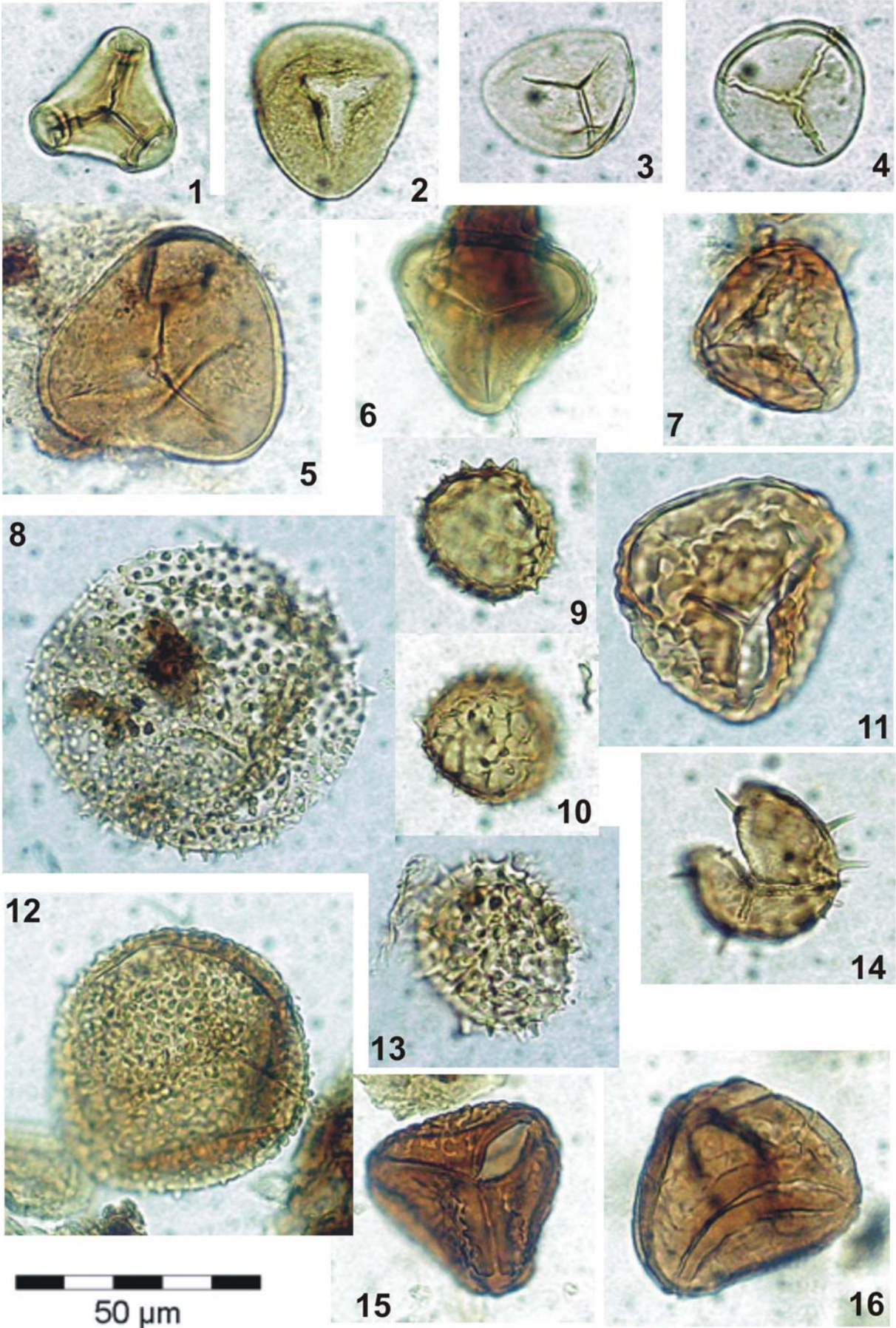
Tiliadiagramme der Taxa (nach der Autökologie und der Clusteranalyse)

- Cd-Rom: 1) Dendrogramm der Hierarchischen Clusteranalyse über die Taxa und Proben
- 2) Vollständige Klimadiagramme (Excel-Datei: Klima nach NLR)
  - 3) Vollständige Zeitreihendiagramme (Excel-Dateien: Vorkommen Angiospermen, Gymnospermen, Pteridophyten; Vegetationseinheiten nach Autökologie; Pilzverhältnis)
  - 4) Gegenüberstellung von Palynomorphenüberlieferung, Vegetationseinheiten, Klimaparameter/Spektralanalyse
  - 5) Vergleich Probennummer/Kernteufe (m)/Pelitmächtigkeit (m)
  - 6) Verzeichnis der Abbildungen, Diagramme und Tabellen im Text
  - 7) Farbabbildungen der Tafeln 1-15
  - 8) Tiliadiagramme für TILIA-Version 2.0.2

## Tafel 1

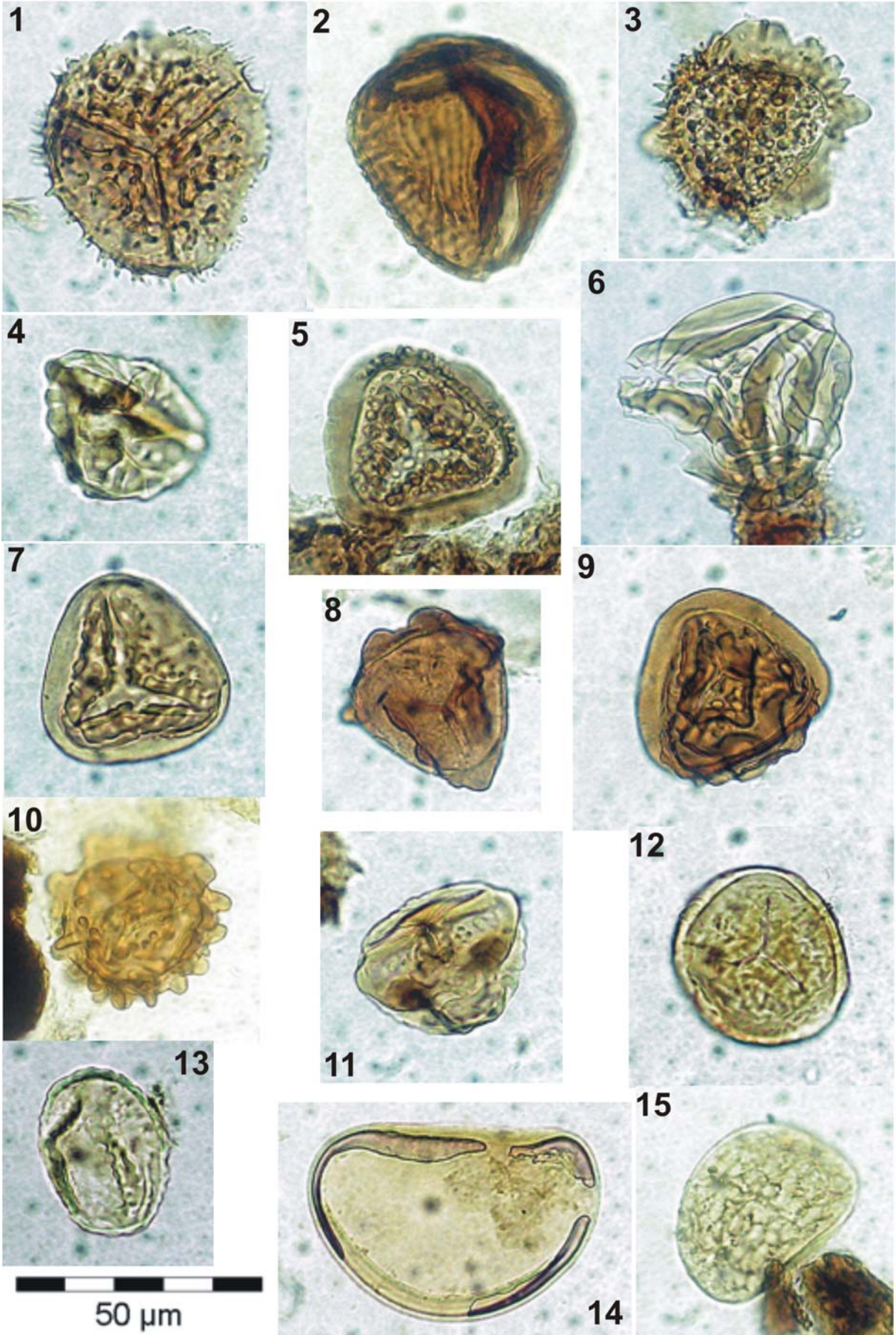
- Fig. 1: (1) *Concavisporites pseudopartitus* KRUTZSCH 1959b  
Präparat 421/1 (62,5/109,5)
- Fig. 2: (7) *Intrapunktisporis* cf. *balinkaënsis* (KEDVES 1973) NAGY 1985  
Präparat 344/1 (36,3/101,5)
- Fig. 3: (5) *Stereisporites involutus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960 ex  
KRUTZSCH 1963) KRUTZSCH 1963  
Präparat 389/1 (58,3/99,7)
- Fig. 4: (6) *Stereisporites* sp.  
Präparat 270/1 (58,8/103,7)
- Fig. 5: (2) *Leiotriletes maxoides* KRUTZSCH 1962d subsp. *minoris* KRUTZSCH 1962d  
Präparat 16/1 (53,2/105,4)
- Fig. 6: (4) *Stereisporites cingulatus* KRUTZSCH 1963e subsp. *cingulatus*  
Präparat 126/1 (55,3/101,6)
- Fig. 7: (8) *Triletes corruvalatus* (KRUTZSCH 1967) NAGY 1985  
Präparat 409/1 (64,9/113,6)
- Fig. 8: (12) *Baculatisporites primarius* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 151/1 (56,2/113,3)
- Fig. 9/10: (14) *Retitriletes oligocaenicus* KRUTZSCH 1963.  
Präparat 45/1 (55,4/98,5)
- Fig. 11: (9) *Triletes multivallatus* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1959a  
Präparat 325/1 (55,1/106,4)
- Fig. 12: (13) *Baculatisporites quintus* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1967  
Präparat 33/1 (41,2/103,1)
- Fig. 13: (11) *Echinatisporis echinoides* KRUTZSCH 1963e subsp. *echinoides* KRUTZSCH  
1963e  
Präparat 49/1 (43,9/107,4)
- Fig. 14: (10) *Echinatisporis longiechinus* KRUTZSCH 1959b  
Präparat 261/1 (55,5/69,2)
- Fig. 15: (17) cf. *Mecsekisporites* sp.  
Präparat 412/2 (51,5/100,5)
- Fig. 16: (16) *Mecsekisporites miocaenicus* NAGY 1968  
Präparat 410/1 (50,0/102,1)





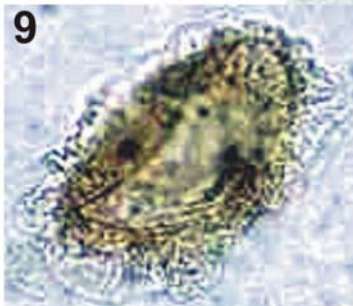
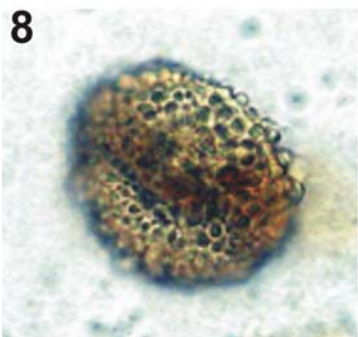
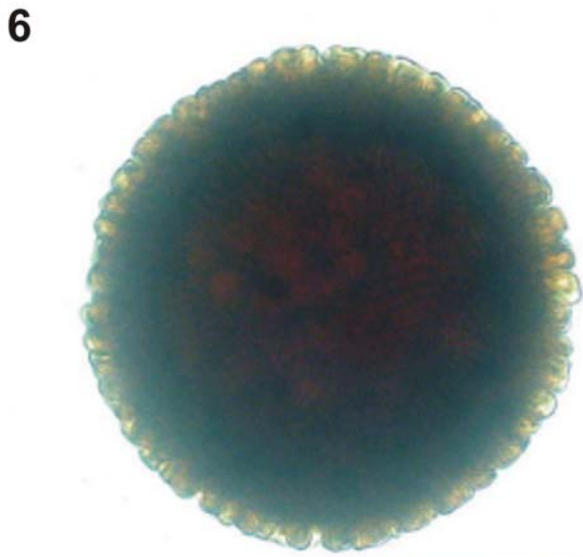
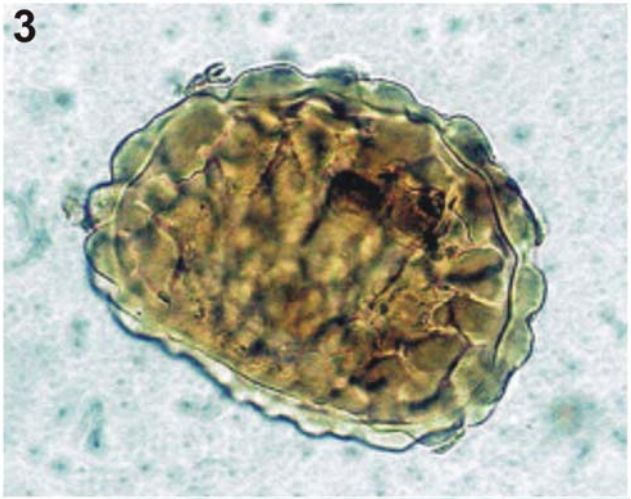
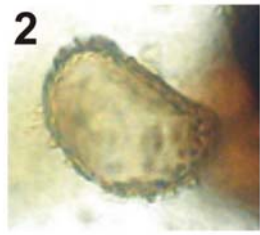
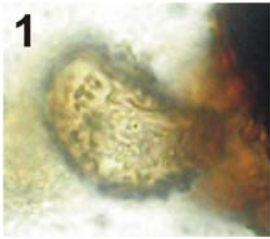
## Tafel 2

- Fig. 1: (15) *Rudolphisporis rudolphii* (KRUTZSCH 1959b) KRUTZSCH & PACLTOVÁ in KRUTZSCH 1963a  
Präparat 237/1 (53,5/102,1)
- Fig. 2: (18) *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH 1959b  
Präparat 41/1 N (52,6/96,8)
- Fig. 3: (22) *Muerrigerisporis monstrans* KRUTZSCH 1963e  
Präparat 254/1 (52,2/111,4)
- Fig. 4: (19) *Corrugatisporites graphicus* NAGY 1985  
Präparat 375/1 (40,9/111,2)
- Fig. 5: (20) *Polypodiaceoisporites gracillimus* NAGY 1963  
Präparat 311/1 (49,1/109,4)
- Fig. 6: (26) *Bifacialisporites murensis* NAGY 1963  
Präparat 255/1 (57,5/105,7)
- Fig. 7: (21) *Polypodiaceoisporites torosus* NAGY 1969  
Präparat 356/1 (48,4/95,5)
- Fig. 8: (23) *Muerrigerisporis* sp.1  
Präparat 345/1 (48,3/103,1)
- Fig. 9: (25) *Verrucingulatisporites undulatus* NAGY 1963 subsp. *undulatus*  
Präparat 406/1 (45,5/108,0)
- Fig. 10: (24) *Muerrigerisporis* sp.2  
Präparat 348/1 N 1 (46,3/98,4)
- Fig. 11: (27) *Bifacialisporites medius* NAGY 1969  
Präparat 235/1 (44,9/103,4)
- Fig. 12: (28) *Camarozonosporites semilevis* PANT 1954 ex POTONIE 1956  
Präparat 374/1 (57,3/102,7)
- Fig. 13: (32) *Polypodiites secundus* (POTONIE 1934b) KRUTZSCH 1967 *parasecundus*  
Präparat 418/1 (46,3/99,4)
- Fig. 14: (30) *Laevigatosporites pseudodiscordatus* KRUTZSCH 1959b  
Präparat 201/1 (38,1/95,0)
- Fig. 15: (31) Sp.1  
Präparat 256/1 (53,1/98,1)



### Tafel 3

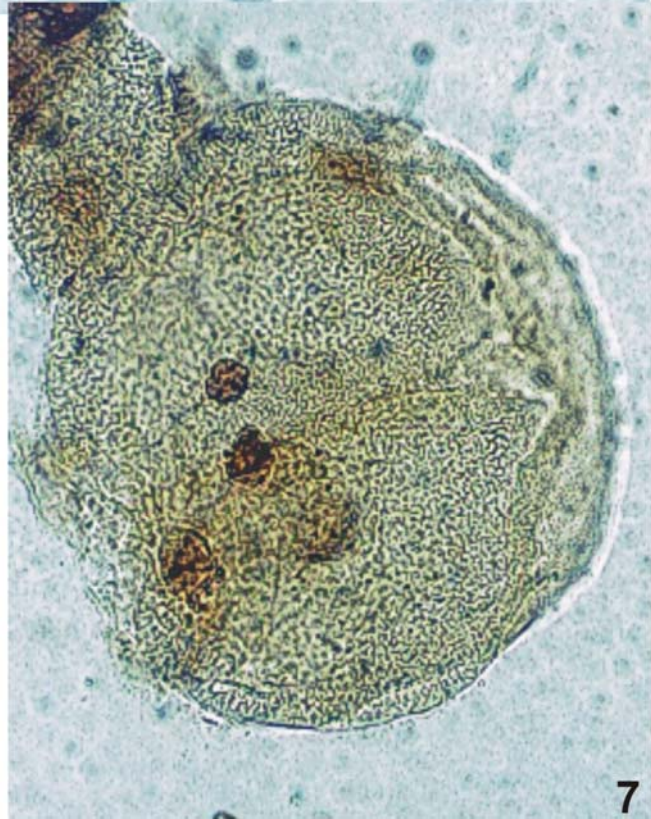
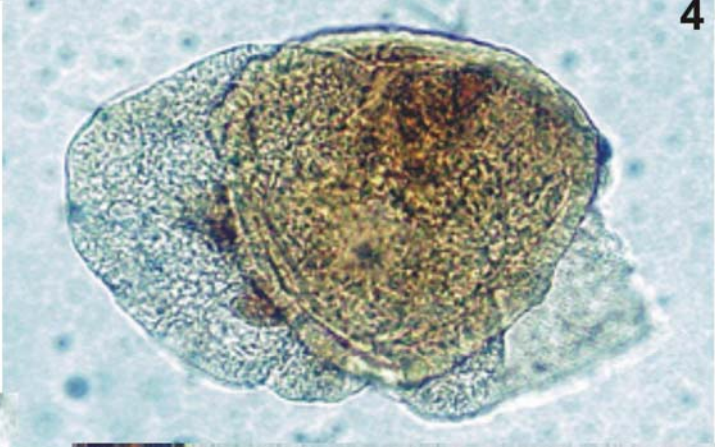
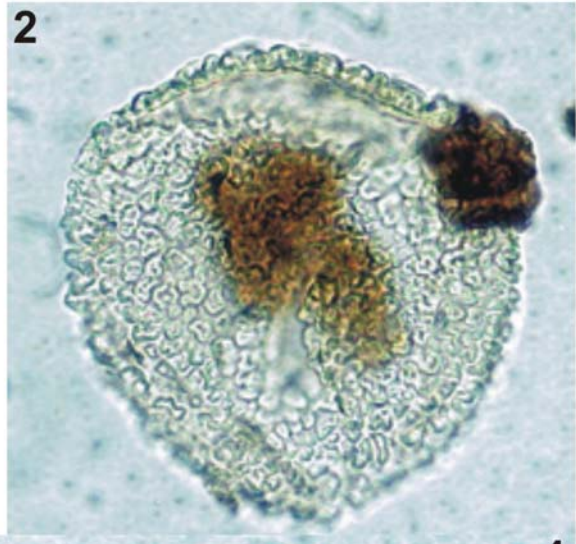
- Fig. 1/2: (33) *Extrapunctatosporis seydaenis* KRUTZSCH 1967  
Präparat 262/1 (50,5/108,9)
- Fig. 3: (37) *Verrucatosporites megafavus* KRUTZSCH 1967  
Präparat 67/1 (46,2/104,6)
- Fig. 4: (36) *Verrucatosporites favus pseudosecundus* KRUTZSCH 1959b  
Präparat 313/1 (45,7/103,5)
- Fig. 5/7/9: (38) *Perinomonoletes* cf. *goersbachensis* KRUTZSCH 1967  
Präparat 261/1 (55,0/112,1), Präparat 411/1 (53,3/98,8)
- Fig. 6: (40) *Corrusporis cf tuberculatus tuberculatus* KRUTZSCH 1967  
Präparat 325/1 (46,9/103,2)
- Fig. 8: (39) *Corrusporis granotuberculatus* KRUTZSCH 1967  
Präparat 117/1 (58,9/99,7)
- Fig. 10: (35) *Verrucatosporites favus* (POTONIE 1931d) THOMSON & PFLUG 1953 ssp.  
*favus* KRUTZSCH 1967  
Präparat 69/1 (48,2/102,2)
- Fig. 11: (41) cf. *Corrusporis globoverrucatus* KRUTZSCH 1967  
Präparat 209/1 (51,6/108,6)



50  $\mu$ m

#### Tafel 4

- Fig. 1: (43) *Zonalapollenites maximus* (RAATZ 1937) KRUTZSCH 1971  
Präparat 66/1 (45,7/103,8)
- Fig. 2: (44) *Zonalapollenites verrucatus* KRUTZSCH 1971  
Präparat 144/1 (41,2/98,0)
- Fig. 3: (45) *Pityosporites microalatus* (POTONIE 1931c) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 66/1 (51,6/107,1)
- Fig. 4: (47) *Abiespollenites cedroides* (THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953)  
KRUTZSCH 1971  
Präparat 163/1 (57,2/93,7)
- Fig. 5/6: (46) *Pityosporites labdacus* (R. POTONIE 1931b) THOMSON & PFLUG 1953  
*pseudocristatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960) KRUTZSCH 1971  
Präparat 130/1 (41,2/98,1)
- Fig. 7: (50) *Piceapollis tobolicus* (PANOVA 1966) KRUTZSCH 1971  
Präparat 67/1 (62,1/97,5)

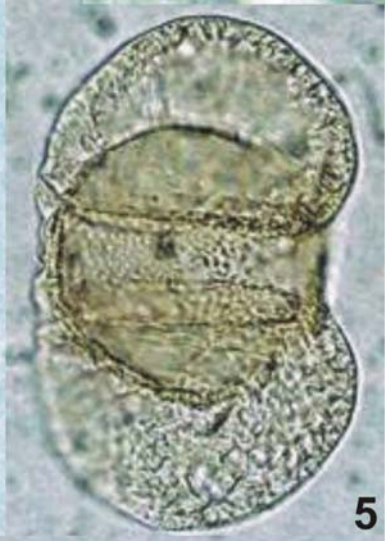
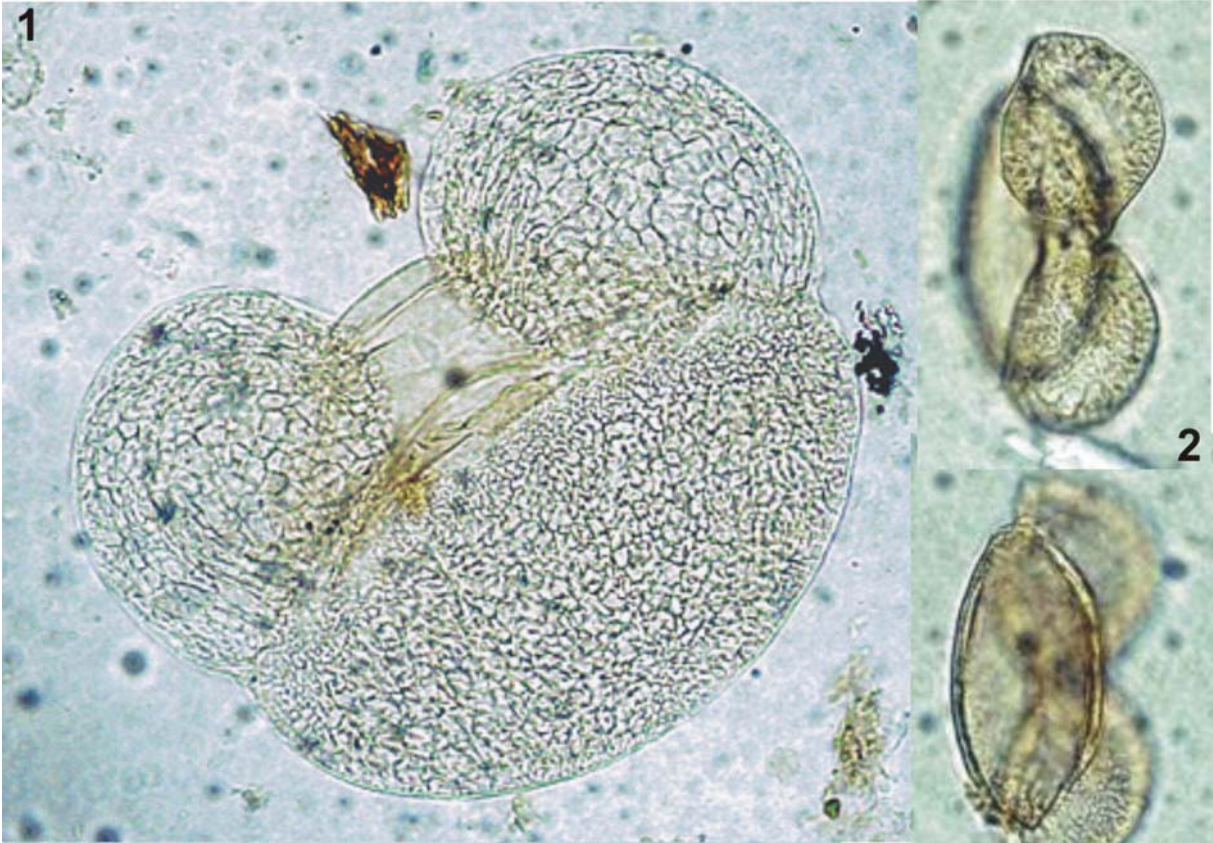


50  $\mu$ m

## Tafel 5

- Fig. 1: (48) *Abiespollenites latisaccatus* (TREVISAN 1967) KRUTZSCH 1971  
Präparat 150/1 (57,6/98,3)
- Fig. 2/3: (52) *Pinuspollenites* sp.  
Präparat 89/1 (56,2/105,7)
- Fig. 4: (49) *Piceapollis planoides* KRUTZSCH 1971 ex HOCHULI 1978  
Präparat 158/1 (52,7/99,4)
- Fig. 5: (51) *Pinuspollenites labdacus* (POTONIE 1931) RAATZ 1937 ex POTONIE 1958  
Präparat 89/1 (49,1/107,1)
- Fig. 6: (53) *Cedripites miocaenicus* KRUTZSCH 1971  
Präparat 411/1 (57,3/107,4)

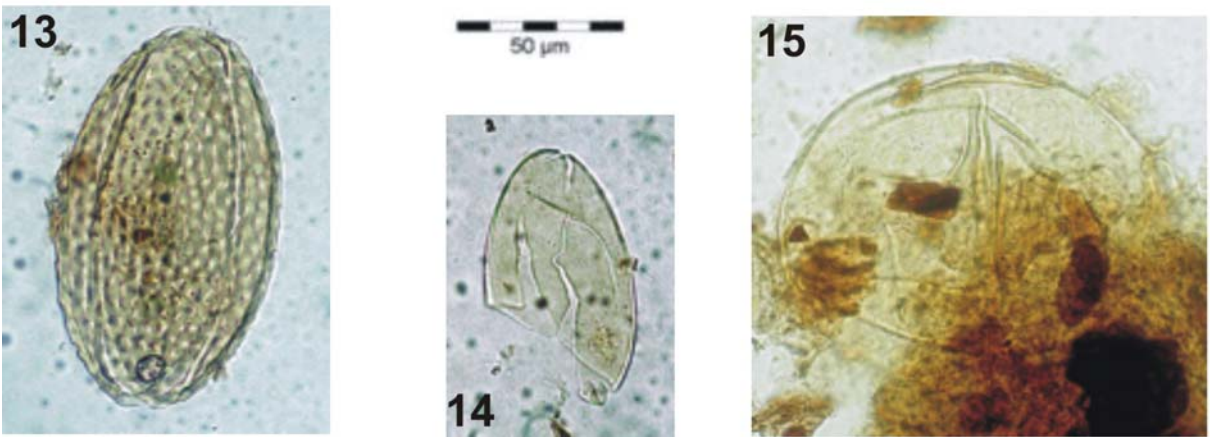
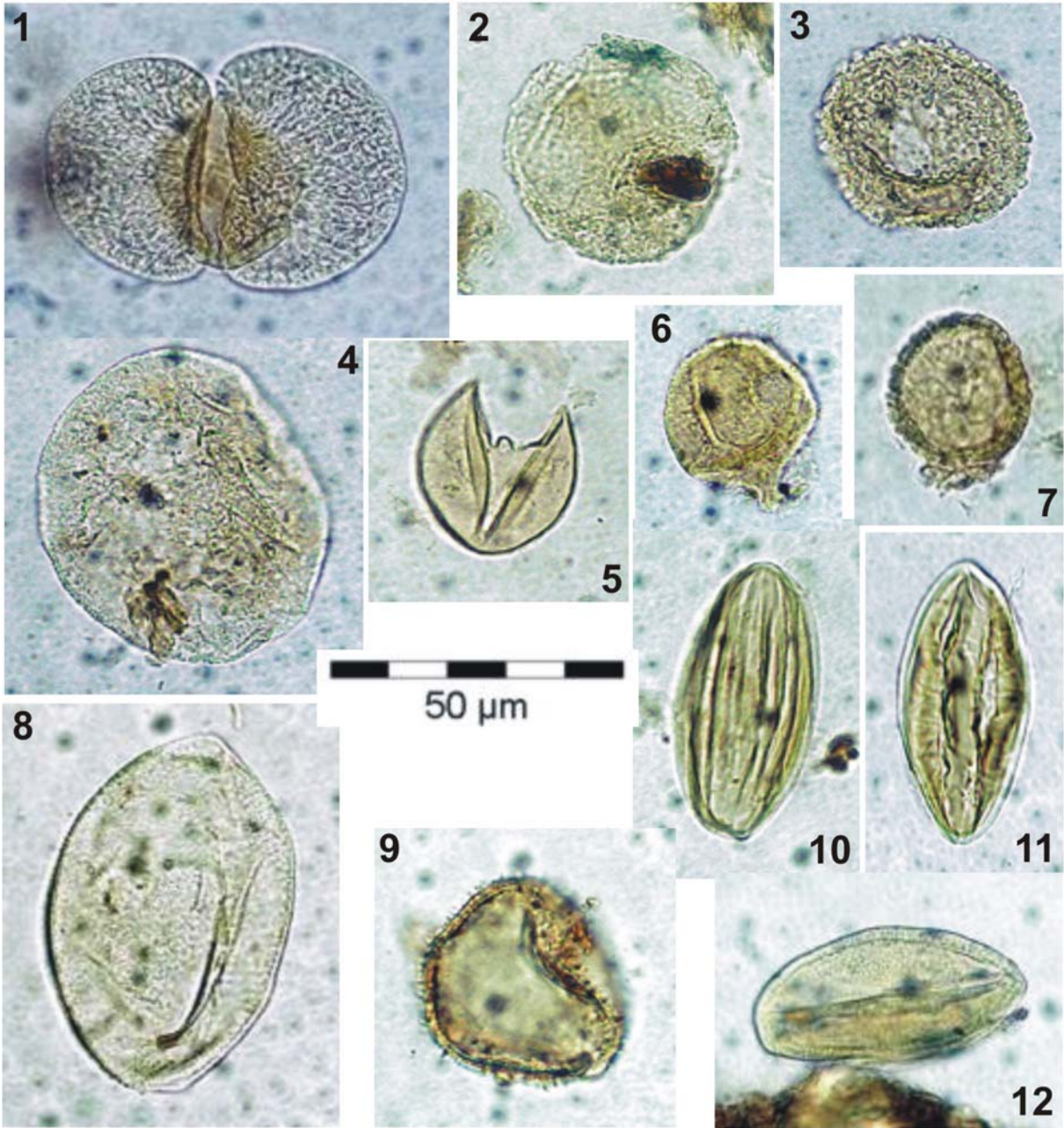




50  $\mu$ m

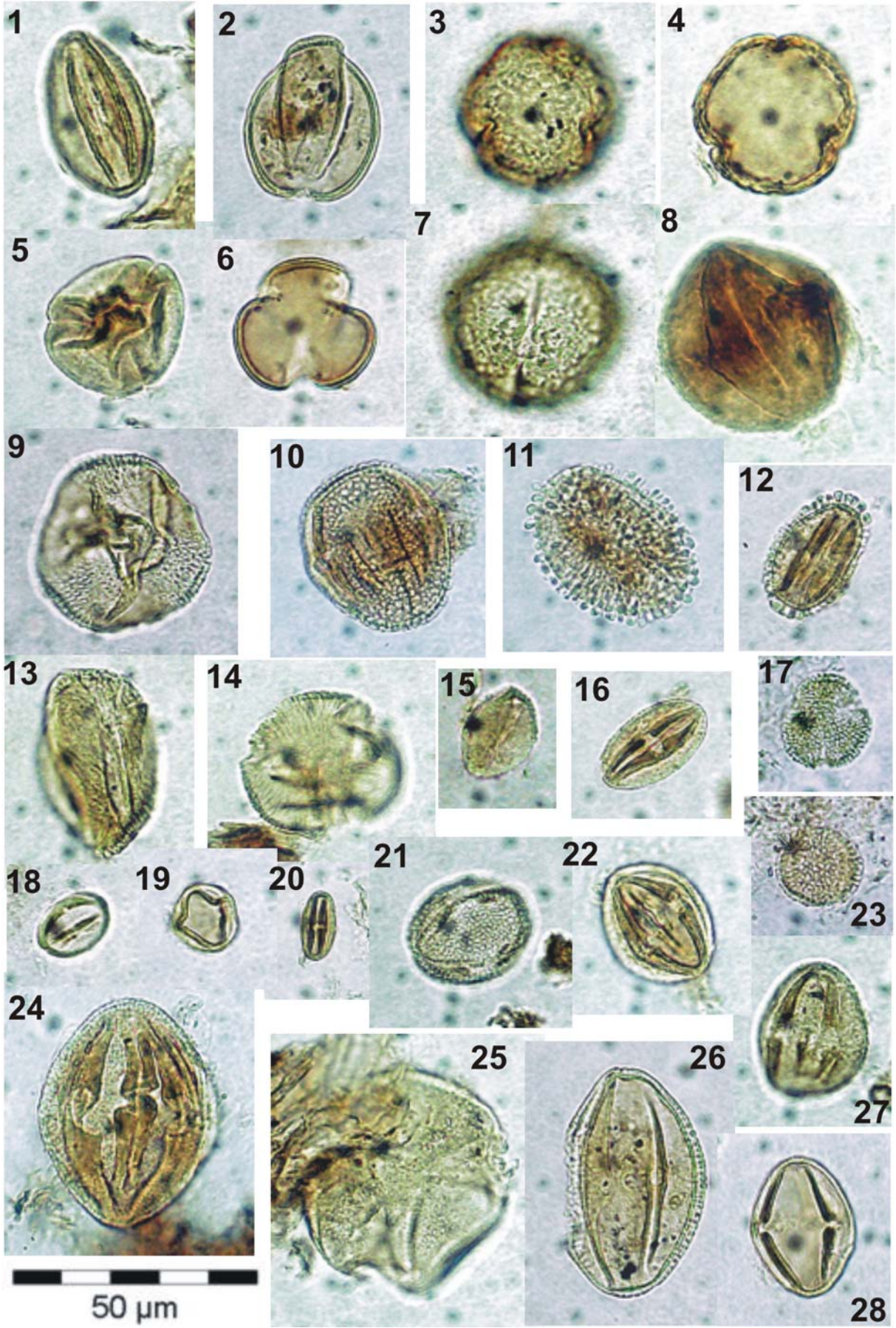
## Tafel 6

- Fig. 1: (54) *Podocarpidites podocarpoides* (THIERGART 1958) KRUTZSCH 1971  
Präparat 416/1 (54,2/109,4)
- Fig. 2: (55) *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971  
Präparat 70/2 (61,9/100,1)
- Fig. 3: (59) *Sciadopityspollenites serratus* (POTONIE & VENITZ 1934) RAATZ 1937  
Präparat 36/1 (55,2/110,1)
- Fig. 4: (57) *Inaperturopollenites* sp.  
Präparat 186/1 (58,1/99,4)
- Fig. 5/6: (58) *Sequoiapollenites largus* (KREMP 1949) MANUM 1962  
Präparat 150/1 (58,1/100,0), Präparat 15/1 (51,0/108,8)
- Fig. 7: (56) *Inaperturopollenites* cf. *verrupapillatus* TREVISAN 1967  
Präparat 160/1 (48,7/94,5)
- Fig. 8: (63) *Magnoliaepollenites neogenicus* (KRUTZSCH 1970a) subsp. *neogenicus*  
Präparat 209/1 (55,8/103,7)
- Fig. 9: (62) *Sigmopollis pseudosetarius* (WEYLAND & PFLUG 1957) KRUTZSCH &  
PACLTOVÁ 1990  
Präparat 89/1 (38,0/100,6)
- Fig. 10: (61) *Ephedripites* (*Ephedripites*) *wolkenbergensis* KRUTZSCH 1961b  
Präparat 198/1 (59,3/110,8)
- Fig. 11: (60) *Ephedripites* (*Distachyapites*) *tertiarius* KRUTZSCH 1970a  
Präparat 132/1 (60,2/96,8)
- Fig. 12: (67) *Quercoidites henrici* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE, THOMSON &  
THIERGART 1950  
Präparat 123/1 (49,5/99,3)
- Fig. 13: (64) *Ovoidites ligneolus* (R. POTONIE 1931) POTONIE 1951b subsp. *ligneolus*  
Präparat 78/1 (54,6/94,6)
- Fig. 14: (66) *Ovoidites elongatus* (HUNGER 1952) KRUTZSCH 1959b subsp. *elongatus*  
Präparat 42/1 (61,0/96,4)
- Fig. 15: (65) *Ovoidites cyclus* KRUTZSCH 1959b  
Präparat 44/1 (52,1/110,4)



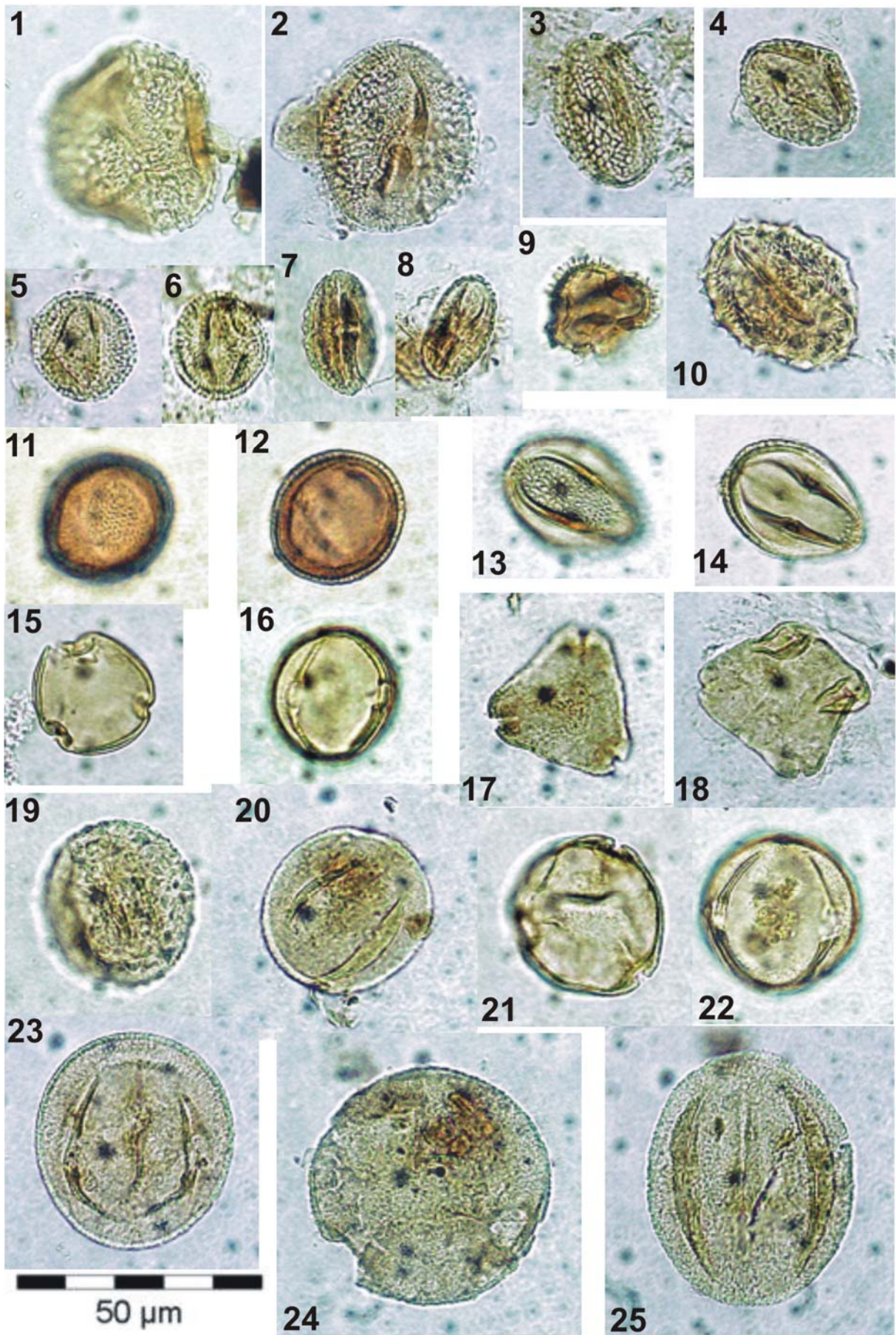
## Tafel 7

- Fig. 1/5: (69) *Quercoidites microhenrici* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950  
Präparat 178/1 (56,0/97,9), 71/1 (49,5/101,8)
- Fig. 2/6: (68) *Quercoidites asper* (THOMSON & PFLUG 1953) ASHRAF & MOSBRUGGER 1996  
Präparat 89/1 (37,8/100,3), 269/1 (57,6/103,8)
- Fig. 3/4/7: (70) *Quercoidites* sp.1  
Präparat 83/1 (54,7/105,4), 83/1 (54,7/105,4), 146 X (56,3/100,7)
- Fig. 8: (71) *Quercoidites* sp.2  
Präparat 64/1 (43,7/108,6)
- Fig. 9/10: (72) *Araliaceipollenites reticuloides* THIELE-PFEIFFER 1980  
Präparat 342/1 (51,3/110,2), 411/1 (39,4/34,8)
- Fig. 11: (73) *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIE 1931) THIERGART ex RAATZ 1937  
Präparat 78/1 (56,9/112,4)
- Fig. 12: (74) *Ilexpollenites margaritatus* (R. POTONIE 1931a) THIERGART ex RAATZ 1937  
Präparat 61/2 (59,9/102,1)
- Fig. 13/14: (76) *Aceripollenites striatus* (PFLUG 1959) THIELE-PFEIFFER 1980  
Präparat 367/1 (53,0/98,4), 106/1 (61,7/95,3)
- Fig. 15: (75) *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *liblarensis*  
Präparat 131/1 (60,3/105,4)
- Fig. 16: (80) *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953 subsp. *brühlensis* (THOMSON in R. POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 77/1 (51,9/99,0)
- Fig. 17/23: (82) *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 45/1 (61,2/99,2), 47/1 (47,5/114,5)
- Fig. 18/19: (81) *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953 subsp. *exactus* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 86/1 (45,3/98,0), 89/1 (59,4/106,4)
- Fig. 20: (77) *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953 subsp. *pusillus* (R. POTONIE 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 197/1 (55,1/99,3)
- Fig. 21: (84) *Tricolporopollenites retiformis* (PFLUG & THOMSON in THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961e  
Präparat 209/1 (56,2/98,8)
- Fig. 22/27/28: (83) *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 97/1 N (48,4/104,6), Präparat 10/1 N (38,9/104,8), Präparat 384/1 (47,2/107,5)
- Fig. 24/25: (78) *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIE 1931) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 67/2 (51,0/102,0), 129/1 (49,9/108,1)
- Fig. 26: (79) *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 209/1 (59,1/105,8)



## Tafel 8

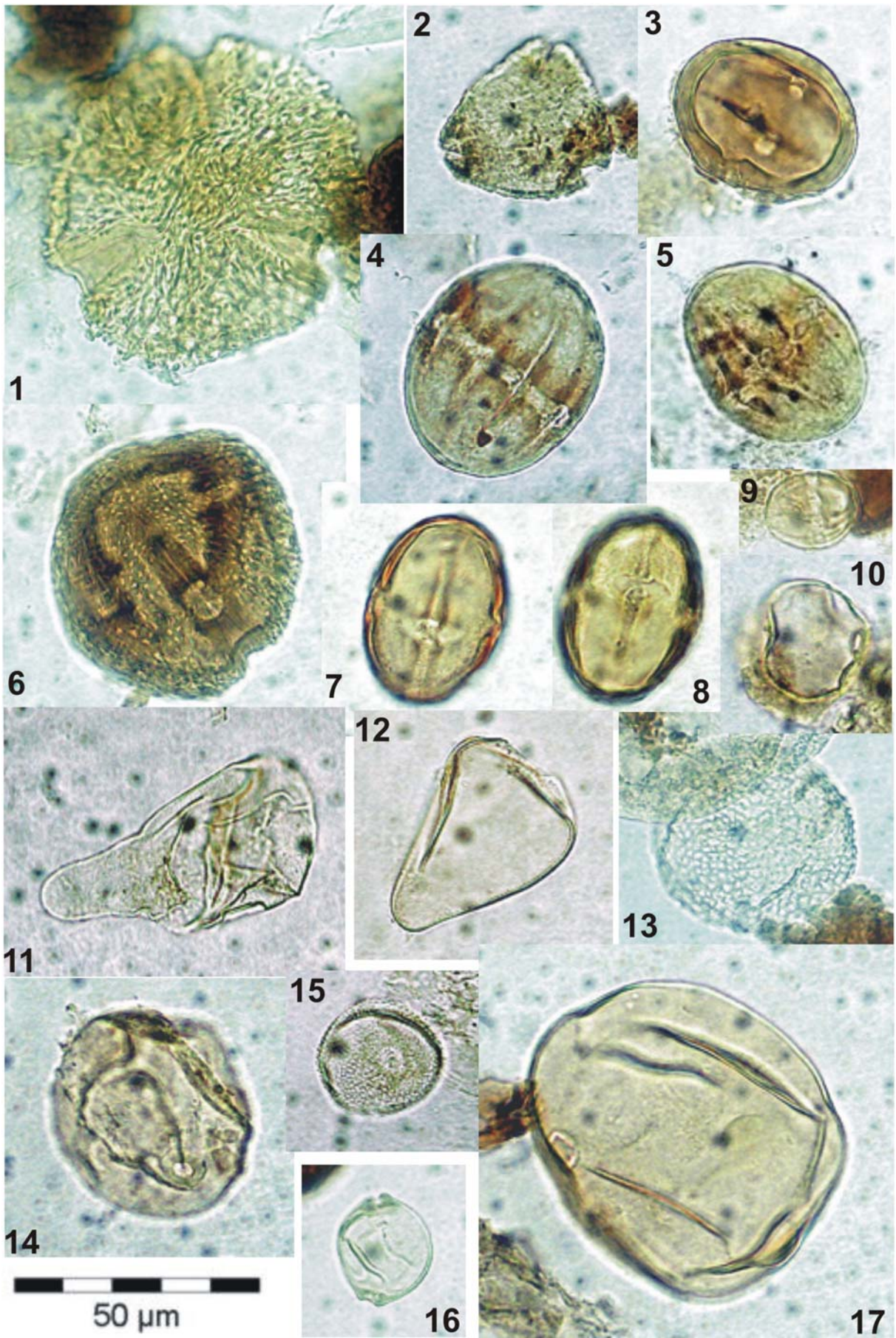
- Fig. 1/2: (85) *Tricolporopollenites striatoreticulatus* KRUTZSCH 1962a  
Präparat 88/1 (39,2/96,7), ER 2 (47,6/96,5)
- Fig. 3: (87) *Tricolporopollenites* sp.2  
Präparat 44/1 (62,5/110,4)
- Fig. 4: (86) *Tricolporopollenites* sp.1  
Präparat 67/1 (64,7/97,3)
- Fig. 5/6: (89) *Tricolporopollenites* sp.4  
Präparat 377/1 (51,5/111,2), 354/1 (57,3/103,6)
- Fig. 7/8: (90) *Tricolporopollenites* sp.5  
Präparat 326/1 (53,5/108,2), 327/1 (50,3/101,7)
- Fig. 9: (98) *Compositoipollenites* sp.1  
Präparat 144/1 (59,6/98,8)
- Fig. 10: (99) *Compositoipollenites* sp.2  
Präparat 182/1 (40,3/104,3)
- Fig. 11/12: (91) *Artemisiaepollenites sellularis* NAGY 1969  
Präparat 384/1 (53,8/92,1)
- Fig. 13/14: (88) *Tricolporopollenites* sp.3  
Präparat 263/1 (58,6/100,8)
- Fig. 15/16/: (97) *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE 1931d) R. POTONIE, THOMSON &  
THIERGART 1950 subsp. *analepticus* (R. POTONIE 1934) NAGY 1969  
Präparat 182/1 (44,5/97,2), 135/1 (56,5/99,8)
- Fig. 17/18: (101) *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE 1951b  
subsp. *vestibulum*  
Präparat 63/1 (53,4/109,0), 323/1 (43,7/98,2)
- Fig. 19: (93) *Faguspollenites gemmatus* NAGY 1969  
Präparat 189/1 (47,0/99,3)
- Fig. 20: (94) *Faguspollenites minor* NAGY 1969  
Präparat 77/1 (49,3/96,8)
- Fig. 21/22: (97) *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIE 1931d) R. POTONIE, THOMSON &  
THIERGART 1950 subsp. *accessorius* (POTONIE 1934) R. POTONIE, THOMSON  
& THIERGART 1950  
Präparat 89/1 (46,9/107,0), 138/1 (48,5/100,8)
- Fig. 23: (92) *Faguspollenites verus* RAATZ 1937 ex POTONIE 1960  
Präparat 144/1 (47,1/113,9)
- Fig. 24/25: (95) *Faguspollenites subtilis* NAGY 1969  
Präparat 67/1 (54,2/95,2), 166/1 (43,1/106,8)



## Tafel 9

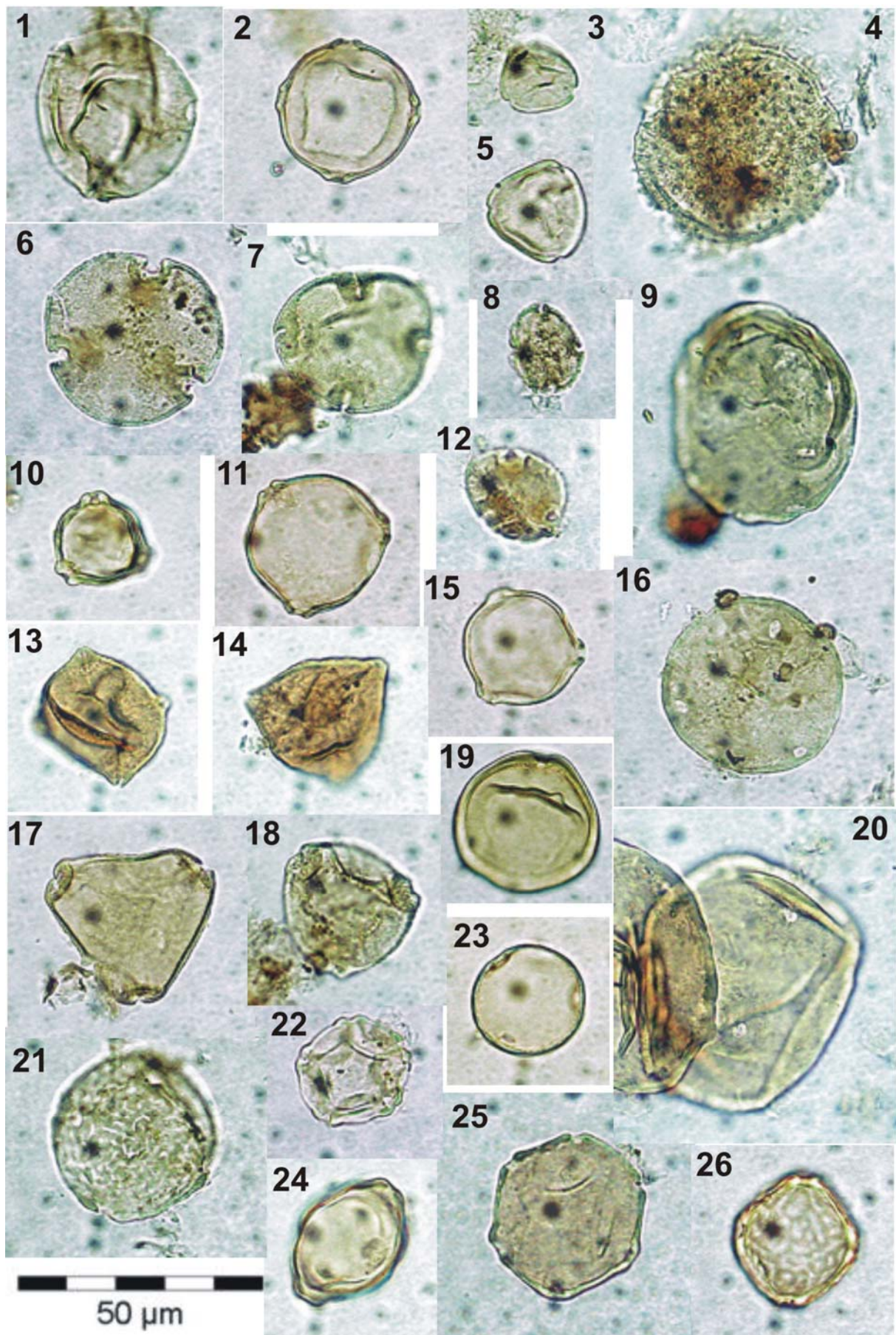
- Fig. 1/6: (100) *Alangiopollis barghoornianum* (TRAVERSE 1955) KRUTZSCH 1962b  
Präparat 8/1 N (53,9/109,4), 310/1 (42,4/106,8)
- Fig. 2: (102) *Symplocoipollenites vestibulum* (R. POTONIE 1931a) R. POTONIE 1951b  
subsp. *ceciliensis* THIERGART in POTONIE, THOMSON & THIERGART 1950  
Präparat 40/2 (54,5/100,9)
- Fig. 3: (106) *Tetracolporopollenites obscurus* (PFLUG & THOMSON) in THOMSON &  
PFLUG 1953  
Präparat 60/1 (50,8/101,1)
- Fig. 4/5: (103) *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 70/2 (65,4/104,0), 64/1 (43,0/103,1)
- Fig. 7/8: (105) *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POTONIE 1931d) THOMSON &  
PFLUG 1953  
Präparat 117/1 (46,0/108,2)
- Fig. 9: (104) *Tetracolporopollenites biconus* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 42/1 (62,4/99,6),
- Fig. 10: (109) *Graminidites* sp.  
Präparat 418/1 (56,4/106,5)
- Fig. 11: (111) *Cyperaceaepollis piriformis* THIELE-PFEIFFER 1980  
Präparat 312/1 (56,4/102,2)
- Fig. 12: (110) *Cyperaceaepollis neogenicus* KRUTZSCH 1970b  
Präparat 416/1 (57,1/103,8)
- Fig. 13: (113) *Sparganiaceapollenites magnoides* KRUTZSCH 1970a  
Präparat 382/1 (34,2/113,8)
- Fig. 14: (107) *Graminidites subtiliglobus* (TREVISAN 1967) KRUTZSCH 1970b  
Präparat 350/1 (49,3/104,0)
- Fig. 15: (112) *Sparganiaceapollenites sparganioides* (MEYER 1956) KRUTZSCH 1970a  
Präparat 422/1 N (36,6/109,7)
- Fig. 16: (114) *Iteapollis angustiporus* (SCHNEIDER 1965) ZIEMBINSKA-TWORZYDŁO  
1974  
Präparat 324/1 (58,5/111,1)
- Fig. 17: (108) *Graminidites* cf. *pseudogramineus* KRUTZSCH 1970a  
Präparat 375/1 (38,7/97,2)





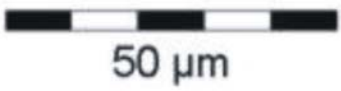
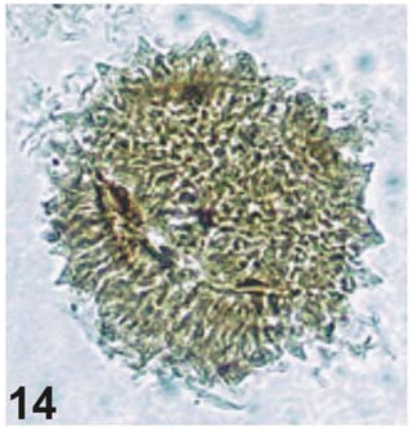
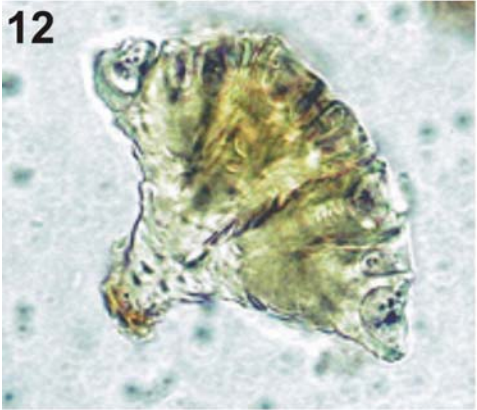
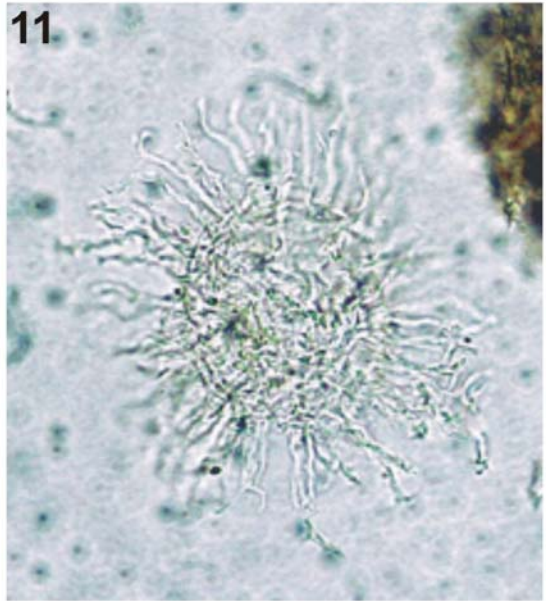
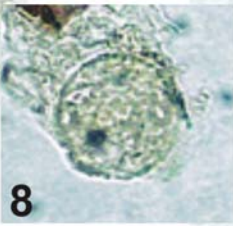
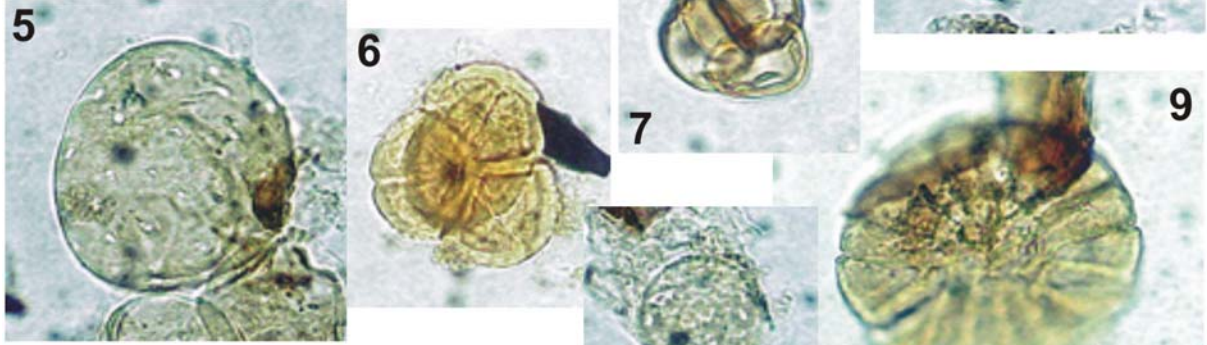
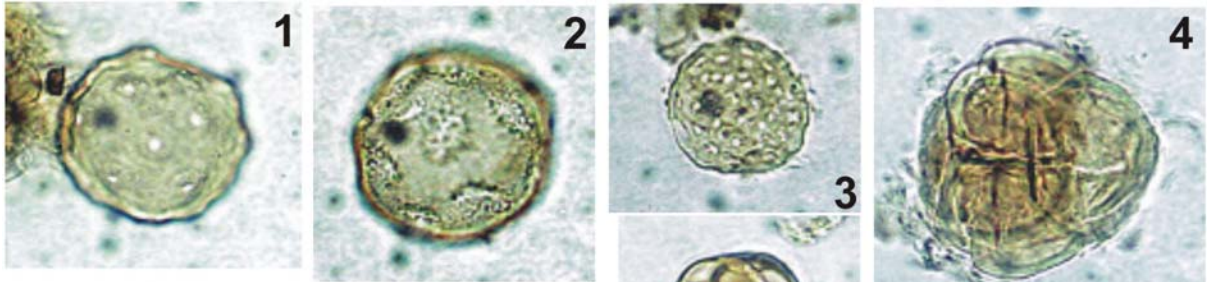
## Tafel 10

- Fig. 1/2: (115) *Carpinuspollenites carpinoides* (PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953)  
NAGY 1969  
Präparat 249/1 (51,9/111,5), 235/1 (45,9/102,2)
- Fig. 3: (118) *Platycarya miocaenicus* NAGY 1969  
Präparat 198/1 (54,3/96,0)
- Fig. 4: (116) *Lonicera pollinis gallwitzii* KRUTZSCH 1962b  
Präparat 70/1 (59,1/106,8)
- Fig. 5: (117) *Momipites punctatus* (R. POTONIE 1931a) NAGY 1969  
Präparat 47/1 (63,3/104,3)
- Fig. 6/7: (119) *Intratropollenites instructus* (R. POTONIE 1931d) THOMSON &  
PFLUG 1953  
Präparat 68/1 (46,0/112,5), 63/1 N (53,3/102,5)
- Fig. 8/12: (121) *Intratropollenites minimus* MAI 1961  
Präparat 217/1 (46,3/99,3), 401/1 (38,1/101,1)
- Fig. 9: (137) *Pterocaryapollenites mecsekensis* NAGY 1969  
Präparat 207/1 (61,2/101,5)
- Fig. 10: (122) *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 395/1 (48,8/107,4)
- Fig. 11: (123) *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 182/1 (53,9/106,4)
- Fig. 13/14: (126) *Extratropollenites pseudogranifer* subsp. *pseudogranifer* PFLUG in  
THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 94/1 (57,0/104,4), 411/1 N (38,5/104,2)
- Fig. 15: (124) *Triatriopollenites bituitus* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 395/1 (57,1/99,0)
- Fig. 16: (125) *Caryapollenites simplex* (R. POTONIE 1931c) RAATZ 1937 ex POTONIE  
1960  
Präparat 67/1 (56,6/112,4)
- Fig. 17: (127) *Tripollenites* sp.1  
Präparat 209/1 (58,6/100,1)
- Fig. 18: (128) *Tripollenites* sp.2  
Präparat 131/1 (42,2/111,1)
- Fig. 19: (130) *Tripollenites* sp. 4  
Präparat 241/1 (55,0/99,6)
- Fig. 20: (129) *Tripollenites* sp.3  
Präparat 195/1 (48,4/106,1)
- Fig. 21: (133) *Polypollenites undulosus* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 67/1 (65,6/102,2),
- Fig. 22: (132) *Alnipollenites verus* (R. POTONIE 1931a) POTONIE 1934  
Präparat 49/1 (50,7/109,5)
- Fig. 23: (131) *Tripollenites* sp.5  
Präparat 367/1 (48,2/95,2)
- Fig. 24/25: (136) *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POTONIE 1931b) THIERGART 1938  
Präparat 89/2 (47,5/97,3), 41/1 (55,9/109,7)
- Fig. 26: (135) *Polypollenites verrucatus* THIELE-PFEIFFER 1980 subsp. *minor*  
THIELE-PFEIFFER 1980  
Präparat 89/1 (39,1/109,3)



## Tafel 11

- Fig. 1: (139) *Periporopollenites stigmatosus* (R. POTONIE 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 261/1 (57,2/102,3)
- Fig. 2: (140) *Periporopollenites orientalisformis* (NAGY 1969) MING-MEI 2004  
Präparat 262/1 (43,7/102,2)
- Fig. 3: (138) *Chenopodipollis multiplex* (WEYLAND & PFLUG 1957) KRUTZSCH 1966d  
Präparat 173/1 (54,1/95,6)
- Fig. 4: (145) *Ericipites erecius* (R.POTONIE 1931a) R. POTONIE 1960  
Präparat 120/1 (44,7/105,8)
- Fig. 5: (141) *Multiporopollenites maculosus* (R. POTONIE 1931) PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953  
Präparat 175/1 (52,8/100,1)
- Fig. 6 (143) *Ericipites baculatus* NAGY 1969  
Präparat 68/2 (63,3/105,1);
- Fig 7: (144) *Ericipites callidus* (R.POTONIE 1931a) KRUTZSCH 1970d  
Präparat 89/1 (46,0/96,9)
- Fig. 8: (142) *Plantaginacearumpollis miocaenicus* NAGY 1963  
Präparat 208/1 (51,1/109,2)
- Fig. 9: (148) *Heliospermopsis hungaricus* NAGY 1965  
Präparat 348/1 N1 (47,8/99,0)
- Fig. 10/12: (146) *Botryococcus* cf. *braunii* KÜTZING 1849  
Präparat 89/1 (55,8/99,6), 89/1 (48,5/111,2)
- Fig. 11: (150) *Cleistosphaeridium lacustre* KÖHLER 1998  
Präparat 240/1 (45,6/101,2)
- Fig.13: (151) *Dinophytae* sp.  
Präparat 209/1 (52,5/97,0)
- Fig. 14: (147) *Pediastrum* cf. *boryanum* (TURPIN) MENEGHINI 1840  
Präparat 225/1 (56,8/97,2)



## Tafel 12

- Fig. 1: (149) Algae sp.1  
Präparat 95/1 (57,0/104,0)
- Fig. 2: Scolecodont  
Präparat 236/1 (39,8/108,3)
- Fig. 3: Diatomee  
Präparat 272/1 (47,1/111,1)
- Fig. 4: Acaridae sp. 1  
Präparat 30/1 (49,8/106,3)
- Fig. 5: Acaridae sp. 1  
Präparat 246/1 (59,3/93,0)
- Fig. 6: Acaridae sp. 2  
Präparat 17/1 N (53,0/109,4)

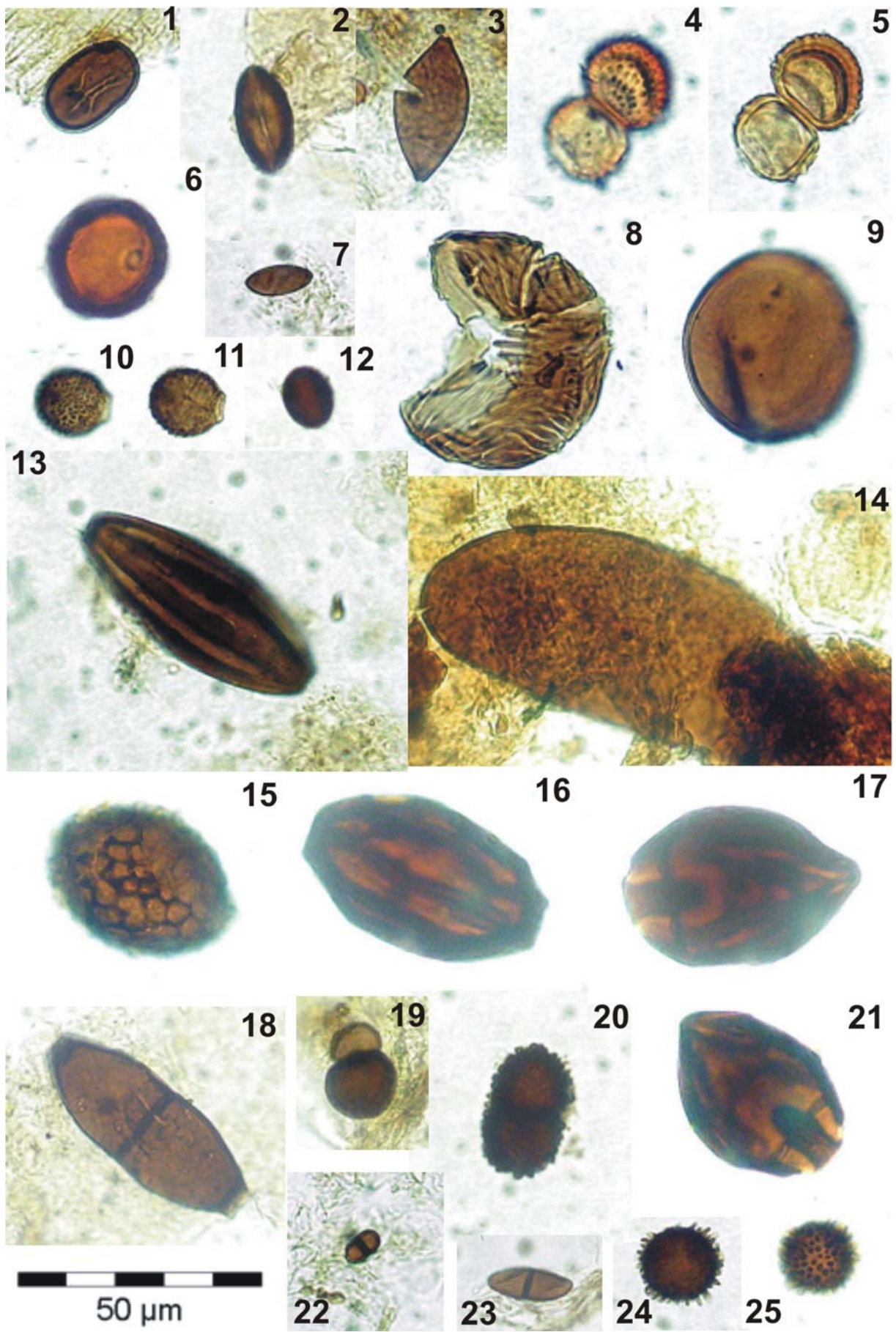


50  $\mu$ m

### Tafel 13

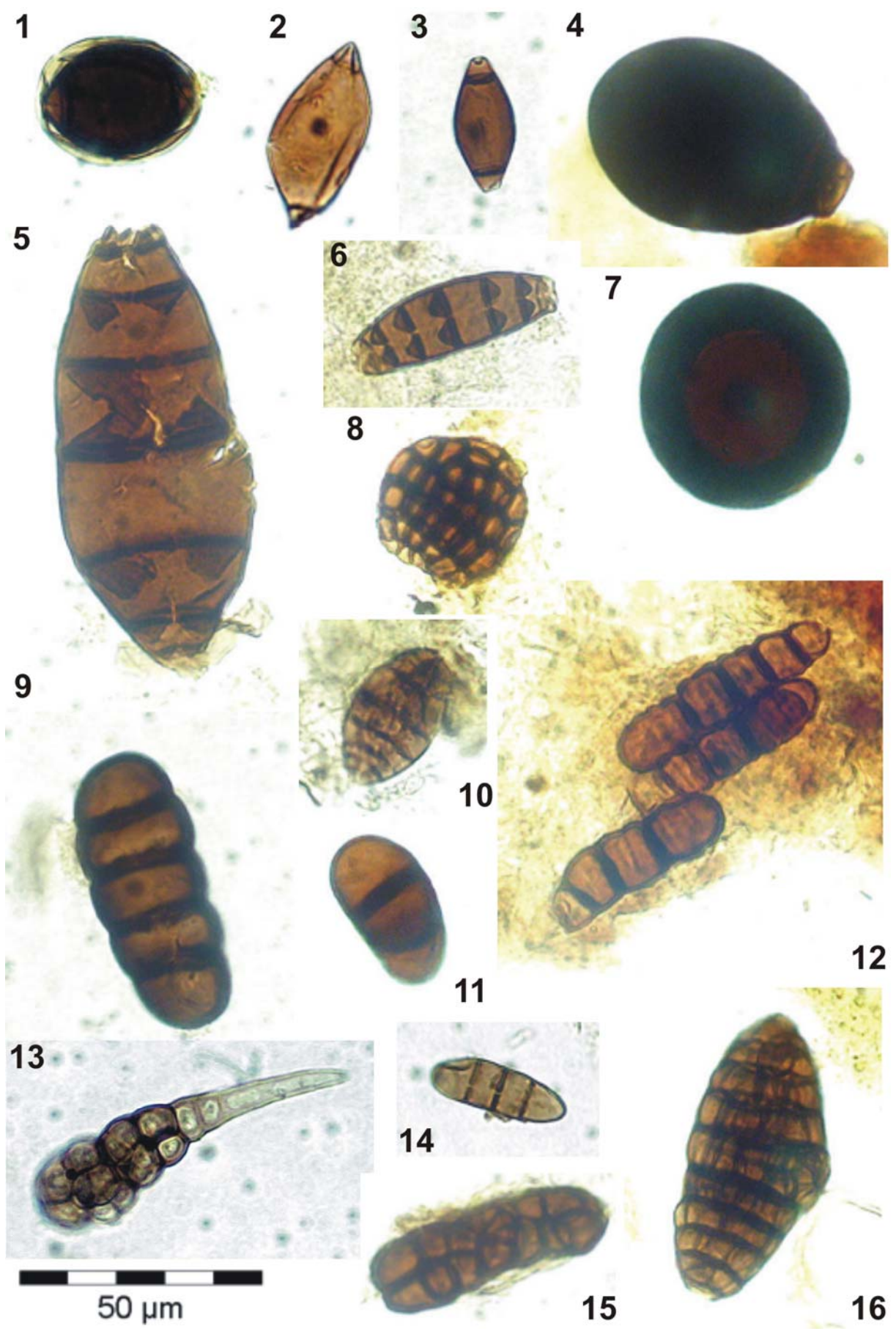
- Fig. 1: (3) *Hypoxylonites ramanujamii* ELSIK 1990  
Präparat 117/1 (58,4/102,4)
- Fig. 2: (4) *Hypoxylonites* cf. *xylaroides* SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980  
Präparat 342/1 (49,6/102,0)
- Fig. 3: (1) *Diporisorites* cf. *psilatus* KUMAR 1990  
Präparat 358/1 (50,2/97,3)
- Fig. 4/5: (7) *Inapertisorites* sp.1  
Präparat 44/1N (45,8/110,6)
- Fig. 6: (12) *Monoporisorites traversii* (EDIGER & ALISAN 1989) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 341/1 (44,9/108,7)
- Fig. 7: (6) *Inapertisorites ovalis* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 277/1 (54,1/107,0)
- Fig. 8: (8) *Inapertisorites* sp.2  
Präparat 41/1N (54,4/112,4)
- Fig. 9: (10) *Inapertisorites* sp.4  
Präparat 46/1 (43,3/104,0)
- Fig. 10/11: (14) *Monoporisorites* sp.1  
Präparat 422/1N (51,9/102,0)
- Fig. 12: (5) *Hypoxylonites* sp.1  
Präparat 347/1 (55,8/108,2)
- Fig. 13: (15) *Striadiporites boletelloides* SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980  
Präparat 15/1 (53,2/111,0)
- Fig. 14: (11) *Inapertisorites* sp.5  
Präparat 342/1 (48,5/97,0)
- Fig. 15: (17) *Striadiporites reticulatus* VARMA & RAWAT 1963  
Präparat 264/1 (48,4/103,8)
- Fig. 16: (18) *Striadiporites irregularis* KALGUTKAR 1993  
Präparat 89/1 (56,0/108,8)
- Fig. 17/21: (20) *Striadiporites* cf. *retistriatus* (KHE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 371/1 (45,3/97,6), 371/1 (57,6/102,7)
- Fig. 18: (28) *Dyadosporites* cf. *inornatus* (MARTINEZ-HERNANDEZ & TOMASINI-ORTIZ 1989) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 190/1 (45,2/112,3)
- Fig. 19: (29) *Didymoporisoronites discors* KALGUTKAR 1993  
Präparat 117/1 (57,5/96,7)
- Fig. 20: (23) *Dicellaesporites* cf. *granulatus* SONG 1985  
Präparat 262/1 (51,7/111,3)
- Fig. 22: (29) *Hildicellites normalis* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 347/1 (33,0/96,4)
- Fig. 23: (22) *Dicellaesporites* cf. *fusiformis* SHEFFY & DILCHER 1971  
Präparat 117/1 (57,1/102,4)
- Fig. 24/25: (21) *Uncinulites* sp.1  
Präparat 53/1 (51,8/106,8)





## Tafel 14

- Fig. 1: (32) *Biporopsilonites cf belluloides* (SONG 1985) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 297/1 (49,8/112,2)
- Fig. 2: (33) *Biporopsilonites cf krempii* (VARMA & RAWAT 1963) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 271/1 (54,1/99,3)
- Fig. 3: (34) *Biporopsilonites cf mollis* (KE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 383/1 (53,5/94,5)
- Fig. 4/7: (36) *Brachyosporisporites cf. tenuis* KUMAR 1990  
Präparat 336/1 (57,1/94,3), 338/1 (38,1/110,6)
- Fig. 5: (41) *Diporicellaesporites cf. laevigataeformis* KE & SHI 1978  
Präparat 327/1 (31,7/96,3)
- Fig. 6: (40) *Diporicellaesporites cf. jansonii* KALGUTKAR 1993  
Präparat 365/1 (40,0/102,7)
- Fig. 8: (39) *Dictyosporites cf. moruloides* (SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 88/1 (48,7/95,3)
- Fig. 9: (45) *Multicellites cf. cingulatus* (KE & SHI 1978) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 262/1 (46,5/103,5)
- Fig. 10: (42) *Diporicellaesporites* sp.1  
Präparat 145/1 (60,6/100,4)
- Fig. 11: (53) *Pluricellaesporites capsularis* (SHEFFY & DILCHER 1971) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 364/1 (51,7/104,1)
- Fig. 12: (48) *Multicellites* sp.2  
Präparat 177/1 (51,5/104,7)
- Fig. 13: (52) *Pluricellaesporites cooksoniae* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 266/1 (46,5/95,4)
- Fig. 14: (56) *Pluricellaesporites cf. fusiformis* KE & SHI 1978  
Präparat 133/1 (57,8/95,8)
- Fig. 15: (61) *Staphlosporonites elsikii* RAMANUJAM & SRISAILAM 1980  
Präparat 128/1 (55,9/97,6)
- Fig. 16: (60) *Staphlosporonites billelsikii* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 229/1(57,0/98,0)



## Tafel 15

- Fig. 1: (59) *Reduviasporonites* cf. *catenulatus* WILSON 1962  
Präparat 150/1 (56,7/107,9)
- Fig. 2: (58) *Quilonia* sp.1  
Präparat 376/1 (47,0/112,1)
- Fig. 3: (57) *Quilonia miocenica* (SINGH et al. 1986) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 116/1 (59,6/101,2)
- Fig. 4: (63) *Trihyphites fractus* (SONG & CAO 1989) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 357/1 (53,6/101,0)
- Fig. 5: (62) cf. *Staphlosporonites pachycellularis* (SALARD-CHEBOLDAEFF & LOCQUIN 1980) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 345/1 (42,3/103,3)
- Fig. 6: (52) *Pluricellaesporites cooksoniae* KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 248/1 (37,0/110,6);
- Fig 7: (64) *Callimothallus pertusus* DILCHER 1965  
Präparat 63/1 (51,8/95,1)
- Fig. 8: (65) *Desmidiospora willoughbyi* (BRADLEY 1967) ETHRIDGE GLASS, BROWN & ELSIK 1986  
Präparat 345/1 (51,6/96,0)
- Fig. 9: (49) *Papulosporonites* cf. *hammenii* (HASELDONCKX 1973) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 129/1 (50,4/109,5)
- Fig. 10: (51) *Paragranatisporites* cf. *vermiculus* (EDIGER 1981) KALGUTKAR & JANSONIUS 2000  
Präparat 177/1 (51,5/104,7)

