

**Paläoökologie eines Küstenmoores aus dem Eozän Mitteleuropas  
am Beispiel der Wulfersdorfer Flöze und deren Begleitschichten  
(Helmstedter Oberflözgruppe, Tagebau Helmstedt)**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten  
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

**Olaf Klaus Lenz**

aus Nienburg

Göttingen 2000

D 7

Referent: Prof. Dr. W. Riegel

Korreferent: Prof. Dr. J. Paul

Tag der mündlichen Prüfung: 26.01.2000

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>6</b>
<b>Kapitel 1 Allgemeines.....</b>	<b>7</b>
1.1 Zielsetzung.....	7
1.2 Geologischer Rahmen.....	7
1.2.1 Das Helmstedter Braunkohlenrevier .....	7
1.2.2 Paläogeographische Situation.....	8
1.2.3 Die Schichtenfolge im Helmstedter Paläogen .....	8
1.3 Erforschungsgeschichte.....	9
<b>Kapitel 2 Methodik.....</b>	<b>12</b>
2.1 Vorbemerkungen.....	12
2.2 Geländearbeit und Probennahme .....	12
2.3 Aufbereitung der Proben .....	12
2.3.1 Kohle .....	12
2.3.2 Sand-/Schluffproben.....	14
2.4 Herstellung und Aufbewahrung der Präparate .....	14
2.5 Auswertung der Präparate .....	14
<b>Kapitel 3 Die Wulfersdorfer Flözgruppe.....</b>	<b>15</b>
3.1 Vorbemerkungen.....	15
3.2 Liegendes unter Flöz 6.....	17
3.2.1 Profil A.....	17
3.2.2 Profil B .....	17
3.3 Flöz 6 .....	17
3.3.1 Profil C.....	18
3.3.2 Profil D.....	18
3.3.3 Profil E .....	18
3.4 Zwischenmittel Flöz 5/Flöz 6.....	18
3.4.1 Profil F .....	19
3.4.2 Profil G.....	19
3.5 Flöz 5 .....	19
3.5.1 Profil H.....	19
3.5.2 Profil I .....	19
3.6 Zwischenmittel Flöz 4/Flöz 5.....	20
3.6.1 Profil J.....	20
3.6.2 Profil K.....	20
3.6.3 Profil L .....	20
3.7 Flöz 4 .....	21
<b>Kapitel 4 Systematik.....</b>	<b>22</b>
4.1 Vorbemerkungen.....	22
4.2 Katalog der nachgewiesenen Sporomorphen .....	22

4.2.1	Oberabteilung Sporites .....	22
4.2.1.1	Abteilung Triletes .....	22
4.2.1.2	Abteilung Zonales .....	32
4.2.1.3	Abteilung Monoletes .....	34
4.2.2	Oberabteilung Pollenites .....	38
4.2.2.1	Abteilung Saccites .....	38
4.2.2.2	Abteilung Inapertures .....	38
4.2.2.3	Abteilung Monoporines.....	40
4.2.2.4	Abteilung Monocolpates .....	44
4.2.2.5	Abteilung Longicolpates .....	46
4.2.2.6	Abteilung Dicolpates .....	48
4.2.2.7	Abteilung Diporines .....	49
4.2.2.8	Abteilung Brevaxones .....	49
4.2.2.9	Abteilung Periporati.....	76
4.2.2.10	Abteilung Stephanoporati.....	76
4.2.2.11	Abteilung Longaxones.....	77
4.2.2.12	Abteilung Tetradites .....	100
4.2.3	Oberabteilung Phytoplankton.....	102
4.2.3.1	Abteilung Chlorophyta .....	102
4.2.3.2	Abteilung Dinoflagellata.....	104
4.2.3.3	Gruppe Acritarcha.....	113
4.3	Gesamtverzeichnis der Sporomorphen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe .....	114
4.4	Botanische Ergebnisse der systematischen Untersuchung .....	118

**Kapitel 5 Ergebnisse..... 123**

5.1	Statistische Analyse.....	123
5.1.1	Methoden.....	123
5.1.2	Probleme/Lösungen .....	124
5.1.3	Ergebnisse der Cluster-Analyse .....	126
5.2	Quantitative Analyse .....	130
5.2.1	Vorbemerkungen.....	130
5.2.2	Liegendschichten (Profile A, B) .....	130
5.2.2.1	Mikroflorenzen .....	130
5.2.2.2	Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzen.....	132
5.2.2.3	Faziesentwicklung in den Liegendschichten.....	133
5.2.3	Flöz 6 (Profile C, D, E).....	138
5.2.3.1	Mikroflorenzen .....	138
5.2.3.2	Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzen.....	141
5.2.3.3	Faziesentwicklung im Flöz 6 .....	143
5.2.3.4	Vergleich zwischen Mikropetrographie und Palynologie im Flöz 6 .....	147
5.2.4	Zwischenmittel 5/6 (Profile F, G) .....	149
5.2.4.1	Mikroflorenzen .....	149
5.2.4.2	Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzen.....	151
5.2.4.3	Faziesentwicklung im Zwischenmittel 5/6.....	152
5.2.5	Flöz 5 (Profile H, I).....	156
5.2.5.1	Mikroflorenzen .....	156
5.2.5.2	Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzen.....	157
5.2.5.3	Faziesentwicklung im Flöz 5 .....	158
5.2.6	Zwischenmittel 4/5 (Profile J, K, L).....	162
5.2.6.1	Mikroflorenzen .....	162
5.2.6.2	Korrelation zwischen Cluster-Analyse und Mikroflorenzen.....	165
5.2.6.3	Faziesentwicklung im Zwischenmittel 4/5 .....	166
5.2.7	Das kohlige Band im Zwischenmittel 4/5 (Isopollenkarten) .....	173
5.2.7.1	Vorbemerkungen.....	173
5.2.7.2	Mangrove .....	174
5.2.7.3	Aquatatische Elemente .....	176
5.2.7.4	Marschelemente .....	177
5.2.7.5	Palmen .....	179
5.2.7.6	Farne .....	180

5.2.7.7	Bruchwaldelemente .....	181
5.2.7.8	Fazit .....	183
5.2.8	Flöz 4 (nach HAMMER 1996).....	185
5.2.9	Einige Bemerkungen zum Auftreten der Dinoflagellaten .....	186
5.3	Abschließender Überblick.....	188
5.3.1	Vorbemerkungen .....	188
5.3.2	Die Entwicklung des Ökosystems innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe .....	188
5.3.3	Faktor-Analyse .....	191
5.3.4	Vergleich zu den Moortypen und Pflanzenvereine nach PFLUG 1952.....	194

**Kapitel 6 Stratigraphie..... 196**

6.1	Bisherige Einstufungen.....	196
6.2	Die stratigraphische Einordnung der Wulfersdorfer Flözgruppe .....	196
6.3	Vergleich der Helmstedter Unter- und Oberflözgruppe .....	201
6.4	Vergleich mit den Mikrofloren aus der Westmulde (Oberflöz-gruppe).....	204
6.5	Vergleich mit der Mikroflora aus dem Geiseltal.....	205

**Kapitel 7 Klima..... 209**

7.1	Das Klima im Eozän .....	209
7.2	Klimaindikatoren aus der Wulfersdorfer Flözgruppe.....	211

**Kapitel 8 Literaturverzeichnis ..... 216**

**Anhangverzeichnis**

Anhang A	Profile
Anhang B	Prozentwerttabellen
Anhang C	Statistische Analysen
Anhang D	Isopollenkarten
Anhang E	Ökosystem-Modelle
Anhang F	Fototafeln

**Anlagenverzeichnis**

Anlage 1	Pollendiagramm der Profile A/C/F/H/J (Gesamtprofil Wulfersdorfer Flözgruppe)
Anlage 2	Pollendiagramm Profil B (Liegendschichten)
Anlage 3	Pollendiagramm Profil D (Flöz 6)
Anlage 4	Pollendiagramm Profil E (Flöz 6)
Anlage 5	Pollendiagramm Profil G (Zwischenmittel 5/6)
Anlage 6	Pollendiagramm Profil I (Flöz 5)
Anlage 7	Pollendiagramm Profil K (Zwischenmittel 4/5)
Anlage 8	Pollendiagramm Profil L (Zwischenmittel 4/5)
Anlage 9	Principal Component-Analyse: Faktor 1: „factor scores“
Anlage 10	Principal Component-Analyse: Faktor 2: „factor scores“
Anlage 11	Principal Component-Analyse: Faktor 3: „factor scores“

# Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit beinhaltet eine umfangreiche palynologische Bearbeitung der mitteleozänen Wulfersdorfer Flözgruppe aus der Helmstedter Oberflözgruppe. Insgesamt 232 Proben aus 12 Profilen wurden bearbeitet, um vor allem fazielle Fragestellungen zu klären, die schließlich zu einer möglichst genauen Rekonstruktion des Ökosystems führen sollten. Zusätzlich konnte dabei auf vorhandene Untersuchungen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe zurückgegriffen werden, die sich mit kohlepetrographischen, sedimentologischen und palynofaziellen Fragestellungen beschäftigt haben, so daß eine umfangreiche Datensammlung zur Verfügung stand.

Insgesamt konnten in der Wulfersdorfer Flözgruppe 182 Palynomorphen-Taxa festgestellt werden, die sich aus 26 Sporen- und 130 Pollentaxa sowie 7 Prasinophyten-, 18 Dinoflagellaten-Arten und einem Acritarchen zusammensetzen.

Die quantitative Verteilung der Palynomorphen ist in insgesamt 8 Pollendiagrammen dargestellt, wobei eines dieser Pollendiagramme, welches aus 5 Profilen zusammengesetzt ist, eine kontinuierliche Abfolge durch nahezu die gesamte Wulfersdorfer Flözgruppe wiedergibt. Die übrigen 7 Pollendiagramme sind als Vergleichsdiagramme für bestimmte Abschnitte der Flözgruppe heranzuziehen, so daß sich dadurch laterale bzw. flächenhafte Verteilungen der Palynomorphen verfolgen lassen. Um eine objektive Basis für die Auswertung dieser Diagramme zu erhalten ist zusätzlich auf verschiedene Methoden multivariater Statistik wie der Cluster-Analyse und der Principal Component-Analyse zurückgegriffen worden.

Die Wulfersdorfer Flözgruppe besteht aus drei Flözen, die von zwei Zwischenmitteln getrennt werden. Nach sedimentologischen Untersuchungen ist diese Abfolge in einem küstennahen ästuarinen Milieu abgelagert worden. Von den Liegendschichten unter bis zu den Hangendschichten über der Flözgruppe ist palynologisch eine kontinuierliche Abnahme der marinen Beeinflussung an Hand der stetig sinkenden Dinoflagellatenvorkommen zu verzeichnen, die sich auch sedimentologisch nachvollziehen läßt. Das Ästuar schob sich demnach im Laufe der Entwicklung der Wulfersdorfer Flözgruppe immer weiter seewärts, Transgressionen, die zur Sedimentation der beiden Zwischenmittel führten, bekamen weniger Einfluß. Letztendlich ist im Hangenden der Flözgruppe von rein fluviatiler Sedimentation auszugehen.

Die Vegetation in diesem Ablagerungsraum zeichnet sich durch eine deutliche Zonierung aus, die abhängig von der Küstennähe und dem Salzgehalt des Wassers ist. Zusammen mit dem Ästuar wandern diese Vegetationszonen im Laufe der Ablagerung der Flözgruppe in Regressionsphasen seewärts, in Transgressionsphasen landeinwärts. Die damit verbundenen Schwankungen in der Häufigkeit der Palynomorphen sind somit faziellen Ursprungs und weniger klimatischen Ursachen zuzuschreiben.

Palynologisch gibt es keine Hinweise, daß es im Laufe der Ablagerung der Wulfersdorfer Flözgruppe gravierende Veränderungen in der Zusammensetzung der Vegetation gegeben hat. Die einzelnen Vegetationseinheiten sind in der gesamten Flözgruppe immer wiederzufinden. Nachgewiesen ist in Küstennähe eine Mangrove, deren Hauptelemente *Rhizophora*, *Avicennia*, *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* sowie im Übergangsbereich zum Hinterland *Nypa* sind. Besonders deutlich sind die Struktur und die flächenhafte Verteilung der Mangrove in den Isopollenkarten zu verfolgen. Untersuchungsobjekt war ein kohliges Band im oberen Zwischenmittel, welches als isochrone Ablagerung angesehen werden kann. Insgesamt wurden 28 Proben aus diesem Horizont bearbeitet, aus denen 24 Verteilungskarten für einzelne Taxa oder Pollengruppen erstellt wurden, die die Standorte der Mutterpflanzen in diesem als Verlandungszone angesehenen Bereich wiedergeben. Weiterhin zeigen die Karten, daß die Pollentaxa sehr unterschiedliche Verteilungsmuster aufweisen, in dem einige Formen nur in eng begrenzten Bereichen auftauchen, andere flächendeckend mit der gleichen Häufigkeit erscheinen, so daß eine unterschiedliche fazielle Relevanz einzelner Taxa deutlich wird.

Hinter der Mangrove breitet sich abhängig vom Salzgehalt des Wassers eine brackische bzw. Süßwassermarsch aus. Hauptelemente sind die Restionaceen und Sparganiaceen, charakteristische Begleiter sind im Bereich der brackischen Marsch *Plicapollis pseudoexcelsus*, im Bereich der Süßwassermarsch *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*. Die buschartigen Mutterpflanzen dieser Pollen haben wahrscheinlich als Pionierpflanzen die Marsch besiedelt. Häufige Elemente wie die Palmen siedelten sich dagegen hauptsächlich in sogenannten Hammocks an, die innerhalb der Marsch verbreitet waren. Besonders gut läßt sich die Lage verschiedener Hammocks und deren Bewuchs aus den Isopollenkarten ablesen.

Hinter der Marsch folgt ein Bruchwald, der von *Triporopollenites robustus*, *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* dominiert wird. Es können zwei Bruchwald-Typen unterschieden werden. Typ 1 wird hauptsächlich von *T. robustus*, Betulaceen, Cyrrillaceen und Sapotaceen gebildet. Taxodiaceen und Süßwasserplanktonformen wie *Botryococcus* zeigen feuchte Bedingungen an. In bestimmten Bereichen läßt die Assoziation von Ericaceen, Nepenthaceen und Betulaceen einen Rückschluß auf nährstoffarme Bedingungen zu. Bruchwald-Typ 2 wird hauptsächlich von den Fagaceen *T. liblarensis* und *T. cingulum*, Myricaceen, Juglandaceen, Aquifoliaceen und Nysaceen gebildet.

Auf Grund des Vorkommens von *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) und der Ausbreitung der Küstenmangrove kann von einem zumindest subtropisch/tropischen Klima, wenn nicht sogar tropischen Bedingungen ausgegangen werden, die vergleichbar mit den klimatischen Bedingungen in rezenten indomalayischen Mangroven sind. Al-

lerdings lassen außer den Mangroveelementen alle anderen Palynomorphen-Taxa eine eindeutige Zuordnung zu tropischen Bedingungen nicht zu. Zumindest scheint das Klima wärmer als im landeinwärts gelegenen Geiseltal gewesen zu sein.

Stratigraphisch ist die Wulfersdorfer Flözgruppe auf Grund des Auftretens bzw. Fehlens wichtiger Leitformen in die Pollenzone SP4 bzw. den Dinoflagellatenzonen D9 bis D10 einzuordnen. Die Abfolge ist somit ins untere Miozän zu stellen. Problematischer ist die stratigraphische Stellung der Abfolge im Vergleich mit den Flözen aus der Westmulde der Helmstedter Oberflözgruppe. Eine zeitgleiche Ablagerung mit dem Viktoria-Flöz ist aber anzunehmen. Das Unterflöz der Oberflözgruppe in der Westmulde ist eindeutig älter, das Treue-Flöz jünger. Ein Vergleich mit der Geiseltalkohle legt eine Einstufung in die SPP-Zone 15 nahe. Eine genauere Einstufung in die Zone 15B ist auf Grund der wenigen diagnostischen Leitformen mit Vorsicht zu betrachten.

# Vorwort

Diese Arbeit entstand auf Anregung von Prof. Dr. W. Riegel, dem Betreuer der vorliegenden Dissertation, für dessen Unterstützung und Interesse am Fortgang der Untersuchungen ich mich herzlich bedanke. Auch Prof. J. Paul, der freundlicherweise die Zweitbegutachtung der Arbeit übernahm, gehört mein Dank.

Der Betriebsleitung der Braunschweigischen Kohlen-Bergwerke AG (BKB), besonders Herrn Schinkmann, danke ich für die Erlaubnis, den Tagebau Helmstedt zu betreten sowie mir wichtiges Kartenmaterial zur Verfügung zu stellen. Ferner wurde mir durch zwei Baggerschürfe eine Profilaufnahme der Liegendschichten ermöglicht.

Ein besonderer Dank gilt der „Florida-Gruppe“, der neben Prof. Riegel die Dipl.-Geol. V. Bullwinkel und T. Bode angehört haben. Ihre stete Diskussionsbereitschaft hat mir in wichtigen Situationen stets geholfen. Weiterhin möchte ich mich bei allen weiteren Mitarbeitern der Arbeitsgruppe von Prof. Riegel bedanken, besonders bei Dr. P. Khanaqa, der sich durch eine unermüdliche Bereitschaft zum Gedankenaustausch über geologische Fragestellungen aller Art auszeichnet. Ich glaube, ein angenehmeres Arbeitsklima als in dieser Arbeitsgruppe ist nicht zu finden.

Die Graduiertenförderung des Landes Niedersachsen unterstütze diese Dissertation im Rahmen eines Stipendiums. Allen, die mir diese finanzielle Unterstützung ermöglicht haben und Vertrauen in meine Fähigkeiten gesetzt haben, bin ich sehr dankbar.

Ein besonderes Anliegen ist es mir, meiner Frau Dagmar Reise für ihr weitreichendes Verständnis gegenüber meinem nervenaufreibenden Treiben in den letzten drei Jahren zu danken, welches immerhin mit der Geburt unserer beiden Töchter zusammenfiel.

Natürlich gilt auch meinen Eltern ein besonderer Dank, die mich schon von Beginn meines Studiums an ohne Klage moralisch und vor allem finanziell unterstützt haben.



# Kapitel 1 Allgemeines

## 1.1 Zielsetzung

Diese Dissertation ist Teil einer intensiven Bearbeitung des Helmstedter Tertiärs durch eine Arbeitsgruppe am Institut und Museum für Geologie und Paläontologie der Universität Göttingen. Ziel einer Reihe von Diplomarbeiten und Dissertationen ist es, mit Hilfe sedimentologischer, kohlepetrographischer, paläobotanischer und palynologischer Untersuchungen ein Faziesmodell der kohleführenden Schichten zu erstellen.

In diesem Rahmen steht die hier vorliegende Dissertation, die sich mit den eozänen Wulfersdorfer Flözen und deren Begleitschichten, aufgeschlossen im Tagebau Helmstedt, beschäftigt, wobei zum einen ein Ökosystem mit Hilfe von palynologischen Daten unter Berücksichtigung von Sedimentologie und Kohlepetrographie rekonstruiert und dessen Entwicklung über einen längeren Zeitraum hinweg verfolgt wird. Zum anderen ist versucht worden, mit Hilfe multivariater statistischer Methoden Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die Vielzahl der palynologischen Daten auf einfache und anschauliche Art und Weise analysiert und dargestellt werden können, so daß eine sinnvolle Ergänzung zu der klassischen Methode der Darstellung im Pollendiagramm erreicht wird. Als weiterer wichtiger Punkt wird mit der Erstellung sogenannter Isopollenkarten eine Methode vorgestellt, die eine große Bedeutung für die ökologische Interpretation gewinnen kann. Hierbei erfolgen palynologische Untersuchungen flächenhaft, so daß zeitgleiche Ablagerungen untersucht werden und Verteilungskarten wichtige botanische und fazielle Informationen liefern.

Weiterhin ist versucht worden, die Wulfersdorfer Flözgruppe palynostratigraphisch in gut untersuchte und datierte Abfolgen wie die Geiseltalkohle einzuordnen. Abschließend erfolgt eine Analyse der klimatischen Verhältnisse mit Hilfe palynologischer Klimaindikatoren.

## 1.2 Geologischer Rahmen

### 1.2.1 Das Helmstedter Braunkohlenrevier

Das Braunkohlenvorkommen in Helmstedt gehört zu einer Reihe von Braunkohlenrevieren, die zusammen die eozäne Mitteldeutsche Braunkohle bilden, die ihre größte Verbreitung in der Leipziger Tieflandsbucht besitzt. Das Helmstedter Braunkohlenrevier, ca. 35 km östlich von Braunschweig gelegen, kann dabei als der nördlichste Ausläufer des Mitteldeutschen Braunkohlenreviers angesehen werden. Der Tagebau Helmstedt (Abb. 1.1) ist der am nördlichsten gelegene Tagebau und befindet sich wenige 100 m südlich des Stadtgebietes von Helmstedt. Er wird durch die Braunschweigischen Kohlen-Bergwerke AG (BKB) betrieben.

Die Braunkohlenvorkommen in Helmstedt lagern in einem schmalen Tertiärbecken, das sich von Helmstedt im Nordwesten bis Staßfurt im Südosten über eine Länge von ca. 65 km erstreckt. Das nur 6 – 8 km breite Becken wird durch einen Zechsteinaufbruch in eine Ost- und in eine Westmulde geteilt (Abb. 1.2). Der Zechsteinaufbruch, der stellenweise oberflächennah einen Gipshut besitzt und die ihn begleitenden Tertiärbecken gehören zu einer Reihe von Mulden und Senken im Raum zwischen dem Harz im Südwesten und dem Flechtinger Höhenzug im Nordosten. Während DIENEMANN (1925) und VETTER (1932) in der Hauptsache noch orogenetische Vorgänge als verantwortlich für die Bildung der Helmstedter Doppelmulde heranziehen, stellten KÖLBEL et al. (1942) sowie MANGER (1952) erstmals halokinetische Prozesse in den Vordergrund. Durch den hohen Überlagerungsdruck der darüberliegenden jüngeren Sedimente und der damit verbundenen Temperaturerhöhung wurde das Zechsteinsalz plastisch verformbar, so daß es während des Tertiärs in bestimmte Schwächezonen des Deckgebirges einwanderte (LOOK 1984). Die Randsenken sind also Produkte einer Salzabwanderung, wobei die Struktur der Tertiärsenke nach MANGER (1952) bereits vor dem Eozän angelegt worden ist.

In der Gegend um Helmstedt wird die Tertiärmulde durch den sogenannten „Offleben-Barneberger Buntsandsteinsattel“ in die zwei Senken geteilt, wobei sich im Kern des Buntsandsteinsattels das Zechsteinsalz befindet. Der Sattel geht nach Nordwesten in den „Dorm-Sattel“ und nach Südosten in den „Staßfurt-Egelner Rogensteinsattel“ über (MANGER 1952).

Nach LOOK (1984) wurden während der Hebung des Sattels die sich bildenden Randmulden mit klastischen Sedimenten gefüllt. Die Absenkung der Mulden und die Heraushebung des Mittelsattels sind dabei als zeitgleiche Vorgänge anzusehen (MANGER 1952). Bei hohem Grundwasserspiegel und günstigen klimatischen Bedingungen kam es dann zur Moorbildung. Im Helmstedter Tertiär bildete sich so ein 400m mächtiges Schichtpaket, in dem eine ganze Reihe von Kohleflözen entstanden, die in beiden Mulden ausgebildet sind.

MANGER (1952) befürwortet die Annahme, daß die Ablagerungen im Helmstedter Tertiärbecken in zwei getrennten Salzabwanderungsmulden gebildet wurden. Es erfolgte eine Ablagerung der tertiären Sedimente in den Randsenken synchron zur Heraushebung des Sattels. QUITZOW (1948) geht dagegen bei der Bildung der Unterflözgruppe von einem einheitlichen Sedimentationsraum aus, während die Oberflözgruppen in der Ost- und

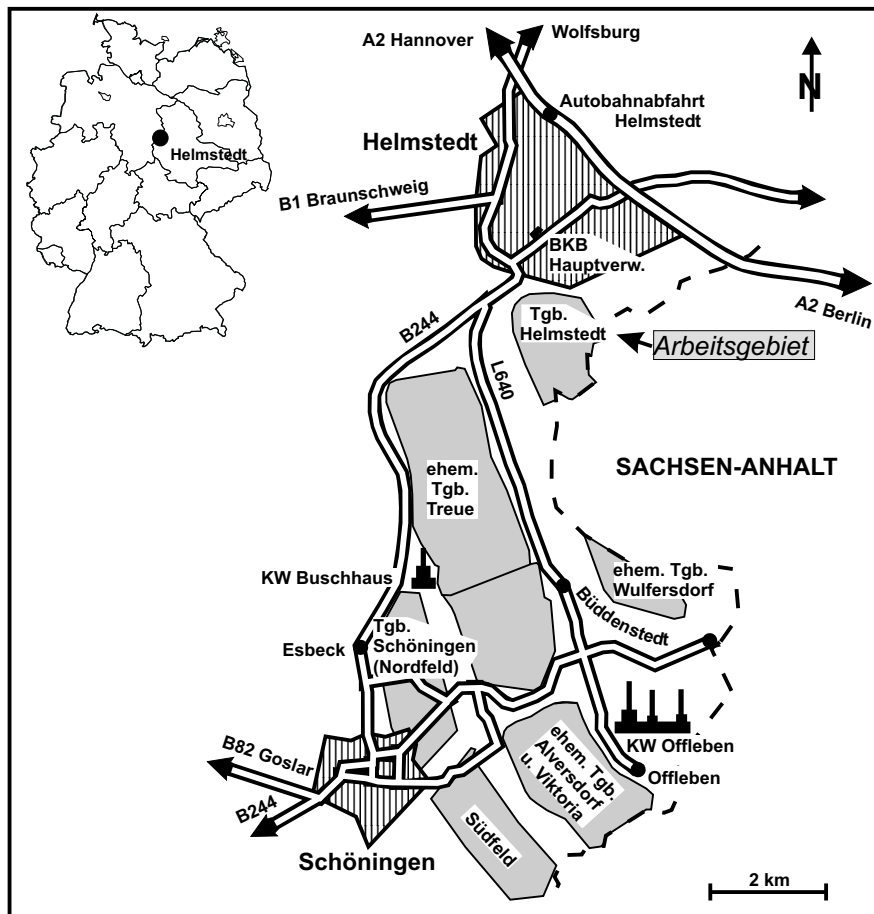


Abb. 1.1: Das Helmstedter Braunkohlenrevier (verändert nach LOOK 1984); die Tagebaue sind in ihren ehemaligen Grenzen eingezeichnet und zum Großteil heute bereits rekultiviert.

Westmulde nach der Sattelhebung in getrennten Sedimentationsräumen abgelagert wurden. Jüngere Untersuchungen argumentieren allerdings für einen einheitlichen Sedimentationsraum (LIETZOW 1991).

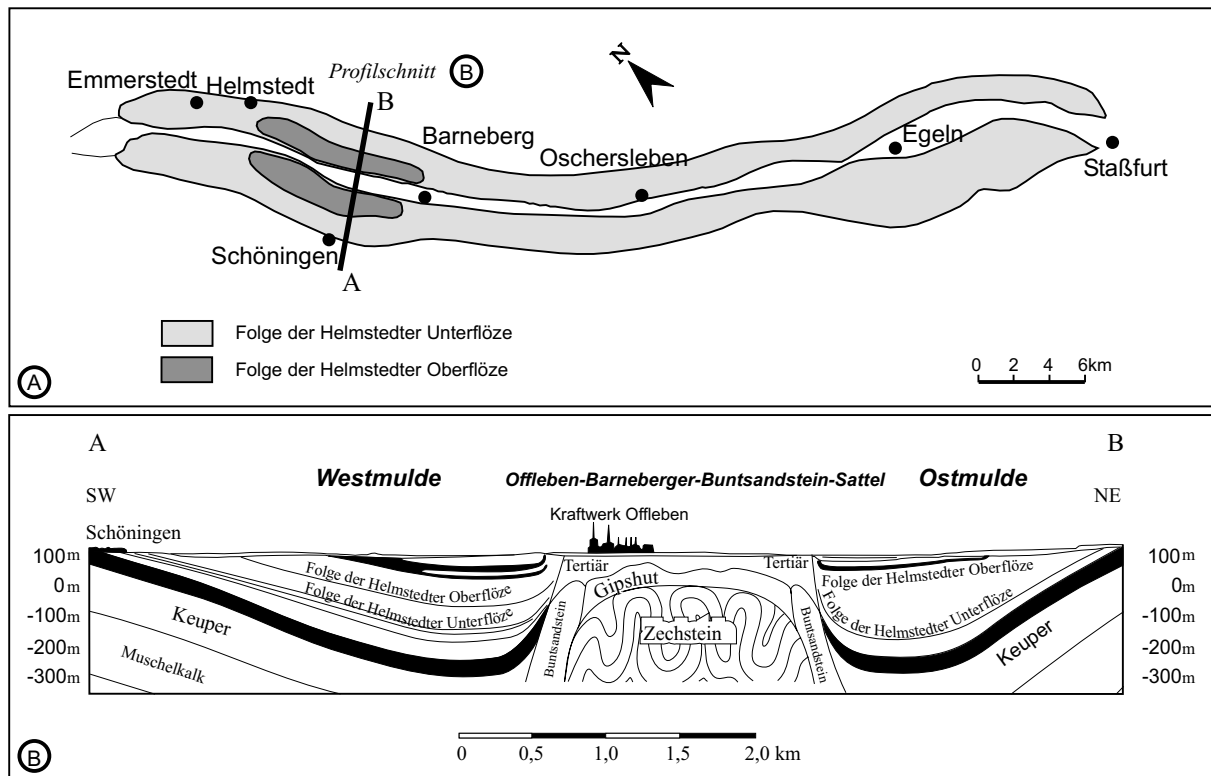
### 1.1.1 Paläogeographische Situation

Mitteleuropa stellt im Alttertiär eine längliche, sich Ost–West erstreckende Landmasse dar, die zeitweise vollkommen von Meeren umgeben ist (Abb. 1.3). So ist im Süden die Landmasse vom nördlichen Tethysarm, im Westen vom Mittelatlantik und seinen Nebenmeeren, im Nordwesten vom Nordseebecken und im Osten vom dänisch-polnisch-ukrainischen Schelfmeer begrenzt (KRUTZSCH et al. 1992).

Im Raum Halle-Helmstedt ist im mittleren Eozän eine Bucht ausgebildet, die weit in das Landesinnere nach Südosten reicht (Abb. 1.3). In dieser Bucht, in der die mitteldeutschen Braunkohlelagerstätten entstanden, sind zahlreiche marine Horizonte eingelagert, deren lagunärer Charakter nach LIETZOW et al. (1990) durch monotypische Foraminiferen-Faunen und Spurenfossilien bewiesen ist. Gesteuert von den halokinetischen Bewegungen in Verbindung mit eustatischen Meeresspiegelschwankungen entstanden also verschiedenartig marin beeinflusste Sedimentationsräume, in denen sich bei günstigen Bedingungen die kohlebildenden Wälder ausbreiteten. Bei der in derselben Bucht abgelagerten Geiseltalkohle (Abb. 1.3), einer weiteren klassischen Fossilagerstätte des Eozäns, ist dagegen keine marine Beeinflussung mehr nachzuweisen.

### 1.1.2 Die Schichtenfolge im Helmstedter Paläogen

Den Untergrund der paläogenen Schichten in der Helmstedter Tertiärsenke bilden mesozoische Keuper- und Jura-Tone, während oligozäne und quartäre Schichten die Flözgruppen überlagern (LIETZOW 1991). Dazwischen befinden sich die maximal 400m mächtigen paläogenen Schichten. Schon früh wurden diese in eine Liegende (Untere) Flözgruppe und in eine Hangende (Obere) Flözgruppe unterteilt, denen man ein unter- bzw. miozän-äres Alter zuschrieb. Nach jüngeren Untersuchungen werden die eozänen Schichten in einzelne Folgen unterschieden (LIETZOW et al. 1990). Die Liegende Flözgruppe ist nun ein Teil der „Folge der Helmstedter Unterflöze“ und besitzt ein untereozän-äres Alter. Über dieser Folge setzt die „Folge der Helmstedter Oberflöze“ ein, die die Hangende Flözgruppe enthält. Die beiden Folgen werden durch eine Transgression voneinander getrennt, die wohl bereits im Untereozän einsetzt, da der untere marine Teil der Folge der Helmstedter Oberflöze, der sogenannte „Emmerstedter Grünsand“, noch ein untereozän-äres Alter aufweist. Die kohleführenden Anteile dieser Folge sind



**Abb. 1.2:** Tertiärmulden und Zechsteinaufruch des Helmstedter Braunkohlenreviers (verändert nach Look 1984).

Folge sind aber auf jeden Fall mitteleozänen Alters. Die über diesen Schichten folgenden Ablagerungen, die als Annenberg-, Gehlberg- und Silberberg-Schichten bezeichnet werden und rein marine Ablagerungen enthalten, können als „Folge des marinen Unter-Oligozän/Ober-Eozän“ zusammengefaßt werden.

Die West- und Ostmulde der Helmstedter Tertiärmulde zeigen einen ähnlichen Aufbau (Abb. 1.4). Die Schichten in den beiden Mulden enthalten in den Folgen der Helmstedter Unterflöze eine ganze Reihe von Flözen. Das mächtigste dieser Flöze ist in beiden Mulden das am tiefsten gelegene und wird in der Westmulde als „Prinz-Wilhelm-Flöz“ und in der Ostmulde als „Glückauf-Flöz“ bezeichnet. Nach DIENEMANN (1925) folgen in der Ostmulde 6 – 8 sowie in der Westmulde 5 – 11 weitere Flöze. Diese sind aber wesentlich geringmächtiger als das „Prinz-Wilhelm-“ bzw. „Glückauf-Flöz“.

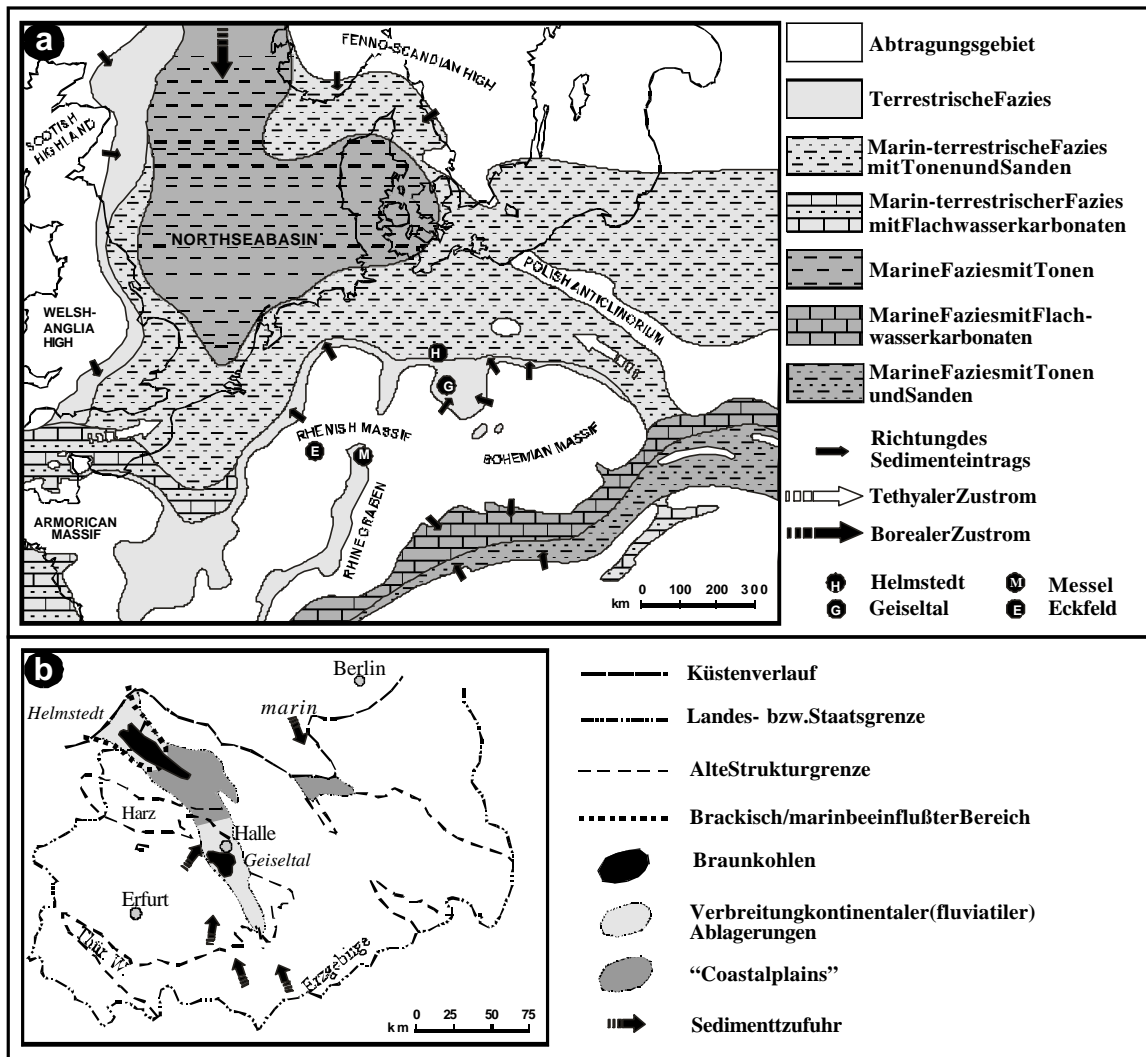
Während die Folge der Helmstedter Unterflöze zumindest mit einem Teil ihrer Flöze über das gesamte Gebiet der Tertiärmulden verbreitet ist, nimmt die Folge der Helmstedter Oberflöze in ihrer Horizontalverbreitung einen wesentlich kleineren Raum ein. Sie erstreckt sich in beiden Mulden von Helmstedt bis etwa 1 km nördlich von Barneberg.

Auch die Folge der Helmstedter Oberflöze zeichnet sich durch einen ähnlichen Aufbau in beiden Senken aus. Die Westmulde wird durch zwei abbauwürdige Flöze gekennzeichnet. Das ältere dieser Flöze, das sogenannte „Victoria-Flöz“, ist etwa 10 – 13 m mächtig. Über einem ca. 10 m mächtigen Zwischenmittel folgt das 18 – 25 m mächtige „Treue-Flöz“. In jüngerer Zeit ist noch ein weiteres, etwa 4 m mächtiges, schmales Flöz im Tagebau Alversdorf entdeckt worden, das sich unter dem Viktoria-Flöz befindet und als Unterflöz der Oberflözgruppe bezeichnet wird. In der Ostmulde wird die Oberflözgruppe durch sechs Flöze gebildet, von denen die unteren drei, die gemäß der Zählung der BKB als Flöze 4, 5 und 6 erfaßt werden, unter der Bezeichnung „Wulfersdorfer Flözgruppe“ zusammengefaßt sind. Gegenstand dieser Arbeit sind neben diesen Flözen auch die Zwischenmittel und Liegendschichten dieser Flözgruppe. Die Flöze 4 bis 6 sind durchschnittlich 4 m mächtig und werden durch kohlig-sandige bis schluffige Zwischenmittel getrennt.

Im oberen Teil der Oberflözgruppe befinden sich mit den Flözen 1 und 2 (Flöz Helmstedt) und dem Flöz 3 (Mittelflöz) die drei anderen Flöze der Ostmulde.

### 1.3 Erforschungsgeschichte

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts wurden erste Arbeiten über die Helmstedter Braunkohlenreviere veröffentlicht. So beschrieb WEICHSEL (1848) die Ablagerungen der Helmstedter Braunkohlen sowie deren Liegend- und Hangendschichten. Einen Vergleich zu den eozänen Ablagerungen Englands zog RÖMER (1863). VON STROMBECK (1863) und VON KOENEN (1865) ordneten die Braunkohlevorkommen in das Oligozän ein.

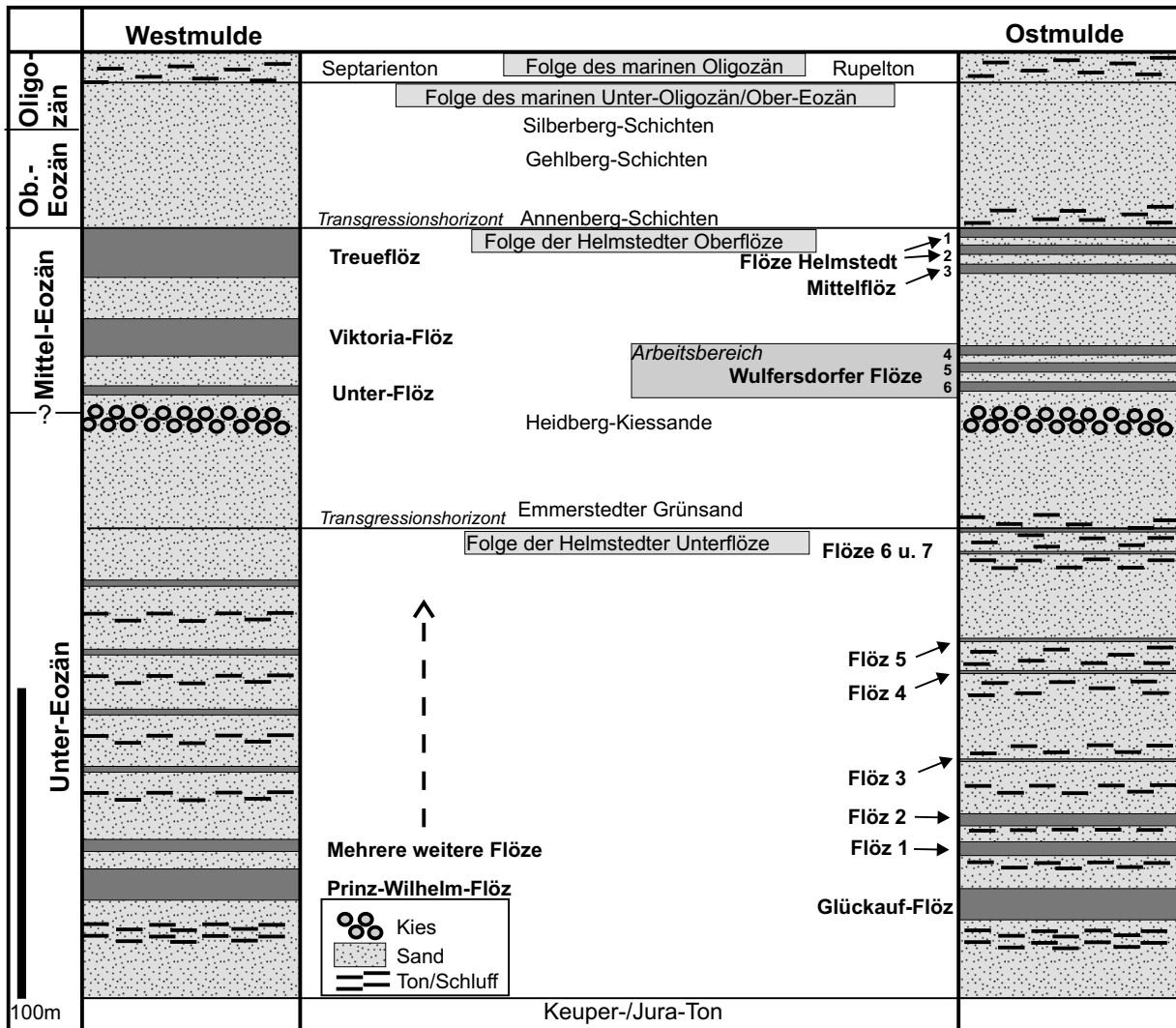


**Abb. 1.3:** Die paläogeographische Situation: a) Europa im Eozän; aus BULLWINKEL (1996), verändert nach ZIEGLER 1990; b) Mitteleuropa im tieferen Miozän; verändert nach KRUTZSCH et al. 1992).

Anfang des 20. Jahrhunderts beschrieb DORSTEWITZ (1902) die Lagerungsverhältnisse der kohleführenden Schichten. Auf die tektonischen Beziehungen zwischen der Tertiärmulde und dem Flechtinger Höhenzug ging SCHMIERER (1910) ein. Wenig später erschien die Erläuterung zur geologischen Karte von Blatt Helmstedt (SCHMIERER 1914). SCHRÖDER (1916) befaßte sich mit eozänen Säugetierresten aus Nord- und Mitteleuropa, wo er unter anderem auch auf Funde aus Helmstedt einging. Eine Zusammenfassung des damaligen Wissensstandes lieferte DIENEMANN (1925). Er ging dabei hauptsächlich auf tektonische und stratigraphische Fragen ein. KÖLBEL et al. (1942) analysierten dann erstmals mit Hilfe geophysikalischer (seismischer) Methoden die Braunkohlenmulde. Auf die Altersbeziehung zwischen dem marinen Eozän Norddeutschlands und der Helmstedter Braunkohlenformation ging QUITZOW (1948) ein. MANGER (1952) beschrieb den Zusammenhang zwischen halokinetischen Bewegungen und der Bildung der Braunkohlelagerstätten.

Erstmals palynologisch wurden die Helmstedter Braunkohlen von PFLUG (1952) untersucht, der vor allem stratigraphischen Fragen nachgegangen ist, seine Ergebnisse aber auch paläoökologisch im Sinne der von THOMSON und TEICHMÜLLER (in TEICHMÜLLER 1958) an der niederreihischen Braunkohle entwickelten Modellvorstellungen interpretierte. PFLUG berichtete von deutlichen Unterschieden zwischen der Oberflöz- und Unterflözgruppe. Anhand von Pollenspektren machte PFLUG Angaben über die Pollenvergesellschaftungen und den daraus resultierenden Pflanzenvereinen. Außerdem versuchte er, die Hell-Dunkel-Bänderung der Flöze zu deuten.

OEHLSCHLEGEL (1964) ging bei seinen geochemischen Untersuchungen an nordwestdeutschen und nordhessischen tertiären Braunkohlen vor allem der Frage nach den hohen Bor-Gehalten in den Helmstedter Braunkohlen nach. Zur Paläobotanik des Helmstedter Tertiärs sind vor allem die holzanatomischen Arbeiten von GOTTWALD (1966, 1992) zu nennen, der anhand verschiedener Baumarten Rückschlüsse auf klimatische Bedingungen zog. Dabei wurden hauptsächlich Funde aus den marinen Deckschichten der Oberflözgruppe bearbeitet, aber auch aus einem Zwischenmittel der Oberflözgruppe.



**Abb. 1.4:** Schematische Übersicht über die tertiäre Schichtenfolge in der West- und Ostmulde; nach LOOK (1984) und LIETZOW (1991).

Vergleichende Untersuchungen führte KRUTZSCH (1976) durch, der die Mikroflora der Braunkohle des Geiseltales mit der Oberflözgruppe der Helmstedter Ostmulde verglich. Blätter und Blattreste aus dem Liegenden von Flöz Helmstedt im Tagebau Helmstedt wurden von WILDE (1989) in seine Bearbeitung der Flora von Messel einbezogen und zu regionalen Vergleichen mit weiteren eozänen Floren Mitteleuropas genutzt.

Palynostratigraphisch wurden Profile aus Helmstedt, Nordhessen und des südlichen Anschlußgebietes von PFLUG (1986) bearbeitet, wobei er unter anderem das Viktoria- sowie das Treue-Flöz detailliert palynologisch bearbeitete und in stratigraphische Zonen unterteilte.

In jüngerer Zeit erfolgt eine Bearbeitung des Helmstedter Tertiärs durch zwei Göttinger Arbeitsgruppen, die sich mit der Gesamtbeckenanalyse (z. B. LIETZOW et al. 1990, SCHMIDT 1990, LIETZOW 1991) und der Rekonstruktion der paläoökologischen Verhältnisse beschäftigen. Hier seien die wichtigen Diplomarbeiten unter der Leitung von Prof. W. RIEGEL von WINTGEN (1991), EBE (1992), BODE (1994), LENZ (1994), SCHIEMANN (1994), HAMMER (1996), BULLWINKEL (1996), JUNGSMANN (1996), NATGE-EFOGHE (1997) und HAMMER-SCHIEMANN (1998) erwähnt, die sich mit palynologischen, kohlepetrographischen und sedimentologischen Fragen der Oberflözgruppe befaßt haben.

# Kapitel 2 Methodik

## 2.1 Vorbemerkungen

Die drei unteren Flöze der Oberflözgruppe im Tagebau Helmstedt werden gemäß der Nomenklatur der Braunschweigischen Kohlenbergwerke im Rahmen dieser Arbeit als Wulfersdorfer Flöze 4, 5 und 6 bezeichnet. Für die klastischen Sedimente, die den Flözen zwischengeschaltet sind, gibt es keine offiziellen Bezeichnungen.

In Anlehnung an JUNGSMANN (1996) werden die klastischen Sedimente im Liegenden von Flöz 6 als „Liegendschichten“ bezeichnet. Die Liegendschichten entsprechen hier dem obersten Abschnitt der „Heidberg-Kiessande“ (vgl. Abb. 1.4).

Die Sedimente zwischen den Flözen 5 und 6 werden in dieser Arbeit mit der Bezeichnung „Zwischenmittel 5/6“ versehen, da dadurch die Lage der Sedimente innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe eindeutig beschrieben wird. Das „Zwischenmittel 5/6“ entspricht dem „Unteren Zwischenmittel“ von JUNGSMANN (1996). Ähnliches gilt für das „Zwischenmittel 4/5“, welches dem „Oberen Zwischenmittel“ nach BULLWINKEL (1996) entspricht. Über dem Flöz 4 folgen die „Hangendschichten“, die den basalen Anteilen der „Schichten mit den Mittelflözen“ (LIETZOW 1991) entsprechen. Als „Blätterkohle“ wird ein eng begrenztes Kohlevorkommen innerhalb der Hangendschichten bezeichnet.

## 2.2 Geländearbeit und Probennahme

Seit November 1991 sind im Rahmen der Arbeitsgruppe von Prof. W. RIEGEL eine Vielzahl von Profilen in der Wulfersdorfer Flözgruppe aufgenommen und bearbeitet worden. Bei den Untersuchungen wurde eine Reihe verschiedener palynologischer, palynofazieller, sedimentologischer und kohlepetrographischer Methoden angewendet. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen, wurde eine ganze Reihe von Profilen mehrfach mit den oben genannten Methoden bearbeitet, wobei teilweise sogar die gleichen Proben verwendet wurden (siehe Kap. 3).

Die Probennahme in den Kohleflözen richtete sich nach lithologischen Wechseln und markanten Unterschieden in der Helligkeit der Kohle. Es wurden also überall dort, wo sich makropetrographisch ein Unterschied erkennen ließ, Proben genommen. Bei den sehr einheitlich aufgebauten Zwischenmitteln und Liegendschichten konnte diese Methode der Probennahme nicht angewendet werden. Hier wurde daher in regelmäßigen Abständen von 10 – 15 cm eine Probe genommen, wodurch eine höhere Probendichte erreicht wurde als in den Kohleflözen.

Vor allem bei den Kohleflözen konnte im Rahmen dieser Dissertation auf vorhandene Profile zurückgegriffen werden. Alle Profile aus den Zwischenmitteln wurden jedoch selbst aufgenommen, während aus den Kohleflözen lediglich zwei Profile selbst beprobt wurden. Somit konnte bei den meisten Profilen der Flöze 5 und 6 kein Einfluß auf die Probennahme genommen werden.

Für die Untersuchung der Proben für die Isopollenkarten (siehe Kap. 5.2.7) wurden im Laufe mehrerer Jahre Proben genommen. Hierbei kam es darauf an, während des Abbaus in regelmäßigen Abständen von etwa 6 Monaten aus einem als Isochrone angesehenen kohligem Band im Zwischenmittel 4/5 Proben zu gewinnen. So konnte eine Fläche aus dem kohligem Band von ca. 500000m<sup>2</sup> beprobt werden.

## 2.3 Aufbereitung der Proben

Die Aufbereitung unterscheidet sich je nach Beschaffenheit des Materials (Abb. 2.1). Bei den Proben aus der Weichbraunkohle konnte – anders als bei den Sand- und Schluffproben der Zwischenmittel – auf eine Behandlung mit Flußsäure verzichtet werden.

### 2.3.1 Kohle

Zunächst wurde etwas Material aus dem Inneren der Kohleproben gewählt, um Verunreinigungen zu vermeiden. Insgesamt genügten für die palynologische Untersuchung schon 5 – 10 Gramm des Materials.

Das Probengut wurde in einem Mörser zerkleinert, mit 30%igem Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) als Oxidationsmittel versetzt und ca. 10 Minuten gekocht. Nach einer etwa 24 Stunden dauernden Einwirkungszeit wurde das Material über ein 10µm-Sieb mit destilliertem Wasser ausgewaschen und anschließend mit 10%iger Kalilauge (KOH) behandelt. Auch hier wurde die Lösung zunächst 10 Minuten gekocht, dann 24 Stunden stehen gelassen und abschließend wieder mit destilliertem Wasser über einem 10µm-Sieb ausgewaschen. Der Rückstand wurde dann zentrifugiert und in einem Schnappdeckelglas zusammen mit Glycerin vermischt und aufbewahrt. 1 – 2 Tropfen Phenol wurden hinzugefügt, um einen Befall durch Pilze zu vermeiden.

Dieses Verfahren dient dazu, das humose Material nahezu vollständig aufzulösen. Im Rückstand bleiben neben den Pollen, Sporen und Plankton nur Bruchstücke von Exinen und Kutikeln, einzelne Korkzellen sowie eine Reihe von Pilzresten übrig.

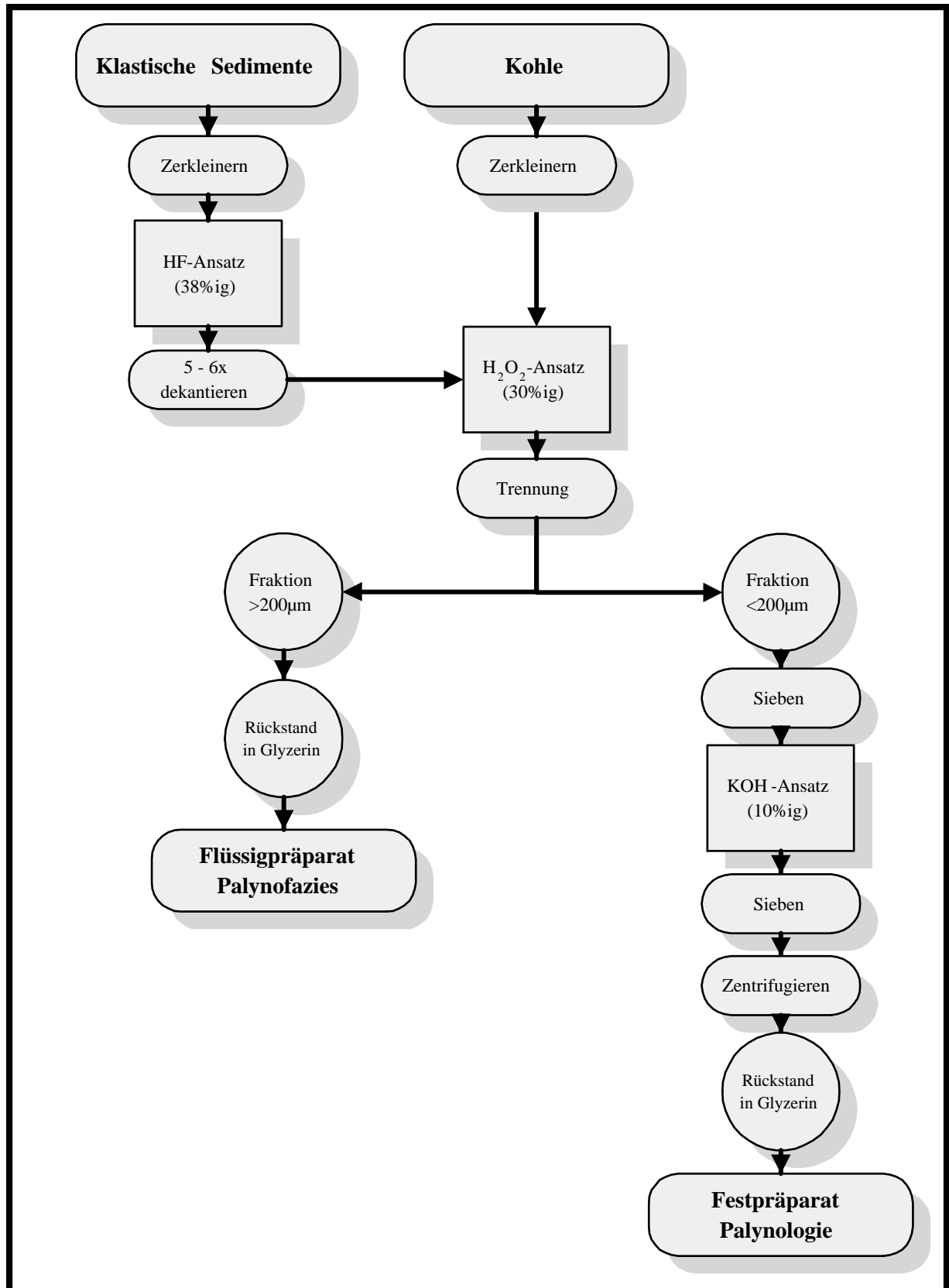


Abb. 2.1: Aufbereitungsschema für die verschiedenen Proben.

### 2.3.2 Sand-/Schluffproben

Um die kohligen Bestandteile der Proben von den mineralischen Stoffen zu isolieren, mußten die Proben aus den Zwischenmitteln und den Liegendschichten zunächst mit 70%iger Flußsäure (HF) behandelt werden. Dazu wurden etwa 20 – 30 Gramm der Probe in einem verschließbaren Plastikgefäß mit 100 – 200ml HF vermischt. Die Lösung blieb dann etwa 2 Tage stehen und wurde jeden Tag aufgeschüttelt. An den folgenden Tagen mußte die Lösung 5 – 6 mal dekantiert und mit destilliertem Wasser aufgefüllt werden, um die überschüssige Säure zu neutralisieren. Nachdem das Material über einem 10µm-Sieb ausgewaschen wurde, blieb nur der organische Rückstand über, der nach der oben beschriebenen Vorgehensweise mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und KOH weiterbehandelt wurde.

## 2.4 Herstellung und Aufbewahrung der Präparate

Zur Herstellung der Präparate wurden 1 bis 2 Tropfen des in Glycerin aufbewahrten Probenrückstandes auf einem Objektträger vorsichtig erwärmt, um möglichst viel des noch vorhandenen Wassers verdampfen zu lassen. Anschließend wurde dem Rückstand ein kleines Stück Glycerin hinzugefügt. Der Rückstand wurde dann nochmals kurz erwärmt. Nach dem Auflegen eines Deckglases verfestigte sich das Präparat innerhalb weniger Stunden. Mit etwas Alkohol wurden Verunreinigungen vom Deckglas vorsichtig entfernt. Das Deckglas wurde schließlich mit einer dünnen Schicht klaren Nagellacks luftdicht abgeschlossen.

Alle Proben, Rückstände und Festpräparate sind im Institut und Museum für Geologie und Paläontologie der Universität Göttingen hinterlegt.

## 2.5 Auswertung der Präparate

Bei der qualitativen Auswertung (Bestimmung der Palynomorphen) der insgesamt 232 untersuchten Proben (siehe folgendes Kapitel) konnten mit Hilfe der Bestimmungsliteratur bei 630 bis 1000facher Vergrößerung 182 verschiedene Formen identifiziert werden, d. h. 156 unterschiedliche Formen von Pollen und Sporen, 2 Süßwasserplanktonformen, 5 verschiedene Prasinophyten, 18 Arten von Dinoflagellatenzysten sowie 1 Acritarchen-Form. Bei der Bestimmung der Palynomorphen wurde auf die bekannte Literatur aus dem mitteleuropäischen Tertiär zurückgegriffen, aber auch auf die nicht publizierten Arbeiten aus der Arbeitsgruppe von Prof. W. RIEGEL.

Der Gehalt an Sporen und Pollen kann in den Proben aus den Kohleflözen als sehr gut bezeichnet werden, da durchschnittlich mehr als 1000 Exemplare pro Präparat zu finden sind. In den Zwischenmitteln geht der Gehalt an Pollen und Sporen teilweise sehr stark zurück. Durch eine stärkere Aufarbeitung dieser Sedimente ist auch die Qualität der Palynomorphen herabgesetzt. Es konnten jedoch alle Proben ausgezählt werden. Sterile Proben waren nicht vorhanden. Für die quantitative Auswertung sind durchschnittlich 300 Exemplare pro Probe bestimmt und ausgezählt worden. Nur durchschnittlich 5% der Exemplare waren zerstört bzw. so zerdrückt, daß eine genaue Bestimmung nicht mehr möglich war.

Die quantitative Verteilung der Sporomorphen aus den 232 Proben (siehe Anhang B) wurde graphisch in einer ganzen Reihe von Pollendiagrammen dargestellt, die die Grundlage für die Gliederung der einzelnen Profile in palynologische Mikroflorenzonen bilden. In den Pollendiagrammen ist der überwiegende Teil der Palynomorphen dargestellt. Eine Reihe von seltenen Formen, die nur mit einzelnen Exemplaren in wenigen Proben erscheinen, sind nicht berücksichtigt worden, um die Diagramme übersichtlich zu halten. Verschiedene Palynomorphen, die morphologisch und botanisch eng zusammengehören, wurden zwar teilweise getrennt ausgezählt (siehe Anhang B), aber in einer Diagrammspalte zusammengefaßt. Dies betrifft vor allem auch die Dinoflagellatenzysten, die in relativ großer Artenzahl erscheinen, aber nur in einer Spalte dargestellt werden, da für die Rekonstruktion des terrestrischen Ökosystems die Dinoflagellaten lediglich als Maß für den Grad der marinen Beeinflussung herangezogen werden.

Die Diagramme sind so aufgebaut, daß am linken Rand die makropetrographischen Profile mit den jeweiligen Probennummern als Bezugspunkte aufgeführt sind (Legende zu den Profilen: Anhang A-2). Im Diagramm sind die einzelnen Prozentwerte durch schwarze Balken dargestellt, wobei der Maßstab von Diagramm zu Diagramm etwas schwanken kann. Häufigkeiten von weniger als 1% sind durch ein Sternchen gekennzeichnet.

Beachtet werden sollte, daß die Häufigkeitswerte des Planktons, also der Dinoflagellaten, Prasinophyten und Süßwasseralgen als Überprozent berechnet wurden, wobei die Gesamtzahl der Pollen und Sporen dem Hundertsatz entspricht. Dies bedeutet, daß die Häufigkeitswerte für die Sporomorphen unabhängig vom Anteil an Planktonformen in den jeweiligen Proben sind, was auch den Realitäten entspricht, da der Verbreitungsmechanismus von Pollen und Sporen auf der einen und des Planktons auf der anderen Seite völlig unterschiedlich ist.

Die methodischen Ansätze für die weiteren Analysemethoden, wie den Isopollenkarten und den statistischen Analysen, werden in den jeweiligen Kapiteln erläutert.



# Kapitel 3 Die Wulfersdorfer Flözgruppe

## 3.1 Vorbemerkungen

Die Wulfersdorfer Flözgruppe ist innerhalb der basalen Folge der Helmstedter Oberflözgruppe eine ca. 20 m mächtige Abfolge von Kohleflözen und ihren Begleitschichten. Abb. 3.1 zeigt in einer schematischen Darstellung den Aufbau der Wulfersdorfer Flözgruppe. Die drei Flöze 4, 5 und 6 und ihre Zwischenmittel sind nach Mächtigkeit und lithologischer Ausbildung im Tagebau Helmstedt recht homogen ausgebildet. Lediglich das Flöz 6 fällt durch starke Mächtigkeitsschwankungen heraus.

Die Wulfersdorfer Flözgruppe ist im Rahmen dieser Arbeit in 7 Abschnitte gegliedert worden, die sich nach den markantesten Wechseln in der lithologischen Ausbildung richtet:

- (1) Hangendschichten
- (2) Flöz 4
- (3) Zwischenmittel 4/5
- (4) Flöz 5
- (5) Zwischenmittel 5/6
- (6) Flöz 6
- (7) Liegendschichten (Liegendes unter Flöz 6)

Im Rahmen dieser Dissertation sind bis auf die Hangendschichten und das Flöz 4 alle Abschnitte palynologisch detailliert untersucht worden. Dabei sind 12 Profile bearbeitet worden (Tab. 3.1), die sich so auf die einzelnen Abschnitte verteilen, daß mindestens zwei Profile aus den jeweiligen Abschnitten zur Verfügung stehen.

Auf eine Untersuchung von Flöz 4 konnte verzichtet werden, da im Rahmen einer Diplomarbeit aus der Göttinger Arbeitsgruppe bereits drei Profile palynologisch bearbeitet worden sind (HAMMER 1996). Die Ergebnisse dieser Profile fließen allerdings in die Dissertation mit hinein, so daß letztendlich 15 Profile aus der Wulfersdorfer Flözgruppe palynologisch ausgewertet worden sind.

PROFIL-BEZEICHNUNG	ART DES PROFILS	LAGE DES PROFILS (R/H-WERT)	ANZAHL D. PROBEN
Profil A	Liegend-Schichten	44 32 69/57 86 75	17 Proben
Profil B	Liegend-Schichten	44 33 27/57 86 02	21 Proben
Profil C	Flöz 6	44 32 69/57 86 75	18 Proben
Profil D	Flöz 6	44 33 08/57 86 53	15 Proben
Profil E	Flöz 6	44 33 11/57 86 33	21 Proben
Profil F	Zwischenmittel 5/6	44 32 65/57 86 75	18 Proben
Profil G	Zwischenmittel 5/6	44 33 04/57 86 16	21 Proben
Profil H	Flöz 5	44 32 61/57 86 75	19 Proben
Profil I	Flöz 5	44 32 96/57 86 53	17 Proben
Profil J	Zwischenmittel 4/5	44 32 61/57 86 75	14 Proben
Profil K	Zwischenmittel 4/5	44 32 32/57 86 63	23 Proben
Profil L	Zwischenmittel 4/5	44 32 90/57 86 23	28 Proben

Von HAMMER (1996) untersuchte Profile:

Profil 1	Flöz 4	44 32 30/57 87 01	17 Proben
Profil 2	Flöz 4	44 32 57/57 86 62	17 Proben
Profil 3	Flöz 4	44 33 15/57 85 95	24 Proben

**Tab. 3.1:**Liste sämtlicher im Rahmen der Dissertation bearbeiteten (Profile A – L) und verwendeten Profile (Profile A – L, 1 – 3).

Weitere wichtige Erkenntnisse liefern die Diplomarbeiten von BODE (1994), BULLWINKEL (1996) und JUNGSMANN (1996), die Profile aus der Wulfersdorfer Flözgruppe nach kohlepetrographischen, sedimentologischen und palynofaziellen Gesichtspunkten untersucht haben. Ein besonderer Vorteil dabei ist, daß in manchen Fällen identische Proben mit verschiedenen Untersuchungsmethoden bearbeitet wurden. Abb. 3.1 führt die Bearbeiter der einzelnen Abschnitte der Wulfersdorfer Flözgruppe mit ihrem Themengebiet auf.

Anhang A-1 zeigt eine Übersichtskarte des Tagebaus Helmstedt und die Lage der Profile aus den einzelnen Horizonten sowie die Gebietsgrenze der Isopollenkarten. Da die Profile A/C/F/H/J im Gelände sehr dicht in einem Bereich von etwa 50 m zusammenlagen, kann hier von einem ca. 15 m mächtigen Gesamtprofil ausgegangen

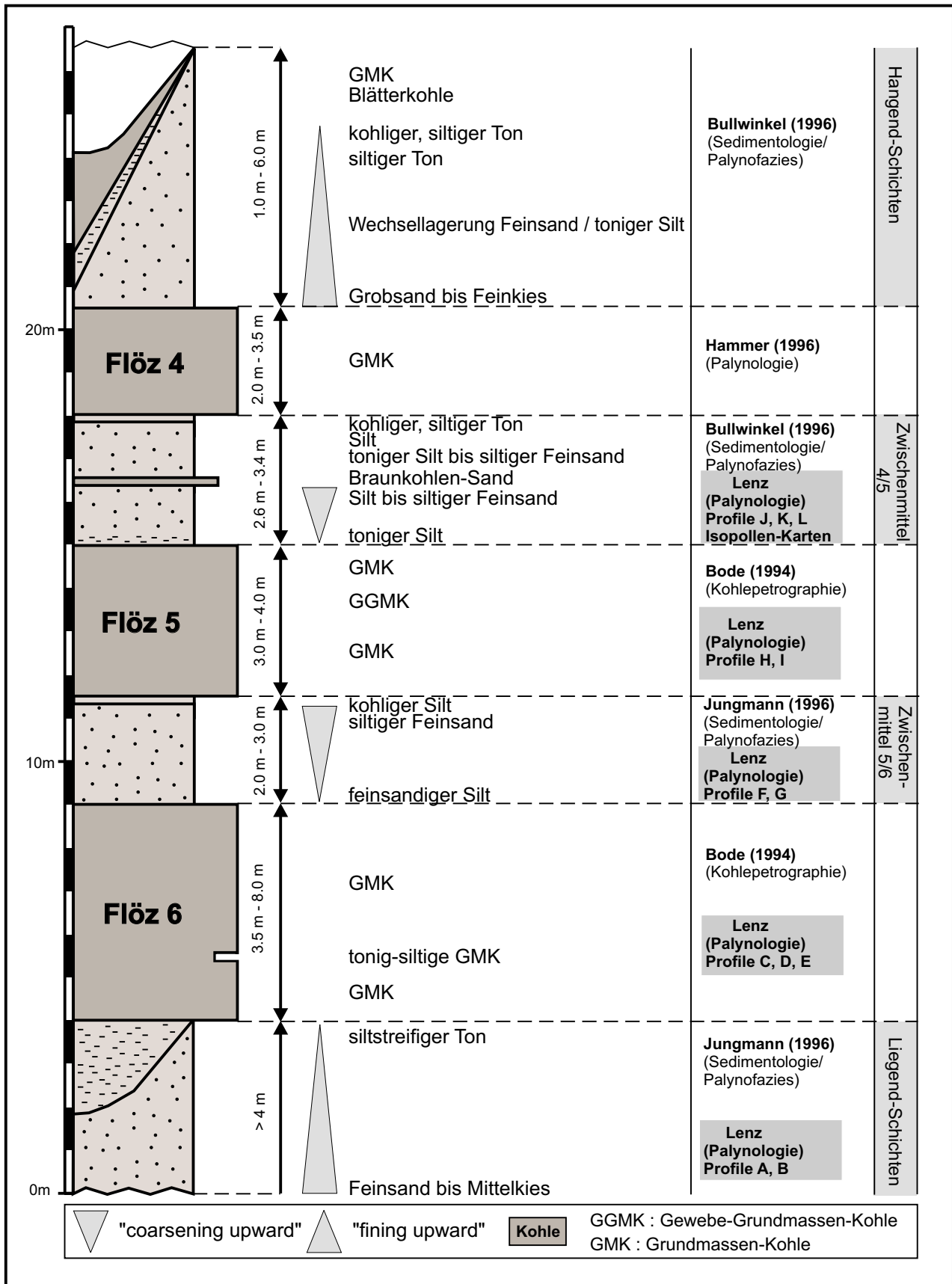


Abb. 3.1: Schematische Übersicht über die Wulfersdorfer Flözgruppe im Tagebau Helmstedt mit Angabe der jeweiligen Bearbeiter aus der Göttinger Arbeitsgruppe.

werden, das sämtliche Horizonte vom Liegenden unter Flöz 6 bis zum Zwischenmittel 4/5 enthält. Es ist daher eine Untersuchung einer kontinuierlichen Abfolge nahezu der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe an einer Stelle im Tagebau möglich gewesen. Einerseits sind nun die Veränderungen in der Pollenzusammensetzung der Proben in vertikaler (zeitlicher) Richtung mit Hilfe des Gesamtprofils untersucht worden und andererseits die laterale Verteilung der Pollen durch die zusätzlichen Profile aus den jeweiligen Abschnitten der Wulfersdorfer Flözgruppe.

## 3.2 Liegendes unter Flöz 6

Aus den Liegendeschichten sind zwei Profile untersucht worden. Die Liegendeschichten bilden den obersten Bereich der Heidberg-Kiessande und gehören somit im eigentlichen Sinne noch nicht zur Wulfersdorfer Flözgruppe. Die ca. 20 m mächtige Folge ist im Tagebau Helmstedt nicht vollständig aufgeschlossen, so daß die Profile A und B nur die jeweils zugänglichen obersten Meter der Folge beinhalten.

JUNGMANN (1996) hat die Liegendeschichten eingehend sedimentologisch untersucht.

### 3.2.1 Profil A

Das ca. 2,2 m mächtige Profil (Anhang A-3) bildet die Basis des Gesamtprofils. Kennzeichnend ist im unteren Bereich eine Wechsellagerung von dunklen fein- bis mittelkörnigen Sanden mit sehr hellen Silten und Feinsanden. Durch eine starke Bioturbation ist eine Schichtung zwar noch erkennbar, aber kaum noch vorhanden. Es gibt keine scharfen Schichtgrenzen mehr. Dunkle und helle Sande sind im Schichtgrenzenbereich miteinander vermischt.

Über diesem Abschnitt folgt eine sehr dunkle bis schwarze ca. 80 cm mächtige Abfolge von kohligem Silt bis Feinsand. Hier ist keine Schichtung mehr erkennbar, da die Bioturbation durch eine Durchwurzelung aus dem darüberliegenden Flöz noch verstärkt ist.

### 3.2.2 Profil B

Die klastischen Sedimente dieses Profils (Anhang A-4) unterscheiden sich stark von denen des Profils A. Die Sedimentation beginnt hier mit etwa 1 m mächtigen dunkelbraunen, stark siltigen Feinsanden, die schichtunglos und sehr stark bioturbat überprägt sind. Die horizontal und vertikal verlaufenden Lebensspuren sind mit hellen, siltigen Feinsanden gefüllt. Häufig sind auch Xylite, die horizontal eingeregelt und bis 5 cm lang sind. Am Top dieser Abfolge treten verstärkt 1 bis 2 cm große, gut gerundete Kieselsteine auf. JUNGMANN (1996), der mehrere Profile in den Liegendeschichten bearbeitet hat, berichtet von einem klar erkennbaren Übergang von den siltigen Feinsanden dieses Profils zu gut sortierten Mittelsanden in Richtung NW des Tagebaus.

Die Abfolge wird von einer Rinnenstruktur überlagert. Dabei ist der lithofazielle Wechsel zwischen den siltigen Feinsanden und der feinkörnigeren Rinnenfüllung nicht scharf begrenzt. Die Rinnenfüllung, in diesem Profil ca. 1,2 m mächtig, besteht aus Silten bzw. schwach feinsandigen Silten. Die Silte zeichnen sich durch eine ebene Feinschichtung aus, die aus einer Wechsellagerung von dunkelbraunen Silten und helleren Feinsandlagen besteht. Die einzelnen Schichten sind bis 2 cm mächtig, teilweise sind Quarz-Einkornlagen mit maximal 2 mm Mächtigkeit vorhanden. Die Feinschichtung bewirkt eine gute Spaltbarkeit parallel zu den Schichtflächen. Auf diesen befinden sich schlecht erhaltene Blatt- und Zweigreste.

Bedingt durch den graduellen Übergang zu der darunterliegenden feinsandigen Abfolge ist der Basisbereich der Rinne deutlich feinsandiger als die übrige Rinnenfüllung. Als Besonderheit ist hier ein ca. 70 cm langer und mit einem Durchmesser bis zu 20 cm sehr großer Holzstamm zu erwähnen, der horizontal eingebettet worden ist. Im oberen Teil der Abfolge tritt eine intensive Durchwurzelung ähnlich wie in Profil A auf.

Da das Profil in einem Baggerschurf aufgenommen wurde, ist der Kontakt zu Flöz 6 nicht aufgeschlossen. Die Grenze dürfte ca. 30 cm über der Profiloberkante liegen. Nach JUNGMANN (1996) kommen im Übergangsbereich zum Flöz 6 mehrere Rinnen vor, so daß dieses Profil keinen Sonderfall darstellt.

## 3.3 Flöz 6

Von Flöz 6 wurden drei Profile über eine Entfernung von ca. 500 m aufgenommen und bearbeitet.

Das Flöz entwickelt sich über einem leichten Relief, das durch das nachfolgende Torfwachstum ausgeglichen wird. Dementsprechend schwanken die Mächtigkeiten stark zwischen 3,5 und etwa 8 m. Kennzeichnend für dieses Flöz ist eine Grundmassenkohle, in die ein dünnes Silt/Feinsand-Band eingelagert ist. Dieses Band ist über den gesamten Tagebau zu verfolgen.

Neben den palynologischen Untersuchungen dieser Arbeit sind vor allem die kohlepetrographischen Analysen von BODE (1994) zu erwähnen. Dabei untersuchte er im Rahmen seiner Diplomarbeit unter anderem die Petrographie der Kohlen aus den Profilen D und E, so daß bei diesen Profilen kohlepetrographische und palynologische Daten aus identischen Proben zur Verfügung stehen.

### 3.3.1 Profil C

Das Profil C (Anhang A-5) gehört zum Gesamtprofil A/C/F/H/J und folgt über den dunklen Silten und Feinsanden, die den Top des Profils A bilden (siehe 3.2.1). Das Flöz 6 ist an dieser Stelle mit 3,5 m Mächtigkeit besonders geringmächtig. Gekennzeichnet wird es durch einen homogenen Aufbau, da die Kohle überall als massige Grundmassenkohle ausgebildet ist. Die Aschegehalte liegen überall zwischen 8 und 16%. Nur am Top des Flözes und in einer ca. 5 cm mächtigen Lage innerhalb des Flözes sind sandig-tonige Kohlen ausgebildet, die auch einen deutlich höheren Aschegehalt aufweisen (bis 33%).

Das gesamte Flöz ist durch eine starke Durchwurzelung gekennzeichnet, wobei im höheren Teil die Wurzeln stark vergelt, im unteren mehr kaolinitgefüllt sind. An wenigen Stellen sind auch Xylite und etwas Harz vorhanden. Bioturbation tritt nur am Top des Flözes auf und geht auf Organismen zurück, die während der Ablagerung des Zwischenmittels über dem Flöz 6 im Sediment gelebt und somit auch den obersten Bereich des noch nicht verfestigten Torfes durchwühlt haben.

Neben den Mächtigkeitsunterschieden ist auch der oben erwähnte 5 bis 20 cm mächtige Horizont aus siltig-sandiger Kohle kennzeichnend für das Flöz. Palynologisch und mikropetrographisch (BODE 1994) fallen Proben aus dieser Lage durch große Unterschiede im Vergleich zu anderen Proben aus diesem Flöz auf (Kap. 5.2.3.4). Dieses „Zwischenmittel“ ist im Profil C nur ca. 5 cm mächtig und in Lagen von sehr dunklen Kohlen, die unmittelbar darüber und darunter folgen, eingebettet.

### 3.3.2 Profil D

Der markanteste Unterschied dieses Profils (Anhang A-6) zum Profil C ist die sehr viel größere Mächtigkeit von ca. 8 m. Grundsätzlich ist der Aufbau des Profils ähnlich dem von Profil C. Nahezu das gesamte Flöz ist hier wiederum von Grundmassenkohle aufgebaut. Lediglich die Basis des Flözes wird an dieser Stelle von einer etwa 1 m mächtigen erdigen bis feinstückigen und fast schwarzen Gewebegrundmassenkohle gebildet, die mit hellen Geweberesten durchsetzt ist. Nach BODE (1994) ist diese Lage nur in diesem Profil zu finden. Im 15 m östlich von diesem Profil aufgenommenen Profil E tritt sie schon nicht mehr auf.

Ähnlich wie in Profil C ist das Flöz stark mit kaolinitgefüllten Wurzeln an der Basis und stark vergelten Wurzeln zum Top hin durchsetzt. Auch die Bioturbation beschränkt sich auf den Top des Flözes.

Wie in allen Profilen aus Flöz 6 tritt auch hier eine sandige Zwischenlage etwa in der Mitte des Flözes auf. Die Grenze zu der darüber und darunter liegenden Kohle ist sehr scharf begrenzt. Ähnlich wie in Profil C ist dieser Horizont ca. 5 cm mächtig.

### 3.3.3 Profil E

Sehr interessant ist der Vergleich zwischen den Profilen D und E (Anhang A-7). Trotz der sehr geringen Entfernung von nur 15 m gibt es krasse Mächtigkeitsunterschiede, da das Profil E nur etwa 4,5 m mächtig ist und es somit innerhalb der 15 m zu einem Mächtigkeitsunterschied von 3 m zum Profil D hin kommt. Die starken Schwankungen der Mächtigkeit innerhalb eines kleinen Gebietes sprechen dafür, daß mit Beginn der Kohlenbildung zuerst das Relief ausgeglichen werden mußte, bevor es zu einem gleichmäßigen Torfwachstum kam.

Auch in diesem Profil ist der siltig-sandige Horizont in das Flöz eingeschaltet, wenn auch hier in weitaus größerer Mächtigkeit (ca. 20 cm). Nach BODE (1994) entspricht dieser Horizont der ähnlich aufgebauten Lage in Profil D. Vergleicht man beide Profile, so wird deutlich, daß die Mächtigkeitsschwankungen im Flöz 6 auf die Bereiche unterhalb des siltig-sandigen Horizonts beschränkt sind. Über dem Horizont folgt in beiden Profilen eine sehr ähnlich aufgebaute Abfolge mit ungefähr gleicher Mächtigkeit. Der Reliefausgleich fand also im Frühstadium der Flözgenese statt. Ein weiteres Profil, das BODE (1994) bearbeitet hat, unterstützt diese Annahme.

Fraglich ist allerdings, ob der siltig-sandige Horizont, welcher im etwa 500 m westlicher gelegenen Profil C auftritt, ebenfalls mit dem hier beschriebenen Horizont übereinstimmt. Im Auftreten innerhalb des Flözes und in der palynologischen Ausbildung unterscheiden sich die sandigen Horizonte von Profil C auf der einen Seite und den weiter davon entfernten Profilen D und E auf der anderen Seite deutlich. Für die Tatsache, daß es sich um den gleichen Horizont handelt, spricht aber, daß er in allen Profilen immer nur einmal auftritt und die Abfolge darüber nach Lithotypen und Mächtigkeit ähnlich ist.

Der weitere Aufbau des Profils E entspricht im Prinzip dem makropetrographischen Aufbau der beiden anderen Profile.

## 3.4 Zwischenmittel Flöz 5/Flöz 6

Aus dem Zwischenmittel zwischen den Flözen 5 und 6 wurden zwei Profile aufgenommen und palynologisch untersucht. Genaue sedimentologische Untersuchungen in diesem Zwischenmittel wurden von JUNGSMANN (1996) gemacht.

### 3.4.1 Profil F

Das Profil (Anhang A-8) gehört zum Gesamtprofil A/C/F/H/J und wurde wenige Meter neben dem Profil C (Flöz 6) aufgenommen. Vergleicht man dieses Profil mit den Profilen von JUNGSMANN (1996), so ist das Profil F in seiner lithologischen Ausbildung eher ungewöhnlich. Die hier sehr gut ausgeprägte Schichtung ist in dieser Form in den Begleitschichten der Wulfersdorfer Flöze nicht mehr zu finden.

Das etwa 3,5 m mächtige Zwischenmittel ist geprägt durch einen sehr hellen mittel- bis grobkörnigen Sand. Nur der 20 cm mächtige sehr dunkle bis schwarze Basisbereich des Profils fällt in seiner farblichen Ausbildung aus dem Rahmen. Es wird sich dabei um einen Stauwasserhorizont über Flöz 6 handeln, einem sekundären Merkmal, das mit der faziesbedingten Ausbildung des Sediments nichts zu tun hat. Dementsprechend ist auch palynologisch kein Unterschied zu Proben aus dem darüberliegenden hellen Sedimenten festzustellen.

Die Schichtung wechselt bei etwa 1,5 m abrupt von einer Horizontalschichtung in eine Schrägschichtung. Verbunden ist damit ein deutlicher Farbwechsel. Hier wird sich eine Änderung in der Strömung ausgewirkt haben.

Vor allem im unteren Bereich ist eine Reihe von schichtparallelen kohligen Lagen in den Sanden zu finden. Bioturbation ist vorhanden, allerdings nicht in dem Ausmaße, daß die Schichtung wie in den anderen Profilen zerstört wurde. Auch hier ist wieder eine Durchwurzelung am Top des Profils durch die torfbildende Vegetation aus dem darüberliegenden Flöz vorhanden.

### 3.4.2 Profil G

Das Profil G (Anhang A-9), etwa 700 m südöstlich von Profil F aufgenommen, entspricht der üblichen lithologischen Ausbildung dieses Zwischenmittels. JUNGSMANN (1996) führt eine Vielzahl von Profilen aus diesem Zwischenmittel auf, die den gleichen sedimentologischen Aufbau zeigen und etwa 2 bis 3 m mächtig sind.

Die ca. 2,2 m mächtige Abfolge beginnt mit tonigen Silten, die zum Top hin in einen feinsandigen Silt und schließlich in einen Feinsand übergehen. Diese „coarsening upward-Sequenz“ ist typisch für dieses Zwischenmittel. Farblich sind kaum Unterschiede festzustellen. Die Farbe schwankt zwischen helleren und dunkleren Brauntönen. Zum Top hin ist ebenfalls eine Zunahme von zoogenen und phytogenen Strukturen zu verzeichnen. Die primären Sedimentstrukturen sind im Gegensatz zum Profil F nicht mehr erkennbar.

Die Basis des Zwischenmittels enthält kohlige Bruchstücke in den untersten 10 cm des Profils, die in ihrem palynologischen Inhalt der Zusammensetzung von Proben aus dem Flöz 6 entsprechen. Es handelt sich demnach eindeutig um aufgearbeitetes Material aus dem oberen Bereich von Flöz 6.

Die Proben aus dem Zwischenmittel fallen durch sehr hohe Anteile (bis 18%) an organischer Substanz auf (JUNGSMANN 1996). In den sandigeren Bereichen zum Top hin gehen die Werte allerdings auf 3 – 5% zurück.

Charakteristisch ist eine Übergangszone von den Feinsanden zum Flöz 5, die zwischen 10 und 20 cm mächtig ist und durch ihre dunkelgraue Farbe auffällt. Die Übergangszone, die auch palynologisch sehr deutlich ausgebildet ist, wird durch tonige bis feinsandige Silte gekennzeichnet. Bedingt durch die Bioturbation ist die Basis dieser Zone allerdings deutlich feinsandiger. Bioturbation ist hier vor allem in Form einer starken Durchwurzelung vorhanden. Der Kontakt zu den darunterliegenden Feinsanden ist durch die Bioturbation unscharf und stark verwischt.

## 3.5 Flöz 5

Flöz 5 ist lateral beständiger in Mächtigkeit und lithologischem Aufbau als Flöz 6. Die Mächtigkeit schwankt nur zwischen 3 und 4 m. Innerhalb dieser Arbeit wurden zwei Profile ausgewertet. Zusätzlich stehen die kohlepetrographischen Ergebnisse der Proben von Profil I (BODE 1994) zur Verfügung.

### 3.5.1 Profil H

Dieses Profil (Anhang A-10) gehört zum Gesamtprofil A/C/F/H/J. Der Übergang zum darunterliegenden Zwischenmittel 5/6 (Profil F) ist scharf. Das 3,2 m mächtige Profil ist sehr homogen aufgebaut. Lithologisch ist eine stückige bis grobstückige Grundmassenkohle charakteristisch. Nur in zwei Horizonten ist die Kohle als Gewebegrundmassenkohle ausgebildet. Deutlicher als in Flöz 6 sind hier die Helligkeitsunterschiede innerhalb der Kohle. Einige der hellen und dunklen Lagen sind durch den ganzen Tagebau zu verfolgen.

Die Kohle von Flöz 5 ist über das ganze Profil hinweg durch eine starke Durchwurzelung gekennzeichnet, wobei die Wurzeln im allgemeinen stark vergelt sind. Holzfunde sind etwas häufiger als in Flöz 6. Die Bioturbation beschränkt sich wie in Flöz 6 auf den obersten Meter des Flözes.

### 3.5.2 Profil I

Einen sehr ähnlichen Aufbau wie Profil H zeigt dieses Profil (Anhang A-11). Auch hier sind fein- bis grobstückig zerfallende Grundmassenkohlen fast im ganzen Profil vorherrschend. Lediglich am Top des 3,2 m mächtigen Profils ist eine Gewebegrundmassenkohle ausgebildet, die jedoch nicht mit einer der Gewebegrundmassenkohlelagen aus Profil H zu korrelieren ist.

Etwa in der Mitte des Profils ist eine über mehrere Meter verfolgbare Palmenholz-Lage vorhanden (BODE 1994). Das Auftreten von Bioturbation und Durchwurzelung ist nahezu identisch in den Profilen H und I, wobei in diesem Profil ein erhöhter Anteil an Pyritkonkretionen und einige pyritisierte Wurzelbahnen vorkommen. Am Top des Flözes tritt eine Kohle auf, die mit siltigen bis sandigen Komponenten verunreinigt ist, was auf eine Aufarbeitung der Torfoberfläche bei Ablagerung des darüberfolgenden Zwischenmittels schließen läßt.

### 3.6 Zwischenmittel Flöz 4/Flöz 5

Einen sehr charakteristischen Aufbau weist das Zwischenmittel 4/5 auf, aus dem in dieser Arbeit drei Profile untersucht wurden. Charakteristisch ist ein kohliges Band, das im Zentrum des 2,6 bis 3,4 m mächtigen Zwischenmittels vorkommt und über den gesamten Tagebau zu verfolgen ist. Dieses Kohleband wurde im Laufe mehrerer Jahre stetig mit fortschreitendem Abbau beprobt. Es ist am stärksten im SE des Tagebaus entwickelt und keilt nach NW im Tagebaubereich allmählich aus. Das Kohleband wird daher als isochroner Verlandungshorizont gedeutet und dient als Grundlage für die Erstellung der Isopollenkarten.

Eine ganze Reihe von Profilen aus diesem Zwischenmittel untersuchte BULLWINKEL (1996) unter sedimentologischen Gesichtspunkten.

#### 3.6.1 Profil J

Dieses Profil (Anhang A-12) bildet den Abschluß des Gesamtprofils A/C/F/H/J. Der Kontakt zum Flöz 4 war nicht aufgeschlossen, so daß ca. 20 cm bis zur Flöz-Basis nicht beprobt werden konnten. Die Abfolge des ca. 3,2 m mächtigen Profils beginnt mit einem dunkelbraunen Silt, der an der Basis mit aufgearbeiteten Kohlebruchstücken durchsetzt ist. Dennoch ist eine scharfe Grenze zum Flöz ausgebildet. Trotz des erosiven Einsetzens dieses Zwischenmittels kann die Erosionskapazität der Strömung, welche zur Ablagerung des siltigen Basis sediments geführt hat, nicht besonders hoch gewesen sein (BULLWINKEL 1996). Die schlechte Rundung der Phytoklasten spricht gegen einen längeren Transport.

Deutlich ausgeprägt ist eine „coarsening upward-Sequenz“ von den Silten der Basis zu stark feinsandigen Silten ca. 1,8 m über der Basis des Zwischenmittels, wobei der Sandanteil stetig zunimmt. Darüber setzt ein gut sortierter 90 cm mächtiger Feinsand ein. Die kohlige Lage ist in diesem Profil noch nicht ausgebildet. Über dem Feinsand beginnt mit einer bioturbat verwischten Schichtgrenze eine 10 cm mächtige Lage aus feinsandigem Silt, der wiederum scharf gegenüber einer etwa 20 cm mächtigen Siltlage begrenzt ist, die den Übergangsbereich zum Flöz 4 bildet. Dieser Übergangsbereich ist vergleichbar mit dem Übergangsbereich im Zwischenmittel 5/6 zum Flöz 5, da lithologisch und palynologisch gute Übereinstimmung besteht.

Durch starke Durchwurzelung und Bioturbation sind primäre Sedimentstrukturen nicht mehr erkennbar.

#### 3.6.2 Profil K

Dieses Profil (Anhang A-13) bildet in seiner lithologischen Ausbildung den Übergang zwischen den Profilen J und L. In Mächtigkeit und Lithologie mit Profil J nahezu übereinstimmend, ist hier allerdings die kohlige Lage schon deutlich ausgeprägt, jedoch anders als in Profil L. Bei der kohligen Lage in diesem Profil kann man noch nicht von einer Braunkohle sprechen. Der Gehalt an organischer Substanz ist rund 10% geringer als in Profil L (BULLWINKEL 1996). Das Gestein ist demnach lediglich als stark kohliges sandiger Ton anzusprechen (SEIFERT & RASCHER 1979). Das kohlige Band ist zwar deutlich erkennbar, die Ober- und Untergrenzen sind jedoch stark verwischt.

#### 3.6.3 Profil L

Im Gegensatz zu Profil J, in dem das kohlige Band noch nicht ausgebildet ist, wird dieses Profil (Anhang A-14), 600 m südöstlich von Profil J gelegen, durch ein 15 cm mächtiges kompaktes Kohleband geprägt.

Die Abfolge des hier nur 2,5 m mächtigen Zwischenmittels beginnt wieder mit einer „coarsening upward-Sequenz“ von einem tonigen Silt, der an der Basis wieder mit aufgearbeiteten Kohlebruchstücken durchsetzt ist, zu einem stark siltigen Feinsand. Darüber liegt mit einer scharfen Grenze das Kohleband. Die „Kohle“ ist auf Grund eines Aschegehaltes von ca. 60% (BULLWINKEL 1996) als schwach sandiger Braunkohlen-Ton (SEIFERT & RASCHER 1979) einzuordnen. An biogenen Strukturen kommen nur vergelte Wurzelbahnen in größerer Anzahl vor, die in das unterlagernde Sediment hineinreichen.

In diesem Profil setzt dann über dem kohligen Horizont wieder eine „coarsening upward-Sequenz“ ein, die in ähnlicher Weise wie unter dem Kohleband aufgebaut ist, also von einem tonigen Silt in siltigen Feinsand übergeht. Der Kontakt zwischen Kohleband und darüberliegenden Silt ist scharf. Erosionsstrukturen sind nicht vorhanden. Über dem siltigen Feinsand beginnt mit den hellen Silten, die in braune stark tonige Silte übergehen, der graduelle Übergang zum Flöz 4.

Auch hier sind durch starke Bioturbation und Durchwurzelung im gesamten Profil keine primären Sedimentstrukturen mehr vorhanden.

### **3.7 Flöz 4**

Dieses Flöz, palynologisch und makropetrographisch von HAMMER (1996) untersucht, bildet zusammen mit den Hangendschichten den Abschluß der Wulfersdorfer Flözgruppe. Nach dem graduellen Übergang vom Zwischenmittel 4/5 zum Flöz ist wie in den beiden anderen Flözen eine helle massige Grundmassenkohle vorherrschend, der nur am Top des Flözes gelegentlich Lagen von Gewebegrundmassenkohlen zwischengeschaltet sind. Das zwischen 2 und 4 m mächtige Flöz ist in Auftreten von Bioturbation und Durchwurzelung ebenfalls mit den beiden anderen Flözen zu vergleichen. Die Bioturbation beschränkt sich auf die obersten Dezimeter, die Durchwurzelung ist durchgängig im Flöz vorhanden. Ähnlich wie in Flöz 5 ist die Hell/Dunkel-Bänderung der Kohle stark ausgeprägt

# Kapitel 4 Systematik

## 4.1 Vorbemerkungen

Im Folgenden wird eine vollständige Darstellung der Mikroflora gegeben, die in den 232 Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe gefunden und ausgezählt worden ist. Die meisten Formen sind aus der Literatur bekannt. Sämtliche hier beschriebenen Formen sind in den Fototafeln im Anhang abgebildet. Bei jeder Form werden in einer Synonymieliste sämtliche Autoren genannt, die die Art beschrieben sowie entscheidende Neubeschreibungen und Ergänzungen dazu geliefert haben. Danach werden kurz die charakteristischen Merkmale und die durchschnittliche Größe der Arten in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe aufgeführt. Gelegentlich sind ergänzende Bemerkungen beigelegt, die Hinweise zur Bestimmung der Formen und Besonderheiten enthalten. Nach den Angaben der stratigraphischen Reichweite sowie der rezentbotanischen Zuordnung folgt abschließend ein Überblick über die Verbreitung der beschriebenen Form in der Helmstedter Oberflözgruppe, da somit gezeigt werden kann, ob die Form sich gleichmäßig oder nur in bestimmten Horizonten der Oberflözgruppe ausgebreitet hat. Dazu konnte neben den Ergebnissen dieser Arbeit auf eine ganze Reihe von Untersuchungen aus der Arbeitsgruppe von Prof. W. RIEGEL zurückgegriffen werden. So liefern nicht nur die Analysen von HAMMER (1996), der Flöz 4 untersucht hat, sondern auch die Arbeiten von EBE (1992), SCHIEMANN (1994) und NATGE-EFOGHE (1997), die in ihren Diplomarbeiten die wichtigsten Abfolgen aus der Oberflözgruppe in der Westmulde palynologisch bearbeitet haben (vgl. Kap. 6.4), Hinweise auf die Verteilung einzelner Formen.

Die taxonomische Einordnung der Dinoflagellaten, Prasinophyten und Acritarchen erfolgte in Anlehnung an FENSOME et al. (1990), FENSOME et al. (1993) und WILLIAMS et al. (1998). Auch hier sind bei jeder Form eine Synonymieliste, Beschreibung der Form, gelegentlich ergänzende Bemerkungen sowie die stratigraphische Reichweite aufgeführt. Alle Dinoflagellaten und Prasinophyten sind auf die beiden Profile aus den Liegend-schichten sowie einigen Proben aus den Zwischenmitteln beschränkt. Da sie zusammen ausgezählt wurden und detaillierte Untersuchungen der Dinoflagellaten aus der Oberflözgruppe fehlen, kann die Verteilung der Formen nur bedingt angegeben werden. Dennoch sind auch dadurch seltene, häufige und dominierende Elemente voneinander zu unterscheiden.

## 4.2 Katalog der nachgewiesenen Sporomorphen

### 4.2.1 Oberabteilung Sporites H. POTONIÉ 1893

#### 4.2.1.1 Abteilung Triletes (REINSCH 1881) IBRAHIM 1933

Azonotrilete Mikrosporen

Gattung *Leiotriletes* (NAUMOVA 1937) R. POTONIÉ & KREMP 1954

(1) *Leiotriletes microadriennis* KRUTZSCH 1959a

Tafel 1, Fig. 1, 2

1959a *Leiotriletes microadriennis* n. fsp. – KRUTZSCH, S. 61 und Taf. 1, Fig. 3 – 7 (Geiseltal, Tagebau Neumark-West, Basiskohle, Lutet).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit einer dreieckigen bis rundlichen Figur. Die Länge der Leisten der Y-Marke beträgt etwa  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{4}{5}$  des Radius der Form, so daß die Leisten den Äquatorrand nicht erreichen. Die Wand der Spore ist etwa 1 µm dick. Kennzeichnend ist die glatte bis leicht gewellte Exine. Die Größe der Form liegt zwischen 35 und 65 µm.

**Bemerkungen:** Auf Grund der wenigen diagnostischen Merkmale, die Sporen dieser Gattung kennzeichnen, wie Größe, Wandstärke, Kontur und Y-Marke, ist eine Unterscheidung in einzelne Arten bei ungünstig erhaltenen Exemplaren nahezu unmöglich, so daß die Form zusammen mit (2) *Leiotriletes maxoides* ssp. *maxoides* gezählt wurde, die etwas größer ist und eine dickere Wand besitzt. KEDVES (1961) beschreibt eine ganze Reihe verschiedener Variationen von *L. microadriennis*, die jedoch lediglich verschiedene Erhaltungszustände der Form darstellen. So kommen triplane Formen ebenso vor wie toriate Formen mit „Lippenbildung“. Eine Trennung in weitere Unterarten erscheint daher nicht sinnvoll.



**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Mitteloligozän

Die Form kommt im Mitteleozän des Geiseltals (KRUTZSCH 1959a), von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und von Eckfeld (NICKEL 1996b) vor. KEDVES (1961, 1967, 1973, 1982) und KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) berichten von verschiedenen Vorkommen vom Ober-Paläozän bis zum Ober-Eozän im Pariser Becken, Belgien und Ungarn. Nach NICKEL (1996a) gibt es auch Nachweise aus dem Unter- und Mitteloligozän im Oberrheintalgraben.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Schizaeaceae; Gattung ?*Lygodium* SW

Nach KEDVES (1961, 1973, 1982) wird die Form zumindest als „cf. *Lygodium*“ bezeichnet. THIELE-PFEIFFER (1988) stellt diese Gattungszugehörigkeit jedoch in Frage, da die Sporen der rezenten *Lygodium*-Arten durch eine viel dickere Wand gekennzeichnet sind.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In den Flözen 5 und 6 aus der Wulfersdorfer Flözgruppe kommt *L. microadriennis* nicht vor. Nur im Flöz 4 ist die Gattung regelmäßig vorhanden, wobei im oberen Teil des Flözes *L. microadriennis* häufiger als *L. maxoides* vorkommt (HAMMER 1996). Innerhalb der Zwischenmittel ist *Leiotriletes* ebenfalls regelmäßig beobachtet worden. Vor allem in den Übergangsbereichen zu den Flözen tritt die Gattung teilweise häufig in Erscheinung. So werden am Top der Liegendschichten im Profil A bis 5,8% erreicht. Auch im Zwischenmittel 4/5 ist das häufigere Vorkommen auf die obersten Bereiche des Zwischenmittels beschränkt. Dort sind Werte bis 2,8% vorhanden.

Im Flöz Viktoria kommt nach EBE (1992) ausschließlich *L. microadriennis* in geringen Mengen vor, während im Unterflöz nach SCHIEMANN (1994) ausschließlich *L. maxoides* ssp. *maxoides* erscheint. NATGE-EFOGHE (1997) beschreibt mit *L. adriennis* ssp. *adriennis* und *L. adriennis* ssp. *pseudomaximus* weitere Formen, die regelmäßig im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf vorkommen. Es ist jedoch davon auszugehen, daß es sich bei den von EBE, SCHIEMANN und NATGE-EFOGHE gefundenen Formen um mehr oder weniger identische Formen handelt. Die unterschiedliche Ansprache von *Leiotriletes* in diesen Arbeiten zeigt die Schwierigkeit, verschiedene Arten dieser Form voneinander zu unterscheiden.

(2) *Leiotriletes maxoides* KRUTZSCH 1962a ssp. *maxoides* KRUTZSCH 1962a

Tafel 1, Fig. 3, 4

- 1952 *Lygodium* spor. *adriennis* R. POTONIÉ – MEYER, S. 30 und Taf. 1, Fig 5 (Wackersdorf, Tagebau Nordfeld; Miozän).  
 1953 *Laevigatosporites pseudomaximus* – THOMSON & PFLUG, Taf. 2, Fig. 21 (Rheinische Braunkohle; Miozän).  
 1961 *Leiotriletes dorogensis* (KEDVES 1960) – KEDVES, Taf. 4, Fig. 14 (Bassin de Dorg; Obereozän).  
 1962a *Leiotriletes maxoides maxoides* n. fsp. et subfsp. – KRUTZSCH, Atlas I, S. 18 und Taf. 2, Fig. 1 – 5 (Lausitz, Bhg. Groß-Köris, 4. Lausitzer Flözhorizont; höheres Chatt).

**Beschreibung:** Sehr große, glatte, trilete Spore mit einer kräftigen und deutlich eckverstärkten Wand bis ca. 3 µm Stärke. Die trilete Marke ist in den meisten Fällen deutlich erkennbar, wobei die Y-Leisten kurz vor dem Äquator enden. Eine „Lippen“-Bildung (KRUTZSCH 1962a) ist sehr häufig. Durch eine kräftigere Wand und einer Größe von 70 – 80 µm unterscheidet sich diese Form von (1) *L. microadriennis*.

**Bemerkungen:** Die „Lippen“-Bildung ist ein Zeichen für eine Wandverstärkung im Bereich der Y-Marke (KRUTZSCH 1962a) und ist somit keine besondere Einbettungs- bzw. Erhaltungsform der Spore. KEDVES (1961) beschreibt mit *L. dorogensis* eine Form, die *L. maxoides* ssp. *maxoides* sehr ähnlich ist. Bei 80 – 120 µm Durchmesser ist *L. dorogensis* allerdings in der Regel deutlich größer.

Wie auch bei (1) *L. microadriennis* gibt es einen besonderen Erhaltungszustand (Taf. 1, Fig. 4): Ältere Autoren (THOMSON & PFLUG 1953, KRUTZSCH 1959a) haben diesen Erhaltungszustand als *Triplanosporites sinuosus* bezeichnet. Nach THIELE-PFEIFFER (1980) und KEDVES (1961) sowie in der Wulfersdorfer Flözgruppe tritt diese Form immer zusammen mit *L. maxoides* auf und niemals ausschließlich alleine, so daß davon ausgegangen werden kann, daß beide Formen von derselben Pflanze abstammen und *T. sinuosus* nur eine bestimmte Erhaltungsform darstellt.

Bei den triplanen Formen haben sich die Seiten entlang der Y-Marke flügelartig zusammengelegt, da die Polachse länger als die Äquatorachse ist (THIELE-PFEIFFER 1980). Bereits DÉAK (1959) führte bei rezenten *Lygodium*-Sporen Formveränderungen auf physikalische Einwirkungen zurück und nicht auf phylogenetische Prozesse. Auch KRUTZSCH (1962a) stellte fest, daß dieser Erhaltungszustand durch Art der Einbettung und Kompaktion bedingt ist. Eine Abtrennung dieser triplanen Erhaltungsform als eigene Art ist daher nicht erforderlich.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän – Miozän (Pliozän fraglich)

Zusammen mit anderen Fundpunkten aus dem Mitteleozän wie Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) gehören die Nachweise aus den Helmstedter Vorkommen zu den ältesten dieser Art, wobei die Gattung jedoch bereits aus dem Karbon bekannt ist (WINTGEN 1997). KEDVES (1961) beschreibt Vorkommen

aus dem Obereozän von Ungarn. NICKEL (1996a) konnte regelmäßige Nachweise aus dem Ober-Eozän/Oligozän des Oberrheintalgrabens anführen. Weitere Vorkommen stammen aus dem Oligozän (KRUTZSCH 1962a; THOMSON & PFLUG 1953) sowie aus dem Miozän (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1980; MOHR 1984). Aus dem südlichen bis östlichen Europa stammen Nachweise, die ins Unter-Pliozän einzuordnen sind (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie *Schizaeaceae*; Gattung *Lygodium* SW.

Auf Grund der wesentlich dickeren Wand im Vergleich zu *L. microadriennis* zeigt eine Reihe rezenter *Lygodium*-Arten große Ähnlichkeit mit *Leiotriletes maxoides* ssp. *maxoides* (THIELE-PFEIFFER 1980). *Lygodium*-Arten sind heute als Lianen überwiegend in tropischen Wäldern der ganzen Welt beheimatet.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe auch unter (1) *L. microadriennis*.

Triplane Erhaltungsformen von *Leiotriletes* sind in allen Arbeiten aus Helmstedt beschrieben worden. HAMMER (1996) konnte in Flöz 4 diese Formen regelmäßig zusammen mit *L. maxoides* und *L. microadriennis* finden. Im Viktoria-Flöz ist die Erhaltungsform selten (EBE 1992). Auch SCHIEMANN (1994) hat nur wenige triplane Exemplare im Unterflöz gefunden. Im unteren Zwischenmittel ist dagegen von NATGE-EFOGHE (1997) in einer Probe sogar ein Massenvorkommen dieser Erhaltungsform nachgewiesen worden.

#### Gattung *Toroisporis* KRUTZSCH 1959a

##### (3) *Toroisporis (Toroisporis) arealis* KRUTZSCH 1959a

Taf. 1, Fig. 7a, b

1959a *Toroisporis (Toroisporis) arealis* n. fsp.– KRUTZSCH, S. 99 und Taf. 10, Fig. 79 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit dreieckiger Äquatorkontur, abgerundeten Ecken sowie schwach konvexen Seiten. Die Sporenwand ist ca. 2 µm dick. Die Y-Marke ist kräftig und besteht aus dicken, schwach gewellt verlaufenden Strahlen, die mit einer schwachen Rechtsdrehung beginnen. Dagegen sind die Tori nur schwach ausgebildet. Die Wand der 30 – 40 µm großen Form ist glatt bis chagrenat.

**Bemerkungen:** Die Form wird von (4) *T. irregularis* auf Grund der unterschiedlichen Tori abgetrennt, wobei nach KRUTZSCH (1959a) Übergänge zwischen beiden Formen vorhanden sind. Beide Formen wurden daher zusammen ausgezählt. Von den anderen hier beschriebenen toriaten Formen (5) *T. torus major* und (6) *T. postregularis* unterscheidet sich *T. arealis* durch die deutlich dünnere Wand sowie den weitaus schwächer ausgebildeten Tori.

Im Vergleich mit dem Typusexemplar von KRUTZSCH (1959a, Taf. 10, Fig. 79) sind die Strahlen der Y-Marke bei den Exemplaren aus der Wulfersdorfer Flözgruppe deutlich länger und können den Äquator erreichen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän - Obereozän

Die Form ist in Mitteldeutschland bisher aus dem Lutet des Geiseltals sowie dem Borkener Bild (Obereozän) beschrieben, wobei KRUTZSCH (1959a) Vorkommen in weiteren paläogenen Floren vermutet.

Die Gattung *Toroisporis* ist bereits aus dem oberen Keuper bis tieferen Jura bekannt und reicht bis ins Oligozän, wobei das Maximum des Formenreichtums im Alttertiär liegt (KRUTZSCH 1959a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Sporen dieser Gattung sind in der Wulfersdorfer Flözgruppe im allgemeinen sehr selten. In den Zwischenmitteln und Kohleflözen kommen zumeist nur Einzelexemplare vor. Lediglich an der Basis von Flöz 5 im Profil H (Proben H/1, H/2 und H/4) sind die Sporen relativ häufig und erlangen bis 3,4%. *T. arealis* ist dabei die häufigste unter den vier hier beschriebenen toriaten Formen. In Flöz 4 kommt lediglich die Form *T. aneddeni* vor, die ebenfalls nur mit Einzelexemplaren erscheint (HAMMER 1996).

Während in der Westmulde im Tagebau Alversdorf in den Kohleflözen toriate Formen fehlen, beschreibt NATGE-EFOGHE (1997) mit *Toripunctisporis punctineddeni* (KRUTZSCH 1954) KRUTZSCH 1959a und *Toroisporis (Duplotoroisporis) distalicursus* KRUTZSCH 1959a zwei Formen, die zwar deutlich von Sporen der Gattung *T. (Toroisporis)* zu unterscheiden sind, aber ebenfalls zum Kreis der toriaten Formen zu zählen sind. Die Sporen kommen allerdings nur sehr selten vor.

(4) *Toroisporis (Toroisporis) irregularis* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1959a  
Taf. 1, Fig. 8

- 1953a *Laevigatisporites neddeni* R. POT. subsp. *irregularis* n. subsp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 54 und Taf. 2, Fig. 2 – 7 (Wehmingen, Paläozän).  
1959a *Toroisporis (Toroisporis) irregularis* n. comb.– KRUTZSCH, S. 96/97 und Taf. 10, Fig. 73, cf. 74 (Geiseltal; Mittel-  
eoän).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit einer dreieckig-rundlichen Äquatorkontur und einer relativ dünnen Sporenwand, die lediglich 1 – 1,5 µm dick ist. Die Y-Marke ist deutlich, besitzt aber nur mäßig kräftige Strahlen die ± gerade verlaufen und den Äquator nicht erreichen ( $r = \frac{2}{3} - \frac{3}{4}$ ). Die Tori sind flächig und nehmen nach den Ecken rasch an Stärke und Breite ab. Die Form wird 30 – 40 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Form ist nur sehr schwer von (3) *T. arealis* abzugrenzen (KRUTZSCH 1959a), so daß beide Formen zusammen ausgezählt wurden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän - Unteroligozän  
Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1959a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (3) *T. arealis*.

(5) *Toroisporis (Toroisporis) torus* (PFLUG 1953a) ssp. *major* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1959a  
Taf. 1, Fig. 5a, b

- 1934 *Sporites neddeni* R. POTONIÉ 1931 – R. POTONIÉ, S. 36 und Taf. 1, Fig. 12 (Geiseltal; Mitteleozän).  
1951 *Polypodiaceoisporites neddeni* R. POTONIÉ 1934 – R. POTONIÉ, Taf. 20, Fig. 7 (Neuabbildung von 1934).  
1953a *Concavisporites obtusangulus* R. POTONIÉ f. *major* n. f. – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 50 und Taf. 1, Fig. 42 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).  
1959a *Toroisporis (Toroisporis) torus* PFLUG 1953 n. comb. *major* PFLUG 1953 – KRUTZSCH, S. 95 und Taf. 9, Fig. 68, 69 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Toriate Spore mit starr dreieckiger Äquatorkontur und abgerundeten Ecken. Gelegentlich sind schwach konvexe Seiten ausgebildet. Die Oberfläche ist vorwiegend glatt, selten chagrenat. Die Sporenwand ist 2 – 3 µm dick, an den Ecken zumeist etwas dünner. Während die geraden Strahlen der Y-Marke ( $r = \frac{2}{3} - \frac{4}{5}$ ) nur schwach zu erkennen sind, sind die regelmäßigen Tori deutlich ausgebildet. Die Größe der Form liegt bei durchschnittlich 45 µm.

**Bemerkungen:** Im Vergleich mit der von KRUTZSCH (1959a) beschriebenen Form ist das in Helmstedt gefundene Exemplar durch eine dickere Wand gekennzeichnet. Auch die Strahlen der Y-Marke sind nicht so lang wie bei den aus dem Geiseltal bekannten Formen, die dort teilweise sogar den Äquator erreichen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän (Mittelpaläozän – Obereozän fraglich)  
Nach KRUTZSCH (1959a) ist die Form sicher und regelmäßig aus dem Geiseltal bekannt (Mitteleozän). Aus dem Paläozän und dem Obereozän sind fragliche Exemplare beschrieben.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Nach KRUTZSCH (1959a) ist die botanische Zugehörigkeit fraglich. KEDVES (1967, 1973) sieht allerdings Beziehungen zu den Gleicheniaceae.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist lediglich mit einem Einzelexemplar im Zwischenmittel 5/6 (Profil F, Probe F/13) beobachtet worden. Siehe auch unter (3) *T. arealis*.

(6) *Toroisporis (Toroisporis) postregularis* KRUTZSCH 1959a  
Taf. 1, Fig. 6a, b

- 1959a *Toroisporis (Toroisporis) postregularis* n. fsp.– KRUTZSCH, S. 98 und Taf. 10, Fig. 77 - 78 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Toriate Spore mit einer dreieckigen Äquatorkontur, schwach abgerundeten Ecken und geraden oder nur sehr schwach konvexen Seiten. Mit ca. 3 – 3,5 µm ist die glatte Sporenwand sehr kräftig. Die Y-Marke ist zart und besitzt gerade Strahlen, die den Äquator aber nicht ganz erreichen ( $r = \frac{4}{5}$ ). Die Tori sind kräftig entwickelt und weichen in ihrer Wandstärke nicht von dem übrigen Maß ab. Das Exemplar aus Helmstedt ist ca. 45 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelozeän

Die Form ist bisher nur von KRUTZSCH (1959a) aus dem Lutet des Geiseltals beschrieben worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Matoniaceae (?); Gattung *Phlebopteris* (?)

Angaben nach KRUTZSCH (1959a).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt gesichert nur mit einem Exemplar in Flöz 5 im Profil H (Probe H/4) vor. Siehe auch unter (3) *T. arealis*.

Gattung *Gleichniidites* ROSS 1949 emend. KRUTZSCH 1959a

(7) *Gleichniidites* sp.

Taf. 1, Fig. 9a, b

**Beschreibung:** Trilete Mikrospore mit einer dreieckig-konkaven Äquatorkontur, schwachen Tori und einer glatten Wand. Die Sporenwand weist an den Seiten Verdickungen bis 3 µm auf, während sie an den Ecken mit ca. 0,5 µm sehr dünn ist. Mit einer Größe von 22 µm gehört die Form zu den kleinsten Sporen in der Wulfersdorfer Flözgruppe.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1959a) unterteilte die Gattung in sechs Untergattungen, denen die Vielzahl der in der Literatur beschriebenen Arten dieser Gattung zugeordnet wurden. Da jedoch in der Wulfersdorfer Flözgruppe lediglich ein Einzelexemplar beobachtet wurde, ist auf eine Zuordnung des Exemplars zu einer bestimmten Art verzichtet worden. Die Form ist aber in die Untergattung *Gl. (Gleicheniidites)* KRUTZSCH 1959a oder *Gl. (Toridistalisporsis)* KRUTZSCH 1959a einzuordnen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Jura (Lias) – mindestens Mitteloligozän

Die Gattung ist mindestens seit dem Lias in Mitteleuropa vorhanden. Funde, die jünger als die Mitteloligozän-Transgression sind, können nach KRUTZSCH (1959a) möglicherweise umgelagert sein.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Gleicheniaceae; Gattung unbekannt.

Angabe nach KRUTZSCH (1959a).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Lediglich ein Einzelexemplar in Probe G/13 (Profil G) aus dem Zwischenmittel 5/6 ist innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet worden.

Gattung *Ischyosporites* BALME 1957

(8) *Ischyosporites asolidus* (KRUTZSCH 1959a) KRUTZSCH 1967a

Taf. 2, Fig. 1a, b

1959a *Triletes asolidus* – KRUTZSCH, S. 151 und Taf. 27, Fig. 290 – 293 (Geiseltal; Mittelozeän).

1967a *Ischyosporites asolidus* (KRUTZSCH) – KRUTZSCH, Atlas IV und V, S. 78 und Taf. 21, Fig. 1 – 6 (verschiedene mitteloligozäne und miozäne Fundpunkte).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit einer verwachsen-rugulaten Skulptur, foveatem Habitus, abgerundeten Ecken und geraden bis schwach konvexen Seiten. Die Zierelemente sind ca. 1 µm hoch und zumeist bis 2 µm breit. Die Sporenwand ist ca. 2 µm dick. Die deutlichen Strahlen der Y-Marke verlaufen gerade und erreichen den Äquator. Die Spore erreicht eine Größe von durchschnittlich 50 µm.

**Bemerkungen:** Nach KRUTZSCH (1967a) sind durchaus Übergänge zu den in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht beobachteten Sporen der Art *Trilites multivallatus* zu beobachten. Auf Grund des foveaten Habitus ist eine Zuordnung zur Gattung *Ischyosporites* jedoch natürlicher als zur Gattung *Trilites*. Eine weitere Form beschreibt KRUTZSCH (1959a) mit *Foveasporis linearis*, zu der es ebenfalls nach KRUTZSCH (1963a) Übergänge gibt. Das

hier beschriebene Exemplar aus der Wulfersdorfer Flözgruppe weist jedoch keine lineare Anordnung der Skulpturelemente auf, wie es charakteristisch für *F. linearis* ist.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Oligozän

Die Form ist häufig im Eozän zu finden (KRUTZSCH 1959a), tritt im Oligozän aber nur noch selten auf (KRUTZSCH 1967a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Schizaeaceae; Gattung *Lygodium* SW.

Nach Ansicht der meisten Autoren ist eine Zuordnung zu *Lygodium* sehr wahrscheinlich (POTONIE 1934; THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1967a). ROSS (1949) hält auch Beziehungen zur Gattung *Cibotium* (Dicksoniaceae) für möglich, deren Sporen nach NICKEL (1996b) auf Grund der glatten Proximalhemisphäre als Mutterpflanzen jedoch nicht in Frage kommen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Lediglich ein Einzel Exemplar in Probe B/8 (Profil B) aus den Liegendschichten ist innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet worden.

Gattung *Baculatisporites* THOMSON & PFLUG 1953

(9) *Baculatisporites primarius* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953 ssp.  
*oligocaenicus* KRUTZSCH 1967a  
Tafel 1, Fig. 2a, b

- 1934 *Sporites primarius* n. sp. – WOLFF, S. 66 und Taf. 5, Fig. 8 (ehem. Grube Freigericht bei Dettingen/Main; Pliozän).  
1953 *Baculatisporites primarius* (WOLFF) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 56 und Taf. 2, Fig. 49 – 53 (versch. Fundpunkte aus dem Eozän, Miozän und Pliozän).  
1955 *Baculatisporites primarius* (WOLFF 1934) – MÜRRIGER & PFLANZL, Taf. 6, Fig. 19 (Heskem, Hessen; Unteroligozän).  
1967a *Baculatisporites primarius* (WOLFF 1934) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *oligocaenicus* – KRUTZSCH, Atlas IV u. V, S. 60 und Taf. 12, Fig 1 – 6 (4. Lausitzer Flözhorizont; höheres Oberoligozän und Tanndorf-Seidewitz; tieferes Miozän).

**Beschreibung:** Trilete Spore, die mit einzeln stehenden unverwachsenen, baculaten bis verrucaten Skulpturelementen unterschiedlicher Größe besetzt ist. Die Wand ist relativ dünn (0,5 – 1,5 µm), so daß die Form häufig, besonders entlang der zarten triletten Marke, aufgeplatzt ist. Die Spore erreicht Größen bis ca. 50 µm.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1967a) unterteilte die Art *B. primarius* in verschiedene Unterarten. Die von NICKEL (1996b) aus dem Mitteleozän von Eckfeld beschriebene *B. primarius* ssp. *crassiprimarius* besitzt dabei wesentlich kräftiger entwickelte Skulpturelemente als *B. primarius* ssp. *oligocaenicus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän – tiefstes Untermiozän

Neben den Funden aus dem Mitteleozän von Eckfeld (NICKEL 1996b) sind die Exemplare aus der Wulfersdorfer Flözgruppe die ältesten Nachweise dieser Art. Allerdings sind auch aus Messel ähnliche Formen beschrieben worden, die jedoch keine Unterart von *B. primarius* zugeordnet sind (THIELE-PFEIFFER 1988). Die Hauptverbreitung dieser Art liegt wohl im Oligozän (HOCHULI 1978). KRUTZSCH (1967a) konnte die Form bis ins tiefste Untermiozän verfolgen.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Osmundaceae; Gattung *Osmunda*

Vertreter dieser Gattung leben heute in sumpfigen Wäldern der gemäßigten bis subtropisch-tropischen Zonen der ganzen Welt. Die beste Übereinstimmung mit rezenten Osmundaceen liefern die Sporen von *Osmunda bromeliifolia* aus Ceylon (KRUTZSCH 1967a).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Sporen tauchen in Einzel exemplaren lediglich im Zwischenmittel 4/5 und in den Liegendschichten der Wulfersdorfer Flözgruppe auf. Nur in Probe A/12 ist die Form mit 2,5% häufiger vertreten. In den Wulfersdorfer Flözen fehlen die Sporen ebenso wie im Viktoria-Flöz und im Unterflöz der Oberflözgruppe. Seltene Exemplare hat NATGE-EFOGHE (1997) aus dem unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf nachgewiesen, die sie lediglich als *B. primarius* bezeichnet, aber wahrscheinlich mit der hier beschriebenen Unterart gleichgesetzt werden können.

(10) *Baculatisporites gemmatus* KRUTZSCH 1959a  
Tafel 2, Fig. 3a, b, c

1959a *Baculatisporites gemmatus* n. fsp. – KRUTZSCH, S. 142 und Taf. 25, Fig. 270 – 271 und cf. Fig. 268 - 269 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit kreisrunder Form und kräftigen, gelegentlich verwachsenen, ungleich großen, gemmaten Skulpturelementen unterschiedlicher Größe (Durchmesser 0,5 – 3 µm). Die Y-Marke ist deutlich. Die Spore erreicht Größen bis ca. 45 µm.

**Bemerkungen:** Die von KRUTZSCH (1959a) beschriebene Form ist mit Durchmessern von 50 – 80 µm sehr viel größer als die in Helmstedt gefundenen Exemplare. Die von NICKEL (1996b) beschriebenen mitteleozänen Exemplare aus Eckfeld sind dagegen ebenfalls nur bis 47 µm groß. Eine sehr ähnliche Form beschreibt KEDVES (1973) mit *B. ovalis*, die sich von *B. gemmatus* lediglich durch die wesentlich geringere Größe unterscheidet und maximal 48 µm groß wird. Wahrscheinlich ist diese Art mit der von NICKEL (1996b) beschriebenen und auch in Helmstedt gefundenen kleineren Form von *B. gemmatus* gleichzusetzen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän – Obereozän

Nachweise aus dem Mitteleozän stammen aus verschiedenen Fundpunkten (KRUTZSCH 1959a; KEDVES 1973; NICKEL 1996b). Aus dem Obereozän stammen Nachweise von HOCHULI (1978).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Osmundaceae; Gattung unbekannt

Angaben von KRUTZSCH (1959a, 1967a) und KEDVES (1973).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Von dieser Art wurde lediglich ein Einzelexemplar in Probe B/9 (Liegendschichten) gefunden.

Gattung *Stereisporites* THOMSON & PFLUG 1953

(11) *Stereisporites megastereooides* PFLUG 1953a  
Tafel 2, Fig. 4a, b

1953a *Stereisporites megastereooides* n. fsp. (Pf.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953, S. 53; Taf. 1, Fig. 74 (Helmstedter Unterflözgruppe; Untereozän).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit dreieckiger Äquatorkontur, schwach konvexen Seiten und einer Größe von über 30 µm. Charakteristisch ist die am Äquator 3 – 4 µm dicke und glatte Wand mit deutlichen Eckverstärkungen. Die Strahlen der klar erkennbaren Y-Marke erreichen meistens den Äquator, können aber auch knapp vorher enden. Die Spore ist glatt oder nur schwach mikroskulptiert.

**Bemerkungen:** Der Artname *St. megastereooides* wurde aufgrund der Funde in der Helmstedter Unterflözgruppe (THOMSON & PFLUG 1953) belassen, obwohl es jüngere Untersuchungen gibt, in denen die Gattung *Stereisporites* sehr detaillierter beschrieben wird. Besonders KRUTZSCH (1963b) hat ein umfangreiches Werk vorgelegt, in dem er 64 Arten und Unterarten der Gattung *Stereisporites* aufstellt. Danach sind die Sporen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe in den Subgenus *Stereisporites (Distverrusporis)* KRUTZSCH 1963 einzuordnen, obwohl die hier gefundenen Sporen keiner der von KRUTZSCH beschriebenen Arten genau zuzuordnen sind. Auch manche Arten des Subgenus *Stereisporites (Stereisporites)* KRUTZSCH 1963 zeigen Ähnlichkeiten mit *St. megastereooides*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän – Mitteleozän

Die stratigraphische Reichweite bezieht sich auf die Angaben von THOMSON & PFLUG (1953) und deren Funde in der Helmstedter Unterflözgruppe. Zusammen mit dem Auftreten in der Wulfersdorfer Flözgruppe ergibt sich somit die angegebene Reichweite. Allerdings ist diese Angabe wahrscheinlich ohne stratigraphischen Wert, da KRUTZSCH (1963b) eine Reichweite der Gattung *Stereisporites (Distverrusporis)*, in die die hier gefundene Form wahrscheinlich einzuordnen ist, von der Kreide bis ins Pliozän angibt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sphagnaceae; Gattung *Sphagnum* L.

Die meisten Autoren halten die Sphagnaceae mit der Gattung *Sphagnum* für die Mutterpflanzen dieser Sporen (z. B. THOMSON & PFLUG 1953; KEDVES 1973; THIELE-PFEIFFER 1980). Lediglich KRUTZSCH (1963b) weist darauf hin, daß entsprechende Sporenformen auch bei zahlreichen anderen Arten, z. B. der Gattung *Selaginella*, vor-

kommen. Besonders bei den mesozoischen Formen ist daher von einer eindeutigen Zuordnung zu *Sphagnum* abzusehen.

*Sphagnum*-Arten findet man heute weltweit in sumpfigen Wäldern, Verlandungs- und Hochmooren.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Spore erscheint nur in sieben Proben innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe.

In Flöz 4 (HAMMER 1996) sind lediglich die kleinen *Sphagnum*-Formen der Art *St. minor* ssp. *minor* nachgewiesen, große *Sphagnum*-Sporen mit dicker Wand wie bei der hier beschriebenen Form, fehlen. EBE (1992) berichtet von *Sphagnum*-Sporen im Flöz Viktoria, die große Ähnlichkeiten mit *St. megastereoides* aufweisen, aber keiner bestimmten Art zugeordnet werden, da die Sporenwände dünner als 3 µm sind. Diese Sporen kommen regelmäßig in ihren Proben vor und erreichen in einem Horizont sogar 23,7%. EBE beschreibt noch eine weitere *Sphagnum*-Art, die aber nur vereinzelt auftritt. Im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf erscheinen ebenfalls regelmäßig *Sphagnum*-Sporen, die etwas zarter als *St. megastereoides* sind und als *St. stereoides* bezeichnet werden (NATGE-EFOGHE 1997). Im Vergleich mit der Artenvielfalt und dem Massenvorkommen von *Stereisporites* in der Helmstedter Unterflözgruppe (HAMMER-SCHIEMANN 1998) ist das Auftreten von *Sphagnum*-Sporen in der Oberflözgruppe insgesamt gesehen jedoch gering. Von den sieben *Stereisporites*-Arten aus der Unterflözgruppe ist lediglich (13) *St. breviancoris* auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe vorhanden.

(12) *Stereisporites minor* (RAATZ 1937) KRUTZSCH 1959a ssp. *minor* KRUTZSCH 1959a  
Tafel 2, Fig. 5

- 1937 *Sphagnum-sporites stereoides* POT. & VENITZ f. *minor* n. fsp. – RAATZ 1937, S. 9; Taf. 1, Fig. 5 (Muskauer Braunkohle, Oberlausitz; Miozän).  
1953 *Stereisporites stereoides* (R. POT. & VENITZ 1934) n. comb. – THOMSON & PFLUG 1953, S. 53, Taf. 1, Fig. 67 (Braunkohle von Wallensen im Hils; Pliozän).  
1959a *Stereisporites minor* (RAATZ 1937) n. comb. subfsp. *minor* – KRUTZSCH 1959, S. 71; ohne Abbildung.

**Beschreibung:** Sehr kleine, zarte Sporen, die nur Größen von 15 – 20 µm erreichen, wobei die dünne Wand weniger als 1 µm dick ist. Die Y-Marke ist deutlich, ihre Strahlen erreichen den Äquator jedoch nicht. Der Umriss der Sporen ist gerundet dreieckig, wobei die Ecken gelegentlich schwach zugespitzt sind. Die Oberfläche ist meist glatt, z. T. aber auch chagrenat bis fein skulptiert.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän bis Pliozän

Nach KRUTZSCH (1963b) ist diese Form aus dem Oligozän, Miozän und Pliozän bekannt. Nach regelmäßigen Funden in allen Helmstedter Ablagerungen ist auch ein eindeutiges Auftreten im Eozän nachgewiesen. Ähnliche Formen kommen aber bereits seit der Oberkreide vor (KRUTZSCH 1963b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sphagnaceae; Gattung *Sphagnum* L.

Zur botanischen Zugehörigkeit siehe auch unter (11) *St. megastereoides*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe kommt die Form regelmäßig in Einzelexemplaren in den Zwischenmitteln aber auch in den Kohleflözen vor. Insgesamt erscheint die Form weitaus häufiger als *St. megastereoides*. Nach HAMMER (1996) gibt es sogar in einem Horizont von Flöz 4 mit über 7% ein erhöhtes Aufkommen dieser *Sphagnum*-Sporen.

NATGE-EFOGHE (1997) konnte diese Form in einer einzigen Probe aus dem unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf nachweisen.

Ergänzend siehe unter (11) *St. megastereoides*.

(13) *Stereisporites breviancoris* KRUTZSCH 1963b  
Taf. 2, Fig. 6

- 1963b *Stereisporites breviancoris* n. fsp – KRUTZSCH, Atlas III, S. 60 und Taf. 12, Fig. 1 – 7 (verschiedene Fundpunkte aus dem Miozän und Pliozän Norddeutschlands).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit einer konvexen Kontur. Die kräftige Wand hat eine Dicke von 1,5 bis 2 µm und ist deutlich zweischichtig. Auch Eckverstärkungen und Eckverdickungen sind klar erkennbar. Eine Area fehlt. Dafür ist ein Distalanker klar erkennbar, dessen Abgrenzungen deutlich konvex sind. Die Spore wird zwischen 25 und 30 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Bisher sind lediglich einzelne Exemplare aus dem Untereozän bekannt (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; HAMMER-SCHIEMANN 1998), sowie aus dem Miozän und Pliozän (KRUTZSCH 1963b). Nun auch erstmals im Mitteleozän beobachtet.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sphagnaceae; Gattung *Sphagnum* L.

Zur botanischen Zugehörigkeit siehe auch unter (11) *St. megastereoides*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Diese Art der Gattung *Stereisporites* ist ebenfalls nur äußerst selten in der Flözgruppe zu beobachten.

Ergänzend siehe unter (11) *St. megastereoides*.

Gattung *Tegumentisporis* KRUTZSCH 1963b

(14) *Tegumentisporis sculpturoides* (KRUTZSCH 1959a) KRUTZSCH 1963b  
Taf. 2, Fig. 7a, b

1959a *Trilites sculpturoides* n. fsp.– KRUTZSCH, S. 153, Taf. XXVIII, Fig. 312 - 313 (Geiseltal, ehem. Grube Cecilie, Oberkohle; Lutet).

1963b *Tegumentisporis sculpturoides* (W. KRUTZSCH 1959) n. comb.– KRUTZSCH, Atlas III, S. 24 (ohne Abb.).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit dreieckig-rundlichem Umriß und einer dünnen Sporenwand. Die Skulpturelemente sind kräftig, locker angeordnet und unregelmäßig verteilt. Die Breite der Skulpturelemente liegt bei etwa 10 µm, die Höhe bei 4 – 5 µm. Die zarte Y-Marke besitzt gerade Strahlen, die den Äquator erreichen. Einschließlich ihrer Skulptur wird die Spore bis 25 µm groß.

**Bemerkungen:** Besonders im Geiseltal (KRUTZSCH 1959a) und in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) treten Sporen dieser Gattung in hoher Formenvielfalt auf, die sich vor allem in der Ausbildung und Verteilung der Skulpturelemente voneinander unterscheiden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän

Sporen dieser Gattung sind bisher lediglich aus dem Mitteleozän des Geiseltals (KRUTZSCH 1959a) und von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) bekannt. Mit dem Auftreten in Helmstedt ist somit ein weiteres Vorkommen aus dem Mitteleozän entdeckt worden. Nach KRUTZSCH (1963b) sind Sporen der Gattung *Tegumentisporis* typische alttertiäre (eozäne Formen), die nur noch mit einer Art ins Oligozän reicht. Somit ist diese Gattung von hohem stratigraphischen Wert.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Selaginellaceae; Gattung *Selaginella* P. B.

Nach KRUTZSCH (1963b) gibt es sehr ähnliche Formen, die allerdings größer sind, bei der „*Selaginella megastachys*-Gruppe“. Vertreter der Gattung *Selaginella* leben heute weltweit auf sehr feuchten Standorten in subtropischen und tropischen Wäldern.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist sehr selten in der Wulfersdorfer Flözgruppe und kommt mit wenigen Einzelexemplaren lediglich in den Zwischenmitteln und den Flözen 5 und 6 vor.

Zwei Exemplare hat auch NATGE-EFOGHE (1997) im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf gefunden.

Gattung *Cicatricosisporites* R. POTONIÉ & GELLETICH 1933

(15) *Cicatricosisporites dorogensis* R. POTONIÉ & GELLETICH 1933  
Tafel 2, Fig. 8a, b und 9

1933 *Cicatricosisporites dorogensis* n. fsp. – R. POTONIÉ & GELLETICH 1933, S. 522 und Taf. 1, Fig. 1 - 3 (Braunkohle von Dorog, Ungarn; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Große, trilete Spore mit gewöhnlich dreieckigem bis rundlichem Umriß. Charakteristisch ist eine einfache Leistenkulptur, die aus geraden Leisten mit glatten bis schwach gewellten Leistenrändern besteht. Foveen, die die Leisten unterbrechen, fehlen oder sind sehr selten. Die Leisten sind unterschiedlich breit, liegen im Durchschnitt bei etwa 2 µm, während die Form einen Durchmesser von ca. 50 µm besitzt.



**Bemerkungen:** Die Form wurde zusammen mit (16) *C. paradorogensis* ausgezählt, da eine Unterscheidung zwischen beiden Arten aufgrund von Übergängen nicht immer zu treffen ist. Auch THIELE-PFEIFFER (1988) berichtet von Übergängen zwischen den beiden Arten in Messel.

Ähnlich wie bei den Sporen der Gattung *Leiotriletes* sind triplane Erhaltungsformen relativ häufig (Taf. 2, Abb. 9).

KEDVES (1961) unterteilte *C. dorogensis* in zwei Unterarten *C. dorogensis minor* und *C. dorogensis major*, die sich hauptsächlich in der Größe unterscheiden. Während die *minor*-Typen Größen zwischen 40 und 60 µm erreichen, wird die *major*-Form zwischen 60 und 90 µm groß. Die in Helmstedt gefundenen Exemplare sind damit eindeutig der kleineren Art zuzuordnen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Mitteloligozän

Im Pariser Becken sind Vorkommen bereits aus dem Oberpaläozän beschrieben (KEDVES 1967). Nachweise aus dem gesamten Eozän sind von verschiedenen Fundorten bekannt (KEDVES 1960, 1961, 1967, 1973; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; ROCHE 1982; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996a, 1996b). Bis zur Mitteloligozän-Transgression sind weitere Vorkommen bekannt (KRUTZSCH 1957, 1959a, 1967a). Sporen der Gattung *Cicatricosisporites* gibt es aber bereits seit dem höheren Malm und besonders häufig in der Kreide (KRUTZSCH 1967a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Schizaeaceae (?); Gattung unbekannt

Die meisten Autoren stellen diese Art zu den Schizaeaceae und den Gattungen *Anemia* und *Mohria* (KRUTZSCH 1959a, 1967a; KEDVES 1960, 1973). Nach R. POTONIÉ & GELLETICH (1933) und THIELE-PFEIFFER (1988) kommen aber auch die Parkeriaceae mit der Gattung *Ceratopteris* in Betracht. Auch bestimmte Polypodiaceen der Gattungen *Saccoloma* und *Dennstaedtia* können als Sporenlieferanten nicht völlig ausgeschlossen werden (THIELE-PFEIFFER 1988). Alle Sporen der erwähnten Gattungen zeigen zwar eine Leistenskulptur, andererseits jedoch auch größere Unterschiede zu *C. dorogensis* wie z. B. im Aufbau der Y-Marke.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *C. dorogensis* und *C. paradorogensis* treten zusammen nahezu ausschließlich in den Zwischenmitteln und den Liegendschichten auf. Dort kommen sie regelmäßig in Einzelexemplaren vor. Nur sehr selten werden Häufigkeiten von mehr als 1% erreicht. In den Kohleflözen fehlen diese Formen bis auf wenige Einzelexemplare völlig.

Ähnlich verhält es sich in Flöz 4 (HAMMER 1996), wo gelegentlich Einzelexemplare auftreten. Im Flöz Viktoria kommen die Sporen überhaupt nicht vor (EBE 1992), während im Unterflöz (Tagebau Alversdorf) das Auftreten ebenso spärlich ist, wie in der Wulfersdorfer Flözgruppe (SCHIEMANN 1994). NATGE EFOGHE (1997) konnte im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf dagegen wieder regelmäßige Vorkommen nachweisen.

*C. paradorogensis* ist in der Wulfersdorfer Flözgruppe häufiger als *C. dorogensis*, die nur mit Einzelexemplaren vorkommt. Im Tagebau Alversdorf ist es jedoch genau umgekehrt (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997)

(16) *Cicatricosisporites paradorogensis* KRUTZSCH 1959a  
Tafel 2, Fig. 10a, b und 11

1959a *Cicatricosisporites paradorogensis* n. fsp. – KRUTZSCH, S. 172; Taf. XXXV, Fig. 366 – 371, Taf. XXXVI, Fig. 372 – 373 (Geiseltal, Tgb. Neumark-West, Oberkohle; Miozän).

**Beschreibung:** Trilete Spore mit dreieckiger bis rundlicher Äquatorkontur und einer Leistenskulptur, die im Unterschied zu (15) *C. dorogensis* regelmäßig mit Foveen durchsetzt ist. Diese werden durch die gewellte Begrenzung der Leistenelemente deutlich. Die Leisten werden etwa 2 µm breit, die Form zwischen 40 und 50 µm groß.

**Bemerkungen:** Auch diese Form kommt regelmäßig in triplaner Erhaltung in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (Taf. 2, Abb. 11).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Mitteloligozän (Oberoligozän ?)

Nach KRUTZSCH (1959a, 1967a) kommt die Form mindestens seit dem Oberpaläozän/Untereozän (Antweiler Bild) vor. Aus dem Untereozän des Pariser Beckens (KEDVES 1967), aus dem Miozän des Geiseltales (KRUTZSCH 1959a), von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) sowie aus dem Obereozän (HOCHULI 1978; NICKEL 1996a) stammen regelmäßige Nachweise. Weiterhin ist sie bis ins Mitteloligozän nachgewiesen, einzelne Fragmente sind auch im Oberoligozän gefunden worden (KRUTZSCH 1967a). Auch MOHR (1984) hat Exemplare in den obermiozänen Indener Schichten der niederrheinischen Bucht gefunden, die aber möglicherweise umgelagert sind.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Schizaeaceae; Gattung *Ruffordia*

Aus Sporangien von *Ruffordia subcretacea* konnte BARTHEL (1976) Sporen dieses Typs isolieren.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (15) *Cicatricosisporites dorogensis*.

#### 4.2.1.2 Abteilung Zonales (BENNIE & KIDSTON 1886) R. POTONIÉ 1956

Zonotrilete Mikrosporen

Gattung *Polypodiaceoisporites* R. POTONIÉ 1956

(17) *Polypodiaceoisporites gracillimus* NAGY 1963  
Tafel 3, Fig. 1a, b

1963 *Polypodiaceoisporites gracillimus* n. sp. – NAGY, S. 398, Taf. 1, Fig. 3 - 6 (Eger, Nordungarn; tieferes Miozän).

**Beschreibung:** Zonotrilete Spore mit dreieckigem Umriß und abgerundeten Ecken sowie einem glattrandigen Cingulum von 4 µm Breite. Die Skulptur ist grobcorrugat, unregelmäßig und nicht immer deutlich. Die Y-Marke ist dagegen klar erkennbar, die Strahlen erreichen das Cingulum nicht ganz ( $r \approx \frac{4}{5}$ ). Die Form ist etwa 30 µm groß.

**Bemerkungen:** In der Literatur ist eine Vielzahl an Formen dieser Gattung beschrieben worden (KRUTZSCH 1959a, 1967b; KEDVES 1967, 1973), die sich hauptsächlich durch die unterschiedliche Ausbildung der Skulpturelemente voneinander unterscheiden. Da die Abbildungen in der Literatur zumeist unklar sind, sind analog zu THIELE-PFEIFFER (1988) die in Helmstedt gefundenen Exemplare in die Sammelart *P. gracillimus* eingeordnet worden, jedoch keiner der von KRUTZSCH (1967b) aufgestellten Unterarten dieser Form zugeordnet.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Miozän

Die Form reicht wahrscheinlich vom Untereozän bis ins Miozän (KRUTZSCH 1967b; THIELE-PFEIFFER 1988). Die Gattung gibt es jedoch bereits seit der Oberkreide, vermutlich bereits seit der Trias. Nach KRUTZSCH (1967b) bestehen große Unterschiede zwischen den alttertiären Formen und den Arten aus dem Mitteltertiär.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Unterfamilie Pteridoideae; Gattung *Pteris*

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) zeigen verschiedene Arten dieser Gattung ein vergleichbares Cingulum und eine entsprechende Skulptur, sind aber in der Regel größer. KRUTZSCH (1967b) sieht allerdings auch Beziehungen zu den Selaginellaceen (*Selaginella scandens*-Gruppe) und den Cyatheaceen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe fehlt die Form in den Flözen 4 bis 6 völlig. Lediglich in den Liegendschichten sowie im Zwischenmittel 5/6 kommt die Form regelmäßig mit Einzelexemplaren vor.

Während diese Polypodiaceen im Viktoria-Flöz fehlen, sind die Sporen im unteren Zwischenmittel von Alversdorf (Westmulde) regelmäßig vorhanden (NATGE-EFOGHE 1997), im Unterflöz in einer Schicht mit über 7% sogar sehr häufig (SCHIEMANN 1994).

Gattung *Camarozonosporites* PANT 1954 ex R. POTONIÉ 1956

(18) *Camarozonosporites heskemensis* (PFLANZL 1955) KRUTZSCH 1959a  
Tafel 3, Fig. 2a, b

1940 *Zonales – Spor.* R. POTONIÉ – THIERGART, nur Taf. 6, Fig. 30 (Ellenhausen, Oligozän).

1952 *Reticulati spor. caelatus* R. POTONIÉ. – PFLUG, S. 136, Taf. 7, Fig. 3 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).

1953 *Reticulatisporites caelatus* R. POTONIÉ. – THOMSON & PFLUG, S. 55. Taf. 2, Fig. 28 – 29 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän), Fig. 31 – 32 (Kettwig, Borkener Bild), Fig. 33 (Frielendorf, Miozän).

1955 *Cingulatisporites heskemensis* – PFLANZL in MÜRRIGER & PFLANZL, S. 83, 85, 87, Taf. 5, Fig. 1-3 (Heskem; Unter-Oligozän).

1959a *Camarozonosporites heskemensis* (PFLANZL 1955) n. comb. – KRUTZSCH, S. 187, Taf. 38, Fig. 413 -421 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Zonale Spore mit kreisförmig-dreieckiger Äquatorkontur, also mit stark konvexen Seiten. Der innere Umriß entspricht einem an den Ecken abgerundeten Dreieck mit geraden bis schwach konvexen Seiten. An den Ecken ist die Sporenwand etwa 1 µm und an den Seitenwänden 3 – 4 µm stark. Die Proximalseite ist

glatt, mit einer deutlichen Y-Marke, deren Strahlen den Äquator nicht ganz erreichen. Auf der distalen Seite ist eine schwach hamulate Skulptur ausgebildet. Die Spore hat eine Größe von 30 – 35 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän – Oligozän

Nach KRUTZSCH (1963a) ist die Form ein alltertiärer Vertreter, der besonders häufig im Mittel- und Obereozän vorkommt, bis ins Mitteloligozän noch regelmäßig erscheint und in Einzelexemplaren noch im tiefen Oberoligozän auftritt. Während die Form im Geiseltal (KRUTZSCH 1959a) und in Helmstedt vorkommt, fehlen Nachweise aus den mitteloazänen Fundstellen in Messel und Eckfeld.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Lycopodiaceae; Gattung *Lycopodium* L.

Nach KRUTZSCH (1963a) bestehen enge Beziehungen zur rezenten Art *Lycopodium cernum*. *Lycopodium*-Arten leben hauptsächlich in tropischen Breiten, gelegentlich jedoch auch in gemäßigten Zonen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In den Wulfersdorfer Flözen 5 und 6 sowie in den Begleitschichten erscheint die Form sehr selten in Einzelexemplaren. Lediglich im Profil K (Probe K/23) in den Basischichten von Flöz 4 kommt es zu einer starken Verbreitung (5,6%) dieser Art. Auch HAMMER (1996) hat nur in den unteren Bereichen von Flöz 4 *C. heskemensis* gefunden. Dort kommt es allerdings zu Häufigkeiten von mehr als 12%. Im oberen Bereich von Flöz 4 fehlen die Sporen wieder.

Im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf ist *C. heskemensis* regelmäßig vorhanden, jedoch deutlich seltener als (19) *C. decorus* (NATGE-EFOGHE 1997). Im Unterflöz ist sogar nur *C. decorus* nachgewiesen (SCHIEMANN 1994).

(19) *Camarozonosporites decorus* (WOLFF 1934) KRUTZSCH 1959a  
Tafel 3, Fig. 3a, b, c

- 1934 *Sporites decorus* n. fsp. – WOLFF, S. 67, Taf. 5, Fig. 12 (Ehemalige Grube „Freigericht“ b. Dettingen; Pliozän).  
1950 *Lycopodium innundatoidei* Typ. – R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART, S. 46, Taf. A, Fig. 10 (Rheinische Braunkohle).  
1953 *Reticulatisporites caelatus* R. POTONIÉ. – THOMSON & PFLUG, S. 55, Taf. 2, Fig. 35 (Neuabbildung von 1950), cf. Fig. 30 (Helmstedter Oberflözgruppe).  
1959a *Camarozonosporites decorus* (WOLFF 1934) n. comb.. – KRUTZSCH, S. 187 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Zonale Spore mit ähnlichen Aufbau wie die vorherige Art. Von (18) *C. heskemensis* wird die Form durch eine kräftige hamulate Distalskulptur unterschieden, die noch auf die randlichen Partien der Proximalseite übergreift und dabei deutlich in der Äquatorkontur in Erscheinung tritt. Die Strahlen der zarten Y-Marke erreichen den Äquator nicht ( $r = \frac{2}{3}$  bis  $\frac{4}{5}$ ). Insgesamt ist die Form mit ca. 40 µm deutlich größer als *C. heskemensis*.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1963a) beschreibt mit *C. (Hamulatisporis) rarus* eine sehr ähnliche Form, die im Gegensatz zu *C. decorus* keine entwickelte Area zeigt und bei der die Strahlen der Y-Marke den Äquatorrand zumeist erreichen ( $r = \frac{4}{5}$  bis  $\frac{5}{5}$ ). Solche Formen sind auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe durchaus anzutreffen, auf Grund der schweren Unterscheidbarkeit aber ebenfalls unter der Bezeichnung *C. decorus* ausgezählt worden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän – Pliozän

Nach KRUTZSCH (1963a) sind diese Sporen vor allem in oligozänen und miozänen Schichten selten bis regelmäßig zu finden. Auch aus dem Pliozän sind Vorkommen bekannt (MOHR 1984). Mit dem regelmäßigen Auftreten in allen untersuchten Bereichen in Helmstedt ist die Form nun auch aus dem Mitteloazän nachgewiesen.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Lycopodiaceae; Gattung *Lycopodium* L.

Siehe ergänzend unter (18) *C. heskemensis*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form erscheint ähnlich wie *C. heskemensis* nur sehr selten in den Flözen 5 und 6, dafür aber häufig in den Basisbereichen von Flöz 4 (Probe K/23: 8,6%). Auch HAMMER (1996) berichtet von regelmäßigen Vorkommen in der Basis von Flöz 4. In den Zwischenmitteln tritt die Form kaum in Erscheinung.

Aus dem Viktoria-Flöz ist die Form durch Einzelexemplare belegt, jedoch dort unter der Bezeichnung *Reticulatisporites caelatus* ausgezählt worden (EBE 1992). Im unteren Zwischenmittel sowie im Unterflöz der Oberflözgruppe im Tagebau Alversdorf kommen ebenfalls Einzelexemplare von *C. decorus* vor (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

### 4.2.1.3 Abteilung Monoletes IBRAHIM 1933

#### Gattung *Cicatricosporites* THOMSON & PFLUG 1953

(20) *Cicatricosporites pseudodorogensis* THOMSON & PFLUG 1953 ex KRUTZSCH 1959a  
Tafel 3, Fig. 4

- 1952 *Cicatricoso spor. pseudodorogensis* R. POTONIÉ – PFLUG, S. 136, 117 (Hu), 120 (Ho), Taf. 7, Fig. 1 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).  
1953 *Cicatricosporites pseudodorogensis* (R. POTONIÉ) n. fsp. – THOMSON & PFLUG, S. 61, Taf. 4, Fig. 13 (Neuabbildung von 1952).  
1959a *Cicatricosporites pseudodorogensis* (THOMSON & PFLUG 1953) n. comb.. – KRUTZSCH, S. 224 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Sehr große, monolete Spore mit einer charakteristischen canaliculaten bis cicatricosen Skulptur, wobei die einzelnen Leisten ca. 1 µm breit und hoch sind und einen abgerundeten Querschnitt zeigen. Die Wand ist ca. 1 µm dick, inklusive Skulptur 2 µm. Die Dehiszenzmarke der bohnenförmigen und zwischen 65 und 85 µm großen Spore ist deutlich ( $r \approx \frac{2}{3}$ ).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Unteroligozän

Nach KRUTZSCH (1959a) kommt die Form neben der Helmstedter Oberflözgruppe vor allem im Geiseltal, in Kohlen aus dem Halleschen Revier und des Weißelsterbeckens sowie im Unteroligozän in Hessen (Heskemer Bild) vor.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Schizaeaceae; Gattung *Schizaea*

Angaben nach KRUTZSCH (1959a). *Schizaea*-Arten sind heute zumeist tropische, hauptsächlich gras- oder binnartige Erdfarne mit Anpassungen an eine xerophytische Lebensweise.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt nur mit vier Einzelexemplaren in den Flözen 5 und 6 sowie im Zwischenmittel 5/6 vor. Im Flöz 4 tritt die Form regelmäßiger, wenn auch in Einzelexemplaren, vor allem im oberen Teil des Flözes auf (HAMMER 1996).

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf kommen im Viktoria-Flöz und im unteren Zwischenmittel ebenfalls nur äußerst selten Sporen dieser Art vor (EBE 1992; NATGE-EFOGHE 1997).

#### Gattung *Laevigatosporites* IBRAHIM 1933

(21) *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 ssp.  
*haardti* KRUTZSCH 1967a  
Tafel 3, Fig. 6, 7

- 1934 *Sporites haardti* n. fsp. – R. POTONIÉ & VENITZ, S. 13 und Taf. 1, Fig. 13 (Ville, ehemalige Beisselsgrube, Rhein-Braunkohle; Miozän).  
1952 *Polypodiaceae spor. haardti* R. POTONIÉ – MEYER, S. 30 und Taf. 1, Fig. 12 (Wackersdorf, Tgb. Nordfeld, Oberflöz; Miozän).  
1953 *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) – THOMSON & PFLUG, S. 59 und Taf. 3, Fig. 27 – 38 (verschiedene Fundpunkte aus dem Paläozän, Eozän, Oligozän und Miozän).  
1967a *Laevigatosporites haardti* (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 subsp. *haardti* – KRUTZSCH, Atlas IV u. V, S. 146 - 148 und Taf. 52, Fig. 12 - 21 (verschiedene Fundpunkte aus dem Oligozän, Miozän, Pliozän und Pleistozän).

**Beschreibung:** Glattwandige, monolete Spore ohne Perispor mit bohnenförmiger Figura und mäßig langer Dehiszenzmarke, die den Äquator nicht erreicht ( $r \approx \frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$ ). An dieser Spaltmarke ist die Kontur zumeist konkav, gelegentlich aber auch geradlinig bis schwach konvex. Die Größe dieser Sporen liegt zwischen 30 und 45 µm bei einer Wanddicke von 1 bis 2 µm.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1967a) unterteilte die Art *L. haardti* in verschiedene Subspezies, die sich hauptsächlich auf Grund der unterschiedlichen Länge und Ausbildung der Dehiszenzmarke unterscheiden. Ähnliche laevigate Sporen, die aber kleinere Dimensionen als *L. haardti* besitzen, sind nach KRUTZSCH (1967a) als *L. gracilis* und Sporen mit größeren Dimensionen als *L. nutidus* zu bezeichnen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittlere Kreide – Pliozän

Nach KRUTZSCH (1967a) ist die Form mindestens seit der Mittelkreide vorhanden und ist seitdem als Durchläufer in nahezu allen Mikroflorenzonen des Tertiärs häufig und regelmäßig gefunden worden. Ähnliche glatte monolete Sporen kommen aber schon mindestens seit dem Oberkarbon vor (WINTGEN 1997)

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Gattung *Pronephrium* (?)

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) läßt sich die Form keiner bestimmten Gattung zuordnen, weil perisporlose Polypodiaceen-Sporen aus unterschiedlichen Gattungen morphologisch kaum zu trennen sind. Sporen eines Farns aus dem Obereozän (*Pronephrium*) sind allerdings sehr ähnlich (vgl. BARTHEL 1976), so daß zumindest ein Teil der Sporen von *L. haardti* der Gattung *Pronephrium* zuzuordnen ist. Einen vergleichbaren rezenten Vertreter soll es im Himalaja geben, wobei es sich dabei um einen Sumpffarn handelt.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Innerhalb der Wulfersdorfer Flöze 4 bis 6 kommen diese Sporen nur selten in Einzelexemplaren vor (vgl. HAMMER 1996). In den Zwischenmitteln ist die Form dagegen sehr viel regelmäßiger und auch in größerer Anzahl vertreten. Dort können Werte über 2% erreicht werden. In ähnlicher Häufigkeit wie in den Zwischenmitteln tritt die Form in der Westmulde im Flöz Viktoria und im Unterflöz auf (EBE 1992; SCHIEMANN 1994). Im unteren Zwischenmittel sind die Sporen nur durch Einzelexemplare vertreten (NATGE-EFOGHE 1997).

(22) *Laevigatosporites discordatus* PFLUG 1953a  
Tafel 3, Fig. 5

1953a *Laevigatosporites discordatus* n. fsp. – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 59 und Taf. 3, Fig. 40 – 41 (Messel; Mittel-eozän) und Fig. 42 – 43 (Kettig; Obereozän).

**Beschreibung:** Große und glatte laevigate Spore mit gedrungen ovaler Gestalt, kurzer Dehiszenzmarke ( $r \approx \frac{1}{2}$ ) und deutlicher Lippenbildung. Die Spore wird etwa 50 – 70 µm groß. Die Form ist somit größer und insgesamt rundlicher als (21) *L. haardti haardti*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteloligozän

Die ältesten Funde stammen aus dem Paläozän (KEDVES 1982). Häufig ist die Form im gesamten Eozän (THOMSON & PFLUG 1953; KEDVES 1973) und ist somit auch aus den wichtigsten mitteleozänen Ablagerungen im Geiseltal (KRUTZSCH 1959a), in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988), Eckfeld (NICKEL 1996b) und Helmstedt bekannt. Nach KRUTZSCH (1967a) und HOCHULI (1978) ist die Form bis zum Mitteloligozän nachgewiesen.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Gattung unbekannt

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Wie bei *L. haardti haardti* kommen verschiedene Gattungen in Frage.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Es kommen gelegentlich Einzelexemplare in den Zwischenmitteln vor. In den Wulfersdorfer Flözen 4 bis 6 erscheint die Form dagegen überhaupt nicht. Im Unterflöz der Oberflözgruppe im Tagebau Alversdorf konnte SCHIEMANN (1994) in einigen Proben Häufigkeiten von mehr als 5% ausmachen. Im darüberliegenden Zwischenmittel konnte NATGE-EFOGHE (1997) neben der regelmäßig erscheinenden *L. discordatus* auch *L. pseudodiscordatus* beobachten, die sich durch die unterschiedliche Ausbildung der Dehiszenzmarke unterscheiden. *L. pseudodiscordatus* erreicht in einer Probe 5,6%.

Gattung *Punctatosporites* (IBRAHIM 1933) KRUTZSCH 1959a

(23) *Punctatosporites palaeogenicus* KRUTZSCH 1959a  
Tafel 3, Fig. 8, 9

1959a *Punctatosporites palaeogenicus* n. fsp. – KRUTZSCH, S. 199 und Taf. 39, Fig. 434 - 436 (Lutet des Geiseltals).

**Beschreibung:** Kleine, monolete, bohnenförmige Spore mit einer schwachen konkaven Kontur längs der Dehiszenz. Die Sporenwand ist ca. 1 – 2 µm dick, die Oberfläche mit sehr kleinen Warzen oder Grana in lockerer Anordnung besetzt, so daß die Umrißlinie der Kontur schwach gewellt erscheint (Taf. 3, Fig. 8). Die Form wird zwischen 30 und 40 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Gattung unterscheidet sich auf Grund der deutlichen Skulptur der Exine von den glatten Formen der Gattung *Laevigatosporites*, andererseits ist die Skulptur wesentlich schwächer als bei den Formen

der Gattung *Verrucatosporites*. Zu beiden Gattungen sind aber Übergangsformen beobachtet worden (vgl. Taf. 3, Fig. 9: Übergangsform zu (24) *V. favus*).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelleozän

Bisher ist nur ein Exemplar dieser Art aus der Oberkohle des Geiseltalflözes beschrieben worden (KRUTZSCH 1959a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Gattung unbekannt

Angaben nach KRUTZSCH (1959a).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt gesichert nur mit einem Einzelexemplar in Flöz 6 (Profil C, Probe C/7) vor (Taf. 3, Fig. 8). Weitere Exemplare (vgl. Taf. 3, Fig. 9) sind als Übergangsformen zu den Gattungen *Laevigatosporites* bzw. *Verrucatosporites* angesehen und gemeinsam mit den jeweiligen Gattungen ausgezählt worden.

Gattung *Verrucatosporites* THOMSON & PFLUG 1953

(24) *Verrucatosporites favus* (R. POTONIÉ 1931d) THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 3, Fig. 10

1931d *Polypodii(?) -sporonites favus* n. fsp. – R. POTONIÉ, S. 556 und Abb. 3 (Ville, ehem. Beisselsgrube, Rhein. Braunkohle; Miozän).

1953 *Verrucatosporites (Polypodiispor.) favus* (R. POTONIÉ 1931) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 60 und Taf. 3, Fig. 52 – 55 und Taf. 4, Fig. 1 – 4 (verschiedene Fundpunkte aus dem Eozän und Miozän).

**Beschreibung:** Monolete Spore mit einer verrucaten Skulptur, d. h., die Wand ist mit flachen, dichtstehenden, etwa gleich großen Warzen bedeckt. Die einzelnen Elemente haben einen polygonalen Umriß und werden etwa 3 – 5 µm breit. Die bohnenförmige Form wird etwa 35 µm groß.

**Bemerkungen:** Die in der Wulfersdorfer Flözgruppe vorkommende Form ist erheblich kleiner als die von anderen Autoren beschriebenen Exemplare. In Helmstedt werden die von KRUTZSCH (1967a) angegebenen 45 – >60 µm nicht erreicht. Aus diesem Grunde wird auf eine Einordnung in die von KRUTZSCH (1967a) aufgestellten Unterarten verzichtet, zumal es unter diesen auch zu Übergängen kommen kann.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelleozän – Pliozän

Angaben nach KRUTZSCH (1967a). Die Form ist aus dem Mittelleozän in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) ebenso bekannt wie aus Eckfeld (NICKEL 1996b). Aus dem Geiseltal ist diese Art nicht beschrieben, allerdings eine ganze Reihe ähnlicher Arten der Gattung *Verrucatosporites* (KRUTZSCH 1959a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Gattung *Polypodium* L.

Die Spore von *Polypodium undulatum* ist der fossilen Spore nach THIELE-PFEIFFER (1988) sehr ähnlich. In Frage kommen allerdings auch andere Gattungen wie *Araiostegia* (*A. hymenophylloides*) und *Campyloneurum* (*C. leucorhizon*).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Nur sehr selten kommen diese Sporen in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (vgl. HAMMER 1996). In einigen Abschnitten wie dem Zwischenmittel 4/5 fehlt die Form sogar völlig. Eine Abnahme der Häufigkeit von den Basisschichten der Flözgruppe zu jüngeren Abschnitten ist erkennbar. Gleiches gilt für die Westmulde: Während im Unterflöz der Oberflözgruppe sogar über 10% erreicht werden (SCHIEMANN 1994), konnte NATGE-EFOGHE (1997) nur wenige Einzelexemplare im Zwischenmittel beobachten. Im Viktoria-Flöz (EBE 1992) kommt die Form sogar in noch geringerer Anzahl als in den Wulfersdorfer Flözen vor.

(25) *Verrucatosporites microfavus* THIELE-PFEIFFER 1988  
Tafel 3, Fig. 11a, b

1988 *Verrucatosporites microfavus* n. sp. – THIELE-PFEIFFER, S. 13 und Taf. 4, Fig. 7 – 8 (Ölschiefer, Grube Messel in Darmstadt; Mittelleozän).

**Beschreibung:** Monolete Spore, die eine verrucate, *favus*-artige Skulptur aufweist. Die Warzen sind dichtstehend, etwa gleich groß, besitzen einen Durchmesser von ca. 2 µm und sind damit etwas kleiner als bei (24) *V.*

*favus*. Die Größe der Form liegt bei etwa 50 µm.

**Bemerkungen:** Die in Helmstedt gefundene Form ist nicht eindeutig der von THIELE-PFEIFFER (1988) beschriebenen Form zuzuordnen, die etwas größer ist. Die Form aus der Wulfersdorfer Flözgruppe ist aber auf Grund der geringeren Warzengröße ebenfalls von dem normalen *favus*-Typ abtrennbar und wird deshalb analog zu THIELE-PFEIFFER als *V. microfavus* bezeichnet. In älteren Arbeiten (vgl. THOMSON & PFLUG 1953) sind solche Exemplare allerdings noch zum *favus*-Typ gestellt worden

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän

Die Form ist bisher nur aus dem Mitteloazän von Messel beschrieben worden (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Gattung unbekannt

Eine Vielzahl von Sporen rezenter Gattungen aus der Familie der Polypodiaceae sind nach THIELE-PFEIFFER (1988) der fossilen Form ähnlich, wobei jedoch keine eindeutige Gattungszugehörigkeit festzustellen ist. Sporen der Gattungen *Davallodes*, *Photinopteris*, *Merinthosorus*, *Microsorium*, *Polypodium* und *Pleopeltis* zeigen die größten Ähnlichkeiten mit *V. microfavus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist noch seltener als *V. favus* und kommt nur in sehr wenigen Proben vor. Aus anderen Helmstedter Vorkommen ist die Form nicht beschrieben worden.

Gattung *Reticuloideosporites* PFLUG 1953a

(26) *Reticuloideosporites dentatus* PFLUG 1953a  
Tafel 3, Fig. 12a, b

1953a *Reticuloideosporites dentatus* n. sp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG 1953, S. 60 und Taf. 4., Fig. 11 – 12 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteloazän).

1959 *Reticuloideosporites dentatus*. – KRUTZSCH, S. 212/213 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Monolete Spore mit bohnenförmiger Figura. Charakteristisch ist die dicht grob-extrapunktat bis echinate Skulptur der Exine, wobei die Skulpturelemente teilweise zu Netzen zusammengewachsen sind und das Netzlumen bei 2 – 5 µm liegt. Dieses „negative Retikulum“ (KRUTZSCH 1959a) ist nur bei einem bestimmten optischen Schnitt zu erkennen (Taf. 3, Fig. 12b). Die durchschnittlich 45 µm große Spore besitzt eine lange Dehiszenzmarke, die jedoch den Äquator nicht erreicht.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Eozän

Nach KRUTZSCH (1967a) sind Vertreter dieser Gattung noch niemals im Mittel- und Jungtertiär gefunden worden. Im Paläogen sind sie dagegen recht häufig und vermutlich in weitere Arten zu unterscheiden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Polypodiaceae; Gattung unbekannt

Angaben nach KRUTZSCH (1959a).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Gelegentlich kommt die Form mit Einzelexemplaren in allen Abschnitten der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (vgl. HAMMER 1996). Es werden aber niemals Häufigkeiten von mehr als 1% erreicht. Ähnliches gilt für die Vorkommen im Viktoria-Flöz (EBE 1992).

## 4.2.2 Oberabteilung Pollenites R. POTONIÉ 1931c

### 4.2.2.1 Abteilung Saccites ERDTMAN 1947

Gattung *Pityosporites* SEWARD 1914

(27) *Pityosporites labdacus* (R. POTONIÉ 1931c) THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 4, Fig. 1a, b

- 1931c *Pollenites labdacus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 3, Abb. 32 und S. 5 (Beisselsgrube, Rheinische Braunkohle; Miozän).  
1959 *Pityosporites labdacus* (R. POTONIÉ) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 68 und Taf. 5, Fig. 61 (Messel; Mitteleozän) und Fig. 62 (Braunkohle von Wallensen im Hils; Pliozän).

**Beschreibung:** Mittelgroße, bisaccate Pollen mit überhalbkugeligen Sacci, die netzartig strukturiert sind. Der glatte bis feinpunktate Zentralkörper ist von rundlicher Form mit mäßig verdickten Wänden und schwachem Randsaum. Die Sacci sind vom Zentralkörper deutlich abgesetzt. Die Pollen werden zwischen 50 und 70 µm groß.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1971) unterteilte die Art in verschiedene Unterarten. Eine Unterscheidung ist allerdings aufgrund der vielen Übergänge zwischen den Formen in den meisten Fällen zumindest in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht möglich. Außerdem können oftmals nur einzelne Sacci in den Präparaten gefunden werden, die keinesfalls einer bestimmten *Pityosporites*-Art zugeordnet werden können.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Quartär (rezent)

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Unter anderen Artnamen geführte Pollen dieser Gattung kommen aber schon mindestens seit der Oberkreide vor (vgl. KRUTZSCH 1971).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Pinaceae; Gattung *Pinus* L.

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1971). Die Gattung *Pinus* tritt vor allem in gemäßigten Zonen auf und besiedelt in den Tropen lediglich die Gebirge.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *P. labdacus* tritt in den meisten Proben in der Wulfersdorfer Flözgruppe auf. Von Profil zu Profil treten allerdings große Häufigkeitsunterschiede auf. So erscheint beispielsweise die Gattung in den Liegendschichten im Profil A zwar regelmäßig doch zumeist in geringen Prozentzahlen unter 1%. Im Profil B werden dagegen fast in allen Proben Werte von über 2% erreicht. Im Zwischenmittel 5/6 tritt die Gattung noch regelmäßig auf, im Zwischenmittel 4/5 dagegen nur noch sehr selten. In den Kohleflözen erscheinen die Pollen unregelmäßig, zumeist in geringer Anzahl, teilweise aber auch mit Häufigkeiten von fast 6% (Flöz 6, Profil C).

Auch in den Vorkommen der Westmulde im Tagebau Alversdorf tritt die Gattung regelmäßig aber mit stark schwankenden Werten auf (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

### 4.2.2.2 Abteilung Inapertures THOMSON & PFLUG 1953

Gattung *Inapertures* THOMSON & PFLUG 1953

(28) *Inaperturopollenites dubius* (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 4, Fig. 2

- 1934 *Pollenites magnus dubius* n. f. - R. POTONIÉ & VENITZ, S. 17 und Taf. 2, Fig. 20 – 21 (Beisselsgrube, Ville; Miozän).  
1953 *Inaperturopollenites dubius* (R. POTONIÉ & VENITZ 1934) – THOMSON & PFLUG, S.64, Taf. 4, Fig. 89 und Taf. 5, FIG. 1 – 13 (verschiedene Fundpunkte aus dem Paläozän bis Pliozän).

**Beschreibung:** Kugelige, inaperturate Pollenform mit kleiner Ligula und oftmals mit sekundären Knitterfalten. Die Ligula ist durch die Verfaltung im allgemeinen nicht zu erkennen. Die Exine der bis zu 40 µm großen Pollen ist sehr dünn und hyalin durchscheinend.



**Bemerkungen:** Die Einordnung in die Gattung *Inaperturopollenites* ist rein formal, da ein Großteil der sogenannten inaperturaten Formen sehr wohl eine Ligula bzw. Apertur besitzen (KRUTZSCH 1971). Die glatten inaperturaten Formen können dabei als eigene Artgruppe nach KRUTZSCH (1971, S. 42) von den strukturierten Formen getrennt werden. Aus diesem Grund sind in dieser Arbeit im Gegensatz zu den skulptierten Formen (*I. concedipites*) alle glatten inaperturaten Formen unter dem Formnamen *I. dubius* zusammengefasst worden. Dazu gehören auch die aufgeplazten Exemplaren, die sogenannten „hiatus“-Typen, die in der älteren Literatur als eigene Formen mit dem Artnamen *I. hiatus* bezeichnet wurden. Ähnlich wie bei der starken Verfaltung der Formen handelt es sich bei dem geplatzten Zustand um ein sekundäres Merkmal. Obwohl KRUTZSCH (1971) den Artnamen *I. dubius* für kritisch hält, da die genaue Feinmorphologie der Typusobjekte nicht bekannt ist, wird er in dieser Arbeit benutzt, da er als Bezeichnung für die glatten Formen geeignet erscheint.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Kreide – Pliozän  
Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Cupressaceae; Gattung unbekannt  
Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die inaperturaten Pollen treten nahezu in jeder Probe aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auf und erreichen zusammen Werte bis 5%. Dabei dominieren die glatten Formtypen eindeutig gegenüber den strukturierten Formen. In den anderen Vorkommen aus der Helmstedter Oberflözgruppe sind inaperturate Pollen allerdings sehr viel häufiger anzutreffen. So werden im Unterflöz der Oberflözgruppe Häufigkeiten von mehr als 25% erreicht (SCHIEMANN 1994) und auch im Viktoria-Flöz sind Werte über 7% nicht selten (EBE 1992).

(29) *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971  
Tafel 4, Fig. 3

- 1933 *Cunninghamia concedipites* sp. nov. – WODEHOUSE, S. 495 und Fig. 19 (USA, Colorado, Green River Oil Shales; Mitteleozän).  
1971 *Inaperturopollenites concedipites* (WODEHOUSE 1933) n. comb. – KRUTZSCH, Atlas VI, S. 204 und Taf. 65, Fig. 1 – 33 (verschiedene Fundpunkte in Ostdeutschland aus dem Mitteloligozän, Oberoligozän, Miozän und Pliozän).

**Beschreibung:** Rundliche Pollenform mit einer sehr dünnen Wand. Im Unterschied zu (28) *I. dubius* ist die Exine jedoch fein skulptiert und eine kleine Ligula erkennbar. Die Form ist stets sekundär verfaltet und wird ca. 30 µm groß.

**Bemerkungen:** Siehe unter (28) *I. dubius*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän (?), sonst Eozän – Pliozän

Möglicherweise bereits vom Paläozän an vorkommend (KEDVES 1968b), nach KRUTZSCH (1971) Eozän bis Pliozän. Die Form kommt auch in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) regelmäßig vor. KRUTZSCH (1971) sieht Beziehungen zwischen dem häufigerem Auftreten dieser Art und wärmeren Zeitabschnitten, wobei aber auch in gemäßigten Klimaphasen die Form nie ganz fehlt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Taxodiaceae; Gattung *Glyptostrobus*

Nach KRUTZSCH (1971) sind andere Gattungen der Taxodiaceen als Pollenlieferanten keinesfalls auszuschließen. So zieht auch THIELE-PFEIFFER (1980) *Taxodium* neben *Glyptostrobus* als Mutterpflanze in Betracht. *Glyptostrobus* findet man heute nur noch an feuchten Standorten im subtropischen Südostchina.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (28) *I. dubius*.

(30) *Inaperturopollenites magnus* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 4, Fig. 4

- 1931d *Sporonites (?) magnus* – R. POTONIÉ, S. 556, Abb. 6 (Ville; Miozän).  
1934 *Pollenites magnus* – R. POTONIÉ, S. 69 und Taf. 5, Fig. 4 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).  
1953 *Inaperturopollenites magnus* (R. POTONIÉ) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 64 und Taf. 4, Fig. 83 – 88 (verschiedene Fundpunkte aus dem Eozän bis Miozän).

**Beschreibung:** Große, runde und kugelige Pollenform, die zumeist sekundär verfaltet ist und somit fast ausschließlich deformierte Exemplare zu beobachten sind. Die Exine ist über 1 µm dick und deutlich zweischichtig. Die Skulptur ist glatt bis chagrenat und ohne Andeutung einer Germinalapertur. Der Pollen wird über 50 µm groß. Die Form unterscheidet sich somit nur auf Grund der Größe von den kleineren Pollen vom Typ (28) *I. dubius*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Angaben nach R. POTONIÉ (1934), THOMSON & PFLUG (1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Pinaceae (?); Gattung *Pseudotsuga* (?)

Angaben nach Thomson & Pflug (1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Große inaperturate Formen kommen regelmäßig mit wenigen Exemplaren in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Auch im Tagebau Alversdorf im unteren Zwischenmittel können Einzelexemplare beobachtet werden (NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Cupressacites* BOLCHOVITINA 1956

(31) *Cupressacites bockwitzensis* KRUTZSCH 1971  
Taf. 4, Fig. 5

1971 *Cupressacites bockwitzensis* n. fsp. – KRUTZSCH, Atlas VI, S. 196 und Taf. 62, Fig. 19 – 25 (Ehemalige Tongrube Borna-Bockwitz; kontinentales Chatt).

**Beschreibung:** Inaperturate Pollenform mit einer zweischichtigen, glatten bis chagrenaten Wand. Die Außenwand erscheint unregelmäßig micropunktat. Die überwiegende Anzahl dieser Pollen ist im *hiatus*-Zustand zu beobachten. Eine Ligula ist nicht vorhanden. Die Pollen erreichen Größen zwischen 30 und 50 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän bis Miozän (?)

Nach Krutzsch (1971) ist zwar von einem Vorkommen im Mittel- und Jungtertiär auszugehen, gesicherte Fundpunkte sind jedoch nur vom locus typicus bekannt, wo die Form regelmäßig erscheint. Allerdings sind mittlerweile auch in der Helmstedter Unterflözgruppe (HAMMER-SCHIEMANN 1998) sowie in der Oberflözgruppe gesicherte Nachweise beobachtet worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Cupressaceae; Gattung unbekannt

KRUTZSCH (1971) ordnet ähnliche Formen dem quartären *Juniperus*-Typ zu, zu dem rezente Gattungen wie *Juniperus*, *Cupressus*, *Neocallitropsis*, *Thuja* und *Thujopsis* zu zählen sind.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt unregelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor und erreicht nur in Flöz 4 mit über 3% höhere Werte (HAMMER 1996). Eine ähnliche Art der Gattung *Cupressacites* (*C. insulipapillatus*) konnte auch NATGE-EFOGHE (1997) in der Westmulde im unteren Zwischenmittel beobachten.

#### 4.2.2.3 Abteilung Monoporines NAUMOVA 1937 ex R. POTONIÉ 1960

Gattung *Milfordia* ERDTMAN 1960

(32) *Milfordia minima* KRUTZSCH 1970a  
Tafel 4, Fig. 6a, b und 7

1970a *Milfordia minima* n. fsp. – KRUTZSCH, Atlas VII, S. 76, Taf. 10, Fig. 4 - 34 (verschiedene Fundpunkte aus dem Oligozän und Miozän Ostdeutschlands).

1974 *Restioniidites minimus* (KRUTZSCH 1970) – KEDVES, S. 26 und Taf. 11, Fig. 1 – 3 (Braunkohle der Bakony-Berge, Ungarn; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Monoporate Pollenform mit einer 3 – 5 µm weiten, regelmäßig begrenzten Pore, die teilweise einen schwachen Anulusring besitzt, der bis 1 µm breit ist. Die Exine weist eine deutliche microfoveolate

Skulptur auf, wobei die kleinen Gruben im Abstand von 1 – 2 µm angeordnet sind. Der rundliche, scheibenförmige Pollen wird im Schnitt etwa 30 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän (?), sonst Eozän - Untermiozän

Nach KRUTZSCH (1970a) ist die Form regelmäßig vom Eozän bis ins Mitteloligozän, selten bis ins Untermiozän zu beobachten. Nach KEDVES (1982) ist auch ein Vorkommen im Oberpaläozän bereits möglich. Im Mitteleozän kommt die Form z.B. in Ungarn (KEDVES 1974), Messel (THIELE-PFEIFFER 1988), Eckfeld (NICKEL 1996b) und Helmstedt vor.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Restionaceae; Gattung *Lyginia* L. BR.

Aufgrund der Oberflächenskulptur besteht eine gute Vergleichbarkeit mit einer ganzen Reihe von rezenten Gattungen aus der Familie der Restionaceen (THIELE-PFEIFFER 1988). Lediglich der Porenbau zeigt größere Abweichungen zu fast allen rezenten Gattungen auf, so daß nur der Pollen der Gattung *Lyginia* in Frage kommt, der aber viel größer als der hier beschriebene ist.

Restionaceen leben heute als schilf- und riedgrasähnliche Sumpfpflanzen in der Südhemisphäre mit Schwerpunkten in Südafrika, Australien, Tasmanien und Neuseeland. Nach HEYWOOD (1982) gedeihen die Restionaceen unter den verschiedensten Bedingungen, bevorzugen aber feuchte Standorte, die jahreszeitlich regelmäßig austrocknen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Pollen kommen in den Wulfersdorfer Flözen sehr selten vor, wobei allerdings im Flöz 6 innerhalb des sandig-siltigen Horizontes mehr als 6% erreicht werden (Probe D/4). Auch HAMMER (1996) konnte nur Einzelexemplare in Flöz 4 finden.

In den Zwischenmitteln kommt *M. minima* dagegen regelmäßig mit Häufigkeiten bis 2,5%, gelegentlich aber auch mit höheren Werten bis 6%, vor.

In anderen Helmstedter Fundpunkten wie dem Unterflöz im Tagebau Alversdorf tritt die Form ebenfalls regelmäßig mit geringen Werten auf (SCHIEMANN 1994). Aber auch hier sind im Zwischenmittel die Nachweise deutlich häufiger. Bis zu 5% werden erreicht (NATGE-EFOGHE 1996). Im Viktoria-Flöz ist die Form wieder nur sehr selten (EBE 1992).

(33) *Milfordia incerta* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961

Tafel 4, Fig. 8 und 9a, b

1953 *Inaperturopollenites incertus* n. fsp. – THOMSON & PFLUG, S. 66 und Taf. 5, Fig. 31 - 34 (Helmstedter Braunkohle, Unter- und Mitteleozän; Burghasungen, Obereozän).

1961 *Milfordia incerta* (THOMSON & PFLUG 1953) – KRUTZSCH, S. 325 (ohne Abb.).

**Beschreibung:** Monoporate Pollen mit kreisrunder, scheibenförmiger Figura. Im Unterschied zur ähnlich aussehenden (32) *M. minima* ist die Pore sehr viel größer und unregelmäßig begrenzt. Sie ist zumeist aufgerissen, so daß sie ein „colpus“-artiges Aussehen zeigen kann. Der Pollen besitzt eine microfoveolate Exine und wird 25 – 50 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mittelmiozän

Ab dem unteren Paläozän in Mitteleuropa vorkommend, ist die Form im ganzen Eozän regelmäßig und vereinzelt auch noch im Miozän (KRUTZSCH 1961, 1970a; KEDVES 1982; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b) zu finden. In den extrem warmen Abschnitten z. B. des Eozäns ist die in Mitteleuropa in über 150 Fundpunkten nachgewiesene Form seltener (KRUTZSCH 1970a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Restionaceae; Gattung unbekannt

Aufgrund der „ausgefranzten Pore“ sind einige rezente Arten vergleichbar. Zu erwähnen wären *Hypolaena densa*, *Leptocarpus simplex*, *Lepyrodia monoica* und bedingt *Restio australis* (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Analog zu THIELE-PFEIFFER (1988) und NICKEL (1996b), die *M. minima* in Messel und Eckfeld deutlich häufiger als *M. incerta* nachweisen konnten, ist dies auch in Helmstedt in der Regel der Fall. Während EBE (1992) und SCHIEMANN (1994) in den Flözen aus der Westmulde *M. incerta* überhaupt nicht finden und lediglich *M. minima* gelegentlich nachweisen konnten, ist auch im unteren Zwischenmittel *M. incerta* deutlich seltener als *M. minima* (NATGE-EFOGHE 1997).

Auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe ist dies ähnlich, obwohl die Häufigkeitsunterschiede besonders in den Flözen nicht gravierend sind (vgl. HAMMER 1996). Dennoch ist z. B. im Zwischenmittel 4/5 *M. minima* mit bis zu 5% deutlich häufiger als *M. incerta*. Ausnahme ist allerdings der siltige Horizont im Flöz 6, wo in Probe C/8 über 7% und in Probe E/12 fast 10% erreicht werden, *M. minima* dagegen nahezu fehlt.

Gattung *Sparganiaceapollenites* THIERGART 1937

(34) *Sparganiaceapollenites sparganioides* (MEYER 1956) KRUTZSCH 1970a  
Taf. 4, Fig. 10, 11

- 1956 *Monoporopollenites sparganioides* n. sp. – MEYER, S. 111, 128 und Taf. 4, Abb. 28 (Seidewitz; tieferes Miozän).  
1970a *Sparganiaceapollenites sparganioides* (MEYER 1956) n. comb. – KRUTZSCH, Atlas VII, S. 80 und Taf. 12, Fig. 1 – 35 (verschiedene Fundpunkte aus dem Oligozän, Miozän und Pliozän).

**Beschreibung:** Monoporate Pollen von rundlicher Kontur mit unregelmäßig begrenzten Poren, die einen Durchmesser von 3 – 5 µm besitzen. Die insgesamt feinmaschigen Lumen der retikulaten Skulptur haben proximal eine Größe von ca. 2 µm und distal eine Größe von ca. 1 µm. Eine Columellaschicht, die etwa 1 µm dick ist, ist deutlich erkennbar. Die Pollen werden ca. 30 µm groß.

**Bemerkungen:** Da eine Trennung in die hier beschriebenen vier *Sparganiaceapollenites*-Arten nicht immer eindeutig ist, wurden die Formen zusammen ausgezählt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Angaben nach Krutzsch (1970a), der von Funden vom Oligozän bis ins hohe Pliozän berichtet. Aus dem Miozän von Helmstedt sind nun ältere Nachweise vorhanden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sparganiaceae, Typhaceae; Gattung unbekannt

Angaben nach KRUTZSCH (1970a).

Die Sparganiaceen sind mehrjährige Wasserpflanzen, die hauptsächlich in Sümpfen und Mooren der gemäßigten Breiten der Nordhemisphäre vorkommen, aber auch in Südostasien und in Australien auftreten. Die Typhaceae sind Süßwasserpflanzen, die kosmopolitisch verbreitet sind (HEYWOOD 1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Während die Gattung in den Kohleflözen und den Liegend-schichten bis auf wenige Einzelexemplare fehlt (vgl. HAMMER 1996), nimmt ihre Anzahl in den beiden Zwischenmitteln stark zu. Besonders im Zwischenmittel 5/6 im Profil G tritt die Gattung massenhaft auf, wo im oberen Teil des Profils regelmäßig Werte zwischen 11 und 17% erreicht werden. Auch im unteren Teil des Zwischenmittels 4/5 sind mit Werten von durchschnittlich 5% in allen drei Profilen noch hohe Werte erlangt worden. Auch in der Westmulde sind die Verhältnisse ähnlich, da in den Kohleflözen die Formen fehlen und lediglich im unteren Zwischenmittel die Gattung regelmäßig erscheint, allerdings nicht die hohen Werte erreicht, die in der Wulfersdorfer Flözgruppe erlangt werden (NATGE-EFOGHE 1997).

(35) *Sparganiaceapollenites reticulatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960) KRUTZSCH & VANHOORNE 1977  
Taf. 4, Fig. 12

- 1959 cf. *Sparganium forma reticulata* - DOKTOROWICZ-HREBNICKA, S. 238, Taf. 44, Fig. 234 (Poznan; Miozän).  
1977 *Sparganiaceapollenites reticulatus* (DOKTOROWICZ-HREBNICKA 1960) emend. et. n. comb. – KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 25 und Taf 11, Fig. 19 – 21 (Epinois und Loksbergen in Belgien; Untereozän).

**Beschreibung:** Ein monoporater Pollen mit rundlich-ovaler Kontur und einer 3 – 5 µm großen Pore, einem schwachen Anulus und einer recht grobretikulaten Skulptur, bei der die proximale Maschenweite der polygonalen Lumen bei 2 – 3 µm liegt und die distale bei ca. 1 µm. Der Pollen wird bis 35µm groß.

**Bemerkungen:** *S. reticulatus* unterscheidet sich von den anderen hier beschriebenen Arten dieser Gattung durch die Größe der Maschenweite und der Pore, die zudem deutlich begrenzt ist.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän - Miozän

Die Form ist bisher von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) aus dem Untereozän und von DOKTOROWICZ-HREBNICKA (1960) aus dem Miozän beschrieben worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sparganiaceae, Typhaceae; Gattung unbekannt

Nach KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) ist zumindest *S. reticulatus* nicht eindeutig dem *Sparganium*-Typ zuzuordnen, sondern beinhaltet mit Sicherheit auch *Typha*-Pollen sofern sie nicht in Tetradenform erhalten sind.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (34) *S. sparganioides*.

(36) *Sparganiaceapollenites* sp. 1  
Taf. 4, Fig. 13

**Beschreibung:** Ein monoporater Pollen mit rundlich-ovaler Kontur und einer charakteristischen großen Pore (5 – 10 µm), die klar begrenzt ist und in der Regel keinen bzw. nur einen sehr schmalen Anulus aufweist. Die 1 – 2 µm dicke Exine ist retikulat skulptiert, eine Columellaschicht ist deutlich erkennbar. Die Lumen sind etwa 1 µm im Durchmesser, der Gesamtkörper wird etwa 35 µm groß.

**Bemerkungen:** Von (35) *S. reticulatus* unterscheidet sich die Form neben dem Porenbau vor allem durch die unterschiedliche Größe der Maschenweite des Retikulums. Die ähnliche Form (34) *S. sparganioides* besitzt eine kleinere Pore, die zudem unregelmäßig begrenzt ist. Eine ähnliche Form, die allerdings einen deutlichen Anulusring besitzt, beschreibt auch NICKEL (1996b, Taf. 5, Fig. 7 - 10) und vergleicht diese Form mit *S. reticulatus* (vgl. KRUTZSCH & VANHOORNE 1977).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Ähnliche Formen sind neben dem Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe aus dem mitteleozänen Eckfeld (NICKEL 1996b) bekannt. Vergleichbare sparganioide Formen treten aber bereits seit dem Paläozän auf.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sparganiaceae, Typhaceae; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (34) *S. sparganioides*.

(37) *Sparganiaceapollenites* sp. 2  
Taf. 4, Fig. 14a, b

**Beschreibung:** Ein monoporater Pollen mit rundlich-ovaler Kontur und einer 5 µm großen Pore, die klar begrenzt ist und in der Regel keinen bzw. nur einen sehr schmalen Anulus aufweist. Die 1 – 2 µm dicke Exine ist feinstretikulat skulptiert, eine Columellaschicht ist deutlich erkennbar. Die Lumen sind bis 0,5 µm im Durchmesser, der Gesamtkörper wird etwa 25 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Form unterscheidet sich von allen anderen hier beschriebenen Formen der Gattung *Sparganiaceapollenites* durch das wesentlich feinere Retikulum.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sparganiaceae?, Typhaceae?; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (34) *S. sparganioides*.

Gattung *Emmapollis* KRUTZSCH 1970a

(38) *Emmapollis pseudoemmaensis* KRUTZSCH 1970a  
Taf. 4, Fig. 15a, b

1970a *Emmapollis pseudoemmaensis* n. sp. – KRUTZSCH, Atlas VII, S. 90 und Taf. 16, Fig. 1 – 16 (verschiedene Fundpunkte aus dem Miozän von Ostdeutschland – s. d.).

**Beschreibung:** Ein rundlicher bis elliptischer monoporater Pollen mit einer äußeren Wandschicht, die aus dicht stehenden Plicae aufgebaut ist. Zum Teil sind sie zu einem Retikulum zusammengewachsen. Kennzeichnend ist die Pore, die in der Regel nicht geöffnet ist, sondern von einer Membran bedeckt wird, welche locker mit Grani bzw. Puncti besetzt ist. Die Größe der Pore liegt bei etwa 5 µm, sie ist länglich gestreckt und täuscht durch zwei Begleitfalten einen Sulcus vor. Die Form wird zwischen 25 und 40 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberkreide – Miozän

Die Form kommt nach KRUTZSCH (1970a) bereits ab der Oberkreide vor und ist im allgemeinen selten anzutreffen, kann aber bei geeigneten Faziesverhältnissen auch massenhaft auftreten. Die Form kommt bis ins Miozän vor, möglicherweise sogar bis ins Pliozän (KRUTZSCH 1970a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Chloranthaceae; Gattungen *Ascarinopsis*, *Ascarina*

Während THOMSON & PFLUG (1953) ähnliche Formen zur Gattung *Callitris* aus der Familie der Cupressaceen stellen, sind die fossilen Formen nach THIELE-PFEIFFER (1988) im Vergleich mit den rezenten Pollen dieser Gattung grundsätzlich verschieden. Im Exinen- und Germinalbau sowie im Gesamthabitus bestehen jedoch große Ähnlichkeiten mit Pollen der Choranthaceen-Gattungen *Ascarinopsis* und *Ascarina*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe ist die Form nur in den Zwischenmitteln 5/6 und 4/5 mit wenigen Einzelexemplaren vertreten. Auch in der Westmulde ist *Emmapollis* nur im unteren Zwischenmittel beobachtet worden (NATGE-EFOGHE 1997).

#### 4.2.2.4 Abteilung Monocolpates IVERSEN & TROELS-SMITH 1950

Gattung *Monocolpopollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(39) *Monocolpopollenites tranquillus* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 4, Fig. 16, 17

1934 *Pollenites tranquillus* n. fsp. – R. POTONIÉ, S. 51 und Taf. 2, Fig. 3 und 8 (Geiseltal, Grube Cecilie; Mitteleozän).

1953 *Monocolpopollenites tranquillus* (R. POTONIÉ) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 62 und Taf. 4, Fig. 24 - 47 (verschiedene Fundpunkte aus dem Oberpaläozän, Mitteleozän und Obereozän).

**Beschreibung:** Monocolpater Pollen mit einer charakteristischen vier- bis sechseckigen, schaufelförmigen, asymmetrischen Kontur und abgerundeten Ecken. Gewöhnlich liegen zwei Ecken an den Schnittpunkten mit der Colpusebene. Die eine Ecke schließt dabei einen spitzeren Winkel ein als die andere. Der Colpus ist schmal und nur selten klaffend, die Exine chagrenat bis intrapunktat strukturiert. Die Pollenform erreicht Größen zwischen 20 und 40 µm. Insgesamt zeigen diese „glatten Palmenpollen“ eine sehr große Variationsbreite (vgl. THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1970a).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän - Untermiozän

Die Sammelart kommt vom Oberpaläozän an vor, ist im Eozän häufig und selten im Oligozän und Untermiozän (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1970a; HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1988). Während die Form z. B. in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) nur selten erscheint, sind in anderen alttertiären Fundpunkten Massenvorkommen nicht selten (KRUTZSCH 1970a; PFLUG 1986). Diese sind wahrscheinlich faziell bedingt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie *Palmae*; Gattung *Phoenix* L.

THOMSON & PFLUG (1953) und KEDVES (1960, 1961) stellen diese Art zu *Phoenix*. KRUTZSCH (1970a) und KEDVES (1968b) verweisen aber auf weitere Gattungen. Vor allem KRUTZSCH bezweifelt, ob der Vergleich mit *Phoenix* aufrechterhalten werden kann. Aus Messel sind Palmenblüten mit gut erhaltenen Pollen bekannt, die mit *M. tranquillus* identisch sind und von arecoiden Palmen abstammen, wobei *Phoenix* keine arecoide Palme ist (THIELE-PFEIFFER 1988). THIELE-PFEIFFER hält allerdings auch den rezenten Pollen von *Phoenix reclinata* var. *madagaskariensis* für sehr ähnlich.

Die Familie der Palmen ist heute ausschließlich tropisch und subtropisch und besiedelt dort alle Standorte von immerfeuchten Regenwäldern und Mangrovensümpfen bis zu den Wüsten. *Phoenix*-Arten kommen heute hauptsächlich an trockenen Standorten in Afrika und Asien vor, doch findet man auch Arten, die in Sümpfen oder in der Mangrove wachsen (HEYWOOD 1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Pollen treten in den Kohleflözen der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig auf und erreichen dort gelegentlich sogar Häufigkeiten von über 10% (Probe D/3). Allerdings ist *M. tranquillus* in den Zwischenmitteln insgesamt häufiger. Dort werden regelmäßig Werte zwischen 2 und 5% erreicht (vgl. HAMMER 1996).

Auch in allen anderen Helmstedter Vorkommen gehört diese Pollenform zu den häufig erscheinenden Arten. Im Viktoria-Flöz werden Werte bis 8% (EBE 1992), im Unterflöz sogar Werte über 10% (SCHIAMANN 1994) erreicht. Im unteren Zwischenmittel erreicht die Form gelegentlich mit über 16% sogar Massenausbreitung (NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Arecipites* WODEHOUSE 1933(40) *Arecipites parareolatus* (KRUTZSCH 1957) KRUTZSCH 1970a  
Tafel 4, Fig. 18a, b

- 1952 *Monocolpopollenites areolatus* R. POT. – PFLUG, Taf. 7, Fig. 18 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän).  
 1953 *Monocolpopollenites areolatus* (R. POT.) n. comb. subsp. *areolatus* R. POT. – THOMSON & PFLUG, S. 63 und Taf. 4, Fig. 61 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).  
 1957 *Monocolpopollenites parareolatus* n. fsp.-nom. – KRUTZSCH, S. 524 (Revision der *areolatus*-Gruppe)  
 1970a *Arecipites parareolatus* (W. KR. 1957) n. comb.– KRUTZSCH, S. 29 (ohne Abbildung)

**Beschreibung:** Gedrungen-ovale monocolpate Pollen mit teilweise leicht zugespitzten Enden. Charakteristisch ist die kräftig retikulat skulptierte Exine, wobei die Muri ca. 1 µm breit und die polygonalen bis sechseckigen Lumen ca. 2 µm weit sind. Im Bereich des Sulcus wird die Skulptur feinmaschiger. Die Pollen werden 30 - 35 µm groß.

**Bemerkungen:** Von (41) *A. convexus* unterscheidet sich *A. parareolatus* durch gröbere Skulptur und die größere Maschenweite, von (42) *A. longicolpatus* auf Grund des Habitus und der Skulptur. Da jedoch eine eindeutige Unterscheidung der retikulaten Palmenpollen im Sinne von KRUTZSCH in der Wulfersdorfer Flözgruppe zumeist nicht möglich ist, sind alle Formen zusammen ausgezählt worden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän - Miozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1957).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Palmae; Gattungen *Sabal*, *Pseudophoenix*, *Areca*

Nach KRUTZSCH (1970a) kommen neben den Palmen vor allem auch Monimiaceen (*Laurelia*), Amaryllidaceen, Liliaceen, Araceen (*Symplocarpus*) und Butomaceen (*Butomus*) auf Grund der morphologischen Ausbildung der Pollen als Mutterpflanzen in Frage. Neben *Sabal* kommen bei einer ganzen Reihe weiterer Palmen kleinretikulat Pollenausbildungen vor (siehe KRUTZSCH 1970a, S. 28). Letztendlich ist *Arecipites* somit eine Formgattung und keine Organgattung.

THIELE-PFEIFFER (1980) zieht vor allem *Sabal*, *Pseudophoenix* und *Areca* als Mutterpflanzen in Betracht.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Regel kommen Formen der Gattung *Arecipites* nur sehr selten in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. In den Flözen 5 und 6 fehlen die Pollen nahezu, während sie in Flöz 4 (HAMMER 1996) etwas regelmäßiger erscheinen. In den Liegendschichten sowie im Zwischenmittel 5/6 ist *Arecipites* ebenfalls nur selten. Im Zwischenmittel 4/5 kommt die Form dagegen häufig vor, erreicht zumeist Werte um 2%, am Top des Zwischenmittels sogar über 9% (vgl. HAMMER 1996).

In der Westmulde ist die Form in den Kohleflözen im Tagebau Alversdorf ebenfalls selten bzw. fehlt gar (SCHIEMANN 1994). Im Zwischenmittel sind Pollen dieser Gattung dagegen wieder häufiger und erreichen bis 13% (NATGE-EFOGHE 1997).

(41) *Arecipites convexus* (THIERGAT 1937) KRUTZSCH 1970a  
Tafel 4, Fig. 19a, b

- 1937 *Sabalpollenites convexus* resp. cf. *Sabal*– THIERGART, S. 308f und Taf. 24, nur Fig. 15 (Grube Marga, 2. Lausitzer Flözhorizont; Mittelmiozän).  
 1970a *Arecipites convexus* n. comb.– KRUTZSCH, S. 103f und Taf. 21, Fig. 20 – 31 (verschiedene Fundpunkte der Ng.-Zonen II und IV)

**Beschreibung:** Gedrungen-ovaler monocolpater Pollen mit einem elliptischem Äquatorumriß und gelegentlich zugespitzten Enden. Der Körper ist schwach asymmetrisch. Die Exine ist retikulat skulptiert mit Maschenweiten von ca. 1 µm. Die Pollen werden 30 - 35 µm groß.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1970a) führt eine Vielzahl von Arten der Gattung *Arecipites* auf, die aus dem mitteleuropäischen Mittel- und Jungtertiär bekannt sind. Die hier beschriebene *A. convexus* ist eine solche Form, die gehäuft vor allem im Mittelmiozän vorkommt.

Siehe auch unter (40) *A. parareolatus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän - Mittelmiozän

*A. convexus* ist nach KRUTZSCH (1970a) vor allem aus dem Mittelmiozän (Ng.-Zone VIII) bekannt und sonst nur aus wenigen Fundpunkten aus anderen Warmzeiten des jüngeren Tertiärs. Aus dem Mitteleozän ist die Form von

KEDVES (1974) beschrieben. Die Pollengattung selbst kommt jedoch bereits seit dem Alttertiär vor und reicht bis ins Pliozän.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie *Palmae*; Gattungen *Sabal*, *Pseudophoenix*, *Areca*  
Siehe unter (40) *A. parareolatus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (40) *A. parareolatus*.

(42) *Arecipites longicolpatus* KRUTZSCH 1970a  
Taf. 4, Fig. 20a, b

1970a *Arecipites longicolpatus* n. sp. – KRUTZSCH, Atlas VII, S. 112 und Taf. 24, Fig. 12 – 29 (verschiedene Fundpunkte aus dem Miozän und Pliozän).

**Beschreibung:** Eine zugespitzt schlank-ovale, ca. 35 µm große Art von *Arecipites*, die eine deutliche sulcate Einfaltung zeigt. Die Proximalkulptur der 1 – 1,5 µm starken zweischichtigen Wand ist microreticulat mit unterschiedlich weiten, aber überwiegend sehr kleinen, rundlichen, microfoveolaten Lumen. Columellae sind nur undeutlich erkennbar.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän und Miozän – Pliozän

Bisher ist die Form nur aus neogenen Vorkommen beschrieben worden (KRUTZSCH 1970a). Dort tritt die Form vor allem im Pliozän regelmäßig bis verstreut auf. Im Miozän ist die Form nur selten. Mit den Vorkommen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe sind nun auch Exemplare aus dem Mitteloazän bekannt. Nachweise aus dem Oligozän fehlen bisher.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie *Butomaceae?*, Gattung *Butomus?*

Angaben nach KRUTZSCH (1970a). Diese Wasserpflanzen sind gewöhnlich in Sümpfen, Gräben und an den Ufern von Tümpeln, Seen und Flüssen verbreitet, bevorzugen aber ein gemäßigtes Klima (HEYWOOD 1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist nicht getrennt von den gröber retikulaten Formen (40) *A. parareolatus* und (41) *A. convexus* ausgezählt worden, da auch hier eine Unterscheidung nicht immer deutlich ist. Eindeutige Exemplare sind allerdings sehr selten und auf die Übergangsbereiche zu den Flözen beschränkt. Wahrscheinlich sind sie auch mit der von HAMMER (1996) aus dem Übergangsbereich zum Flöz 4 beschriebenen Form *A. butomoides* gleichzusetzen, die bis auf den zugespitzten Habitus sehr ähnlich ist und ebenfalls von KRUTZSCH (1970a) zu den Butomaceen gestellt wurde. *A. butomoides* ist auch aus der Helmstedter Unterflözgruppe bekannt (HAMMER-SCHIEMANN 1998).

#### 4.2.2.5 Abteilung Longicolpates KRUTZSCH 1970a

Gattung *Spinizonocolpites* MULLER 1968

(43) *Spinizonocolpites echinatus* MULLER 1968  
Taf. 5, Fig. 1a, b; 2a, b; 3a, b; 4a, b

1968 *Spinizonocolpites echinatus* n. sp. – MULLER, S. 11 und Taf. 3, Fig. 3 (Lupar area, Engilili Formation; Eozän).

**Beschreibung:** Eiförmige Pollen, die eine 1 µm dicke, fein retikulat strukturierte Wand besitzen, die als charakteristisches Merkmal verstreut mit 5 bis 7 µm langen Echinae bedeckt ist. Die konischen Echinae besitzen stumpfe Spitzen, einen runden Apex und sind an der Basis etwas breiter. Der Colpus der bis zu 40 µm großen Pollen ist im allgemeinen nicht zu erkennen, teilt die Form jedoch in zwei mehr oder weniger gleich große Hälften.

**Bemerkungen:** *S. echinatus* unterscheidet sich von (44) *S. baculatus* durch die geringere Größe und vor allem durch ihre kürzeren, konischen Echinae (SCHRANK 1994). Sowohl MULLER (1968) als auch SCHRANK (1994) konnten Übergangsformen zwischen den beiden Arten beobachten, so daß eine Unterscheidung zwischen den beiden Formen nicht immer zu treffen ist. Einige Autoren wie GERMERAAD et al. (1968) trennen die Gattung daher auch nicht mehr in verschiedene Arten auf. Allerdings weist MULLER (1968) darauf hin, daß *S. baculatus* in Vorkommen aus der Oberkreide und dem Paläozän dominiert und *S. echinatus* in jüngeren Formationen. Er



vermutet eine phylogenetische Beziehung zwischen beiden Formen, wobei die Mutterpflanzen von *S. echinatus* Nachkommen der Mutterpflanzen von *S. baculatus* sind.

In der Wulfersdorfer Flözgruppe treten beide Formen nur zusammen in den Proben auf, Übergangsformen sind häufig anzutreffen, so daß beide Formen zusammen ausgezählt wurden. Da sie immer gemeinsam erscheinen, gibt es keine Hinweise auf eine phylogenetische Beziehung zwischen den beiden Formen. Eine ontogenetische Entwicklung erscheint nach den Erkenntnissen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe wahrscheinlicher. Falls beide Pollenformen von der gleichen Mutterpflanze abstammen, ist es nicht sinnvoll, die Trennung in beide Arten aufrecht zu erhalten.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Mitteleozän

Nach HASELDONCKX (1972) ist *S. echinatus* in Europa seit dem Untereozän gesichert verbreitet und reicht bis ins Mitteleozän (MEYER 1988), so daß die Form ein wichtiges stratigraphisches Element ist. In außereuropäischen Vorkommen sind die Pollen jedoch bereits seit dem Campan (SE-Asien) bzw. Maastricht (Südamerika, Afrika) anzutreffen (SCHRANK 1994). In SE-Asien findet man sie auch in posteoazänen Sedimenten.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Palmae, Gattung *Nypa*

*S. echinatus* ist nach MULLER (1968) identisch mit den Pollen der rezenten Art *Nypa fruticans*.

Die Gattung *Nypa* ist ein Bewohner von salzigen Küstensümpfen. Da die frühesten Nachweise bereits aus der Kreide stammen, gehört *Nypa* zu den ältesten bekannten Gattungen von Blütenpflanzen (HEYWOOD 1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt in keinem der drei Kohleflöze auf und ist auf die Zwischenmittel bzw. Übergangshorizonte zu den Kohleflözen beschränkt (vgl. HAMMER 1996). Dort erscheinen die Pollen regelmäßig und erreichen in bestimmten Horizonten sogar Massenwerte. So werden im Zwischenmittel 5/6 im oberen Teil von Profil G Werte über 16% verzeichnet.

Auch in der Westmulde ist das Vorkommen der Form auf das untere Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf beschränkt (NATGE-EFOGHE 1997), wobei lediglich Einzelexemplare beobachtet wurden. In den Kohleflözen fehlt die Form.

(44) *Spinizonocolpites baculatus* MULLER 1968

Taf. 5, Fig. 5a, b und 6

1968 *Spinizonocolpites baculatus* n. sp. – MULLER, S. 11 und Taf. 3, Fig. 2 (Lupar area, Engilili Formation; Eozän).

**Beschreibung:** Eiförmige Pollen, die eine 1 bis 2 µm dicke, fein retikulat strukturierte Wand besitzen, die als charakteristisches Merkmal verstreut mit 7 bis 13 µm langen Baculae bedeckt sind. Die Baculae besitzen abgerundete Spitzen und sind an der Basis konisch erweitert. Der Colpus der bis zu 50 µm großen Pollen ist im allgemeinen nicht zu erkennen, teilt die Form jedoch in zwei mehr oder weniger gleich große Hälften.

**Bemerkungen:** Siehe unter (43) *S. echinatus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Mitteleozän

Nach MEYER (1988) ist *S. baculatus* in Nordwesteuropa nur aus dem Unteren und Mittleren Eozän bekannt und somit ein wichtiges stratigraphisches Element. In außereuropäischen Vorkommen sind die Pollen jedoch bereits seit dem Campan (SE-Asien) bzw. Maastricht (Südamerika, Afrika) anzutreffen (SCHRANK 1994).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Palmae, Gattung *Nypa*

*S. baculatus* ist nach MULLER (1968) den rezenten Pollen der Gattung *Nypa* sehr ähnlich. Er vermutet eine heute ausgestorbene *Nypa*-Art als Mutterpflanze.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (43) *S. echinatus*.

Gattung *Punctilongisulcites* KRUTZSCH 1970a

(45) *Punctilongisulcites microechinatus* THIELE-PFEIFFER 1988

Taf. 5, Fig. 7a, b, c

1988 *Punctilongisulcites microechinatus* n. sp. – THIELE-PFEIFFER, S. 20 und Taf. 6, Fig. 21 – 22, 23 – 26 (Grube Messel; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Runde bis ovale und zarte Pollenform mit einem undeutlichen Sulcus, der die Hälfte bis etwas mehr als die Hälfte des Pollens umgreift. Der Sulcus zeigt einen leicht ausgefranst Rand. Die feinpunkate Exine ist locker mit kleinen Echini besetzt, die ca. 1 µm lang sind. Einschließlich dieser Echini wird die Form ca. 35 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän

Die Form ist bisher nur aus dem Mitteloazän von Messel beschrieben worden (THIELE-PFEIFFER 1988). KRUTZSCH (1970a) erwähnt allerdings, daß neben einer aus dem jüngsten Tertiär stammenden Form noch weitere unpublizierte alttertiäre Vertreter dieser Gattung existieren. So beschreibt NICKEL (1996b) mit *P. eckfeldensis* eine *P. microechinatus* sehr ähnliche Form aus dem Mitteloazän von Eckfeld.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Hydrocharitaceae; Gattung unbekannt

Nach THIELE-PFEIFFER (1988) zeigen Pollen der rezenten Gattungen *Blyxa*, *Ottelia* und *Stratiotes* recht ähnliche Erscheinungsbilder. Letztendlich sind die Pollen in bestimmten Punkten wie der Struktur der Oberfläche oder der Größe jedoch deutlich anders aufgebaut, so daß lediglich die Zuordnung zu den Hydrocharitaceae als gesichert gelten kann.

Vertreter der Hydrocharitaceae bewohnen als Wasserpflanzen die Verlandungszonen stehender und langsam fließender Meeres- und Binnengewässer vorwiegend in den Tropen und Subtropen (HEYWOOD 1982; THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe erscheint die Form lediglich am Top des Zwischenmittels 4/5 im Profil J, erreicht dort sogar bis 2,2%. In den anderen Profilen dieses Zwischenmittels fehlt die Form.

Auch in der Westmulde ist die Form nur aus dem unteren Zwischenmittel bekannt, wo lediglich Einzelexemplare in wenigen Schichten vorkommen (NATGE-EFOGHE 1997).

#### 4.2.2.6 Abteilung Dicolpates ERDTMAN 1947

Gattung *Dicolpopollis* PFLANZL 1956

(46) *Dicolpopollis kockeli* PFLANZL 1956  
Taf. 5, Fig. 8a, b und 9

1956 *Dicolpopollis kockeli* n. fsp. – PFLANZL, S. 241 und Taf. 16, Fig 9 - 12 (Hessen, Hirschberg am Hohen Meißner; Miozän).

**Beschreibung:** Dicolpate Pollen mit einer feinretikulaten Exine. Man findet die Form zumeist in zwei charakteristischen Lagen. In der Pollage (Taf. 5, Fig. 9) erkennt man die zweilappige Gestalt, in der Seitenlage (Taf. 5, Fig. 8a, 8b) ist das Aussehen „beilartig“ bis abgerundet rechteckig. Die Form erreicht Größen von 20 – 25 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Untermiozän

Nach KRUTZSCH (1970) ist die Form vor allem im Oligozän und im tieferen Miozän zu beobachten, kommt aber auch schon im Eozän vor. Allerdings ist *D. kockeli* im Mitteloazän zwar in den Helmstedter Ablagerungen gefunden worden, fehlt aber beispielsweise in Messel und Eckfeld.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Palmae; Gattung *Calamus* (?)

Die Zugehörigkeit zu *Calamus* ist fraglich, da rezente Pollen zwar einen ähnlichen dicolpaten Bau, allerdings eine völlig andere Skulptur besitzen und größer sind (THIELE-PFEIFFER 1980). Nach KRUTZSCH (1970a) kommen auch Arten der Gattung *Daemonorops* als Mutterpflanzen in Frage.

*Calamus*-Arten leben heute als Spreizklimmer (Kletterpalmen) vor allem in tropischen Regenwäldern Südostasiens.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Pollen kommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig vor. Zumeist treten allerdings nur Einzelexemplare auf. Eine Ausnahme bildet der untere Teil von Flöz 6. Dort ist die Form sehr häufig zu finden und erreicht Werte bis 6%. Auch HAMMER (1996) hat in Flöz 4 regelmäßig Einzelexemplare gefunden.

In den anderen Helmstedter Vorkommen ist die Form nur im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf nachgewiesen worden, wo sie regelmäßig erscheint und in einer Probe mit fast 10% ein Massenvorkommen aufweist (NATGE-EFOGHE 1997).

## 4.2.2.7 Abteilung Diporines (NAUMOVA 1937) R. POTONIÉ 1960

Gattung *Diporoconia* FREDERIKSEN, WIGGENS, FERGUSON, DRANSFIELD, AGER 1985(47) *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* (KEDVES 1965) FREDERIKSEN, WIGGENS, FERGUSON, DRANSFIELD, AGER 1985  
Tafel 5, Fig. 10, 11

- 1965 *Diporites iszkaszentgyoergyi* n. sp. – KEDVES, S. 38 – 39 und Taf. 7, Fig. 15, 16 (Ungarn, Iszkaszentgyoergyi; Untereozän).
- 1985 *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* (KEDVES 1965) n. comb. – FREDERIKSEN et al., S. 38 und Taf. 1, Fig. 4 – 7 (Süd-Alaska, Mt. St. Elias quadrangle, Kulthieth Formation; Untereozän).

**Beschreibung:** Diporate Pollenform mit einer langgestreckt-ellipsoiden Kontur, konvex gewölbten Seiten und glatter Exine. Die gegenständigen Poren sind mit einem Durchmesser von 10 – 15 µm sehr groß und z. T. von einem Anulusring gekennzeichnet. Die Form wird 40 – 70 µm lang und 30 – 40 µm breit.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Mitteleozän

Die Form ist bisher in Europa nur aus Ungarn, Frankreich und England sowie aus einigen Fundstätten in Kalifornien und Alaska bekannt (FREDERIKSEN et al. 1985). Sie kommt nach MEYER (1988) in Nordwesteuropa vom Untereozän bis zum tiefsten Mitteleozän (Zone SP4) vor. In Nordamerika ist sie ebenfalls nur aus dem Unter- und Mitteleozän bekannt (FREDERIKSEN et al. 1985).

**Botanische Zugehörigkeit:** Fam. *Palmae* (Gattung *Daemonorops*); ? Fam. *Apocynaceae* (Gattung *Alyxia*)

Nach FREDERIKSEN et al. (1985) ist *D. iszkaszentgyoergyi* morphologisch sehr viel ähnlicher mit den Pollen von einigen *Daemonorops*-Arten als mit *Alyxia*. Allerdings gibt es auch bei *Daemonorops* Unterschiede im Porenbau, die eine sichere Zuordnung von *Diporoconia* nicht zulassen.

Nach den Untersuchungen dieser Arbeit ist die Form eindeutig mit *Avicennia* assoziiert und somit als ein Mitglied der Mangrove anzusehen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *D. iszkaszentgyoergyi* kommt in der Wulfersdorfer Flözgruppe nur in den Zwischenmitteln bzw. in den Übergangsbereichen zu den Flözen vor. Besonders im kohligen Band im Zwischenmittel 4/5 erreicht die Form in manchen Bereichen über 10%. Auch HAMMER (1996) hat nur in der Basisschicht von Flöz 4 und in den unterlagernden Übergangsschichten einige Exemplare gefunden. Dementsprechend fehlen diese Pollen auch im Viktoria-Flöz sowie im Unterflöz. Lediglich im Zwischenmittel taucht *Diporoconia* mit Einzelexemplaren auf (NATGE-EFOGHE 1997).

## 4.2.2.8 Abteilung Brevaxones PFLUG 1953a

Gattung *Pompeckjoidaepollenites* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH in GÓCZÁN, GROOT, KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1967(48) *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* (KRUTZSCH 1954) KRUTZSCH in GÓCZÁN, GROOT, KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1967  
Tafel 6, Fig. 1a, b und 2a, b

- 1954 *Trudopollis subhercynicus* n. fsp. – KRUTZSCH, S. 287 und Taf. 1, Fig. 19 - 22 (Geiseltal; Mitteleozän).
- 1967 *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* (KRUTZSCH 1954) n. comb. – KRUTZSCH in GÓCZÁN, GROOT, KRUTZSCH & PACLTOVÁ, S. 491, Abb. 51; S. 492 und Taf. XIII, Fig. 21 - 27 (verschiedene unter- und mittelpaläozäne sowie unter-, mittel- und obereozäne Fundpunkte Mitteleuropas).

**Beschreibung:** Triporate Pollenform mit äquatorial gelegenen Poren und konvexer Form. Die Endexine ist teilweise aufgelöst, so daß sich Solutionsbahnen (Platae) entwickelt haben, die in voller Breite miteinander kommunizieren: Da die Endexine nur lose an die Ektexine geheftet ist, können sich beide leicht voneinander trennen. Die Ektexine hat einen schwach keulenförmigen Anulus entwickelt und ist schwach intrabaculat strukturiert. Die Pollenkörner erreichen eine Größe von 20 – 25 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberkreide - Obereozän

Vom Mitteluron bis Obereozän vorkommend, liegt der Verbreitungsschwerpunkt in Mitteleuropa zwischen dem Maastricht und dem Mitteleozän (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957; GÓCZÁN et al. 1967; KEDVES 1969, 1974). Die Form gehört damit zu den letzten noch im Eozän vorkommenden Vertretern des oberkretazischen Normapolles-Elements.

Im Vergleich zu anderen wichtigen Fundpunkten des Mitteleozäns wie Messel und Eckfeld ist *P. subhercynicus* in Helmstedt überaus häufig. Während in Eckfeld die Form noch regelmäßig erscheint (NICKEL 1996b) ist in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) lediglich ein Exemplar gefunden worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Im Rahmen dieser Dissertation sowie den weiteren Arbeiten aus der Helmstedter Ober- und Unterflözgruppe konnten auf Grund der Assoziation mit anderen Pollenarten eindeutige Aussagen über den Lebensraum der Mutterpflanzen dieser Pollen gewonnen werden (vgl. Kap. 5 und HAMMER 1996; HAMMER-SCHIEMANN 1998).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form gehört zu den regelmäßig in nahezu allen Proben auftretenden Pollen. Im oberen Teil von Flöz 6 kommt es sogar zum Massenaufreten dieser Form. In Profil C werden dort bis 25%, in Profil E über 17% erreicht. Im Flöz 5 sind dagegen nur Werte bis 5% und in Flöz 4 (HAMMER 1996) bis 8% zu verzeichnen. Auch in den Zwischenmitteln werden die hohen Werte trotz konstanten Vorkommens nicht erreicht. Dort sind Werte über 2% selten. Nur im Basisbereich des Zwischenmittels 5/6 sind, direkt über dem Massenvorkommen in Flöz 6, teilweise noch höhere Werte bis 5% vorhanden.

Im Viktoria-Flöz in der Westmulde sind die Pollen nur sporadisch zu finden (EBE 1992), während im Zwischenmittel und im Unterflöz der Oberflözgruppe die Pollen teilweise massenhaft vorhanden sind, im Zwischenmittel über 10% und im Flöz gar über 30% erlangen (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Nudopollis* PFLUG 1953b

(49) *Nudopollis terminalis* (THOMSON & PFLUG 1953) PFLUG 1953b ssp. *hastiformis* THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 6, Fig. 3

- 1953 *Extratropipollenites terminalis* n. fsp. (THOMSON & PFLUG) subsp. *hastiformis* n. subsp. (THOMSON & PFLUG) – THOMSON & PFLUG, S. 71 und Taf. 6, Fig. 30 - 32 (Braunkohle des Antweiler Grabens, Oberpaläozän/Untereozän; Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän).
- 1953b *Nudopollis terminalis* (PFLUG 1953) n. comb. subsp. *hastiformis* PFLUG – PFLUG, S. 161 und Taf. 22, Fig. 1 - 3 (Helmstedter Unterflözgruppe; Untereozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer Außenkontur und einer eher dreieckig-rundlichen Innenkontur. Charakteristisch ist der extrem verdickte, spitzmäulige Anulus. Der 5 – 6 µm lange Porenkanal erweitert sich konisch nach innen. Die Pollen besitzen eine glatte Exine mit einem stark intrapunktaten Atrium und werden 25 – 30 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän - Mitteleozän

Nach Angaben von THOMSON & PFLUG (1953). Auch diese Art gehört zu den letzten noch im Eozän vorkommenden Vertretern des oberkretazischen Normapolles-Elements.

**Botanische Zugehörigkeit:** Ordnung Verwandtschaft zu den Myricales/Juglandales

Auf Grund der dicken Pollenwand und der geringen Individuenzahl mit der diese Normapolles-Art in den Fundpunkten auftaucht (vgl. auch THIELE-PFEIFFER 1988) ist für die Gattung *Extratropipollenites* bzw. *Nudopollis* von einer insektenblütigen Mutterpflanze auszugehen (FREDERIKSEN 1985).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist regelmäßig in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vertreten. Die Werte überschreiten dabei allerdings selten die 1%-Marke (vgl. HAMMER 1996). Bei EBE (1992) kommt die Form regelmäßig vor, erreicht Maximalwerte von 2,2% und ist damit im Viktoria-Flöz häufiger vertreten als *P. subhercynicus*. SCHIEMANN (1994) hat in einigen Proben aus dem Unterflöz größere Mengen (bis 5,7%) dieser Art gefunden. Im allgemeinen ist aber auch dort das Auftreten ähnlich wie in der Wulfersdorfer Flözgruppe. Im Zwischenmittel ist die Form dagegen sehr selten (NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Basopollis* PFLUG 1953b

(50) *Basopollis orthobasalis* (PFLUG 1953a) PFLUG 1953b  
Taf. 6, Fig. 4a, b

- 1953a *Extratropopollenites orthobasalis* n. sp. (PFLUG) subsp. *amplus* n. subsp. (PFLUG) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 71 und Taf. 6, Fig. 25 - 27 (Helmstedter Unterflözgruppe; Untereozän).  
 1953b *Basopollis orthobasalis* (PFLUG) n. comb. – PFLUG, S. 110 und Taf. 21, Fig. 37, 45, 46 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Neubeschreibungen von 1953a).

**Beschreibung:** Triporates Pollenkorn mit einer charakteristischen, extrem dreieckig-konkaven Kontur. Ein Anulus und Vestibulum sind nicht oder nur sehr schwach ausgebildet. Kennzeichnend ist auch der röhrenförmige, ca. 10 µm lange, Porenkanal der ca. 35 bis 40 µm großen Form, die eine glatte bis punktate Exine besitzt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän – Mitteleozän

Nach GÓCZÁN et al. (1967) ist die Form gesichert vom Untereozän (Epinois-Bild) bis ins Unter-/Mitteleozän vorhanden (Pg.-Zonen 11 bis 14), nun aber auch mit einigen Exemplaren im Mitteleozän (Pg.-Zone 15) der Helmstedter Oberflözgruppe.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Die Art gehört zu den Nachfolgeelementen des oberkretazischen Normapollis-Elements.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die extrem seltene Form kommt lediglich mit einem Exemplar im Flöz 6 (Profil D) sowie mit wenigen Exemplaren in den Profilen aus den Liegendschichten und Zwischenmitteln vor. In den Flözen 4 und 5 fehlen Nachweise. Auch in der Westmulde ist diese Form in keiner der untersuchten Abfolgen beobachtet worden.

Gattung *Interpollis* KRUTZSCH 1961

(51) *Interpollis supplingensis* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1961  
Taf. 6, Fig. 5

- 1953a *Intratropopollenites supplingensis* n. sp. (PFLUG) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 89 und Taf. 10, Fig. 26 – 34, 37 (Antweiler Bild und Helmstedter Unterflözgruppe; Untereozän).  
 1959a *Anacolosidites supplingensis* (PFLUG 1953) n. comb. – KRUTZSCH, S. 245/246 (ohne Abbildung).  
 1961 *Interpollis supplingensis* (PFLUG 1953) KRUTZSCH. n. comb. – KRUTZSCH, S. 305 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Doppel-linsige triporate Pollen mit einer dreieckigen Kontur, bei der die Ektexine und Endexine deutlich voneinander getrennt sind. Die Poren liegen subäquatorial etwas prominent und besitzen ein deutliches Labrum. Gelegentlich ist ein Vestibulum erkennbar. Die Formen erreichen Größen von 20 - 25 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberkreide – Mitteleozän

Nach GÓCZÁN et al. (1967) ist die Form bereits im Maastricht vorhanden und reicht bis ins Mitteleozän, wobei in der Pg.-Zone 15 (HO-Bild, Helmstedter Oberflözgruppe) die letzten Nachweise auftreten. In der Helmstedter Unterflözgruppe ist die Form sehr viel häufiger, so daß die Form nach KRUTZSCH (1959a) sehr gut als Leitfossil für untereozäne Ablagerungen geeignet ist.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Die Art gehört zu den oberkretazischen Normapollis-Elementen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist äußerst selten in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe. Lediglich im Flöz 6 und den beiden Zwischenmitteln konnten wenige Einzelexemplare beobachtet werden. NATGE-EFOGHE (1997) konnte in der Westmulde im unteren Zwischenmittel (Tagebau Alversdorf) in wenigen Proben weitere Exemplare dieser Art finden.

(52) *Interpollis microsupplingensis* KRUTZSCH 1961  
Taf. 6, Fig. 6a, b

- 1961 *Interpollis microsupplingensis*– KRUTZSCH, S. 305 und Taf. 1, Fig. 24 – 26 (Bhg. Viesen 6; Unterpaläozän)

**Beschreibung:** Doppel-linsige triporate Pollen, die lediglich auf Grund der geringeren Größe von (51) *I. supplingensis* unterschieden werden. Die Form besitzt eine dreieckige Kontur mit schwach konvexen Seiten. Die Poren liegen subäquatorial etwas prominent und besitzen ein deutliches Labrum. Gelegentlich ist ein Vestibulum erkennbar. Die Formen erreichen Größen bis 20 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberkreide – Mitteleozän

Nach GÓCZÁN et al. (1967) ist die Form bereits seit dem Maastricht vorhanden und reicht bis ins tiefste Mitteleozän, wobei die Hauptverbreitung zwischen dem Maastricht und dem Paläozän liegt. Die Form ist mit über 100 Fundpunkten in Mitteleuropa weit verbreitet.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Die Art gehört zu den oberkretazischen Normapolles-Elementen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (51) *I. supplingensis*

Gattung *Plicapollis* PFLUG 1953b

(53) *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) KRUTZSCH 1961 ssp. *turgidus* PFLUG 1953a  
Tafel 6, Fig. 7, 8, 9

1953a *Triatriopollenites excelsus* (R. POTONIÉ) subsp. *turgidus* – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 77 und Taf. 7, Fig. 36 – 46 (Wehmingen, Paläozän; Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe, Messel, Burghasungen, jeweils Mitteleozän).

1957 *Triatriopollenites pseudoexcelsus* nov. fsp. – KRUTZSCH, S. 519 und Taf. VIII, Fig. 31 - 36 (Kohle von Eisdorf, Obereozän; Eisleben, Unterpaläozän; Geiseltal, Mitteleozän; Braunkohle von Bornstedt, Untereozän; Antweil, Oberpaläozän/Untereozän).

1961 *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) n. comb. – KRUTZSCH, S. 304 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit tropfenförmigem Anulusquerschnitt. Der Anulus entwickelt sich abrupt aus der dünnen Exine und springt schnauzenartig aus der Kontur hervor. Die Exine ist glatt, in der Atrium-Region jedoch intrapunktat strukturiert. Charakteristisch sind Pliken, die mehr oder weniger stark ausgeprägt sind. Die Pollenkörner erreichen Größen von ca. 20 µm.

**Bemerkungen:** *P. pseudoexcelsus* zeigt nach Ansicht einiger Autoren (THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996a) einen juglandaceoiden Bau, d. h. die Formen besitzen Pliken. Im Gegensatz dazu sind Formen ohne Pliken, die somit einen myricaceoiden Bau aufweisen, als *Triatriopollenites excelsus* zu bezeichnen und von *P. pseudoexcelsus* abzutrennen. Das Helmstedter Material zeigt allerdings, daß die meisten Formen Pliken zumindest andeutungsweise zeigen. Es ist daher davon auszugehen, daß es sich bei Exemplaren mit und ohne Pliken um verschiedene Erhaltungszustände einer Art handelt. Diese Meinung vertritt auch NICKEL (1996b) anhand des Eckfelder Materials, so daß eine Trennung in *P. pseudoexcelsus* und *T. excelsus* nicht mehr erfolgt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Eozän, Oligozän (?)

Als Sammelart kommt die Form vom Paläozän bis ins Obereozän vor, möglicherweise auch noch bis ins Mitteleozän (KRUTZSCH 1957; GÓCZÁN et al. 1967; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996a, 1996b). Da es sich wiederum um einen Vertreter des Normapolles-Elementes handelt, ist davon auszugehen, daß sehr ähnliche Formen schon seit der Oberkreide vorkommen.

**Botanische Zugehörigkeit:** Ordnung: Verwandtschaft zu den Juglandales

Die Verwandtschaft zu den Juglandales ist sehr wahrscheinlich, da FRIIS (1983) Pollen der Gattung *Plicapollis* aus oberkretazischen Blütenresten aus Südschweden isolieren konnte, die zu den Juglandales gestellt wurden.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt in den Kohleflözen der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig aber in geringen Mengen vor (vgl. HAMMER 1996). In den Zwischenmitteln dagegen ist *P. pseudoexcelsus* eine Massenform. Besonders in den Übergangsbereichen von den Zwischenmitteln zu den Kohleflözen dominieren diese Pollen. So werden im Zwischenmittel 5/6 (Probe F/17) sogar 63,4% erreicht.

Auch aus dem unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf berichtet NATGE-EFOGHE (1997) von Massenvorkommen bis zu 60%. In den Kohleflözen der Westmulde sind die Pollen regelmäßig mit Häufigkeiten von überwiegend unter 2% und damit ähnlich wie in den Wulfersdorfer Flözen vertreten (EBE 1992; SCHIEMANN 1994).

(54) *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) KRUTZSCH 1961 ssp. *semiturgidus* PFLUG 1953a  
Tafel 6, Fig. 10, 11

1953a *Triatriopollenites excelsus* (R. POTONIÉ) subsp. *semiturgidus* – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 77 und Taf. 7, Fig. 57 – 58 (Messel, Burghasungen; Mitteleozän).

- 1957 *Triatriopollenites pseudoexcelsus* nov. fsp. – KRUTZSCH, S. 519 und Taf. VIII, Fig. 31 - 36 (Kohle von Eisdorf, Obereozän; Eisleben, Unterpaläozän; Geiseltal, Mitteleozän; Braunkohle von Bornstedt, Untereozän; Antweil, Oberpaläozän/Untereozän).
- 1961 *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) n. comb. – KRUTZSCH, S. 304 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer Kontur und mehr oder weniger deutlichen Endoplicae, die allerdings auch fehlen können. Der Querschnitt des Anulus ist keil- bis keulenförmig, wobei der Anulus sich allmählich aus der kontinuierlich verdickten Ektexine entwickelt. Die Exine ist glatt. Mit Größen zwischen 20 und 35 µm sowie dem anders aufgebauten Anulus unterscheidet sich die Form von (53) *P. pseudoexcelsus turgidus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Siehe unter (53) *P. pseudoexcelsus turgidus*.

**Botanische Zugehörigkeit:** Siehe unter (53) *P. pseudoexcelsus turgidus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe kommt die Form zumeist zusammen mit den *turgidus*-Formen vor, so daß beide Formen zusammen ausgezählt wurden. Die Hauptverbreitung liegt in den Übergangsschichten von den Liegendschichten bzw. dem Zwischenmittel 5/6 zu den Flözen 6 bzw. 5 sowie im gesamten Zwischenmittel 4/5.

Aus anderen Vorkommen in Helmstedt ist die Form nicht beschrieben worden.

(55) *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) KRUTZSCH 1961 ssp. *microturgidus* PFLUG 1953a  
Tafel 6, Fig. 12

- 1953a *Triatriopollenites excelsus* (R. POTONIE) subsp. *microturgidus* – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 78 und Taf. 7, Fig. 59 – 63 (Messel, Burghasungen; Mitteleozän).
- 1957 *Triatriopollenites pseudoexcelsus* nov. fsp. – KRUTZSCH, S. 519 und Taf. VIII, Fig. 31 - 36 (Kohle von Eisdorf, Obereozän; Eisleben, Unterpaläozän; Geiseltal, Mitteleozän; Braunkohle von Bornstedt, Untereozän; Antweil, Oberpaläozän/Untereozän).
- 1961 *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) n. comb. – KRUTZSCH, S. 304 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer Kontur und mehr oder weniger deutlichen Endoplicae. Der Querschnitt des Anulus ist tropfen- bis keulenförmig, wobei der Anulus nur leicht prominent entwickelt ist. Die Exine ist glatt bis chagrenat. Mit einer Größe von durchschnittlich 14 µm gehören diese Pollen zu den kleinsten in der Wulfersdorfer Flözgruppe auftretenden Formen. Durch ihre Größe unterscheiden sie sich von den beiden anderen hier beschriebenen Unterarten von *P. pseudoexcelsus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Siehe unter (53) *P. pseudoexcelsus turgidus*.

**Botanische Zugehörigkeit:** Siehe unter (53) *P. pseudoexcelsus turgidus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe kommt die Form regelmäßig mit geringen Werten bis 1,5% vor. Ein Unterschied im Auftreten zwischen Kohleflözen und Liegendschichten bzw. Zwischenmitteln ist nicht festzustellen.

Aus anderen Vorkommen in Helmstedt ist die Form nicht beschrieben worden.

Gattung *Triatriopollenites* PFLUG 1953a

(56) *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 6, Fig. 13, 14

- 1953 *Triatriopollenites rurensis* n. sp. (TH. & PF.) – THOMSON & PFLUG, S. 79 und Taf. 7, Fig. 81 - 109 (Braunkohle von Wehmingen, Paläozän; Messel, Mitteleozän; Braunkohle von Frielendorf, Miozän; Braunkohle von Kettig, Obereozän; Marxheim, Oberoligozän; Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollenkörner mit schwach prominenten Poren. Als charakteristisches Merkmal ist die Ektexine im Porenbereich kräftig tumeszensartig verdickt, so daß hier die Ektexine 2 bis 3mal dicker als in der Seitenmitte ist. Im Unterschied zu (54) *P. pseudoexcelsus* ist der Anulus allerdings nicht so stark ausgeprägt. Die Exine ist chagrenat und im Atrium intrapunktat strukturiert. Die Pollen werden im Durchschnitt 25 µm groß, können jedoch im Einzelfall auch beträchtlich größer werden (bis 40 µm).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Die Form kommt regelmäßig vom Eozän bis ins Miozän vor, im Pliozän nur noch selten (THOMSON & PFLUG 1953). Insgesamt ist sie im jüngeren Tertiär (Oligozän, Miozän) häufiger als im Alttertiär (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Myricaceae; Gattung *Myrica* L.

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind die Pollen der rezenten *Myrica integrifolia* der fossilen Form am ähnlichsten. Die Myricaceae sind eine Familie von Bäumen und Sträuchern, die nahezu weltweit vorkommen. Man nimmt an, daß sie mit den Betulaceae und möglicherweise auch den Juglandaceae verwandt sind (HEYWOOD 1982). *Myrica*-Arten leben heute in subtropischen und warm-temperierten Gegenden und dort bevorzugt in feuchten Wäldern und Mooren.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt nahezu in allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auf und erreicht Maximalwerte bis 6%. Zumeist liegen die Werte jedoch zwischen 0,5 und 2% (vgl. HAMMER 1996). In der Regel sind die Formen in den Kohleflözen deutlich häufiger verbreitet als in den Zwischenmitteln.

Ähnlich ist es in den Vorkommen aus der Westmulde. Die Pollen sind in den Kohleflözen regelmäßig vorhanden, im Viktoria-Flöz (EBE 1992) dabei mit bis zu 10% weitaus häufiger als im Unterflöz (SCHIAMANN 1994). Im Zwischenmittel ist die Form zwar regelmäßig zu finden, zumeist aber nur in Form von Einzelexemplaren (NATGE-EFOGHE 1997).

(57) *Triatriopollenites bituitus* (R. POTONIÉ 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 6, Fig. 15, 16

1931a *Pollenites bituitus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 332 und Taf. 11, Fig. 17 (Lausitz, Grube Babina bei Muskau; Miozän).

1953 *Triatriopollenites bituitus* (R. POTONIÉ 1931) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 79 und Taf. 7, Fig. 116 - 134 (versch. Fundpunkte aus dem Eozän, Oligozän und Miozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit stark prominenten Poren (Labrum). Die Ektexine ist im Gegensatz zu *T. rurensis* nicht oder nur noch schwach tumeszensartig verdickt. Die Pollen besitzen bei einer Größe von ca. 21 µm eine konvexe Kontur und eine glatte Exine, die auch in der Atrium-Region nicht oder nur schwach intrapunktat strukturiert ist.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Nach THOMSON & PFLUG (1953) ist die Form ein Durchläufer vom Eozän bis ins Miozän. Inzwischen sind jedoch auch eine Reihe pliozäner Vorkommen bekannt (MOHR 1984; ASHRAF & MOSBRUGGER 1996).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Myricaceae; Gattung *Myrica* L.

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind die rezenten Pollen von *Myrica gale* und *M. adenophora* der fossilen Form am ähnlichsten.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist eine sehr häufig auftretende Art in der Wulfersdorfer Flözgruppe (vgl. HAMMER 1996). Zumeist liegen die Werte unter 3%, gelegentlich kommt es aber auch zum Massenaufreten, wie z. B. in Profil C (Flöz 6), wo am Top des Flözes bis 18% erreicht werden. Besonders in den Übergangsbereichen von den Zwischenmitteln zu den Flözen ist ein Ansteigen der Werte zu beobachten, wie am Übergang von Profil F (Zwischenmittel 5/6) zum Profil H (Flöz 5), wo bis zu 13% erlangt werden.

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf erscheint die Form ebenfalls regelmäßig, wobei vor allem im Viktoria-Flöz hohe Werte vorkommen (EBE 1992), während im Unterflöz der Oberflözgruppe zumeist nur Einzelexemplare auftreten (SCHIAMANN 1994). Das gleiche gilt für das Zwischenmittel, wo die Form im Gegensatz zu ihrem Auftreten in der Wulfersdorfer Flözgruppe deutlich seltener erscheint als *T. rurensis* (NATGE-EFOGHE 1997).

(58) *Triatriopollenites myricoides* (KREMP 1949) THOMSON & PFLUG 1953  
Tafel 6, Fig. 17

1949 *Pollenites myricoides* n. sp. – KREMP, S. 64 und Taf. 6, Fig. 63

1953 *Triatriopollenites myricoides* (KREMP 1949) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 80, Taf. 8, Fig. 1 - 14 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Messel, Mitteleozän; Braunkohle von Borken und Burghasungen, Obereozän).



**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvex-dreieckigem Umriß und glatter bis chagrenater Exine, die flexibel und daher stets verfaltet ist. Der Querschnitt der Exine ist bandförmig und ungleichmäßig dick. Verfaltungen sind dabei regelmäßig zu beobachten. Das Atrium der etwa 30 µm großen Pollen ist groß und nicht intrapunktat.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Mitteloligozän

Angaben nach HOCHULI (1978).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Myricaceae; Gattung unbekannt

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Zumeist sind es aber nur Einzelexemplare, so daß das Auftreten dieser Art deutlich geringer ist als das der anderen Arten der Gattung *Triatriopollenites*.

Im Viktoria-Flöz und im Unterflöz kommen diese Pollen ebenfalls vor. SCHIEMANN (1994) konnte Einzelexemplare finden, während EBE (1992) von Häufigkeiten bis 6% berichtet. Im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf fehlen die Formen.

#### Gattung *Plicatopollis* KRUTZSCH 1962c

(59) *Plicatopollis plicatus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1962c

Tafel 6, Fig. 18 und 19a, b

1934 *Pollenites plicatus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 55 und Taf. 2, Fig. 19 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

1953 *Triatriopollenites plicatus* (R. POTONIÉ 1934) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 81 und Taf. 8, Fig. 85 - 108 (versch. Fundpunkte aus dem Mittel- und Obereozän).

1962c *Plicatopollis plicatus* (R. POTONIÉ 1934) n. comb. – KRUTZSCH, S. 277, Abb. 6.

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer Kontur und schwach prominenten Poren. Durch eine „spezielle Quellfähigkeit“ (THOMSON & PFLUG 1953) haben sich kräftige Quelfalten entwickelt. Ein Anulus ist geringfügig entwickelt, kann aber auch fehlen. Die Exine der 20 – 25 µm großen Form ist glatt, bandförmig und ungleichmäßig dick.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän

Als Sammelart kommt die Form im gesamten Eozän vor und erreicht dabei besonders im mittleren und oberen Eozän Massenauftritten (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957, 1970c). So gehört *P. plicatus* z. B. zu den häufigsten Pollen im Mitteleozän von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

Nach KRUTZSCH (1962c) ist die Form wahrscheinlich ein altertümlicher Vertreter der Juglandaceae.

Die Juglandaceae sind eine kleine Familie laubwerfender Bäume, die vor allem in den nördlich-gemäßigten und subtropischen Zonen vorkommt.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Pollen der Gattung *Plicatopollis* kommen in nahezu allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor und erreichen Werte bis zu 4% (vgl. HAMMER 1996). Zwischen ihrem Auftreten in den Kohleflözen und den Zwischenmitteln sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Im Vergleich mit dem Auftreten in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) sind die Formen in der Wulfersdorfer Flözgruppe deutlich seltener.

In der Westmulde sind im Viktoria-Flöz sowie im Unterflöz der Oberflözgruppe diese Pollen bedeutend häufiger als in der Ostmulde (EBE 1992; SCHIEMANN 1994). Werte zwischen 7 und 9% sind keine Seltenheit. Ebenfalls regelmäßig aber etwas seltener erscheinen sie im unteren Zwischenmittel (NATGE-EFOGHE 1997).

(60) *Plicatopollis lunatus* KEDVES 1974

Tafel 6, Fig. 20, 21

1974 *Plicatopollis lunatus* n. sp. – KEDVES, S. 57 - 58, Fig. 28 und Taf. XIX, Fig. 7 - 9 und 10 - 12 (Urkút, südl. Bakony-Berge, Ungarn; Untereozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer Kontur. Die Poren sind nicht prominent, ein Anulus fehlt. Charakteristisch sind wieder kräftige Quelfalten, die allerdings deutlich zarter als bei *P. plicatus* entwickelt sind und in der Regel nicht bis in den Porenbereich hineinreichen. Die Form wird bis 30 µm groß.

**Bemerkungen:** NICKEL (1996b) hält diese Art für eine Übergangsform zwischen den Gattungen *Plicatopollis* (symmetrische Solutionsfiguren) und *Platycaryapollenites* (fehlender Anulus), da von beiden Gattungen charakteristische Merkmale wiederzufinden sind. THIELE-PFEIFFER (1988) sieht dagegen in *P. lunatus* eher eine Übergangsform zwischen den Gattungen *Plicatopollis* und *Momipites*, da lediglich die Quelfalten eine Zuordnung zu *Momipites* nicht zulassen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Eozän

Ähnliche Formen kommen bereits im Oberpaläozän vor (PFLUG 1953b, Taf. 20, Fig. 61). KEDVES (1974) konnte die Form im Untereozän finden, während aus dem Obereozän ebenfalls Nachweise bekannt sind (MÜRRIGER & PFLUG 1951, Taf. 5, Fig. 15). Aus dem Mitteleozän liegen mittlerweile zahlreiche Nachweise aus Messel (THIELE-PFEIFFER 1988), Eckfeld (NICKEL 1996b) und nun auch aus Helmstedt vor, wo die Form erstmals beobachtet wurde.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

Angabe nach KEDVES (1974).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt regelmäßig in Einzelexemplaren auf und ist erstmals in Helmstedt gefunden worden.

(61) *Plicatopollis* sp.

Tafel 6, Fig. 22

**Beschreibung:** Mit ca. 20 µm Größe eine sehr kleine Form der Gattung *Plicatopollis*. Die Quelfalten sind kräftig entwickelt, ein Anulus deutlich zu erkennen. Im Vergleich mit der ähnlichen Form *P. plicatus* ist aber ein deutlicher Größenunterschied feststellbar.

**Bemerkungen:** THIELE-PFEIFFER (1988, Taf. 7, Fig. 34) beschreibt einen ähnlichen Pollentyp, der mit dem in Helmstedt gefundenen Exemplaren nahezu übereinstimmt. Bisher ist diese Form somit nur aus dem Mitteleozän nachgewiesen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän

Zwar ist die Form nur im Mitteleozän gefunden worden, THIELE-PFEIFFER (1988) vermutet aber eine ähnliche Reichweite wie bei den anderen Arten dieser Gattung, was ein Vorkommen im gesamten Eozän bedeuten würde.

**Botanische Zugehörigkeit:** vermutlich Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt regelmäßig in Einzelexemplaren auf und ist erstmals in Helmstedt gefunden worden.

Gattung *Momipites* WODEHOUSE 1933

(62) *Momipites punctatus* (R. POTONIÉ 1931a) NAGY 1969

Tafel 6, Fig. 23

- 1931a *Pollenites coryphaeus punctatus* n. f. – R. POTONIÉ, S. 329, 332 und Taf. 2, Fig. 7 und 11 (Niederlausitz, Braunkohlenbergwerk Babina II bei Senftenberg; Miozän).  
1950 *Engelhardtioipollenites* (al. *Pollenites*) *punctatus* (al. *coryphaeus punctatus*) – POTONIÉ, THOMSON & THIERGART, S. 51 und Taf. B, Fig. 7 (Niederrheinische Bucht, Liblar; Miozän).  
1953 *Triatriopollenites coryphaeus* (R. POTONIÉ 1931a) n. comb. subsp. *punctatus* (R. POTONIÉ 1931a) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 80 und Taf. 8, Fig. 15 – 37 (verschiedene Fundpunkte aus dem Miozän).  
1969 *Momipites punctatus* (R. Potonié 1931) n. c. – NAGY, S. 478 und Taf. LIV, Fig. 9, 10 (Ungarn, Mecsek-Berge; Miozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollenform mit starr-konvexem Umriß und granulierter Exine. Die Poren sind niemals prominent und besitzen ein großes Atrium ohne intrapunktate Struktur. Im Unterschied zu (60) *P. lunatus* sind keine Quelfalten ausgebildet. Die Pollen werden etwa 23 µm groß und sind dadurch vom ähnlichen aber kleineren (63) *M. quietus* zu unterscheiden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Die Form ist vom Eozän an Durchläufer im gesamten Tertiär (THOMSON & PFLUG 1953) und dabei im mittleren und jüngeren Tertiär gelegentlich häufig (HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1980). Im Pliozän ist sie nur noch vereinzelt vorhanden (MOHR 1984) und möglicherweise umgelagert (ASHRAF & MOSBRUGGER 1996).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; wahrscheinlich Gattung *Engelhardtia* LESCHEN

Im Germinalbau und Exinensulptur (Granulierung) sind die Pollen von rezenten *Engelhardtia*-Arten der fossilen Form ähnlich, so daß die Zuordnung zu *Engelhardtia* als sehr wahrscheinlich gelten muß, obwohl die rezenten Arten teilweise größere Unterschiede zu *M. punctatus* aufweisen (THIELE-PFEIFFER 1980). Zu beachten ist auch die große Ähnlichkeit zu *Oremunnea* und *Alfaroa*.

Alle drei Gattungen sind heute in den Tropen und Subtropen Südasiens und Mittelamerikas verbreitet.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (vgl. HAMMER 1996) und ist in Einzelproben recht häufig vorhanden. So werden in den Basisproben von Profil K (Zwischenmittel 4/5) Werte über 6% erreicht.

In den Helmstedter Vorkommen aus der Westmulde sind die Pollen ebenfalls regelmäßig und gelegentlich häufig vorhanden (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(63) *Momipites quietus* (R. POTONIÉ 1931d) NICHOLS 1973

Tafel 6, Fig. 24

1931d *Pollenites quietus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 556 und Abb. 13 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

1953 *Triatriopollenites coryphaeus* ssp. *microcoryphaeus* (R. POTONIÉ 1931d) – THOMSON & PFLUG, S. 81 und Taf. 8, nur Fig. 40?, 47, 48, 49, 56? (verschiedene unter- und mitteleozäne sowie oberoligozäne/untermiozäne Fundpunkte).

1973 *Momipites quietus* (R. Potonié 1931) comb. nov. – NICHOLS, S. 107 (ohne Abb.).

**Beschreibung:** Sehr kleine, triporate Pollen mit starr dreieckigem Umriß und Poren, die niemals prominent sind. Ein kleines Atrium ist deutlich ausgebildet. Auf Grund der charakteristischen Form und Größe von ca. 13 µm sind die Pollen leicht zu erkennen und gehören zu den kleinsten auftretenden Exemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelpaläozän – Mitteloligozän

Vereinzelt erscheint die Form ab dem mittleren Paläozän, ist regelmäßig im gesamten Eozän und reicht in Europa bis ins mittlere Oligozän (KRUTZSCH 1957, 1970c; HOCHULI 1978). Im Mitteleozän von Messel und Eckfeld kommt die Form regelmäßig vor (THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung *Engelhardtia* LESCHEN

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Ähnlich wie *M. punctatus* kommt die Form regelmäßig in den Proben vor, erreicht dort aber selten mehr als 1,5% und ist somit seltener als *M. punctatus*. Im Flöz 4 fehlt die Form allerdings.

Während die Form in der Westmulde im Viktoria-Flöz regelmäßig erscheint (EBE 1992), im Zwischenmittel nur mit Einzelexemplaren auftritt (NATGE-EFOGHE 1997), fehlt sie im Unterflöz völlig.

Gattung *Platycaryapollenites* NAGY 1969

(64) *Platycaryapollenites platycaryoides* (ROCHE 1969) KEDVES 1982

Tafel 6, Fig. 25, 26

1969 *Triatriopollenites platycaryoides* n. fsp. – ROCHE, S. 135, Fig. 6 und 7 und Taf. 1, Fig. 19 (Hainaut, Belgien; Montien und Landénien).

1982 *Platycaryapollenites platycaryoides* (ROCHE 1969) – KEDVES, S. 117 und Taf. 12, Fig. 31 - 32 (Menat, Frankreich; Paläozän, Thanet II).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer Figur und granulierter Exine. Die Poren sind niemals prominent, weisen aber ein Atrium auf. Im Unterschied zur ähnlich aussehenden Form (62) *M. punctatus* zeigen diese Pollenkörner charakteristische Solutionsfiguren. Die Pollen werden im Mittel 20 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelpaläozän – Obereozän

Ab dem mittleren Paläozän erscheinend (KRUTZSCH 1957; ROCHE 1969; KEDVES 1982) kommt die Form bis ins Obereozän vor (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957). In den mitteleozänen Vorkommen von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) ist die Form weit verbreitet.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung *Platycarya* SIEB. & ZUCC.

Angaben nach ROCHE (1969) und KEDVES (1982). Nach THIELE-PFEIFFER (1988) zeigt der Pollen der rezenten Gattung *Platycarya strobilacca* ähnliche Solutionsfiguren, ist aber sonst kleiner und zarter.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (vgl. HAMMER 1996), erreicht aber selten Werte von mehr als 2%. Die Höchstwerte liegen zwischen 3 und 4%.

EBE (1992) beschreibt mit *P. miocaenicus* eine sehr ähnliche aber kleinere Form. Diese ist regelmäßig im Viktoria-Flöz zu finden und erreicht Maximalwerte bis 6,3%. Im Unterflöz fehlen diese Formen noch (SCHIEMANN 1994), während sie im Zwischenmittel bereits durch Einzelexemplare vertreten ist (NATGE-EFOGHE 1997).

(65) *Platycaryapollenites semicyclus* (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977) THIELE-PFEIFFER 1988  
Tafel 6, Fig. 27

1953 *Triatriopollenites myricoides* (KREMP) – THOMSON & PFLUG, nur Taf. 8, Fig. 10 (Borken, höh. Mitteleozän).

1977 *Platycaryapollenites semicyclus* n. fsp. – KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 44, Abb. 27 und Taf. 20, Fig. 11 - 16 (Epinis, Belgien; Ob. Landénien).

1988 *Platycaryapollenites semicyclus* (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977) n. comb. – THIELE-PFEIFFER, S. 25 und Taf. 7, Fig. 46 – 49 (Messel; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexem Umriß, granulierter Exine und Poren, die niemals prominent sind. Die durchschnittlich 20 µm große Pollenform zeichnet sich durch eine charakteristische halbkreisförmige Solutionsfigur aus.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän

Die stratigraphische Reichweite ist noch nicht genau bekannt (THIELE-PFEIFFER 1988), wahrscheinlich kommt die Form nur im Eozän vor (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977). Mittlerweile ist die Form auch in Eckfeld regelmäßig beobachtet worden (NICKEL 1996b), so daß zusammen mit den Funden in Helmstedt und Messel eine Hauptverbreitung im Mitteleozän wahrscheinlich erscheint.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung *Platycarya* SIEB & ZUCC. (?)

Die Zuordnung zur Gattung ist nicht gesichert aber wahrscheinlich (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt nur sporadisch mit wenigen Exemplaren in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auf und erreicht nur in einer Probe einen Werte von über 1% (vgl. HAMMER 1996). Insgesamt ist sie deutlich seltener als *P. platycaryoides*.

In der Westmulde tritt diese Art der Gattung *Platycaryapollenites* nicht auf.

(66) *Platycaryapollenites anticyclus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977  
Tafel 6, Fig. 28a, b

1977 *Platycaryapollenites anticyclus* n. fsp. – KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 45, Abb. 27 und Taf. 20, Fig. 19 –21, cf. 17 – 18 (Epinis, Belgien; Ob. Landénien).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexem Umriß und Poren, die niemals prominent sind. Die durchschnittlich 20 µm große Pollenform zeichnet sich durch charakteristische Solutionsfiguren aus, die auf den beiden Hemisphären unterschiedlich ausgebildet sind. Eine Seite zeigt eine 3-zipfelige bis u-förmige Figur (Taf. 6, Fig. 28a), die andere Seite eine lange und eine kurze Solutionsbahn (Taf. 6, Fig. 28b).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän – Mitteleozän

Die Form ist bisher nur aus dem Untereozän von Epinois in Belgien beschrieben worden (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977), wo die Form in der Pg.-Zone 11 erscheint. Zusammen mit den Funden in Helmstedt ist somit zumindest eine Verbreitung im älteren und mittleren Eozän gesichert.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt nur sporadisch mit wenigen Exemplaren in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auf. Sie ist wesentlich seltener als (64) *P. platycaryoides* und (65) *P. semicyclus*.

In der Westmulde tritt diese Art der Gattung *Platycaryapollenites* nicht auf.

(67) *Platycaryapollenites* sp. 1

Tafel 6, Fig. 29

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit konvexem Umriß, granulierter Exine, deutlichem Atrium und Poren, die nicht prominent sind. Die 25 µm große Pollenform unterscheidet sich von den anderen Arten dieser Gattung durch die kreisrunde Solutionsfigur.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän

Die Form ist nur aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Diese Form ist nur einmal in einer Probe (Flöz 6, Profil C, Probe C/14) belegt.

(68) *Platycaryapollenites* sp. 2

Tafel 6, Fig. 30

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit konvexem Umriß, granulierter Exine, deutlichem Atrium und Poren, die nicht prominent sind. Der 21 µm große Pollen unterscheidet sich von den anderen Arten dieser Gattung durch die Solutionsfigur, die einem gleichseitigen Dreieck entspricht.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän

Die Form ist nur aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Diese Form ist nur einmal in einer Probe (Flöz 5, Profil H, Probe H/3) belegt.

(69) *Platycaryapollenites* sp. 3

Tafel 6, Fig. 31

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit konvexem Umriß, granulierter Exine, deutlichem Atrium und Poren, die nicht prominent sind. Die 25 µm große Pollenform unterscheidet sich von den anderen Arten dieser Gattung durch die Solutionsfigur, die aus drei geraden Leisten besteht, die sich jeweils im unteren Drittel berühren und so ein kleines Dreieck bilden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän

Die Form ist nur aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Diese Form ist nur einmal in einer Probe (Flöz 6, Profil C, Probe C/4) belegt.

Gattung *Caryapollenites* R. POTONIÉ 1960 ex RAATZ 1937 emend. KRUTZSCH 1961

(70) *Caryapollenites circulus* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1961

Tafel 7, Fig. 1, 2

- 1953a *Subtriporopollenites simplex* (R. POTONIÉ & VENITZ) n. comb. subsp. *circulus* n. subsp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 86 und Taf. 9, Fig. 56 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).  
1961 *Caryapollenites circulus* (PFLUG 1953) n. comb. – KRUTZSCH, S. 311 (ohne Abb.).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit zumeist subäquatorial gelegenen, kreisrunden Poren und glatter bis chagrenater Exine. Die Kontur ist kreisrund. Ein deutliches, ebenfalls kreisrundes Solutionsfeld ist zumeist erkennbar. Die Form wird im Schnitt 25 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Form wurde zusammen mit der sehr ähnlichen Form (71) *C. triangulus* ausgezählt, da sich beide Arten nur in der Außenkontur unterscheiden und somit eine genaue Zuordnung einzelner Exemplare bei ungünstiger Erhaltung nicht immer vorzunehmen ist.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Eozän

Möglicherweise bereits ab dem Paläozän erscheinend, kommt die Form im gesamten Eozän vor (THOMSON & PFLUG 1953; KEDVES 1970; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung *Carya* NUTTAL

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1988). Die Gattung *Carya* tritt heute in warmgemäßigten bis subtropischen Gegenden Nordamerikas und Südasiens auf.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *Caryapollenites*. kommt regelmäßig mit Einzelexemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (vgl. HAMMER 1996), erreicht aber niemals nennenswerte Häufigkeiten. SCHIEMANN (1994) und NATGE-EFOGHE (1997) berichten aus der Westmulde von ähnlich geringen Vorkommen im Unterflöz und im darüberliegenden Zwischenmittel, während nach EBE (1992) die Gattung im Viktoria-Flöz sehr viel häufiger ist und dort Werte von über 5% erreicht.

(71) *Caryapollenites triangulus* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1961  
Tafel 7, Fig. 3, 4

- 1953a *Subtriporopollenites simplex* (R. POTONIÉ & VENITZ) n. comb. subsp. *triangulus* n. subsp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 86 und Taf. 9, Fig. 57 - 61 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Braunkohle von Ketig, Obereozän).  
1961 *Caryapollenites triangulus* (PFLUG 1953) n. comb. – KRUTZSCH, S. 311 (ohne Abb.).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit zumeist subäquatorial gelegenen, kreisrunden Poren und glatter bis chagrenater Exine. Die Kontur ist dreieckig mit schwach konkaven Seiten und abgerundeten Ecken. Ein deutliches kreisrundes Solutionsfeld ist zumeist erkennbar. Die Form wird im Schnitt 23 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Obereozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953) und KRUTZSCH & VANHOORNE (1977).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung *Carya* NUTTAL

Siehe unter (70) *C. circulus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (70) *C. circulus*

Gattung *Pterocaryapollenites* THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960

(72) *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POTONIÉ 1931d) THIERGART 1937  
Taf. 7, Fig. 5

- 1931d *Pollenites stellatus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 28 und Taf. 2, Fig. V 47b (Beisselsgrube, Ville; Miozän).  
1937 *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POTONIÉ 1931) – THIERGART, S. 311 und Taf. 24, Fig. 19 (Grube Marga bei Senftenberg, Niederlausitz; Miozän).

**Beschreibung:** Polyporates Pollenkorn mit mehreren, zumeist 5 bis 6, eckständigen Poren. Die vieleckige Kontur besitzt gerade bis schwach konvexe Seiten. Labrum und Anulus sind ausgebildet. Das Atrium ist deutlich entwickelt. Die Exine der etwa 30 µm großen Form ist chagrenat bis punktat skulptiert.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän – Pleistozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1959). Nach HOCHULI (1978) ist die Form erst ab dem Mitteloligozän häufiger.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung *Pterocarya* KUNTH.

Nach THIELE-PFEIFFER (1988) sind zumindest die jüngeren Formen aus dem Neogen eindeutig der Gattung *Pterocarya* auf Grund der morphologischen Übereinstimmung zuzuordnen. Lediglich bei den älteren Formen aus dem Paläogen, die kleiner und zarter sind, ist eine Zuordnung nicht klar gesichert.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe sind sehr seltene Einzelexemplare zu beobachten. Lediglich in Flöz 4 ist die Form etwas regelmäßiger und erreicht in einigen Formen sogar Werte über 2% (HAMMER 1996). Auch in Ablagerungen der Westmulde wie dem Unterflöz und dem unteren Zwischenmittel ist die Form zu finden, wobei wiederum nur sporadisch Einzelexemplare beobachtet wurden (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

#### Gattung *Subtriporopollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(73) *Subtriporopollenites anulatus* THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *nanus* THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 7, Fig. 6a, b

1953 *Subtriporopollenites anulatus* n. sp. (THOMSON & PFLUG) (b) Subsp. *nanus* (THOMSON & PFLUG) – THOMSON & PFLUG, S. 86 und Taf. 9, Fig. 54 – 55 (Braunkohle des Antweiler Grabens; Oberpaläozän/Untereozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollenkörner mit nahezu kreisrundem Umriß und zumeist subäquatorial gelegenen Poren. Die Exine der in der Regel unter 25 µm großen Form ist undeutlich intrabaculat strukturiert oder glatt. Gelegentlich kommen bei den Pollen auch vierporige Variationen vor.

**Bemerkungen:** Nach KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) sind Übergänge zu (75/76) *S. constans* vorhanden, bei der die Poren zumeist äquatorial liegen und die Form dadurch von *S. anulatus* abgegrenzt werden kann.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Obereozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1957, 1970c)

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae; Gattung unbekannt

Möglicherweise handelt es sich um einen altertümlichen Juglandaceen-Pollen (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957, 1970c). Beziehungen zur Gattung *Carya* werden vermutet (THOMSON & PFLUG 1953; GRUAS-CAVAGNETTO 1978). Allerdings ist diese Zuordnung auf Grund der fehlenden, für *Carya* typischen, kreisförmigen Solutionsfelder eher als unwahrscheinlich anzusehen (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form erscheint regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe, wobei sie mit höheren Werten bis 4% nur in den Kohleflözen erscheint. In den Flözen 4 und 5 ist sie dabei insgesamt häufiger als in Flöz 6 (vgl. HAMMER 1996). In den Zwischenmitteln sind dagegen zumeist nur Einzelexemplare zu finden.

In der Westmulde fehlt diese Form im Unterflöz, in dem lediglich *S. constans* auftritt (SCHIEMANN 1994), während in den kohligen Horizonten des Zwischenmittels bereits Einzelexemplare erscheinen (NATGE-EFOGHE 1997). Im Viktoria-Flöz ist die Form schließlich recht häufig und erreicht Werte bis 10% (EBE 1992).

(74) *Subtriporopollenites magnoporatus* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961  
Taf. 7, Fig. 7

1953 *Intratiporopollenites magnoporatus* n. sp. (PF. & TH.) – THOMSON & PFLUG, S. 87 und Taf. 9, Fig. 95 – 111 (Braunkohle von Wehmingen bei Sarstedt, Hannover; mittleres Paläozän; Braunkohle des Antweiler Grabens, Oberpaläozän/Untereozän).

1961 *Subtriporopollenites magnoporatus* (TH. & PF.) n. comb. – KRUTZSCH, S. 309 (taxonomische Revision).

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit kreisrunder bis rundlicher Äquatorkontur. Die glatte Ektexine ist über 2 µm dick und überall gleichmäßig stark entwickelt. Bei einigen Exemplaren zeigt sich die Tendenz zur Ausbildung eines keilförmig verdickten Anulus. Die Endexine ist nur halb so dick wie die Ektexine. Sie ist zu einem Postvestibulum aufgespalten. Die Form erreicht Größen zwischen 25 und 40 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteleozän

Die Form kommt zwischen den Pg.-Zonen 4 und 15 vor, ist aber in den Zonen 14 und 15, also der Helmstedter Unter- und Oberflözgruppe nur noch sehr selten anzutreffen (KRUTZSCH 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form erscheint äußerst selten in der Wulfersdorfer Flözgruppe. In den Ablagerungen der Westmulde ist die Form nicht beobachtet worden.

(75) *Subtriporopollenites constans* PFLUG 1953a ssp. *constans*  
Taf. 7, Fig. 8

- 1953a *Subtriporopollenites constans* n. sp. (PFLUG) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 87 und Taf. 9, Fig. 78 – 89 (Braunkohle von Wehmingen bei Sarstedt, Hannover, mittleres Paläozän; Braunkohle des Antweiler Grabens, Oberpaläozän/Untereozän).
- 1961 *Subtriporopollenites constans* (PFLUG 1953) ssp. *constans* – Krutzsch, S. 310 (ohne Abbildung, taxonomische Bemerkungen und erste Aufgliederung der fsp.)

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit subäquatorial bis äquatorial gelegenen Poren, die einen kleinen Anulus besitzen. Die Exine ist durch eine rugulate bis verrucate Skulptur gekennzeichnet. Die Form wird bei einer Wandstärke von ca. 1,5 µm bis 30 µm groß.

**Bemerkungen:** Nach KRUTZSCH (1961) verbleiben in dieser Unterart nur relativ dünnwandige (ca. 1 – 1,5 µm) und kleine (ca. 18 – 30 µm) Formen. Das hier abgebildete Exemplar (Taf. 7, Fig. 8) ist somit nicht eindeutig in diese Unterart einzuordnen, sondern bildet vielmehr eine Übergangsform zur folgenden Unterart (76) *S. constans magnus*. Schon KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) weisen darauf hin, daß es zwischen der Vielzahl beschriebener Subspezies von *S. constans* Übergänge gibt. Im allgemeinen sind die hier gefundenen Exemplare von *S. constans* aber kleiner und mit den in Messel und Eckfeld gefundenen Exemplaren zu vergleichen, die lediglich um die 23 µm groß werden (THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b). NICKEL beschreibt mit der Unterart *S. constans fossulatus* eine weitere Form, die ebenfalls Ähnlichkeiten mit den Exemplaren aus der Wulfersdorfer Flözgruppe aufweist. Allerdings besitzt die Form im Gegensatz zu den hier beschriebenen Subspezies eine deutlich gröber strukturierte Exine.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteloligozän

Als Sammelart ist die Form häufig im Paläozän und Untereozän (KRUTZSCH 1970c; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; KEDVES 1982), reicht aber bis ins Obereozän und möglicherweise bis ins Mitteloligozän (KRUTZSCH 1957, 1961, 1970c). Die ssp. *constans* kommt dabei nach Krutzsch (1961) bis zum unteren Rupel vor. Von der Unterart *S. constans fossulatus* liegen bisher nur Funde aus dem Unter- und Mitteleozän vor (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae (?); Gattung unbekannt

Die meisten Autoren bezeichnen diese Form als altertümlichen Juglandaceen-Pollen (z. B. THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist in der Wulfersdorfer Flözgruppe insgesamt sehr selten und wurde daher zusammen mit der weitaus häufigeren Form *S. anulatus* ausgezählt. Aus dem Flöz 4 fehlen Nachweise dieser Form sogar völlig.

In der Westmulde sind lediglich aus dem Unterflöz und dem darüberfolgenden Zwischenmittel Einzelexemplare beschrieben (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997). Im Viktoria-Flöz fehlen die Formen.

(76) *Subtriporopollenites constans* PFLUG 1953a ssp. *magnus* KRUTZSCH 1961  
Taf. 7, Fig. 9

- 1953a *Subtriporopollenites constans* n. sp. (PFLUG) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 87 und Taf. 9, Fig. 78 – 89 (Braunkohle von Wehmingen bei Sarstedt, Hannover, mittleres Paläozän; Braunkohle des Antweiler Grabens, Oberpaläozän/Untereozän).
- 1961 *Subtriporopollenites constans* (PFLUG 1953) ssp. *magnus* n. subfsp – Krutzsch, S. 309 (ohne Abbildung, Typus in KRUTZSCH 1957, Taf. VII, Fig. 36, Burgsdorf; tiefes Eozän)

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit subäquatorial bis äquatorial gelegenen Poren, die einen kleinen Anulus besitzen. Die Exine ist durch eine rugulate bis verrucate Skulptur gekennzeichnet. Die Form wird bei einer Wandstärke von ca. 2 µm und Größen zwischen 30 und 45 µm groß wesentlich größer als die ähnliche Unterart



(75) *S. constans constans*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteleozän

Angaben nach KRUTZSCH (1961d) und KRUTZSCH & VANHOORNE (1977).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Juglandaceae (?); Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Lediglich einige Einzelexemplare können in der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet werden, die aber auf Grund der Übergänge zu (75) *S. constans constans* nicht gesondert ausgezählt wurden.

Gattung *Triporopollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(77) *Triporopollenites rhenanus* (THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 7, Fig. 10a, b

1950 *Ostrya?*-Poll. *Granifer rhenanus* n. spm. – THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART, S. 52 und Taf. B, Fig. 9, 10 (Tgb. Fortuna, Rheinische Braunkohle; Miozän).

1954 *Triporopollenites rhenanus* (THOMSON) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 84 und Taf. 8, Fig. 150 – 152 (Messel, Mitteleozän; Vile, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Triporates Pollenkorn mit dreieckig-rundlichem Umriß. Die Poren sind durch ein deutliches Labrum und einen fehlenden Anulus gekennzeichnet. Während ein Atrium fehlt, kann ein winziges Vestibulum vorhanden sein. Die Exine dieser zwischen 20 und 30 µm großen Pollen ist gewöhnlich chagrenat.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Danach gehört das Auftreten von *T. rhenanus* in Helmstedt neben den Vorkommen in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) zu den ältesten bekannten Vorkommen dieser Form.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Betulaceae; Gattung *Ostrya* SCOP.

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Die Betulaceae sind eine Familie von laubwerfenden Bäumen und Sträuchern, die heute vorwiegend in der nördlich-gemäßigten Zone, aber auch im tropischen Gebirge verbreitet ist (HEYWOOD 1982). *Ostrya*-Arten leben heute in Südeuropa, Ostasien und Nordamerika.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Pollen dieser Art kommen in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig mit Häufigkeiten bis 3% vor. Auffällig ist das insgesamt stärkere Erscheinen der Form zum Ende der Entwicklung der einzelnen Flöze. Dort können auch Werte über 7% erreicht werden, wie z.B. in Profil E (Probe E/18). In Flöz 4 ist die Form dagegen sehr selten (HAMMER 1996). Das gleiche gilt für die Liegendschichten und Zwischenmittel.

Im Unterflöz in der Westmulde ist die Form noch sehr selten (SCHIEMANN 1994). Im Zwischenmittel kommt *T. rhenanus* dann bereits regelmäßig vor (NATGE-EFOGHE 1997), während die Form im Viktoria-Flöz teilweise recht häufig mit Werten zwischen 3 und 10% vertreten ist (EBE 1992).

(78) *Triporopollenites robustus* (MÜRRIGER & PFLUG 1951) THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 7, Fig. 11a, b und 12

1951 *Pollenites granifer robustus* n. spm. – MÜRRIGER & PFLUG, S. 93 und Taf. 6, Fig. 41 (Burghasungen; Obereozän).

1953 *Triporopollenites robustus* n. sp. – THOMSON & PFLUG, S. 82 und Taf. 8, Fig. 109 – 149 (Braunkohle von Wehmingen, Paläozän; Braunkohle des Antweiler Grabens, Oberpaläozän/Untereozän; Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Braunkohle von Borken und Burghasungen, Obereozän; (?) Vile, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit dreieckigem Umriß und teilweise stark konvexen Seiten. Charakteristisch ist eine sehr dicke Exine, die deutlich zweischichtig ist. Die Poren sind äquatorial gelegen und durch einen sehr kräftigen Anulus gekennzeichnet, der häufig einen halbkreisförmigen Querschnitt besitzt und abrupt aus der Ektexine entspringt. Es kommen Formen mit prominenten und nicht-prominenten Poren vor. Auch die Exine ist sehr unterschiedlich strukturiert, so daß neben Formen mit chagrenater Exine auch Exemplare mit intrabaculater Struktur existieren. Die Größe variiert ebenfalls stark und liegt zwischen 18 und 35 µm. Vierporige Variationen (Taf. 7, Fig. 12) sind selten.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Miozän

Als Sammelart kommt die Form im Paläozän und Eozän vor, eventuell sogar noch im Miozän (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977). Gelegentlich ist sie eine Massenform wie z. B. in Epinois (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977) und in Helmstedt. In anderen mitteleozänen Vorkommen wie Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) ist sie dagegen selten.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Betulaceae ?; Gattung unbekannt

Angabe nach THOMSON & PFLUG (1953). Auf Grund der enormen morphologischen Vielfalt dieser Form können keine genaueren Aussagen gemacht werden.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *T. robustus* gehört zu den häufigsten in der Wulfersdorfer Flözgruppe auftretenden Formen (vgl. HAMMER 1996). Mit Werten bis 30% ist die Form dominierend in den Kohleflözen, wobei insgesamt gesehen in Flöz 5 *T. robustus* etwas stärker vertreten ist als in Flöz 6. In den Liegendschichten und Zwischenmitteln ist die Form deutlich seltener, erreicht aber mit Häufigkeiten um 10% immer noch hohe Werte.

In der Westmulde ist die Form ebenfalls in allen Schichten aus dem Viktoria-Flöz, dem Zwischenmittel und dem Unterflöz eine häufig auftretende Form, wobei allerdings *T. robustus* in den Flözen bei Werten bis 10% und im Zwischenmittel bei Werten bis 5% deutlich seltener als in der Ostmulde ist (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(79) *Triporopollenites megagrifer* (R. POTONIÉ 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 7, Fig. 13

1931a *Pollenites coryphaeus* subsp. *megagrifer*. – R. POTONIÉ, S. 328 und Taf. 1, Fig. 22 (Grube Babina II bei Muskau; Miozän).

1953 *Triporopollenites megagrifer* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 82 und Taf. 8, Fig. 153 – 158 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit konvexer bis rundlicher Kontur. Charakteristisch ist eine subäquatorial gelegene Pore. Die Pollen sind durch eine dicke, chagrenat bis intragranulat strukturierte Exine gekennzeichnet, die im Porenbereich jedoch nicht in einem Anulus endet. Ähnlich wie bei *T. robustus* gibt es starke Größenunterschiede innerhalb der Form. Sie wird zwischen 20 und 35 µm groß.

**Bemerkungen:** Nach KRUTZSCH (1970c) handelt es sich bei dieser Form um eine „zartere mitteleozäne Fortsetzung“ von *T. robustus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Untermiozän

Angaben nach KRUTZSCH (1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Betulaceae; Gattung unbekannt

Angabe nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist zwar regelmäßig in den Kohleflözen der Wulfersdorfer Flözgruppe nachzuweisen, aber in deutlich geringerer Anzahl als *T. robustus*. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt am Ende der Bildung von Flöz 5 (Profile H und I). Auch im Flöz 4 hat HAMMER (1996) eine stärkere Verbreitung am Ende der Flözbildung beobachtet, wo ebenso wie in Flöz 5 Häufigkeiten bis 6% erreicht werden. In den Liegendschichten und Zwischenmitteln fehlt die Form bis auf wenige Einzelexemplare.

Während diese Form aus dem Viktoria-Flöz nicht beschrieben wurde, sind nach SCHIEMANN (1994) im Unterflöz lediglich Einzelexemplare beobachtet worden. Nach NATGE-EFOGHE (1997) ist *T. megagrifer* allerdings eine Massenform im Zwischenmittel mit bis zu 38%. Diese Widersprüche entstehen wahrscheinlich auf Grund der Variationsbreite der Arten aus der Gattung *Triporopollenites*, durch die eine Unterscheidung, z. B. zwischen *T. robustus* und *T. megagrifer* häufig nicht eindeutig zu treffen ist.

(80) *Triporopollenites undulatus* PFLUG 1953a  
Taf. 7, Fig. 14

1953a *Triporopollenites undulatus* n. sp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 83 und Taf. 9, Fig. 5 – 13 (Braunkohle von Wehmingen, Paläozän; Braunkohle des Antweiler Grabens, Oberpaläozän/Untereozän; Braunkohle von Borken, Obereozän).

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit einer konvexen bis rundlichen Äquatorkontur. Charakteristisch ist eine kräftige rugulate bis angedeutet retikulante Skulptur und Struktur der Exine, die 2 – 3 µm stark ist und zuweilen einen kleinen Anulus von kugeligem Querschnitt ausbildet. Die Form wird etwa 25 µm groß.

**Bemerkungen:** Auf Grund der nicht immer eindeutigen Unterscheidung zu *T. robustus* wurden beide Formen gemeinsam ausgezählt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteleozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Die Form ist besonders im ältesten Tertiär häufig zu beobachten.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Ulmaceae (?); Gattung unbekannt

Die Ähnlichkeit zu den Ulmaceen beruht vor allem auf der Exinenstruktur (THOMSON & PFLUG 1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form erscheint regelmäßig in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe (vgl. HAMMER 1996).

(81) *Triporopollenites coryloides* PFLUG 1953a

Taf. 7, Fig. 15

1953a *Triporopollenites coryloides* n. sp. (PFLUG) - PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 84 und Taf. 9, Fig. 20-24 (Wallensen, Pliozän).

**Beschreibung:** Triporates Pollenkorn mit starr dreieckiger Kontur und leicht konvexen Seiten. Die Exine der zwischen 20 und 25 µm großen Pollen ist meist unter 2 µm dick und glatt bis feinrugulat. Die Poren besitzen keinen Anulus, sind aber gelegentlich mit einem winzigen Labrum versehen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Die Form ist nach THOMSON & PFLUG (1953) lediglich im Mittel- und Jungtertiär beobachtet worden und dabei besonders im Pliozän häufiger. Die hier gefundenen Exemplare aus der Helmstedter Oberflözgruppe zeigen aber, daß die Form älter ist und zumindest seit dem Eozän vorkommt, zumal auch HAMMER-SCHIEMANN (1998) die Form bereits im Untereozän der Helmstedter Unterflözgruppe beobachten konnte.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Betulaceae; Gattung *Corylus* L.

Nach THOMSON & PFLUG (1953) entspricht diese Form morphologisch dem rezenten *Corylus*-Typus.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die regelmäßig auftretende Form gehört in der Wulfersdorfer Flözgruppe zusammen mit *T. robustus* zu den häufigsten Pollen, die mit den Betulaceen in Verbindung gebracht werden, wurde aber nicht getrennt von *T. robustus* ausgezählt, da beide Arten relativ ähnlich sind und eine Unterscheidung nicht immer sinnvoll zu treffen ist.

In Flöz 4, wo *T. coryloides* gesondert ausgezählt wurde, tritt die Form sogar teilweise massenhaft auf und gehört somit in diesem Flöz zu den dominierenden Formen (HAMMER 1996).

Auch in der Westmulde erscheint die Form, wobei sie im Unterflöz und im darauffolgenden Zwischenmittel unregelmäßig und sporadisch erscheint und nur in wenigen Proben höhere Werte erzielt (SCHIEMANN 1994, NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Trivestibulopollenites* PFLUG 1953a

(82) *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG 1953a

Taf. 7, Fig. 16

1953a *Trivestibulopollenites betuloides* n. sp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 85 und Taf. 9, Fig. 25 – 34 (verschiedene Fundpunkte aus dem Miozän und Pliozän).

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit einer dreieckig-konvexen Äquatorkontur und drei eckständigen Germinalien, die durch ein deutliches Vestibulum gekennzeichnet sind. Die Exine ist glatt. Im Durchschnitt wird die Form etwa 20 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Eine Form, die bereits ab dem tiefsten Paläozän (Pg.-Zone 1) vorkommt (KRUTZSCH 1970c), aber erst ab der Pg.-Zone 19 und somit im jüngeren Tertiär häufiger erscheint. Vor allem im Miozän und im Pliozän ist die Form stark verbreitet (THOMSON & PFLUG 1953). Auch aus einigen mitteleozänen Vorkommen ist die Form beschrieben worden. So tritt die Form neben der Helmstedter Oberflözgruppe im Pariser Becken (CHATEAUNEUF 1980) und in Eckfeld (NICKEL 1996b) auf.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Betulaceae; Gattung *Betula* L.

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe kommt die Form lediglich in Einzelexemplaren in den Kohleflözen und Zwischenmitteln vor und erreicht selten mehr als 1%. Aus dem Flöz 4 ist die Form nicht beschrieben worden.

SCHIEMANN (1994) und NATGE-EFOGHE (1997) konnten die Form in der Westmulde im Unterflöz und im folgenden Zwischenmittel nachweisen, fanden aber ebenfalls nur Einzelexemplare. Lediglich im Unterflöz wurde in einer Probe ein Massenvorkommen von über 20% beobachtet.

#### Gattung *Intratropollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(83) *Intratropollenites microinstructus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977  
Taf. 7, Fig. 17

1977 *Intratropollenites microinstructus* n. fsp. – Krutzsch & Vanhoorne, S. 61 und Taf. 25, Fig. 13 – 16 (Loksbergen, Oberes Landenien).

**Beschreibung:** Flachlinsiger Pollen mit drei seitenständigen, charakteristischen Germinalien. Die Kontur ist überrundlich, so daß sich die Germinalien deutlich in „Seitenlage“ befinden. An den Poren ist die meist über 2 µm starke Exine zu einem weitlumigen Postvestibulum aufgespalten. Der Endoporus ist dabei doppelt so groß wie der Exoporus. Somit sind die Germinalien in Aufsicht halbkreisförmig. Die Exine ist feinretikulat strukturiert oder glatt. Die Form wird im Mittel 35 µm groß.

**Bemerkungen:** Vom Typus-Exemplar unterscheidet sich die hier gefundene Form lediglich durch die wesentlich dickere Wand und die etwas geringere Größe (vgl. KRUTZSCH & VANHOORNE 1977). Die von anderen Autoren aus Helmstedt beschriebene Form *I. instructus* (THOMSON & PFLUG 1953) weist eine gröber retikuläre Skulptur auf und ist daher von *I. microinstructus* zu unterscheiden, zumal *I. instructus* nach THIELE-PFEIFFER (1980) eindeutig eine jungtertiäre Form ist. Während die in Eckfeld (NICKEL 1996b) gefundenen tilioiden Formen auf Grund der geringeren Größe mit den Formen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht zu vergleichen sind, zeigt die von THIELE-PFEIFFER (1988) in Messel gefundene Form *I. maxoides* auf Grund der retikulären Skulptur und der Größe ebenfalls Ähnlichkeiten mit *I. microinstructus*. Das Retikulum ist jedoch etwas grobschiger.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän – Mitteleozän

Die Form ist bisher nur aus dem Oberen Landenien (Untereozän) in Belgien von einigen Autoren beschrieben worden (ROCHE 1965; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Tiliaceae; Gattung *Tilia* L. (?)

Die meisten Autoren stellen die Formen der Gattung *Intratropollenites* zur Familie der Tiliaceen und der Gattung *Tilia* (z. B. THIELE-PFEIFFER 1980), obwohl MAI (1961) Beziehungen zur Unterfamilie der Braunlovioidae sieht, die zumindest für bestimmte Formen nicht ausgeschlossen werden können (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Formen aus der Gattung *Intratropollenites* können nur sporadisch in Einzelexemplaren in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe nachgewiesen werden (vgl. HAMMER 1996).

Während in der Westmulde aus dem Unterflöz keine Formen der Gattung *Intratropollenites* bekannt sind, treten im Zwischenmittel sporadisch Einzelexemplare auf, die von NATGE-EFOGHE (1997) als *I. instructus* ausgezählt wurden. Im darüber folgenden Viktoria-Flöz sind ebenfalls tilioiden Formen selten nachgewiesen worden. Von EBE (1992) sind sie als *I. maxoides* und *I. minimus* bezeichnet worden.

(84) *Intratropollenites cf. microreticulatus* MAI 1961  
Taf. 7, Fig. 18

1961 *Intratropollenites microreticulatus* n. sp. – MAI, S. 64 und Taf. 10, Fig. 1 – 5, 8 – 9 (Bornstedt und Friedeburg, Untereozän; Geiseltal, Neumark-West, Mitteleozän).

**Beschreibung:** Flachlinsiger Pollen mit drei seitenständigen, charakteristischen Germinalien, die sich in ihrem Bau deutlich von denen der Form (83) *I. microinstructus* unterscheiden. So ist die halbkreisförmige Kontur der Germinalien nur undeutlich erkennbar. Die Kontur ist konvex-dreieckig, so daß sich die Germinalien deutlich in „Seitenlage“ befinden. An den Poren ist die meist über 2 µm starke Exine zu einem Postvestibulum aufgespalten. Die Exine ist glatt bis feinstretikulat strukturiert. Die Form wird im Mittel 35 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Form wird als cf. *microreticulatus* bezeichnet, da im Gegensatz zur Originalbeschreibung (MAI 1961) ein englumiges Retikulum nicht zu erkennen ist. Da der Bau des Germinals der Helmstedter Form mit dem von *I. microinstructus* übereinstimmt, erscheint eine Zuordnung zu dieser Art jedoch sinnvoll, zumal auch die von MAI (1961) abgebildeten Exemplare kein deutliches Retikulum zeigen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelpaläozän – Obereozän

Nach KRUTZSCH (1970c) kommt die Form zwischen den Pg.-Zonen 7b – 17 vor, wobei die Hauptverbreitung zwischen den Zonen 8 und 15 liegt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Tiliaceae; Gattung *Tilia* L. (?)

Siehe unter (83) *I. microinstructus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (83) *I. microinstructus*.

Gattung *Bombacidites* (COUPER 1960) KRUTZSCH 1961

(85) *Bombacidites kettingensis* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1961 ssp. *minimus* KRUTZSCH 1970b  
Taf. 7, Fig. 19a, b

1953a *Intratropollenites kettingensis* n. sp (Pf.). – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 89 und Taf. 10, Fig. 24 – 25 (Ketting/Neuwieder Becken, Obereozän; Braunkohle von Borken, Mittel-/Obereozän).

1961 *Bombacidites kettingensis* (PFLUG 1953) – KRUTZSCH, S. 315 (ohne Abbildung).

1970b *Bombacidites kettingensis* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 ssp. *minimus* n. subsp. – KRUTZSCH, S. 284 und Taf. VI, Fig. 23 – 36 (Bhg. Nedlitz 1E, höheres Untereozän, Zerbener Schichten, Pg.-Zone 13b).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit abgerundeten Ecken und geraden Seiten, die teilweise schwach eingebuchtet sein können. Die Exine ist relativ dick (~1- 1,5 µm) und retikulat strukturiert. Die Netzmaschen sind zumeist fünfeckig und besitzen einen Durchmesser von ca. 1 µm. Die Poren sind meridional zu kurzen, colpenähnlichen Gebilden gestreckt und ca. 5 µm lang. Die Form wird 15 – 20 µm groß.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1970b) unterteilte *B. kettingensis* in Unterarten. Auf Grund der geringen Größe ist die Form mit *B. kettingensis minimus* zu vergleichen. Die anderen Unterarten *B. kettingensis kettingensis* und *B. kettingensis gracilis* sind kräftiger, stärker konkav eingebuchtet und gröber retikulat.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän

Die Unterart *B. kettingensis minimus* ist nach KRUTZSCH (1970b) vom höheren Untereozän bis in den Grenzbe-  
reich zum höheren Eozän gefunden worden. Eine ähnliche Verbreitung besitzen auch die anderen Unterarten (KRUTZSCH 1970b), so daß für *B. kettingensis* eine ausschließliche Verbreitung im Eozän angenommen werden kann (KRUTZSCH 1961, 1970b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Bombacaceae; Gattung *Bombax* L.

Angaben nach KRUTZSCH (1970b). Für eine vergleichbare Form der Gattung *Bombacidites* stellte THIELE-PFEIFFER (1988) fest, daß die rezenten Pollen von *Bombax* L. der fossilen Form am ähnlichsten sind, dabei allerdings weitaus größer werden.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Ein Exemplar in den Liegendschichten (Profil B, Probe B/4).

(86) *Bombacacidites* sp.  
Taf. 7, Fig. 20

**Beschreibung:** Flachlinsige Pollen mit einer rundlichen Äquatorkontur, da die Ecksektoren stark abgerundet sind und drei charakteristischen Germinalien. Die Poren sind meridional zu kurzen, colpenähnlichen Gebilden gestreckt und unterscheiden sich deutlich von den Germinalien der Gattung *Intratropollenites*, die sehr viel runder sind. Die Form wird etwa 38 µm groß und besitzt eine fein- bis mittelretikuläre Struktur der Exine, die mit 1,5 µm recht kräftig ist. Die Maschenweite des Retikulums nimmt dabei vom Polbereich zum Äquator deutlich ab.

**Bemerkungen:** Sehr ähnliche Formen beschreiben THIELE-PFEIFFER (1988) und NICKEL (1996b) aus Messel bzw. Eckfeld, die aber nicht näher bestimmt werden. KRUTZSCH (1970b) bezeichnet eine im Mitteleozän des Geiseltals gefundene Form als cf. *reticulatus*, da mit dem *reticulatus*-Typ im eigentlichen Sinne nur eine paläozäne Form gemeint sei. Auch diese Art entspricht nahezu der in Helmstedt gefundenen Form. NICKEL (1996b) sieht Beziehungen zur *kettingensis/geiseltalensis*-Gruppe, die jedoch wesentlich kleiner sind.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän

Formen der Gattung *Bombacacidites* mit ähnlicher Größe und Retikulum sind bisher lediglich aus mitteleozänen Fundpunkten bekannt (KRUTZSCH 1970b; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b). Möglicherweise gibt es Vorläufer dieser Form bereits im Paläozän (vgl. KRUTZSCH 1970b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Bombacaceae; Gattung *Bombax* (?)

Angaben nach NICKEL (1996b).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form taucht nur in wenigen Einzelexemplaren in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe auf. Ähnliche Formen hat nur NATGE-EFOGHE (1997) im unteren Zwischenmittel in der Westmulde vereinzelt beobachtet.

Gattung *Anacolosidites* COOKSON & PIKE 1954

(87) *Anacolosidites efflatus* (R. POTONIÉ 1934) ERDTMAN 1954  
Taf. 7, Fig. 21

1934 *Sporites efflatus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 37 und Taf. 1, Fig. 17 – 18 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

1954 *Anacolosidites efflatus* (R. POT.) – ERDTMAN, S. 804, 805 (ohne Abbildung, bezieht sich auf die Exemplare von 1934).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit einer dreieckigen Äquatorkontur und gleichmäßig abgerundeten Ecken. In der Seitenmitte sind teilweise schwache Einschnürungen zu beobachten. Die Poren liegen subäquatorial und sind ca. 1,5 µm groß. Die Exine ist an den Polfeldern stark verdünnt und erscheint dadurch heller. An den Ecken erreicht die Exine Stärken bis 1 µm und ist in den Seitenmitten etwa dreimal so dick. Die normalerweise chagrenate Exine ist besonders in Äquaturnähe fein punktiert bis granulat strukturiert. Durchschnittlich wird die Form etwa 18 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Mitteleozän

Die Form ist lediglich aus einigen eozänen Fundpunkten wie dem Geiseltal oder Messel bekannt, dort jedoch niemals besonders häufig (KRUTZSCH 1959b, 1970c; THIELE-PFEIFFER 1988). Nach MEYER (1988) ist die Form ein wichtiges stratigraphisches Element im Eozän.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Olacaceae; Gattung *Anacolosa* BLUME

Nach KRUTZSCH (1959b) weisen eine ganze Reihe rezenter *Anacolosa*-Arten Ähnlichkeiten mit der fossilen Form auf. Diese Pflanzen leben heute im tropischen Asien und Madagaskar.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe ist die Gattung *Anacolosa* extrem selten. Insgesamt wurden lediglich sieben Exemplare in den Flözen 5 und 6 sowie im Zwischenmittel 5/6 gefunden. Aus dem Flöz 4 sind ebenfalls nur vier Exemplare bekannt (HAMMER 1996).

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf hat lediglich NATGE-EFOGHE (1997) Einzelexemplare im unteren Zwischenmittel beobachtet.

(88) *Anacolosidites pseudoefflatus* KRUTZSCH 1959a  
Taf. 7, Fig. 22

1959a *Anacolosidites pseudoefflatus* n. sp. – KRUTZSCH, S. 247f und Taf. 48, Fig. 613 - 616 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Triporater Pollen mit einer dreieckigen Äquatorkontur, ungeraden oder schwach konkaven Seiten sowie schwach abgerundeten Ecken. Die Wand ist im Gegensatz zu (87) *A. efflatus* allseitig gleich stark und gleichmäßig mediopunktat skulptiert. Die subäquatorial gelegenen Poren sind rund und durchschnittlich 2 µm groß. Der Gesamtkörper wird bis 20 µm groß wird.

**Bemerkungen:** Mit *A. medius* beschreibt KRUTZSCH (1959a) eine weitere Form, die nahezu identisch mit *A. pseudoefflatus* ist. Lediglich an Hand der länglichen Poren ist *A. medius* von *A. pseudoefflatus* zu unterscheiden, wobei es Übergangsexemplare gibt (vgl. KRUTZSCH 1959a, Taf. 48, Fig. 615 – 616), die eine Trennung dieser beiden Arten erschweren. Auch zu (87) *A. efflatus* gibt es Übergangsformen (KRUTZSCH 1959a).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Obereozän  
Angaben nach KRUTZSCH (1959a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Olacaceae; Gattung *Cathedra*, *Anacolosia*?

Nach KRUTZSCH (1959b) weisen vor allem die Pollen der rezenten Arten *Cathedra oblonga* und *Cathedra rubricaulis* Ähnlichkeiten mit der fossilen Form auf. Auch zu *Anacolosia papuana* gibt es Beziehungen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (87) *A. efflatus*.

Gattung *Porocolpopollenites* PFLUG 1953a

(89) *Porocolpopollenites rarobaculatus* THIELE-PFEIFFER 1980  
Taf. 7, Fig. 23a, b und 24a, b

1980 *Porocolpopollenites rarobaculatus* n. sp. – THIELE-PFEIFFER, S. 135 und Taf. 9, Fig. 18 – 25 (Braunkohle von Wackersdorf/Oberflöz, Tgb. Oder I, Unter- und Oberflöz; Mittelmiozän).

**Beschreibung:** Tricolporates, brevaxones Pollenkorn, das in Pollage einen dreieckig-konvexen bis dreieckig-rundlichen Umriss zeigt. Die leicht prominenten Poren werden von einem kurzen Colpus umschrieben, der nicht immer zu erkennen ist. Die Exine ist feinpunktat strukturiert und locker mit 1,5 bis 2 µm langen Stäbchen besetzt. Es werden Größen von 15 – 30 µm erreicht.

**Bemerkungen:** THIELE-PFEIFFER (1988) weist bereits darauf hin, daß es möglicherweise Übergänge zu den feinskulptierten Formen der *Compositoipollenites rhizophorus*-Gruppe gibt. Eine sichere Unterscheidung zwischen beiden Formen ist daher nicht immer möglich.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Mittelmiozän

Trotz der vermeintlich langen stratigraphischen Reichweite ist die Form nur in wenigen Fundpunkten beobachtet worden, wie z.B. im Mitteleozän von Messel und Eckfeld sowie dem Miozän von Wackersdorf (THIELE-PFEIFFER 1980, 1988; NICKEL 1996b). Ähnliche Symplocaceen-Formen sind allerdings schon aus dem Alttertiär bekannt und gelegentlich häufig (KRUTZSCH 1957, 1961).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Symplocaceae; Gattung *Symplocos* JAQUIN

Die Gattung *Symplocos* trifft man heute vorwiegend in den tropischen und subtropischen Bergregenwäldern Südostasiens an. Von den dortigen Formen hat die Art *Symplocos spicata* aus Borneo auf Grund der Skulptur große Ähnlichkeiten mit der fossilen Form, auch wenn die rezente Form sehr viel zarter ist (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor, erreicht aber nur selten Häufigkeiten von mehr als 1%. Auch HAMMER (1996) berichtet von Einzelexemplaren, die konstant im Flöz 4 erscheinen.

Aus der Westmulde sind nur aus dem unteren Zwischenmittel Nachweise bekannt. Während auch hier zumeist nur Einzelexemplare erscheinen, ist in einer Schicht jedoch ein Massenvorkommen mit über 11% vorhanden (NATGE-EFOGHE 1997).

(90) *Porocolpopollenites vestibulum* (R. POTONIÉ 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 8, Fig. 1

- 1931a *Pollenites vestibulum* n. sp. – R. POTONIÉ, S.322 und Taf. II, Fig. 23 (Grube Babina II bei Muskau; Miozän).  
1953 *Porocolpopollenites vestibulum* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 94 und Taf. 11, Fig. 3 – 23 (verschiedene Fundpunkte aus dem Eozän, Oligozän und Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporates, brevaxones Pollenkorn, das in Pollage einen starr dreieckigen Umriß zeigt. Charakteristisch ist eine mehr oder weniger kräftige rugulate Skulptur auf der Exine. Das Vestibulum und die kurzen Colpen sind bei der ca. 35 µm großen Pollenform im allgemeinen deutlich zu erkennen.

**Bemerkungen:** Auffällig ist nach THIELE-PFEIFFER (1980), daß die alttertiären Formen eine gröbere Skulptur aufweisen als die jungtertiären, wie z. B die Formen aus dem Miozän von Wackersdorf, die eine fein-rugulate Skulptur besitzen und sich daher recht deutlich von den Helmstedter Exemplaren unterscheiden (vgl. THIELE-PFEIFFER 1980, Taf. 9, Fig. 26). Allerdings zeigen auch die aus Eckfeld bekannten Formen eine fein-rugulate Skulptur (NICKEL 1996b).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän – Pliozän

Die Sammelart kommt zwar bereits im Mitteloazän vor und reicht bis ins Pliozän, ist aber nur im Oligozän und Miozän häufiger (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957, 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Symplocaceae; Gattung *Symplocos* JAQUIN

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) gibt es einige rezente Arten der Gattung *Symplocos*, die sich auf Grund der Skulptur der Exine und des Gesamthabitus mit der fossilen Form vergleichen lassen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe nur sehr sporadisch vertreten (vgl. HAMMER 1996) und wurde zusammen mit der anderen Symplocaceen-Form (89) *P. rarobaculatus* ausgezählt.

Während in der Westmulde die Form im Viktoria-Flöz fehlt, sind Einzelexemplare aus dem Unterflöz und dem Zwischenmittel bekannt (SCHIEHMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Symplocospollenites* R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950

(91) *Symplocospollenites orbis* (THOMSON & PFLUG 1953) R. POTONIÉ 1960  
Taf. 8, Fig. 2a, b

- 1953 *Porocolpopollenites orbis* n. sp.- THOMSON & PFLUG S. 92 und Taf 10, Fig. 96-116 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteloazän; Vile, Rheinische Braunkohle, Miozän).  
1960 *Symplocospollenites orbis* (THOMSON & PFLUG 1953) n. comb. - R. POTONIÉ, S. 107 und Taf. 6, Fig. 127 (Neubeschreibung des Typus-Exemplars von 1953).

**Beschreibung:** Brevaxones Pollenkorn mit dreieckig- konvexer Außenkontur und einer runden Innenkontur. Die drei bis vier Poren sind durch ein deutliches Labrum sowie einem Postvestibulum gekennzeichnet. In der Exolamelle ist ein undeutlicher Colpus sichtbar. Die Exine der zwischen 20 und 30 µm großen Form ist hyalin glatt bis punktat skulptiert.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Miozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Innerhalb der paralischen Kohlenbecken ist die Form vor allem im Eozän regelmäßig vorhanden (Pg.-Zonen 13b – 16), fehlt aber nahezu in allen landinneren Kohlenablagerungen (KRUTZSCH 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Symplocaceae; Gattung *Symplocos* JAQUIN

Angaben nach R. POTONIÉ (1960).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt lediglich mit einigen Einzelexemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Ausnahme ist Flöz 4, wo die Form zwar nicht häufig aber regelmäßig in den Proben zu finden ist (HAMMER 1996). In der Westmulde sind lediglich im unteren Zwischenmittel einige Einzelexemplare beobachtet worden (NATGE-EFOGHE 1997).



Gattung *Celtipollenites* Nagy 1969

(92) *Celtipollenites intrastructurus* (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977) THIELE-PFEIFFER 1980  
Taf. 8, Fig. 3a, b und 4a, b

- 1977 *Subtriporopollenites intrastructurus* n. fsp. – KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 58 und Taf. 23, nur Fig. 8 – 11 und 15 – 19 (Belgien, Epinois; Oberes Landénien, Pg.-Zone 11; Untereozän).
- 1980 *Celtipollenites intrastructurus* (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977) n. comb. – THIELE-PFEIFFER, S. 130 und Taf. 8, Fig. 32 – 33, 34 (Wackersdorf/Oberpfalz, Tgb. Oder II, Unterflöz; Mittelmiozän).

**Beschreibung:** Brevaxoner Pollen mit drei äquatorial bis subäquatorial gelegenen, nicht prominenten Poren, einer rundlichen Äquatorkontur, flachlinsiger Figur und einer dünnen, oft verknitterten Wand, die ca. 1 µm dick ist. Die Exine ist extrapunktat skulptiert. Die Poren sind rundlich bis oval, haben in der Regel einen schmalen Anulusring und sind im Durchschnitt 2 µm groß, während der Gesamtkörper 15 – 25 µm groß wird.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän (?), Untereozän – Mittelmiozän

Als Sammelart kommt die Form gesichert seit dem Untereozän bis ins Mittelmiozän vor (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; THIELE-PFEIFFER 1980), eventuell bereits seit dem Oberpaläozän (vgl. KEDVES 1970).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Ulmaceae; Gattung *Celtis* L.

Die Form wurde schon von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) zu *Celtis* gestellt. Nach THIELE-PFEIFFER (1980, 1988) sind die rezenten Pollenkörner von einer ganzen Reihe von *Celtis*-Arten der fossilen Form ähnlich. Vergleichbar ist aber auch der Pollen von *Aphananthe aspera* (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Gattung *Celtipollenites* kommt regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor, zumeist aber nur mit Einzelexemplaren. Nur selten wird die 1%-Marke überschritten. Im Flöz Viktoria in der Westmulde gehören die Pollen der Art *C. intrastructurus* zu den dominierenden Formen und erreichen gelegentlich Massenausbreitung (EBE 1992). Bereits im unteren Zwischenmittel tritt diese Art erstmals auf, erlangt aber noch keine hohen Werte (NATGE-EFOGHE 1997)

(93) *Celtipollenites laevigatus* THIELE-PFEIFFER 1988  
Taf. 8, Fig. 5

- 1988 *Celtipollenites laevigatus* n. sp. – THIELE-PFEIFFER, S. 30 und Taf. 8, Fig. 30 – 32, 33 – 34 (Ölschiefer, Grube Messel, Bohrung. 4; unteres Mitteleozän, Lutet).

**Beschreibung:** Brevaxones Pollenkorn mit rundlicher Äquatorkontur und drei äquatorial bis subäquatorial gelegenen Poren, die fast ohne Anulus sind. Im Unterschied zu *C. intrastructurus* ist die Exine nahezu glatt, sehr hell, fast durchscheinend und oftmals sekundär verfaltet. Die Form erreicht eine Größe von durchschnittlich 20 µm.

**Bemerkungen:** Wie in Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) lassen sich Übergänge zwischen den beiden Arten der Gattung *Celtipollenites* feststellen, so daß beide Formen gemeinsam ausgezählt wurden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän

Bisher gesichert nur aus dem Mitteleozän von Messel bekannt (THIELE-PFEIFFER 1988), liegen nun auch einige Nachweise aus der Helmstedter Oberflözgruppe vor.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familien Ulmaceae (Gattung *Celtis* L.) (?), Moraceae (?), Urticaceae (?)

Eine gesicherte botanische Zugehörigkeit gibt es nicht. Nach THIELE-PFEIFFER (1988) kommen zwar wie bei *C. intrastructurus* *Celtis*-Arten als Pollenlieferanten in Frage, doch sind die rezenten Pollen nicht glatt. Auch tropische Moraceen und Urticaceen kommen in Betracht (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe auch unter (92) *C. intrastructurus*.

Auch in der Westmulde kommen im unteren Zwischenmittel sowie im Viktoria-Flöz Einzelexemplare dieser Form vor (EBE 1992, NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Labrapollis* KRUTZSCH 1968a

(94) *Labrapollis labraferus* (R. POTONIÉ 1931c) KRUTZSCH 1968a  
Taf. 8, Fig. 6, 7

- 1931c *Pollenites labraferus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 3, Abb. 7 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).  
1968a *Labrapollis labraferus* (R. POT. 1931) n. comb. – KRUTZSCH, S. 63 und Taf. 1, Fig. 1- 13 (Geiseltal, Mitteleozän, Pg.-Zone 15; Wehmingen, tieferes Paläozän, Pg.-Zone 7a; Bohrung Viesen, mittleres Paläozän, Pg.-Zone 7b).

**Beschreibung:** Triporate Pollenform mit rundlicher Kontur und schwach prominenten Poren. Die Exine ist sehr dick (ca. 2 µm) und verläuft gelegentlich wellenförmig (Taf. 8, Fig. 7). Charakteristisch sind neben der geringen Größe von etwa 15 µm auch Quelfalten (Taf. 8, Fig. 6), die nach THOMSON & PFLUG (1953) durch „stärkere Aufquellung der Seitenmitten“ entstanden sind und von den Autoren „verkehrte Plicae“ genannt werden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Eozän

Als Sammelart kommt die Form im Paläozän und Eozän vor, wobei sehr ähnliche Formen bereits in der Oberkreide erscheinen (KRUTZSCH 1957, 1968a, 1970c). KRUTZSCH (1968a) hält diese Form für „stratigraphisch sehr wichtig“, da sie nach dem Eozän (Pg.-Zone 16/17) nicht mehr vorkommt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Nach KRUTZSCH (1968a) ist die Form ein eozän-paläotropisches Florenelement. KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) geben Beziehungen zu den Lythraceen an.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe taucht die Form sporadisch mit einzelnen Exemplaren in den Proben auf, fehlt aber z.B. in Flöz 4.

In der Westmulde kommt sie nur im unteren Zwischenmittel mit einigen Einzelexemplaren vor (NATGE-EFOGHE 1997).

Gattung *Brosipollis* KRUTZSCH 1968a

(95) *Brosipollis striatobrosus* (KRUTZSCH 1961) KRUTZSCH 1968a  
Taf. 8, Fig. 8a, b, c

- 1961 *Trivestibulopollenites striatobrosus* n. fsp. – KRUTZSCH, S. 317, Abb. 6 und Tag. IV, Fig. 86 – 93 (Bhg. Schlieben I, Obereozän; Geiseltal, Mitteleozän).  
1968a *Brosipollis striatobrosus* (KRUTZSCH 1961) n. comb. – KRUTZSCH, S. 69 und Taf. I, Fig. 46 – 47 (Bhg. Vorfeld Schleenhain 1962, Flöz I; Pg.-Zone 17, Obereozän).

**Beschreibung:** Brevaxones, triporates Pollenkorn mit Vestibulum, stark prominenten Poren und einer durchgehenden striat-rugulaten Skulptur als charakteristisches Merkmal. Die Äquatorkontur ist ± rundlich. Im Durchschnitt erreicht die Form eine Größe von 29 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän

Bisher ist die Form nur im Eozän nachgewiesen worden (KRUTZSCH 1961, 1968a, 1970c; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Icacinaceae; Gattung *Gomphandra* WALL.

Der Pollen von *Gomphandra mappioides* zeigt eine vergleichbare striat-rugulate Exine (THIELE-PFEIFFER 1988). KRUTZSCH et al. (1992) stellen die Form allerdings zu den Burseraceae.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Insgesamt kommen nur 5 Exemplare im Zwischenmittel 5/6 (Profil F) innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Im Unterflöz der Oberflözgruppe in der Westmulde sind zwei weitere Exemplare gefunden worden (SCHIEMANN 1994).

(96) *Brosipollis salebrosus* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1968a  
Taf. 8, Fig. 9a, b

- 1953a *Trivestibulopollenites salebrosus* n. sp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 85 und Taf. 9, Fig. 39 – 41 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).

1968a *Brosipollis salebrosus* (PFLUG 1953) n. comb. – KRUTZSCH, S. 68 – 69 und Taf. 1, Fig. 40 – 44 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän [Reproduktion aus THOMSON & PFLUG 1953]; Bohrg. Harbke, Mitteleozän; Tgb. Kulkwitz, Leipziger Oberflöz, Pg.-Zone 20; Tgb. Klein-Leipisch, Ng.-Zone VIII).

**Beschreibung:** Brevaxones, triporates Pollenkorn mit rundlicher bis dreieckiger Kontur, extrem prominenten Germinalien mit Labrum und fehlendem Anulus. Die Poren sind sehr breit (ca. 7 µm) und besitzen ein weitlumiges Vestibulum. Die Exine der zwischen 23 und 26 µm großen Pollen ist intrarugulat strukturiert.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Miozän

Nach KRUTZSCH (1968a, 1970c) vom tiefsten Eozän (Pg.-Zone 11) bis ins Miozän nachgewiesen. Faziell bedingt schwankt das Auftreten dieser Form zwischen völligem Fehlen und massenhaften Anreicherungen (KRUTZSCH 1970c). Die Form ist ein eozän-paläotropisches Element und fehlt damit in den gemäßigteren Klimaphasen (KRUTZSCH 1968a)

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe sporadisch mit wenigen Exemplaren vor. Ein weiteres Exemplar hat NATGE-EFOGHE (1997) im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf gefunden.

#### Gattung *Thomsonipollis* KRUTZSCH 1960

(97) *Thomsonipollis magnificus* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1960  
Taf. 8, Fig. 10a, b und 11

1953 *Intratropollenites magnificus* n. sp. – THOMSON & PFLUG, S. 46, 88, Abb. 20 und Taf. 9, nur Fig. 112 – 123 (Helmstedter Unterflözgruppe; Untereozän).

1960 *Thomsonipollis magnificus* (TH. & PF. 1953) n. comb. – KRUTZSCH, S. 58, Taf. I, II und III (verschiedene Fundpunkte in Europa und Nordamerika (Texas)).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit einer konvex-dreieckigen Kontur und kreisrunden, etwa 5 µm weiten Poren, die niemals prominent sind. Am Porenrand sind Ekt- und Endexine einwärts gestülpt. Aus der mit ca. 4 µm sehr dickwandigen Exine ragen Stäbchen in einer Länge von etwa 0,5 µm heraus und bilden so eine Skulptur. Die Form wird 35 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteleozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953). Die auch aus dem Untereozän von Nordamerika (KRUTZSCH 1960) bekannte Form ist nach GÓCZÁN et al. (1967) besonders in der Helmstedter Unterflözgruppe verbreitet und erreicht dort sogar Massenwerte (vgl. HAMMER-SCHIEMANN 1998).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Die Form ist ein weiterer Vertreter des Normapollis-Elementes.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form taucht mit seltenen Einzelexemplaren in den Zwischenmitteln 5/6 und 4/5 auf. In allen drei Wulfersdorfer Flözen fehlen Nachweise.

Interessanterweise kommt die Form im Unterflöz der Oberflözgruppe im Tagebau Alversdorf in der Westmulde nicht nur regelmäßig vor, sondern erreicht gelegentlich sogar Massenwerte bis 20% (SCHIEMANN 1994). Im darauffolgenden Zwischenmittel gehen die Werte zurück (NATGE-EFOGHE 1997) und im Viktoria-Flöz fehlt die Form dann schließlich völlig.

#### Gattung *Compositoipollenites* R. POTONIÉ 1960

(98) *Compositoipollenites rhizophorus* (R. POTONIÉ 1934) R. POTONIÉ 1960  
Taf. 8, Fig. 12a, b und 13a, b

1934 *Pollenites rhizophorus* n. sp. - R. POTONIÉ, S. 94, Taf. 6, Fig. 32 und Taf. 5, Fig. 25, 26 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

1953 *Intratropollenites rhizophorus* (R. POTONIÉ 1934) n. comb. - THOMSON & PFLUG, S. 88, Taf. 9, Fig. 126 - 132 und Taf. 10, Fig. 1 - 6 (Braunkohlen von Burghasungen und Borken; Obereozän).

1960 *Compositoipollenites rhizophorus* (R. POTONIÉ 1934) (R. POTONIÉ 1951) - R. POTONIÉ, S. 105 und Taf. 6, Fig. 123 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Triporate Pollen mit  $\pm$  kugelige Figura und einer charakteristischen echinaten Skulptur der Exine. Die Stacheln sind 1 – 3  $\mu\text{m}$  lang und haben an der Basis einen Durchmesser von ca. 2  $\mu\text{m}$ . Sie besetzen in lichter Anordnung die Exine. In ihrer typischen Ausbildung ist die Art 3-porig, oft sind die Poren auf Grund der Bestachelung aber nicht zu erkennen. Die Größe der Pollenkörner liegt mit Stacheln bei 22  $\mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Eozän  
Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1957, 1961).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Icacinaceae; Gattungen *Polyporandra* BECC., *Iodes* BLUME (?)  
Von R. POTONIÉ (1934) bei den Compositen eingeordnet, wird die Form in jüngeren Arbeiten zu den Icacinaceen gestellt (KRUTZSCH 1961; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977). THIELE-PFEIFFER (1988) konnte auf Grund von Rezentvergleichen große Ähnlichkeiten zu den Pollen der Gattung *Polyporandra* feststellen, schließt aber die Gattung *Iodes* ebenfalls nicht ganz aus.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt zwar regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor, ist aber nur im Zwischenmittel 4/5 häufig, wo Werte zumeist über 4% erreicht werden. Auch im obersten Meter von Flöz 6 sind die Formen etwas stärker verbreitet. In den drei Flözen sind die Formen ansonsten eher selten und zumeist in Form von Einzelexemplaren zu beobachten (vgl. HAMMER 1996). In der Westmulde ist eine ähnliche Entwicklung zu beobachten. Lediglich im Zwischenmittel ist die Form regelmäßig, in den Flözen selten bzw. fehlt im Viktoria-Flöz sogar völlig (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

#### Gattung *Corsinipollenites* NAKOMAN 1965

(99) *Corsinipollenites oculus-noctis* (THIERGART 1940) NAKOMAN 1965  
Taf. 8, Fig. 14, 15

1940 *Pollenites oculus noctis* n. sp. – THIERGART, S. 47 und Taf. 7, Fig. 1 (Ziegenhain, Hessen; Unteroligozän).  
1965 *Corsinipollenites oculus noctis* (THIERGART 1940) n. comb. – NAKOMAN, S. 156 und Taf. 8, Fig. 1 – 5 (Yeniköy, Türkei; Oligozän)

**Beschreibung:** Sehr große triporate Pollenform mit einem dreieckigem Umriß und drei eckständigen, kompliziert gebauten Germinalien. Charakteristisch sind dabei „ring-anulate“ Verdickungen. Die etwa 50  $\mu\text{m}$  große Form besitzt eine glatte bis punktate bzw. granulate Exine.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1968b) unterteilte die Form auf Grund der Größe in zwei Unterarten: *C. oculus-noctis* ssp. *oculus-noctis* enthält Formen, die über 50  $\mu\text{m}$  groß sind und *C. oculus-noctis* ssp. *parvus* kleinere Formen. Die beiden Exemplare aus der Wulfersdorfer Flözgruppe gehören mit einer Größe von 50  $\mu\text{m}$  in den Übergangsbereich beider Unterarten, so daß auf eine Einordnung in eine der Subspezies verzichtet wurde.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Miozän, Pliozän (?)  
Angaben nach KRUTZSCH (1968b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Oenotheraceae (Onagraceae); Gattungen *Oenothera* (?), *Epilobium* (?)  
Neben *Oenothera* und *Epilobium* kommt allerdings noch eine ganze Reihe weiterer Oenotheraceen-Gattungen in Betracht (KRUTZSCH 1968b; NICKEL 1996b).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Lediglich zwei Exemplare kommen im Übergangsbereich von den Liegendschichten zum Flöz 6 (Profile A, C) in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Zwei Exemplare hat auch NATGE-EFOGHE (1997) im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf gefunden.

#### Gattung *Pentapollenites* KRUTZSCH 1957

(100) *Pentapollenites pentangulus* (PFLUG 1953a) KRUTZSCH 1957  
Taf. 8, Fig. 16a, b und 17a, b

- 1953a *Periporopollenites pentangulus* n. sp.– PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 112 und Taf. 15, Fig. 62-64 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Messel, Mitteleozän, Borken, Obereozän).  
 1957 *Pentapollenites pentangulus* (PFLUG 1953) nov. comb. - KRUTZSCH, S.520 und Taf. X, nur Fig. 5-7 (Geiseltal; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Brevaxone Pollenform mit einer charakteristischen trigonal-bipyramidalen Figur und drei Germinalien in der Äquatorebene. Die Exogerminalien sind dabei als lange, colpenartige Spalten ausgebildet, die die Pole nicht erreichen. Im Verhältnis zu sonstigen Dreieckpollen ist eine Achse stark verlängert. Die Porenaufsicht erscheint oft viereckig. Die mehrschichtige Exine der ca. 25 µm großen Form ist zu den Polen hin deutlich verdickt und glatt bis chagrenat ausgebildet.

**Bemerkungen:** KRUTZSCH (1962b) unterteilte die Art in mehrere Unterarten, von denen eine Reihe auch in den mitteleozänen Vorkommen von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) vorkommt. Auf eine Unterscheidung in Unterarten wurde im Rahmen dieser Arbeit jedoch verzichtet, da die Nachweise von *Pentapollenites* in der Wulfersdorfer Flözgruppe zu selten sind.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mitteloligozän

Angaben nach KRUTZSCH (1962b, 1970c). Die Hauptverbreitung dieser Art liegt im Mitteleozän zwischen den Mikroflorenzonen 13 und 18 (KRUTZSCH 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

KRUTZSCH (1962b) vermutet, daß es sich bei dieser Gattung „um rein fossile Formen handelt“. ERDTMAN (in KRUTZSCH 1962b) sieht Ähnlichkeiten zu den Pollen der Simaroubaceen und der Gattung *Suriana*. Nach THIELE-PFEIFFER (1988) bestehen aber zu große Unterschiede zu der fossilen Form, um eine solche botanische Zuordnung zu befürworten.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt lediglich in Einzelexemplaren sporadisch in einigen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Ebenso selten kommt die Form in der Westmulde im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf vor (NATGE-EFOGHE 1997).

#### Gattung *Reevesiapollis* KRUTZSCH 1970d

(101) *Reevesiapollis triangulus* (MAMCZAR 1960) KRUTZSCH 1970d  
 Taf. 8, Fig. 18

- 1959 *Pollenites triangulus* n. spm. – MAMCZAR, S. 220 und Taf. 14, Fig. 202 (Zentralpolen; Mittelmiozän).  
 1970d *Reevesiapollis triangulus* (MAMCZAR 1960) comb. nov. – KRUTZSCH, S. 375 und Taf. V, Fig. 19 – 34, Taf. VI, Fig. 1 – 11, 19 – 41, Taf. VII, Fig. 1 – 44, Taf. VIII, Fig. 1 – 21 (verschiedene paläozäne, eozäne, oligozäne, miozäne und pliozäne Fundpunkte).

**Beschreibung:** Brevaxoner, flachlinsiger Pollen mit ± wenig oder meist unverdickten Endogerminalien und feinretikulater Struktur und Skulptur der Exine, wobei die Maschenweite variiert. Die Form besitzt 3 – 6 äquatorial gelegene nicht prominente Poren, ist zumeist aber 4-porig. Die Wand ist ca. 1 µm dick, der Pollen wird zwischen 15 und 25 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Die Form ist nach KRUTZSCH (1970d) nahezu im gesamten Tertiär beobachtet worden. Häufig ist die Form aber nur im Miozän und in den wärmeren Klimaphasen (ZIEMBINSKA-TWORZYDLO 1974; THIELE-PFEIFFER 1980).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sterculiaceae; Gattung *Reevesia* LINDL

Angaben nach KRUTZSCH (1970d). Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind die Pollen einer ganzen Reihe von rezenten *Reevesia*-Arten der fossilen Form ähnlich.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe ebenso wie in der Westmulde im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf (NATGE-EFOGHE 1997) sporadisch mit Einzelexemplaren vertreten.

#### 4.2.2.9 Abteilung Periporati R. POTONIÉ 1970

Gattung *Multiporopollenites* PFLUG 1953a

(102) *Multiporopollenites* sp.  
Taf. 8, Fig. 19a, b

**Beschreibung:** Rundliche periporate Pollenform mit ca. 5 – 6 Poren, die einen Durchmesser von 3 – 4 µm haben. Die Gesamtgröße der Form liegt bei ca. 25 µm. Die ca. 1,5 µm dicke Exine besitzt eine charakteristische regelmäßig feinbaculate bis zart echinate Skulptur.

**Bemerkungen:** Ähnliche Formen sind von THIELE-PFEIFFER (1988, Taf. 10, Fig. 31 – 35) aus Messel und von NICKEL (1996b, Taf. 9, Fig. 1 – 3) aus Eckfeld beschrieben worden, ohne jedoch einer bestimmten Art zugeordnet worden zu sein. Im Unterschied zu diesen Formen ist das Wulfersdorfer Exemplar deutlich größer.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Ähnliche aber kleinere Formen sind aus dem Mitteleozän von Messel und Eckfeld bekannt (THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt gesichert nur im Zwischenmittel 5/6 (Profil G, Probe G/18) vor. Bei undeutlichen Exemplaren können aber auch Verwechslungen mit der triporaten Form (98) *Compositoipollenites rhizophorus* vorliegen.

Periporate Formen sind auch aus dem Flöz 4 (HAMMER 1996) beschrieben worden. Sie werden als *Periporopollenites echinatus* bezeichnet und kommen regelmäßig im Flöz 4 vor.

#### 4.2.2.10 Abteilung Stephanoporati R. POTONIÉ 1970

Gattung *Nothofagidites* (ERDTMAN 1947) ex R. POTONIÉ 1960

(103) *Nothofagidites flemingii* (COUPER 1953) R. POTONIÉ 1960  
Taf. 8, Fig. 20a, b

1953 *Nothofagus flemingii* – COUPER, S. 47, Taf. 6, Fig. 72 (Zeichnung) und Taf. 9, Fig. 139 (Photo) (Neuseeland; Sub-Barthonian, Mitteleozän bis Unteroligozän).

1960 *Nothofagidites flemingii* (COUPER 1953) nov. comb. – R. POTONIÉ, S. 132 und Taf. 9, Fig. 196 (Neubeschreibung von COUPER 1953).

**Beschreibung:** Oblate bis peroblate hexaporate Pollenform mit einer polygonalen bis kreisförmigen Äquatorkontur und 5 (nach R. POTONIÉ (1960) 4 bis 9) äquatorialen Poren, die einen mehr oder weniger ausgebildeten Anulus besitzen. Die Exine ist chagrenat strukturiert, wobei ihr locker angeordnete ca. 1,5 µm große Granulae aufsitzen. Die Form ist mit ca. 45 µm relativ groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän – Unteroligozän

Angaben nach COUPER (1953), R. POTONIÉ (1960).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae; Gattung *Nothofagus*

Angaben nach COUPER (1953), R. POTONIÉ (1960).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Ebenso wie im unteren Zwischenmittel aus dem Tagebau Alversdorf (NATGE-EFOGHE 1997) ist die Form in der Wulfersdorfer Flözgruppe lediglich mit einem Exemplar belegt (Flöz 5, Profil H, Probe H/11).

## 4.2.2.11 Abteilung Longaxones PFLUG 1953

Gattung *Tricolpopollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(104) *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *liblarensis* (THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 Taf. 9, Fig. 1 und 2a, b

- 1950 *Cupuliferoidae-poll. liblarensis* n. spm. – THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART, S. 55 und Taf. B, Fig. 26, 27 (Hauptflöz der Rheinischen Braunkohle; Miozän).
- 1953 *Tricolporopollenites liblarensis* (THOMS.) n. comb. (a) Subsp. *liblarensis* (THOMS.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 96 und Taf. 11, Fig. 111 – 132 (z. T.) (Helmstedter Oberflözgruppe und Messel, Mitteleozän; Borken, Obereozän; Marxheim, Oberoligozän; Vile, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Kleine tricolpate Pollenform mit ellipsoidischer oder spindelförmiger Figura, abgerundeten Polkappen und einer schwach intergranulaten Exine. Die Pollen erreichen Größen von  $12 \times 24 \mu\text{m}$ . Von (105) *T. liblarensis fallax* ist die Form auf Grund der Exinenstruktur und der Größe zu unterscheiden.

**Bemerkungen:** Die Formen der beiden Unterarten von *T. liblarensis* sowie die Exemplare von (107) *T. microhenrici* wurden zusammen ausgezählt, da zwar definitionsgemäß alle Formen deutlich voneinander zu trennen sind, aber in der Wulfersdorfer Flözgruppe häufig Übergänge vorkommen. Nach THOMSON & PFLUG (1953) ist daher gerade im Alttertiär die Grenze zwischen der *liblarensis*- und der *microhenrici*-Gruppe unscharf. Durch das gemeinsame Auszählen ist zwar ein Verwischungseffekt eingeführt, doch sind alle drei Arten in sich bereits Sammelgruppen, die auf Grund der hohen Formenvielfalt verschiedene Taxa enthalten (NICKEL 1996b), so daß auch eine Trennung in die einzelnen Arten zu keinen weiterführenden Erkenntnissen führen würde. Durch die Zusammenfassung der Arten ist jedoch der sonst auf Grund der vielen Übergangsformen vorhandene hohe Bestimmungs- und Auszählungsfehler nahe null gesetzt worden.

Auch Übergänge zur tricolporaten Form (114) *T. cingulum pusillus* kommen vor (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Miozän

Als Sammelart bereits vom Oberpaläozän an vorkommend (KEDVES 1982), erreicht die Form besonders im Eozän Massenausbreitung (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1988) und ist auch noch im Miozän zu beobachten (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1980).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae (?); Gattung unbekannt

Nach den meisten Autoren (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1988; u. a.) ist die Form zu den Fagaceen zu stellen, wobei die Gattungszugehörigkeit völlig unklar ist.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *Tricolpopollenites liblarensis* ist in allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vertreten und erreicht zumeist hohe Werte zwischen 5 und 15%. In einigen Fällen kommt es auch mit Werten über 40% zur Massenausbreitung (z. B. 44,7% in Probe H/19, Flöz 5). Gravierende Unterschiede im Auftreten zwischen den Kohleflözen auf der einen Seite und den Liegendschichten und Zwischenmitteln auf der anderen Seite gibt es nicht. HAMMER (1996) konnte in einigen Proben aus dem Flöz 4 sogar Pollensäcke dieser Form finden, was eindeutig für eine autochthone Ablagerung spricht, im Gegensatz zur Annahme von THOMSON & PFLUG (1953), die diese Form für einen wichtigen Windblüter des extrapalustren Waldes und damit der allochthonen Pollengesellschaft halten.

In der Westmulde ist die Form im Unterflöz und im Zwischenmittel durchgehend vertreten und erreicht dort zumeist Werte bis 10% (SCHIEHMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997). Erst im Viktoria-Flöz kommt es wieder zu Massenvorkommen mit Werten über 35% (EBE 1992).

(105) *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *fallax* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 Taf. 9, Fig. 3a, b

- 1934 *Pollenites fallax* n. sp. – R. Potonie, S. 70 und Taf. 3, Fig. 10 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).
- 1953 *Tricolporopollenites liblarensis* (THOMS.) n. comb. (b) Subsp. *fallax* (THOMS.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 97 und Taf. 11, Fig. 133 – 151 (Braunkohle von Wehmingen, Unterpaläozän; Helmstedter Oberflözgruppe und Messel, Mitteleozän; Braunkohle von Burghasungen, Obereozän; Vile, Rheinische Braunkohle, Miozän; (?) Wallensen, Pliozän).

**Beschreibung:** Kleine tricolpate Pollenform mit einer ellipsoidischen oder spindelförmigen Figura und einer glatten Exine. Mit Größen von ca.  $10 \times 17 \mu\text{m}$  ist die Form etwas kleiner als (104) *T. liblarensis liblarensis*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Miozän, Pliozän (?)

Die Form ist besonders im Paläozän und Eozän häufig und reicht gesichert bis ins Miozän, während ein pliozänes Erscheinen fraglich ist (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; THIELE-PFEIFFER 1980, 1988; u. a.).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae (?); Gattung unbekannt

Auch diese Form wird von den meisten Autoren (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1988) zu den Fagaceen gestellt, wobei die Gattungszugehörigkeit völlig unklar ist. Die von POTONIÉ (1934) erkannte Verwandtschaft zu den Leguminosen muß verneint werden, weil rezente Pollenformen dieser Familie in ihrem Habitus grundsätzlich abweichen und deutliche Poren aufweisen (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (104) *T. liblarensis liblarensis*.

(106) *Tricolpopollenites quisqualis* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 4a, b

- 1934 *Pollenites quisqualis* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 70 und Taf. 3, nur Fig. 15 und 16 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).
- 1953 *Tricolpopollenites liblarensis* (THOMS) (= *quisqualis*) (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 96 und Taf. 11, Fig. 111 – 132 (nur z. Teil, da sehr schlechte Bilder) (verschiedene Fundpunkte aus dem Mitteleozän, Obereozän, Oberoligozän und (?) Miozän).

**Beschreibung:** Kleine tricolpate Pollenform mit einer ellipsoidischen oder spindelförmigen Figura und einer im Unterschied zu den *liblarensis*-Formen rauhen und gewellten Exine. Kleinere Formen erreichen Größen von ca.  $10 \times 18 \mu\text{m}$ , größere etwa  $14 \times 20 \mu\text{m}$ .

**Bemerkungen:** THOMSON & PFLUG (1953) nahmen an, daß *T. liblarensis* und *T. quisqualis* zumindest im Alttertiär identisch sind. Letztere unterscheiden sich jedoch eindeutig durch die rauhere Exine von den glatten *liblarensis*-Formen und sollten abgetrennt werden (THIELE-PFEIFFER 1980). Allerdings sind auch hier Übergänge vorhanden (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Oligozän, Miozän (?)

Ab dem Paläozän vorkommend (KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960), ist die Form besonders im Eozän regelmäßig vorhanden (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; KEDVES 1978; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b) und kommt auch noch im Oligozän vor (KRUTZSCH 1957; NICKEL 1996a). Ein Erscheinen im Miozän ist fraglich.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae (?); Gattung unbekannt

Wie bei *T. liblarensis* stellen die meisten Autoren die Form zu den Fagaceen (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1980, 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist regelmäßig aber zumeist selten in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vorhanden und wurde auf Grund der Übergänge zu den *liblarensis*-Formen mit diesen gemeinsam ausgezählt. Bei den anderen Helmstedter Vorkommen trennte lediglich NATGE-EFOGHE (1997) diese Form von *T. liblarensis* ab. *T. quisqualis* kommt dabei im unteren Zwischenmittel ebenfalls nur mit Einzelexemplaren vor.

(107) *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 5a, b

- 1931b *Pollenites microhenrici* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. 1, V 19c (Beisselsgrube, Ville; Miozän).
- 1953 *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 96 und Taf. 11, Fig. 62 – 110 (verschiedene eozäne, oligozäne, miozäne und pliozäne Fundpunkte).

**Beschreibung:** Tricolpate Pollenform mit einer spindelförmigen Figura. Die Exine ist intragranulat oder intrabaculat strukturiert. Gelegentlich ist ein äquatorialer Knick (Geniculus) im Colpus ausgebildet, der charakteri-



stisch für diese Form ist. Die Pollen besitzen einen Breitenlängenindex von ca. 0,5 und eine Größe bis etwa  $14 \times 29 \mu\text{m}$ .

**Bemerkungen:** *T. microhenrici* ist eine sehr schwer von *T. liblarensis* abzutrennende Form, die lediglich an Hand des Geniculus zu bestimmen ist. Allerdings berichtet THIELE-PFEIFFER (1988) auch von tricolporaten Formen, die in dieser Art enthalten sind, so daß Übergänge auch zum *Cingulum*-Typ vorhanden sind. *T. microhenrici* wurde zusammen mit *T. liblarensis* ausgezählt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Die Form kommt als Sammelgruppe vom Untereozän bis ins Miozän vor, erscheint selten aber auch noch im Pliozän (THOMSON & PFLUG 1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae; Gattung *Quercus* L. (?)

Die Pollenform ist sehr vielgestaltig, so daß davon ausgegangen werden kann, daß eine ganze Reihe botanischer Arten unter dieser Bezeichnung zusammengefaßt worden sind (THOMSON & PFLUG 1953). Zumindest einige der Formen zeigen aber große Ähnlichkeiten mit *Quercus*-Pollen, auch wenn sie deutlich kleiner sind (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe auch unter (104) *T. liblarensis liblarensis*.

Hammer (1996) berichtet von sporadischem Auftreten dieser Form im Flöz 4, während in der Westmulde im Tagebau Alversdorf die Form in allen Horizonten regelmäßig erscheint und Werte bis 8% erreicht (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(108) *Tricolpopollenites asper* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 6, 7

1953 *Tricolpopollenites asper* n. sp. – THOMSON & PFLUG, S.96 und Taf. 11, nur Fig. 44 – 49 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Wallensen, Pliozän).

**Beschreibung:** Tricolpater Pollen mit ovaler Gestalt und abgeplatteten bis unterhalbkugeligen Polkappen und Cavernen, die an den Polen nicht zusammenlaufen. Die Exine ist chagrenat und leicht aufgerauht. Eine Columella-Schicht ist deutlich erkennbar. Durchschnittlich wird die Form  $20 \times 29 \mu\text{m}$  groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – rezent

Seit dem Untereozän vorkommend (THIELE-PFEIFFER 1988), ist die Form in allen jungtertiären Mikrofloren vertreten und kommt dort meist in größeren Prozentsätzen vor (THIELE-PFEIFFER 1980), während im Mitteleozän lediglich Einzelexemplare beobachtet wurden (THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b). Nach THOMSON & PFLUG (1953) kommt die Form bis ins Pliozän bzw. rezent vor.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae; Gattung *Quercus* L.

Angaben nach THIELE-PFEIFFER (1980). *Quercus*-Arten findet man heute auf der ganzen Welt in den gemäßigten Zonen in sommergrünen Laubwäldern und in den Subtropen in immergrünen Hartlaubwäldern.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Der Pollen erscheint regelmäßig, zumeist aber nur in Einzelexemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe. NATGE-EFOGHE (1997) berichtet von weiteren gelegentlichen Funden aus dem unteren Zwischenmittel in der Westmulde (Tagebau Alversdorf).

(109) *Tricolpopollenites retiformis* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 8, 9

1953 *Tricolpopollenites retiformis* n. sp. – THOMSON & PFLUG, S. 97 und Taf. 11, Fig. 59 – 61 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän; falsch nach THIELE-PFEIFFER 1980, 1988).

**Beschreibung:** Tricolpate Pollenform, die als charakteristisches Merkmal eine retikulate Exine aufweist. Das Retikulum wird dabei zu den Colpen hin immer feiner und erscheint dort als feine Granulierung. Die kleinen Pollen werden im Schnitt nur etwa  $13 \times 20 \mu\text{m}$  groß.

**Bemerkungen:** Die von THOMSON & PFLUG (1953) abgebildeten Formen aus der Helmstedter Oberflözgruppe sind nach THIELE-PFEIFFER (1980) nicht als *T. retiformis* zu identifizieren, sondern gehören zumeist zur Art *T. microreticulatus*. Allerdings sind die Abbildungen von THOMSON & PFLUG (1953) sehr undeutlich. Dennoch

sind in allen Abschnitten der Helmstedter Oberflözgruppe mittlerweile eindeutige Nachweise dieser Form bekannt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän (?), Eozän – rezent

Vermutlich schon seit dem Oberpaläozän vorkommend, ist die Form sonst ein Durchläufer vom Untereozän bis ins Pliozän bzw. rezent (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Salicaceae; Gattung *Salix* L.

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) stimmt der rezente *Salix*-Pollen zumindest mit der aus dem Jungtertiär bekannten Form vollkommen überein. *Salix*-Arten leben heute vor allem an feuchten und nassen Standorten innerhalb der gemäßigten Zone. Nur wenige Arten findet man in den Subtropen und Tropen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Pollen dieses Typs kommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe nahezu in allen Proben vor, erreichen aber in den Flözen selten Werte von mehr als 1% (vgl. HAMMER 1996). In den Zwischenmitteln und feuchteren Abschnitten am Top von Flöz 6 ist die Form häufiger. Dort sind Werte bis 4% keine Seltenheit.

In einer Rinnenfüllung im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf konnte NATGE-EFOGHE (1997) mit über 10% ein Massenvorkommen dieser Art beobachten. Auch aus dem Unterflöz von Alversdorf sind Nachweise bekannt (SCHIEMANN 1994).

(110) *Tricolpopollenites vegetus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1959a

Taf. 9, Fig. 10a, b

1934 *Sporites vegetus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 45, Taf. 1, Fig. 31 und Taf. 6, Fig. 14 (sehr schlechte Abbildung; Geiseltal, Mitteleozän).

1959a *Tricolpopollenites vegetus* (R. Pot. 1934) n. comb. – KRUTZSCH, S. 241 und Taf. XLIV, Fig. 495 – 496 (= Neuabildung des Typus von R. POTONIÉ; Geiseltal, Mitteleozän).

**Beschreibung:** Ovale bis längliche, tricolpate Pollenform mit einer charakteristischen grobretikulaten Exine. Die Maschenweite beträgt 3 – 4 µm, wobei die Maschen polygonal bis unregelmäßig geformt sind. Die Form wird etwa 20 µm groß.

**Bemerkungen:** Die in Helmstedt gefundenen Formen stimmen mit den von KRUTZSCH (1957; Taf. XV, Fig. 48 – 53) aus dem Geiseltal abgebildeten Exemplaren der „*Vegetus*-Gruppe“ nahezu exakt überein. Eine wesentlich größere und engmaschigere Form konnte THIELE-PFEIFFER (1988, Taf. 11, Fig. 1 – 5) in Messel beobachten, die sie als cf. *vegetus* bezeichnet. Solche Formen sind in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht gefunden worden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän (?), Eozän

Möglicherweise schon im obersten Paläozän auftretend (KRUTZSCH 1957), ist die Form im gesamten Eozän bekannt (KRUTZSCH 1957, 1959a; THIELE-PFEIFFER 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Hamamelidaceae (?); Gattung unbekannt

Die nach THIELE-PFEIFFER (1988) in Frage kommenden Gattungen stimmen in ihrem Habitus und der Skulptur mit der größeren und engmaschigen Form überein und kommen wahrscheinlich nicht als Pollenlieferanten der Exemplare aus der Wulfersdorfer Flözgruppe in Frage.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist in der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig in den meisten Proben zu finden, erreicht aber nur selten Werte über 1% (vgl. HAMMER 1996).

Aus der Westmulde ist die Form nur von NATGE-EFOGHE (1997) aus dem unteren Zwischenmittel (Tagebau Alversdorf) beschrieben worden und erreicht dort sogar Werte bis 4%.

(111) *Tricolpopollenites pudicus* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 11a, b

1934 *Pollenites confinis* f. *pudicus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 90, Taf. 5, Fig. 12 - 13 (Geiseltal; Mitteleozän).

1953 *Tricolpopollenites pudicus* (R. Pot.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 95, und Taf. 11, Fig. 27 – 29 (Helmstedter Oberflözgruppe; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Tricolpate Pollenform mit spindelförmiger Figur und einem Breitenlängenindex von 0,5. Die Exine ist ca. 2 – 3 µm dick und deutlich intrabaculat strukturiert. Die Colpen sind ohne Geniculus, die Caverna

ist doppelt bis dreimal so tief wie breit. Mit einer Größe von  $25 \times 40 \mu\text{m}$  ist die Form die größte tricolpate Form in der Wulfersdorfer Flözgruppe

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän

Die Form ist bisher nur aus dem Mitteloazän der Geiseltalkohle (R. POTONIÉ 1934) und der Helmstedter Oberflözgruppe beschrieben worden (THOMSON & PFLUG 1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist gesichert in der Wulfersdorfer Flözgruppe nur in Flöz 6 mit einem Exemplar beobachtet worden (Profil C, Probe C/13).

(112) *Tricolpopollenites* sp.

Taf. 9, Fig. 12a, b

**Beschreibung:** Tricolpater, gedrunen ovaler Pollen mit abgeflachten Polen. Die Colpi sind schmal und ohne Andeutung von Poren. Die Exine ist feinretikulat skulptiert, wobei die Maschenweite vom Äquator zu den Polen etwas größer wird. Die Form wird etwa  $25 \times 30 \mu\text{m}$  groß.

**Bemerkungen:** Die Form unterscheidet sich vor allem in der Größe von den wesentlich kleineren Pollen vom Typ (109) *T. retiformis*. Übergänge zwischen beiden Formen sind aber beobachtet worden. Eine nahezu übereinstimmende Form bildet auch NICKEL (1996b, Taf. 9, Fig. 27 – 30: *Tricolpopollenites* sp. 2) aus Eckfeld ab, ohne die Form jedoch näher zu bestimmen. Zumindest scheint eine mitteloazäne Verbreitung der Form nicht nur auf die Helmstedter Oberflözgruppe beschränkt zu sein. Eine weitere Form, die ähnlich groß und feinretikulat ist, bildet ROCHE (1982) als *Bacutricolpites variabilis* (STANLEY 1965) ROCHE 1982 ab.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän (?)

Ähnliche Formen (s. o.) sind im gesamten Eozän verbreitet. Vorkommen in älteren oder jüngeren Sedimenten sind bisher nicht bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Bei der ähnlichen Form *B. variabilis* vermutet ROCHE (1982) eine Beziehung zu den Oleaceae und der Gattung *Fraxinus*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in einigen Exemplaren in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor, ist aber auf Grund von Übergängen zu (109) *T. retiformis* nicht gesondert ausgezählt worden.

Gattung *Tricolporopollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(113) *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *fuscus*

(R. POTONIÉ 1931c) THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 13, 14, 17

1931b *Pollenites cingulum* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. I, nur V 60d, V 61c, V 60a und V 48b (Ville, Beisselsgrube, Rhein. Braunkohle; Miozän).

1931c *Pollenites fuscus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 4 und 8, Taf. 1, Fig. 13 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteloazän).

1953 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POT.) n. comb. (a) Subsp. *fuscus* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 100 und Taf. 12, Fig. 15 – 27 (nur z. T.?) (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteloazän; Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit einer spindelförmigen Figura und teilweise leicht zugespitzten Polkappen. Die Cavernae sind deutlich ausgebildet, mehr oder weniger parallel und verlaufen bis zu den Polen. Bei der *fuscus*-Form sind die Cavernae am Äquator im Gegensatz zu den anderen *cingulum*-Unterarten wulstig aufgebläht. Die Poren sind zumeist rundlich. Neben glatten Formen kommen vor allem rauhe Formen vor. Durchschnittlich werden Größen von  $12 \times 20 \mu\text{m}$  erreicht.

**Bemerkungen:** Auch bei der Art *T. cingulum*, die in dieser Arbeit analog zu THIELE-PFEIFFER (1988) und NICKEL (1996b) in drei Unterarten aufgeteilt wurde, sind Übergänge zu den Formen *Tricolpopollenites microhenrici* und *T. liblarensis* zu beobachten. KRUTZSCH (1970c) faßte dementsprechend die gesamte Gruppe der

sogenannten „kleineren Fagaceen-Pollen“ zusammen, obwohl damit eine Vielzahl verschiedener botanischer Gattungen zusammengefügt wurden. Einige Unterarten wurden später wieder abgetrennt (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977), doch ist es fraglich, in wie weit dies sinnvoll ist, da nach NICKEL (1996a) auch die Pollen rezenter in Frage kommender Gattungen, wie z. B. *Castanopsis* und *Castanea*, eine große Variationsbreite mit abweichenden Merkmalen zeigen.

Innerhalb dieser Arbeit wurden die *Cingulum*-Unterarten gemeinsam ausgezählt, jedoch von den *tricolpaten liblarensis*- und *microhenrici*-Formen abgetrennt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Oligozän, Miozän (?)

Die Form kommt als Sammelart im Paläozän vor (KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960), zeigt teilweise Massenaufreten im ganzen Eozän (THOMSON & PFLUG 1953; KEDVES 1978; THIELE-PFEIFFER 1988) und reicht bis ins Oligozän und möglicherweise vereinzelt ins Miozän (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae; Gattungen *Castanopsis* SPACH., *Castanea* MILL.

Angaben nach KEDVES (1978) und NICKEL (1996a). THIELE-PFEIFFER (1988) stellte zumindest Ähnlichkeiten zu den rezenten Pollen von *Castanopsis cuspidata* und zu *C. formosana* fest. Allerdings sind die Cavernen der rezenten Formen nicht so kräftig, so daß die Verwandtschaft nicht hundertprozentig gesichert erscheint. NICKEL (1996a) stellte auch Ähnlichkeiten zu *Castanea* fest.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die *cingulum*-Formen kommen in nahezu allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor und gehören zu den dominierenden Elementen (vgl. HAMMER 1996). Auffällig sind die starken Schwankungen im Auftreten. So sind Werte weit über 30% ebenso keine Seltenheit wie Häufigkeiten unter 5%. In der Regel sind die Werte jedoch über große Teil der Profile konstant. So sind im Profil A (Liegendschichten) sehr hohe Werte zu verzeichnen, im unteren Teil von Profil J (Zwischenmittel 4/5) dagegen nur sehr geringe. Im Übrigen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Auftreten in den Flözen auf der einen Seite und den Liegendschichten und Zwischenmitteln auf der anderen Seite. Durch die Unabhängigkeit vom Ablagerungsraum kommt es zu einer weiten Verbreitung der Pollen. Andererseits treten in der Wulfersdorfer Flözgruppe sowie in der unmittelbar über Flöz 4 folgenden Blätterkohle auch Cluster von *T. cingulum* auf (Taf. 9, Fig. 17), die auf eine Mutterpflanze in nächster Umgebung schließen lassen (vgl. RIEGEL et al. 1999b). Auch in den Ablagerungen der Westmulde im Tagebau Alversdorf ist die Form dominierend und erreicht im Viktoria-Flöz, im unteren Zwischenmittel und im Unterflöz Massenwerte bis 50% (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(114) *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *pusillus*

(R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 9, Fig. 15, 16

1931b *Pollenites cingulum* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. I, nur V 46c, V 46b und V 46a (Ville, Beisselsgrube, Rhein. Braunkohle; Miozän).

1934 *Pollenites quisqualis pusillus* n. f. – R. POTONIÉ, S. 71 und Taf. 3, Fig. 21 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

1953 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POT.) n. comb. (b) Subsp. *pusillus* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 100 und Taf. 12, Fig. 28 – 41 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe und Messel, Mitteleozän; Borken, Obereozän; Braunkohle von Kettig, Neuwieder Becken, Obereozän; Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Kleiner ovaler Pollen mit gleichmäßig abgerundeten Polkappen, die selten etwas zugespitzt sind. Die Colpen sind lang, folgen streng der Kontur, sind aber nicht so wulstig aufgebläht wie bei dem *fuscus*-Typ. Die Exine ist glatt. Im Durchschnitt liegt die Größe bei  $10 \times 18 \mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Die Sammelart ist ein Durchläufer, die vom Paläozän an vorkommt (KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960; KEDVES 1982), im Eozän regelmäßig ist (THOMSON & PFLUG 1953), dort ebenso wie im Miozän Massenwerte erreichen kann (THIELE-PFEIFFER 1980, 1988) und bis ins Pliozän reicht (THOMSON & PFLUG 1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae; Gattungen *Castanea* MILL., *Castanopsis* SPACH., *Lithocarpus* BT., *Pasania* MIQ.

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind die rezenten Pollen von *Castanea*, *Castanopsis*, *Lithocarpus* und *Pasania* der fossilen Form aber auch untereinander so ähnlich, daß keine genaue Gattungszugehörigkeit bestimmt werden kann. Es ist wahrscheinlich, daß *T. cingulum pusillus* eine ganze Reihe botanischer Einheiten umfaßt.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (113) *T. cingulum fuscus*.

(115) *Tricolporopollenites cingulum* (R. POTONIÉ 1931a) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *oviformis*  
(R. POTONIÉ 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 18 und 19a, b

- 1931a *Pollenites oviformis* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 328 und 332, Taf. 1, Fig. 20 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).  
1953 *Tricolporopollenites cingulum* (R. POT.) n. comb. (c) Subsp. *oviformis* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 100 und Taf. 12, Fig. 42 – 49 (nur z. T.?) (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Borken; Obereozän).

**Beschreibung:** Sehr kleine tricolporate Pollenform, die sonst morphologisch mit (114) *T. cingulum pusillus* übereinstimmt, aber sehr viel kleiner ist. Es werden Größen von lediglich  $8 \times 15 \mu\text{m}$  erreicht.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Pliozän  
Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Fagaceae; Gattungen *Castanea* MILL., *Castanopsis* SPACH., *Lithocarpus* BT., *Pasania* MIQ.

Die Form entspricht nach THOMSON & PFLUG (1953) morphologisch einem kleinen *Castanea*-Typus. Allerdings sind die *oviformis*-Typen kaum von den *pusillus*-Formen zu unterscheiden, so daß auch die anderen erwähnten Gattungen als Pollenlieferanten in Frage kommen (THIELE-PFEIFFER 1980, 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (113) *T. cingulum fusus*.

(116) *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIÉ 1931a) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 20, 21

- 1931a *Pollenites pseudocingulum* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 332, 328 und Taf. 1, Fig. 2 – 4, 19, 24, 26, 27 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).  
1953 *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 99 und Taf. 12, Fig. 96 – 111 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Borken, Obereozän; Frielendorf und Ville, Oberoligozän und Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporater, ei- bis doppelkegelförmiger Pollen mit zugespitzten Polkappen und einer rauhen Exine mit scabrater bis rugulater Skulptur. Die langen Colpen folgen der Kontur und kommunizieren an den Polen. Charakteristisch sind die als kräftige Äquatorialrugen ausgebildeten Poren. Die Art kommt in verschiedenen Größenvariationen vor, wobei die rundlicheren Formen etwa  $25 \times 25 \mu\text{m}$  groß werden, während die länglichen Exemplare Größen bis etwa  $22 \times 28 \mu\text{m}$  erreichen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Miozän

Die Form kommt bereits vom Untereozän an vor, erreicht aber erst im Oligozän und Miozän Massenwerte (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1980).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Von vielen Autoren früher zu den Anacardiaceen mit der Gattung *Rhus* gestellt, konnte THIELE-PFEIFFER (1980) nach eingehender Untersuchung keine Übereinstimmung der fossilen Form im Exinen- und Germinalbau mit den rezenten Pollen der Gattung *Rhus* finden, so daß *T. pseudocingulum* keiner heute lebenden Familie oder Gattung zugeordnet werden kann. Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind die Mutterpflanzen dieser Pollen zum Ende des Miozäns ausgestorben.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt nur gelegentlich mit Einzelexemplaren in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor (vgl. HAMMER 1996). In der Westmulde im Tagebau Alversdorf erscheint die Form regelmäßig in allen untersuchten Abfolgen und erreicht dabei im Unterflöz mit bis zu 2% die höchsten Werte (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(117) *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. *brühlensis*  
(THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1959) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 22, 23

- 1931b *Pollenites megaexactus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. 1, V 42b (Ville, Beisselsgrube, Rheinische Braunkohle; Miozän).  
1931d *Pollenites ventosus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 556, Abb. 15 (Pollage; Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteleozän).

- 1950 *Pollenites cingulum brühlensis* n. spm. – THOMSON in R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART, S. 56 und Taf. B, nur Fig. 32 und 33 (Fortuna und Neurath, Rheinische Braunkohle; Miozän).
- 1953 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POT.) n. comb. (a) Subsp. *brühlensis* (THOMS.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 100 und 101 und Taf. 12, Fig. 50 – 57 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe und (?)Messel, Mitteleozän; Braunkohle von Burghasungen, Obereozän; Ville, Rheinische Braunkohle, Miozän) und Fig. 65 – 80 (= „asp. *ventosus* R. Pot.“) (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Braunkohle von Burghasungen, Obereozän; Eschweiler und Ville, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollen mit verkürzter Polachse und sehr langen Äquatorialrugen. Die häufig anzutreffende Polansicht ist sehr charakteristisch (z. B. THIELE-PFEIFFER 1988, Taf. 11, Fig. 47 – 49). Die rundlichen Pollenkörner werden etwa 20 – 22 µm groß und besitzen eine glatte bis punktate Exine.

**Bemerkungen:** Die Exemplare, die in Pollage zu finden sind, werden in der Literatur auch als *T. ventosus* bezeichnet (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977), gehören nach THIELE-PFEIFFER (1988) aber eindeutig zur Art *T. megaexactus*.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän – Miozän

Die Form kommt vom Mitteleozän an vor (MEYER 1988, Zone SP4c), ist im Mittel- und Obereozän häufiger, tritt auch im Oligozän auf und ist vor allem massenhaft in der Rheinischen Braunkohle zu finden (R. POTONIÉ 1934; THOMSON & PFLUG 1953; HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1980, 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Cyrillaceae; Gattungen *Cliftonia* BANKS, *Costaea* A. RICH., *Cyrilla* GARD.

Die Form wurde bereits von THOMSON & PFLUG (1953) zu den Cyrillaceen gestellt. THIELE-PFEIFFER (1980) fand große Ähnlichkeiten zwischen der fossilen Form und den Pollen der rezenten Gattungen von *Cliftonia*, *Costaea* und *Cyrilla*.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist regelmäßig in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe zu finden und erreicht besonders in den Proben aus den Kohleflözen höhere Werte bis 5,6%. Im Flöz 4 konnte HAMMER (1996) sogar Häufigkeiten bis zu 11,8% feststellen. In den Liegendschichten und Zwischenmitteln nimmt die Häufigkeit deutlich ab. Dort treten zumeist nur Einzelexemplare auf. In den Flözen aus dem Tagebau Alversdorf in der Westmulde sind ebenfalls hohe Werte zu verzeichnen. Im Unterflöz werden bis 6% erreicht (SCHIEMANN 1994), im Viktoria-Flöz sogar bis zu 14% (EBE 1992). Auch in der Westmulde nehmen die Werte im Zwischenmittel deutlich ab. Maximal 2% sind noch zu verzeichnen (NATGE-EFOGHE 1997).

(118) <i>Tricolporopollenites megaexactus</i> (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953 ssp. <i>exactus</i> (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953 Taf. 9, Fig. 24, 25
---

- 1931b *Pollenites megaexactus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. 1, V 42b (Ville, Beisselsgrube, Rheinische Braunkohle; Miozän).
- 1931b *Pollenites exactus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. 1, V 49b<sup>2</sup> (Ville, Beisselsgrube, Rheinische Braunkohle; Miozän).
- 1954 *Tricolporopollenites megaexactus* (R. POT.) n. comb. (b) Subsp. *exactus* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 100 und 101 und Taf. 12, Fig. 87 – 92 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Burghasungen, Obereozän; Eschweiler, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Kleine tricolporate Pollen mit einer kugeligen Gestalt und einer glatten Exine. Charakteristisch sind die im Äquator abgelenkten Colpen und die als lange Äquatorialrugen ausgebildeten Poren. Die Pollen werden im Durchmesser 12 – 15 µm groß und sind damit deutlich kleiner als die *brühlensis*-Formen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Durchläufer vom Paläozän (KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960) bis ins Pliozän (THOMSON & PFLUG 1953). Häufiger erscheint die Form vor allem im Oligozän und Miozän, wo sie ein wichtiger Bestandteil der Rheinischen Braunkohle ist (THOMSON & PFLUG 1953). Im Eozän ist die Form regelmäßig (THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Cyrillaceae; Gattungen *Cliftonia* BANKS, *Costea* A. RICH., *Cyrilla* GARD.

Während die Zuordnung zu den Cyrillaceen gesichert ist (R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950; THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1980, 1988), kann keine genaue Gattungszugehörigkeit angegeben werden, da

zwar die Pollen von *Cliftonia*, *Costaea* und *Cyrilla* der fossilen Form ähnlich aber bedeutend größer sind (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form erscheint regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe, ist aber deutlich seltener als die größere Form *T. megaexactus brühlensis*. Ergänzend siehe unter (117) *T. megaexactus brühlensis*. Beide Formen wurden gemeinsam ausgezählt.

(119) *Tricolporopollenites staresedloensis* KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1969  
Taf. 9, Fig. 26

1969 *Tricolporopollenites staresedloensis* n. sp. – KRUTZSCH & PACLTOVÁ in KRUTZSCH, S. 474 und Taf. 2, Fig. 25 – 37 (verschiedene obereozäne, mittel- und oberoligozäne Fundpunkte).

**Beschreibung:** Tricolp(or)ate Pollenform mit einer gleichmäßigen retikulaten Skulptur und einer Maschenweite von ca. 1,5 µm, die aber zu den Colpen hin stetig feiner wird. Die Kontur der Pollen ist gedrungen-oval, teilweise sind zugespitzte Polkappen beobachtet worden. Die Form wird etwa 15 × 25 µm groß.

**Bemerkungen:** Zwar sind die zarten Cavernen von KRUTZSCH (1969) als Poren bezeichnet worden, doch entsprechen diese nach der Definition von IVERSEN & TROELS-SMITH (1950) keinem Porus. Eine morphologische Zuordnung zur Gattung *Tricolporopollenites* erscheint daher nicht gesichert. Vielmehr ist auch eine Zuordnung zur Gattung *Tricolpopollenites* denkbar (vgl. NICKEL 1996a).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Oligozän

Die Form tritt nach KRUTZSCH (1970c) bereits vom Untereozän (Pg.-Zone 14) an in Mitteleuropa auf, ist aber erst vom höheren Eozän und dem Oligozän an eine häufiger vorkommende Art.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Salicaceae (?); Gattung *Salix* (?)  
Angaben nach KRUTZSCH & PACLTOVÁ (1969).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist in der Wulfersdorfer Flözgruppe in den Zwischenmitteln 5/6 und 4/5 in einigen Proben vertreten, ohne jedoch höhere Werte zu erreichen. In den Kohleflözen fehlt die Form nahezu. Im unteren Zwischenmittel in der Westmulde (Tagebau Alversdorf) ist die Form dagegen regelmäßig vertreten (NATGE-EFOGHE 1997), fehlt allerdings ebenfalls in den Kohleflözen.

(120) *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIÉ 1931b) THOMSON & PFLUG 1953  
Taf. 9, Fig. 27 und 28a, b

1931b *Pollenites edmundi* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 26 und Taf. 1, V 53e, V 52a, V 53a (Ville, Beisselsgrube, Rheinische Braunkohle; Miozän).

1953 *Tricolporopollenites edmundi* (R. POT.) n. comb. – THOMSON & PFLUG, S. 101 und Taf. 12, Fig. 125 – 132 (Messel, Mitteleozän; Marxheim, Oberoligozän; Ville, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporater, sehr kräftig gebauter, in den Präparaten zumeist dunkel gefärbter Pollen von ovaler bis doppelkegelförmiger Gestalt. Die ausgeprägten Germinalien sind charakteristisch. Sie bestehen aus einem kleinen kreisförmigen Exoporus und einem meridional gestreckten Endoporus, der über die Caverna hinausgreift. Die Exine ist ausgeprägt intrabaculat strukturiert und scabrat skulptiert. Durchschnittlich werden die Formen 25 × 30 µm groß.

**Bemerkungen:** Wie schon KRUTZSCH (1957), THIELE-PFEIFFER (1988) und NICKEL (1996a) bemerken, gibt es Übergängen zwischen den Formen *T. edmundi* und (121) *T. satzveyensis*. Eine Unterscheidung ist daher nicht immer möglich, so daß die Formen zumeist zusammen ausgezählt wurden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Miozän, Pliozän (?)

Bereits ab dem Untereozän vorkommend, ist die Hauptverbreitung dieser Art vom Oberoligozän bis ins Mittelmiozän (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957). Möglicherweise reicht die Form bis ins Pliozän (KRUTZSCH 1957). Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind allerdings die alttertiären und die pliozänen Formen nicht eindeutig.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Mastixiaceae; Gattung unbekannt

Auf Grund des Germinalbaus besteht eine große Ähnlichkeit zu den Pollen der Mastixiaceae, so daß die fossile Form wahrscheinlich einer ausgestorbenen Gattung dieser Familie angehört (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *T. satzveyensis* und *T. edmundi* kommen lediglich im Zwischenmittel 4/5 gehäuft vor und erreichen dort Werte bis 3%. In den übrigen Abschnitten der Wulfersdorfer Flözgruppe sind nur sporadisch Einzelexemplare zu beobachten. In Flöz 4 sind die Formen gelegentlich ebenfalls häufig und erreichen dort 4% (HAMMER 1996).

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf sind lediglich im unteren Zwischenmittel Einzelexemplare dieser Formen beobachtet worden (NATGE-EFOGHE 1997).

(121) *Tricolporopollenites satzveyensis* PFLUG 1953a  
Taf. 9, Fig. 29a, b

1953a *Tricolporopollenites satzveyensis* n. sp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 103 und Taf. 13, Fig. 10 – 13 (Braunkohle des Antweiler Grabens; Oberpaläozän bis Untereozän).

**Beschreibung:** Großer, kräftig gebauter tricolporater Pollen mit meist unterhalbkugeligen Polkappen. Charakteristisch sind die Germinalien, da die Cavernen in Seitenansicht sehr breit und dunkel und in Aufsicht tütenförmig ausgebildet sind. Die Poren sind groß und meridional gestreckt, während die Exine intrabaculat strukturiert ist. Die Form wird etwa  $30 \times 40 \mu\text{m}$  groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Miozän

Als Sammelart kommt die Form bereits seit dem Unterpaläozän vor, ist im gesamten Eozän und Miozän, möglicherweise auch noch bis ins Pliozän verbreitet (KRUTZSCH 1957; KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960; THIELE-PFEIFFER 1980, 1988; NICKEL 1996a, 1996b). KRUTZSCH (1957) bezeichnet die Form als „alttertiäres Element“.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Mastixiaceae; Gattung unbekannt

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) kann eine Zugehörigkeit zu den Mastixiaceae als gesichert gelten, wenn auch die Form wahrscheinlich von einer ausgestorbenen *Mastixia*-Gattung abstammt, da die Pollen der rezenten *Mastixia*-Arten rundlicher sind.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (120) *T. edmundi*

(122) *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG 1953 Typ A  
Taf. 10, Fig. 1a, b

(123) *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG 1953 Typ B  
Taf. 10, Fig. 2a, b

1953 *Tricolporopollenites marcodurensis* n. sp. (PF. & TH.) – THOMSON & PFLUG, S. 103 und Taf. 13, Fig. 5 – 9 (Rheinische Braunkohle der Rurscholle bei Eschweiler; Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollen mit starrer, spindelförmiger Figura und deutlichen kreisrunden Poren. Die Cavernae reichen von Pol zu Pol und umschreiben die Poren. Charakteristisch ist die fein- bis grobretikularte Skulptur der Exine. Die Pollen erreichen Größen von ca.  $24 \times 40 \mu\text{m}$  (Typ A) und  $35 \times 50 \mu\text{m}$  (Typ B).

**Bemerkungen:** *T. marcodurensis* ist eine Sammelart mit hoher Formenvielfalt, wobei sich einzelne Variationen besonders im Habitus und in der Ausbildung des Retikulums unterscheiden. THIELE-PFEIFFER (1980) und NICKEL (1996b) stellen eine ganze Reihe dieser Variationen vor. In der Wulfersdorfer Flözgruppe kommen zwei dieser Variationen vor, die als Typ A und B getrennt werden können. Beim Typ A handelt es sich um eine längliche Form mit einer feinretikulaten Skulptur, während Typ B breit-oval ist und ein deutliches, meist kräftiges Retikulum aufweist, das zu den Polen hin weitmaschiger wird.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Als Sammelart kommt die Form bereits seit dem Untereozän vor (KEDVES 1978), im Mitteleozän von Helmstedt, Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b), sowie vor allem im Oligozän, Miozän und Pliozän (HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1980; NICKEL 1996a).



**Botanische Zugehörigkeit:** Typ A: Familie Vitaceae; Gattung *Cissus* L.

Typ B: Familie Vitaceae; Gattung *Ampelopsis*, *Cayratia*, *Parthenocissus*.

Der länglich-ovale *marcodurensis*-Typ A hat nach THIELE-PFEIFFER (1980) große Ähnlichkeiten mit Pollen verschiedener rezenter Arten der Gattung *Cissus*. Bei dem *macrodurensis*-Typ B läßt sich dagegen keine eindeutige Gattungszugehörigkeit feststellen, da eine ganze Reihe rezenter Gattungen und Arten nahezu übereinstimmende Pollenformen besitzen (vgl. THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Insgesamt sind nur sehr sporadisch Einzelexemplare dieser Art in der Wulfersdorfer Flözgruppe zu finden (vgl. HAMMER 1996), wobei die Form lediglich in Flöz 6 etwas regelmäßiger aber ebenfalls nur in Einzelexemplaren erscheint. Dabei dominiert Typ B gegenüber Typ A.

Aus den untersuchten Ablagerungen der Westmulde im Tagebau Alversdorf sind ebenfalls nur Einzelexemplare nachgewiesen (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(124) *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953 **Form A**

Taf. 10, Fig. 3a, b

(125) *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953 **Form B**

Taf. 10, Fig. 4a, b

1953 *Tricolporopollenites microreticulatus* n. sp. (PF. & TH.) – THOMSON & PFLUG, S. 106 und Taf. 14, Fig. 27 – 42 (nur z. T.) (?) Messel, Mitteleozän; (?) Eschweiler, Rheinische Braunkohle, Miozän; (?) Frielendorf/Kassel, Miozän; Borken, Obereozän; Ville, Rhein. Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Kleine, tricolporate, zumeist kugelige bis ellipsoidische Pollenkörner. Die Exine ist mit kleinen, locker bis dicht zusammenstehenden Baculae besetzt, die in der Aufsicht ein deutliches Retikulum bilden. Die Pollen vom Typ A haben dabei bei einer Größe von durchschnittlich 12 µm mit einer Maschenweite von ca. 2 – 2,5 µm ein deutlich größeres Retikulum als die mit einem Durchmesser von ca. 20 µm größeren Pollen vom Typ B, die lediglich 1 µm große Maschenweiten aufweisen.

**Bemerkungen:** Die beiden Formen A und B stellen die jeweiligen Enden einer Formengruppe da, in der es verschiedenste Übergangsformen gibt. Auch THIELE-PFEIFFER (1980) konnte verschiedene microretikulata Formen erkennen, die aber kaum zu unterscheiden sind. Verschiedene Autoren haben zwar versucht, einige Formen auf Artebene zu trennen (z. B. THOMSON & PFLUG 1953), doch läßt sich die Trennung auf Grund der in den Diagnosen angeführten Merkmale nicht rechtfertigen (THIELE-PFEIFFER 1980). Bei *T. microreticulatus* handelt es sich somit auf jeden Fall um eine Sammelart.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Die Form kommt im gesamten Eozän vor (THOMSON & PFLUG 1953), ist aber besonders häufig im Miozän und reicht noch bis ins Pliozän (THOMSON & PFLUG 1953; HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1980; u. a.).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Oleaceae; Gattungen *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Olea*, *Syringa*

Trotz des erwähnten Problems der großen Variabilität der Form und der damit verbundenen schwierigen botanischen Zuordnung dieser Sammelart, hat THIELE-PFEIFFER (1980) nach intensiven Vergleichen mit rezenten retikulaten Pollen eine Beziehung zu einigen *Fraxinus*-Arten, zu *Ligustrum*, *Olea* und *Syringa* festgestellt. Somit ist zumindest ein Teil der in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundenen Exemplaren diesen Oleaceen-Gattungen zuzuordnen, obwohl wahrscheinlich noch andere Gattungen und Familien als Pollenlieferanten in Frage kommen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *T. microreticulatus* ist eine Form, die sich in der Wulfersdorfer Flözgruppe zumeist auf die Liegendschichten und Zwischenmittel beschränkt, in den Kohleflözen mit wenigen Ausnahmen nur in Einzelexemplaren vorkommt (vgl. HAMMER 1996). Besonders häufig ist die Form in den Liegendschichten am Top von Profil A im Übergangsbereich zum Flöz 6, wo teilweise Massenvorkommen bis 30% zu beobachten sind. Zumeist liegen die Werte in den Zwischenmitteln jedoch zwischen 2 und 5%.

Auch in den Ablagerungen in der Westmulde im Tagebau Alversdorf tritt die Form regelmäßig auf und erreicht dort ähnliche Werte wie in der Wulfersdorfer Flözgruppe (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(126) *Tricolporopollenites pseudointergranulatus* KRUTZSCH 1966 ex SONTAG 1966  
Taf. 10, Fig. 5a, b

1966 *Tricolporopollenites pseudointergranulatus* KRUTZSCH (vorläufige, noch nicht publizierte Bezeichnung). – SONTAG, S. 39, nur Taf. 60, Fig. 1a – 1b (Niederlausitz, Spremberg, Kleinleipisch, 2. Lausitzer Flözhorizont; Mittelmiozän).

**Beschreibung:** Tricolporate, kugelige Pollenform mit einem kräftigen Retikulum. Die Bacula stehen dicht und sind in Seitenansicht keulenförmig. Das Retikulum besitzt eine Maschenweite von 2 – 3 µm. Der Pollen erreicht eine Größe von 23 µm.

**Bemerkungen:** Die hier beschriebenen Exemplare dieser Art stehen morphologisch zwischen den von THIELE-PFEIFFER (1980) und NICKEL (1996b) unter diesem Artnamen ausgezählten Formen. Während bei dem Exemplar von THIELE-PFEIFFER (1980, Taf. 13, Fig. 14 – 18) die einzelnen Plicae größer sind und zusammen ein etwas weitmaschigeres Retikulum bilden, ist das von NICKEL (1996b, Taf. 11, Fig. 23 – 26) abgebildete Exemplar wesentlich kleiner und feinmaschiger als die Formen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe. Obwohl es sich damit bei den Exemplaren aus Wackersdorf, Eckfeld und Helmstedt möglicherweise um verschiedene Arten handelt, werden alle unter dem Artnamen *T. pseudointergranulatus* ausgezählt, da der prinzipielle Aufbau der Pollen in allen Fällen gleich ist und lediglich Größenunterschiede vorhanden sind.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän, Miozän

Bisher ist die Form einerseits nur im Mitteloazän von Eckfeld (NICKEL 1996b) und Helmstedt, andererseits nur im Miozän der Niederlausitz und von Wackersdorf (SONTAG 1966; THIELE-PFEIFFER 1980) beobachtet worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Menispermaceae?; Gattungen *Paracyclea*?

Besonders mit der kleinen Form aus Eckfeld hat der Pollen von *Paracyclea gracillima* Ähnlichkeit (THIELE-PFEIFFER 1980; NICKEL 1996b). Mit der größeren Form aus dem Miozän lassen sich aber auch die Pollen von *Ligustrum japonicum* (Oleaceae) vergleichen (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *T. pseudointergranulatus* ist als retikulata Form nicht getrennt von den feinmaschigeren Formen der Art (124/125) *T. microreticulatus* ausgezählt worden, da es eine größere Anzahl von Übergangsformen gibt. Eindeutige Exemplare von *T. pseudointergranulatus* sind jedoch sehr selten.

(127) *Tricolporopollenites parmularius* (R. POTONIÉ 1934)  
KRUTZSCH in KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960  
Taf. 10, Fig. 6a, b und 7a, b

1934 *Pollenites parmularius* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 52 und Taf. 2, Fig. 7(?) und Taf. 6, Fig. 11 (Grube Cecilie, Geiseltal; Mitteloazän).

1959 *Tricolporopollenites parmularius* (R. POT. 1934) n. comb. – KRUTZSCH in KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER, S. 140 (ohne Abbildung; Bohrg. Viesen, Westbrandenburg; tieferes Paläozän).

**Beschreibung:** Tricolporater Pollen mit meist ovalen und gelegentlich rundlichen Formen und hyalin glatter Exine. Die Cavernae verlaufen ± parallel und konvergieren auch polwärts kaum. Die Größe der Pollen liegt bei etwa 20 × 30 µm.

**Bemerkungen:** Die Poren sind im allgemeinen nicht oder nur sehr schwer zu erkennen, so daß einige Autoren die Art zur Gattung *Tricolpopollenites* stellen (THOMSON & PFLUG 1953; NICKEL 1996b). Die in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundenen Exemplare sind aber eindeutig tricolporat (vgl. Taf. 10, Fig. 6a, 7a).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Pliozän

Ab dem Paläozän in Mitteleuropa vorkommend (KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER 1960) tritt die Form in der typischen Ausbildung erst ab dem Untereozän auf (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1970c; KEDVES 1978) und reicht bis ins Pliozän (MOHR 1984).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Eucommiaceae; Gattung *Eucommia* OLIV.

Angaben nach KRUTZSCH & VANHOORNE (1977), KEDVES (1978), MOHR (1984).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe auf, zumeist aber nur in Einzelexemplaren (vgl. HAMMER 1996). Ebenso verhält es sich in den Ablagerungen der Westmulde im Tagebau Alversdorf (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(128) *Tricolporopollenites solé de portai* KEDVES 1965

Taf. 10, Fig. 8a, b

1965 *Tricolporopollenites solé de portai* n. fsp. – KEDVES, S. 34 und Taf. VI, Fig. 4 – 5 (Ungarn, Iszkaszentgyoergyi; Untereozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollen mit einer doppelkegeligen oder länglich-gestreckten Gestalt. Das charakteristische Merkmal ist die meist fein-striat skulptierte Exine. Die Pollen werden ca.  $15 \times 25 \mu\text{m}$  groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mittelpaläozän – Untermiozän

Bereits vom Mittelpaläozän an vorkommend (KEDVES 1982) ist die Form häufig im Eozän (GRUAS-CAVAGNETTO 1976; KEDVES 1978; ROCHE 1982; THIELE-PFEIFFER 1988) und noch im Oligozän und Untermiozän zu beobachten (HOCHULI 1978, Taf. 13, Fig. 9a, b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familien Anacardiaceae, Rosaceae; Gattung unbekannt

Von KEDVES (1965, 1978, 1982) zu den Fabaceae und Rosaceae gestellt, konnte THIELE-PFEIFFER (1980) keine Übereinstimmung der fossilen Form zu den rezenten Pollen der Fabaceen feststellen. Ähnlichkeiten bestehen vor allem zu den Anacardiaceen mit den Gattungen *Buchanania*, *Choerospondias*, *Rhus* und *Tapiria* und den Rosaceen mit den Gattungen *Fragaria*, *Prunus* und *Sorbus* (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In der Wulfersdorfer Flözgruppe kommt die Form regelmäßig mit Einzelexemplaren vor, erreicht aber nur in Ausnahmefällen Werte über 1%. In Flöz 4 fehlt die Form. In der Westmulde im Tagebau Alversdorf sind im Unterflöz und im darauffolgenden Zwischenmittel ebenfalls Einzelexemplare nachgewiesen worden (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(129) *Tricolporopollenites crassiexinus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977

Taf. 10, Fig. 9a, b und 10

1977 *Tricolporopollenites crassiexinus* n. fsp. – KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 75 und Taf. 42, Fig. 24 – 28 (Belgien; Oberes Landenien, Pg.-Zone 11, Untereozän).

1982 *Retitricolporites crassiexinus* (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977) n. comb. – ROCHE, S. 29 und Taf. 5, Fig. 19 - 20, Taf. 10, Fig. 9 – 13 (Sables de Vlierzele; Ypresien superior, höheres Untereozän).

**Beschreibung:** Eine tricolporate Pollenform, die mit ca.  $20 \mu\text{m}$  Durchmesser sehr klein, jedoch mit einer Stärke von  $2 - 3 \mu\text{m}$  sehr dickwandig ist. Die Form ist gedrungen bis längs-oval und besitzt eine feinstretikulata bis retikulata Exine. Die Colpen sind deutlich und reichen bis nahe an die Pole. Charakteristisch ist auch der kreisrunde bis oval-rundliche Endoporus, der einen Durchmesser von ca.  $2 \mu\text{m}$  besitzt.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Mitteleozän

Die Form war bisher nur aus dem Untereozän von Belgien bekannt (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977, ROCHE 1982).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Celastraceae; Gattung *Microtropis*

Angaben nach ROCHE (1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt sporadisch mit einem Einzelexemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe und dabei besonders in den Liegendschichten vor.

(130) *Tricolporopollenites eofagoides* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977

Taf. 10, Fig. 11

1977 *Tricolporopollenites eofagoides* n. fsp.- KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 80 und Taf. 34, Fig. 1-8 (Belgien, Epinois; Oberes Landenien, Pg.-Zone 11, Untereozän).

**Beschreibung:** Tricolporates Pollenkorn mit einer kugeligen Figura und mäßig langen Colpen, die die Pole nicht erreichen. Die mit ca.  $5 \mu\text{m}$  sehr großen Poren haben extrem kräftige Costae. Die Exine der ca.  $25 \mu\text{m}$  großen Form ist  $1,5 - 2 \mu\text{m}$  mächtig, besitzt eine feinretikulata Skulptur und eine deutliche Columellaschicht.

**Bemerkungen:** Aus verschiedenen eozänen Fundpunkten ist diese Form bekannt, wobei jedoch nie vollständig übereinstimmende Pollenformen beschrieben werden. So unterscheiden sich die von THIELE-PFEIFFER (1988),

NICKEL (1996b) und HAMMER-SCHIEMANN (1998) abgebildeten Exemplare vor allem in der Ausbildung des Retikulums und in der Form und Größe der Poren, so daß die Form zumeist lediglich als cf. *eofagoides* bezeichnet wird. Auch die in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundenen Exemplare stimmen nicht völlig mit den von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) beschriebenen Formen überein, da das Retikulum feiner ist.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän

Angaben nach KRUTZSCH & VANHOORNE (1977), THIELE-PFEIFFER (1988), NICKEL (1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Nach NICKEL (1996b) kommen neben den Rubiaceen-Gattungen *Oldenlandia* und *Hedyotis* auch Meliaceen (z. B. Gattung *Dysoxylum*) als Pollenlieferanten in Frage. Die von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) durch die Namengebung hergestellte Beziehung zu den Fagaceen ist offen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist sehr selten in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe gefunden worden. Lediglich im Zwischenmittel 4/5 (Profil J) erscheint die Form etwas regelmäßiger, kann aber wiederum nur in Einzelexemplaren beobachtet werden.

(131) *Tricolporopollenites vancampoae* KEDVES 1964

Taf. 10, Fig. 12 und 13a, b

1964 *Tricolporopollenites vancampoae* n. fsp. – KEDVES, S. 198 und Taf. 1, Fig. 7 – 10 (Csolnok, Becken von Dorog, Ungarn; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollen mit kugelig bis eiförmiger Gestalt und glatter Exine. Charakteristisch sind die extrem kurzen Colpi und die sehr großen, ca. 8 µm weiten, kreisrunden bis rechteckigen Endoporen, die deutlich über die Cavernae hinausgreifen. Die Form wird im Durchmesser etwa 30 × 40 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän – Mitteleozän

Angaben nach KEDVES (1964) und GRUAS-CAVAGNETTO (1978).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Nach KEDVES (1964) kommt die Gattung *Monotes* aus der Familie der Dipterocarpaceen in Betracht, deren Pollen allerdings nach NICKEL (1996b) mit den fossilen Formen nur sehr entfernte Ähnlichkeit besitzen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist selten in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe gefunden worden.

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf erscheint die Form lediglich im unteren Zwischenmittel und fehlt im Unterflöz sowie dem Viktoria-Flöz. Im Zwischenmittel sind ebenfalls lediglich Einzelexemplare beobachtet worden (NATGE-EFOGHE 1997).

(132) *Tricolporopollenites cf. megaporatus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977

Taf. 10, Fig. 14

1977 *Tricolporopollenites megaporatus* n. fsp.- KRUTZSCH & VANHOORNE, S. 87 und Taf. 38, Fig. 8 - 13 (Belgien, Bohrung Loksbergen; Oberes Landenien, Pg.-Zone 11, Untereozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit einer länglich-ovalen Figura und leicht abgeplatteten Polkappen. Die 20 × 37 µm große Form hat eine glatte bis unregelmäßig feinstrukturierte Exine, die Wand ist 1 – 1,5 µm dick. Die Colpen sind sehr schmal und reichen bis knapp unter die Pole. Charakteristisch sind sehr große Poren, die eine Größe von ca. 8 µm Breite und ca. 5 µm Höhe erreichen.

**Bemerkungen:** Analog zu HAMMER-SCHIEMANN (1998) wird die Form als cf. *megaporatus* bezeichnet, da auf Grund der undeutlichen Originalfotos eine absolute Übereinstimmung nicht festzustellen ist (vgl. KRUTZSCH & VANHOORNE 1977, Taf. 38, Fig. 8 – 13). Allerdings kann auf Grund der Diagnose und der zugehörigen Zeichnung (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977, S. 56, Abb. 85) von einer Zugehörigkeit zur Art ausgegangen werden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Untereozän - Mitteleozän

Die Form ist aus dem Untereozän von Belgien (Loksbergen) sowie einigen anderen alteoziänen Fundpunkten bekannt (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977). Auch im Untereozän der Helmstedter Unterflözgruppe erscheint die Form (HAMMER-SCHIEHMANN 1998).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Diese triporate Form weist zwar Ähnlichkeiten zu den sapotaceoiden Formen auf, eine Zugehörigkeit zu den Sapotaceen ist aber auf Grund des Feinbaus der Pollenform nicht wahrscheinlich (KRUTZSCH & VANHOORNE 1977).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt lediglich mit einem Exemplar im Zwischenmittel 4/5 vor (Profil J, Probe J/10) und ist somit der jüngste bekannte Nachweis dieser Art. Allerdings können weitere Exemplare durchaus bei den Sapotaceen eingeordnet worden sein, da bei unklarer Lage nicht immer tricolporate und tetracolporate Formen unterschieden werden können, so daß die von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) beobachteten Ähnlichkeiten zu den sapotaceoiden Formen durchaus zu Verwechslungen zwischen *T. megaporatus* und tetracolporaten Sapotaceenpollen führen können.

(133) *Tricolporopollenites crassostratus* NICKEL 1996b  
Taf. 10, Fig. 15a, b und 16a, b

1996b *Tricolporopollenites crassostratus* n. sp. - NICKEL, S. 63 und Taf. 11, Fig. 10 – 13, 14 - 18 (Eckfelder Ölschiefer; Mitteleozän, Pg.-Zone 15).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit einer rundlichen bis bikonischen Figura und einer kräftigen striaten Skulptur, die in Längsrichtung verläuft. Die Breite einer Leiste liegt bei ca. 0,5 – 1 µm, die Täler sind relativ schmal. Verzweigungen der einzelnen Leisten sind häufig. Auf Grund der Skulptur sind die ovalen bis rechteckigen Poren kaum zu erkennen. Die Exine wird ca. 2µm dick, die Form etwa 20 × 25 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteleozän

Die Form ist bisher nur im Mitteleozän von Eckfeld mit zwei Exemplaren beobachtet worden (NICKEL 1996b)

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Solanaceae?; Gattung *Datura*?

Nach NICKEL (1996b) kommen einige rezente *Datura*-Arten in Frage, aber auch die Pollen der Gentianaceen (z. B. *Gentiana parviflora*) und vor allem der Caesalpiniaceen (z. B. *Cryptosepalum maraviense*) sind in Betracht zu ziehen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt mit wenigen Exemplaren in den Liegend-schichten und Zwischenmitteln der Wulfersdorfer Flözgruppe vor.

(134) *Tricolporopollenites cognitus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1961  
Taf. 10, Fig. 17

- 1934 *Pollenites cognitus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 81, Taf 4, nur Fig. 4 (Geiseltal, Mitteleozän, kleinere Form 23 µm).  
1953 *Subtriporopollenites scissus* n. sp. (PFLUG) – THOMSON & PFLUG, S. 87, Taf. 9; Fig 76 – 77 (Helmstedter Oberflöze, Mitteleozän).  
1961 *Tricolporopollenites cognitus* (R. POTONIÉ 1934) n. comb. – KRUTZSCH, S. 321/322 (taxonomische Revision und Synonymie).

**Beschreibung:** Kugelige, tricolporate Pollen, die durch äquatorial gelegene, meridional gestreckte und etwa 12 µm lange Colpen gekennzeichnet sind. Die Exine besitzt eine baculate Struktur, bei der die Stäbchen bis 2 µm lang sind. Die durchschnittliche Größe dieser Form liegt bei 30 µm.

**Bemerkungen:** Die Form ist bereits von THOMSON & PFLUG (1953) aus der Helmstedter Oberflözgruppe beschrieben worden und in die Gattung *Subtriporopollenites* eingeordnet worden. Die Autoren erkannten aber bereits die unsichere systematische Stellung dieser Form, die als *S. scissus* beschrieben wurde. Nach KRUTZSCH (1961) ist die Form auf Grund einer relativ kurzen C-Achse zumeist nur in Pollage zu finden und zeigt dann habituelle Ähnlichkeiten zu anderen Formen, so daß manche Autoren die Form zur Gattung *Subtriporopollenites* oder gar zur Gattung *Intratiporopollenites* (vgl. THOMSON & PFLUG 1953, Taf. 10, Fig. 23) gestellt haben. Die von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) in Belgien gefundene Form ist mit 60 – 70 µm wesentlich größer als die in Helmstedt gefundene Form, so daß die von den Autoren in Erwägung gezogene Untergliederung nach Größe in diesem Fall durchaus angebracht erscheint.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Unteroligozän

Angaben nach KRUTZSCH (1957, 1961) und KRUTZSCH & VANHOORNE (1977). In Messel und Eckfeld fehlt die Form.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Bisher liegen keine Aussagen über eine botanische Zugehörigkeit vor. Die Form wird von THOMSON & PFLUG (1953) als „typisches Bruchwaldelement“ bezeichnet.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist regelmäßig in der Wulfersdorfer Flözgruppe anzutreffen, kommt dabei aber nie zahlreich in den Proben vor (vgl. HAMMER 1996). Lediglich in Probe C/8 (Flöz 6) wird ein Wert von 4,4% erlangt.

Auch in der Westmulde ist die Form im Viktoria-Flöz, im Unterflöz und im Zwischenmittel regelmäßig mit Einzelexemplaren zu finden (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(135) *Tricolporopollenites* sp. 1 (*Avicennia*-Typ)

Taf. 10, Fig. 18a, b und 19a, b, c

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit kugelige Gestalt, die als charakteristisches Merkmal eine sehr kräftige retikulata Exine aufweist. Die Maschenweite ist unregelmäßig und liegt in der Äquatorregion zwischen 1 und 1,5 µm, an den Polen bei 2 µm. Die mittelgroßen Pollen werden im Durchschnitt 35 µm groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Neben den Funden aus der Helmstedter Oberflözgruppe sind auch aus anderen mitteleozänen Ablagerungen wie dem Bartonien in Nordspanien (CAVAGNETTO & ANADÓN 1995) Pollen von *Avicennia* beobachtet worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Avicenniaceae; Gattung Avicennia

Von der Größe des Pollens und der Art und Ausbildung des Retikulums entspricht der in Helmstedt gefundene Pollentyp den Pollen der rezenten Art *Avicennia alba* (vgl. CAVAGNETTO & ANADÓN 1995, Pl. 2, Fig. 12 – 14 und 16 – 20). Die Arten *A. marina* und *A. nitida* kommen auf Grund der kleineren und feiner retikulaten Pollen als Mutterpflanze nicht in Frage.

*Avicennia*-Arten gehören zu den wichtigsten Mangroven-Gehölzen der Welt (HEYWOOD 1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Pollen dieses Typs fehlen in den Kohleflözen und sind lediglich auf die Zwischenmittel beschränkt, wo sie zumeist in Einzelexemplaren erscheinen. Lediglich in Profil A aus den Liegendschichten werden mit bis zu 25% sogar Massenwerte dieser Form verzeichnet. Auch im kohligen Band im Zwischenmittel 4/5 kann diese Form flächenhaft beobachtet werden.

(136) *Tricolporopollenites* sp. 2 (*Linum*-Typ)

Taf. 11, Fig. 1a, b und 2a, b

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit clavater bis gemmater Skulptur. Die Keulchen sind sehr gleichmäßig auf der Exine verteilt. Auf Grund der Skulpturelemente ist der Germinalbau im allgemeinen nicht zu erkennen. Die durchschnittlich 40 µm großen Pollen sind überwiegend in Pollagen gefunden worden (Taf. 11, Fig. 1a, b), seltener in Seitenansicht (Taf. 11, Fig. 2a, b).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Die Form ist im Mitteleozän der Helmstedter Oberflözgruppe in fast allen Horizonten nachgewiesen worden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Linaceae; Gattung *Linum* L.

Die Form stimmt nahezu mit den Pollen der rezenten Linaceen-Gattung *Linum cathartium* überein (vgl. MOORE et al 1991, Taf. 38, Fig. G). Die Linaceen sind eine kleine aber weitverbreitete Familie von Kräutern und Sträuchern, die vor allem in den gemäßigten Zonen, mit einigen Arten aber auch in den Tropen vorkommt. Die Gattung *Linum* wächst zumeist in den warmen Mittelmeergebieten (HEYWOOD 1982).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt in der Wulfersdorfer Flözgruppe gelegentlich mit Einzelexemplaren vor (vgl. HAMMER 1996). Auch aus dem unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf (Westmulde) sind einzelne Nachweise bekannt (NATGE-EFOGHE 1997).

(137) *Tricolporopollenites* sp. 3

Taf. 11, Fig. 3a, b

**Beschreibung:** Eine tricolporate Pollenform mit einer breit-ovalen Figura und leicht zugespitzten Polkappen. Die Exine ist feinretikulat strukturiert, die kräftigen Colpen erreichen die Pole und sind durch verdickte Cavernae und große Poren gekennzeichnet. Die Form wird  $13 \times 25 \mu\text{m}$  groß.

**Bemerkungen:** Die Form stimmt mit der von THIELE-PFEIFFER (1980, Taf. 17, Fig. 12 – 15) nicht näher bestimmten Form nahezu überein. Lediglich die Größenverhältnisse unterscheiden sich.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Falls die in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundenen Exemplare mit der von THIELE-PFEIFFER (1980) beschriebenen Form identisch sind, kann von einer langen Reichweite zumindest vom Mitteleozän bis ins Untermiozän ausgegangen werden.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist sehr selten in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet worden.

(138) *Tricolporopollenites* sp. 4

Taf. 11, Fig. 4a, b

**Beschreibung:** Eine tricolporate Pollenform von breit-ovaler Gestalt und leicht zugespitzten Polkappen. Die Form ist  $20 \times 25 \mu\text{m}$  groß und durch eine regelmäßige Columellaschicht gekennzeichnet, die aus dicht stehenden  $1 \mu\text{m}$  langen Elementen besteht, so daß eine punktate Struktur in der Aufsicht erscheint. Mit  $2 - 3 \mu\text{m}$  Dicke ist die Wand relativ stark. Die kräftigen Colpen erreichen die Pole und sind durch wenig verdickte Cavernae und  $5 \mu\text{m}$  breite und  $3 \mu\text{m}$  hohe Poren gekennzeichnet.

**Bemerkungen:** THIELE-PFEIFFER (1988) beschreibt eine ähnliche Form aus dem Mitteleozän von Messel, die mit dem Exemplar aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bis auf die Größe nahezu übereinstimmt und bezeichnet die Form als *T. cf. quercioides*. Allerdings besteht nur geringe Übereinstimmung zu *T. quercioides*, welche von KRUTZSCH & VANHOORNE (1977) beschrieben wurde und wesentliche Unterschiede in der Größe und dem Bau der Exine aufweist. Weitere ähnliche Exemplare, die aber eine weniger stark skulptierte Exine aufweisen, sind aus Nordamerika beschrieben worden, ohne jedoch genauer bestimmt worden zu sein (ELSIK & DILCHER 1974, Taf. 30, Fig. 131 – 132; POTTER 1976, Taf. 3, Fig. 44, 45).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Bisher war die Form aus dem Mitteleozän von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und von Nordamerika (ELSIK & DILCHER 1974; POTTER 1976) bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist nur durch ein Einzelexemplar in Flöz 6 (Profil E, Probe E/12) in der Wulfersdorfer Flözgruppe nachgewiesen.

(139) *Tricolporopollenites* sp. 5

Taf. 11, Fig. 5a, b

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform von ovaler Gestalt und leicht zugespitzten Polkappen. Charakteristisch sind die feinretikulata Exine und die als ca.  $5 - 7 \mu\text{m}$  langen Rugen ausgebildeten Poren. Die Form wird  $25 \times 35 \mu\text{m}$  groß.

**Bemerkungen:** Auf Grund der Struktur der Exine ist die Form deutlich von der glatten Form (142) *Zonocostites ramonae* Typ B zu unterscheiden, die einen ähnlichen Germinalbau aufweist. Auffällig ist jedoch das gemeinsame Auftreten dieser Formen in einer Probe.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Bisher ist die Form nur aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist nur durch ein Einzelexemplar in den Liegendschichten (Profil B, Probe B/13) in der Wulfersdorfer Flözgruppe nachgewiesen.

(140) *Tricolporopollenites* sp. 6

Taf. 11, Fig. 6

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit einer eiförmigen Figura und einer glatten bis schwach punktiert strukturierten Exine von ca. 2 µm Dicke. Die Colpen sind sehr kurz und erreichen die Pole nicht. Die 8 µm großen kreisrunden Exoporen greifen über die wenig verdickten Cavernen hinaus. Die Form wird 35 × 40 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Form weist auf Grund des Porenbaus und der extrem kurzen Colpen Ähnlichkeiten mit (131) *T. vancampoeae* auf. Allerdings fehlt bei der hier beschriebenen Form die deutliche Columella-Schicht, die typisch für *T. vancampoeae* ist.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Bisher ist die Form nur aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bekannt.

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist nur durch ein Einzelexemplar in Flöz 5 (Profil H, Probe H/13) in der Wulfersdorfer Flözgruppe nachgewiesen.

Gattung *Zonocostites* GERMERAAD, HOPPING & MULLER 1968

(141) *Zonocostites ramonae* GERMERAAD, HOPPING & MULLER 1968 **Typ A**

Taf. 11, Fig. 7a, b; 8a, b und 9a, b

(142) *Zonocostites ramonae* GERMERAAD, HOPPING & MULLER 1968 **Typ B**

Taf. 11, Fig. 10a, b

1968 *Zonocostites ramonae* nov. sp. - GERMERAAD, HOPPING & MULLER, S. 333 und Taf. 15, Fig. 6 – 7 (Trinidad; Eozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollen mit einer rundlichen bis breit-ovalen Figura, halbkreisförmigen Polkappen und einer glatten bis feinretikulaten Exine, die 2 – 3 µm dick wird. Charakteristisch sind jedoch die Poren, die als lange Äquatorialrugen ausgebildet sind, miteinander kommunizieren und so eine äquatoriale Zone bilden. Es lassen sich zwei Typen unterscheiden. Typ A erreicht Größen von ca. 27 × 30 µm und besitzt breite Äquatorialrugen, aber nur extrem kurze Colpen. Dagegen ist Typ B mit 20 × 23 µm wesentlich kleiner und zeigt nur sehr schmale Rugen. Die Colpen sind deutlich länger als beim Typ A.

**Bemerkungen:** Die Germinalausbildung ist typisch für Pollen der Gattung *Rhizophora*. Die Pollenform ist allerdings sehr variabel, speziell in der Größe der Form und der Struktur der Exine. Versuche, Subtypen in Anlehnung an rezente *Rhizophora*-Arten zu unterscheiden sind nach GERMERAAD et al. (1968) sinnlos.

Ähnliche Porenverhältnisse finden sich aber auch bei *T. mansfeldensis* KRUTZSCH 1969. Die beiden Formen sind schwer voneinander zu trennen und unterscheiden. KRUTZSCH (1970c) hält dann auch *T. mansfeldensis* für eine Rhizophoraceen-Form, weist allerdings bereits darauf hin, daß die Form auch an Fundpunkten vorkommt, an denen keine Mangroven verbreitet waren. Als Beispiel ist das Mitteleozän von Messel zu nennen. Nach THIELE-PFEIFFER (1988) können auch Verbenaceen (Gattung *Lippia*), Rutaceen, Euphorbiaceen (Gattungen *Homonia*, *Mallothus*) oder Solanaceen als Mutterpflanzen von *T. mansfeldensis* in Frage kommen.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** unbekannt

Auf Grund der Trennung von *T. mansfeldensis* ist die stratigraphische Verbreitung neben der Helmstedter Oberflözgruppe in Mitteleuropa unbekannt, es ist aber davon auszugehen, daß die Form auch in anderen Fundpunkten zwischen den Pg.-Zonen 2 und 15, also vom Unterpaläozän bis ins Mitteleozän (KRUTZSCH 1970c) anzutreffen ist. *Zonocostites ramonae* ist im außereuropäischen Bereich (z. B. Nigeria, Borneo, Karibik) seit dem Eozän bekannt, häufiger aber erst seit der Oligozän/Miozän-Grenze zu beobachten (GERMERAAD et al. 1968).



**Botanische Zugehörigkeit:** Familie *Rhizophoraceae*; Gattung *Rhizophora*

Nach GERMERAAD et al. (1968) kommen verschiedene Arten von *Rhizophora* in Frage, aber auch andere Gattungen der Rhizophoraceen wie *Bruguiera*, *Ceriops* und *Carallia* können als Mutterpflanzen nicht ausgeschlossen werden, da zwar deutliche spezifische Unterschiede zwischen den Pollen dieser Gattungen bestehen, diese jedoch fossil auf Grund der Erhaltung nicht beobachtet werden können.

Zumindest die schwach skulptierten Formen von *Z. ramonae* könnten mit *Rhizophora stylosa* (MULLER & CARATINI 1977, Taf. 1, Fig. 5 – 8) und *Rhizophora mucronata* (GERMERAAD et al. 1968, Taf. 15, Fig. 8 – 9) in Verbindung gebracht werden.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Typ A kommt gehäuft und regelmäßig besonders in den Liegendschichten vor und ist dort mit anderen Mangroveelementen assoziiert. Weitere Vorkommen sind in den Proben aus dem kohligen Band im Zwischenmittel 4/5 zu beobachten. Typ B ist ein Einzelexemplar aus dem Profil B (Probe B/13).

Gattung *Spinaepollis* KRUTZSCH 1961

(143) *Spinaepollis spinosus* (R. POTONIÉ 1931a) KRUTZSCH 1961  
Taf. 11, Fig. 11a, b

1931a *Pollenites spinosus* n. sp. – POTONIÉ, S. 328 und Taf. 1, nur Fig. 29 – 30 (Geiseltal; Miozän).

1961 *Spinaepollis spinosus* n. comb. – KRUTZSCH, S. 323 (ohne Abb., taxonomische Revision).

**Beschreibung:** Oval-linsenförmige bis rundliche Pollen mit drei Germinalien, die aus Colpen und möglicherweise aus Poren bestehen. Die Pollenform besitzt eine rundliche bis konvex-dreieckige Äquatorkontur, wobei die Germinalien oft klaffend sind. Die Exine ist dicht mit Elementen besetzt, die an der Basis dreieckig sind und oben mit einer aufgesetzten Spitze enden. Meist sind diese Elemente kreisförmig zu je 4 – 6 angeordnet. Die Pollen erreichen einen Durchmesser von 30 µm.

**Bemerkungen:** Durch die ausgeprägte Skulptur konnte der genaue Bau der Germinalien nach KRUTZSCH (1961) bisher nicht geklärt werden. Vor allem jüngere Formen scheinen zumeist multiporat und nicht tricolporat zu sein.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Unteroligozän

Nach KRUTZSCH (1961) kommt die Form vom Paläozän (Hannoversches Bild) bis zum Obereozän vor, wobei die Hauptverbreitung im Eozän liegt. Nachweise aus dem Unteroligozän sind sehr selten (NICKEL 1996b).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie *Euphorbiaceae* (?); Gattung unbekannt

Eine ähnliche Skulptur zeigen die Pollen der Euphorbiaceen-Gattungen *Croton* und *Jatropha* (NICKEL 1996b). Allerdings sind beide Pollen inaperturat. Die bei der fossilen Form beobachtete Kombination von Skulptur- und Germinalbau ist bei rezenten Formen nicht bekannt.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Pollen treten in der Wulfersdorfer Flözgruppe zumeist nur sporadisch auf. Lediglich im unteren Teil der Abfolge, also den Liegendschichten und dem Flöz 6, sind die Nachweise etwas regelmäßiger, wobei auch dort keine hohen Werte erzielt werden. HAMMER (1996) berichtet dagegen von durchgängigen Nachweisen im Flöz 4, wobei jedoch ebenfalls nur Einzelexemplare beobachtet wurden.

Interessanterweise fehlen Nachweise aus den Ablagerungen der Westmulde.

Gattung *Nyssapollenites* THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960

(144) *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIÉ 1931c) NAGY 1969 ssp. *analepticus* (R. POTONIÉ 1934) NAGY 1969  
Taf. 11, Fig. 12

1931c *Pollenites kruschi* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 4 und S. 3, Abb. 11 (Beisselsgrube oder Babina; Miozän).

1934 *Pollenites kruschi analepticus* n. f. – R. POTONIÉ, S. 65 (ohne Abb.; Geiseltal, Miozän).

1969 *Nyssapollenites kruschi* (R. POT. 1934) ssp. *analepticus* (R. POT. 1934) n. c. – NAGY, S. 409 (ohne Abb.; Ungarn, Mecsek-Berge; Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit runder bis eiförmiger Gestalt und charakteristischen deutlichen, runden und am Rande verdickten Poren, die von der Caverna umschrieben werden. Die Exine ist glatt bis sehr

fein regulat strukturiert. Die Exemplare werden ca.  $15 \times 25 \mu\text{m}$  groß und bilden damit die kleinste Form der *Nyssapollenites kruschi*-Gruppe.

**Bemerkungen:** THOMSON & PFLUG (1953) trennen verschiedene Unterarten von *Nyssapollenites kruschi*, die sich hauptsächlich durch die Größe voneinander unterscheiden. Allerdings sind Übergangsformen nicht selten, so daß die beiden aus der Wulfersdorfer Flözgruppe beschriebenen Unterarten gemeinsam ausgezählt wurden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Miozän

Nach KRUTZSCH, PCHALEK & SPIGLER (1960) und KEDVES (1982) kommt die Form bereits im Paläozän vor, sonst vom Untereozän bis zum Miozän (THOMSON & PFLUG 1953; KEDVES 1978; ROCHE 1982; THIELE-PFEIFFER 1988; u. a.). Insgesamt gesehen ist *Nyssapollenites* eine für das Tertiär charakteristische Pollenform, die an den meisten Fundpunkten vorkommt, wobei die Häufigkeiten allerdings sehr unterschiedlich sind (THIELE-PFEIFFER 1980).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Nyssaceae; Gattung *Nyssa* L.

Angaben nach THIELE-PFEIFFER (1980, 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Pollenform kommt in nahezu allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor und ist mit Höchstwerten bis 4% relativ häufig vertreten. Allerdings ist eine abnehmende Tendenz im Auftreten von den Liegendschichten zum Flöz 5 deutlich erkennbar. Auch im Flöz 4 sind die Formen regelmäßig, zumeist aber nur mit Einzelexemplaren vertreten (HAMMER 1996).

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf ist im Prinzip eine ähnliche Entwicklung zu beobachten. Im Unterflöz ist die Form teilweise sehr häufig (SCHIAMANN 1994), nimmt in ihrer Verbreitung über das Zwischenmittel bis zum Viktoria-Flöz jedoch deutlich ab (EBE 1992; NATGE-EFOGHE 1997).

(145) *Nyssapollenites kruschi* (R. POTONIÉ 1931c) R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950 ssp. *accessorius* (R. POTONIÉ 1934) R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950 ex SIMONCSICS 1969  
Taf. 11, Fig. 13 a, b und 15a, b, c

1931c *Pollenites kruschi* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 4 und S. 3, Abb. 11 (Beisselsgrube oder Babina; Miozän).

1934 *Pollenites kruschi accessorius* n. f. – R. POTONIÉ, S. 65 und Taf. 6, Fig. 9 (Geiseltal, Grube Cecilie; Mitteleozän).

1950 *Nyssa-poll. (kruschi) accessorius* R. Pot. – R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART, S. 59 und Taf. B, Fig. 48 (Walleisen; Pliozän).

**Beschreibung:** Ähnliche Form wie (144) *N. kruschi analepticus*, jedoch deutlich größer. Die länglich-ovalen Exemplare erreichen Größen von  $25 \times 35 \mu\text{m}$ , die rundlichen Durchmesser bis  $30 \mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1957).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Nyssaceae; Gattung *Nyssa* L.

Angaben nach THIELE-PFEIFFER (1980, 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (144) *N. kruschi analepticus*.

Gattung *Ilexpollenites* THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960

(146) *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIÉ 1931d) THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960  
Taf. 11, Fig. 14a, b

1931d *Pollenites iliacus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 556, Abb. 5 (Ville, Beisselsgrube, Rhein. Braunkohle; Miozän).

1937 *Ilex-pollenites iliacus* R. POT. – THIERGART, S. 321 und Taf. 25, Fig. 30 (Grube Marga bei Senftenberg, Niederlausitz; Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit clavater Skulptur. Die kugelköpfigen Keulchen sind gleichmäßig auf der Exine verteilt und werden zu den Polen hin größer und breiter. Auf Grund der Skulptur sind die schmalen Colpen mit dem runden Exoporus kaum zu erkennen. Die Pollen besitzen eine kugelige bis ellipsoide Gestalt und werden 20 bis  $30 \mu\text{m}$  groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – rezent

Die Form ist ein Durchläufer vom Untereozän bis rezent (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957). Die Hauptverbreitung liegt im Miozän (KRUTZSCH 1957).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Aquifoliaceae; Gattung *Ilex* L.  
Angaben nach THIELE-PFEIFFER (1980, 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Auch die Gattung *Ilexpollenites* tritt in allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auf, ist dabei sehr regelmäßig vertreten und erreicht zumeist Werte zwischen 1 und 4% (vgl. HAMMER 1996). Zwischen dem Auftreten in den Flözen und Zwischenmitteln bzw. Liegendschichten besteht kein Unterschied.

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf tritt die Form besonders im Unterflöz der Oberflözgruppe weitaus häufiger auf (SCHIEHMANN 1994). Werte zwischen 6 und 14% sind keine Seltenheit. Im Zwischenmittel und im Viktoria-Flöz gehen die Werte etwas zurück, doch sind auch dort die Pollen noch relativ häufig (EBE 1992; NATGE-EFOGHE 1997).

(147) *Ilexpollenites margaritatus* (R. POTONIÉ 1931a) THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960  
Taf. 11, Fig. 16a, b und 17

1931a *Pollenites margaritatus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 332 und Taf. I, Fig. 32 und 33 (Geiseltal, Grube Cecilie; Mitteleozän).

1937 *Ilex-pollenites margaritatus* R. POT. – THIERGART, S. 321 und Taf. 25, Fig. 27 – 29 (Grube Marga bei Senftenberg, Niederlausitzer Braunkohle; Miozän).

**Beschreibung:** Tricolporate Pollenform mit clavater Skulptur. Die Keulen sind gleichmäßig auf der Exine verteilt, aber im Gegensatz zu (146) *I. iliacus* sehr viel feiner, kürzer und nicht kugelförmig, sondern stäbchenförmig entwickelt. Die Pollen besitzen zumeist eine ellipsoide Figura und werden 20 bis 25 µm groß.

**Bemerkungen:** Die Pollen der Gattung *Ilexpollenites* sind auf Grund der vielen Übergangsformen in der Wulfersdorfer Flözgruppe in der Regel nicht zu trennen. Ähnliches berichtet THIELE-PFEIFFER (1988) aus dem Mitteleozän von Messel. In jungtertiären Ablagerungen sind die Unterschiede zwischen den *iliacus*- und *margaritatus*-Typen deutlicher ausgeprägt (THIELE-PFEIFFER 1980, 1988).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Pliozän

Die Form ist ein Durchläufer vom Oberpaläozän (vgl. KEDVES 1982) bis ins Pliozän (THOMSON & PFLUG 1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Aquifoliaceae; Gattungen *Ilex* L., *Nemopanthus* RAF.

Neben der namensgebenden Form *Ilex* weisen nach THIELE-PFEIFFER (1980) auch die Pollen von *Nemopanthus* auf Grund der feinen Clavae große Ähnlichkeiten mit der fossilen Form auf.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Zwar wurden die Pollen der Gattung *Ilexpollenites* zusammen ausgezählt, doch sind die Formen mit den feinen Clavae (*I. margaritatus*) im allgemeinen deutlich seltener als die Formen mit großen und breiten Clavae (*I. iliacus*). Siehe auch bei (146) *I. iliacus*.

Gattung *Reticulataepollis* KRUTZSCH 1959a

(148) *Reticulataepollis intergranulatus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1959a  
Taf. 11, Fig. 18a, b

1934 *Sporites intergranulatus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 43 und Taf. 6, Fig. 2 (Geiseltal, Grube Cecilie; Mitteleozän).

1959a *Reticulataepollis intergranulatus* (R. POT. 1934) n. comb. – KRUTZSCH, S. 242 und Taf. XLVIII, Fig. 600 – 612 (Geiseltal, Tagebau Neumark-West; Mitteleozän).

**Beschreibung:** Pollenform mit kräftiger Netzkulptur, die teilweise unterbrochen ist. Die Wand ist dreischichtig, wobei die äußere Schicht die Skulpturelemente bildet, die nach KRUTZSCH (1959a) als hochgezogene und miteinander verwachsene „Hautfalten“ zu deuten sind. Ihre Höhe beträgt zwischen 3 und 5 µm. Die Größe der mehr oder weniger kugeligen Pollenform liegt im Durchschnitt bei 30 µm.

**Bemerkungen:** Die systematische Stellung dieser Form zu den Longaxonern ist nicht gesichert, da Germinalien in der Regel nicht zu erkennen sind (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän

Nach KRUTZSCH (1959a, 1970c) ist die Form selten im Untereozän, regelmäßig im Mitteleozän und reicht bis ins Obereozän (Pg.-Zonen 13a bis 18). Die Form ist auch aus dem Mitteleozän von Messel bekannt (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie unbekannt; Gattung unbekannt

Zwar weist KRUTZSCH (1959a) auf bestimmte Euphorbiaceen hin, doch kommen ähnliche Formen auch bei den Icacinaceen (Gattung *Gonocaryum*), Myristicaceen (Gattung *Myristica*) und Nyctaginaceen (Gattung *Bougainvillea*) vor (THIELE-PFEIFFER 1988).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt lediglich mit wenigen Exemplaren in den Profilen aus Flöz 6 und noch seltener in Flöz 5 vor. Im Flöz 4 sowie den Zwischenmitteln fehlt sie völlig. Lediglich NATGE-EFOGHE (1997) hat im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf weitere Einzelexemplare dieser Art beobachten können.

Gattung *Tetracolporopollenites* THOMSON & PFLUG 1953

(149) *Tetracolporopollenites sapotooides* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 12, Fig. 1a, b und 2a, b

1953 *Tetracolporopollenites sapotooides* n. sp. (PF. & TH.) – THOMSON & PFLUG, S. 110 und Taf. 15, Fig. 6 – 12 (Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Borken, Obereozän; Ville, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Große tetracolporate Pollenform mit ovaler Kontur und dunkelgefärbter, kräftiger und starrer Exine sowie unterhalbkugeligen Polkappen. Die Colpen sind schmal und lang, während die deutlichen Poren sehr groß, elliptisch und äquatorial gestreckt sind. Die Pollen werden bei einem Breitenlängenindex von 0,8 etwa  $28 \times 35 \mu\text{m}$  groß.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Mittelmiozän

Die Form kommt als Sammelart vom Untereozän bis ins Mittelmiozän vor (THOMSON & PFLUG 1953; THIELE-PFEIFFER 1980, 1988), erreicht ihre Hauptverbreitung aber im Mitteleozän (KRUTZSCH 1957, 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sapotaceae; Gattungen *Pouteria* (?), *Xantolis* (?), *Planchonella* (?)

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) zeigt besonders die rezente Art *Planchonella duclitan* Ähnlichkeiten mit der fossilen Form, THIELE-PFEIFFER (1988) weist dagegen auf *Pouteria* und *Xantolis* als Pollenlieferanten hin, so daß letztendlich keine eindeutige Gattungszugehörigkeit vorhanden ist.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Sapotaceen-Pollen sind relativ häufig in der Wulfersdorfer Flözgruppe, wobei innerhalb der Flöze die Formen deutlich häufiger erscheinen als in den Zwischenmitteln, wo die Sapotaceen zwar ebenfalls regelmäßig vorkommen, Werte über 2% aber die Ausnahme sind. In den Flözen dagegen liegen die Werte zumeist um 5% und maximal bei 15,1% in Profil D (vgl. HAMMER 1996).

*T. sapotooides* ist unter den Sapotaceen-Pollen in der Wulfersdorfer Flözgruppe die häufigste und kommt nahezu in jeder Probe vor.

In der Westmulde im Tagebau Alversdorf sind die Sapotaceen-Pollen im Unterflöz sowie im folgenden Zwischenmittel relativ selten, erreichen in manchen Proben zwar Werte über 3%, fehlen aber auch in einer ganzen Reihe von Proben völlig (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997). Lediglich im Viktoria-Flöz ist wieder eine höhere Anzahl dieser Pollen zu beobachten (EBE 1992).

(150) *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POTONIÉ 1931c) THOMSON & PFLUG 1953

ssp. *contractus* PFLUG 1953a

Taf. 12, Fig. 3a, b

1931c *Pollenites manifestus* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 3, Abb. 30 und S. 5 (Beisselsgrube, Rheinische Braunkohle; Miozän).

1953a *Tetracolporopollenites manifestus* (R. POT) n. comb. (b) Subsp. *contractus* n. subsp. (PF.) – PFLUG in THOMSON & PFLUG, S. 110, 111 und Taf. 15, Fig. 37 – 42 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Helmstedter Oberflözgruppe, Mitteleozän; Borken, Obereozän; Ville, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Tetracolporate Pollen mit halbkreisförmiger Polkappenkontur. Der Hauptporus ist elliptisch und äquatorial gestreckt ausgebildet. Die gerade Seitenlinie des Pollens ist gewöhnlich durch einen Exopapillus ge-

kennzeichnet. Bei einem Breitenlängenindex von 0,7 wird die Pollenform etwa  $18 \times 25 \mu\text{m}$  groß. Nach THOMSON & PFLUG (1953) können manche Pollen dieser Art auch tricolporat sein.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Mittelmiozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sapotaceae; Gattungen *Mastichodendron* (?), *Sacrosperma* (?), *Planchonella* (?)

Angaben nach THIELE-PFEIFFER (1980).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist unter den Sapotaceen-Pollen in der Wulfersdorfer Flözgruppe relativ häufig und kommt nahezu in jeder Probe vor. Siehe auch unter (149) *T. sapotooides*.

(151) *Tetracolporopollenites kirchheimeri* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 12, Fig. 4, 5

1953 *Tetracolporopollenites kirchheimeri* n. sp. (PF. & TH.) – THOMSON & PFLUG, S. 109f. und Taf. 15, Fig. 13 – 21 (Helmstedter Unterflözgruppe, Untereozän; Borken, Obereozän; Eschweiler, Oberoligozän; Ville, Rheinische Braunkohle, Miozän).

**Beschreibung:** Tetracolporate Pollenform mit einer doppelkegelförmigen Figur und abgeplatteten Polen. Der Exoporus ist kreisförmig bis elliptisch, der Endoporus als lange Äquatorialrüge ausgebildet. Die Colpen sind schmal und haben besonders im Porenbereich kräftige Costae. Die Größe der Form liegt bei  $25 \times 36 \mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mittelmiozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sapotaceae; Gattungen *Pouteria* (?), *Pichonia* (?), *Autranella* (?)

Zu den Angaben siehe NICKEL (1996b).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form ist unter den Sapotaceen-Pollen in der Wulfersdorfer Flözgruppe selten und kommt lediglich mit Einzelexemplaren vor. Siehe auch unter (149) *T. sapotooides*.

(152) *Tetracolporopollenites obscurus* THOMSON & PFLUG 1953

Taf. 12, Fig. 6, 7

1953 *Tetracolporopollenites obscurus* n. sp. (PF. & TH.) – THOMSON & PFLUG, S. 108 und Taf. 14, Fig. 86 – 99 und 102 – 108 (verschiedene eozäne und miozäne Fundpunkte).

**Beschreibung:** Tetracolporate, gedrungen-ovale Form mit einer scheibenförmigen Figura. Die Exoporen sind klein und undeutlich, die Endoporen elliptisch und äquatorial gestreckt. Die Colpen sind kurz und schmal, die Exine ist zumeist glatt, selten chagrenat. Da sehr unterschiedliche Formen in dieser Art zusammengefaßt sind, kann mit einem Längsdurchmesser von 30 bis  $50 \mu\text{m}$  nur eine ungefähre Größe der Pollen angegeben werden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän – Mittelmiozän

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Sapotaceae; Gattungen *Palaquium* (?), *Madhuca* (?), *Manilkara* (?) u. a.

Zu den Angaben siehe NICKEL (1996b). THOMSON & PFLUG (1953) vermuten, daß es sich bei diesen Pollen um nicht ausgereifte und fossilisierte Pollen als Überreste herabgefallener Blüten verschiedener Sapotaceen-Arten gehandelt haben könnte.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** *T. obscurus* kommt in der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig vor, ist dort im allgemeinen aber deutlich seltener als die übrigen hier beschriebenen Sapotaceen-Arten. Siehe auch unter (149) *T. sapotooides*.

(153) *Tetracolporopollenites sculptatus* PACLTOVÁ 1960  
Taf. 12, Fig. 8a, b

1959 *Tetracolporopollenites sculptatus* – PACLTOVÁ, S. 134, 174f. und Taf. 16, Fig. 34 – 35 (Mydlovary, Südböhmen; Miozän).

**Beschreibung:** Tetracolporater Pollen mit kurzer Polachse, so daß die Form fast ausschließlich in Polansicht gefunden wird. Die Figura ist sphäroidisch bis subprolat mit abgeplatteten Polen. Die Exine ist fein retikulat, die Colpen sind kurz und erreichen die Pole nicht. Der Gesamtkörper wird ca. 20 µm groß, die kreisrunden Poren haben einen Durchmesser von 2 µm.

**Bemerkungen:** Die von PACLTOVÁ (1960) abgebildeten Exemplare sind undeutlich. Vermutlich sind mehrere Arten unter dem gleichen Namen abgebildet. Die in der Helmstedter Oberflözgruppe gefundenen Formen stimmen mit der von NICKEL (1996b) aus Eckfeld abgebildeten Form überein.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän - Miozän

Die Form ist mittlerweile neben der Helmstedter Oberflözgruppe auch in anderen mitteleozänen Fundpunkten wie Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) und Eckfeld (NICKEL 1996b) gefunden worden. Außerhalb des Mitteleozäns sind nur miozäne Fundpunkte bekannt (PACLTOVÁ 1960; NAGY 1969; HOCHULI 1978; THIELE-PFEIFFER 1980).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie fraglich, Gattung fraglich

Die von NAGY (1969) zum Vergleich herangezogenen Rutaceen-Gattungen *Aegle* und *Feronia* kommen nach THIELE-PFEIFFER (1980) ebenso wenig in Betracht wie Meliaceen (*Melia*) und Rubiaceen (*Mussaenda*). Zwar sind alle Pollenformen tetracolporat, doch im übrigen morphologisch, z. B. im Germinalbau, deutlich anders aufgebaut, so daß bisher keine gesicherte botanische Zugehörigkeit bekannt ist.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt lediglich in Einzelexemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe vor. Auch NATGE-EFOGHE (1997) konnte in der Westmulde *T. sculptatus* lediglich vereinzelt im unteren Zwischenmittel des Tagebaus Alversdorf nachweisen.

#### 4.2.2.12 Abteilung Tetradites COOKSON 1947

##### Gattung *Droseridites* COOKSON 1947

(154) *Droseridites echinosporus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1961  
Tafel 12, Fig. 9a, 9b

1934 *Sporites echinosporus* n. sp. (*Selaginellaceae*?) – R. POTONIÉ, S. 45 und Taf. 1, Fig. 33, Taf. 6, Fig. 6 (Geiseltal, Grube Cecilie; Mitteleozän)

1959 *Echinatisopris? echinosporus* (R. POT.) n. comb. – KRUTZSCH, S. 135 und Taf. 23, Fig. 252 – 255, Taf. 24, Fig. 256 – 264 (Geiseltal; Mitteleozän).

1961 *Droseridites? echinosporus* (R. POT.) n. comb. – KRUTZSCH, S. 328 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Vier monaperturate Pollen, die zu einer Tetrade vereinigt sind. Die einzelnen Pollenkörner besitzen als charakteristisches Merkmal eine locker echinat besetzte Exine. Die Gesamttetrade hat einen Durchmesser von ca. 25 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Mitteloazän – Mitteloligozän

Das Vorkommen dieser Art ist zwischen den Pg.-Zonen 15 und 18 gesichert (KRUTZSCH 1970c), ältere Nachweise sind unsicher. Die Gattung *Droseridites* ist allerdings vom Untereozän bis zum Miozän in Mitteleuropa verbreitet (KRUTZSCH 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Nepenthaceae; Gattung *Nepenthes*

Die Nepenthaceae sind eine Familie tierfangender, tropischer Kräuter und Sträucher. Alle Arten wachsen an feuchten Standorten in Wäldern und an offenen sumpfigen Stellen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form kommt im oberen und unteren Teil von Flöz 6 vor, wobei nur in einer Probe eine Häufigkeit von mehr als 1% erreicht wird. In anderen Profilen erscheint die Form sehr selten. HAMMER (1996) konnte diese Art in einigen Proben aus Flöz 4 als Einzelexemplare finden.

Auch in einzelnen Horizonten im unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf konnte NATGE-EFOGHE (1997) einige Exemplare dieser Art beobachten.

Gattung *Ericipites* WODEHOUSE 1933

(155) *Ericipites callidus* (R. POTONIÉ 1931a) KRUTZSCH 1970e  
Tafel 12, Fig. 10

1931a *Pollenites callidus* nov. fsp. – R. POTONIÉ, S. 329 und Taf. 2, nur Fig. 27 (Grube Babina II bei Muskau; Miozän).  
1970e *Ericipites callidus* (R. POTONIÉ 1931a) n. comb. – KRUTZSCH, S. 422 und Taf. 54, Fig. 7 - 10 (Neuabbildung aus dem Material R. POTONIÉ 1931a).

**Beschreibung:** Vier tricolporate Pollen, die zu einer Tetrade vereinigt sind. Jedes Korn ist durch einen kurzen Colpus und eine strukturlose, glatte Exine gekennzeichnet. Die gesamte Tetrade hat einen Durchmesser von ca. 20 µm.

**Bemerkungen:** *E. callidus* wurde zusammen mit (156) *E. ericius* ausgezählt, da beide Formen sich lediglich in der Größe unterscheiden.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Paläozän (?), Eozän – rezent

Möglicherweise bereits im Paläozän vorkommend (KEDVES 1982), ist die Form seit dem Eozän verbreitet und besonders in jüngeren Ablagerungen häufiger (THOMSON & PFLUG 1953; KRUTZSCH 1957; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996a, b; u. a.).

Tetraden, die eindeutig der Gattung *Ericipites* zuzuordnen sind, kommen jedoch bereits seit der Oberkreide (Maastricht) in Mitteleuropa vor (KRUTZSCH 1970c).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Ericaceae; Gattung unbekannt

Die Form läßt sich keiner bestimmten Gattung zuordnen. In Betracht kommen *Arbutus*, *Arctous*, *Erica*, *Gaultheria*, *Ledum*, *Lyonia*, *Rhododendron* und *Vaccinium* (THIELE-PFEIFFER 1980).

Ericaceae findet man heute in niederschlagsreichen Gebieten innerhalb der gemäßigten Zone auf überwiegend sauren Böden.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die beiden Formen der Gattung *Ericipites* kommen in nahezu allen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe vor und sind an manchen Stellen, z. B. im oberen Teil von Flöz 6 (Profil C) mit Werten bis 13% sehr häufig. Im allgemeinen sind die Formen innerhalb der Flöze stärker vertreten als in den Zwischenmitteln und Liegendsschichten (vgl. HAMMER 1996).

Auch in der Westmulde erscheinen die Tetraden-Pollen in allen Horizonten regelmäßig, erreichen aber ebenfalls nur in wenigen Proben hohe Werte (EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997).

(156) *Ericipites ericius* (R. POTONIÉ 1931a) R. POTONIÉ 1960  
Tafel 12, Fig. 11 und 12a, b

1931a *Pollenites ericius* nov. fsp. – R. POTONIÉ, S. 329 und Taf. 2, nur Fig. 25 (Grube Babina II bei Muskau; Miozän).  
1960 *Ericipites* (al. *Pollenites*) *ericius* (R. POTONIÉ 1931a) n. comb. – R. POTONIÉ, Synopsis III, S. 138, (ohne Abb.).

**Beschreibung:** Vier tricolporate Pollen, die zu einer Tetrade vereinigt sind. Im Gegensatz zu den ähnlich aussehenden Tetraden der Art (155) *E. callidus* sind diese Exemplare mit einem Durchmesser von ca. 25 – 35 µm deutlich größer.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Oberpaläozän – Pliozän (rezent)

Angaben nach THOMSON & PFLUG (1953), KEDVES (1982)

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Ericaceae; Gattung unbekannt

Nach THIELE-PFEIFFER (1980) sind die auch für *E. callidus* in Frage kommenden Gattungen *Arbutus*, *Arctous*, *Erica*, *Gaultheria*, *Ledum*, *Lyonia*, *Rhododendron* und *Vaccinium* bei dieser Tetradenform als Mutterpflanzen in Betracht zu ziehen.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Siehe unter (155) *Ericipites callidus*.

## 4.2.3 Oberabteilung Phytoplankton

### 4.2.3.1 Abteilung Chlorophyta PASCHER 1914

#### 4.2.3.1.1 Klasse Chlorophyceae KÜTZING 1849

##### Gattung *Botryococcus* KÜTZING 1849

(157) *Botryococcus cf. braunii* KÜTZING 1849  
Taf. 12, Fig. 15

1849 *Botryococcus braunii* n. sp. – KÜTZING, S. 892.

**Beschreibung:** Rundliche, gallertartig aussehende Kolonien mit sehr unterschiedlichen Größen. Die einzelnen Kolonien hängen in einem Zentrum zusammen, so daß es zu einem radialstrahligem Aussehen kommt.

**Bemerkungen:** Die gefundenen Algenkolonien haben zwar eine sehr große Ähnlichkeit mit *Botryococcus braunii*, da jedoch neuere Beschreibungen dieser Art auf biologischen und fossil nicht erhaltenen Merkmalen beruhen (z. B. BATTEN & GRENFELL 1996), werden die in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundenen Exemplare als *B. cf. braunii* bezeichnet.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Kambrium – rezent  
Angaben nach GUY-OHLSON (1992, 1996).

**Botanische Zugehörigkeit:** Familie Botryococcaceae

*Botryococcus* kommt in allen Klimaten von den Tropen bis zu den subarktischen Regionen vor. Neben Vorkommen in limnischen Gewässern sind auch Kolonien dieser Grünalge in Sümpfen und feuchtem Schlamm beobachtet worden. TRAVERSE (1955) und DEDECKER (1988) halten auch ein Überleben im brackischen Gewässer für möglich. GUY-OHLSON (1992) berichtet von diversen fossilen Vorkommen dieser Algen in marinen Sedimenten, die mit den Erkenntnissen aus den rezenten Lebensräumen nicht in Übereinstimmung zu bringen sind. Möglicherweise hat die Alge während ihres langen Auftretens seit dem Kambrium ihr ökologisches Verhalten geändert (NICKEL 1996a). Andererseits besitzt *Botryococcus* nach GUY-OHLSON (1992) eine Reihe von Eigenschaften, wie z. B. die Fähigkeit, wechselnde Umweltbedingungen zu überdauern, so daß ein zeitweiliges Überleben im marinen Milieu durchaus vorstellbar ist.

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** In größeren Mengen kommt *Botryococcus* in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht vor. In den Kohleflözen tritt die Alge sehr selten in Erscheinung, wobei nur in wenigen Proben Werte über 1% erzielt werden. Zumeist sind nur Einzelexemplare zu beobachten bzw. die Alge fehlt völlig (vgl. HAMMER 1996). In den relativ stark marin beeinflussten Ablagerungen der Liegendschichten fehlt die Form ebenfalls. Lediglich in den Zwischenmitteln 5/6 und 4/5 tritt die Form regelmäßig auf und zeigt somit brackische Verhältnisse an.

In einigen Horizonten aus dem Unterflöz der Oberflözgruppe und dem darauffolgenden Zwischenmittel in der Westmulde sind dagegen mit über 13% teilweise sehr hohe Werte für *Botryococcus* zu beobachten (SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997). Im Viktoria-Flöz ist die Form wiederum sehr selten (EBE 1992).

##### Gattung *Planctonites* KRUTZSCH 1960

(158) *Planctonites stellarius* (R. POTONIÉ 1934b) KRUTZSCH 1960  
Taf. 12, Fig. 13, 14

1934b *Sporites stellarius* n. sp. – R. POTONIÉ, S. 46, Taf. 6, Fig. 3 und Taf. 1, Fig. 26 (Geiseltal; Mitteleozän).

1950 *Sporites stellarius* R. POT. 1934 – R. POTONIÉ, Taf. 20, Fig. 15 (Neuabbildung von 1934).

1959a *Inaperturopollenites (Inaperturopollenites) stellarius* (R. POT. 1934b) n. comb. – KRUTZSCH, S. 240/241, Taf. 44, Fig. 492 – 494 (Geiseltal; Mitteleozän) [Fig. 492 = Neuabbildung des Holotypus].

1960 *Planctonites stellarius* (R. POT. 1934) n. comb. – KRUTZSCH in KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER, S. 141.

**Beschreibung:** Rundliche, längliche, meist dünnwandige, strukturlose, einschichtige Körper mit glatter Wand. Über die gesamte Oberfläche sind zahlreiche, schmale bis breite, stumpfe bis spitze, am Ende aber stets abge-



rundete Ausbuchtungen verteilt, so daß eine „morgensternartige“ Figur und Kontur entsteht. Die Exemplare sind meist stark gedrückt und geplatzt. Ihre Größe liegt bei ca. 30 µm.

**Stratigraphische Reichweite in Mitteleuropa:** Eozän – Pliozän

Angaben nach KRUTZSCH (1959a).

**Botanische Zugehörigkeit:** Süßwasseralge

Angabe nach KRUTZSCH, PCHALEK & SPIEGLER (1960).

**Vorkommen in der Helmstedter Oberflözgruppe:** Die Form tritt regelmäßig in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auf und erreicht Häufigkeiten bis 3,6%. Eine Assoziation mit den Grünalgen vom Typ *Botryococcus* ist deutlich erkennbar, wobei insgesamt *P. stellarius* deutlich häufiger vorkommt als *Botryococcus* (vgl. HAMMER 1996).

In der Westmulde ist *P. stellarius* lediglich in den Horizonten aus dem unteren Zwischenmitteln beschrieben, wo die Form zumeist selten erscheint (NATGE-EFOGHE 1997). Lediglich in einem Horizont ist die Form massenhaft vertreten (>11%).

#### 4.2.3.1.2 Klasse Prasinophyceae MOESTRUP & THRONSEN 1988

Ordnung Pterospermatales SCHILLER 1925

Familie Pterospermellaceae EISENACK 1972

Gattung *Cymatiosphaera* O. WETZEL 1933 ex DEFLANDRE 1954

(159) *Cymatiosphaera eupeplos* (VALENSI 1948) DEFLANDRE 1954

Taf. 12, Fig. 16a, b, c

1948 *Micrhystridium eupeplos* – VALENSI, S. 542, Fig. 3 (1 – 6) (Silex de Croisilles, Calvadoa; Bajocien).

1954 *Cymatiosphaera eupeplos* – DEFLANDRE, S. 258.

**Beschreibung:** Sehr kleine kugelförmige Körper mit einer glatten und strukturlosen Wand und ca. 13 polygonalen Feldern. Die Felderung wird durch schmale Leisten gebildet, die etwa 1,5 µm hoch sind. Ein dünner, bis 1,5 µm breiter Flügelsaum umgibt den Körper. Der Durchmesser der Form beträgt ca. 15 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Devon – Tertiär

Die Form ist seit dem Devon bekannt und reicht mindestens bis ins Oligozän (vgl. FENSOME et al. 1990).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Formen der Gattung *Cymatiosphaera* sind relativ häufig in den Liegendschichten (Profil A) zu finden, wo in den unteren, stark marin beeinflussten Bereichen Werte bis 6,5% erreicht werden. Das starke Auftreten fällt mit dem Massenaufreten an Dinoflagellaten zusammen. Im Profil B sind diese Prasinophyten allerdings wesentlich seltener.

(160) *Cymatiosphaera* sp. 1

Taf. 12, Fig. 17

**Beschreibung:** Kugelförmige Körper, die ähnlich wie (159) *C. eupeplos* durch ca. 12 – 15 polygonale Felder gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zu *C. eupeplos* ist die Form mit einem Durchmesser von ca. 20 - 25 µm wesentlich größer und besitzt eine kräftige glatte Wand. Ein zarter Saum wie bei *C. eupeplos* fehlt.

**Stratigraphische Reichweite:** unbekannt

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Siehe unter (159) *C. eupeplos*.

(161) *Cymatiosphaera* sp. 2

Taf. 12, Fig. 18

**Beschreibung:** Kugelförmige Körper, die ebenfalls eine polygonale Felderung aufweisen. Im Gegensatz zu (159) *C. eupeplos* und (160) *C. sp. 1* ist hier jedoch eine stark granulierte Wand ausgebildet. Die Form besitzt einen Durchmesser von 20 µm, die Höhe der Leisten beträgt etwa 2 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** unbekannt

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Siehe unter (159) *C. eupeplos*.

Gattung *Pterospermella* EISENACK 1972

(162) *Pterospermella barbarae* (GORKA 1963) EISENACK et al. 1973  
Taf. 12, Fig. 20

1963 *Pterospermopsis barbarae* n. sp. – GORKA, S. 74 und Taf. 11, Fig. 3 (Polen; Oberkreide).

1973 *Pterospermella barbarae* comb. nov. – EISENACK et al., S. 961 (Neubeschreibung des Holotypus von 1963).

**Beschreibung:** Prasinophyten mit einem flachen rundlichen Zentralkörper, der eine 2 – 4 µm dicke Wand besitzt und von einer zarten, oft klaren Flügelmembran von unterschiedlicher Breite umgeben ist. Die Membran ist in charakteristische radialstrahlige Falten gelegt. Ein Pylom fehlt. Die Formen werden bis zu 80 µm inklusive eines 10 – 15 µm breiten Saums groß.

**Stratigraphische Reichweite:** Oberkreide - Oligozän

Angaben nach EISENACK et al. (1973).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form erscheint mit einigen Exemplaren in den Liegendschichten und beiden Zwischenmitteln. In den Liegendschichten ist das Auftreten deutlich regelmäßiger als in den Zwischenmitteln.

(163) *Pterospermella* sp.  
Taf. 12, Fig. 19

**Beschreibung:** Prasinophyt mit einem flachen und rundlichen Zentralkörper, der bei einer Wandstärke von etwa 1 µm nicht sehr kräftig ist. Der Körper ist von einer klaren Flügelmembran umgeben, die in mehrere radialstrahlige Falten gelegt ist. Die Form ist mit einem Durchmesser von 35 µm und einem ca. 10 µm breiten Saum wesentlich kleiner als (162) *P. barbarae*.

**Bemerkungen:** Möglicherweise handelt es sich bei dieser Form um ein juveniles Exemplar von *P. barbarae*. Es fehlen allerdings Übergangsexemplare, die auf ein Wachstum bis zur Größe von *P. barbarae* hinweisen.

**Stratigraphische Reichweite:** unbekannt

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form ist als Einzelexemplar in den Liegendschichten (Profil B, Probe B/4) belegt.

#### 4.2.3.2 Abteilung Dinoflagellata (BÜTSCHLI 1885) FENSOME et al. 1993

Klasse Dinophyceae FRITZSCH 1929  
Ordnung Gonyaulacales TAYLOR 1980  
Familie Gonyaulacaceae LINDEMANN 1928  
Unterfamilie Leptodinioideae FENSOME et al. 1993

Gattung *Systematophora* KLEMENT 1960 emend. BRENNER 1988 emend.  
STANCLIFFE & SARJEANT 1990

(164) *Systematophora placacantha* (DEFLANDRE & COOKSON 1955) DAVEY et al. 1969  
Taf. 13, Fig. 1a, b, c

1955 *Hystriosphæridium placacanthum* n. sp. – DEFLANDRE & COOKSON, S. 276, 277 und Taf. 9, Fig. 1 – 3 (Australien; Oberkreide/Alttertiär).

1961 *Baltisphaeridium panniforme* n. sp. – GERLACH, S. 196 – 198 und Taf. 28, Fig. 13 (Bohrung Emsbühen 7; Mitteloligozän).

- 1966 *Impletosphaeridium placacanthum* comb. nov. – MORGENROTH, S. 35 – 36 und Taf. 9, Fig. 10 – 11 (Fehmarn, Katharinenhof; Untereozän).  
 1969 *Systematophora placacantha* comb. nov. – DAVEY et al., S. 17 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Gonyaulacoide Dinoflagellatenzyste mit einem ellipsoiden bis sphäroidalen Zentralkörper, der fast ausschließlich ohne apikale Kalotte zu finden ist. Die Ober- und Unterseite sowie der Rand der Theka sind mit zahlreichen langen, schlanken und massiven Fortsätzen besetzt, die einfach oder aufgespalten sind und häufig mit benachbarten Anhängen flächenhaft verwachsen sowie distal in mehrere Spitzen aufgegabelt sind. Charakteristisch ist bei der Form die penitabulare Anordnung der Anhänge, bei der die Tabulation erkennbar wird. Die Hüllmembran ist zart und fein retikuliert.

**Maße:** Durchmesser Zentralkörper: 40 – 50 µm; Fortsatzlänge: 15 – 25 µm; Öffnung der Theka: 30 – 40 µm.

**Bemerkungen:** Nach PROSS (1998) zeigen die Formen eine große Variationsbreite im Habitus der Fortsatzgruppe.

**Stratigraphische Reichweite:** Mitteloazän - Mittelmiozän

Nach WILLIAMS et al. (1993) erscheint die Form im Mitteloazän (Lutet) vor etwa 45 Mio. Jahren und verschwindet an der Grenze Mittelmiozän/Obermiozän vor 10,2 Mio. Jahren. Jüngere Nachweise aus dem Pliozän (MCMINN 1992) sind wahrscheinlich auf Umlagerung zurückzuführen.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form erscheint mit einigen Exemplaren in den Liegenschichten in den Profilen A und B.

Unterfamilie Cribroperidinioideae FENSOME et al. 1993

Gattung *Cordosphaeridium* EISENACK 1963 emend. MORGENROTH 1968

(165) *Cordosphaeridium inodes* (KLUMPP 1953) EISENACK 1963 emend. MORGENROTH 1968 emend. SARJEANT 1981  
 Taf. 13, Fig. 2a, b

- 1953 *Hystichosphaeridium inodes* n. sp. – KLUMPP, S. 391 – 392 und Taf. 18, Fig. 1, 2 (Wöhrden; Obereozän).  
 1963 *Cordosphaeridium inodes* comb. nov. – EISENACK, S. 261 (ohne Abbildung).  
 1968 *Cordosphaeridium inodes* emend. – MORGENROTH, S. 549 – 550, Taf. 4, Abb. 9 und Taf. 46, Fig. 1 – 8 (Fehmarn, Katharinenhof; Untereozän).  
 1969 *Cordosphaeridium inodes inodes* – GOCHT, S. 41 und Taf. 1, Fig. 1 – 12, Taf. 4, Fig. 14 (Meckelfeld bei Hamburg; Unter-/Obereozän).  
 1981 *Cordosphaeridium inodes* – SARJEANT, S. 102 – 105 (ohne Abbildung).

**Beschreibung:** Gonyaulacoide Dinoflagellatenzysten mit einer präcingularen Archäopyle und einem sphäroidalen Zentralkörper mit breiten, meist etwas abgeflachten Fortsätzen, deren Länge sehr verschieden sein kann. Die Fortsätze zeigen eine deutliche Faserstruktur. Sie erweitern sich distal und enden oft an einer geraden oder konvexen Linie. Häufig sind auch stark zerschlitzte oder verzweigte Enden, bei denen die Anhänge tief aufgefaset oder durchbrochen sind.

**Maße:** Gesamtdurchmesser inklusive Fortsätze: 80 – 110 µm; Fortsatzlänge: 20 – 40 µm.

**Bemerkungen:** Es bestehen Übergänge zur etwas zarteren und mit schlankeren Fortsätzen besetzten (166) *C. gracile* (GOCHT 1969).

**Stratigraphische Reichweite:** Oberkreide (Maastricht) – Unteroligozän (Rupel)

Nach KÖTHE (1990) kommt die Form in Norddeutschland von der Dinoflagellatenzone D 4na (Oberpaläozän) bis in die Zone D 13 (Rupel) vor. In Nordwesteuropa ist die Form bereits vom Maastricht an zu beobachten (POWELL 1992).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Formen der Gattung *Cordosphaeridium* kommen in den beiden Profilen aus den Liegenschichten regelmäßig, in den Proben aus den Zwischenmitteln aber nur in Einzelexemplaren vor.

(166) *Cordosphaeridium gracile* (EISENACK 1954) DAVEY & WILLIAMS 1966  
Taf. 13, Fig. 3

- 1954 *Hystrichosphaeridium inodes* subsp. *gracile* n. subsp. – EISENACK, S. 66 – 67 und Taf. 8, Fig. 17, Taf. 10, Fig. 3 – 8, Taf. 12, Fig. 7, 21 (Samland, Ostpreußen; Unteroligozän, heute als Obereozän angesprochen).  
1963 *Cordosphaeridium inodes gracile* comb. nov. – EISENACK, S. 261 und Taf. 29, Fig. 2 (Samland, Ostpreußen; Unteroligozän, heute als Obereozän angesprochen).  
1966 *Cordosphaeridium gracile* stat. nov. – DAVEY & WILLIAMS, S. 84 – 86 und Taf. 3, Fig. 8, Taf. 11, Fig. 4, 6, 7, Abb. 19 (London Clay, Sheppey, Kent; Eozän).

**Beschreibung:** Die Form ist sehr ähnlich aufgebaut wie (165) *C. inodes*, doch sind die Fortsätze deutlich schlanker und oft in mehrere Zweige aufgegabelt. Die massiven Schäfte haben einen rundlichen Querschnitt und lassen die Faserstruktur nicht ganz so gut erkennen.

**Maße:** Gesamtdurchmesser inklusive Fortsätze: ~90 µm; Fortsatzlänge: bis 40 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Oberkreide (Campan) – Unteroligozän (Rupel)

Die Form setzt in der nördlichen Hemisphäre vor etwa 79 Mio a. im frühen Campan ein und kann bis zum Ende des Rupels vor 30 Mio a. beobachtet werden (WILLIAMS et al. 1993). Nach KÖTHE (1990) tritt die Form in Norddeutschland von der Zone D4nb (Oberpaläozän) an auf.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Siehe unter (165) *Cordosphaeridium inodes*.

Gattung *Hystrichokolpoma* KLUMPP 1953 emend. WILLIAMS & DOWNIE 1966

(167) *Hystrichokolpoma* sp.  
Taf. 13, Fig. 4a, b

**Beschreibung:** Chorale Zysten, die zwei Typen von intratabularen Fortsätzen tragen: Große Fortsätze mit breiten Basen sowie kleine und schmale Anhänge, die jeweils vom Periphragma gebildet werden. Die großen Fortsätze haben proximal einen mehr oder weniger quadratischen Querschnitt, der die Tabulation widerspiegelt. An ihrem distalen Ende sind sie zumeist geschlossen, können aber auch geöffnet sein. Die schmalen Anhänge begrenzen die cingulare und sulcure Zone. Antapikal ist zumeist ein längerer Fortsatz ausgebildet (Antapikalhorn). Das Cingulum ist helicoid, die apikale Archäopyle ist tetratabular.

**Maße:** Durchmesser des Zentralkörpers: ca. 40 × 50 µm; Länge des Antapikalfortsatzes: 20 µm;

**Bemerkungen:** Auf eine genauere Zuordnung zu bestimmten Arten dieser Gattung ist auf Grund der sehr schlecht erhaltenen Exemplare in der Wulfersdorfer Flözgruppe verzichtet worden.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Lediglich einige seltene Einzelexemplare sind in den Liegendschichten und Zwischenmitteln beobachtet worden.

Gattung *Thalassiphora* EISENACK & GOCHT 1960 emend. GOCHT 1968 emend.  
BENEDECK & GOCHT 1981

(168) *Thalassiphora pelagica* (EISENACK 1954b) EISENACK & GOCHT 1960 emend. GOCHT 1968 emend.  
BENEDECK & GOCHT 1981  
Taf. 13, Fig. 5a, b

- 1954 *Pterospermopsis pelagica* n. sp. – EISENACK, S. 71 und Taf. 12, Fig. 17 – 18 (Samland, Ostpreußen; Unteroligozän, heute als Obereozän angesprochen).  
1960 *Thalassiphora pelagica* comb. nov. – EISENACK & GOCHT, S. 513 und Abb. 1 – 3 (Neubearbeitung des Holotypus von 1954).  
1968 *Thalassiphora pelagica* emend. – GOCHT, S. 149 – 156, Taf. 25 – 27 (nicht Taf. 25, Fig. 9), Abb. 1 – 2 (verschiedene Fundpunkte aus dem norddeutschen Alttertiär).  
1981 *Thalassiphora pelagica* emend. – BENEDECK & GOCHT, S. 39 – 64, Taf. 1 – 5 (Meckelfeld bei Hamburg; Mitteloligozän).

**Beschreibung:** Proximate cavate Dinoflagellatenzysten, die glatt oder gefeldert sind, wobei bei eingebetteten Exemplaren die Felderung im allgemeinen nicht mehr zu erkennen ist. Anhänge fehlen. Charakteristisch ist eine

zartwandige, subsphärische bis lentikulare Perizyste. Das Periphragma weist eine feine, radiale, wurzelartige Aderung auf. Ein hufeisenförmiges Schlupfloch ist in der oberen Hälfte des Periphragmas entwickelt. Das zugehörige Operculum ist auch in isoliertem Zustand an Hand eines Sporns und seiner bogenförmigen Form gut zu erkennen. Die Endozyste ist meist ellipsoidisch, selten kugelförmig. An der Antapikalseite ist ein ca. 5 bis 10 µm großer Kiel ausgebildet.

**Maße:** Durchmesser des Zentralkörpers: 60 – 90 µm; Gesamtdurchmesser inklusive Periphragma (soweit dies bei eingebetteten Exemplaren bestimmbar ist): 110 – 150 µm.

**Bemerkungen:** Die Form unterläuft während der Ontogenese von einer sessilen zu einer planktonischen Form eine deutliche morphologische Änderung, da der polygonale, gefelderte Außenkörper der sessilen Form aufreißt und eine Flügelmembran gebildet wird, die eine planktonische Lebensweise ermöglicht (GOCHT 1968; BENEDEK & GOCHT 1981). Fossil sind zumeist die planktonischen Formen mit voll ausgebildeter Flügelmembran zu beobachten.

**Stratigraphische Reichweite:** Oberkreide (Maastricht) – Oberoligozän (Chatt)

Die Form setzt in der nördlichen Hemisphäre vor etwa 70 Mio. J. im späten Maastricht ein und kann bis ins Oberoligozän (Chatt) vor 27 Mio. J. beobachtet werden (WILLIAMS et al. 1993). Nach KÖTHE (1990) tritt die Form von der Zone D 5b (Oberpaläozän) an bis zum Top der Zone D 15, also vom Eozän bis ins Chatt, in Norddeutschland auf.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form ist unter den Dinoflagellaten in der Wulfersdorfer Flözgruppe äußerst selten und kommt insgesamt nur mit wenigen Exemplaren vor.

Unterfamilie Gonyaulacoideae (Autonym)

Gattung *Spiniferites* MANTELL 1850 emend. SARJEANT 1970

(169) *Spiniferites ramosus* (EHRENBERG 1838) SARJEANT 1970 emend. DAVEY & WILLIAMS 1966  
Taf. 13, Fig. 6a, b, c

- 1838 *Xanthidium ramosum* n. sp. – EHRENBERG, S. 109 – 136 und Taf. 1, Fig. 15.  
1933 *Hystriosphæra ramosa* comb. nov. – WETZEL, O., S. 35 – 39 und Taf. 5, Fig. 7 – 8, 10 – 12, 18 – 19 (Baltischer Kreidefeuerstein).  
1966 *Hystriosphæra ramosa* emend. var. *ramosa* var. nov. – DAVEY & WILLIAMS in DAVEY et al., S. 32 – 34, Taf. 1, Fig. 1 – 4, 6 und Taf. 3, Fig. 1, Abb. 8 (Feuerstein von Delitzsch, Oberkreide sowie verschiedene Fundpunkte aus dem Cenoman Englands).  
1966 *Hystriosphæra ramosa* var. *gracilis* var. nov. – DAVEY & WILLIAMS in DAVEY et al., S. 34 – 35, Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 5, Fig. 6 London Clay, Sheppey Kent; Oberkreide/Tertiär).  
1970 *Spiniferites ramosus* comb. nov. – SARJEANT, S. 75 (Neubeschreibung der Form).

**Beschreibung:** Gonyaulacoide Dinoflagellatenzysten, die proximochorat bis skolochorat entwickelt sind. Der Zentralkörper ist subsphärisch ausgebildet. Es sind dreigabelige gonale Fortsätze oder zweigabelige intergonale Fortsätze ausgebildet, die an ihren Basen durch charakteristische Leisten verbunden sind. Die Zyste ist durch eine präcingulare Archäopyle gekennzeichnet.

**Maße:** Durchmesser des Zentralkörpers ohne Anhänge: 40 – 60 µm; Fortsatzlänge: 10 – 35 µm.

**Bemerkungen:** Die Art zeigt in der Länge und Ausbildung der Fortsätze sowie in der Ornamentierung der Oberfläche eine beträchtliche Variationsbreite, so daß auf eine weitere Unterteilung in Unterarten verzichtet wurde, da nach PROSS (1998) vielfache Übergänge zwischen den Unterarten bestehen.

**Stratigraphische Reichweite:** Kreide – rezent

Nach COSTA & DAVEY (1992) sind in Nordwesteuropa *Spiniferites*-Formen bereits seit der unteren Kreide (Valangin) beobachtet worden.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Zysten gehören zu den häufigeren Dinoflagellaten in der Wulfersdorfer Flözgruppe. Sie sind in jeder Probe aus den Liegendschichten und den Zwischenmitteln, in denen Dinoflagellaten vorkommen, regelmäßig zu beobachten.

(170) *Spiniferites* spp.  
Taf. 13, Fig. 7

**Beschreibung:** Gonyaulacoide Dinoflagellatenzysten, die ähnlich (169) *S. ramosus* sind. Als *Spiniferites* spp. werden alle Exemplare bezeichnet, die zwar zur Gattung *Spiniferites* zu zählen sind, auf Grund der Variationsbreite der Gattung aber nur bedingt bestimmten *Spiniferites*-Arten zugeordnet werden können. Bei einem großen Teil der Exemplare ist dies auch auf die mangelhafte Erhaltung zurückzuführen.

Familie Areoligeraceae EVITT 1963

Gattung *Membranophoridium* GERLACH 1961 emend. STOVER & EVITT 1978

(171) *Membranophoridium aspinatum* GERLACH 1961  
Taf. 13, Fig. 8

- 1961 *Membranophoridium aspinatum* n. sp. – GERLACH, 199 – 201 und Taf. 23, Fig. 7 – 8 (Bohrung Emsbühren 7, Mitteloligozän).  
1969 *Chiropteridium aspinatum* – GOCHT, S. 61 – 63 und Taf. 5, Fig. 1 – 3, Abb. 43 (Meckelfeld bei Hamburg, Mitteloligozän).

**Beschreibung:** Gonyaulacoide Dinoflagellatenzysten mit einem rundlich-abgeflachten Zentralkörper, der von einem sehr zarten Periphragma umgeben ist. Dieses liegt dorsal und ventral dem Endophragma dicht an bzw. ist ihm aufgewachsen. Zu den Seiten hin erweitert sich die Externhülle und bildet links und rechts Antapikalloben, also je zwei überstehende, parallele „Säume“, die sich zwischen den Polen meridional um den Körper ziehen. Die apikale Archäopyle ist zumeist nicht mehr vorhanden. Anhänge fehlen.

**Maße:** Durchmesser Zentralkörper: 60 – 85 µm; Länge der Antapikalloben: bis 40 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Untereozän – Oberoligozän/Untermiozän

In Niedersachsen erscheint die Form nach der Zonierung von KÖTHE (1990) an der Basis der Zone D8nb (Untereozän) und reicht bis in die Zone D15 (Oberoligozän). Die von WILLIAMS et al. (1993) angegebene Reichweite von der Grenze Obereozän/Unteroligozän (36 Mio. J.) bis ins frühe Miozän (Aquitanian) vor ca. 22 Mio. J. für die nördliche Hemisphäre scheint damit etwas zu spät einzusetzen.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in den Zwischenmitteln und Liegendschichten vor und gehört somit zu den häufigeren Dinoflagellaten in der Wulfersdorfer Flözgruppe.

Familie Goniodomaceae LINDEMANN 1928  
Unterfamilie Pyrodinioideae FENSOME et al. 1993

Gattung *Homotryblium* DAVEY & WILLIAMS 1966

(172) *Homotryblium pallidum* DAVEY & WILLIAMS 1966  
Taf. 14, Fig. 1a, b und 2a, b

- 1966 *Homotryblium pallidum* – DAVEY & WILLIAMS in DAVEY et al., S. 102 – 103 und Taf. 12, Fig. 4, 6, Abb. 22 (London Clay, England; Eozän).

**Beschreibung:** Skolochorate Zysten mit kugelförmigen bis ovalen Zentralkörpern, die aus einem dünnen Endophragma und einem granuliertem Periphragma aufgebaut sind. Die Anhänge sind einfach, tubiform und besitzen einen kreisförmigen Ansatzpunkt am Zentralkörper. Sie zeigen die generelle Tabulation an, da auf eine Platte jeweils nur ein Fortsatz kommt. Bei guter Erhaltung ist die Täfelung sogar noch erkennbar (Taf. 14, Abb. 1b). Die Länge der Fortsätze entspricht etwa dem Radius des Zentralkörpers. An ihrem Ende sind sie variabel begrenzt (serrate, aculeate oder digitate). Die Archäopyle ist epitaktal.

**Maße:** Durchmesser des Zentralkörpers: ca. 45 µm; Fortsatzlänge: ca. 23 µm.

**Bemerkungen:** Von der ähnlichen Form *H. tenuispinosum* DAVEY & WILLIAMS 1966 unterscheidet sich *H. pallidum* vor allem auf Grund der charakteristischen kreisförmigen Basis der Fortsätze (DAVEY & WILLIAMS 1966).

Die epitraktale Archäopyle ist das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zu der ebenfalls sehr ähnlichen skolochoraten Form *Hystrichosphaeridium tubiferum* EHRENBERG 1838, die durch eine apikale Archäopyle gekennzeichnet ist. Allerdings ist die Archäopyle bei ungünstiger Erhaltung nicht immer zu erkennen, so daß auch das granuliert Periphragma als Merkmal für die Gattung *Homotryblium* herangezogen werden kann (PROSS 1998). *H. tubiferum* ist dagegen durch ein glattes Periphragma gekennzeichnet.

**Stratigraphische Reichweite:** Untereozän – Mitteloligozän

Die Hauptverbreitung dieser Form liegt in Norddeutschland nach KÖTHE (1990) zwischen den Zonen D 9b (Mitteloazän) und D 14nb (Rupel, Mitteloligozän), wobei einzelne Exemplare auch schon in etwas älteren Schichten (Untereozän) vorkommen können.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** *H. pallidum* gehört zu den häufigsten in den Liegendschichten und den Zwischenmitteln auftauchenden Dinoflagellatenzysten. Die Form erreicht in einzelnen Proben Anteile bis 25% am Gesamtspektrum der Dinoflagellaten. Besonders häufig ist sie in den Sedimenten aus der Rinnenstruktur im Profil B (Liegendschichten).

(173) *Homotryblium abbreviatum* EATON 1976

Taf. 14, Fig. 3

1976 *Homotryblium abbreviatum* – EATON, S. 267 – 268 und Taf. 10, Fig. 2 – 4 (England, Isle of Wright; Untereozän).

**Beschreibung:** Skolochorate Zyste mit einem kreisförmigen bis subsphäroidalen Zentralkörper, der ein granuliertes Periphragma aufweist. Die intratabularen Anhänge sind kurz und distal erweitert. Auch bei dieser Form ist die Basis der Fortsätze durch eine kreisförmige Markierung gekennzeichnet. Der distale Rand der Anhänge ist denticulat, seccat oder aculeat begrenzt. Die Länge der Fortsätze überschreitet nicht 1/3 des Gesamtdurchmessers des Zentralkörpers. Die Archäopyle ist epitaktal.

**Maße:** Durchmesser des Zentralkörpers: ca. 45 µm (ähnlich *H. pallidum*); Fortsatzlänge: ~11 µm (wesentlich kürzer als bei *H. pallidum*).

**Bemerkungen:** Die Form unterscheidet sich von (172) *H. pallidum* somit lediglich durch die deutlich kürzeren Fortsätze.

**Stratigraphische Reichweite:** Mitteloazän

Die Form kommt in Norddeutschland zwischen den Zonen D 9b und D 11 und somit nur im Mitteloazän vor, wobei durchaus in jüngeren Sedimenten aufgearbeitete Exemplare vorkommen können (KÖTHE 1990). Die Form ist stratigraphisch von entscheidender Bedeutung.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form ist bedeutend seltener als *H. pallidum* in den Sedimenten aus der Wulfersdorfer Flözgruppe zu finden und kommt lediglich mit Einzelexemplaren in einigen Proben vor.

Familie und Unterfamilie unsicher

Gattung *Impletosphaeridium* MORGENROTH 1966

(174) *Impletosphaeridium insolitum* EATON 1976

Taf. 14, Fig. 5a, b

1976 *Impletosphaeridium insolitum* n. sp. – EATON, S. 308 und Taf. 21, Fig. 5, 8, Abb. 25B (Isle of Wright, England; Mitteloazän).

**Beschreibung:** Skolochorate Zyste mit einem kreisförmigen bis subsphäroidalen Zentralkörper. Das Periphragma ist sehr fein granuliert. Die Anhänge sind zahlreich, dünn und solide. Sie sind einfach oder bifurkat gegabelt und distal mit kleinen knolligen Verdickungen besetzt. An ihrer Basis sind die Fortsätze leicht verdickt. Eine Tabulation ist nicht zu beobachten. Gelegentlich ist eine polygonale Öffnung zu erkennen.

**Maße:** Durchmesser des Zentralkörpers: 50 µm; Fortsatzlänge: ca. 15 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Eozän

Angaben nach EATON (1976).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig mit Einzelexemplaren in den Proben aus den Liegendschichten vor.

(175) *Impletosphaeridium* spp.

Taf. 14, Fig. 4

**Beschreibung:** Chorale Dinoflagellatenzysten mit kugelförmiger, bisweilen ellipsoidischer Gestalt und glattem bis schwach granuliertem Periphragma. Der Archäopyltyp ist unklar. Charakteristisch sind zahlreiche, gleichmäßig verteilte und vor allem massive Fortsätze. Sie können distal einfach zugespitzt, kelchartig erweitert oder auch verschiedenartig verzweigt sein.

**Maße:** Durchmesser ohne Fortsätze: 50 – 80 µm; Fortsatzlänge: bis 25 µm.

**Bemerkungen:** Eine extrem weitgefäße Gattung, die Taxa mit verschiedenen Archäopyltypen beinhaltet, die aber im allgemeinen nicht eindeutig zu bestimmen sind. MORGENROTH (1966) stellte die Gattung *Impletosphaeridium* als „Großgattung“ zusammen, die Formen mit massiven Fortsätzen enthält. Sie wird damit von der Gattung *Baltisphaeridium* unterschieden, die von Formen mit hohlen Fortsätzen gebildet wird. Andere morphologische Merkmale bleiben unberücksichtigt. Analog zu STOVER & EVITT (1978) und PROSS (1998) werden somit die in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundenen Exemplare mit massiven Fortsätzen und unklarem Archäopyltyp als *Impletosphaeridium* spp. bezeichnet. Nach MORGENROTH (1966) sind zudem auch Formen mit relikartigen Hohlräumen an der Basis der Fortsätze zu *Impletosphaeridium* zu stellen. Zwar ist davon auszugehen, daß eine ganze Reihe verschiedener Gattungen und Arten hier zusammengefaßt sind, da aber KÖTHE (1990) solche Formen ebenfalls in der *Impletosphaeridium*-Ökogruppe zusammenfügt, scheint diese Gruppierung in einer *Impletosphaeridium*-Großgruppe auch in Hinblick auf ihre ökologische Bedeutung vertretbar zu sein.

**Stratigraphische Reichweite:** unbekannt

Da hier verschiedene Gattungen und Arten zusammengefaßt sind, ist eine Angabe der stratigraphischen Reichweite nahezu unmöglich und nicht sinnvoll.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Formen mit zahlreichen massiven Fortsätzen sind relativ häufig und gehören zu den dominierenden Elementen in den Dinoflagellatenspektren der Proben aus den Liegendschichten und Zwischenmitteln.

Ordnung Peridinales HAECKEL 1894

Familie Peridiniaceae EHRENBERG 1831

Unterfamilie Palaeoperidinioideae (VOZZHENNIKOVA 1961) BUJAK & DAVIES 1983

Gattung *Phthanoperidinium* DRUGG & LOEBLICH 1967 emend. EDWARDS & BEBOUT 1981 emend. ISLAM 1982

(176) *Phthanoperidinium echinatum* EATON 1976

Taf. 14, Fig. 6

1976 *Phthanoperidinium echinatum* – EATON, S. 298/299, Abb. 23B und Taf. 17, Fig. 8, 9, 12 (Bracklesham Beds, Whitecliff Bay, Isle of Wright, England; Mitteleozän) .

**Beschreibung:** Peridinoide Zysten mit einem rundlich-polygonalem Umriß und einem kurzen Apikalhorn. Die Plattengrenzen sind in charakteristischer Weise mit kurzen „haarartigen“ Anhängen besetzt, die am Ende knollenartige Verdickungen aufweisen. Das Endophragma ist ansonsten glatt, eine Archäopyle ist intercalar gelegen. Die Form ist deutlich kleiner als die übrigen peridinoideen Arten aus der Wulfersdorfer Flözgruppe.

**Maße:** Durchmesser: ca. 37 × 45 µm; Apikalhorn: 5 µm; Fortsatzlänge: 1 – 3 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Eozän



Die Form kommt nahezu im gesamten Eozän vor. VINKEN (1988) gibt für Nordwesteuropa eine Reichweite zwischen den Zonen D 7 – D 12 an (mittleres Untereozän – Obereozän).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form kommt mit Einzelexemplaren regelmäßig in den Proben aus den Liegendschichten und Zwischenmitteln vor.

Unterfamilie Deflandreoideae BUJAK & DAVIES 1983

Gattung *Deflandrea* EISENACK 1938 emend. WILLIAMS & DOWNIE 1966  
emend. LENTIN & WILLIAMS 1977

(177) *Deflandrea phosphoritica* EISENACK 1938  
Taf. 14, Fig. 7a, b

- 1938 *Deflandrea phosphoritica* n. sp. – EISENACK, S. 187, Abb. 6 (Palmnicken, Samland, Ostpreußen; Unteroligozän, heute als Obereozän angesprochen).  
1969 *Deflandrea phosphoritica* subsp. *phosphoritica* – GOCHT, S. 9 – 10 und Taf. 6, Abb. 4 – 5, 7 – 8 (Meckelfeld bei Hamburg; Unter-/Ober?-eozän).

**Beschreibung:** Peridinoide cavate Zysten, die einen elongaten oder pentagonalen Umriß zeigen. Ausgebildet sind ein Apikal- und zwei Antapikalhörner. Der Innenkörper ist meist rundlich. Das Endophragma ist kräftiger als das Periphragma und meist glatt oder fein punktiert, während das Periphragma glatt bis granuliert erscheint. Eine Archäopyle ist intercalar gelegen. Charakteristisch ist die Querfurche, die als eingesenktes, flaches Band auf der Dorsalseite erscheint.

**Maße:** Durchmesser des Periphragmas: ca. 75 × 100 µm; Durchmesser des Endophragmas: ca. 50 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Untereozän – Mitteloligozän

Die Form erscheint in Norddeutschland nach KÖTHE (1990) vom Untereozän (Zone D 8nb) an und verschwindet im Mitteloligozän (Zone D 14nb). In der gesamten nördlichen Hemisphäre ist die Form bereits vor 54 Mio. Jahren an der Oberpaläozän/Untereozän-Grenze zu finden und ist bis ins Untermiozän vor 23 Mio. Jahren verbreitet (WILLIAMS et al. 1993).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form kommt lediglich mit wenigen Einzelexemplaren in den Liegendschichten (Profile A, B) vor.

Unterfamilie Wetzelielloideae (VOZZHENNIKOVA 1961) BUJAK & DAVIES 1983

Gattung *Wetzeliella* EISENACK 1938 emend. WILLIAMS & DOWNIE 1966  
emend. LENTIN & WILLIAMS 1976

(178) *Wetzeliella articulata* EISENACK 1938  
Taf. 15, Fig. 1a, b, c

- 1938 *Wetzeliella articulata* n. sp. – Eisenack, S. 186, Abb. 4 (Palmnicken, Samland, Ostpreußen; Unteroligozän, heute als Obereozän angesprochen).

**Beschreibung:** Peridinoide, proximochorate (cornucavate bis circumcavate) Zysten, die einen rautenförmigen Umriß zeigen. Ausgebildet sind ein Apikalthorn, zwei Seitenhörner und zwei Antapikalhörner. Das Periphragma ist ungetäfelt und durchscheinend. Eine Querfurche ist zumeist angedeutet. Besonders an den Seitenrändern ist das Periphragma mit kurzen, starken Fortsätzen besetzt. Das kreisförmige bis angedeutet fünfeckige Endophragma berührt das Periphragma nicht. Es ist eine intercalare Archäopyle vorhanden.

**Maße:** Durchmesser des Periphragmas: ca. 90 × 100 µm; Durchmesser der Endophragmas: 55 × 60 µm.

**Stratigraphische Reichweite:** Untereozän – Mitteloligozän (Rupel)

In Norddeutschland setzt die Form im Untereozän (Dinoflagellatenzone D 6b) ein und verschwindet im Mitteloligozän (Zone D 14nb) wieder (KÖTHE 1990). Eine ähnliche Reichweite geben WILLIAMS et al. (1993) für den *Wetzeliella articulata*-„complex“ in der nördlichen Hemisphäre an: Die Formengruppe ist vom Untereozän vor 53 Mio. Jahren bis in den Rupel vor 30 Mio. Jahren zu beobachten.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** *W. articulata* tritt lediglich mit wenigen Einzelexemplaren in den Liegendschichten auf.

(179) *Wetzeliella samlandica* EISENACK 1954

Taf. 15, Fig. 2a, b, c

- 1935 Peridineen mit Borstenkleid (*Peridinium* sp. ind.) – WETZEL, S. 61 und Taf. 10, Fig. 2 (Heiligenhafener Kieselton).  
1953 *Wetzeliella articulata* WETZEL, schmalzipflige Form – KLUMPP, S. 393, Taf. 19, Fig. 3 – 4 (Wöhrden; Obereozän).  
1954 *Wetzeliella samlandica* n. sp. – EISENACK, Taf. 8, Fig. 11 – 12 (Samland, Ostpreußen; Unteroligozän).

**Beschreibung:** Rautenförmige bis fünfeckige Dinoflagellatenzysten mit einem deutlichen Apikalhorn, beiderseitigen Seitenhörnern und zwei Antapikalhörnern. Zwischen dem sehr dicken Endo- und Periphragma ist kaum Zwischenraum. Das Periphragma ist mit dünnen, fast haarigen, am Ende mit einer angedeuteten Gabelung auslaufenden zahlreichen Anhängen besetzt.

**Maße:** Gesamtdurchmesser:  $110 \times 120 \mu\text{m}$ ; Durchmesser des Endophragmas:  $65 \times 70 \mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite:** Untereozän – Unteroligozän (Rupel)

Die Form gehört zum *Wetzeliella articulata*-„complex“ und besitzt somit wahrscheinlich eine ähnliche Reichweite wie (178) *W. articulata*. Die Formengruppe ist vom Untereozän vor 53 Mio. Jahren bis in den Rupel vor 30 Mio. Jahren beobachtet worden (WILLIAMS et al. 1993).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** *W. samlandica* tritt lediglich mit einem Exemplar in den Liegendschichten auf (Profil A, Probe A/8).

Gattung *Charlesdownia* LENTIN & VOZZHENNIKOVA 1989

(180) *Charlesdownia clathrata* (EISENACK 1938) LENTIN & VOZZHENNIKOVA 1989

Taf. 14, Fig. 8

- 1938 *Wetzeliella clathrata* n. sp. – EISENACK, S. 186 und Abb. 5 (Palmnicken, Samland, Ostpreußen; Unteroligozän, heute als Obereozän angesprochen).  
1989 *Charlesdownia clathrata* nov. comb. – LENTIN & VOZZHENNIKOVA, S. 227 (Neubeschreibung des Holotypus, ohne Abb.).

**Beschreibung:** Peridinoide, rautenförmige Form, deren circumcavate Zyste proximat bis proximochorat ist und in typischer Ausbildung ein apikales, zwei laterale und zwei antapikale Hörner aufweist, von denen einige reduziert oder nicht vorhanden sein können. Das Periphragma weist einfache Fortsätze auf, die zu intratabularen Gruppen oder penitabularen Reihen angeordnet sind. Die Fortsätze fließen an ihrem Ende zusammen und bilden so ein charakteristisches geländeartiges Gitter. Das Gebiet der Querfurche ist deutlich durch die verwachsenen Fortsätze abgegrenzt. Das Endophragma ist oval und deutlich vom Rand der Außenhülle abgegrenzt. Eine intercalare Archäopyle ist vorhanden, bei den schlecht erhaltenen Exemplaren aus den Liegendschichten im allgemeinen aber nicht zu erkennen.

**Bemerkungen:** Die Art wurde früher zur Gattung *Kisselovia* gestellt.

**Maße:** Gesamtdurchmesser: ca.  $60 \times 80 \mu\text{m}$ ; Durchmesser des Endophragmas:  $30 \times 55 \mu\text{m}$ ; Fortsatzlänge: bis  $15 \mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite:** Untereozän – Unteroligozän (Rupel)

In Norddeutschland reicht die Form von Ende der Zone D 8nb bis in die Zone D 14na (KÖTHE 1990).

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Die Form kommt regelmäßig in den Liegendschichten vor und ist häufiger als die ähnlichen *Wetzeliella*-Arten.

Gattung *Apectodinium* (COSTA & DOWNIE 1976) LENTIN & WILLIAMS 1977

(181) *Apectodinium homomorphum* (DEFLANDRE & COOKSON 1955) LENTIN & WILLIAMS 1977 emend.  
HARLAND 1979  
Taf. 15, Fig. 3, 4

- 1955 *Wetzeliella homomorpha* n. sp.– DEFLANDRE & COOKSON, S. 254 und Taf. 5, Fig. 7, Text-Fig. 19, nicht 17 – 18 (Prinetown Member of Dilwyn Clay; Untereozän).  
1977 *Apectodinium homomorpha* n. comb. – LENTIN & WILLIAMS, S. 8 (Neubeschreibung des Holotypus).  
1979 *Apectodinium homomorphum* emend. – HARLAND, S. 64 (Emend. des Holotypus).

**Beschreibung:** Peridinoide, viereckige bis rundliche Form, bei der die Zyste proximochorat ist und mit einem apikalen, zwei seitlichen und zwei antapikalen Hörnern ausgestattet ist, die alle reduziert sind und teilweise auch fehlen. Das Periphragma ist mit isoliert stehenden, einfachen oder zweigegabelten, kurzen Fortsätzen besetzt, die eine Tabulation jedoch nicht widerspiegeln. Die Form ist mit einer intercalaren Archäopyle versehen

**Maße:** Durchmesser des Periphragmas: bis  $80 \times 90 \mu\text{m}$ ; Durchmesser des Endophragmas: bis  $55 \times 60 \mu\text{m}$ ; Fortsatzlänge: bis  $30 \mu\text{m}$ .

**Stratigraphische Reichweite:** Höchstes Paläozän - Mitteleozän

In der nördlichen Hemisphäre erscheint die Formgruppe vor 56 Mio. J. im späten Paläozän und verschwindet wieder im Mitteleozän (Bartonian) vor 41 Mio. J. (WILLIAMS et al. 1993). Das entspricht in etwa der in VINKEN (1988) angegebenen Reichweite von der Dinoflagellatenzone D5 bis zur Zone D10. Somit ist die Form von hoher stratigraphischer Bedeutung.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Exemplare dieser Art sind die häufigsten Dinoflagellatenzyten in den Liegendschichten und Zwischenmitteln. Sie dominieren in allen Proben die Dinoflagellatenspektren, wo sie Häufigkeiten zwischen 25 und 50% erreichen.

#### 4.2.3.3 Gruppe Acritarcha EVITT 1963

Gattung *Micrhystridium* DEFLANDRE 1937 emend. STAPLIN 1961 emend. SARJEANT 1967 emend. LISTER 1970

(182) *Micrhystridium cf. stellatum* DEFLANDRE 1945  
Taf. 15, Fig. 5

- 1945 *Micrhystridium stellatum* n. sp.– DEFLANDRE, S. 65 und Taf. 3, Fig. 16 – 19 (Limestone from Roquemailère, Hérault, Frankreich; Silur).

**Beschreibung:** Kugelige Zentralkörper, die auf Grund der Anhänge mehr oder weniger vieleckig aussehen. Die Anhänge sind als einfache Dornen ausgebildet, die gerade oder schwach gebogen sind. Sie sind länger als der Radius des Zentralkörpers. Die Anzahl der Dornen beträgt ungefähr 1 Dutzend. Der Durchmesser der Form liegt bei  $20 \mu\text{m}$  (inklusive Anhänge). Die Anhänge werden dabei bis  $8 \mu\text{m}$  lang.

**Bemerkungen:** Es sind unzählige Arten der Gattung *Micrhystridium* beschrieben worden (vgl. FENSOME et al. 1993), die sich alle mehr oder weniger gleichen. Die in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefundene Form wird als *cf. stellatum* beschrieben, da *M. stellatum* ursprünglich eine Form aus dem Silur/Devon ist (vgl. EISENACK 1979). Allerdings beschreibt DE CONINCK (1968) Unterarten dieser Form aus dem Untereozän von Belgien (Ypern-Ton), die mit der hier gefundenen Form übereinstimmen.

**Stratigraphische Reichweite:** unbekannt

*Micrhystridium*-Arten kommen seit dem Paläozoikum vor und sind auch noch im Tertiär zu beobachten.

**Vorkommen in der Wulfersdorfer Flözgruppe:** Es kommen lediglich sporadisch Einzelexemplare in den Liegendschichten (Profile A, B) vor.

## 4.3 Gesamtverzeichnis der Sporomorphen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe

### Oberabteilung Sporites

#### Abteilung Triletes

Azonotrilete Sporen

- |      |   |                  |
|------|---|------------------|
| (1)  | <i>Leiotriletes microadriennis</i> KRUTZSCH 1959  | Schizaeaceae     |
| (2)  | <i>Leiotriletes maxoides</i> KRUTZSCH 1962 <i>maxoides</i> KRUTZSCH 1962                    | Schizaeaceae     |
| (3)  | <i>Toroisporis (Toroisporis) arealis</i> KRUTZSCH 1959                                      | unbekannt        |
| (4)  | <i>Toroisporis (Toroisporis) irregularis</i> (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1959                     | unbekannt        |
| (5)  | <i>Toroisporis (Toroisporis) torus</i> PFLUG 1953a <i>major</i> (PFLUG 1953a) KR. 1959a     | Schizaeaceae     |
| (6)  | <i>Toroisporis (Toroisporis) postregularis</i> KRUTZSCH 1959                                | Matoniaceae      |
| (7)  | <i>Gleicheniidites</i> sp.  | Gleicheniaceae   |
| (8)  | <i>Ischyosporites asolidus</i> (KRUTZSCH 1959a) KRUTZSCH 1967                               | Schizaeaceae     |
| (9)  | <i>Baculatisporites primarius</i> (WOLFF 1934) TH. & PF. 1953 <i>oligocaenicus</i> Kr. 1967 | Osmundaceae      |
| (10) | <i>Baculatisporites gemmatus</i> KRUTZSCH 1959  | Osmundaceae      |
| (11) | <i>Stereisporites megastereooides</i> PFLUG 1953  | Sphagnaceae      |
| (12) | <i>Stereisporites minor</i> (RAATZ 1937) KRUTZSCH 1959 <i>minor</i> KRUTZSCH 1959           | Sphagnaceae      |
| (13) | <i>Stereisporites breviancoris</i> KRUTZSCH 1963  | Sphagnaceae      |
| (14) | <i>Tegumentisporis sculpturooides</i> (KRUTZSCH 1959) KRUTZSCH 1963                         | Selaginellaceae  |
| (15) | <i>Cicatricosporites dorogensis</i> R. POTONIÉ & GELLETTICH 1933                            | Schizaeaceae (?) |
| (16) | <i>Cicatricosporites paradorogensis</i> KRUTZSCH 1959                                       | Schizaeaceae     |

#### Abteilung Zonales

Zonotrilete Sporen

- |      |  |               |
|------|--|---------------|
| (17) | <i>Polypodiaceoisporites gracillimus</i> NAGY 1963               | Polypodiaceae |
| (18) | <i>Camazonosporites heskemensis</i> (PFLANZL 1955) KRUTZSCH 1959 | Lycopodiaceae |
| (19) | <i>Camazonosporites decorus</i> (WOLFF 1934) KRUTZSCH 1959       | Lycopodiaceae |

#### Abteilung Monoletes

- |      |   |               |
|------|---|---------------|
| (20) | <i>Cicatricosporites pseudodorogensis</i> THOMSON & PFLUG 1953 ex KRUTZSCH 1959               | Schizaeaceae  |
| (21) | <i>Laevigatosporites haardti</i> (R. POT. & VEN. 1934) TH. & PF. 1953 <i>haardti</i> KR. 1967 | Polypodiaceae |
| (22) | <i>Laevigatosporites discordatus</i> PFLUG 1953   | Polypodiaceae |
| (23) | <i>Punctatosporites palaeogenicus</i> KRUTZSCH 1959   | Polypodiaceae |
| (24) | <i>Verrucatosporites favus</i> (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953                         | Polypodiaceae |
| (25) | <i>Verrucatosporites microfavus</i> THIELE-PFEIFFER 1988                                      | Polypodiaceae |
| (26) | <i>Reticuloidosporites dentatus</i> PFLUG 1953  | Polypodiaceae |

### Oberabteilung Pollenites

#### Abteilung Saccites

- |      |  |          |
|------|--|----------|
| (27) | <i>Pityosporites labdacus</i> (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 | Pinaceae |
|------|--|----------|

#### Abteilung Inapertures

- |      |   |                  |
|------|---|------------------|
| (28) | <i>Inaperturopollenites dubius</i> (R. POT. & VENITZ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 | Taxod., Cupress. |
| (29) | <i>Inaperturopollenites concedipites</i> (WODEHOUSE 1933) KRUTZSCH 1971         | Taxodiaceae      |
| (30) | <i>Inaperturopollenites magnus</i> (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953       | Pinaceae         |
| (31) | <i>Cupressacites bockwitzensis</i> KRUTZSCH 1971                                | Cupressaceae     |

#### Abteilung Monoporines

- |      |  |                     |
|------|--|---------------------|
| (32) | <i>Milfordia minima</i> KRUTZSCH 1970  | Restionaceae        |
| (33) | <i>Milfordia incerta</i> (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961                  | Restionaceae        |
| (34) | <i>Sparganiaceapollenites sparganioides</i> (MEYER 1956) KRUTZSCH 1970         | Sparganiac./Typhac. |
| (35) | <i>Sparganiaceapollenites reticulatus</i> (DOKTO.-HREB. 1960) KR. & VANH. 1977 | Sparganiac./Typhac. |
| (36) | <i>Sparganiaceapollenites</i> sp. 1  | Sparganiac./Typhac. |
| (37) | <i>Sparganiaceapollenites</i> sp. 2  | Sparganiac./Typhac. |
| (38) | <i>Emmapollis pseudoemmaensis</i> KRUTZSCH 1970                                | Chloranthaceae      |

#### Abteilung Monocolpates

- |      |   |        |
|------|---|--------|
| (39) | <i>Monocolpopollenites tranquillus</i> (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 | Palmae |
| (40) | <i>Arecipites parareolatus</i> (KRUTZSCH 1957) KRUTZSCH 1970                  | Palmae |

- (41) *Arecipites convexus* (THIERGART 1937) KRUTZSCH 1970 Palmae  
(42) *Arecipites longicolpatus* KRUTZSCH 1970 Butomaceae
- Abteilung Longicolpates**
- (43) *Spinizonocolpites echinatus* MULLER 1968 Palmae  
(44) *Spinizonocolpites baculatus* MULLER 1968 Palmae  
(45) *Punctilongsulcites microechinatus* THIELE-PFEIFFER 1988 Hydrocharitaceae
- Abteilung Dicolpates**
- (46) *Dicolpopollis kockeli* PFLANZL 1956 Palmae
- Abteilung Diporites**
- (47) *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* (KEDV. 1965) FRED., WIG., FERG., DRANSF., AGER 1985 Palmae
- Abteilung Brevaxones**
- (48) *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* (KR. 1954) KR. in GÓC., GR., KR. & PAČL. 1967 Normapolles  
(49) *Nudopollis terminalis* (TH. & PF. 1953) PFLUG 1953 *hastiformis* TH. & PF. 1953 Normapolles  
(50) *Basopollis orthobasalis* (PFLUG 1953) PFLUG 1953 Normapolles  
(51) *Interpollis supplingensis* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 Normapolles  
(52) *Interpollis microsupplingensis* KRUTZSCH 1961 Normapolles  
(53) *Plicapollis pseudoexcelsus* (KRUTZSCH 1957) KRUTZSCH 1961 *turgidus* PFLUG 1953 Normapolles  
(54) *Plicapollis pseudoexcelsus* (KR. 1957) KRUTZSCH 1961 *semiturgidus* PFLUG 1953 Normapolles  
(55) *Plicapollis pseudoexcelsus* (KR. 1957) KRUTZSCH 1961 *microturgidus* PFLUG 1953 Normapolles  
(56) *Triatriopollenites rurensis* THOMSON & PFLUG 1953 Myricaceae  
(57) *Triatriopollenites bituitus* (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 Myricaceae  
(58) *Triatriopollenites myricoides* (KREMP 1949) THOMSON & PFLUG 1953 Myricaceae  
(59) *Plicatopollis plicatus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1962 Juglandaceae  
(60) *Plicatopollis lunatus* KEDVES 1974 Juglandaceae  
(61) *Plicatopollis* sp. Juglandaceae  
(62) *Momipites punctatus* (R. POTONIÉ 1931) NAGY 1969 Juglandaceae  
(63) *Momipites quietus* (R. POTONIÉ 1931) NICHOLS 1973 Juglandaceae  
(64) *Platycaryapollenites platycaryoides* (ROCHE 1969) KEDVES 1982 Juglandaceae  
(65) *Platycaryapollenites semicyclus* (KR. & VANHOORNE 1977) THIELE-PFEIFFER 1988 Juglandaceae  
(66) *Platycaryapollenites anticyclus* KR. & VANHOORNE 1977 Juglandaceae  
(67) *Platycaryapollenites* sp. 1 Juglandaceae  
(68) *Platycaryapollenites* sp. 2 Juglandaceae  
(69) *Platycaryapollenites* sp. 3 Juglandaceae  
(70) *Caryapollenites circulus* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 Juglandaceae  
(71) *Caryapollenites triangulus* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 Juglandaceae  
(72) *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POTONIÉ 1931) THIERGART 1937 Juglandaceae  
(73) *Subtriporopollenites anulatus* THOM. & PF. 1953 *nanus* THOMSON & PFLUG 1953 Juglandaceae  
(74) *Subtriporopollenites magnoporatus* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 unbekannt  
(75) *Subtriporopollenites constans* PFLUG 1953 *constans* Juglandaceae  
(76) *Subtriporopollenites constans* PFLUG 1953 *magnus* KRUTZSCH 1961 Juglandaceae  
(77) *Triporopollenites rhenanus* (THOM. in R. POT., THOM. & THIER. 1950) Th. & Pf. 1953 Betulaceae  
(78) *Triporopollenites robustus* (MÜRRIGER & PFLUG 1951) THOMSON & PFLUG 1953 Betulaceae (?)  
(79) *Triporopollenites megagrifer* (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 Betulaceae (?)  
(80) *Triporopollenites undulatus* PFLUG 1953 Ulmaceae (?)  
(81) *Triporopollenites coryloides* PFLUG 1953 Betulaceae  
(82) *Trivestibulopollenites betuloides* PFLUG 1953 Betulaceae  
(83) *Intratriporopollenites microinstructus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977 Tiliaceae  
(84) *Intratriporopollenites* cf. *microreticulatus* MAI 1961 Tiliaceae  
(85) *Bombacacidites kettingensis* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1961 *minimus* KRUTZSCH 1970 Bombacaceae  
(86) *Bombacacidites* sp. Bombacaceae  
(87) *Anacolosidites efflatus* (R. POTONIÉ 1934) ERDTMAN 1954 Olacaceae  
(88) *Anacolosidites pseudoefflatus* KRUTZSCH 1959 Olacaceae  
(89) *Porocolpopollenites rarobaculatus* THIELE-PFEIFFER 1980 Symplocaceae  
(90) *Porocolpopollenites vestibulum* (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 Symplocaceae  
(91) *Symplocospollenites orbis* (THOMSON & PFLUG 1953) R. POTONIÉ 1960 Symplocaceae  
(92) *Celtipollenites intrastructus* (KR. & VANHOORNE 1977) THIELE-PFEIFFER 1980 Ulmaceae  
(93) *Celtipollenites laevigatus* THIELE-PFEIFFER 1988 Ulmaceae

- (94) *Labrapollis labraferus* (R. POTONIÉ 1931) KRUTZSCH 1968 unbekannt  
 (95) *Brosipollis striatobrosus* (KRUTZSCH 1961) KRUTZSCH 1968 Icacinaceae  
 (96) *Brosipollis salebrosus* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1968 unbekannt  
 (97) *Thomsonipollis magnificus* (THOMSON & PFLUG 1953) KRUTZSCH 1960 Normapolles  
 (98) *Compositoipollenites rhizophorus* (R. POTONIÉ 1934) R. POTONIÉ 1960 Icacinaceae  
 (99) *Corsinipollenites oculus-noctis* (THIERGART 1940) NAKOMAN 1965 Oenotheraceae  
 (100) *Pentapollenites pentangulus* (PFLUG 1953) KRUTZSCH 1957 unbekannt  
 (101) *Reevesiapollis triangulus* (MAMCZAR 1960) KRUTZSCH 1970 Sterculiaceae

**Abteilung Periporati**

- (102) *Multiporopollenites* sp. unbekannt

**Abteilung Stephanoporati**

- (103) *Nothofagidites flemingii* (COUPER 1953) R. POTONIÉ 1960 Fagaceae

**Abteilung Longaxones**

- (104) *Tricolpopollenites liblarensis* (TH. in R. POT., THOM. & THIER. 1950) THOM. & PF. 1953 *liblarensis* (THOM. in R. POTONIÉ, THOM. & THIER. 1950) THOM. & PF. 1953 Fagaceae (?)  
 (105) *Tricolpopollenites liblarensis* (TH. in R. POT., THOM. & THIER. 1950) THOM. & PF. 1953 *fallax* (POT. 1934) THOMSON & PFLUG 1953 Fagaceae (?)  
 (106) *Tricolpopollenites quisqualis* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 Fagaceae (?)  
 (107) *Tricolpopollenites microhenrici* (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 Fagaceae  
 (108) *Tricolpopollenites asper* THOMSON & PFLUG 1953 Fagaceae  
 (109) *Tricolpopollenites retiformis* THOMSON & PFLUG 1953 Salicaceae  
 (110) *Tricolpopollenites vegetus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1959 Hamamelidaceae  
 (111) *Tricolpopollenites pudicus* (R. POTONIÉ 1934) THOMSON & PFLUG 1953 unbekannt  
 (112) *Tricolpopollenites* sp. unbekannt  
 (113) *Tricolporopollenites cingulum* (POT.1931) TH. & PF. 1953 *fuscus* (POT. 1931) TH. & PF. 1953 Fagaceae  
 (114) *Tricolporopollenites cingulum* (POT.1931) TH. & PF. 1953 *pusillus* (POT. 1934) TH. & PF. 1953 Fagaceae  
 (115) *Tricolporopollenites cingulum* (POT.1931) TH. & PF. 1953 *oviformis* (POT. 1931) TH. & PF. 1953 Fagaceae  
 (116) *Tricolporopollenites pseudocingulum* (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 unbekannt  
 (117) *Tricolporopollenites megaexactus* (POT. 1931) TH. & PF. 1953 *brühlensis* (TH. in R. POT., TH. & THIER. 1959) THOMSON & PFLUG 1953 Cyrillaceae  
 (118) *Tricolporopollenites megaexactus* (POT. 1931) TH. & PF. 1953 *exactus* (POT. 1931) TH. & PF. 1953 Cyrillaceae  
 (119) *Tricolporopollenites staresedloensis* KRUTZSCH & PACLTOVÁ 1969 Salicaceae (?)  
 (120) *Tricolporopollenites edmundi* (R. POTONIÉ 1931) THOMSON & PFLUG 1953 Mastixiaceae  
 (121) *Tricolporopollenites satzveyensis* PFLUG 1953 Mastixiaceae  
 (122) *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG 1953 Typ A Vitaceae  
 (123) *Tricolporopollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG 1953 Typ B Vitaceae  
 (124) *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953 Typ A Oleaceae  
 (125) *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953 Typ B Oleaceae  
 (126) *Tricolporopollenites pseudointergranulatus* KRUTZSCH 1966 ex SONTAG 1966 Menispermaceae(?)  
 (127) *Tricolporopollenites parmularius* (R. POT. 1934) KR. in KR., PCHA. & SPIEG. 1960 Eucommiaceae  
 (128) *Tricolporopollenites sole de portai* KEDVES 1965 Anacardiaceae  
 (129) *Tricolporopollenites crassiexinus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977 Celastraceae  
 (130) *Tricolporopollenites eofagoides* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977 unbekannt  
 (131) *Tricolporopollenites vancampoae* KEDVES 1964 unbekannt  
 (132) *Tricolporopollenites* cf. *megaporatus* KRUTZSCH & VANHOORNE 1977 unbekannt  
 (133) *Tricolporopollenites crassostriatus* NICKEL 1996 Solanaceae(?)  
 (134) *Tricolporopollenites cognitus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1961 unbekannt  
 (135) *Tricolporopollenites* sp. 1 (*Avicennia*-Typ) Avicenniaceae  
 (136) *Tricolporopollenites* sp. 2 (*Linum*-Typ) Linaceae  
 (137) *Tricolporopollenites* sp. 3 unbekannt  
 (138) *Tricolporopollenites* sp. 4 unbekannt  
 (139) *Tricolporopollenites* sp. 5 unbekannt  
 (140) *Tricolporopollenites* sp. 6 unbekannt  
 (141) *Zonocostites ramonae* GERMERAAD, HOPPING & MULLER 1968 Typ A Rhizophoraceae  
 (142) *Zonocostites ramonae* GERMERAAD, HOPPING & MULLER 1968 Typ B Rhizophoraceae

- (143) *Spinaepollis spinosus* (R. POTONIÉ 1931) KRUTZSCH 1961 Euphorbiaceae  
 (144) *Nyssapollenites kruschi* (POT. 1931) NAGY 1969 *analepticus* (POT. 1934) NAGY 1969 Nyssaceae  
 (145) *Nyssapollenites kruschi* (POT 1931) R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950 *accessorius* (R. POTONIÉ 1934) R. POTONIÉ, THOMSON & THIERGART 1950 ex SIMONCSICS 1969 Nyssaceae  
 (146) *Ilexpollenites iliacus* (R. POTONIÉ 1931) THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960 Aquifoliaceae  
 (147) *Ilexpollenites margaritatus* (R. POTONIÉ 1931) THIERGART 1937 ex R. POTONIÉ 1960 Aquifoliaceae  
 (148) *Reticulataepollis intergranulatus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1959 unbekannt  
 (149) *Tetracolporopollenites sapotoides* THOMSON & PFLUG 1953 Sapotaceae  
 (150) *Tetracolporopollenites manifestus* (POT. 1931) TH. & PF. 1953 *contractus* PF. 1953 Sapotaceae  
 (151) *Tetracolporopollenites kirchheimeri* THOMSON & PFLUG 1953 Sapotaceae  
 (152) *Tetracolporopollenites obscurus* THOMSON & PFLUG 1953 Sapotaceae  
 (153) *Tetracolporopollenites sculptatus* PACLTOVÁ 1960 unbekannt

#### Abteilung Tetradites

- (154) *Droseridites echinosporus* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1961 Nepenthaceae  
 (155) *Ericipites callidus* (R. POTONIÉ 1931a) KRUTZSCH 1970e Ericaceae  
 (156) *Ericipites ericius* (R. POTONIÉ 1931a) R. POTONIÉ 1960 Ericaceae

#### Oberabteilung Phytoplankton

##### Abteilung Chlorophyta

- (157) *Botryococcus* cf. *braunii* KÜTZING 1849 Chlorophyceae  
 (158) *Planctonites stellarius* (R. POTONIÉ 1934) KRUTZSCH 1960 Chlorophyceae  
 (159) *Cymatiosphaera eupeplos* VALENSI 1948 Prasinophyceae  
 (160) *Cymatiosphaera* sp. 1 Prasinophyceae  
 (161) *Cymatiosphaera* sp. 2 Prasinophyceae  
 (162) *Pterospermella barbarae* (GORKA 1963) EISENACK et al. 1973 Prasinophyceae  
 (163) *Pterospermella* sp. Prasinophyceae

##### Abteilung Dinoflagellata

- (164) *Systematophora placacantha* (DEFLANDRE & COOKSON 1955) DAVEY et. al. 1969  
 (165) *Cordosphaeridium inodes* (KL. 1953) EISEN. 1963 emend. MOR. 1968 emend. SARJ. 1981 Dinophyceae  
 (166) *Cordosphaeridium gracile* (EISENACK 1954) DAVEY & WILLIAMS 1966 Dinophyceae  
 (167) *Hystrichokolpoma* sp. Dinophyceae  
 (168) *Thalassiphora pelagica* (EISENACK 1954b) EISENACK & GOCHT 1960 emend. GOCHT 1968 emend. BENEDEK & GOCHT 1981 Dinophyceae  
 (169) *Spiniferites ramosus* (EHRENB. 1838) SARJ. 1970 emend. DAVEY & WILLIAMS 1966 Dinophyceae  
 (170) *Spiniferites* spp. Dinophyceae  
 (171) *Membranophoridium aspinatum* GERLACH 1961 Dinophyceae  
 (172) *Homotryblium pallidum* DAVEY & WILLIAMS 1966 Dinophyceae  
 (173) *Homotryblium abbreviatum* EATON 1976 Dinophyceae  
 (174) *Impletosphaeridium insolitum* EATON 1976 Dinophyceae  
 (175) *Impletosphaeridium* spp. Dinophyceae  
 (176) *Phthanoperidinium echinatum* EATON 1976 Dinophyceae  
 (177) *Deflandrea phosphoritica* EISENACK 1938 Dinophyceae  
 (178) *Wetzeliella articulata* EISENACK 1938 Dinophyceae  
 (179) *Wetzeliella samlandica* EISENACK 1954 Dinophyceae  
 (180) *Charlesdowniea clathrata* (EISENACK 1938) LENTIN & VOZZHENNIKOVA 1989 Dinophyceae  
 (181) *Apectodinium homomorphum* (DEFL. & COOK. 1955) LENTIN & WILLIAMS 1977 emend. HARLAND 1979 Dinophyceae

##### Gruppe Acritarcha

- (182) *Micrhystridium* cf. *stellatum* DEFLANDRE 1945 Acritarcha

## 4.4 Botanische Ergebnisse der systematischen Untersuchung

Im Probenmaterial aus der Wulfersdorfer Flözgruppe konnten insgesamt 156 verschiedene Sporomorphen (26 Sporen, 130 Pollen) festgestellt werden. Davon konnten lediglich 16 Formen nicht näher bestimmt werden, wobei bei einigen dieser Formen wie z. B. (135) *Tricolporopollenites* sp. 1 mit *Avicennia* zumindest die botanische Zugehörigkeit als gesichert angesehen werden kann. Gegenüber den 55 von PFLUG (1952) angegebenen Formen aus der Helmstedter Oberflözgruppe ergibt sich mit der hier vorgelegten Untersuchung eine deutliche Erhöhung der Artenzahl.

Eine rezentbotanische Deutung der einzelnen Formen ist in diesem paläogenen Material bedeutend schwerer als beispielsweise in jungtertiärem Material (vgl. THIELE-PFEIFFER 1980), da eine hohe Anzahl der Formen von ausgestorbenen Pflanzen abstammt bzw. die heutigen Nachfahren in entlegenen Reliktarealen der Tropen weiterleben. Während die Familienzugehörigkeit der meisten Formen noch relativ gesichert angegeben werden kann, ist bei einem Großteil der Pollenarten eine botanische Gattungszuordnung nur anzunehmen oder muß sogar offenbleiben.

Insgesamt konnten, ausgehend von den 156 beschriebenen Formen, nur bei 126 Arten Angaben über botanische Zuordnungen aus der neueren Literatur herangezogen werden. Grundlage waren dabei hauptsächlich die Arbeiten von KRUTZSCH (1959a, 1962a, 1962b, 1963b, 1967a, 1970a, 1970c), THIELE-PFEIFFER (1980, 1988) und NICKEL (1996a, 1996b), die sich teilweise intensiv mit der rezentbotanischen Deutung der Sporomorphen auseinandergesetzt haben. Unter den 126 Arten, die in der folgenden Liste aufgeführt werden, sind 23 Pteridophyten-Sporen, 5 Pollen von Gymnospermen, 15 Formen von monocotylen und 83 von dicotylen Angiospermen, die sich auf insgesamt 44 Pflanzenfamilien (+6 vermutete Familien) verteilen:

PTERIDOPHYTA		
• Gleicheniaceae	?	(7) <i>Gleichenioidites</i> sp.
• Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i>	(18) <i>Camazonosporites heskemensis</i>
	„	(19) <i>Camazonosporites decorus</i>
• ?Matoniaceae	? <i>Phlebopteris</i>	(6) <i>Toroisporis</i> (T.) <i>postregularis</i>
• Osmundaceae	<i>Osmunda</i>	(9) <i>Baculatisporites primarius</i>
	?	(10) <i>Baculatisporites gemmatus</i>
• Polypodiaceae	<i>Pteris</i>	(17) <i>Polypodiaceoisporites gracillimus</i>
	? <i>Pronephrium</i>	(21) <i>Laevigatosporites haardti</i>
	<i>Polypodium</i>	(24) <i>Verrucatosporites favus</i>
	?	(22) <i>Laevigatosporites discordatus</i>
	?	(23) <i>Punctatosporites palaeogenicus</i>
	?	(25) <i>Verrucatosporites microfavus</i>
	?	(26) <i>Reticuloidosporites dentatus</i>
• Schizaeaceae	<i>Lygodium</i>	(2) <i>Leiotriletes maxoides maxoides</i>
	„	(8) <i>Ischyosporites asolidus</i>
	? <i>Lygodium</i>	(1) <i>Leiotriletes microadriennis</i>
	<i>Ruffordia subcretacea</i>	(16) <i>Cicatricosisporites paradorogensis</i>
	<i>Schizaea</i>	(20) <i>Cicatricosisporites pseudodorogensis</i>
?Schizaeaceae	?	(15) <i>Cicatricosisporites dorogensis</i>
• Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	(14) <i>Tegumentisporis sculpturoides</i>
• Sphagnaceae	<i>Sphagnum</i>	(11) <i>Stereisporites megastereoides</i>
	„	(12) <i>Stereisporites minor</i>
	„	(13) <i>Stereisporites breviancoris</i>
GYMNOSPERMAE		
• Cupressaceae	?	(31) <i>Cupressacites bockwitzensis</i>
?Cupressaceae	?	(28) <i>Inaperturopollenites dubius</i>
• Pinaceae	<i>Pinus</i>	(27) <i>Pityosporites labdacus</i>



GYMNOSPERMAE		
?Pinaceae	? <i>Pseudotsuga</i>	(30) <i>Inaperturopollenites magnus</i>
• Taxodiaceae	<i>Taxodium, Glyptostrobus</i>	(29) <i>Inaperturopollenites concedipites</i>

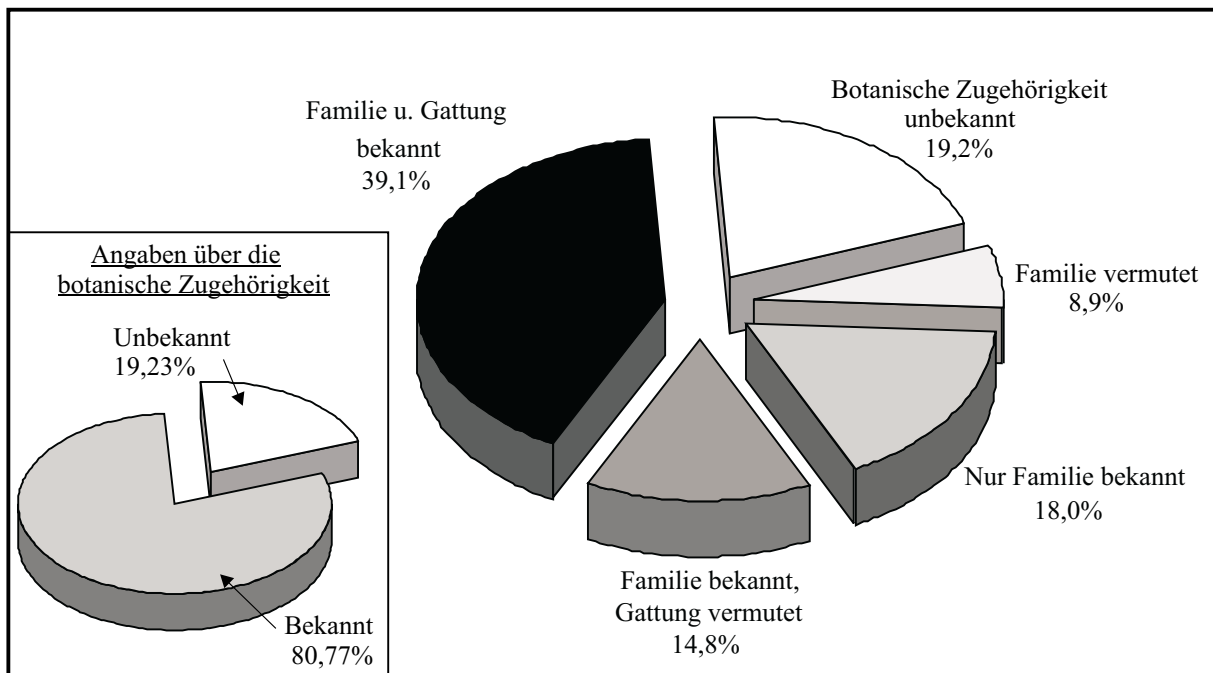
ANGIOSPERMAE/MONOCOTYLEDONEAE		
• Butomaceae	<i>Butomus</i>	(42) <i>Arecipites longicolpatus</i>
• Hydrocharitaceae	?	(45) <i>Punctilongisulcites microechinatus</i>
• Palmae	? <i>Phoenix</i>	(39) <i>Monocolpopollenites tranquillus</i>
	? <i>Sabal, ?Pseudophoenix, ?Areca</i>	(40) <i>Arecipites parareolatus</i>
	? <i>Sabal, ?Pseudophoenix, ?Areca</i>	(41) <i>Arecipites convexus</i>
	<i>Nypa fruticans</i>	(43) <i>Spinizonocolpites echinatus</i>
	<i>Nypa</i>	(44) <i>Spinizonocolpites baculatus</i>
	? <i>Calamus, ?Daemonorops</i>	(46) <i>Dicolpopollis kockeli</i>
	? <i>Daemonorops</i>	(47) <i>Diporoconia iszkaszentgyoergyi</i>
• Restionaceae	<i>Lyginia</i>	(32) <i>Milfordia minima</i>
	? <i>Hypolaena, ?Leptocarpus, ?Lepyrodia, ?Restio</i>	(33) <i>Milfordia incerta</i>
• Sparganiaceae/ Typhaceae	?	(34) <i>Sparganiaceapollenites sparganioides</i>
	?	(35) <i>Sparganiaceapollenites reticulatus</i>
	?	(36/37) <i>Sparganiaceapollenites</i> sp. 1/sp. 2

ANGIOSPERMAE/DICOTYLEDONEAE		
• ?Anacardiaceae	? <i>Buchanania, ?Choerospondias, ?Rhus, ?Tapiria</i>	(128) <i>Tricolporopollenites sole de portai</i>
• Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	(146) <i>Ilexpollenites iliacus</i>
	<i>Ilex, Nemopanthus</i>	(147) <i>Ilexpollenites margaritatus</i>
• Avicenniaceae	<i>Avicennia</i>	(135) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 1
• Betulaceae	<i>Ostrya</i>	(77) <i>Tripoporopollenites rhenanus</i>
	<i>Corylus</i>	(81) <i>Tripoporopollenites coryloides</i>
	<i>Betula</i>	(82) <i>Trivestibulopollenites betuloides</i>
	?	(79) <i>Tripoporopollenites megagranner</i>
?Betulaceae	?	(78) <i>Tripoporopollenites robustus</i>
• Bombacaceae	<i>Bombax</i>	(85) <i>Bombacacidites kettingensis minimus</i>
	? <i>Bombax</i>	(86) <i>Bombacacidites</i> sp. 1
• Celastraceae	<i>Microtropis</i>	(129) <i>Tricolporopollenites crassiexinus</i>
• Chloranthaceae	? <i>Ascarinopsis, ?Ascarina</i>	(38) <i>Emmapollis pseudoemmaensis</i>
• Cyrillaceae	<i>Cliftonia, Costea, Cyrilla</i>	(117) <i>Tricolporopollenites megaexactus brühlensis</i>
	? <i>Cliftonia, ?Costea, ?Cyrilla</i>	(118) <i>Tricolporopollenites megaexactus exactus</i>
• Ericaceae	diverse Gattungen	(155) <i>Ericipites callidus</i>
	" "	(156) <i>Ericipites ericius</i>
• Eucommiaceae	<i>Eucommia</i>	(127) <i>Tricolporopollenites parmularius</i>
• ?Euphorbiaceae	? <i>Croton, ?Jatropha</i>	(143) <i>Spinaepollis spinosus</i>

ANGIOSPERMAE/DICOTYLEDONEAE		
• Fagaceae	<i>Nothofagus</i>	(103) <i>Nothofagidites flemingii</i>
	<i>Quercus</i>	(108) <i>Tricolpopollenites asper</i>
	? <i>Quercus</i>	(107) <i>Tricolpopollenites microhenrici</i>
	<i>Castanopsis, Castanea</i>	(113) <i>Tricolporopollenites cingulum fusus</i>
	<i>Castanopsis, Castanea, Litho- carpus, Pasania</i>	(114)/(115) <i>Tricolporopollenites cingulum pusillus/ oviformis</i>
	?	(104) <i>Tricolpopollenites liblarensis liblarensis</i>
	?	(105) <i>Tricolpopollenites liblarensis fallax</i>
	?	(106) <i>Tricolpopollenites quisqualis</i>
• ?Hamamelidaceae	?	(110) <i>Tricolpopollenites vegetus</i>
• Icacinaceae	<i>Gomphandra</i>	(95) <i>Brosipollis striatobrosus</i>
	? <i>Polyporandra, ?Iodes</i>	(98) <i>Compositoipollenites rhizophorus</i>
• Juglandaceae	? <i>Engelhardtia, ?Oremunnea,</i>	(62) <i>Momipites punctatus</i>
	? <i>Alfaroa</i>	
	<i>Engelhardtia</i>	(63) <i>Momipites quietus</i>
	<i>Platycarya</i>	(64) <i>Platycaryapollenites platycaryoides</i>
	"	(65) <i>Platycaryapollenites semicyclus</i>
	<i>Carya</i>	(70) <i>Caryapollenites circulus</i>
	"	(71) <i>Caryapollenites triangulus</i>
	<i>Pterocarya</i>	(72) <i>Pterocaryapollenites stellatus</i>
	?	(59) <i>Plicatopollis plicatus</i>
	?	(60) <i>Plicatopollis lunatus</i>
	?	(61) <i>Plicatopollis</i> sp. 1
	?	(66) <i>Platycaryapollenites anticyclus</i>
	?	(67/68/69) <i>Platycaryapollenites</i> sp. 1/sp. 2/sp. 3
	?	(73) <i>Subtriporopollenites anulatus</i>
?Juglandaceae	?	(75/76) <i>Subtriporopollenites constans</i>
• Linaceae	<i>Linum</i>	(136) <i>Tricolporopollenites</i> sp. 2
• Mastixiaceae	?	(121) <i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>
	?	(120) <i>Tricolporopollenites edmundi</i>
• Menispermaceae	? <i>Paracyclea</i>	(126) <i>Tricolporopollenites pseudointergranulatus</i>
• Myricaceae	<i>Myrica</i>	(56) <i>Triatriopollenites rurensis</i>
	"	(57) <i>Triatriopollenites bituitus</i>
	?	(58) <i>Triatriopollenites myricoides</i>
• Nepenthaceae	<i>Nepenthes</i>	(154) <i>Droseridites echinosporus</i>
• Nyssaceae	<i>Nyssa</i>	(144) <i>Nyssapollenites kruschi analepticus</i>
	"	(145) <i>Nyssapollenites kruschi accessorius</i>
• Olacaceae	<i>Anacolosa</i>	(87) <i>Anacolosidites efflatus</i>
	<i>Cathedra, ?Anacolosa</i>	(88) <i>Anacolosidites pseudoefflatus</i>
• Oleaceae	<i>Fraxinus, Ligustrum, Olea,</i> <i>Syringa</i>	(124)/(125) <i>Tricolporopollenites microreticulatus</i>
• Onagraceae	? <i>Oenothera, ?Epilobium</i>	(99) <i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>
• Rhizophoraceae	<i>Rhizophora</i>	(141/142) <i>Zonocostites ramonae</i>
• ?Rosaceae	? <i>Fragaria, ?Prunus, ?Sorbus</i>	(128) <i>Tricolporopollenites sole de portai</i>
• Salicaceae	<i>Salix</i>	(109) <i>Tricolpopollenites retiformis</i>
?Salicaceae	? <i>Salix</i>	(119) <i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>

ANGIOSPERMAE/DICOTYLEDONEAE		
Sapotaceae	? <i>Pouteria</i> , ? <i>Xantolis</i> , ? <i>Planchonella</i>	(149) <i>Tetracolporopollenites sapotoides</i>
	? <i>Mastichodendron</i> , ? <i>Sacrosperma</i> , ? <i>Planchonella</i>	(150) <i>Tetracolporopollenites manifestus contractus</i>
	? <i>Pouteria</i> , ? <i>Pichonia</i> , ? <i>Autranella</i>	(151) <i>Tetracolporopollenites kirchheimeri</i>
	? <i>Palaquium</i> , ? <i>Madhuca</i> , ? <i>Manilkara</i>	(152) <i>Tetracolporopollenites obscurus</i>
?Solanaceae	? <i>Datura</i>	(133) <i>Tricolporopollenites crassostratus</i>
Sterculiaceae	<i>Reevesia</i>	(101) <i>Reevesiapollis triangulus</i>
Symplocaceae	<i>Symplocos</i>	(89) <i>Porocolpopollenites rarobaculatus</i>
	? <i>Symplocos</i>	(90) <i>Porocolpopollenites vestibulum</i>
	"	(91) <i>Symplocospollenites orbis</i>
Tiliaceae	<i>Tilia</i>	(83) <i>Intratriporopollenites microinstructus</i>
	? <i>Tilia</i>	(84) <i>Intratriporopollenites cf. microreticulatus</i>
Ulmaceae	<i>Celtis</i>	(92) <i>Celtipollenites intrastructurus</i>
?Ulmaceae	?	(80) <i>Triporopollenites undulatus</i>
Vitaceae	<i>Cissus</i>	(122) <i>Tricolporopollenites marcodurensis</i> Typ A
	<i>Ampelopsis</i> , <i>Cayratia</i> , <i>Parthenocissus</i>	(123) <i>Tricolporopollenites marcodurensis</i> Typ B

Von den 156 Sporomorphen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe sind 19,23% rezentbotanisch weder auf Gattungs- noch Familienebene zuzuordnen (Abb. 4.1). Dazu kommen noch 8,9% der Formen, bei denen lediglich eine vage Familienzuordnung bekannt ist. Somit ist etwa bei ¼ der Formen von unbekanntem Mutterpflanzen auszugehen. Es handelt sich dabei zumeist um ausgestorbene Pflanzengattungen oder -familien, so daß ein Rezentvergleich entfällt. Dies betrifft vor allem die Normapollen-Formen, die prozentual einen wichtigen Anteil in den Pollenvergesellschaftungen einnehmen. Einige dieser Formen, wie z. B. *Pompeckjoidapollenites subhercynicus* oder *Plicapollis pseudoexcelsus* sind teilweise massenhaft in den Proben vorhanden und damit auch von entscheidender ökologischer Bedeutung. Ähnliches gilt auch für *Triporopollenites robustus*, bei der einige Auto-



**Abb. 4.1:** Angaben über den Kenntnisstand bei der botanischen Zugehörigkeit aller 156 aus der Wulfersdorfer Flözgruppe beschriebenen Sporomorphen.

ren immerhin Beziehungen zu den Betulaceen sehen (z. B. THOMSON & PFLUG 1953). Die Familienzuordnung ist aber keinesfalls gesichert. Dennoch ist auch diese Form durch ihr massenhaftes Auftreten für die ökologische Analyse von Bedeutung.

Für die Rekonstruktion eines Ökosystems ist es daher wichtig, bestimmte Leitformen zu besitzen, bei denen nicht nur die botanische Zuordnung bekannt ist, sondern auch die Lebensbedingungen und -räume, in denen die Form vorkommt. In der Wulfersdorfer Flözgruppe sind bei mehr als der Hälfte der Formen die botanischen Verhältnisse gut bekannt, da die Familienzuordnung gesichert ist und eine Gattungszugehörigkeit zumindest vermutet wird, wenn sie nicht sogar ebenfalls bekannt ist (Abb. 4.1). In den Proben aus der Flözgruppe ist dies bei immerhin 39,1% der Formen der Fall. Unter diesen Formen sind faziesrelevante Arten, wie die Mangrovenelemente *Rhizophora*, *Avicennia* und *Nypa* oder Marschbewohner wie die Restionaceen, mit deren Hilfe ein Modell des Ökosystems erstellt werden kann. Aus Assoziationen mit diesen Formen bzw. gleich- oder gegenläufigen Verteilungskurven im Vergleich mit solchen Pollentypen können somit auch die Lebensräume und -bedingungen von den Formen rekonstruiert werden, bei denen die rezentbotanische Zuordnung unbekannt ist, wie z. B. den Normapolles-Formen. Deshalb ist es auch nicht immer entscheidend, die botanischen Zuordnungen einzelner Formen kennen zu müssen.

Auf der anderen Seite gibt es aber auch Formen, wie *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum*, die beide den Fagaceen zugeordnet werden, wobei jedoch zumindest bei *T. liblarensis* eine weitere Gattungszugehörigkeit nicht bekannt ist. Zumeist weisen die beiden Formen gegenläufige Verteilungskurven auf. Hier wäre eine bessere Kenntnis der botanischen Verhältnisse mit Sicherheit von Vorteil, um das gegenläufige Auftreten der beiden Formen erklären zu können.

Letztendlich ist es nicht nur für die Analyse des Ökosystems von entscheidender Bedeutung, genauere Kenntnis über die botanische Zugehörigkeit der Formen zu erhalten, sondern auch für klimatische Fragestellungen, die vom rezentbotanischen Vergleich ausgehen (siehe Kap. 7).

# Kapitel 5 Ergebnisse

## 5.1 Statistische Analyse

### 5.1.1 Methoden

Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Möglichkeiten zur Aufbereitung der palynologischen Daten genutzt. Neben der „klassischen“ Darstellung der Auszählungen der Proben durch das Pollendiagramm ist auch auf die statistische Analyse zurückgegriffen worden. Solche Analysen haben den Vorteil, die Dimensionalität der Daten auf ein Minimum zu reduzieren, gleichzeitig aber wichtige Trends hervorzuheben. Trotz der Vereinfachung der Daten kommt es dabei nur zu einem Minimum an Informationsverlust. Durch die statistische Analyse wird der Zugang für eine Interpretation der palynologischen Daten vereinfacht, da durch die graphische Darstellung der statistischen Ergebnisse die Datenvielfalt übersichtlich wird.

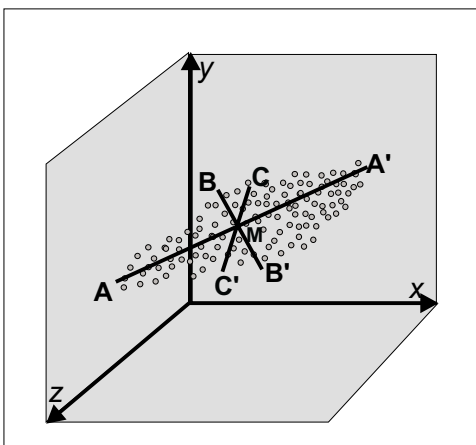
Aus der Vielzahl der statistischen Methoden ist zum einen die Cluster-Analyse gewählt worden, die die objektive Grundlage für die Interpretation der Pollendiagramme liefert und zum anderen die Principal Component-Analyse (PCA).

Die Grundidee, die hinter einer Cluster-Analyse steht, ist die Gruppierung von Objekten (hier einzelne Proben oder Pollenarten) in verschiedene „Haufen“ (Cluster), so daß die Objekte innerhalb eines Clusters sich in bestimmten Aspekten ähnlich sind und dementsprechend Unterschiede zu Objekten anderer Cluster deutlich werden. Die Ergebnisse dieser Analyse werden im Dendrogramm präsentiert. Es gibt verschiedene Arten der Cluster-Analyse (siehe EVERITT 1974), wobei im Rahmen dieser Arbeit auf die „minimum variance clustering“-Methode bzw. Ward's-Methode zurückgegriffen wurde (WARD 1963). Bei dieser Methode wird davon ausgegangen, daß in jedem Stadium der Verlust an Information, welcher bei der Gruppierung der Objekte entsteht, gemessen werden kann. Dabei wird die Gesamtsumme des Quadrates der Abweichung jedes Punktes vom Mittel des Clusters, zu dem er gehört, gemessen. Bei jedem Schritt der Analyse wird jedes mögliche Objektpaar verglichen und jenes zusammengeführt, bei dem der Anstieg der Summe der Abweichung am geringsten ist.

Abschließend folgt eine Principal Component-Analyse (PCA), die auch auf die Daten der Untersuchungen von HAMMER (1996) zurückgreift, so daß letztendlich die vollständige Wulfersdorfer Flözgruppe inklusive Flöz 4 statistisch analysiert wurde. Mit Hilfe dieser PCA wird in Kap. 5.3.3 ein abschließender Gesamtüberblick über die ökologische und sedimentologische Entwicklung der Wulfersdorfer Flözgruppe gegeben.

Bei der PCA werden die ursprünglichen Variablen eines Systems mit mathematischen Verfahren in eine möglichst geringe Anzahl von „principal components“ transformiert, die rechtwinklig zueinander und damit unkorreliert sind. Es wird sozusagen eine Rotation eines Schwarms von Daten, die in einem multidimensionalen Raum verteilt sind, vorgenommen, so daß die längste Achse („first principal component“-Achse), die durch den Datenschwarm gelegt werden kann, die größte Varianz der Daten beinhaltet. Abb. 5.1 zeigt, was damit in einem dreidimensionalen Raum gemeint ist. Die einzelnen „principal components“ repräsentieren dadurch einen jeweils wesentlich höheren Prozentsatz der Gesamtvarianz eines Systems als jede der ursprünglichen Variablen. Mit Hilfe der PCA können somit „eigenvectors“ und „eigenvalues“ aus dem Originaldatensatz extrahiert werden (Abb. 5.1).

Das Ergebnis der PCA besteht aus zwei Datensätzen, den „factor loadings“ und den „factor scores“. Die „factor scores“ sind die eigentlichen neuen Variablen und können wie die Originalvariablen gegen die Zeit bzw. Teufe im Profil aufgetragen werden. Anders ausgedrückt, statt jede einzelne Pollenform im Pollendiagramm aufzutragen, werden nur noch die neu errechneten „factor scores“ der einzelnen Proben für die jeweilige Komponente



**Abb. 5.1:** Im dreidimensionalen Raum formen die Datenpunkte ein Ellipsoid mit drei „eigenvectors“ in den Richtungen MA, MB, MC, wobei M der Mittelpunkt ist. MA ist der erste Eigenvektor (die längste Achse im Ellipsoid), der die Richtung der größten Varianz des Datenfeldes anzeigt. MB, der zweite Eigenvektor, zeigt die größte Varianz des Datenfeldes rechtwinklig zu MA. Die drei „eigenvalues“ sind die Längen der Achsen  $AA' > BB' > CC'$  (aus ROCK 1988).

aufgetragen. Sie geben, interpretativ gesehen, die Intensität des Einflusses der jeweiligen übergeordneten Komponente im Profilverlauf wieder. Die „factor loadings“ repräsentieren dagegen Intensität und Charakter der Reaktion der einzelnen Variablen (hier Pollen- und Pflanzenarten) auf den Einfluß der jeweiligen Komponente.

### 5.1.2 Probleme/Lösungen

Trotz der Objektivität der statistischen Analyse taucht eine Reihe von signifikanten Problemen auf, die berücksichtigt werden müssen und Einfluß auf die Ergebnisse der Analysen haben:

#### 1. „Closed data set“

Bei palynologischen Untersuchungen werden zumeist Pollen und Sporen einer Probe ausgezählt und der relative Anteil einer Form am Gesamtspektrum errechnet. Die prozentualen Anteile einzelner Arten werden dann im Pollendiagramm dargestellt. Für eine statistische Analyse sind relative Werte bzw. Prozentwerte nicht geeignet, da alle Werte einer Probe damit voneinander abhängig sind, also ein geschlossenes System („closed data set“) bilden. Verändert sich ein Wert in diesem System, so ändern sich alle anderen Werte auch. Statistische Analysen sind nur sinnvoll, wenn das Daten-System offen ist. Aus diesem Grund ist eine Transformation der Daten im Falle eines geschlossenen Daten-Systems zwingend erforderlich, obwohl es keine Möglichkeit gibt eine „geschlossene“ Datengruppe nachträglich vollständig zu „öffnen“ (ROCK 1988).

Es gibt lediglich verschiedene Möglichkeiten, Prozentwerte so zu transformieren, daß wenigstens ein teilweise geöffnetes System entsteht. Im Rahmen dieser Dissertation wurde die von GAUCH (1982) vorgeschlagene Methode der Einteilung der Prozentwerte in Häufigkeitsklassen nach dem „logarithmic abundance class scheme“ gewählt. Die 10 Klassen sind dabei so gewählt worden, daß ab der zweiten Häufigkeitsklasse die prozentuale Reichweite der einzelnen Klasse doppelt so groß ist wie in der Klasse vorher (Tab. 5.1).

Letztendlich wird dadurch im Datensatz die Abhängigkeit der Variablen voneinander teilweise aufgehoben, da nicht jede Änderung des Wertes einer Variable dazu führt, daß die Werte anderer Variablen in andere Häufigkeitsklassen versetzt werden. Hinzu kommt hier der Effekt, daß durch die Vereinfachung des Datensatzes kleine Schwankungen, hervorgerufen durch lokale Fluktuationen, durch die Einteilung in die Häufigkeitsklassen verschwinden. Nur die grundlegenden und wichtigen Signale innerhalb des Datensatzes bleiben erhalten.

KLASSE	GRÖÖE
0	0 %
1	>0 % - 0,5 %
2	>0,5 % - 1 %
3	>1 % - 2 %
4	>2 % - 4 %
5	>4 % - 8 %
6	>8 % - 16 %
7	>16 % - 32 %
8	>32 % - 64 %
9	>64 %

**Tab. 5.1:** Die von GAUCH (1982) vorgeschlagene Methode der Einteilung der Prozentwerte in das „logarithmic abundance class scheme“.

#### 2. Vereinfachung des Datensatzes

Auf Grund der Vielzahl von verschiedenen Taxa von Pollen und Sporen ist eine Vereinfachung des Datensatzes nahezu unabdingbar. Gruppirt man die Taxa so, daß sie ähnliche Ablagerungs- und Standortbedingungen reflektieren, so ist ein Minimum an Informationsverlust zu erwarten.

Für die statistischen Analysen in dieser Arbeit sind daher die Palynomorphen nach bestimmten Kriterien zusammengefaßt worden. Bestimmte Pollenarten wurden in ihren botanischen Familien zusammengefügt, wie z. B. die Restionaceen, andere wurden lediglich auf botanischer Gattungsebene gruppiert, wie z. B. *Carya*. Ausnahmen sind bei bestimmten Pflanzengattungen gemacht worden, bei denen die einzelnen Arten bekannte unterschiedliche Lebensräume besiedeln. Daher wurden sämtliche Palmenpollen auch getrennt analysiert und nicht zusammengefaßt.

Als weiterer wichtiger Faktor ist die Gruppierung nach dem Gesichtspunkt vorgenommen worden, mögliche Auszählungsfehler auszuschließen. So wurden z. B. Myricaceen-Pollen wie *Triatriopollenites bituitus* und *T. rurensis* zusammengefügt, da nicht immer eindeutig zwischen beiden zu unterscheiden ist, während andererseits charakteristische unzweideutige Formen wie *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* als einzelne Arten weiterhin in der Analyse auftauchen.

Nicht berücksichtigt wurden Pollenarten, die in den Proben sehr selten vorkommen und deren botanische Zugehörigkeit nicht bekannt ist. Diese sind lediglich im Pollendiagramm dargestellt.

Letztendlich wurden 44 Variablen bzw. Familien, Gattungen oder Einzelarten für die statistische Analyse verwendet. Diese sind in Tab. 5.4 dargestellt.

### 3. Wahl der Analysemethode

Es gibt eine große Anzahl von Analysemethoden. Dazu kommt eine ebenso große Zahl von Manipulationen der Rohdaten, mit denen eine Analyse vorgenommen wird. Bei einer palynologischen Untersuchung können z. B. die Werte jeder einzelnen Art genutzt werden, aber auch nur die Daten höherer taxonomischer oder morphologischer Gruppen. Bei der Cluster-Analyse gibt es neben der „Ward's-Methode“ Dutzende verschiedener Möglichkeiten, die Werte zu analysieren. Ähnlich ist es bei der Faktor-Analyse, zu denen die PCA zu zählen ist. Gelegentlich werden dabei gravierend unterschiedliche Ergebnisse erhalten.

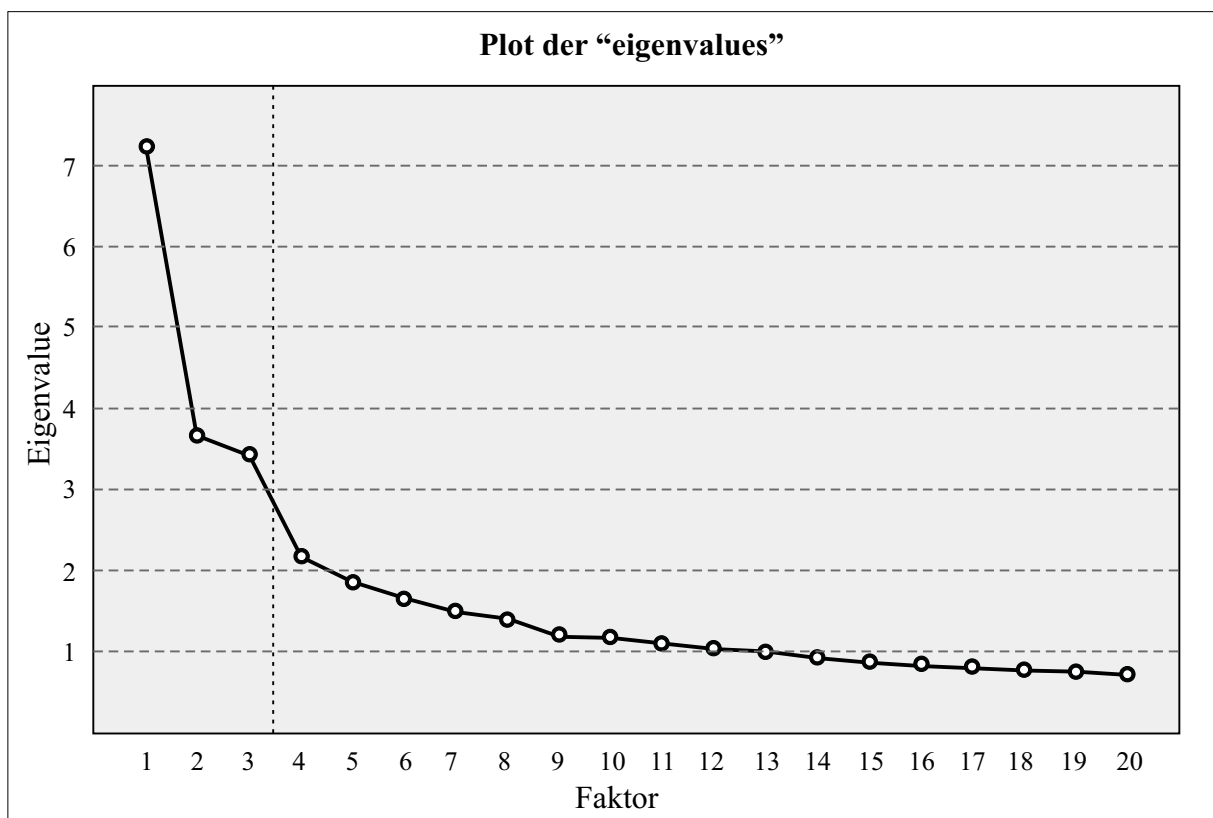
Es gibt demnach keine uneingeschränkte Wahl der besten Analysemethode. PIELOU (1984) hält diejenige Methode für die Beste, die die unzweideutigsten Antworten auf die Fragestellung gibt. Letztendlich wird deshalb oftmals nur diejenige Methode gewählt, die für den Bearbeiter die scheinbar günstigsten Ergebnisse liefert. Dies führt aber häufig nur dazu, daß die vorgefaßte Meinung des Bearbeiters mit der „besten“ Methode geprüft und bestätigt wird. Nur wenn dieses vermieden wird und die Ergebnisse mit der nötigen Kritik betrachtet werden, erscheint eine statistische Analyse sinnvoll.

Innerhalb dieser Arbeit wurden Methoden genutzt, die in der Literatur häufig verwendet werden und aussagekräftige Ergebnisse liefern.

### 4. Geringe Gesamtvarianz der Daten

Bei der PCA werden oftmals schon 60 – 70% der Gesamtvarianz der Daten durch die ersten beiden „principal components“ bzw. Eigenvektoren beschrieben. Dies ist bei den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht der Fall. Hier werden durch die ersten vier Eigenvektoren nur knapp 40% der Gesamtvarianz beschrieben (Tab. 5.2). Anders ausgedrückt bedeutet dies, daß ein Großteil der Palynomorphen in den jeweiligen Proben nicht dem Einfluß des übergeordneten Faktors ausgesetzt ist. Dies ist jedoch palynologisch nicht verwunderlich, da hier Effekte wie Windtransport, Höhe der Pollenproduktion usw. gravierenden Einfluß auf die Ablagerung der Pollen haben, aber unabhängig von übergeordneten Prozessen, die durch die einzelnen Faktoren dargestellt werden, zu sehen sind. Aus diesem Grund ist eine sehr hohe Gesamtvarianz der Daten in den ersten Faktoren auch nicht zu erwarten.

Je niedriger der Prozentsatz der Gesamtvarianz eines Faktors wird, bzw. je höher die Zahl der „principal components“ wird, desto fragwürdiger erscheint aber auch die Signifikanz dieses vermeintlich abgebildeten Prozesses innerhalb des Ablagerungsraumes. Mit einem einfachen Test kann diese Signifikanz überprüft werden. In diesem sogenannten „scree plot“ werden die „eigenvalues“ in einem einfachen Liniendiagramm dargestellt (Abb. 5.2). Ab einem bestimmten Punkt bzw. Faktor geht die Steigung der Kurve gegen Null. Rechts von diesem Punkt gibt es nur noch den „factorial scree“ ähnlich den Trümmern, die sich im unteren Teil eines Gesteinshanges sam-



**Abb. 5.2:** „Scree plot“ der „eigenvalues“ der Principal Component-Analyse der palynologischen Daten aus der Wulfersdorfer Flözgruppe (einschließlich der Daten aus HAMMER 1996).

meIn. Lediglich die Faktoren links dieses Punktes sollten betrachtet werden. Abb. 5.2 zeigt diesen Plot für die Analyse der Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe (siehe auch Tab. 5.2). Während die ersten drei Faktoren deutlich herausragen, ist bereits ab dem 4. Faktor die Signifikanz in Frage gestellt und es sind keine relevanten Ergebnisse mehr zu erwarten.

FAKTOR	EIGENVALUE	% GESAMT-VARIANZ	ADDIERTE EIGENVALUES	ADDIERTE GESAMTVARIANZ
1	7,248	16,474	7,248	16,474
2	3,670	8,340	10,918	24,814
3	3,444	7,827	14,362	32,641
4	2,179	4,951	16,540	37,593
5	1,864	4,237	18,405	41,830

**Tab. 5.2:** Ergebnisse der Principal Component-Analyse der palynologischen Daten aus der Wulfersdorfer Flözgruppe (einschließlich der Daten aus HAMMER 1996).

### 5.1.3 Ergebnisse der Cluster-Analyse

Im Rahmen dieser Arbeit wurden alle 232 untersuchten Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe zusammen analysiert. Die Cluster-Analyse (Dendrogramm: Anhang C-1) nach der Methode von WARD (1963) ergibt dabei deutlich voneinander getrennte Cluster.

Der Interpretation des Dendrogramms einer Cluster-Analyse sind im Prinzip keine Grenzen gesetzt. Es muß jedoch beachtet werden, ob mit Hilfe der Cluster relevante Aussagen getroffen werden können. Demzufolge ist die Anzahl der Cluster, die aus dem Dendrogramm ausgeschieden werden, bzw. der Wert der „linkage distance“, von dem aus die Gruppierung beginnt, entscheidend. In diesem Dendrogramm wurde die Grenze für die Cluster-Bildung bei einem Wert von 1,2 gelegt. Dies bedeutet, Proben die eine „linkage distance“ von weniger als 1,2 haben, sind in einem Cluster zusammengefaßt. Ist der Abstand größer, sind die Proben in unterschiedliche Cluster getrennt. Das Ergebnis dieser Unterteilung sind 10 Cluster. Setzt man den Grenzwert weiter nach unten, so würde die Anzahl der Cluster zwar steigen, deren Relevanz jedoch sinken. Um herauszufinden, welche Proben und Profilabschnitte sich ähnlich sind, reicht die Unterscheidung in 10 Cluster jedoch völlig.

Die Proben innerhalb eines Clusters sind sich im Pollenspektrum und in den Anteilen der einzelnen Pollenarten ähnlich. Proben aus unterschiedlichen Clustern zeigen dagegen teilweise gravierende Unterschiede. Der größte Unterschied in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe liegt zwischen den Clustern **I** bis **VII** und **VIII** bis **X** (siehe Anhang C-1). Dies bedeutet eine klare Trennung der Proben aus Zwischenmitteln (Cluster **I** bis **VII**) und Proben aus den Kohleflözen (Cluster **VIII** bis **X**). Eine Ausnahme bildet lediglich der Cluster **III**, der vorwiegend Proben aus den Kohleflözen enthält. Diese liegen aber meist im Übergangsbereich vom oder zum Zwischenmittel an der Basis oder am Top des Flözes und weisen somit ein palynologisches Spektrum auf, das dem aus den Zwischenmitteln näher steht. Die Unterschiede sind jedoch noch immer so groß, daß die Trennung in einem separaten Cluster erfolgt.

In Tab. 5.3 wird die Liste der Cluster mit den dazugehörigen Proben, geordnet nach Profilen, aufgeführt. Zusätzlich ist angegeben, aus welchem Abschnitt der Wulfersdorfer Flözgruppe diese Proben stammen.

	Proben	Herkunft
<b>I</b>	A/12, A/14 bis A/17	Liegendes unter Flöz 6 (Profil A)
<b>II</b>	A/1 bis A/11, A/13	Liegendes unter Flöz 6 (Profil A)
	B/1 bis B/21	Liegendes unter Flöz 6 (Profil B)
	F/8	Zwischenmittel 5/6 (Profil F)
	L/12	Zwischenmittel 4/5 (Profil L)
<b>III</b>	C/1, C/8	Flöz 6 (Profil C)
	D/8, D/10	Flöz 6 (Profil D)
	E/12, E/17	Flöz 6 (Profil E)
	F/17, F/18	Zwischenmittel 5/6 (Profil F)
	G/8, G/11, G/12, G/20, G/21	Zwischenmittel 5/6, Flöz 5 (Profil G)
	H/1	Flöz 5 (Profil H)
	I/1, I/2	Flöz 5 (Profil I)
	J/8	Zwischenmittel 4/5 (Profil J)



<b>IV</b>	D/2 bis D/4	Flöz 6 (Profil D)
	F/1 bis F/7, F/9 bis F/16	Zwischenmittel 5/6 (Profil F)
	G/3 bis G/7	Zwischenmittel 5/6 (Profil G)
	J/1	Zwischenmittel 4/5 (Profil J)
	K/23	Flöz 4 (Profil K)
<b>V</b>	G/9, G/10, G/13 bis G/19	Zwischenmittel 5/6 (Profil G)
<b>VI</b>	I/17	Zwischenmittel 4/5 (Profil I)
	J/2 bis J/6	Zwischenmittel 4/5 (Profil J)
	K/2 bis K/10, K/16	Zwischenmittel 4/5 (Profil K)
	L/4 bis L/11, L/14, L/17	Zwischenmittel 4/5 (Profil L)
<b>VII</b>	J/7, J/9 bis J/14	Zwischenmittel 4/5 (Profil J)
	K/11 bis K/15, K/17 bis K/22	Zwischenmittel 4/5 (Profil K)
	L/13, L/15, L/16, L/18 bis L/27	Zwischenmittel 4/5 (Profil L)
<b>VIII</b>	C/9 bis C/18	Flöz 6 (Profil C)
	E/13, E/14	Flöz 6 (Profil E)
	H/2 bis H/19	Flöz 5 (Profil H)
	I/3, I/5, I/9, I/11, I/13 bis I/15	Flöz 5 (Profil I)
<b>IX</b>	D/1, D/5, D/6, D/11, D/13 bis D/15	Flöz 6 (Profil D)
	E/15, E/16, E/18 bis E/20	Flöz 6 (Profil E)
	G/1	Flöz 6 (Profil G)
	I/4, I/6 bis I/8, I/10, I/12, I/16	Flöz 5 (Profil I)
	K/1	Flöz 5 (Profil K)
	L/1 bis L/3, L/28	Flöz 5, Flöz 4 (Profil L)
<b>X</b>	C/2 bis C/7	Flöz 6 (Profil C)
	D/7, D/9, D/12	Flöz 6 (Profil D)
	E/1 bis E/11, E/21	Flöz 6, Zwischenmittel 5/6 (Profil E)
	G/2	Flöz 6? (Profil G)

**Tab. 5.3:** Die 232 untersuchten Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe, geordnet nach ihrer Zuordnung in die 10 Klassen nach der Cluster-Analyse.

In Anhang C-3 wird die durchschnittliche Größe der Häufigkeitsklasse (nach GAUCH 1982) der einzelnen Paly-nomorphen bzw. botanischen Gattungen und Familien in den jeweiligen Clustern dargestellt. Deutlich wird auf Grund dieser Darstellung, auf welchen Formen die Trennung in einzelne Cluster basiert.

Unverkennbar ist die Tatsache, daß die Massenformen aus den Proben der Wulfersdorfer Flözgruppe bei der Trennung in einzelne Cluster kaum eine Rolle spielen. Weder *Tricolpopollenites liblarensis*, noch *Tricolpopollenites cingulum*, noch die Betulaceen (hauptsächlich *Triporopollenites robustus* und *T. coryloides*) zeigen im Vergleich aller Cluster miteinander gravierende Schwankungen in ihren Durchschnittswerten. Auch die Pollen von Aquifoliaceen, *Engelhardtia*, *Myrica*, Sapotaceen und Ericaceen, jeweils immer regelmäßig bis häufig in den Proben vertreten, zeigen nach der Vereinfachung der Daten durch die Einteilung in Häufigkeitsklassen keine signifikanten Schwankungen im Vergleich zwischen den Clustern.

Die Trennung in einzelne Cluster hängt daher von anderen Formen ab. So sind z. B. die Dinoflagellaten und Prasinophyten zu nennen, die in den Clustern **I** bis **VII** vorhanden sind, in den Clustern **VIII** bis **X** jedoch völlig fehlen. Demnach entspricht die Trennung in Vergesellschaftungen von Zwischenmitteln und Flözen einer Trennung in marin beeinflusste Proben (**I** bis **VII**) und nicht marin beeinflussten Proben (**VIII** bis **X**).

Vergleicht man die Cluster **VIII**, **IX** und **X** miteinander, so sind ebenfalls nur bei wenigen Formen Unterschiede zu entdecken. So fallen in Cluster **X** der hohe Wert für *Dicolpopollis kockeli* auf, in Cluster **VIII** dagegen die recht hohen Werte sowohl für die Taxodiaceen als auch für *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*, während in Cluster **IX** nur *P. subhercynicus* und in Cluster **X** nur die Taxodiaceen einen hohen Durchschnittswert erzielen. Das bedeutet, daß auch hier die Trennung nur auf Grund weniger Formen erfolgt ist. Nach Vereinfachung der Daten wird deutlich, daß die Unterschiede innerhalb der Proben aus den Flözen der Wulfersdorfer Flözgruppe somit nicht übermäßig groß sind und lediglich zwischen den Proben aus Zwischenmitteln und Flözen ein deutlicher Unterschied herrscht.

Der Cluster-Analyse von Häufigkeitsklassen, die eine starke Vereinfachung der Daten beinhaltet, die wichtigsten Trends, wie z. B. das relativ starke Auftreten von *Avicennia* in Cluster **I** (siehe Anhang C-3) jedoch hervorhebt,

steht die Auswertung des Pollendiagramms und die damit verbundene Unterteilung in Mikroflorenzonen gegenüber. Dabei wird das prozentuale Auftreten der einzelnen Arten in jeder Probe miteinander verglichen. Eine Vereinfachung durch Zusammenfassung in botanische Gattungen und Familien fehlt nahezu, ebenso wie die Vereinfachung der Daten durch Unterteilung in Häufigkeitsklassen. Der gravierende Unterschied zwischen Mikroflorenzonen und Clustern ist allerdings, daß die Mikroflorenzonen durch den Vergleich von aufeinanderfolgenden Proben im Pollendiagramm erstellt werden, während bei der Cluster-Analyse die Proben unabhängig von ihrer Lage im Profil anzusehen sind. Die Abgrenzung einzelner Mikroflorenzonen wird durch Häufigkeitsschwankungen einzelner Formen bedingt, die durch die graphische Darstellung des Pollendiagramms leicht ersichtlich werden. Welche Formen bzw. deren Häufigkeitsschwankungen aber zur Gliederung in einzelne Mikroflorenzonen herangezogen werden, bleibt dem Bearbeiter überlassen. Insofern folgt die Zonierung von Pollendiagrammen subjektiven Gesichtspunkten, während die statistische Analyse als streng objektiv anzusehen ist. In den folgenden Kapiteln folgt nach der detaillierten Beschreibung der Mikroflorenzonen aus den einzelnen Abschnitten der Wulfersdorfer Flözgruppe ein Vergleich zwischen den Mikroflorenzonen und den Clustern aus den jeweiligen Profilen, um herauszufinden und darzustellen, ob sich die Ergebnisse beider Analysemethoden gravierend voneinander unterscheiden oder ob es möglich ist, durch starke Vereinfachung der Daten ähnliche Ergebnisse wie bei der genaueren aber subjektiveren Auswertung von Pollendiagrammen zu erzielen.

Ebenso wie die Proben durch eine statistische Analyse miteinander verglichen werden können, so kann durch eine Cluster-Analyse der Pollenarten bzw. der wichtigsten Pflanzenfamilien auch ein Vergleich dieser Formen vorgenommen werden, aus denen Pflanzengemeinschaften abgelesen werden können, die für bestimmte Vegetationsbereiche im Moorwald charakteristisch sind. Bei der Analyse enthält man 5 Cluster (Anhang C-2, Tab. 5.4). Da es sich im Prinzip um eine relativ stabile Vegetationsgemeinschaft handelte, in der es über den gesamten Ablagerungszeitraum keine gravierenden Veränderungen in den Pflanzengesellschaften gegeben hat, sind es lediglich 5 Cluster, die allerdings deutlich voneinander zu unterscheiden sind. Die Cluster bzw. die darin enthaltenen Pollenarten und Pflanzen können bestimmten Palynomorphengemeinschaften zugeordnet werden (Tab. 5.4). So sind z. B. Aquifoliaceen (*Ilexpollenites* spp.) oder Juglandaceen (*Platycarya*) miteinander korreliert und nur in bestimmten Abschnitten häufiger anzutreffen, in diesem Fall in Proben aus den Kohleflözen, die aus einer Bruchwaldfazies stammen. Die Gruppierung in die Palynomorphengemeinschaft bedeutet jedoch nicht unbedingt, daß die Mutterpflanzen der gemeinsam gruppierten Palynomorphen zusammen an den gleichen Standorten lebten bzw. verbreitet waren. Es bedeutet lediglich, daß die Pollen, Sporen oder Planktonformen in bestimmten Gebieten gemeinsam auftreten. So ist die Gemeinschaft „Marsch“ z. B. von Pollen der *Nypa*-Palme, der Restionaceen oder auch durch *Plicapollis pseudoexcelsus* zusammengesetzt. Die Mutterpflanzen haben zwar an Standorten gelebt, die in Beziehung zu einer Art „Marsch“ stehen, doch sind die Lebensräume wie die Mangrove (*Nypa*) oder Buschmoore (*P. pseudoexcelsus*) deutlich voneinander zu unterscheiden. Lediglich die Pollen treten immer gemeinsam auf und zeigen somit eine bestimmte Vegetationsphase während der Entwicklung des Ablagerungsraumes an.

Die Bezeichnung der Palynomorphengemeinschaft basiert auf den jeweiligen Hauptelementen. So sind die zwei Cluster, die *Rhizophora* bzw. *Avicennia* enthalten als „Mangrove I“ bzw. „Mangrove II“ bezeichnet worden, während der Großteil der Elemente, die im allgemeinen der Bruchwaldfazies zugeordnet werden, in den beiden Clustern „Bruchwald I“ und „Bruchwald II“ wiederzufinden sind. Der fünfte Cluster wird als „Marsch“ angesprochen, da dort Elemente wie die Restionaceen und Sparganiaceen enthalten sind.

In Tab. 5.4 sind auch diejenigen Formen aufgeführt, die zwar mathematisch bedingt in bestimmte Cluster eingeordnet wurden, letztendlich aber nahezu überall in jeder Probe aus jeder Entwicklungsphase des Ablagerungsraumes mit den gleichen Werten zu finden sind (vgl. Anhang C-3). Dabei handelt es sich hauptsächlich um die Massenpollen wie *Tricolpopollenites liblarensis*, *Tricolporopollenites cingulum* oder *Tripoporopollenites cingulum*. Die Isopollenkarten (Kap. 5.2.7) zeigen beispielsweise, daß diese Formen völlig unabhängig von den Standorten der Mutterpflanzen abgelagert werden. Andere Formen, wie die Pollen der Vitaceen und Tiliaceen sind zwar bedeutend seltener, aber ebenfalls überall zu finden. Es kann daher angenommen werden, daß solche Formen ebenso wie die Massenpollen aus dem Bruchwald stammen und von dort aus über den gesamten Ablagerungsraum verteilt wurden. Da diese Formen statistisch gesehen teilweise nicht in die Florengemeinschaft Bruchwald eingeordnet wurden, sind sie in Tab. 5.4 in Klammern gesetzt worden. Daß z. B. *T. cingulum* statistisch nicht dem Bruchwald, sondern der Mangrove zugerechnet wird, ist wahrscheinlich auf den Effekt zurückzuführen, daß *T. cingulum* innerhalb des Bruchwaldes durch eine Reihe von Formen teilweise maskiert wird und die prozentualen Häufigkeitswerte für *T. cingulum* außerhalb des Bruchwaldes relativ ansteigen, ohne daß es zu einer Änderung der absoluten Häufigkeitswerte kommt. Dies ist sicherlich der Nachteil der Auswertung von Prozentwerten, der auch durch die Einteilung in Häufigkeitsklassen nur abgeschwächt werden kann.

Jede der 5 Palynomorphengemeinschaften aus Tab. 5.4 ist in bestimmten Abschnitten der Wulfersdorfer Flözgruppe besonders häufig vertreten und charakterisiert damit auch jeweils einen der 10 Cluster, die aus dem Vergleich der Probeninhalte gebildet wurden (Anhang C-3).

Die beiden Cluster-Analysen bilden somit die objektive Grundlage für die ökologische Interpretation der Wulfersdorfer Flözgruppe in den folgenden Kapiteln.

PALYNOMORPHEN-GEMEINSCHAFT	FORMEN BZW. PFLANZENFAMILIEN UND -GATTUNGEN
<b>Bruchwald II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dicolpopollis kockeli</i></li> <li>• <i>T. retiformis</i></li> <li>• Eucommiaceae</li> <li>• <i>Plicatopollis plicatus</i></li> <li>• <i>Platycarya</i></li> <li>• Nyssaceae</li> <li>• <i>Tricolpopollenites liblarensis</i></li> <li>• Myricaceae</li> <li>• <i>Engelhardtia</i></li> <li>• Pinaceae</li> <li>• Aquifoliaceae</li> </ul>
<b>Bruchwald I und Buschmoor (offener Moorwald)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cyrillaceae</li> <li>• Ericaceae</li> <li>• Nepenthaceae</li> <li>• <i>Carya</i></li> <li>• Süßwasserplankton</li> <li>• Sapotaceae</li> <li>• Betulaceae (incl. <i>Triporop. robustus</i>)</li> <li>• Taxodiaceae</li> <li>• <i>Pompeckjoidaep. subhercynicus</i></li> <li>• Sphagnaceae</li> </ul>
<b>Marsch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Arecipites convexus</i></li> <li>• <i>Nypa</i></li> <li>• <i>Plicapollis pseudoexcelsus</i></li> <li>• Sparganiaceae</li> <li>• Restionaceae</li> <li>• (<i>Tricolporopoll. sole de portai</i>)</li> <li>• (Bombacaceae)</li> <li>• Ulmaceae</li> <li>• Icacinaceae</li> </ul>
<b>Mangrove II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symplocaceae</li> <li>• <i>Avicennia</i></li> <li>• <i>Dipor. iszkaszentgyoergyi</i></li> </ul>
<b>Mangrove I</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sporen</li> <li>• Prasinophyceae</li> <li>• Dinophyceae</li> <li>• <i>T. microreticulatus</i></li> <li>• <i>Rhizophora</i></li> <li>• <i>Monocolpopollenites tranquillus</i></li> <li>• (<i>Tricolporopollenites cingulum</i>)</li> <li>• (Vitaceae)</li> <li>• (Tiliaceae)</li> </ul>

**Tab. 5.4:** Die fünf Florengemeinschaften, die aus der Cluster-Analyse der 232 Proben erhalten wurden.

## 5.2 Quantitative Analyse

### 5.2.1 Vorbemerkungen

Eindeutige Rückschlüsse auf die ökologischen Bedingungen zur Zeit der Ablagerung der Sedimente auf Grund von palynologischen Untersuchungen zu ziehen, ist nicht einfach. So stellten z. B. RIEGEL (1965) in den Florida Everglades und CARATINI et al. (1973) in den indischen Mangroven fest, daß die Zusammensetzung der Pollenvergesellschaftungen nicht proportional zu den tatsächlichen Florengemeinschaften ist. Hinzu kommt, daß sich mit steigendem Alter der untersuchten Vorkommen, die Rekonstruktion des Ökosystems zunehmend schwieriger gestaltet. Für das Alttertiär müssen daher eine Reihe von Einschränkungen beachtet werden (NICKEL 1996a):

- Schon im systematischen Teil dieser Arbeit wird deutlich, daß eine exakte Zuordnung zu botanischen Familien und Gattungen bei einem Großteil der Pollen und Sporen nicht oder nur unzureichend möglich ist (vgl. Kap. 4.4). So gehören z. B. die Normapolles-Elemente einer im wesentlichen oberkretazischen Pflanzenfamilie an, deren systematische Stellung noch relativ offen ist. Zudem muß bei einer botanischen Zuordnung bedacht werden, daß der Vergleich mit rezenten Pollen eine hohe Konstanz der morphologischen Kriterien voraussetzt, die nur in sehr unterschiedlichem Maße gegeben ist.
- Auch bei gesicherter botanischer Zuordnung zu rezenten Familien kann nicht vorausgesetzt werden, daß die Lebensbedingungen und ökologischen Ansprüche seit dem Eozän identisch geblieben sind.
- Die Pollenproduktion einzelner Pflanzen ist sehr unterschiedlich, ebenso wie ihr Verbreitungsmechanismus. Windblütige Pflanzen produzieren in der Regel sehr viel mehr Pollen als insektenblütige. In den Pollenbildern sind windblütige Pflanzen daher überrepräsentiert.
- Die Erhaltungsfähigkeit mancher Pollen ist sehr gering. Aufgrund mangelnder Erhaltung können daher ganze Familien oder Gattungen aus dem Pollenbild gelöscht werden.
- Sortierungseffekte können die quantitativen Verhältnisse zwischen Pollenvergesellschaftung und Muttervegetation zusätzlich verzerren.

Die Pollenassoziationen geben also nur einen eingeschränkten Überblick über die Florengemeinschaften des Tertiärs. Man kann aber davon ausgehen, daß die Pflanzen, die sich im Pollenspektrum abzeichnen, eine wesentliche Rolle in der jeweiligen Vegetation gespielt haben und daß die insektenblütigen Pflanzen in den subtropischen Wäldern, ähnlich wie in den rezenten Wäldern, eine bedeutendere Rolle gespielt haben, als aus den Pollenspektren ersichtlich ist (VON DER BRELIE & WOLF 1981, RIEGEL 1965).

### 5.2.2 Liegendschichten (Profile A, B)

#### 5.2.2.1 Mikroflorenzonen

Das Pollendiagramm von **Profil A** (Anhang A-3, Anlage 1) läßt sich in drei Mikroflorenzonen unterteilen. Die Mikroflorenzone **A1** umfaßt die Proben A/1 bis A/7, die Mikroflorenzone **A2** die Proben A/8 bis A/14 und die Zone **A3** die Proben A/15 bis A/17. Das Pollenspektrum dieses Profils unterscheidet sich deutlich von dem des darüberliegenden Profils C aus dem Flöz 6 und kann somit getrennt von diesem betrachtet werden.

Kennzeichnend für das gesamte Profil sind die insgesamt sehr hohen Anteile der marinen Elemente. Das Profil ist nicht nur sedimentologisch/lithologisch in unterschiedliche Abschnitte zu gliedern, auch die Mikroflorenzonen unterscheiden sich durch teilweise gravierende Schwankungen in der Häufigkeit einer ganzen Reihe von Formen. In diesem Profil erreichen einige Formen, wie *Avicennia* oder die Dino-Zysten, ihren Maximalwert, der in anderen Profilen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht annähernd erzielt wird.

#### Mikroflorenzone **A1** (Proben A/1 bis A/7)

- Die Dinoflagellaten sind zwar recht häufig mit durchschnittlich 3,6 % und einem Maximalwert von 7,5% in Probe A/4, aber deutlich seltener als in den anderen beiden Mikroflorenzonen dieses Profils.
- Die kleinen Prasinophyten des *Cymatiosphaera*-Typs sind regelmäßig vorhanden, erreichen in Probe A/4 gar 5,3%, sind aber im Vergleich zur Zone **A2** deutlich seltener.
- Einige Pollenformen wie *Inaperturopollenites* spp., *Spinizonocolpites* spp. oder *Diporoconia iszkaszentgyorgyi*, die in den Zonen **A2** und **A3** teilweise relativ häufig erscheinen, fehlen in der Zone **A1** fast völlig.

- Im Vergleich zum massenhaften Auftreten in den Kohleflözen sind *Triporopollenites robustus* und *T. coryloides* relativ selten. Nur in Probe A/3 wird mit 16% ein auch für *T. robustus/coryloides* recht hoher Wert erreicht. Die anderen Werte liegen dagegen nur zwischen 0,9% und 6,2%.
- Die beiden Massenformen *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* kommen in dieser Zone sehr häufig vor. Vor allem *T. cingulum* erreicht mit Häufigkeiten bis 41,4% überaus hohe Werte. Bis auf Probe A/1 ist *T. liblarensis* immer seltener vorhanden als *T. cingulum*.

#### Mikroflorenzone **A2** (Proben A/8 bis A/14)

- Massenhaft kommen in dieser Zone die Dinoflagellaten vor. Der Maximalwert von 80,8% wird in keiner anderen Probe aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auch nur annähernd erreicht. Auffällig sind vor allem die hohen Werte in den tonig-siltigen Proben (z. B. A/8: 51,8%; A/14: 80,8%), während in den vorwiegend sandigen Horizonten die Dinoflagellaten nur relativ selten erscheinen (z. B. A/11: 2,7%; A/13: 1,7%). Diese Tendenz im Auftreten ist auch schon in Mikroflorenzone **A1** vorhanden, doch viel schwächer ausgeprägt.
- Auch die Prasinophyten des *Cymatiosphaera*-Typs sind in dieser Zone relativ häufig und erreichen durchschnittlich 1,9% bei einem Maximalwert von 5,8% in Probe A/14.
- Relativ hohe Werte zeigen die Sporen. So erreichen z. B. *Leiotriletes* spp. in Probe A/14 5,8%, *Baculatisporites* spp. in Probe A/12 2,5% und *Toroisporis* spp. in Probe A/14 1,9%. Im Vergleich mit anderen Wulfersdorfer Profilen werden hiermit nicht nur recht hohe Werte erreicht, sondern auch die Diversität der Sporen ist in dieser Mikroflorenzone besonders hoch.
- Die Pollen des *Avicennia*-Typs sind in Zone **A2** ungewöhnlich häufig vertreten. In der Probe A/12 dominieren sie mit einem Wert von 23,3%. Auch der Wert von 9,6% in Probe A/14 ist sehr hoch. Ähnliche Häufigkeiten erreicht dieser Pollentyp in keinem anderen Profil aus der Wulfersdorfer Flözgruppe.
- *Zonocostites ramonae* (*Rhizophora*) ist in dieser Zone bei einem Maximalwert von 1,9% zwar nicht häufig aber regelmäßig vorhanden. In anderen Profilen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe ist die Form meist nur sporadisch vertreten.
- *Tricolporopollenites cingulum* überwiegt wiederum zumeist gegenüber *Tricolpopollenites liblarensis*. Ausnahmen bilden die Proben A/10 und A/11, in denen *T. liblarensis* jeweils Werte von über 30% erreicht. Insgesamt scheinen diese Formen, vor allem *T. cingulum*, etwas seltener als in Zone **A1** zu sein, was allerdings auf einen statistischen Effekt zurückzuführen sein kann.

#### Mikroflorenzone **A3** (Proben A/15 bis A/17)

- Auch in dieser Zone sind die Dinoflagellaten noch sehr häufig, im Durchschnitt jedoch seltener als in Zone **A2**. In Probe A/15 wird der Maximalwert mit 24,3% erreicht.
- Während in Probe A/15 noch ein hoher Wert von 4,0% für die Prasinophyten des *Cymatiosphaera*-Typs erreicht wird, ist das Fehlen dieser Formen in den beiden anderen Proben im Vergleich zu den Mikroflorenzonen **A1** und **A2** auffällig.
- Die Sporen sind nicht mehr ganz so häufig wie in der Mikroflorenzone **A2**. Lediglich *Leiotriletes* spp. mit einem Wert von 2,8% in Probe A/17 und *Laevigatosporites haardti* mit 1,3% in Probe A/16 erreichen noch ähnliche Werte wie in Zone **A2**. Alle anderen Sporen fehlen völlig oder sind nur vereinzelt zu beobachten.
- Einige Formen setzen in den oberen Proben des Profils verstärkt ein und erreichen Werte, die sie auch in dem darüberliegenden Profil C (Flöz 6) erzielen. Dies betrifft *Inaperturopollenites* spp., der in Probe A/16 4,4% und in Probe A/17 3,8% erreicht. Ähnliches gilt, wenn auch nicht ganz so ausgeprägt, für *Pityosporites labdacus*. Diese bisaccaten Pollen erreichen in den oberen beiden Proben über 3%. Nur in Zone **A2** in Probe A/9 wurde ein ähnlicher Wert erzielt.
- Auffällig ist das Vorkommen von *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.). Dieser Pollentyp kommt zwar in den Zonen **A1** und **A2** schon gelegentlich vor, erreicht in Zone **A3** jedoch Werte bis 7,9% (Probe A/15).
- Der *Avicennia*-Typ ist seltener als in der Mikroflorenzone **A2**. Mit Häufigkeiten zwischen 1,4% und 4,5% sind die Werte aber immer noch deutlich höher als in anderen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe.
- Sehr auffällig ist der allmähliche Anstieg von *Tricolporopollenites microreticulatus*. Ist in Zone **A2** (Probe A/13) noch ein Wert von 2,1% zu verzeichnen, steigt er in den darüberliegenden Proben kontinuierlich an und erreicht in Probe A/17 schließlich 27,7%. Auch dieser Wert wird in anderen Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht wieder erreicht.

Das Pollendiagramm von **Profil B** (Anhang A-4, Anlage 2) zeigt eine ähnliche Häufigkeitsverteilung wie das von Profil A. Kennzeichnend ist der sehr homogene Aufbau des Pollenspektrums. Es gibt nur bei wenigen Pollenarten gravierende Häufigkeitsschwankungen. Lediglich bei den Dinoflagellaten und bei *Tricolpopollenites liblarensis* ist ein deutlicher Wechsel in ihrem Auftreten zu verzeichnen. Nach ihrem Auftreten richtet sich auch hauptsächlich die Unterteilung in zwei Mikroflorenzonen. Die Mikroflorenzone **B1** umfaßt die Proben B/1 bis B/9, die Mikroflorenzone **B2** die Proben B/10 bis B/21.

Der Hauptteil der Pollenarten ist jedoch über das gesamte Profil hinweg gleich verteilt. Die wichtigsten Formen sollen hier genannt werden:

- Die Palmenpollen des Typs *Monocolpopollenites tranquillus* sind regelmäßig vorhanden. Mit einem durchschnittlichen Wert von 1,8% ist die Form zwar nicht besonders häufig aber stets präsent. Die Form ist in Zone **B1** etwas häufiger als in Zone **B2**.
- Wie in den Zwischenmitteln und Liegendschichten üblich, sind relativ hohe Werte für *Plicapollis pseudoexcelsus* zu verzeichnen. Mit durchschnittlich 3,6% ist dieses Normapollis-Element beständig vertreten.
- Einen wesentlichen Anteil am Gesamtspektrum der Palynomorphen haben die Myricaceen, Juglandaceen und Betulaceen. Häufigste Elemente sind dabei *Tripoporollenites robustus* und *T. coryloides*, die bei einem Maximalwert von 11,1% in Probe B/13 jedoch bei weitem nicht so häufig sind wie in den Kohleflözen. Andere Formen wie *Triatriopollenites bituitus*, *T. myricoides*, *Momipites* spp. und *Platycaryapollenites* spp. sind ebenfalls recht häufig.
- Im Gegensatz zum Auftreten in Profil A ist *Tricolporopollenites microreticulatus* über das gesamte Profil B hinweg gleichmäßig verteilt und erreicht durchschnittlich 4,9%. Zwar ist sie damit deutlich seltener als in einigen Proben des Profils A, erreicht solche Werte in anderen Profilen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe jedoch nicht mehr.

#### Mikroflorenzone **B1** (Proben B/1 bis B/9)

- Im Gegensatz zur Zone **B2** sind die Dinoflagellatenzysten zwar regelmäßig in jeder Probe vorhanden, erreichen aber durchschnittlich nur 2,6%. Lediglich in den Proben B/8 und B/9 im Übergangsbereich zur Mikroflorenzone **B2** sind die Werte mit 5,1% und 5,6% bereits etwas höher.
- Auffällig ist das häufige Auftreten von *Tricolpopollenites liblarensis*. Die Form dominiert mit Werten zwischen 24,5% in Probe B/4 und 39,3% in Probe B/7 sämtliche Proben der Mikroflorenzone **B1**. Damit liegt diese Form in dieser Zone deutlich über den Werten von *Tricolporopollenites cingulum*, der nur maximal 19,9% (Probe B/1) erreicht, aber dennoch der zweithäufigste Pollentyp in dieser Mikroflorenzone ist.
- Die Sporen sind hier sehr selten. Lediglich *Laevigatosporites haardti* kommt regelmäßig mit einigen Exemplaren pro Probe vor. Trilete Sporen erscheinen dagegen nur vereinzelt.

#### Mikroflorenzone **B2** (Proben B/10 bis B/21)

- Kennzeichen dieser Zone ist das verstärkte Vorkommen der Dinoflagellatenzysten. Mit durchschnittlich 18% pro Probe sind die Dino-Zysten deutlich häufiger als in Zone **B1**. Im unteren Teil der Zone **B2** werden sogar noch weitaus höhere Werte erreicht. Zwischen den Proben B/10 und B/14 liegen die Häufigkeitswerte immer über 24%. In Probe B/13 wird mit 31,1% der Maximalwert erzielt. Solche hohen Anteile am Palynomorphen-Spektrum werden sonst nur im Profil A erreicht.
- Umgekehrt zu Mikroflorenzone **B1** sind die Anteile von *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum*. In Zone **B2** ist *T. liblarensis* relativ selten. Mit Häufigkeitswerten zwischen 7,6% in Probe B/19 und 17,9% in Probe B/16 können für diese Massenform nur relativ geringe Anteile verzeichnet werden. Im Gegensatz zur Mikroflorenzone **B1** ist *T. liblarensis* deutlich seltener als *T. cingulum*, der auf Werte zwischen 19,2% in Probe B/10 und maximal 30,4% in Probe B/15 kommt.
- Im Gegensatz zur Zone **B1** sind auch die Sporen deutlich häufiger. Nicht nur *Laevigatosporites haardti* ist regelmäßig vertreten, sondern auch *Leiotriletes* spp., *Cicatricosisporites* spp. und *Stereisporites* spp. kommen regelmäßig vor, wenn auch zumeist nicht mit mehr als 1 oder 2 Exemplaren pro Probe.
- Ein leichter aber deutlicher Anstieg ist auch bei den bisaccaten Pollen (*Pityosporites labdacus*) zu verzeichnen. Zwar kommen diese Formen schon in Zone **B1** regelmäßig vor, sind jedoch in Zone **B2** in jeder Probe mit mindestens 2,1% (Probe B/18) und höchstens 5,8% (Probe B/11) vertreten.

#### 5.2.2.2 Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzonen

Nach der Cluster-Analyse sind sich beide Profile recht ähnlich (Abb. 5.3.). Lediglich der obere Bereich von Profil A lässt sich von den übrigen Abschnitten der beiden Profile deutlich trennen. Die Proben A/15 bis A/17 sowie A/12 können als Cluster **I** auf Grund des ungewöhnlich hohen Auftretens von *Avicennia*, *Nypa* und *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* von den restlichen Proben (Cluster **II**) unterschieden werden, die die beiden letzteren Formen nicht enthalten (Anhang C-3). Bei den übrigen Formgruppen, die für die Cluster-Analyse genutzt wurden, sind die Unterschiede in beiden Clustern zumeist nicht gravierend. Auffällig sind nur *Plicatopollis plicatus* und *Platycarya*-Pollen, die in Cluster **II**, sowie die Restionaceen und Symplocaceen, die in Cluster **I** stärker repräsentiert sind.

Stellt man den beiden Clustern die Mikroflorenzonen gegenüber (Abb. 5.3), so scheinen die Mikroflorenzonen detaillierter zu sein. Sie trennen auch sedimentologisch klar voneinander unterscheidbare Bereiche wie z. B. in

Profil B die Proben aus der Rinnenstruktur von Proben aus dem übrigen Sediment. Die Cluster-Analyse zeigt allerdings, daß die Unterschiede zwischen den Mikroflorenzonen insgesamt gesehen nur gering sind. Deutlich wird dies bei den Mikroflorenzonen **B1** und **B2**, die sich lediglich im stärkeren Auftreten der Dinoflagellaten in Zone **B2** unterscheiden und statistisch mit der Zone **A1** zusammengefaßt werden. Grundsätzlich kann daher davon ausgegangen werden, daß die Zonen **A1**, **B1** und **B2** sehr ähnliche Pflanzengemeinschaften widerspiegeln. Lediglich in Zone **A3** wird eine andere Pflanzengemeinschaft durch das Hinzutreten von Formen wie *Avicennia* und *Nypa* im Pollenspektrum repräsentiert.

Mikroflorenzone **A2** ist hauptsächlich auf Grund des massiven Auftretens von Dinoflagellaten von den anderen Zonen unterschieden worden. Die sonstigen Unterschiede zu den Pollenvergesellschaftungen der Mikroflorenzonen **A1** und **A3** sind jedoch nicht deutlich abgrenzbar. Zone **A2** ist daher als Übergangszone anzusehen, in der relevante Palynomorphen aus den beiden Zonen **A1** und **A3** wiederzufinden sind. Auch in der Cluster-Analyse wird dieser Übergangsbereich erkennbar (Abb. 5.3), da sich hier die Cluster miteinander vermischen.

Zusammenfassend zeigt die Cluster-Analyse, daß die Zonen **A1**, **B1** und **B2** zusammen betrachtet werden können, da sie sich palynologisch nur in Nuancen unterscheiden und den Zonen **A2** und **A3** gegenüber gestellt werden können.

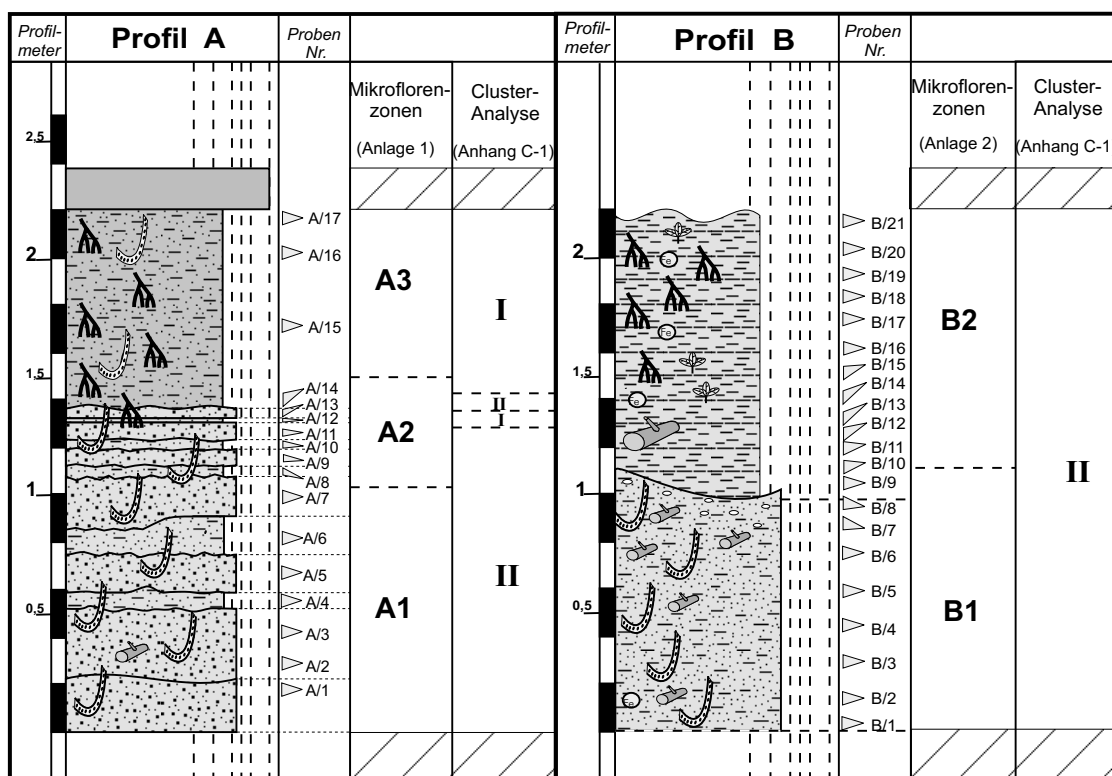


Abb. 5.3: Übersicht über die Gliederung der Profile A und B (Liegendschichten) durch Mikroflorenzonen und Cluster-Analyse.

### 5.2.2.3 Faziesentwicklung in den Liegendschichten

#### 5.2.2.3.1 Ästuarine Phase (Mikroflorenzonen **A1**, **B1**, **B2**)

Analog zur sedimentologischen Deutung des Zwischenmittels 4/5 (BULLWINKEL 1996) können die Sedimente der Mikroflorenzonen **A1**, **B1** und **B2** als Ablagerungen eines Ästuars gedeutet werden. Ästuare sind in einem marin-terrestrischen Übergangsbereich angesiedelt und spiegeln die Interaktion zwischen fluviatilen Prozessen und marinen Einflüssen wie Gezeiten und Wellentätigkeit wider. DALRYMPLE et al. (1992) bezeichnen ein Ästuar als den seewärtigen Teil eines überfluteten Flußtals, welches Sediment aus fluviatilen und marinen Quellen aufnimmt. Landeinwärts ist das Ästuar durch das Auftreten einer fluviatilen Fazies begrenzt. Es wird von einer Dreiteilung eines ästuarinen Ablagerungsraumes ausgegangen (DALRYMPLE et al. 1992; NICHOLS & BIGGS 1985): Nach einer äußeren, von marinen Prozessen (Wellen/Gezeiten-Strömungen) dominierten Zone (*ästuarin/marine Zone*) folgt ein zentraler Bereich, in der marine und fluviatile Einflüsse nahezu ausgeglichen sind (*ästuarine Zone*), der abschließend in eine innere, fluviatil dominierte Zone übergeht (*ästuarin/fluviatile Zone*) (Abb. 5.4).

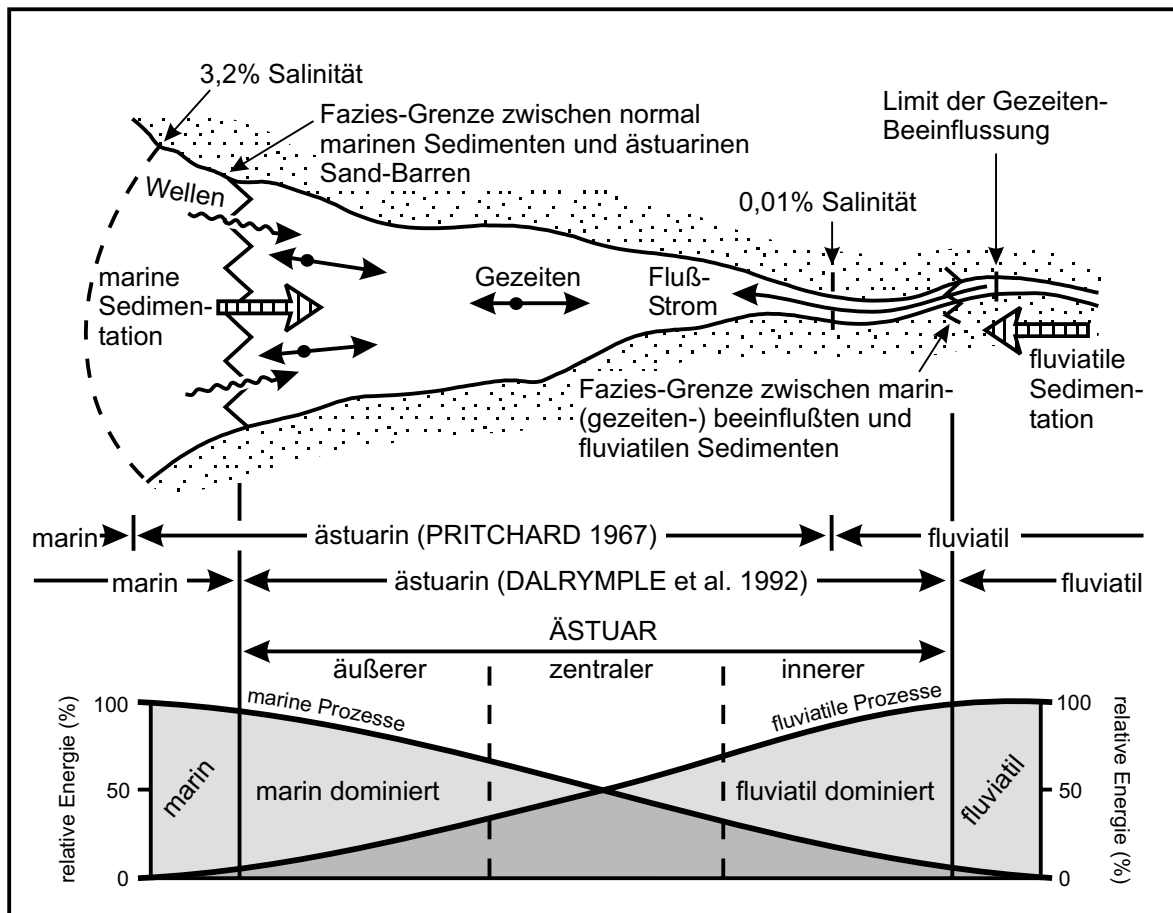


Abb. 5.4: Schematische Darstellung der verschiedenen Definitionen eines Ästuars von PRITCHARD (1967) und DALRYMPLE et al. (1992) (verändert nach DALRYMPLE et al. (1992); BULLWINKEL 1996).

Im marin dominierten Bereich des äußeren Ästuars führt die Gezeitenwirkung zu einem landeinwärts gerichteten Transport relativ grobkörniger Bodenfracht, während in der inneren ästuarinen Zone die Herabsetzung der Strömungsenergie beim Eintritt des Flusses in das Ästuar den Transport feinkörnigen Materials zur Folge hat. Dieses wird oberflächennah seewärts transportiert und kann im zentralen Bereich zur Ablagerung von tonig/siltigen Sedimenten führen.

Die Wechsellagerung von hellen mittel- bis grobkörnigen Sanden und dunklen tonig/siltigen Sedimenten im unteren Teil von Profil A (Anhang A-3) deutet auf eine Sedimentation in einem zentralen Bereich des Ästuars hin, wo je nach Stärke des marinen oder fluviatilen Einflusses gröbere oder feinere Sedimente abgelagert werden. Die durch Wellen- bzw. Gezeitenwirkung aufgearbeiteten gröberen Sedimente überwiegen in ihrer Mächtigkeit noch deutlich gegenüber den Silten.

Das im Nordwesten des Tagebaus aufgenommene Profil A wird in die *ästuarine Zone* nach DALRYMPLE et al. (1992) eingeordnet (vgl. Abb. 5.4), während das etwa 1 km entfernt am südöstlichen Rand des Tagebaus aufgenommene Profil B (Anhang A-4), die innere, stärker fluviatil beeinflusste Sedimentation in einem Ästuar abbildet (*ästuarin/fluviatile Zone*). JUNGMANN (1996) interpretiert die Sedimente in diesem Profil folglich auch als fluviatile Ablagerungen, die zeitweilig unter mariner Beeinflussung stehen. Das Sediment im unteren Teil des Profils (Mikroflorenzone **B1**) wird als Uferwallsediment (levee) oder Hochwasser-Durchbruchsfächer (crevasse splay) angesehen, welches von der Füllung einer Totarmrinne (Mikroflorenzone **B2**) überlagert wird. Nach JUNGMANN (1996) ist diese Entwicklung von aktiven Rinnensystemen zu Altwässern (oxbow lakes) in den Liegendschichten mehrmals zu finden, so daß hier von einem mäandrierenden Flußsystem ausgegangen werden kann.

Die palynologische Zusammensetzung der Proben aus Mikroflorenzone **A1** läßt noch keine konkreten Hinweise auf die Zusammensetzung der Vegetation zu. Im Gegensatz zu Profil B sind hier deutliche Schwankungen im Auftreten der Formen zu beobachten. So zeigen z. B. *T. robustus* und *T. coryloides*, Elemente des Bruchwaldes, sehr unterschiedliche Häufigkeitswerte, was ein typisches Zeichen allochthoner Ablagerungen ist, bei denen die Menge der abgelagerten Pollen willkürlich und unregelmäßig erscheint.

Von der landwärtigen Seite sind in diesem Bereich nur diejenigen Pollen in den Proben z. T. sogar massenhaft vorhanden, die von Mutterpflanzen mit überaus hoher Pollenproduktion stammen. Zu nennen sind hier vor allem die Fagaceen (*T. liblarensis*, *T. cingulum*), mit Einschränkung auch die Betulaceen (*T. robustus*, *T. coryloides*). Andere Pollenformen wie *Plicapollis pseudoexcelsus* und Restionaceen, die in dieser Zone zu beobachten sind, stammen zumeist aus den Übergangsbereichen zu den kohlebildenden Bruchwäldern, also z. B. aus den Mar-



schen. Auch die Mangroven-Pollen, die die Mikroflorenzonen **A2** und **A3** prägen, sind hier nur als Einzelexemplare zu finden, die zwar das Vorhandensein der Mangrove belegen, aber nicht deren unmittelbare Nähe. In Profil B sind die Pollenvergesellschaftungen, wie die Cluster-Analyse (Abb. 5.3) und das Pollendiagramm (Anlage 2) zeigen, sehr homogen zusammengesetzt. Lediglich Dinoflagellaten und *Tricolpopollenites liblarensis* zeigen deutliche Änderungen in ihrem Auftreten und führen zur Unterscheidung der beiden Mikroflorenzonen **B1** und **B2**.

Eine schrittweise Verlandung des Altarms, die schließlich zur Besiedlung der Rinne mit kohlebildender Vegetation führte, ist palynologisch nicht nachweisbar, da es auf Grund der Abbauverhältnisse nicht möglich war, den Kontakt zum Flöz zu beproben.

Quarz-Einkornlagen, die alle 2 – 5 cm zu finden sind, dienen als Belege für kurzfristige periodische Überschwemmungen des Altarms (JUNGMANN 1996). Aus dem gehäuftem Auftreten von Dinoflagellaten ist abzuleiten, daß diese Überflutungen der Rinne durch marine Ereignisse, evtl. Sturmfluten, gesteuert wurden. Es ist also von wechselnd brackischen Bedingungen in der Rinne auszugehen. An deren Rande bildete sich eine Farnflur mit Schizaeaceen und Polypodiaceen aus. Wichtigste Glieder eines die Rinne begleitenden Auenwaldes waren die Mutterpflanzen von *Tricolporopollenites microreticulatus* (überwiegend *Fraxinus*), die nur in diesem Profil eine so regelmäßige und hohe Ausbreitung besitzen. Weitere Bewohner waren Myricaceen und Juglandaceen. Auf trockeneren Standorten wuchsen Palmen. Die im Vergleich zu den Kohleflözen geringen Werte für die Betulaceen (hauptsächlich *Tripoporopollenites robustus/coryloides*) zeigen, daß diese Formen Elemente eines weiter entfernten Bruchwaldes waren, die hier gegenüber den Formen aus dem Auenwald zurückgedrängt wurden.

Relativ stark ist auch die Verbreitung von bisaccaten Pollen. Die im allgemeinen geringen Werte für diese Pollen in den Profilen der Wulfersdorfer Flözgruppe lassen den Schluß zu, daß es keine großen und ausgedehnten Pinaceen-Wälder im Hinterland gab. Es ist eher davon auszugehen, daß sich in der Nähe, ähnlich wie in den Florida Everglades (RIEGEL 1965), sogenannte „pinelands“ bildeten, wo sich auf erhöhten Standorten, die ganzjährig über dem Grundwasserspiegel lagen, kleinere Gebiete mit Pinaceen-Bewuchs inmitten des Sumpfbereiches ausbreiteten.

Ein interessanter Aspekt ist, daß im aktiven Rinnenstadium die Pollen von *T. liblarensis* gegenüber *T. cingulum* überwiegen, in der Totarmphase das Verhältnis aber genau umgekehrt ist. Es ist anzunehmen, daß die Fagaceen vom Typ *T. cingulum* in der Nähe gewachsen sind, während *T. liblarensis* zum großen Teil allochthonen Ursprungs ist und durch Wassertransport während des aktiven Rinnenstadiums in das Ablagerungsgebiet gespült wurde. Da die übrige Pollenassoziation nahezu konstant in beiden Mikroflorenzonen ist, kann von einer stabilen Vegetation ausgegangen werden, die auch nach Abschnürung der Rinne unverändert geblieben ist.

#### 5.2.2.3.2 Verlandungsphase (Mikroflorenzonen **A2**, **A3**)

Die ästuarine Phase wird im Bereich des Profils A durch eine Verlandungsphase abgelöst, die schließlich in die torf- bzw. kohlebildende Phase von Flöz 6 übergeht. Die Sedimente der Mikroflorenzone **A2** bilden dabei eine Übergangsphase. Die Sandhorizonte werden gegenüber Mikroflorenzone **A1** stetig geringmächtiger und häufiger von tonig/siltigen Lagen durchsetzt. Die damit angedeutete regressive Tendenz führt schließlich soweit, daß möglicherweise lagunäre Bedingungen entstanden, unter denen die Silte aus dem oberen Teil des Profils abgelagert wurden.

Das massenhafte Auftreten der Dinoflagellaten ist in Zone **A2** auf die Siltlagen beschränkt. In den Sandlagen ist ihr Auftreten deutlich seltener, was zum einen auf die mangelnde Erhaltungsfähigkeit in diesen Sedimenten zurückzuführen ist, auf der anderen Seite aber auch auf die erhöhte Strömungsgeschwindigkeit, die das marine Plankton in ruhigere Bereiche gespült hat, wo die Strömungsgeschwindigkeit so gering wurde, daß sich neben den Silten auch Palynomorphen ablagern und sogar anreichern konnten.

Palynologisch ist der veränderte Ablagerungsraum ebenfalls durch die Ausbreitung der Mangrove belegt. Nirgendwo in der Wulfersdorfer Flözgruppe ist in vertikaler Abfolge die Ausbildung und Abfolge einer Mangrove besser zu beobachten. Lediglich in den Isopollenkarten aus dem Zwischenmittel 4/5 (Kap. 5.2.7) ist die Mangrove lokal ähnlich gut ausgebildet.

Die drei Hauptelemente der Mangrove sind mit *Avicennia*, *Rhizophora* (*Zonocostites ramonae*) und *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) palynologisch in den Proben nachzuweisen. Aus den Isopollenkarten geht hervor daß auch *Diporoconia iszkaszentyoergyi* im Zwischenmittel 4/5 mit *Avicennia* assoziiert und so als Element der Mangrove anzusehen ist.

Mangroven besiedeln den Gezeitenbereich tropischer Meeresküsten. Sie können nur in Flußmündungen gedeihen oder dort, wo die Wucht des Wellenschlages, etwa durch vorgelagerte Riffe oder Inseln, abgeschwächt wird (WALTER 1973). Mangroven zeigen durch die Dominanz einzelner Arten in bestimmten Bereichen eine ausgeprägte Zonierung, die von Faktoren wie Stärke und Dauer der Gezeiten oder Grad der Beimengung von Süßwasser abhängt. *Rhizophora* (Rote Mangrove) dominiert im mittleren und unteren Gezeitenbereich und in der oberen subtidalen Zone, während *Avicennia* (Schwarze Mangrove) im oberen Bereich der Gezeitenzone dominiert und auch noch auf höheren, überfluteten Erhebungen vorkommen kann (DAVIS 1940). Im eigentlichen Sinne nicht zur Mangrove gehörend, wächst die *Nypa*-Palme im Hintergrund der Mangrove und bewohnt somit den Übergangsbereich zum angrenzenden Süßwasserbereich.

Auch die Cluster-Analyse der Florenelemente zeigt deutlich die Zonierung der Mangrove, da *Rhizophora*, *Avicennia* und *Nypa* in verschiedene Cluster getrennt sind und damit durchaus unterschiedliche Assoziationen und folglich auch andere Lebensbedingungen anzeigen. Während *Rhizophora* im Cluster „Mangrove I“ zusammen mit Dinoflagellaten und Prasinophyten auftritt und die vorhandene hohe marine Beeinflussung im Gezeitenbereich und einen seewärtigen Lebensraum anzeigt, ist *Avicennia*, assoziiert mit *D. iszkaszentgyoergyi*, bereits im Cluster „Mangrove II“ von der *Rhizophora*-Zone getrennt. *Nypa* aus dem Hintergrund der Mangrove ist bereits mit den Pollen der folgenden Vegetationszone im Cluster „Marsch“ assoziiert. Betrachtet man sich die Cluster, so ist darin eine Abfolge

„Mangrove I“ → „Mangrove II“ → „Marsch“ → „Bruchwald I + II“

in Hinsicht auf die abnehmende Salinität bzw. des marinen Einflusses vorhanden.

Mangroven sind zwar am besten in den feuchten Tropen entwickelt, gedeihen aber an Arten verarmend auch in anderen Klimazonen (WALTER 1973). MAI (1995) bezeichnet daher die im Miozän an den Südküsten der Nordsee verbreitete Mangrove als „artenarme *Nypa*-Mangrove“. Rezente Beispiele dieser Mangrove sind vor allem im indomalayischen Raum zu finden. Speziell die im Gangesdelta verbreitete *Nypa*-Mangrove zieht MAI (1995) als Vergleich heran. Auch dort sind *Rhizophora*, *Avicennia* und *Nypa* die dominierenden Elemente. Interessant ist auch die Verbreitung der Palmen aus der Gattung *Phoenix*, die an den Ufern der zahlreichen Wasserläufe im Delta als schmale „*Phoenix*-Gürtel“ wachsen und als wichtige Elemente der Mangrovenzone angesehen werden (BLASCO 1977). Ähnliche Palmen-Gürtel lassen sich auch für die Mangrove aus der Wulfersdorfer Flözgruppe rekonstruieren, weil der im allgemeinen als *Phoenix*-Pollen angesprochene *Monocolpopollenites tranquillus* durch die Einordnung in den Cluster „Mangrove I“ (vgl. Tab. 5.4) in direkter Beziehung zu den Mangroven steht.

Die Abfolge *Rhizophora* → *Avicennia* (*D. iszkaszentgyoergyi*) → *Nypa* als typische Mangroven-Abfolge ist besonders gut in der Verlandungszone der Liegendschichten zu verfolgen. *Rhizophora* ist zwar nur selten in den Proben zu finden, ihr Auftreten ist aber auf die Proben A/6 bis A/15 zu begrenzen. Ab Probe A/8 tritt *Avicennia* auf, deren Hauptverbreitung in den Proben A/12 und A/14 mit dem Auftreten von *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* zusammenfällt. Die Probe A/13 kennzeichnet noch einmal einen verstärkten marinen Einbruch, in dem die Mangrovenelemente zurückgedrängt werden. Schließlich beginnt von der Probe A/15 an *Nypa* zu erscheinen. Mit Beginn der Flözbildung fallen dann folgerichtig alle Mangrovenelemente weg. Abb. 5.5 faßt noch einmal die Abfolge der Mangrove, die sich aus dem Pollendiagramm ergibt, zusammen. Das allmähliche seewärtige Vorrücken der Mangrove führte schließlich dazu, daß der Einfluß der Gezeiten zurückging und Süßwasserbedingungen sich ausbreiten konnten. Die nachfolgende Entwicklung einer Farnflur wird vor allem durch das Hervortreten von Schizaeaceen- und Polypodiaceen-Sporen zu Beginn der Mikroflorenzone A2 belegt.

Ähnlich wie in der ästuarinen Phase sind auch in den Proben aus der Verlandungsphase Pollen von Pflanzen aus den Marschen sowie dem Bruchwald hinter der Mangrove dominierend. Neben Restionaceen und *Plicapollis pseudoexcelsus*, die die brackische Marsch hinter der Mangrove besiedeln, sind es vor allem die Taxodiaceen-Pollen, die in den obersten Proben des Profils (Mikroflorenzone A3) verstärkt erscheinen. Sie können aus kleinen Taxodiaceen/Cupressaceen-Wäldern stammen, die ähnlich wie in den Florida Everglades als sogenannte „hammock communities“ kleinräumige Depressionen besiedeln und innerhalb der baumlosen Marschen herausragen (RIEGEL 1965).

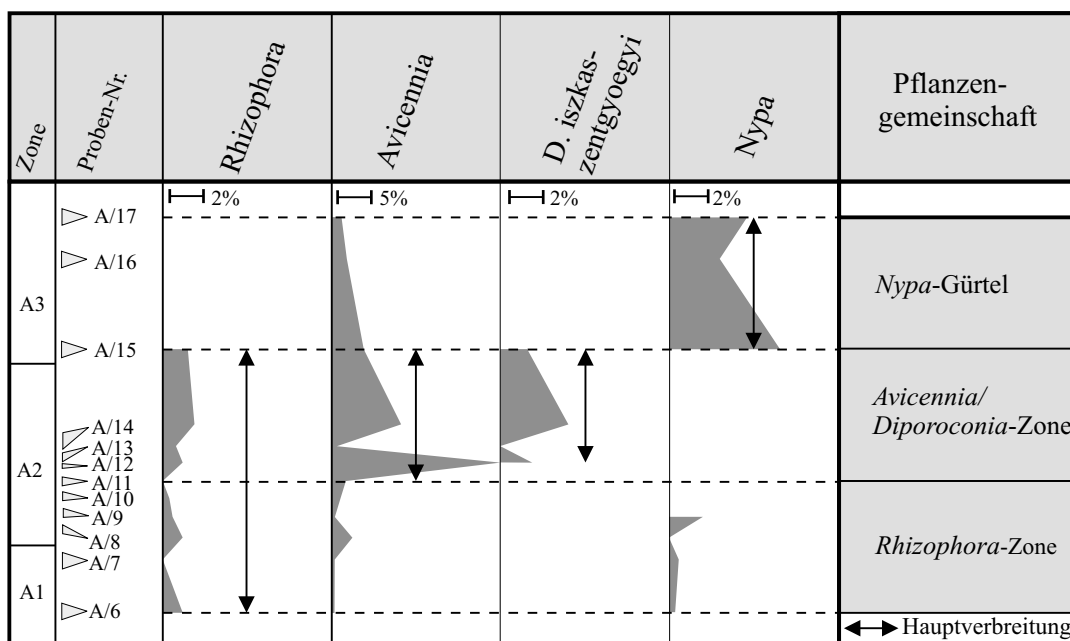


Abb. 5.5: Übersicht über das Auftreten der Mangrovenelemente in der oberen Hälfte von Profil A und der daraus resultierenden Zonierung innerhalb der Pflanzenvergesellschaftung der Mangrove.

Das verstärkte Auftreten von *Tricolporopollenites microreticulatus* zeigt wiederum die Bildung von Auewäldern an, die sich entlang der mäandrierenden Flußarme verbreiteten. Besonders kurz vor Beginn der Flözbildung scheinen diese Wälder eine größere Ausdehnung gehabt zu haben.

## 5.2.3 Flöz 6 (Profile C, D, E)

### 5.2.3.1 Mikroflorenzonen

Das Profil C (Anhang A-5, Anlage 1) aus dem Flöz 6 bildet den Anschluß zum Profil A aus den Liegend-schichten. Die 18 Proben aus dem Flöz lassen sich in fünf Zonen unterteilen. Mikroflorenzone **C1** wird von der Probe C/1 an der Basis des Flözes gebildet, Mikroflorenzone **C2** umfaßt die Proben C/2 bis C/7, Mikroflorenzone **C3** die Probe C/8, Mikroflorenzone **C4** die Proben C/9 und C/10 und schließlich Mikroflorenzone **C5** die Proben C/11 bis C/18.

Kennzeichen der Palynomorphen-Vergesellschaftungen aller Proben aus diesem Profil ist das Fehlen jeglichen marinen Planktons. Dies ist ein entscheidender Unterschied zu den Profilen A im Liegenden und Profil F im Hangenden.

#### Mikroflorenzone **C1** (Probe C/1)

- Auffälligste Form in dieser Zone ist *Plicapollis pseudoexcelsus*. Mit 19,5% wird ein sehr hoher Wert erreicht, der weder in Profil A noch in der folgenden Zone **C2** auch nur annähernd erlangt wird.
- Als letzte Reste der im Profil A noch häufig auftretenden Pollen von *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) und *Avicennia* kommen hier noch einige Einzelexemplare vor. In der Zone **C2** fehlen diese Formen dann völlig.
- Der Palmenpollen vom Typ *Dicolpopollis kockeli* setzt in dieser Zone erstmals mit einem höheren Wert von 4,6% ein.
- Einige Sporen wie *Leiotriletes maxoides* und *Laevigatosporites haardti* erscheinen noch regelmäßig und erreichen hier noch Werte über 1%. Es bestehen darin Ähnlichkeiten mit der Mikroflorenzone **A3**.
- *Tricolporopollenites microreticulatus* erreicht in dieser Zone mit 8,6% noch einen sehr hohen Wert, der zwar nicht an die Werte dieser Form in der im Liegenden anschließenden Zone **A3** heranreicht, doch im Vergleich zur Mikroflorenzone **C2**, in der die Form nicht mehr erscheint, bemerkenswert hoch ist.

#### Mikroflorenzone **C2** (Probe C/2 bis C/7)

- Die bisaccaten Pollen vom Typ *Pityosporites labdacus* sind in dieser Zone relativ häufig. Bei einem Maximalwert von 5,7% in Probe C/7 werden durchschnittlich 3,5% erreicht, was innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe ein recht hoher Wert ist.
- Die inaperturaten Pollen der Taxodiaceen erscheinen in der Zone regelmäßig, erreichen jedoch bei einem Maximalwert von 3,7% in Probe C/6 und einem Durchschnittswert von 2,3% nicht mehr die Werte wie in den Zonen **C1** und **A3**.
- Wie bereits in Zone **C1** erreicht auch hier der Palmenpollen *Dicolpopollis kockeli* ungewöhnlich hohe Werte. Der Maximalwert liegt bei 6,0% in Probe C/6.
- Erstmals sehr häufig erscheinen *Tripoporopollenites robustus* und *T. coryloides*. Mit 22,4% in Probe C/2 und 22,7% in Probe C/5 werden hohe Werte erreicht. Allerdings unterliegt das Auftreten der Formen starken Schwankungen und geht in der Probe C/3 auf lediglich 5,4% zurück.
- Im Gegensatz zu *Tricolporopollenites liblarensis*, der recht regelmäßig mit hohen Werten erscheint, die zumeist über 23% liegen (Ausnahme Probe C/3: 8,9%), erscheint auch *Tricolporopollenites cingulum* mit stark schwankenden Werten, die zwischen 2,6% in Probe C/2 und 32,7% in Probe C/3 liegen. Im allgemeinen überwiegt *T. liblarensis* über *T. cingulum*.
- Erstmals mit höheren Werten erscheinen *Tetracolporopollenites* spp. und *Ericipites* spp.. Dabei erreicht *Tetracolporopollenites* spp. in Probe C/3 sogar 8,6%, während die Ericaceen zwar nur maximal 4,7% in Probe C/7 erzielen, damit aber deutlich über dem Auftreten in den darunterliegenden Zonen **A1** bis **C1** liegen. Weitere Formen, die regelmäßig auftreten und maßgeblich am Pollenspektrum beteiligt sind, sind Pollen von Myricaceen (z. B. *Triatriopollenites rurensis*, *T. bituitus*), Aquifoliaceen (*Ilexpollenites* spp.) und Nyssaceen (*Nyssapollenites* spp.), die zumeist Werte zwischen 1,5% und 4% erzielen.

#### Mikroflorenzone **C3** (Probe C/8)

- Auffälligster Unterschied zu den angrenzenden Mikroflorenzonen **C2** und **C4** ist das häufige Auftreten der Restionaceen (*Milfordia minima/incerta*), die zusammen 7,9% erzielen.
- Ähnlich verhält es sich mit *Plicapollis pseudoexcelsus*, der mit 5,0% einen im Vergleich zu den Zonen **C2** und **C4** hohen Wert erreicht.
- Auffällig ist auch der für die Spore *Leiotriletes maxoides* sehr hohe Wert von 2,6%, der in der Wulfersdorfer Flözgruppe nur selten erlangt wird.
- Der Wert für *Dicolpopollis kockeli* sinkt auf 1,8% ab.

**Mikroflorenzone C4 (Probe C/9 bis C/10)**

- Wichtigstes Merkmal ist der Rückgang der Werte für den Palmenpollen *Dicolpopollis kockeli*. Nach dem teilweise häufigen Auftreten in den Zonen C1 bis C3 erscheint die Form nur noch sehr selten und erreicht in dieser und auch in der nachfolgenden Zone C5 niemals mehr Häufigkeiten über 1%.
- *Pityosporites labdacus* tritt im Gegensatz zum regelmäßigen bis häufigen Auftreten in den übrigen Zonen dieses Profils hier überhaupt nicht auf.

**Mikroflorenzone C5 (Probe C/11 bis C/18)**

- Entscheidend ist in dieser Zone das Auftreten von *Pompeckjoidapollenites subhercynicus*. Waren in den bisherigen Mikroflorenzonen nur gelegentlich Einzelexemplare zu finden, kommt es in den Proben C/11 mit 25,5% und C/18 mit 19,8% zum Massenaufreten dieser Form. Auch in den anderen Proben ist das Auftreten deutlich häufiger als in den übrigen Mikroflorenzonen dieses Profils. Es ist allerdings ein allmählicher Rückgang der Werte von Probe C/11 bis zur Probe C/17 festzustellen, bis in Probe C/18, also am Top des Flözes, noch einmal ein hoher Wert erlangt wird.
- Es kommt zu einem deutlichen Anstieg der Werte für den Myricaceen-Pollen *Triatriopollenites bituitus*, der seinen Höhepunkt mit 18,0% in Probe C/17 erreicht.
- Zu den dominierenden Elementen in dieser Zone gehört die Betulaceen-Pollen. *Tripoporollenites robustus* und *T. coryloides* erreichen zusammen maximal 27,0% in Probe C/12 und sind mit durchschnittlich 19,6% hier deutlich häufiger als in den Zonen C1 bis C4.
- Relativ häufig sind auch die Nepenthaceen und Ericaceen vertreten. Die Nepenthaceen (*Droseridites echinosporus*) erscheinen regelmäßig zwischen den Proben C/13 und C/16 und erreichen dort sogar 1,4% in Probe C/15. Dieser Wert und die Dichte im Auftreten wird von dieser Form in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht mehr erreicht. Die Ericaceen (*Ericipites* spp.) weisen in zwei Proben (C/15 und C/16) sogar mit 13% und 10,7% Häufigkeiten von über 10% auf, die ebenfalls in keinem anderen Profil mehr erzielt werden.
- In geringerem Ausmaß, jedoch deutlich erkennbar, ist der Anstieg der Werte von *Plicapollis pseudoexcelsus* gegenüber der Zone C4. Die Form erscheint regelmäßig und erreicht in Probe C/16 3,3%.
- Ebenfalls regelmäßig mit hohen Werten erscheint *Tricolporopollenites microreticulatus* zumindest am Top des Flözes wieder. Fehlt die Form noch zwischen den Proben C/11 und C/13, so erreicht sie in den Proben C/15 mit 3,5% und C/16 mit 3,9% wieder höhere Werte.
- *Compositoipollenites rhizophorus* ist ebenfalls regelmäßig vertreten und ist mit 2,6% in Probe C/13 sehr viel häufiger als in den Zonen C3 und C4.

**Profil D** (Anhang A-6, Anlage 3) ist relativ grob beprobt und nur als Vergleichsprofil zu dem benachbarten Profil E untersucht worden. Aufgrund des großen Probenabstands ist eine Zonierung schwer vorzunehmen. Nicht jeder lithologische und makropetrographische Wechsel im Flöz wurde hier untersucht, so daß die Zonen nicht mit den Mikroflorenzonen aus den anderen Profilen zu vergleichen sind, da keine kontinuierlichen Veränderungen im Pollenspektrum abzulesen sind.

Dennoch ist eine Vierteilung des Profils erkennbar. Mikroflorenzone D1 umfaßt die Proben D/1 bis D/4, Mikroflorenzone D2 die Proben D/5 bis D/7, Mikroflorenzone D3 die Proben D/8 bis D/11 und Mikroflorenzone D4 die Proben D/12 bis D/15

**Mikroflorenzone D1 (Proben D/1 bis D/4)**

- Auffällig sind die hohen Werte für die Restionaceen (*Milfordia minima/incerta*). Nach dem geringen Auftreten an der Basis des Profils in Probe D/1 sind mit 6,2% in Probe D/4 die höchsten Werte in diesem Profil erzielt worden.
- Außergewöhnliche Werte zeigen auch die Palmenpollen vom Typ *Monocolpopollenites tranquillus*. Besonders in den Proben D/2 mit 9,7% und D/3 mit 10,6% können für diese Form überaus hohe Werte verzeichnet werden.
- Im Gegensatz zum Profil C sind in diesem Profil auch schon in allen Proben aus dem Basisbereich des Flözes hohe Werte für *Pompeckjoidapollenites subhercynicus* zu verzeichnen. Bei einem Maximalwert von 11,4% in Probe D/3 werden stets Häufigkeiten von über 8% erzielt.
- Die Werte für *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* liegen stets über 12%. Zusammen erreichen die Pollen immer etwa 40% und dominieren damit die Pollenspektren der Proben aus dieser Mikroflorenzone.
- Ähnlich wie in den anderen Proben aus dem Flöz 6 sind weiterhin Myricaceen (*Triatriopollenites bituitus*), Juglandaceen (*Momipites* spp.), Betulaceen (*Tripoporollenites robustus/coryloides*), Aquifoliaceen (*Ilexpollenites* spp.) und Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) regelmäßig wenn auch nicht übermäßig häufig in der Zone D1 vertreten.

#### Mikroflorenzone **D2** (Proben D/5 bis D/7)

- Waren die Restionaceen (*Milfordia minima/incerta*) in Zone **D1** noch sehr häufig, so fehlen sie in Zone **D2** nahezu völlig. Lediglich in Probe D/5 wurden noch Einzelexemplare beobachtet.
- Zumindest in den beiden unteren Proben dieser Zone sind die Werte für *Monocolpopollenites tranquillus* mit 3,6% und 4,9% in den Proben D/5 bzw. D/6 noch relativ hoch, wenn auch nicht mehr in der Höhe wie in Zone **D1**.
- *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* tritt zwar regelmäßig auf, ist jedoch mit maximal 1,3% in Probe D/5 nur noch selten.

#### Mikroflorenzone **D3** (Proben D/8 bis D/11)

- *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* fehlt in dieser Zone völlig.
- Markant ist das verstärkte Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus*, der in den Zonen **D1** und **D2** regelmäßig aber nur in Einzelexemplaren auftritt. In dieser Zone werden jedoch bis 6,0% in der Probe D/8 erreicht und auch die Werte in den beiden darüberliegenden Proben sind mit 2,9% (Probe D/9) und 4,2% (Probe D/10) relativ hoch.
- Die Werte für die Myricaceen-Pollen *Triatriopollenites bituitus* und *T. rurensis* sind deutlich höher als in Zone **D2**. *T. rurensis* erreicht maximal 6,1% in Probe D/9, *T. bituitus* sogar 8,4% in Probe D/8. Gleiches gilt für die *Engelhardtia*-Pollen *Momipites* spp., die ebenfalls in Probe D/8 mit 6,0% den Maximalwert in diesem Profil erzielen.
- In Probe D/9 wird mit 15,9% ein sehr hoher Wert für die Sapotaceen-Pollen (*Tetracolporopollenites* spp.) erreicht. Im gleichen Maße ist der niedrige Wert von 1,8% für *Tripoporopollenites robustus/coryloides* in derselben Probe bemerkenswert. Beide Werte sind jedoch Ausreißer aus dem ansonsten relativ gleichmäßigen Auftreten beider Arten.

#### Mikroflorenzone **D4** (Proben D/12 bis D/15)

- *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* erscheint wieder in dieser Zone. Allerdings wird nur in Probe D/13 mit 9,5% ein hoher Wert erreicht.
- Die Werte für die Myricaceen (*Triatriopollenites rurensis*, *T. bituitus*) und *Engelhardtia* (*Momipites* spp.) sinken wieder auf das Maß der Werte in Zone **D2** zurück. Gleiches gilt für *Plicapollis pseudoexcelsus*.
- Überaus hohe Werte erlangen in dieser Zone *Tripoporopollenites robustus* und *T. coryloides*. Bei einem Maximalwert von zusammen 31,3% in Probe D/13 und einem Durchschnittswert von 27,5% dominieren diese Formen in dieser Zone.

Detaillierter als Profil D ist das **Profil E** (Anhang A-7, Anlage 4) aufgenommen und bearbeitet worden. Neben den Proben aus dem Flöz wurden noch die Übergangsbereiche zu den Liegendschichten und dem Zwischenmittel 5/6 bearbeitet. Inklusiv dieser Proben kann das Profil in fünf Mikroflorenzonen gegliedert werden. Mikroflorenzone **E1** beinhaltet die Probe E/1, die aus einem kohligem Band unterhalb des Flözes stammt, wobei der Übergang Liegendschichten/Flöz nicht eindeutig auszumachen ist. Mikroflorenzone **E2** umfaßt die Proben E/2 bis E/11, Mikroflorenzone **E3** die Probe E/12, Mikroflorenzone **E4** die Proben E/13 bis E/20 und die Mikroflorenzone **E5** die Probe E/21, welche bereits aus dem Zwischenmittel 5/6 stammt.

#### Mikroflorenzone **E1** (Probe E/1)

- Kennzeichnend für diese Probe sind das häufige Auftreten von *Triatriopollenites bituitus*, der mit einem Wert von 20,3% dominiert und das Auftreten von *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* mit 12,5%. Im darauffolgenden Flöz werden solche Werte auch nicht annähernd mehr erreicht.
- Ungewöhnlich niedrig sind dagegen die Vorkommen von *Tripoporopollenites robustus/coryloides* (0,8%) und *Tricolporopollenites cingulum* (2,2%).

#### Mikroflorenzone **E2** (Proben E/2 bis E/11)

- Trotz schwankender Werte sind die bisaccaten Pollen vom Typ *Pityosporites labdacus* regelmäßig in dieser Zone vertreten. Bei einem Maximalwert von 5,9% in Probe E/4 werden immerhin durchschnittlich 2,0% pro Probe erreicht.
- Mit relativ hohen gleichmäßigen Werten erscheint auch *Dicolpopollenites kockeli*. Bei einem Maximalwert von 5,0% in Probe E/7 liegt der Durchschnittswert bei 3,4%.
- Nach dem hohen Vorkommen in Zone **E1** ist *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* nur noch in den beiden Basisproben dieser Mikroflorenzone vertreten. Dort werden mit maximal 1,4% in Probe E/3 jedoch nur geringe Werte erzielt. In den folgenden Proben fehlt die Form dann völlig.
- Die Werte für die Massenpollen *Tripoporopollenites robustus/coryloides* liegen deutlich höher als in Zone **E1**, mit maximal 21,1% in Probe E/10 und durchschnittlich 12,2% werden aber noch keine übermäßig hohen Werte erzielt.

- Dominierend in den Proben dieser Zone ist *Tricolpopollenites liblarensis*, der 51,2% in Probe E/5 erreicht. *Tricolporopollenites cingulum* ist dagegen besonders in den unteren Proben dieser Zone relativ selten. Nur in den Proben E/10 und E/11 ist die Form deutlich häufiger als *T. liblarensis*.
- Weitere wichtige Bestandteile der Pollenspektren dieser Zone sind die Myricaceen (z. B. *Triatriopollenites bituitus*, *T. myriocoides*), Juglandaceen (*Momipites* spp., *Platycaryapollenites* spp.), Aquifoliaceen (*Ilex-pollenites* spp.), Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) und zumindest im oberen Bereich die Ericaceen (*Ericipites* spp.)

#### Mikroflorenzone **E3** (Probe E/12)

- Auffälligste Form ist in dieser Zone der Restionaceen-Pollen *Milfordia incerta* mit 9,9%, ein Wert der in diesem Profil nicht mehr erreicht wird.
- In dieser Zone erreicht *Tricolporopollenites microreticulatus* mit 2,6% den Maximalwert innerhalb dieses Profils.
- Mit 27,8% erzielt *Tricolporopollenites cingulum* den höchsten Wert in dieser Probe und dominiert deutlich gegenüber *Tricolpopollenites liblarensis*, der nur 4,7% erreicht.

#### Mikroflorenzone **E4** (Proben E/13 bis E/20)

- In dieser Zone tritt wiederum *Pompeckjoidapollenites subhercynicus* deutlich hervor. Mit 17,3% in Probe E/14 und 6,2% in Probe E/13 werden jedoch nur in zwei Proben höhere Werte erreicht.
- Die Betulaceen-Pollen treten in dieser Zone besonders häufig auf. Allen voran sind *Tripoporopollenites robustus* und *T. coryloides* zu nennen. Diese Formen erreichen zusammen bis 37,0% in Probe E/13 und durchschnittlich 27,3%. Damit sind die Formen in dieser Zone weitaus häufiger als in den Mikroflorenzonen **E1** bis **E3**. Weiterhin sind *T. rhenanus* (7,4% in Probe E/18) und *T. megagrifer* (7,7% in Probe E/19) zu nennen, die regelmäßig erscheinen und in einigen Proben sogar recht häufig vorkommen.
- Die Werte für *T. liblarensis* sind jetzt deutlich niedriger als in der Zone **E2**. Bei maximal 22,8% in Probe E/20 sind sie jedoch zumeist ähnlich hoch wie bei *Tricolporopollenites cingulum*, der allerdings in Probe E/16 mit 44,6% einen sehr hohen Wert erzielt.

#### Mikroflorenzone **E5** (Probe E/21)

- Hier treten wieder einige Formen auf, die zwar keine hohen Werte erreichen, aber erkennbar häufiger sind als in Zone **E4**. Zu ihnen gehören die bisaccaten Pollen (*Pityosporites labdacus*), die immerhin wieder 2,5% erreichen, *Tricolpopollenites retiformis* mit 4,2% und *Tricolporopollenites microreticulatus* mit 2,5%.
- Auffällig ist das Absinken des Wertes auf 11,1% bei *Tripoporopollenites robustus/coryloides*, bei denen wieder das Niveau aus der Zone **E2** erreicht wird.
- Klar dominierend in dieser Probe ist *Tricolpopollenites liblarensis* mit 50,1%, während von *Tricolporopollenites cingulum* nur Einzelexemplare beobachtet wurden.

Die unteren beiden Proben aus **Profil G** (Anhang A-9, Anlage 5), einem Profil aus dem Zwischenmittel 5/6, werden in diesem Zusammenhang ebenfalls mit betrachtet, da sie noch aus dem Flöz 6 stammen.

#### Mikroflorenzone **G1** (Proben G/1 bis G/2)

- Wie in den anderen Profilen ist auch in dieser Zone am Top von Flöz 6 das Auftreten von *Pompeckjoidapollenites subhercynicus* zumindest in Probe G/1 mit 7,1% hoch.
- Ebenfalls recht hoch ist das Vorkommen der *Engelhardtia*-Pollen *Momipites* spp., die in Probe G/1 mit 7,7% ihre maximale Verbreitung in diesem Profil erreichen.
- Hohe Werte erzielen auch *Tripoporopollenites robustus/coryloides*, die in Probe G/1 mit 22,0% ebenfalls den Maximalwert in diesem Profil erlangen.
- Dominierend in dieser Zone ist jedoch *Tricolpopollenites liblarensis*, der mit 29,2% in Probe G/1 und 25,0% in Probe G/2 jeweils die Maximalwerte in beiden Proben erreicht und dabei gegenüber *Tricolporopollenites cingulum*, der maximal 21,0% in Probe G/2 erzielt, klar überwiegt.

### 5.2.3.2 Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzonen

Im Gegensatz zu den insgesamt gesehen palynologisch recht homogen aufgebauten Profilen aus den Liegend-schichten zeigen die drei Profile aus dem Flöz 6 deutliche Veränderungen in den Pollenspektren innerhalb der Flözabfolge.

Das in fünf Mikroflorenzonen unterteilte Profil C zeigt auch auf Grund der Cluster-Analyse eine ähnliche Gliederung (Abb. 5.6). Lediglich die Mikroflorenzonen **C4** und **C5** sind bei der Cluster-Analyse zusammengefaßt worden. Deutlich wird dadurch eine Zweiteilung des Kohleflözes. Während die Basisprobe (Cluster **III**) eine Übergangszone von den Liegend-schichten zum Flöz bildet, wird das Profil durch eine dünne Siltlage, deren palynologische Zusammensetzung mit der aus der Basisprobe übereinstimmt, geteilt. Die Proben aus der unteren

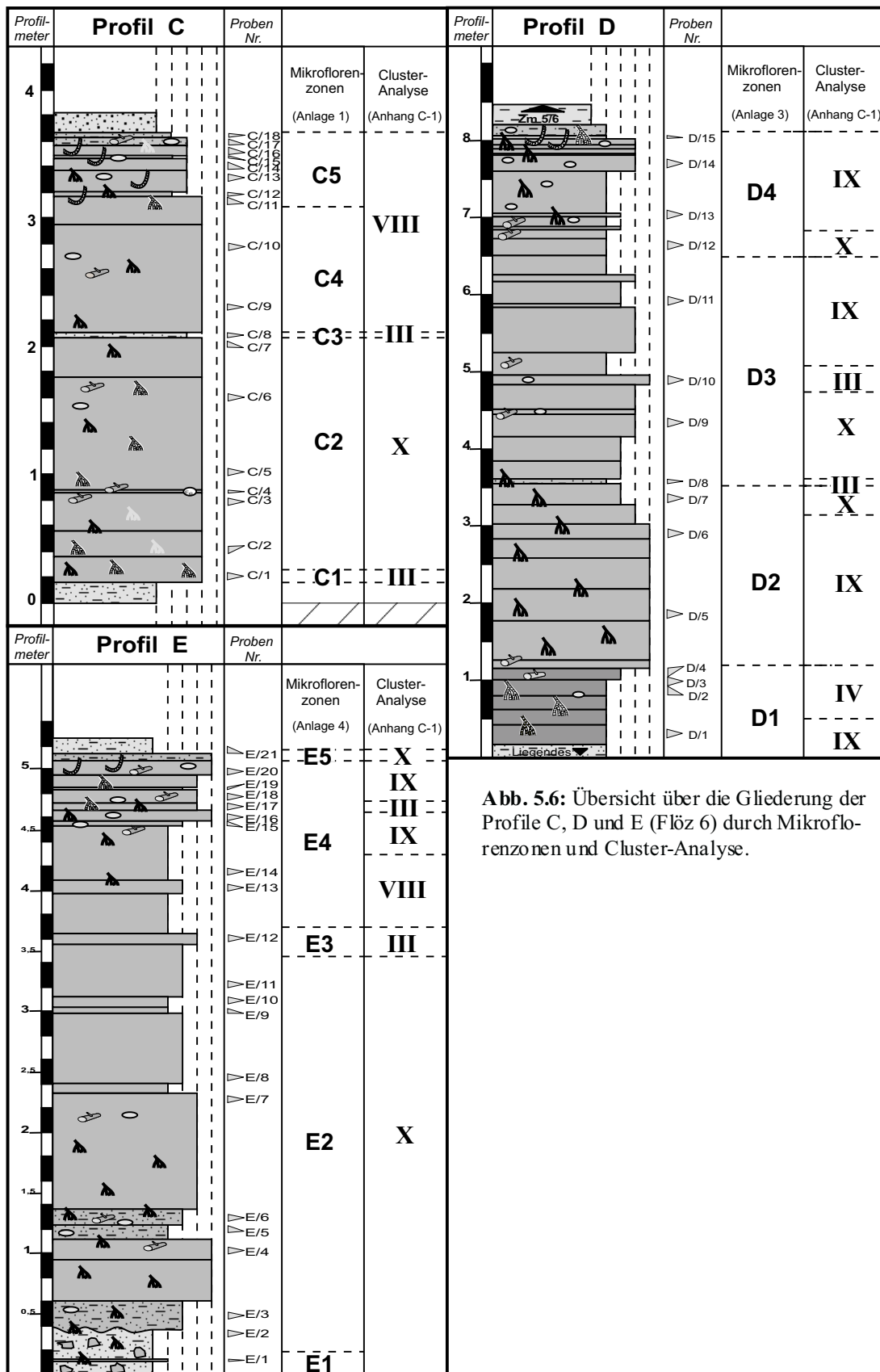


Abb. 5.6: Übersicht über die Gliederung der Profile C, D und E (Flöz 6) durch Mikroflorenzonen und Cluster-Analyse.

Hälfte werden dem Cluster X, die aus der oberen Hälfte dem Cluster VIII zugeordnet. Palynologisch unterscheiden sich beide Cluster nur durch wenige Formen (Anhang C-3). Das Kennzeichen des Clusters X ist die relativ große Häufigkeit von *Dicolpopollis kockeli* und Pinaceen-Pollen. Cluster VIII wird besonders durch *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* und dem Vorkommen von Süßwasserplankton geprägt. Demgegenüber zeigen die Proben aus Cluster III gravierend andere Pollenspektren, die mehr Ähnlichkeiten mit Proben aus den Zwischenmitteln als mit Proben aus Kohleflözen haben.

Die Gliederung in Mikroflorenzonen ist in Profil D auf Grund des relativ großen Probenabstands sehr grob. Die vier Mikroflorenzonen können daher nicht unmittelbar mit den übrigen Zonen aus den anderen Profilen aus Flöz



6 verglichen werden, denn auch innerhalb der einzelnen Zonen sind relativ große Schwankungen bei einigen Formen festzustellen. Die Cluster-Analyse ordnet dann auch folgerichtig die meisten Proben unterschiedlichen Clustern zu, wobei neben den oben beschriebenen Clustern **VIII** und **X** vor allem Proben, die dem Cluster **IX** zuzuordnen sind, erwähnt werden müssen (Abb. 5.6). In Cluster **IX** ist vor allem entscheidend, daß die oben erwähnten Formen wie *P. subhercynicus* und *D. kockeli* zwar vorhanden sind, jedoch keine wichtige Rolle spielen (Anhang C-3). Cluster **IX** kann daher durchaus als Übergang zwischen den Clustern **VIII** und **X** angesehen werden.

Das detailliert untersuchte Profil E zeigt besonders in der oberen Hälfte im Bereich der Mikroflorenzone **E5** durch die Cluster-Analyse eine deutlich feinere Gliederung (Abb. 5.6). In der unteren Hälfte des Profils werden dagegen die beiden Mikroflorenzonen **E1** und **E2** durch die Cluster-Analyse zusammengefaßt und dem Cluster **X** zugeordnet. Im Prinzip ist jedoch eine ähnliche Gliederung wie in Profil C zu erkennen. Auf Grund des etwas geringeren Auftretens von *P. subhercynicus* im oberen Teil des Profils ist Cluster **VIII** jedoch nicht so deutlich ausgeprägt. Einige Proben sind daher dem Cluster **X** und sogar **III** zugeordnet worden.

Die beiden Proben aus dem Flöz 6 im Profil G (Mikroflorenzone **G1**), einem Profil aus dem Zwischenmittel 5/6 (Abb. 5.10), sind den Clustern **IX** und **X** zuzuordnen und somit palynologisch den Proben aus den Profilen D und E vergleichbar.

Auf Grund der Cluster-Analyse ist zu erkennen, daß im Prinzip die Proben aus dem Flöz 6 zwar eine ähnliche Zusammensetzung haben, einige Formen, z. B. *P. subhercynicus* oder *D. kockeli*, jedoch stark schwankend in ihrem Auftreten sind, was der Grund für die Trennung in die Cluster **VIII**, **IX** und **X** ist.

### 5.2.3.3 Faziesentwicklung im Flöz 6

#### 5.2.3.3.1 Erste Phase der Flözbildung (Mikroflorenzonen **C1**, **E1**, **E2** und **D1**)

Die erste Phase der Flözbildung ist zumeist auf ein oder zwei Proben direkt an der Grenze von Liegendschichten und Kohleflöz beschränkt. Sie zeichnet sich gegenüber den übrigen Phasen durch die Ausbreitung einer deutlich anderen Vegetation aus.

In den drei Profilen ist das Flöz 6 nicht nur durch sehr unterschiedliche Mächtigkeiten gekennzeichnet, der Übergangsbereich von den Liegendschichten zum Flöz ist zudem nicht einheitlich ausgebildet. Besonders auffällig sind diese Unterschiede im Vergleich der Profile E und D, die lediglich 15m voneinander entfernt aufgenommen wurden. In Profil D (Anhang A-6) ist Flöz 6 bei acht Meter Mächtigkeit über drei Meter mächtiger als in Profil E (Anhang A-7), wobei an der Basis ein allmählicher Übergang von einem dunklen kohligen Ton/Silt zu einer Gewebegrundmassenkohle zu beobachten ist. In Profil E ist der Übergangsbereich zum Flöz durch Aufarbeitung teilweise erodiert. Unterhalb des eigentlichen Flözbeginns sind lediglich einzelne Kohle-Klasten in einer siltigen Matrix zu beobachten.

Auf Grund der starken Mächtigkeitsschwankungen im Flöz ist davon auszugehen, daß das Torfwachstum zuerst ein leichtes Relief ausgeglichen hat, bevor der gesamte Ablagerungsraum von einem Torfmoor bedeckt wurde. Aus der sedimentologischen Analyse der Liegendschichten (JUNGMANN 1996) ist von einer flachen, seewärts leicht abfallenden Ebene auszugehen, die durch relativ tiefe Flußrinnen durchschnitten wird. In verlandeten Altarmen hat die Torfbildung dann wesentlich früher eingesetzt, so daß phasenweise das Flöz überaus mächtig ist, wenige Meter daneben, möglicherweise auf dem ehemaligen Uferwall (levee), auf dem die Torfbildung erst viel später begann, aber nur relativ geringmächtige Flöze entstanden.

Das Flöz in Profil D könnte sich demnach über einem Altarm, ähnlich dem in Profil B, entwickelt haben, während Profil E außerhalb der Rinne lag, wo das Torfwachstum erst später begann. Auf Grund der Aufarbeitungserscheinungen an der Basis von Profil E ist von Überschwemmungen auszugehen, die den noch wenig verfestigten Torf an dieser Stelle erodiert haben. Solche Überschwemmungsereignisse waren nicht selten, sondern eine regelmäßige Erscheinung, wie im folgenden Kapitel gezeigt wird.

In Profil C (Anhang A-5), das am weitesten seewärts lag, ist das Flöz mit lediglich 3,5 m am geringmächtigsten, da die Verlandung durch Torfbildung zuletzt einsetzte.

In dieser ersten Phase der Flözbildung hat sich eine Vegetation ausgebreitet, die einen Übergangsbereich zwischen der Mangrove und dem eigentlichen kohlebildenden Bruchwald besiedelt. Auffällige Elemente sind *Plicapollis pseudoexcelsus* und *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* aber auch die Restionaceen (*Milfordia* spp.). Nach der Cluster-Analyse sind diese Elemente der Palynomorphengemeinschaft „Marsch“ zuzuordnen (Tab. 5.4). Bei dieser für den Übergangsbereich zum Bruchwald charakteristischen Pflanzenvergesellschaftung scheint es sich in der Tat um eine Vergesellschaftung zu handeln, die ähnlich wie in den Florida Everglades hinter der Mangrove verbreitet ist (vgl. RIEGEL 1965) und einen für eoäne Verhältnisse vergleichsweise hohen Anteil an krautigen Pflanzen hatte. Zumindest die Restionaceen, die überwiegend in dieser Übergangsphase verbreitet sind, geben Hinweise auf größere Gebiete, die von diesen kraut- und grasartigen Pflanzen besiedelt wurden. Diese Pflanzen sind sowohl in den leicht marin beeinflussten Ablagerungen, die der brackischen Marsch zugeordnet werden, als auch in der reinen Süßwassermarsch zu finden. Ähnlich wie in anderen mitteleozänen Mikroflora wie Messel und Eckfeld dominiert *M. minima* eindeutig gegenüber *M. incerta*. KRUTZSCH (1970a)

zieht klimatische Ursachen für die Dominanz von *M. minima* heran, da *M. incerta* in den wärmsten Abschnitten des Eozäns seltener ist.

Kennzeichen der ersten Phase der Flözbildung sind aber die Elemente *P. pseudoexcelsus* und *P. subhercynicus*. Diese können durchaus als Anzeiger der marinen Beeinflussung herangezogen werden, die die Marsch in eine brackische und eine Süßwassermarsch gliedert. Die Basisprobe in Profil C (Mikroflorenzone **C1**) ist durch das Massenaufreten von *P. pseudoexcelsus* gekennzeichnet. Zwar fehlen die Dinoflagellaten als eindeutige Anzeiger des marinen Einflusses, doch zeigen Einzelexemplare von *Nypa* und *Avicennia*, daß hier ein Gebiet in unmittelbarer Nähe zur Küstenmangrove vorliegt, in dem brackische Bedingungen herrschten. *P. pseudoexcelsus* ist auf Grund der dominierenden Rolle in der Zone **C1** als ein wichtiges palynologisches Element der brackischen Marsch anzusehen.

Eine Süßwassermarsch ist in Profil C nicht eindeutig nachweisbar, wohl aber in den Profilen D und E, die etwa 500 m weiter südöstlich, also landwärtig, von Profil C aufgenommen wurden. Bis hierher läßt sich der marine Einfluß und damit das brackische Milieu nicht mehr nachweisen, da hier das Auftreten von *P. pseudoexcelsus* deutlich geringer ist. Die Basisschichten der beiden Profile sind vielmehr in den Bereich der süßwasserbeeinflussten Marsch zu stellen, deren Kennzeichen das Massenaufreten von *P. subhercynicus* ist (Mikroflorenzonen **D1** und **E1**). Die Form ist auch folgerichtig nach der Cluster-Analyse der botanischen Elemente in den Cluster „Bruchwald I“ eingeordnet, da die Form als Bindeglied zum Bruchwald herangezogen werden kann, der sich unmittelbar an die Süßwassermarsch anschließt, ähnlich wie *Nypa* als Bindeglied zwischen der Mangrove und der brackischen Marsch gelten kann und somit nach der Cluster-Analyse auch im Cluster „Marsch“ zu finden ist. In diesem Zusammenhang ist die Frage nach dem Habitus einer solchen Marsch näher zu diskutieren. Die dominierenden Elemente waren vermutlich kraut- und grasartige Pflanzen wie die Restionaceen. Auf Grund ihres niedrigen Wuchses ist es unwahrscheinlich, daß ihre Pollen eine große Streubreite hatten (FREDERIKSEN 1985), so daß Funde von Restionaceen-Pollen direkte Hinweise auf Standorte ihrer Mutterpflanzen in der Nähe liefern. Die von der Anzahl her dominierenden Formen sind jedoch *P. pseudoexcelsus* und *P. subhercynicus*. Beides sind Normapolles-Elemente, deren Mutterpflanzen noch weitgehend unbekannt sind. FRIIS (1983) stellt allerdings nach Blütenfunden Formen der Gattung *Plicapollis* zu den Juglandales. Es handelt sich danach um Nußbaumgewächse, welche baum- oder strauchartige Wuchsformen besitzen können. Auf Grund der hohen Anzahl der Pollen in einzelnen Proben ist von einer Windblütigkeit auszugehen. Solche Formen müßten demnach auch in anderen Ablagerungsräumen zu finden sein, da der Transport durch Wind eine weiträumige Verteilung der Pollen garantiert. Zumindest bei *P. pseudoexcelsus* ist dies mit Einschränkungen der Fall, da diese Form z. B. auch in den Proben aus den Liegendschichten (Mikroflorenzonen **A1** bis **A3**) relativ häufig zu finden ist. Wegen der Massenproduktion der Pollen ist ihre dominierende Rolle in der Mikroflorenzone **C1** damit jedoch nicht unbedingt mit einer dominierenden Rolle der Mutterpflanze innerhalb der Marsch gleichzusetzen. Möglicherweise war die krautige Vegetation der brackischen Marsch mit Büschen und Sträuchern der Mutterpflanzen von *Plicapollis pseudoexcelsus* durchsetzt. Nach RIEGEL (1965) sind auch in den Florida Everglades Bäume und Sträucher als Pionierpflanzen in der ansonsten baumlosen brackischen Marsch zu finden. Für *P. subhercynicus* gilt im Prinzip dasselbe wie für *P. pseudoexcelsus*, nur daß *P. subhercynicus* stärker auf die Süßwassermarsch beschränkt ist. Es ist festzuhalten, daß beide Formen in ihrem Auftreten auf enge ökologische Räume begrenzt und somit als faziesrelevante Formen eine entscheidende Rolle spielen. Bestätigt wird damit auch FREDERIKSEN'S (1985) Vermutung, daß Normapolles-Formen von einer ganzen Reihe unterschiedlicher Familien stammen, die ein breites Gebiet von ökologischen Nischen besetzt hielten.

Als weitere Pionierpflanzen können die Myricaceen gelten. Vor allem im Bereich der Süßwassermarsch ist in Flöz 6 das verstärkte Auftreten von Myricaceen zu beobachten (*Triatriopollenites bituitus*, Mikroflorenzone **E1**).

Innerhalb der ersten Phase der Flözbildung treten die Massenpollen der Fagaceen und Betulaceen (*Triporopollenites robustus*, *T. coryloides*) stark zurück und zeigen, daß sich der eigentliche Bruchwald noch nicht ausgebreitet hat. Aus der Mikroflorenzone **C1** sind Oleaceen (*T. microreticulatus*), aus der Mikroflorenzone **D1** besonders Palmen (*M. tranquillus*) aber auch Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) zu nennen, die in einzelnen Proben sehr hohe Werte erzielen. In ihrem Auftreten sind sie allerdings auf das jeweilige Profil beschränkt, so daß hier von sehr kleinräumigen Komplexen dieser Pflanzen auszugehen ist, die in der Nähe des Profils auf trockeneren Standorten wuchsen und Hinweise auf die Existenz sogenannter „hardwood hammocks“ innerhalb der Marschen ähnlich wie in den Florida Everglades (RIEGEL 1965) geben könnten.

#### 5.2.3.3.2 Zweite Phase der Flözbildung (Mikroflorenzonen **C2** bis **C4**, **D2** und **D3**, **E2** und **E3**)

In dieser Phase wandert die Marsch seewärts und es bildet sich ein Bruchwaldmoor aus, in dem besonders die Betulaceen und Fagaceen hervortreten. Kennzeichen sind relativ starke Schwankungen im Auftreten dieser Formen, wobei hier Verteilungs- und Sortierungseffekte bei diesen Massenpollen zum Tragen kommen. Eine Beziehung zu den Moorgesellschaften, die PFLUG (1952) für die Helmstedter Kohleflöze erstellt hat, ist allerdings nicht zu erkennen (siehe Kap. 5.3.4).

Insgesamt gesehen zeigen die drei Profile aus dem Flöz eine einheitliche Pflanzengemeinschaft innerhalb dieser Phase. Nach der Cluster-Analyse sind die Proben aus den Mikroflorenzonen dieser zweiten Phase dann auch

zum größten Teil dem Cluster X zugeordnet.

Die Bruchwaldfazies ist durch eine Vegetationsschichtung gekennzeichnet, die HAMMER (1996) bereits für das Flöz 4 herausgearbeitet hat. Danach besteht die oberste Baumschicht aus Fagaceen (*T. liblarensis*, *T. cingulum*). Aus der herausragenden Kronenschicht werden die massenhaft produzierten Pollen über das gesamte Gebiet verteilt. Der Anteil der allochthon und autochthon abgelagerten Fagaceen-Pollen ist auf Grund der weiten Verbreitung dieser Formen schwer abzuschätzen. Eine untere Baumschicht wird durch die Betulaceen und Juglandaceen gebildet. Zur dichten Strauchschicht gehören die Myricaceen, Oleaceen, Sapotaceen und Aquifoliaceen. Eine ausgedehnte Verbreitung von *Nyssa-Taxodium*-Wäldern ist aus den Pollenspektren nicht zu erkennen. Nur in Profil C erreichen beide Formen höhere Werte, so daß allenfalls von kleinräumigen *Nyssa-Taxodium*-Komplexen ausgegangen werden kann, die sich an Rändern offener Wasserflächen im Süßwasserbereich ansiedelten.

Als besonderes Element kommen in dieser Phase Palmen der Gattung *Calamus* (*Dicolpopollis kockeli*) vor, die in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht mehr in dieser Menge erscheinen, hier aber eine weite Verbreitung innerhalb des Bruchwaldes hatten.

Kennzeichen dieser zweiten Phase der Flözbildung sind gelegentliche Überschwemmungen, z. B. gekennzeichnet durch dünne Siltlagen innerhalb des Flözes. PFEFFERKORN et al. (1988) beobachteten am rezenten Orinoco Delta in Venezuela, daß neben den jährlichen Hochwasserphasen, etwa alle 20 Jahre größere und alle 100 Jahre außergewöhnlich große Überschwemmungen stattfanden. Auch in der Mangrove im Gangesdelta sind 5 – 8 heftige Stürme pro Jahr die Regel, die größere Überschwemmungen mit sich bringen (BLASCO 1977). Man kann demnach auch in Flöz 6 von einer größeren Anzahl von Überschwemmungen ausgehen, die bei besonders starken Hochwasserereignissen auch zu einem Eintrag von klastischen Sedimenten in tiefere Bereiche des Moorwaldes führten. Palynologisch sind die „Überschwemmungsproben“ nach der Cluster-Analyse (Cluster III) mit den Proben aus den Marschen im Übergangsbereich zu den Bruchwäldern, z. B. in Mikroflorenzone C1, gleichzusetzen, da sie nahezu identische Pollenspektren aufweisen. In Profil C fällt besonders Probe C/8 auf (Mikroflorenzone C3). Hier weisen die klastischen Sedimente auf ein relativ starkes Überschwemmungsereignis hin. Auch die relativ hohe Anzahl an Plankton zeigt den kurzzeitigen hohen Wasserstand an, der immerhin zur Ausbreitung von Restionaceen und *P. pseudoexcelsus* führte. Es herrschten somit möglicherweise zeitweilig brackische Bedingungen. Dies hatte tiefgreifende Wirkung auf den Bruchwald, da z. B. *Calamus* (*D. kockeli*) und die Pinaceen (*Pityosporites labdacus*) nach der Überschwemmung in Mikroflorenzone C4 fast völlig verschwinden (Abb. 5.7). Die Tatsache, daß die Pinaceen betroffen wurden, zeigt, daß die Pflanzen entweder in „pinelands“ oder innerhalb des Bruchwaldes verbreitet waren und die Pollen nicht als reiner Eintrag aus dem extrapalustren Hochwald zu werten sind. Bemerkenswert ist, daß eine identische Entwicklung im Profil E wiederzufinden ist, wo in Probe E/12 die hohe Anzahl der Restionaceen ebenfalls durch ein Überschwemmungsereignis zu erklären

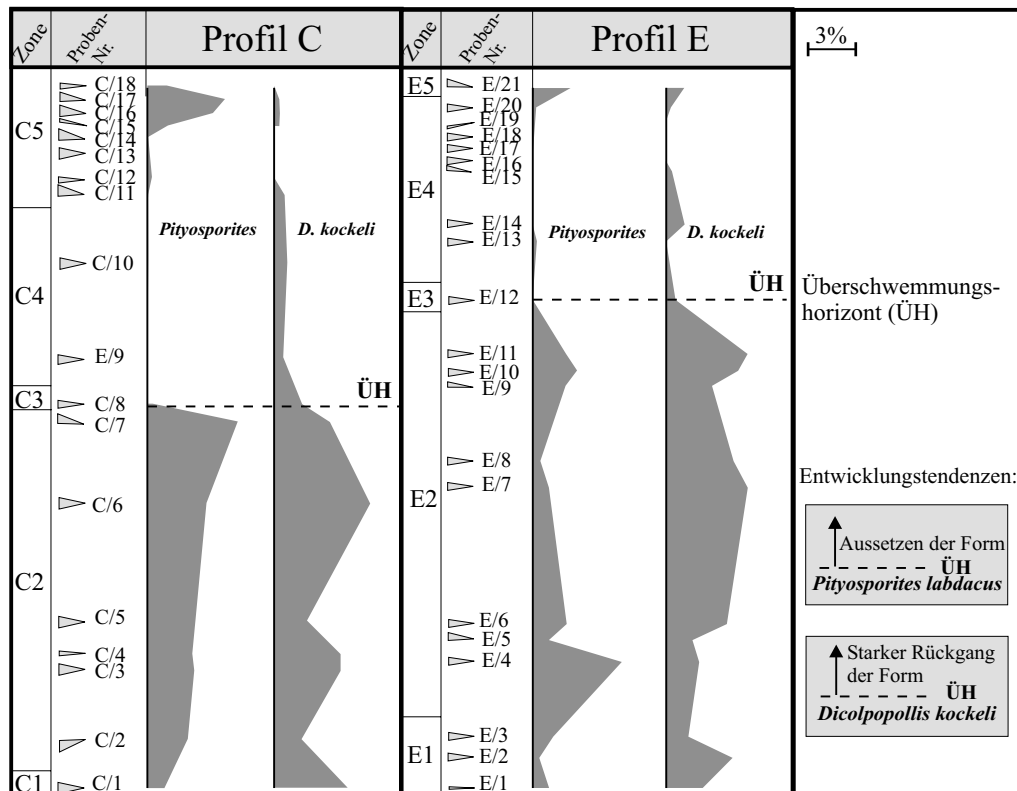


Abb. 5.7: Der Einfluß der Überschwemmung auf die Entwicklung und Ausbreitung der Pinaceen und der Calamus-Palmen in Flöz 6 (Profile C und E).

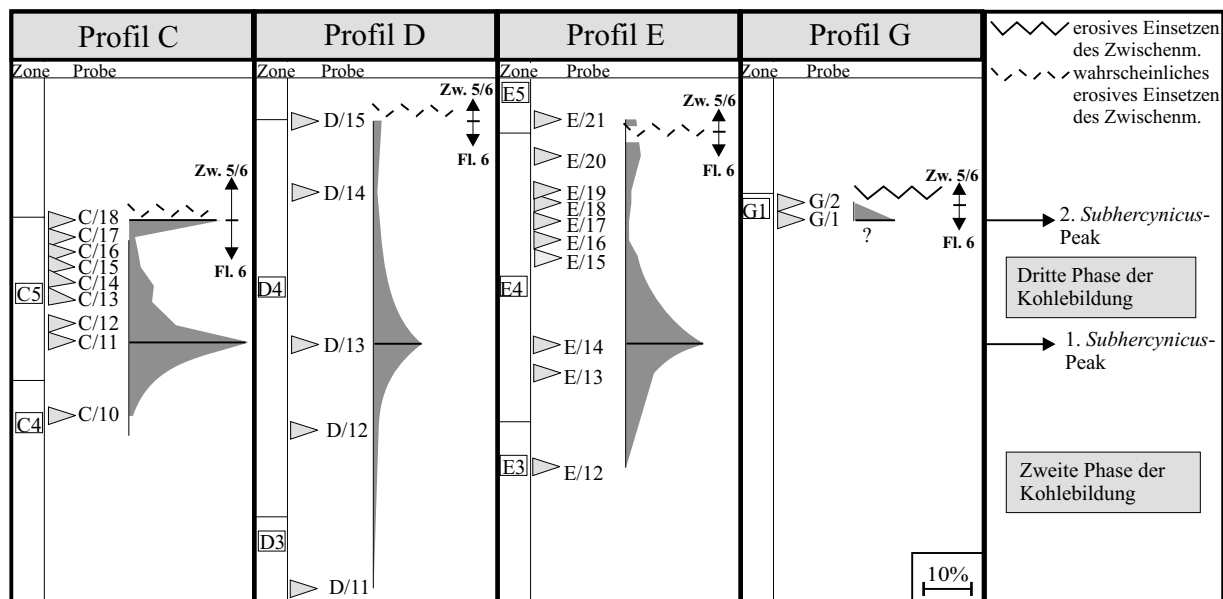
ist, wobei allerdings ein klastischer Eintrag in dieses Gebiet nicht mehr nachweisbar ist. Auffallend ist auch hier, daß in der Zone **E4** *Calamus*- und *Pinaceen*-Pollen fehlen bzw. äußerst selten sind (Abb. 5.7). Es erscheint durchaus sinnvoll, die beiden Profile an Hand dieses Ereignisses miteinander zu korrelieren.

In Profil D ist Probe D/8 als ein Überschwemmungsereignis zu interpretieren, da nicht nur ein klastischer Eintrag erfolgte, sondern auch in der palynologischen Zusammensetzung mit dem Erscheinen von *P. pseudoexcelsus* sowie einem deutlichen Anstieg der *Myricaceen* eine Änderung erfolgt. Dieser Horizont ist mit dem „kleinen Zwischenmittel“ in Profil E (Proben E/5 und E/6) gleichzusetzen. Auch hier sind hohe Werte für *P. pseudoexcelsus* zu verzeichnen. BODE (1994) kommt nach mikropetrographischen Untersuchungen zum gleichen Ergebnis. Auch andere Proben, wie z. B. die Probe D/10 (Mikroflorenzone **D3**) zeigen nach der Cluster-Analyse Ähnlichkeiten mit den Proben aus dem Überschwemmungshorizont. Überflutungen des Ablagerungsgebietes waren also kein seltenes Ereignis.

### 5.2.3.3.3 Dritte Phase der Flözbildung (Mikroflorenzonen **C5**, **D4**, **E4** und **E5**, **G1**)

Die dritte Phase ist durch einen Anstieg des Grundwassers gekennzeichnet, der bereits ein Zeichen der folgenden Transgression ist, die schließlich zur Sedimentation des Zwischenmittels 5/6 führte. An Hand des starken Auftretens von *P. subhercynicus*, *Restionaceen* und des Planktons können vor allem im seewärtig gelegenen Profil C aber auch in den anderen Profilen die nassen Standortbedingungen mit hohen Wasserständen abgelesen werden. Im Gegensatz zu den Überschwemmungsproben aus dem unteren Teil des Flözes zeigen die kontinuierlichen Nachweise der oben erwähnten Formen in mehreren aufeinanderfolgenden Proben, daß es sich nicht um kurzzeitige Überschwemmungen handelte, sondern um längere Zeiten mit hohen Wasserständen.

In der Mikroflorenzone **C5** sind zwei Höhepunkte in der Verbreitung von *P. subhercynicus* zu erkennen, die etwas weniger deutlich ausgeprägt auch in den anderen Profilen erkennbar sind (Abb. 5.8). Das erste Massenaufreten von *P. subhercynicus* ist in den Proben C/11 (Zone **C4**), D/13 (Zone **D4**), E/13 und E/14 (Zone **E4**) vorhanden. Hier hat ein Anstieg des Grundwasserspiegels zu einer Verdrängung oder Auflockerung der Bruchwaldfazies und einer gleichzeitigen Ausbreitung von Süßwassermarschelementen geführt. Nach kurzer Zeit wurden die Marschbewohner dann wieder verdrängt. Das allmähliche Zurückdrängen der Süßwassermarsch ist in den stetig sinkenden Werten für *P. subhercynicus* in Zone **C4** zu erkennen (Abb. 5.8).



**Abb. 5.8:** Die Verteilung von *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* am Top von Flöz 6 und der daraus entstehenden Korrelation der Profile C, D, E und G

Schließlich kam es zur abschließenden Transgression, wo bei steigendem Grundwasserspiegel der Bruchwald endgültig verdrängt wurde. Noch einmal breitete sich die Süßwassermarsch aus, bevor die Torfbildung beendet wurde. In Profil C ist dieser zweite Anstieg in den Werten für *P. subhercynicus* deutlich ausgeprägt, in Profil E zumindest angedeutet, in Profil D jedoch nicht zu erkennen (Abb. 5.8). Lediglich in der Mikroflorenzone **G1** ist in den Proben aus dem Top des Flözes die starke Verbreitung dieser Normapollen-Form noch einmal belegt.

Die abschließende brackische Marsch, gekennzeichnet durch massenhaftes Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus*, die den Randbereich der torfbildenden Fazies vertritt, ist in keinem Profil abgebildet. Lediglich in Mikroflorenzone **C5** sind höhere Werte für *P. pseudoexcelsus* zu verzeichnen, die zumindest das Vorhandensein der brackischen Marsch belegen. Auch Nachweise von Mangroven fehlen.

Die unvollständigen Nachweise der Marsch bzw. das Fehlen von Mangrovenpollen ist dadurch zu erklären, daß

im Zuge der Transgression und der klastischen Sedimentation des Zwischenmittels 5/6 die obersten Zenti- bis Dezimeter des nur leicht verfestigten Torfes erodiert wurden. Eindeutige Erosionserscheinungen zeigt das Top von Flöz 6 in Profil G, wo in den unteren 20 cm des Zwischenmittels schlecht gerundete Kohle-Klasten auftreten. Beobachtungen in den Küstenmangroven SW-Floridas zeigen, daß bereits die schwache gezeiteninduzierte Wasserbewegung zur flächenhaften Erosion der Torfoberfläche führt (RIEGEL 1965), so daß die Übergangsschichten nicht mehr vollständig erhalten sind.

Besonders in Profil C (Mikroflorenzone **C5**) zeigt die starke Ausbreitung der Myricaceen, Icacinaceen und Oleaceen, daß diese Pflanzen innerhalb bzw. an den Randbereichen der Marschen verbreitet waren und zu den Hauptelementen der Busch- und Strauchvegetation neben den Mutterpflanzen von *P. subhercynicus* zu zählen sind. Interessant ist auch das Auftreten der Betulaceen-Pollen *Triporopollenites robustus*, *T. coryloides*, *T. rhenanus* und *T. megagrifer*. Diese Bruchwaldelemente sind weitaus häufiger als in den beiden vorherigen Phasen. Hier ist von einer Änderung in der Zusammensetzung des Bruchwaldes auszugehen, in der die Betulaceen eine dominierende Rolle übernommen und die Fagaceen zurückgedrängt haben. Möglicherweise zeichnet sich darin eine Verarmung der Nährstoffzufuhr ab, da auch die Ericaceen und Nepenthaceen innerhalb der Mikroflorenzone **C5** ihre maximale Ausbreitung besitzen. Da aber das verstärkte Erscheinen dieser Formen auf das Profil C beschränkt ist, handelt es sich eher um kleinräumige Änderungen in der Nährstoffzufuhr.

### 5.2.3.4 Vergleich zwischen Mikropetrographie und Palynologie im Flöz 6

BODE (1994) untersuchte Flöz 6 unter mikropetrographischen Gesichtspunkten. Um seine Ergebnisse besser mit den palynologischen Daten vergleichen zu können, sind in dieser Arbeit zu mindest teilweise die gleichen Profile und Proben bearbeitet worden. Dies betrifft vor allem das Profil E, wo von allen Proben mikropetrographische und palynologische Ergebnisse vorliegen, sowie Profil D, wo zumindest bei einigen Proben die gemeinsamen Ergebnisse vorhanden sind.

Beim Vergleich beider Analysemethoden fällt auf, daß sich jeweils nahezu identische Aussagen zur Fazies ableiten lassen. Deutlich ist dies im Profil E zu erkennen. In Abb. 5.9 wird die Faziesinterpretation von BODE mit dem Auftreten der wichtigsten palynologischen Vertreter der Marschvergesellschaftung verglichen. BODE nutzte Mazerale als Faziesindikatoren und konnte aus ihnen herleiten, ob die Kohle unter feuchten oder

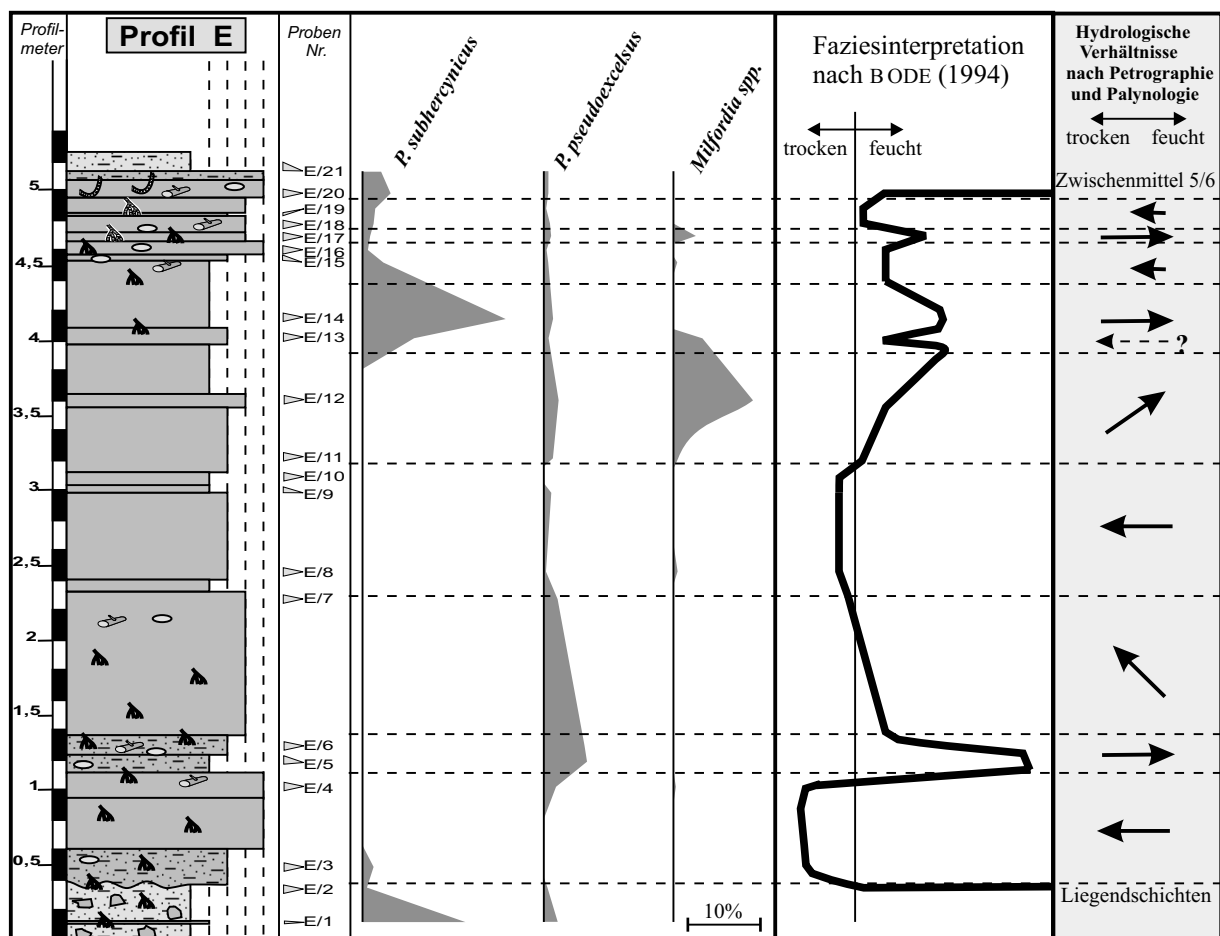


Abb. 5.9: Hydrologische Entwicklung des Ablagerungsraumes während der Bildung von Flöz 6 nach mikropetrographischen Analysen (BODE 1994) und palynologischen Untersuchungen.

trockeneren Bedingungen gebildet wurde. Das Auftreten von Alginit bei gleichzeitig geringen Sporinitgehalten sowie erhöhte Aschegehalte in den Proben können nach BODE als Anzeiger feuchter Bildungsbedingungen herangezogen werden. Daraus ergibt sich der Verlauf der Kurve in Abb. 5.9. Zu erkennen ist, daß der untere Teil des Flözes bis auf das „kleine Zwischenmittel“ unter grundsätzlich trockeneren Bedingungen entstanden ist als der obere Teil des Flözes. Zwischen den Proben E/11 und E/12 kommt es zur Änderung in der Hydrologie des Moores und zu einer deutlichen Feuchtigkeitszunahme.

Stellt man der Kurve von BODE (1994) die Häufigkeitskurven von *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*, *Plicapollis pseudoexcelsus* und *Milfordia* spp. gegenüber, die als Marschbewohner hohe Wasserstände und somit feuchte bis nasse Bildungsbedingungen anzeigen, so zeigt sich, daß die Peaks mit starkem Auftreten einer dieser Arten immer auch mikropetrographisch als besonders feucht gekennzeichnet sind (Abb. 5.9).

Besonders gut ist dies im Falle von *P. subhercynicus* zu verfolgen. Die Häufigkeitskurve dieser Form entspricht nahezu exakt der Kurve von BODE. Lediglich in Probe E/17 ist nach BODE ein erneutes Feuchtigkeitsmaximum zu erkennen. Dieses ist aber gleichzeitig durch das erhöhte Auftreten von *Milfordia* spp. in der Probe belegt. Palynologisch sind die Feuchtigkeitsmaxima durch jeweils andere Pollenarten gekennzeichnet, die veränderte Faziesbedingungen anzeigen, wie z. B. *P. subhercynicus* die Süßwassermarsch und *P. pseudoexcelsus* brackische Bedingungen. Hier ist ein Vorteil gegenüber der Mikropetrographie zu erkennen, die lediglich die hydrologischen Bildungsbedingungen erkennt. Allerdings ist dieser Vorteil nur bei guter Kenntnis der faziellen Bedürfnisse der Pollen bzw. deren Mutterpflanzen wirksam.

In Profil D ist die Situation ähnlich. Da BODE das Profil jedoch deutlich detaillierter untersucht hat, ist von einem genauen Vergleich wie in Profil E abgesehen worden. Allerdings ist auch in diesem Profil die Übereinstimmung der palynologischen und mikropetrographischen Ergebnisse eindeutig. So ist nach BODE die Probe D/10 unter den feuchtesten Bedingungen nach dem sandig/siltigen Horizont (Probe D/8) innerhalb dieses Profils entstanden. Palynologisch werden diese beiden Proben dann auch nach der Cluster-Analyse zusammengefaßt und zeigen Überschwemmungshorizonte an.

Festzuhalten bleibt, daß palynologische und kohlepetrographische Analysen durchaus miteinander vergleichbar und ihre Ergebnisse untereinander zu korrelieren sind. Um eine aussagekräftige Faziesinterpretation zu erhalten, sollten beide Analysemethoden gemeinsam betrachtet werden.

## 5.2.4 Zwischenmittel 5/6 (Profile F, G)

### 5.2.4.1 Mikroflorenzonen

**Profil F** (Anhang A-8, Anlage 1) ist sehr homogen aufgebaut und kann daher nur in zwei Mikroflorenzonen getrennt werden. Mikroflorenzone **F1** umfaßt die Proben F/1 bis F/16, Mikroflorenzone **F2** die beiden Proben F/17 und F/18. Die Mikroflorenzone **F1** wird auf Grund des unterschiedlichen Auftretens der Dinoflagellaten in zwei Subzonen **F1a** und **F1b** gegliedert. **F1a** umfaßt die Proben F/1 bis F/8, **F1b** die Proben F/9 bis F/16.

#### Mikroflorenzone **F1** (Proben F/1 bis F/16)

- Auffälligstes Merkmal ist das Erscheinen der Dinoflagellaten. Mit 21,5 Überprozent in Probe F/8 wird der Maximalwert erreicht. Im unteren Teil dieser Zone sind die Werte für die Dinoflagellaten deutlich höher als im oberen Teil. In den Proben F/1 bis F/8 werden durchschnittlich 7,7%, in den Proben F/9 bis F/16 lediglich 1,9% erreicht. Da allerdings nur im Auftreten der Dinoflagellaten eine signifikante Veränderung erkennbar ist, im übrigen Pollenbild jedoch nicht, werden beide Bereiche lediglich in die Subzonen **F1a** und **F1b** unterteilt.
- Regelmäßig, wenn auch mit relativ niedrigen Werten, sind die Restionaceen (*Milfordia* spp.) in dieser Zone vertreten. Der Maximalwert liegt lediglich bei 3,3% in Probe F/7. Dennoch ist der Unterschied zu der Zone **C5** im Liegenden deutlich.
- Palmen-Pollen vom Typ *Monocolpopollenites tranquillus* sind ebenfalls gleichmäßig verteilt. Hierbei sind die Werte in der Zone **F1b** geringfügig höher als in Zone **F1a**. In Probe F/16 wird mit 4,4% der Maximalwert erreicht.
- *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* erscheint in beiden Subzonen regelmäßig mit durchschnittlich 3,1%. Der Maximalwert wird in der Basisprobe F/1 mit 5,9% erreicht.
- Ebenfalls regelmäßig mit konstanten Werten von durchschnittlich 3,2% und einem Maximalwert von 5,4% in den Proben F/6 und F/12 tritt *Plicapollis pseudoexcelsus* auf.
- Recht konstant ist auch das Auftreten von *Tripurapollenites robustus* und *T. coryloides*. Bei einem Maximalwert von 20,9% in Probe F/13 und durchschnittlich 13,5% sind diese Formen im Vergleich zu ihrem Auftreten in den Kohleflözen zwar seltener, doch häufiger als in anderen Profilen aus Zwischenmitteln und Liegendsschichten.

#### Mikroflorenzone **F2** (Proben F/17 bis F/18)

- Auffällig ist hier besonders das massenhafte Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus*. Mit Werten von 63,4% in Probe F/17 und 44,9% in Probe F/18 ist dieser Pollentyp das dominierende Element in dieser Zone.
- Ähnlich markant ist auch das völlige Fehlen von Dinoflagellaten in dieser Mikroflorenzone. Dafür erscheint hier jedoch mit *Botryococcus*, immerhin mit 1,8% in Probe F/17 und 1,5% in F/18 vertreten, ein eindeutiges Süßwasserelement.
- Eine Vielzahl weiterer Formen zeigen deutlich andere Häufigkeitswerte als in Mikroflorenzone **F1**. Allerdings sind bei diesen Formen relativ große Unterschiede zwischen den Proben F/17 und F/18 zu verzeichnen. Bei den Taxodiaceen (*Inaperturopollenites* spp.) z. B. schwanken die Werte zwischen 1,1% in Probe F/17 und 5,3% in Probe F/18. Gleiches gilt für die Restionaceen (*Milfordia* spp.), die genau die gleichen Prozentwerte wie die Taxodiaceen erreichen. Ebenfalls klar erkennbar ist dieses Verhältnis bei den Myricaceen. *Triatriopollenites rurensis* erzielt in Probe F/17 nur 0,4%, in Probe F/18 bereits 5,3%. Noch deutlicher verhält es sich bei *T. bituitus*, dessen Wert von 3,5% auf 13,9% steigt.
- Das umgekehrte Verhältnis zeigt *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.), die in Probe F/17 mit 2,5% ihren Maximalwert im Zwischenmittel erreicht und in Probe F/18 nur noch als Einzelexemplar vertreten ist.

Ein anderes Bild des Zwischenmittels 5/6 zeigt das **Profil G** (Anhang A-9, Anlage 5). Es kommen zwar keine anderen Arten vor als in Profil F, doch ihre Verteilung ist sehr viel differenzierter als im homogen aufgebauten Profil F. Dementsprechend hoch ist auch die Anzahl der Mikroflorenzonen, die in Profil G zu erkennen sind. In diesem Profil sind auch die Übergänge zu den Flözen untersucht worden. Sie können als eigene Mikroflorenzonen abgetrennt werden. Dies gilt vor allem für die Mikroflorenzone **G1** (Proben G/1 und G/2), welche aus dem Flöz 6 stammt und bereits im Zusammenhang damit besprochen wurde (siehe Kap. 5.2.3). Mikroflorenzone **G2** enthält die Proben G/3 bis G/8, Mikroflorenzone **G3** die Proben G/9 bis G/14 und Mikroflorenzone **G4** die Proben G/15 bis G/18. Die Probe G/19 bildet die Zone **G5**, während die Mikroflorenzone **G6** mit den Proben G/20 und G/21 bereits zum Flöz 5 gehört.

#### **Mikroflorenzone G2 (Proben G/3 bis G/8)**

- Die Restionaceen (*Milfordia* spp.) haben in dieser Mikroflorenzone ihre Hauptverbreitung. Bei maximal 4,7% in Probe G/8 werden durchschnittlich 2,8% erreicht.
- Die Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) erscheinen in Zone G2 erstmals regelmäßig, wenn auch noch nicht mit hohen Werten. Maximal 3,6% werden in Probe G/8 erzielt.
- Regelmäßig, wenn auch nur durch Einzelexemplare belegt, ist *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) zu beobachten.
- Noch regelmäßig mit Werten von durchschnittlich 2,0% erscheint *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*. Die Werte sind damit niedriger als im Flöz (Zone G1), aber weitaus höher als in den folgenden Mikroflorenzonen. Ebenfalls noch regelmäßig ist *Plicapollis pseudoexcelsus* mit Werten von durchschnittlich 2,4% zu beobachten. Der Maximalwert von 4,4% in der obersten Probe G/8 dieser Zone zeigt den allmählichen Anstieg der Werte an.
- Recht hoch sind in dieser Zone die Werte für die Myricaceen (besonders *Triatriopollenites bituitus*) und Juglandaceen (besonders *Momipites* spp.). Während *T. bituitus* maximal 7,2% in Probe G/8 erreicht, erzielt *Momipites* spp. mit 7,7% den Maximalwert in Probe G/5.
- Wie in den anderen Zwischenmitteln erscheinen auch hier die Dinoflagellaten wieder. Bei maximal 4,4% in Probe G/7 und durchschnittlich 2,3% ist allerdings nur ein geringes Auftreten zu verzeichnen. Ähnlich vertreten sind auch die Süßwasserelemente *Botryococcus* und *Planctonites stellarius*, die in dieser Zone regelmäßig erscheinen.

#### **Mikroflorenzone G3 (Proben G/9 bis G/14)**

- Im Gegensatz zur Zone G2 ist das Auftreten von *Milfordia* spp. (Restionaceae) sehr viel unregelmäßiger. In Probe G/13 werden noch maximal 3,5% erreicht, in Probe G/14 fehlen diese Formen sogar.
- Der in Zone G2 beginnende Anstieg der Werte von *Sparganiaceapollenites* spp. setzt sich hier deutlich erkennbar fort. Die Werte steigen regelmäßig in jeder Probe an und erreichen schließlich 11,4% in Probe G/14.
- Im Vergleich zur Zone G2 sind auch die *Nypa*-Pollen (*Spinizonocolpites* spp.) sehr viel stärker vertreten. Maximal 5,4% erzielt die Form in Probe G/9. Trotz des negativen Ausreißers in Probe G/11 mit 0,6% erreicht die Form durchschnittlich 3,6%.
- Ebenfalls häufiger gegenüber Zone G2, wenn auch in etwas abgeschwächter Form, ist das Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus*. Maximal 8,0% in Probe G/13 und durchschnittlich 5,3% zeugen vom Anstieg der Werte.
- Deutlich geringer ist das Vorkommen von *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*. Nach dem regelmäßigen Auftreten in Zone G2 sind in dieser Zone nur noch in drei Proben Werte über 1% zu verzeichnen. Auch der Maximalwert von 1,7% in Probe G/10 ist dabei als niedrig anzusehen.
- Ebenfalls stark zurückgehend gegenüber Zone G2 sind die Werte für *Triporopollenites robustus* und *T. coryloides*. Bei maximal 9,4% in Probe G/10 wird mit dem Durchschnitt von 7,0% ein sehr geringer Wert erzielt.
- Die Verbreitung der Dinoflagellaten erlebt in dieser Zone den Höhepunkt innerhalb des Profils. Bis zu 13,2% in Probe G/13 sind beobachtet worden. Allerdings sind solche Werte auf wenige Proben beschränkt. Auf der anderen Seite gibt es auch Proben, in denen die Form nicht oder nur vereinzelt erscheint (Proben G/11 und G/12).

#### **Mikroflorenzone G4 (Proben G/15 bis G/18)**

- Die Sparganiaceen/Typhaceen setzen ihren Trend aus den Zonen G2 und G3 fort, in dem die Werte für *Sparganiaceapollenites* spp. nochmals ansteigen. In Probe G/18 werden maximal 17,0% erreicht und auch in den übrigen Proben dieser Mikroflorenzone werden Häufigkeitswerte über 10% erzielt.
- Gleiches gilt für die *Nypa*-Pollen (*Spinizonocolpites* spp.): Es kommt zu einem deutlichen Anstieg der Werte gegenüber Zone G3. Maximal 16,2% in Probe G/17 wurden beobachtet.
- *Plicapollis pseudoexcelsus* ist in den unteren drei Proben dieser Mikroflorenzone ähnlich stark vertreten wie in Zone G3. Lediglich in Probe G/18 wird mit 32,8% ein deutlich höherer Wert erreicht, vergleichbar mit dem in Zone G5.
- *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* ist nur noch mit Einzelexemplaren vertreten und erreicht niemals Werte über 1% in dieser Zone.
- In den beiden unteren Proben dieser Zone werden noch relativ hohe Werte bis 8,1% (Probe G/16) für die Dinoflagellaten erzielt, während in den beiden oberen Proben die Werte bis auf 1,8% zurückgehen.

#### **Mikroflorenzone G5 (Probe G/19)**

- Die Zone, sedimentologisch klar ausgeprägt, bildet den Übergangsbereich zum Flöz 5. Geprägt wird die Probe G/19 durch den hohen Wert von 38,0% für *Plicapollis pseudoexcelsus*. Auch *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) erreicht hier mit 16,8% den Maximalwert in diesem Profil.



- Auf der anderen Seite ist das Aussetzen der Dinoflagellaten bemerkenswert. Lediglich ein Einzelexemplar konnte noch gefunden werden.

#### Mikroflorenzone **G6** (Proben G/20 bis G/21)

- Die Zone ist durch den Wegfall von Sparganiaceen und *Nypa*-Pollen zu Beginn der Flözbildung gekennzeichnet.
- *Plicapollis pseudoexcelsus* erreicht direkt an der Basis des Flözes mit 28,2% noch einmal einen hohen Wert, während in der darauffolgenden Probe der Wert bereits auf 3,1% abfällt.
- Der Basisbereich des Kohleflözes wird auch durch das Erscheinen von *Laevigatosporites haardti* mit immerhin 2,3% geprägt. Ebenso erreichen die Restionaceen (*Milfordia* spp.) mit 3,7% noch einmal einen hohen Wert. In der darauffolgenden Probe aus dem Flöz fehlen beide Formen dann nahezu völlig.
- Der umgekehrte Fall ist bei den Aquifoliaceen (*Ilexpollenites* spp.) und Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) zu verzeichnen. In der Basisprobe G/20 äußerst selten, erreichen die Aquifoliaceen in Probe G/21 4,2% und die Sapotaceen sogar 8,2%.
- Für die Myricaceen (hier *Triatriopollenites bituitus*) und Juglandaceen (hier *Momipites* spp.) können wieder ähnlich hohe Werte wie in den Zonen **G1** und **G2** verzeichnet werden. *T. bituitus* erreicht 7,9% in Probe G/20, *Momipites* spp. 4,8% in Probe G/21.

Auf Grund der starken Beziehung zu den Proben aus dem Zwischenmittel müssen in diesem Zusammenhang auch die Mikroflorenzone **H1** aus dem **Profil H** (Anhang A-10, Anlage 1) und die Mikroflorenzone **I1** aus dem **Profil I** (Anhang A-11, Anlage 6) behandelt werden, obwohl beide Mikroflorenzonen von Proben gebildet werden, die bereits aus dem Flöz 5 stammen.

#### Mikroflorenzone **H1** (Probe H/1)

- Diese Probe bildet den Übergang zwischen der Zone **F2** aus dem Zwischenmittel 5/6 und der Zone **H2** aus dem Flöz 5. Dementsprechend sind im Pollenspektrum dieser Probe noch einige Formen mit ähnlich hohen Werten vertreten wie in Zone **F2**. Dies gilt besonders für die Taxodiaceen (*Inaperturopollenites* spp.), die 4,5% erreichen und für die Restionaceen (*Milfordia* spp.), die sogar 6,8% erzielen.
- Stark abgesunken gegenüber der Zone **F2** aber immer noch weitaus höher als im Flöz ist der Wert von *Plicapollis pseudoexcelsus*. Die 3,0% in der Probe H/1 bilden den Maximalwert in diesem Profil.
- Auch die Myricaceen sind in Form von *Triatriopollenites bituitus* in dieser Probe gut vertreten. *T. bituitus* erreicht mit 6,1% die größte Verbreitung in diesem Profil. Der Wert sinkt allerdings gegenüber Zone **F2** ab. Gleiches gilt für *T. rurensis*, der aber in Zone **H1** nicht besonders häufig erscheint.
- Ihre normale Verbreitung erreichen nach den sehr geringen Werten in Zone **F2** *Tripoporopollenites robustus/coryloides*, die immerhin mit 15,2% in der Probe vertreten sind und die Fagaceen durch *Tricolporopollenites liblarensis*, der mit 22,7% in der Probe dominiert. Nur einen geringen Wert erreicht mit 2,7% dagegen *Tricolporopollenites cingulum*.
- Ähnlich hoch wie in Zone **F2** ist das Auftreten von *Botryococcus* mit 3,0%.

#### Mikroflorenzone **I1** (Proben I/1 bis I/2)

- Wie in dem Übergangsbereich zwischen Zwischenmittel 5/6 und Flöz 5 nicht ungewöhnlich, werden die beiden Proben dieser Zone durch das hohe Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus* geprägt. Mit 51,5% in Probe I/1 und immerhin 12,8% in Probe I/2 werden Werte erreicht, die in den folgenden Zonen nicht mehr erlangt werden.
- Hohe Werte erzielen auch die Restionaceen, die in den folgenden Mikroflorenzonen aus dem Flöz völlig fehlen. *Milfordia* spp. erreicht in Probe I/1 5,7% .
- Die Werte für *Tripoporopollenites robustus/coryloides* befinden sich mit maximal 11,3% in Probe I/2 noch auf einem verhältnismäßig niedrigen Niveau.
- *Compositoipollenites rhizophorus* erreicht mit maximal 2,4% in Probe I/2 einen relativ hohen Wert, der in der folgenden Zone **I2** nicht erlangt wird.
- Bis auf den hohen Wert von 30,9% für *Tricolporopollenites liblarensis* in Probe I/2 erzielen die beiden Formen *T. liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* nur relativ geringe Werte.

### 5.2.4.2 Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzonen

Ähnlich wie in den Liegendschichten sind im Zwischenmittel 5/6 zwei sedimentologisch recht unterschiedliche Profile bearbeitet worden. Im Gegensatz zu den Profilen aus den Liegendschichten unterscheiden sich die Profile F und G allerdings auch palynologisch deutlich voneinander. Dies wird vor allem durch die Cluster-Analyse klar ersichtlich.

Profil F (Abb. 5.10) ist sehr homogen aufgebaut. Lediglich die oberen beiden Proben (Mikroflorenzone **F2**) unterscheiden sich deutlich von den übrigen. Auch die Cluster-Analyse trennt diese Proben ab und ordnet sie

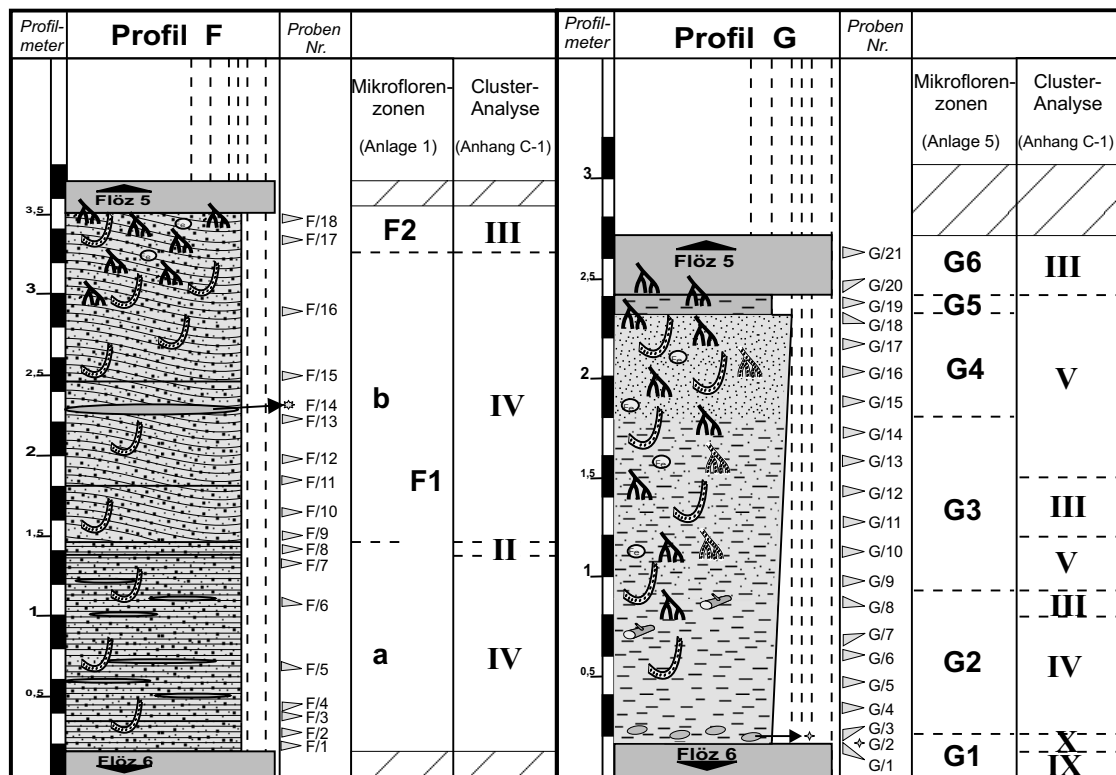


Abb. 5.10: Übersicht über die Gliederung der Profile F und G (Zwischenmittel 5/6) durch Mikroflorenzonen und Cluster-Analyse.

dem Cluster III zu, in dem vor allem Proben aus den Übergangsbereichen von den Zwischenmitteln zu den Flözen zusammengefasst sind. Gekennzeichnet sind sie durch das massenhafte Vorkommen von *Plicapollis pseudoexcelsus* (Anhang C-3).

Der Hauptteil der Proben aus dem Zwischenmittel ist im Profil F durch einheitliche Pollenspektren gekennzeichnet (Mikroflorenzone F1). Nahezu alle Proben werden dem Cluster IV zugeordnet. Lediglich Probe F/8 wird auf Grund des starken Auftretens von Dinoflagellaten im Cluster II eingruppiert. Diese Probe entspricht damit palynologisch dem Großteil der Proben aus den Liegendschichten (Profile A und B). Eine Trennung zwischen den Proben aus den Mikroflorenzonen F1a und F1b durch die Cluster-Analyse erfolgt nicht, da der einzige Unterschied zwischen beiden Mikroflorenzonen lediglich im Auftreten der Dinoflagellaten zu finden ist.

Während im Profil F die Mikroflorenzonen und die Ergebnisse der Cluster-Analyse sich nahezu decken, ist im Profil G eine völlig andere Situation zu beobachten (Abb. 5.10). Die Zonen G2 bis G6 sind so in der Cluster-Analyse nicht wiederzufinden. Zone G1 wird hier außer Acht gelassen werden, da diese Zone bereits im vorherigen Kapitel besprochen wurde.

Auffällig ist, daß einige Proben innerhalb des Zwischenmittels dem Cluster III zugeordnet werden. Sie entsprechen damit Proben aus den Übergangsbereichen zum Flöz (Mikroflorenzonen F2 und G6). Während im unteren Teil des Sedimentkörpers noch einige Proben dem Cluster IV angehören und damit ähnliche Pollenspektren zeigen wie der Großteil der Proben aus Profil F, so sind besonders im oberen Teil von Profil G die Proben dem Cluster V zugeordnet. Vor allem durch das gleichzeitige Massenaufreten von *Nypa*, *P. pseudoexcelsus* und Sparganiaceen/Typhaceen unterscheidet sich der Cluster V von Cluster IV (Anhang C-3).

Zusammenfassend ist demnach palynologisch von einer geringen Ähnlichkeit zwischen beiden Profilen auszugehen. Einzig die Zonen F2 und G6 entsprechen sich und sind den übrigen Mikroflorenzonen gegenüber zu stellen, obwohl die Proben aus Zone F2 aus dem Zwischenmittel stammen, Zone G6 jedoch bereits von Proben aus dem folgenden Flöz 5 zusammengesetzt ist. Ähnliches gilt für die Proben I/1 und I/2 (Mikroflorenzone I1) aus dem Profil I und die Probe H/1 (Mikroflorenzone H1), im direkten Anschluß an Profil F gewonnen. Diese aus dem Flöz 5 stammenden Proben sind nach der Cluster-Analyse dem Cluster III zuzuordnen und sollten mit den Proben aus den Zonen F2 und G6 im Zusammenhang betrachtet werden (vgl. Anhang C-1).

### 5.2.4.3 Faziesentwicklung im Zwischenmittel 5/6

#### 5.2.4.3.1 Ästuarine Phase (Mikroflorenzonen F1a/b, G2 bis G5)

Mit Beginn der Transgression und dem Ende der Torfbildung wird der kohlebildende Bruchwald wieder zurückgedrängt. Es kommt zur Ablagerung klastischer Sedimente.

Während in Profil F vor allem Fein- bis Mittelsande abgelagert werden und von relativ hohen Strömungsgeschwindigkeiten zeugen, ist im Profil G 700 m weiter südöstlich im Tagebau vor allem die Sedimentation von Silten zu beobachten, die in einem sehr viel ruhigeren Milieu abgelagert wurden. Trotzdem kann in beiden Profilen von einer Erosion der Torfoberfläche ausgegangen werden. Während in Profil F das erodierte Material abtransportiert wurde, ist die Strömungsgeschwindigkeit dafür in Profil G zu gering gewesen. Dort können in den unteren 20 cm des Zwischenmittels häufig Kohle-Klasten gefunden werden, die von Aufarbeitung aber fehlendem Abtransport des Torfes zeugen (siehe auch Kap. 5.2.6.3.1).

Die Sedimente eines ästuarinen Systems zeigen oftmals einen graduellen Anstieg der Partikelgröße von den flachen und meist niederenergetischen Randgebieten zu den Bereichen des tieferen Wassers mit höherer Strömungsenergie (NICHOLS & BIGGS 1985, DALRYMPLE et al. 1992). Der Sedimentationsraum des Zwischenmittels 5/6 ist demnach analog zu den Liegendschichten dem randlichen Bereich eines ästuarinen Systems zuzuordnen, wobei Profil F den Bereich der größeren Wassertiefe bzw. Strömungsenergie anzeigt, während Profil G einem Randbereich oder dem inneren Ästuar im Südosten zuzuordnen ist. Die starke zoogene Bioturbation, die in Profil G zur vollständigen Zerstörung des primären Schichtgefüges und zu einer weitgehenden Homogenisierung des Sediments führte, kann ebenfalls als ein Anzeiger randlich ästuariner Milieus herangezogen werden (DÖRRIES & HOWARD 1975, GREER 1975). JUNGSMANN (1996) hält das Zwischenmittel 5/6 für die Ablagerung eines lagunären Systems. Dagegen spricht jedoch vor allem der laterale Fazieswechsel zwischen den Profilen F und G, der in ähnlicher Weise von GOLDRING et al. (1978) in eozänen ästuarinen Sedimenten nachgewiesen wurde.

In dem relativ einheitlichen Profil F ist nur an einer Stelle, zwischen den Proben F/8 und F/9 (Anhang A-8) eine Änderung in der Sedimentation durch den Wechsel von einer Horizontal- zu einer Schrägschichtung zu erkennen. Palynologisch ist diese Veränderung durch einen Sprung im Auftreten der Dinoflagellaten von etwa 20% auf wenige Prozent gekennzeichnet. Es kann von einer Änderung der Strömungsverhältnisse ausgegangen werden, die Einfluß auf den Eintrag marinen Planktons, aber kaum auf die botanische Zusammensetzung in der Umgebung des Ablagerungsraumes hatte, da alle anderen Palynomorphen nahezu unverändert über das gesamte Profil bleiben. Während in Zone **F1a** der ansteigende Wert für das marine Plankton auf die Transgression zurückzuführen ist, überwiegt in der Zone **F1b** der fluviatile Anteil gegenüber dem marinen Einfluß

Profil F zeigt bei den Pollen ein ähnliches Bild wie Profil A aus den Liegendschichten. Dominierend sind die Massenpollen der Fagaceen (*Tricolpopollenites liblarensis*, *Tricolporopollenites cingulum*) und Betulaceen (*Triporopollenites robustus*, *T. coryloides*), die auf Grund ihrer weiten Verbreitung auch in den landferneren Sanden dieses Profils vorkommen. *T. robustus* und *T. coryloides* sind allerdings sehr viel häufiger als in den Liegendschichten. Die dominierende Rolle, die diese Formen zum Ende der Torfbildung (Mikroflorenzone **C5**) als Bruchwaldelement besaß, bleibt bestehen.

Ungewöhnlich häufig sind auch die Palmenpollen vom Typ *Monocolpopollenites tranquillus* (*Phoenix*), die auf Grund ihres geringen Auftretens in den Kohleflözen als Elemente des kohlebildenden Bruchwaldes nicht in Frage kommen. Sie stammen eher aus den Randbereichen zu den Marschen, aus den Uferzonen der Wasserläufe ähnlich wie in den Liegendschichten bzw. aus Hammocks innerhalb der Marschen. Dort beherrschten sie das oberste Stockwerk, wo aus den luftigen Baumkronen die Pollen ausgeweht und über den Ablagerungsraum verteilt wurden.

Auf der anderen Seite prägen auch die Pollen der Marschbewohner aus der Umgebung des Bruchwaldes die Vergesellschaftungen. Neben den Restionaceen (*Milfordia* spp.) ist vor allem *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* zu nennen, der auf Grund des regelmäßigen Auftretens weiterhin ein wichtiges Element der Süßwassermarschen zu sein scheint. Die relativ hohen Werte für *Plicapollis pseudoexcelsus*, der ein wenig häufiger als im Flöz 6 (Mikroflorenzone **C5**) erscheint, belegen das Vorhandensein der brackischen Marsch.

Interessanter als Profil F ist Profil G. Hier zeigen einige Formen Entwicklungen, die im Profil F nicht zu beobachten sind. Beachtet werden muß in diesem Profil, daß die Bioturbation zu einer Entschichtung des Sediments geführt hat. Damit verbunden ist ein vertikaler Transport von Sediment und wahrscheinlich auch eine Verschleppung von Palynomorphen. Deshalb sind in Profil G keine klaren Faziesgrenzen zu erkennen, sondern vielmehr Verwischungseffekte zu beobachten.

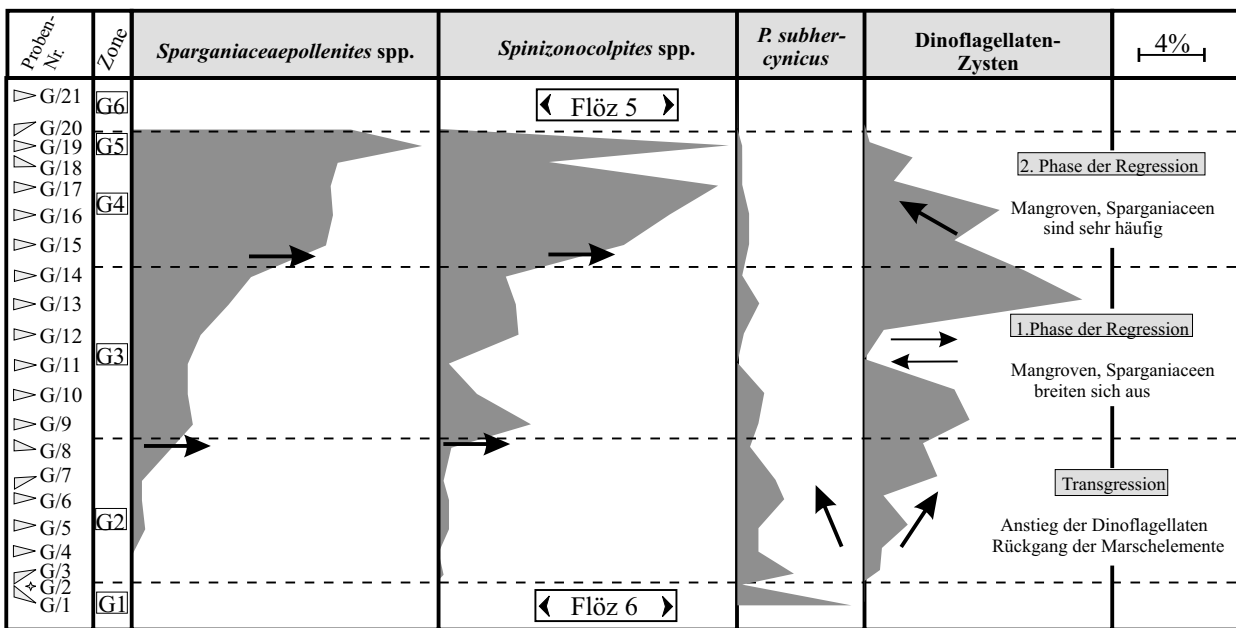
Zu Beginn führte die Transgression zur Ablagerung der feinen Sedimente aus der Mikroflorenzone **G2**. Das Sedimentationsmilieu war trotz des erosiven Einsetzens des Zwischenmittels ruhig. Die Dinoflagellaten zeigen einen, wenn auch schwachen, marinen Einfluß an. Palynologisch sind die Proben aus dieser Zone vergleichbar mit denen aus Profil F, da die Proben jeweils in den Cluster **IV** eingeordnet werden: Die allochthonen Elemente wie Betulaceen- und Fagaceen-Pollen dominieren, aber auch die Marschelemente wie *P. subhercynicus* und die Restionaceen sowie die Myricaceen (*Triatriopollenites bituitus*) sind stark verbreitet. Die allmähliche Abnahme in den Werten, z. B. für *P. subhercynicus* (Abb. 5.11) ist durch das Zurückdrängen der kohlebildenden Fazies zu erklären.

Zwischen den Proben G/7 und G/9 kommt es zu einem Fazieswechsel. Die Transgression wird von einer allmählichen Regression, ähnlich wie in Profil F beim Wechsel von der Zone **F1a** zur Zone **F1b**, abgelöst. Der fluviatile Eintrag überwiegt zunehmend. Die damit verbundene Kornvergrößerung (Coarsening upward-Sequenz, Anhang A-8) ist typisch für den Bereich der „turbidity maximum zone“ bei fortschreitender Progradation fluviatiler Sedimente in das Ästuar (DALRYMPLE et al. 1992; REINSON 1992). Es kam also zu einer seewärtigen Verla-

gerung der fluviatil dominierten Sedimentation. Die Verdrängung des marinen Einflusses ist im Profil G auch am teilweisen Aussetzen der Dinoflagellaten zu erkennen (Proben G/11, G/12). Damit verbunden ist eine allmähliche Rückkehr des Bruchwaldes, die schließlich zur Bildung des Flözes 5 führt.

Im Profil G sind in den Mikroflorenzonen **G3** und **G4** auch die dem Sumpfwald vorgelagerten Mangroven und Marschen palynologisch abgebildet, wobei mit den Zonen **G3** und **G4** zwei Phasen unterschieden werden können. So zeigt *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) die beginnende Ausbreitung der Mangrove an, die sich in der Zone **G3** bereits deutlich niederschlägt. Den Höhepunkt in ihrer Verbreitung erreicht die Form jedoch erst in Zone **G4** (Abb. 5.11). Interessanterweise sind die Hauptmangrovenelemente *Avicennia* und *Rhizophora* nur als Einzelexemplare nachweisbar. Damit belegen sie aber immerhin die Existenz des Mangrovenürtels, der jedoch weiter seewärts im stärker gezeitenbeeinflussten Gebiet gelegen haben muß. Im Bereich des Profils G ist daher durch *Nypa* nur die landwärtige Seite der Mangrove abgebildet. Eine ähnliche Verteilung wie die *Nypa*-Pollen zeigen auch die Pollen der Typhaceen/Sparganiaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.), die in diesem Profil erstmals in der Wulfersdorfer Flözgruppe gehäuft erscheinen. Diese Wasserpflanzen sind an Süßwasserstandorte gebunden. Ihre Assoziation zu den *Nypa*-Pollen ist jedoch nicht zu übersehen (Abb. 5.11). Vermutlich waren im Hintergrund der Mangrove an geschützten Stellen bereits reine Süßwasserstandorte verbreitet, die dann von Typhaceen bzw. Sparganiaceen besiedelt wurden. Auf der anderen Seite gab es aber immer noch einen erkennbaren marinen Einfluß, der durch Dinoflagellaten in einigen Proben angezeigt wird. Möglicherweise sind die Dinoflagellaten bei Hochwasserereignissen eingeschwemmt und durch die Entschichtung des Sediments mit Süßwasservergesellschaftungen vermischt worden.

Einige Proben aus dem Zwischenmittel zeigen nach der Cluster-Analyse auf Grund ihrer Zuordnung zum Cluster **III** eine starke Beziehung zu Proben, die aus den Übergangsbereichen zu den Flözen stammen. Auch aus dieser Tatsache wird deutlich, daß während der gesamten Ablagerungszeit die kohlebildende Fazies nie weit entfernt war.



**Abb. 5.11:** Die Entwicklung der wichtigsten Fazieselemente im Profil G (Zwischenmittel 5/6): *Spinizonocolpites* spp. (*Nypa*, Mangrove), *Sparganiaceapollenites* spp. (assoziiert zur Mangrove), *P. subhercynicus* (Süßwassermarschelement) und Dinoflagellaten (marine Elemente).

#### 5.2.4.3.2 Verlandungsphase/erste Phase der Flözbildung (Mikroflorenzonen **F2**, **G5**, **G6**, **H1**, **I1**)

Im Gegensatz zum Übergang von den Liegendschichten zum Flöz 6 läßt sich hier eine Verlandungsphase vom Beginn der Flözbildung palynologisch nicht deutlich trennen. Während im Profil G die Ausbreitung der Mangrove bereits mit der Mikroflorenzone **G3** beginnt, läßt sich nach JUNGSMANN (1996) sedimentologisch die Verlandungsphase erst an einem stark kohligem Silt unterhalb der Basis von Flöz 5 festmachen (Mikroflorenzone **G5**), der sich im Südosten des Tagebaus Helmstedt immer wieder finden läßt. Im seewärtigen Profil F fehlt dieser Horizont. Allerdings ist hier die Durchwurzelung und Bioturbation so intensiv, daß Ablagerungen einer Verlandungsphase möglicherweise nicht mehr nachzuweisen sind.

Auf Grund der intensiven Durchwurzelung, dem hohen Gehalt an organischer Substanz und der maximalen Korngröße (Feinsand) werden solche Sedimente nach PHLEGER (1969) und WARME (1971) als Marsch-Sedimente gedeutet. TUCKER (1973) beschreibt ähnliche Sedimente als Ablagerungen einer Mangrove. In der Tat dominieren Marsch- und Mangrovenelemente in der Zone **G5**. Während *Nypa* als Mangrovenelement und

*Sparganiaceapollenites* spp. als Marschelement in dieser Zone ein letztes Mal erscheinen, erreicht *Plicapollis pseudoexcelsus* am Übergang zu Flöz 5 in den verschiedenen Profilen F, G, I eine Massenausbreitung, die von keiner anderen Art in der Wulfersdorfer Flözgruppe erreicht wird (Abb. 5.12). In der Marschgesellschaft am Übergang Zwischenmittel 5/6 zum Flöz 5 ist *P. pseudoexcelsus* somit das eindeutig dominierende Element. Interessanterweise ist in Profil F das Massenvorkommen dieser Form auf das Zwischenmittel beschränkt, während in den Profilen G und I (Zone II) die Form auch im Flöz massenhaft auftritt (Abb. 5.12). *P. pseudoexcelsus* muß also überall in den Wulfersdorfer Flözen zwischen der Mangrove und dem kohlebildenden Bruchwald auf Grund der massenhaften Verbreitung ein wichtiges Element in diesem Bereich gewesen sein. Gleichzeitig erscheint *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* nicht mehr. In den beiden Profilen F und G ist eine allmähliche Abnahme der Werte für diese Form von der Basis bis zum Top hin zu erkennen. Im oberen Teil des Zwischenmittels erreicht die Form keine bedeutende Verbreitung mehr. Erst an der Basis von Flöz 4 tritt sie wieder verstärkt auf und besiedelt dort abermals den Bereich der Süßwassermarsch (HAMMER 1996). Im Übergangsbereich vom Zwischenmittel 5/6 zum Flöz 5 ist aber nur *P. pseudoexcelsus* zu beobachten. Möglicherweise hat *P. pseudoexcelsus* *P. subhercynicus* zeitweilig verdrängt und innerhalb der Süßwassermarsch die Stelle von *P. subhercynicus* als Pionierpflanze eingenommen. In den meisten Mikroflorenzonen dieser Phase fehlen Dinoflagellaten. Lediglich in Zone GS können Einzelexemplare nachgewiesen werden, die auf einen geringen marinen Einfluß hinweisen und brackische Bedingungen nur für einen kleinen Bereich der Marsch annehmen lassen. Weitere wichtige Elemente der Marschen waren die Restionaceen (*Milfordia* spp.), die in allen Mikroflorenzonen dieser Phase relativ hohe Werte erreichen (Abb. 5.12). Mit zunehmender Bruchwaldnähe kamen dann vor allem Myricaceen (*Triatriopollenites rurensis* und *T. bituitus*) als Pionierpflanzen hinzu. In Profil F sind auch lokal Taxodiaceen (*Inaperturopollenites* spp.) nachgewiesen. In Analogie zu den rezenten Florida Everglades kann man von „cypress hammocks“ ausgehen, die innerhalb der Süßwassermarsch in kleinen Depressionen des Untergrunds lockere Bestände, aber auch dichte Wälder bilden können (RIEGEL 1965). Neben Kräutern besiedeln vor allem Farne den Boden dieser Hammocks. Möglicherweise ist das erhöhte Vorkommen an Farnsporen in Mikroflorenzone HI auf einen derartigen Unterwuchs von Farnen zurückzuführen.

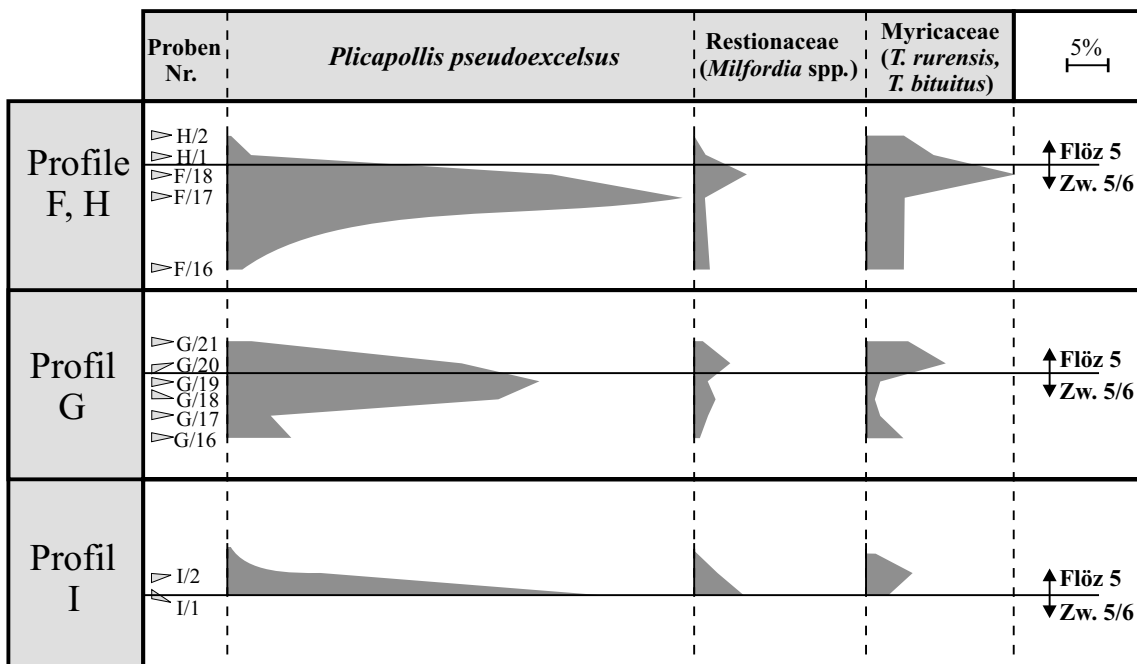


Abb. 5.12: Die Ausbreitung der wichtigsten Marschelemente am Übergang Zwischenmittel 5/6 zum Flöz 5 in den Profilen F, G, H und I.

## 5.2.5 Flöz 5 (Profile H, I)

### 5.2.5.1 Mikroflorenzonen

**Profil H** (Anhang A-10, Anlage 1) ist sehr homogen aufgebaut, so daß sich Mikroflorenzonen kaum unterscheiden lassen. Lediglich die Basisprobe H/1 des Flözes, läßt sich auf Grund der Beziehungen zur Mikroflorenzone **F2** aus dem liegenden Zwischenmittel als eigene Zone **H1** abtrennen (siehe Kap. 5.2.4.3). Mikroflorenzone **H2** umfaßt die übrigen Proben H/2 bis H/19.

#### Mikroflorenzone **H2** (Proben H/2 bis H/19)

- Dominiert werden die Proben in diesem Profil von *Triporopollenites robustus/coryloides*. Nur im Flöz 5 (Profile H, J) können ähnlich hohe Werte für diese Formen beobachtet werden (maximal 34,8% in Probe H/16, durchschnittlich 22,6%).
- Auch *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* sind relativ stark vertreten, wobei in den Proben jeweils nur eine der beiden Formen hohe Werte erlangt. *T. liblarensis* erreicht maximal 44,7% in Probe H/19 und durchschnittlich 16,6%. Die Form ist damit ein wenig seltener als *T. cingulum*, der maximal 42,4% und durchschnittlich 19,3 % erzielt.
- Gegenüber den drei dominierenden Formen fallen alle anderen Palynomorphen stark ab. Auffällig ist aber auch das regelmäßige Auftreten von *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*, der bis 5,1% in Probe H/13 und durchschnittlich 1,9% erreicht. Die Form ist damit weitaus regelmäßiger als in Profil 6, auch wenn dort in einzelnen Proben höhere Werte erzielt werden.
- Bemerkenswert ist auch das regelmäßige Auftreten von Sapotaceen und Ericaceen. Während die Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) maximal 8,9% in Probe H/15 und durchschnittlich 4,2% erzielen, sind bei den Ericaceen (*Ericipites* spp.) maximal 6,9% in Probe H/15 und durchschnittlich 3,2% zu verzeichnen.

**Profil I** (Anhang A-11, Anlage 6) ist ähnlich homogen aufgebaut wie das Profil H. Hier können vier Mikroflorenzonen unterschieden werden. Mikroflorenzone **I1** umfaßt die beiden Basisproben des Flözes I/1 und I/2 (vgl. Kap. 5.2.4), Mikroflorenzone **I2** die Proben I/3 bis I/10, Mikroflorenzone **I3** die Proben I/11 bis I/16 und Mikroflorenzone **I4** die Probe I/17, die bereits aus dem Zwischenmittel 4/5 stammt und erst im Kapitel 5.2.6 beschrieben wird.

#### Mikroflorenzone **I2** (Proben I/3 bis I/10)

- Nach dem Fehlen in Zone **I1** erscheint *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* in dieser Zone in jeder Probe, erreicht aber zumeist nicht mehr als 1%. Eine Ausnahme bildet Probe I/4, in der mit 5,0% ein deutlich aus dem Rahmen fallender Wert erlangt wird.
- Maximal 37,1% in Probe I/5 und durchschnittlich 25,4% belegen die dominierende Rolle von *Triporopollenites robustus/coryloides* in diesem Teil des Flözes.
- Mit einer Ausnahme in Probe I/4 liegt *Tricolpopollenites liblarensis* sehr deutlich unter den Werten von *Tricolporopollenites cingulum*. Die Werte für *T. liblarensis* sind besonders im oberen Teil der Zone zumeist unter 10%. Für *T. cingulum* sind dagegen regelmäßig Massenwerte (bis 46,6% in Probe I/6) zu verzeichnen. Deutlich wird der Unterschied zwischen den beiden Formen im Vergleich der Durchschnittswerte: 13,6% für *T. liblarensis*, 35,7% für *T. cingulum*.
- Im oberen Teil der Zone erscheinen die Cyrillaceen (*Tricolporopollenites megaexactus*) regelmäßig und erreichen dort bis 3,8% in Probe I/10. Im unteren Teil der Zone fehlen sie dagegen nahezu völlig.
- Eine wesentliche Rolle im Pollenspektrum der Proben aus dieser Zone spielen auch die Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp., max. 5,1% in Probe I/5, durchschnittlich 2,3%) und Ericaceen (*Ericipites* spp., max. 4,5% in Probe I/7, durchschnittlich 2,4%).

#### Mikroflorenzone **I3** (Proben I/11 bis I/16)

- Relativ hohe Werte sind in einigen Proben für die Taxodiaceen (*Inaperturopollenites* spp.) zu verzeichnen, die bisher in dem Profil eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Bis 4,8% in Probe I/13 werden erreicht, in einigen Proben fehlt die Form aber auch fast völlig.
- Eine bedeutende Rolle spielen die Juglandaceen, hier vor allem durch *Momipites* spp. und *Subtriporopollenites* spp. vertreten. Gegenüber Zone **I2** erscheint das regelmäßige Auftreten von *Subtriporopollenites* spp. mit maximal 3,5% und durchschnittlich 2,2% ungewöhnlich.
- Während *T. robustus/coryloides* hier seltener als in Zone **I2** erscheinen (maximal 23,1%, durchschnittlich 18,3%), ist das Auftreten von *T. rhenanus* und *T. megagrifer* in dieser Zone bemerkenswert. *T. rhenanus* erreicht mit dem Maximalwert von 3,2% zwar nicht seine größte Verbreitung im Profil, aber der Durchschnittswert von 1,8% ist ungewöhnlich hoch. Ähnliches gilt für *T. megagrifer* (maximal 3,8%, durchschnittlich 1,5%).

- Nahezu umgekehrt zur Zone **F2** ist das Verhältnis zwischen *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolpopollenites cingulum*. *T. liblarensis* steigt deutlich an. In Probe I/11 werden sogar 54,5% erreicht. Mit durchschnittlich 30,9% liegt die Form über dem Wert von 19,4% für *T. cingulum*, der nur gelegentlich hohe Werte erreicht (max. 42,1% in Probe I/16).
- Während die Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) weiterhin regelmäßig vorkommen, erleben die Ericaceen gegenüber Zone **L2** einen deutlichen Einbruch. Liegt der Durchschnittswert von 1,7% für die Sapotaceen nur wenig unter dem der Zone **L2**, sind von *Ericipites* spp. zumeist nur Einzelexemplare zu finden.
- Für die Süßwasseralgeln sind teilweise höhere Werte zu verzeichnen. Besonders *Planctonites stellarius* tritt mit maximal 5,2% in Probe I/11 hervor. In Probe I/14 ist ein Einzelexemplar eines Dino flagellaten gefunden worden.

In den **Profilen K** (Anhang A-13, Anlage 7) und **L** (Anhang A-14, Anlage 8) aus dem Zwischenmittel 4/5 sind auch die Übergangsschichten von den Flözen zu den klastischen Sedimenten erfasst und als eigene Mikroflorenzonen abgetrennt worden.

#### Mikroflorenzone **K1** (Probe K/1)

- Einen maßgeblichen Anteil am Pollenspektrum dieser Probe besitzen die Juglandaceen vertreten durch *Momipites* spp. mit 5,6%.
- *Tripoporopollenites robustus* und *T. coryloides* gehören zu den dominierenden Formen in dieser Probe, erreichen mit 15,6% jedoch keinen übermäßig hohen Wert.
- Den höchsten Wert in dieser Zone erzielt *Tricolporopollenites cingulum* mit 50,6%. Damit überwiegt die Form deutlich gegenüber *Tricolpopollenites liblarensis*, der nur 10,6% erreicht.

#### Mikroflorenzone **L1** (Proben L/1 bis L/3)

- Regelmäßig erscheinen die Juglandaceen. *Momipites* spp. erreicht bis 3,0% in Probe L/1, aber auch *Platycaaryapollenites* spp., *Caryapollenites* spp. und *Subtripoporopollenites* spp. sind nicht selten in dieser Zone.
- *Tripoporopollenites robustus* und *T. coryloides* erreichen zusammen bis 25,6% in Probe L/1 und zeigen damit die üblichen hohen Werte aus dem Flöz 5.
- Gegenüber dem hohen Wert von 26,3% in Probe L/1 sinken in den beiden anderen Proben die Werte für *Tricolpopollenites liblarensis* deutlich ab. Dort dominiert *Tricolporopollenites cingulum* mit 48,3% in Probe L/2 und 46,3% in Probe L/3.

### 5.2.5.2 Korrelation zwischen der Cluster-Analyse und den Mikroflorenzonen

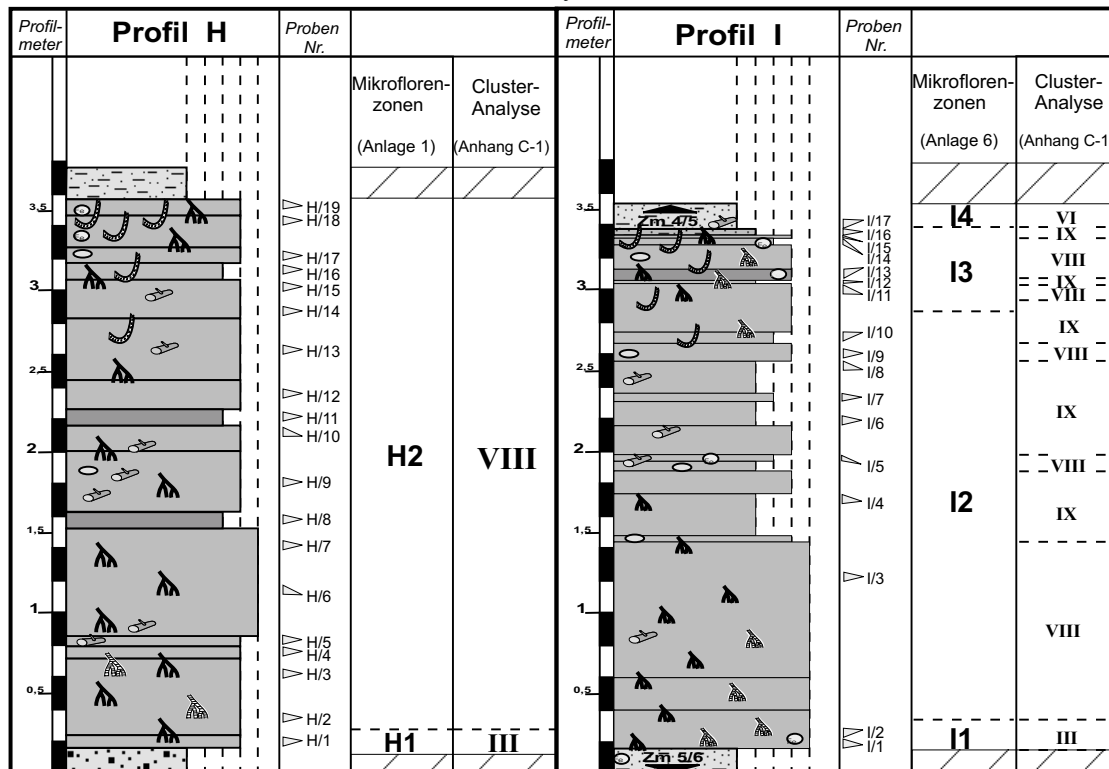


Abb. 5.13: Übersicht über die Gliederung der Profile H und I (Flöz 5) durch Mikroflorenzonen und Cluster-Analyse.

Die beiden Profile aus Flöz 5 sind palynologisch zwar recht ähnlich, unterscheiden sich aber dadurch, daß Profil H absolut homogen erscheint, während Profil I nach der Cluster-Analyse häufige Schwankungen aufweist (Abb. 5.13).

Profil H ist lediglich in zwei Mikroflorenzonen unterteilt worden, die sich auf Grund des Massenauftretens von *Plicapollis pseudoexcelsus* in Zone **H1** deutlich voneinander unterscheiden. Die Cluster-Analyse führt zur gleichen Unterteilung. Während die Mikroflorenzone **H1** dem Cluster **III** entspricht, bilden die übrigen Proben in Mikroflorenzone **H2** den Cluster **VIII**. Durch die geschlossene Einordnung in den Cluster **VIII** unterscheidet sich Profil H auch deutlich von den Profilen aus Flöz 6 (vgl. Abb. 5.6). Dort sind nur in Profil C eine größere Anzahl von Proben in diesen Cluster eingruppiert worden. Die dort vorherrschenden Cluster **IX** und **X**, unterscheiden sich vom Cluster **III** zwar nur durch wenigen Formen, wie z. B. *P. subhercynicus* oder die Taxodiaceen, die allerdings von entscheidender fazieller Aussagekraft sind.

Aus diesem Grund ist in Profil I von etwas anderen Bedingungen der Flözbildung auszugehen, da hier nach der Cluster-Analyse ein regelmäßiger Wechsel von Cluster **VIII** und Cluster **IX** zu beobachten ist. Allerdings ist ein entsprechender Wechsel bei den Mikroflorenzonen nicht zu beobachten. Nur die Basisproben (Zone **I1**, Cluster **III**) können in Analogie zu Profil H auf Grund des Auftretens von *P. pseudoexcelsus* nach beiden Methoden abgetrennt werden. Berücksichtigt man die Tatsache, daß Zone **I4** von einer Probe aus dem folgenden Zwischenmittel 4/5 gebildet wird, besteht das Profil I nur aus zwei weiteren Zonen. Die im Pollendiagramm von Profil I noch offensichtlichen Unterschiede zwischen den Zonen **I2** und **I3** sind nach der Cluster-Analyse nicht mehr erkennbar. Dies zeigt die unterschiedliche Gewichtung von Palynomorphen bei der subjektiven Gliederung in Mikroflorenzonen und der objektiven mathematischen Gliederung durch die Cluster-Analyse.

### 5.2.5.3 Faziesentwicklung im Flöz 5

#### 5.2.5.3.1 Erste Phase der Flözbildung (Mikroflorenzonen **H1**, **I1**)

Diese Phase ist bereits im Kap. 5.2.4 ausführlich besprochen worden, da die Proben aus den Mikroflorenzonen **F2**, **G5** und **G6**, die aus dem Zwischenmittel 5/6 stammen und die Proben aus den Zonen **H1** und **I1**, die bereits aus dem Flöz 5 stammen, palynologisch nahezu identisch sind. Eine Unterscheidung von Verlandungsphase und erster kohlebildender Phase ist zwar durchaus sedimentologisch, nicht aber palynologisch ersichtlich.

Die erste kohlebildende Phase wird von einer Marschvergesellschaftung geprägt, die dem eigentlichen kohlebildenden Bruchwald der zweiten Phase vorgelagert ist.

#### 5.2.5.3.2 Zweite Phase der Flözbildung (Mikroflorenzonen **H2**, **I2**, **I3**)

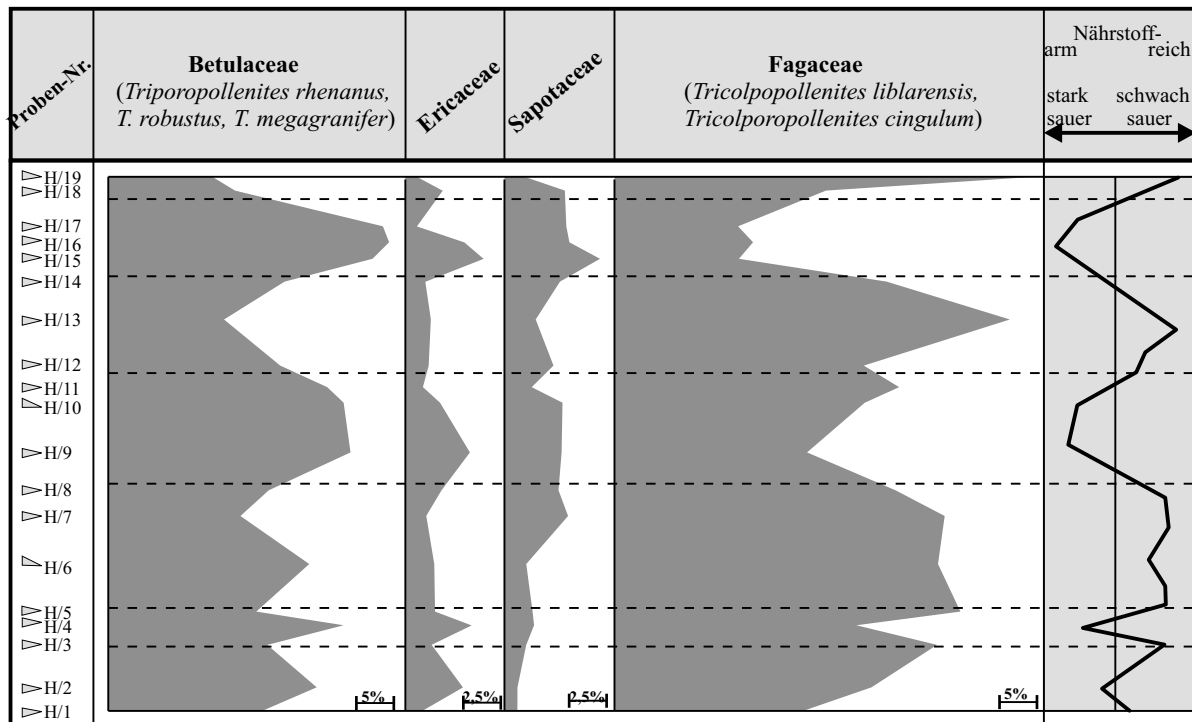
Ähnlich wie in Flöz 6 ist die zweite Phase der Flözbildung durch das Wegfallen von Formen aus den küstennahen Marschen gekennzeichnet. Mit der fortschreitenden Regression bzw. Progradation der Küstenlinie wandern die Marschen weiter seewärts und im Bereich der beiden Profile breitet sich der Bruchwald aus.

Zwischen den beiden Profilen H und I bestehen geringe Unterschiede. Profil I ist etwa 450 m weiter südöstlich im Tagebau Helmstedt und somit etwas weiter landeinwärts gelegen als Profil H.

In beiden Profilen dominieren Betulaceen wie *Triplopollenites robustus*, *T. coryloides*, *T. megagrifer* und die Fagaceen (*Tricolporopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum*), wobei vor allem *T. robustus/coryloides* und *T. cingulum* stark hervortreten. Vor allem im Profil H ist ein regelmäßiges Absinken und Ansteigen der Werte für die Fagaceen und Betulaceen, zu denen hier analog zu THOMSON & PFLUG (1953) und THIELE-PFEIFFER (1988) im weitesten Sinne auch *T. robustus* gezählt wird, zu beobachten, wobei die Häufigkeitskurven beider Familien gegenläufig sind. Gegen einen statistischen Effekt dieser Gegenläufigkeit spricht, daß sie über mehrere Proben zu verfolgen ist und auch, daß hohe Betulaceen-Werte mit relativ hohen Werten für die Ericaceen verbunden sind. Dementsprechend sind nach der Cluster-Analyse die Ericaceen auch in einem gemeinsamen Cluster mit den Betulaceen eingeordnet (Tab. 5.4, „Bruchwald I“) und z. B. von Fagaceen wie *T. liblarensis* getrennt. Hierin spiegelt sich möglicherweise eine Abhängigkeit von der Nährstoffzufuhr wider. Ein ähnliches Phänomen beschreiben MINNIGERODE & KLEIN-REESINK (1984) im Dörentruper Braunkohlenflöz. Auch dort ist eine Assoziation zwischen den Betulaceen und Ericaceen zu beobachten, die auf hochmoorartige Verhältnisse bei nährstoffarmen und sauren Standortbedingungen zurückgeführt wird, während bei höherer Nährstoffzufuhr Fagaceen begünstigt werden. Auch in rezenten Wäldern ist eine deutliche Abhängigkeit von der Nährstoffzufuhr bekannt. Da die botanische Zugehörigkeit und der taxonomische Status der Sammelarten *T. liblarensis* und *T. cingulum* nicht sicher geklärt sind, ist eine Abhängigkeit von der Nährstoffzufuhr letztendlich durch Rezentanalogien nicht eindeutig nachzuweisen. Auf der anderen Seite ist diese Erklärung für die Schwankungen im Auftreten dieser Formen auf Grund der eindeutig gegenläufigen Tendenz zu den Betulaceen und zu den Ericaceen keinesfalls auszuschließen.

Abb. 5.14 zeigt den Wechsel im Verhältnis des Auftretens von Betulaceen, Ericaceen und Fagaceen im Profil H und somit auch die Veränderungen in den Standortbedingungen. Daraus ist eine Kurve entwickelt worden, die den Nährstoffhaushalt im Profil H schematisch während der Flözbildung wiedergibt. Neben den Ericaceen sind auch die Sapotaceen dargestellt, die besonders im oberen Teil des Profils einen Kurvenverlauf zeigen, der auf





**Abb. 5.14:** Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Betulaceen, Ericaceen, Sapotaceen und Fagaceen und dem Nährstoffangebot im Profil H (zur besseren Verdeutlichung ist der Maßstab der Ericaceen und Sapotaceen gegenüber den Betulaceen und Ericaceen verändert worden).

eine Assoziation mit Betulaceen und Ericaceen schließen läßt. Voraussetzung für die Beziehung zwischen den Vorkommen der Betulaceen und Fagaceen ist die relative Autochthonie dieser Pollen bzw. daß der allochthone Eintrag solcher Pollen so konstant gewesen ist, daß dadurch das Verhältnis zwischen den Formen nicht verändert wurde und somit hier zu vernachlässigen ist.

Im Profil I sind diese Tendenzen in einem etwas geringeren Ausmaß zu beobachten (Abb. 5.15). Hier überwiegen die Fagaceen gegenüber den Betulaceen im Gegensatz zum Profil H auch in Proben, in denen die Fagaceen ein Häufigkeitsminimum aufweisen. Auch die Assoziation der Betulaceen mit Ericaceen und Sapotaceen ist zwar vorhanden, jedoch weniger ausgeprägt als in Profil H. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß im Profil I die Nährstoffzufuhr grundsätzlich besser als im Profil H war und sich so Schwankungen im Nährstoffhaushalt weniger stark bemerkbar machten. Dennoch ist auch für dieses Profil eine Kurve des Nährstoffhaushaltes erstellt worden (Abb. 5.15).

Diese in Flöz 5 beobachteten Tendenzen sind weder in Flöz 6 nachvollziehbar noch von HAMMER (1996) aus dem Flöz 4 beschrieben worden. Auch in diesen Flözen sind Betulaceen und Fagaceen die dominierenden Elemente, zeigen allerdings weder gegenläufige Häufigkeitskurven noch ist eine Assoziation zwischen Betulaceen und Ericaceen zu beobachten. Die Entwicklung in Flöz 5 ist somit ein charakteristisches Kennzeichen dieses Flözes.

Interessant ist auch die Tendenz der einzelnen Fagaceen-Pollen. Im Profil I zeigt sich zwischen den Mikroflorenzonen 12 und 13 eine sprunghafte Zunahme von *T. liblarensis*, die besonders deutlich wird, da im oberen Teil von 12 *T. liblarensis* verhältnismäßig selten erscheint. Diese Entwicklung stimmt sehr gut mit dem Auftreten von Elementen feuchter Standorte (Taxodiaceen: *Inaperturopollenites* spp.) und offener Wasserflächen (Plankton: *Botryococcus*, *Planctonites stellarius*) überein. Abb. 5.16 stellt die Häufigkeitskurven dieser Formen der Kurve der Faziesentwicklung von BODE (1994) gegenüber, die an identischen Proben ausschließlich nach mikropetrographischen Parametern ermittelt wurde.

Unter den Anzeigern für feuchte bis nasse Standorte spielen im Flöz 5 Marschelemente wie *Plicapollis pseudoexcelsus* oder die Restionaceen (*Milfordia* spp.) nur eine untergeordnete Rolle. Nur *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* tritt in manchen Proben häufiger auf und ist somit die einzige Form, die sowohl in Flöz 5 als auch in Flöz 6 als Anzeiger hoher Grundwasserspiegel herangezogen werden kann.

Auffällig ist auch in Profil I die gute Übereinstimmung der Ergebnisse aus palynologischen und mikropetrographischen Untersuchungen. Im Vergleich zum Flöz 6 (Abb. 5.9) sind grundsätzlich die Bedingungen in Flöz 5 etwas trockener (Abb. 5.16). Überschwemmungsereignisse, die zum Eintrag von Marschelementen führen können, oder transgressive Tendenzen, die eine Ausbreitung einer Marsch zur Folge gehabt hätten, sind nicht nachweisbar. Auch die Cluster-Analyse liefert keine Hinweise darauf.

BODE (1994) geht grundsätzlich von mäßig feuchten Bedingungen im Moorwald von Flöz 5 aus. Lediglich im zentralen Bereich des Flözes zwischen den Proben I/5 und I/10 werden mikropetrographisch durch hohe Spori-

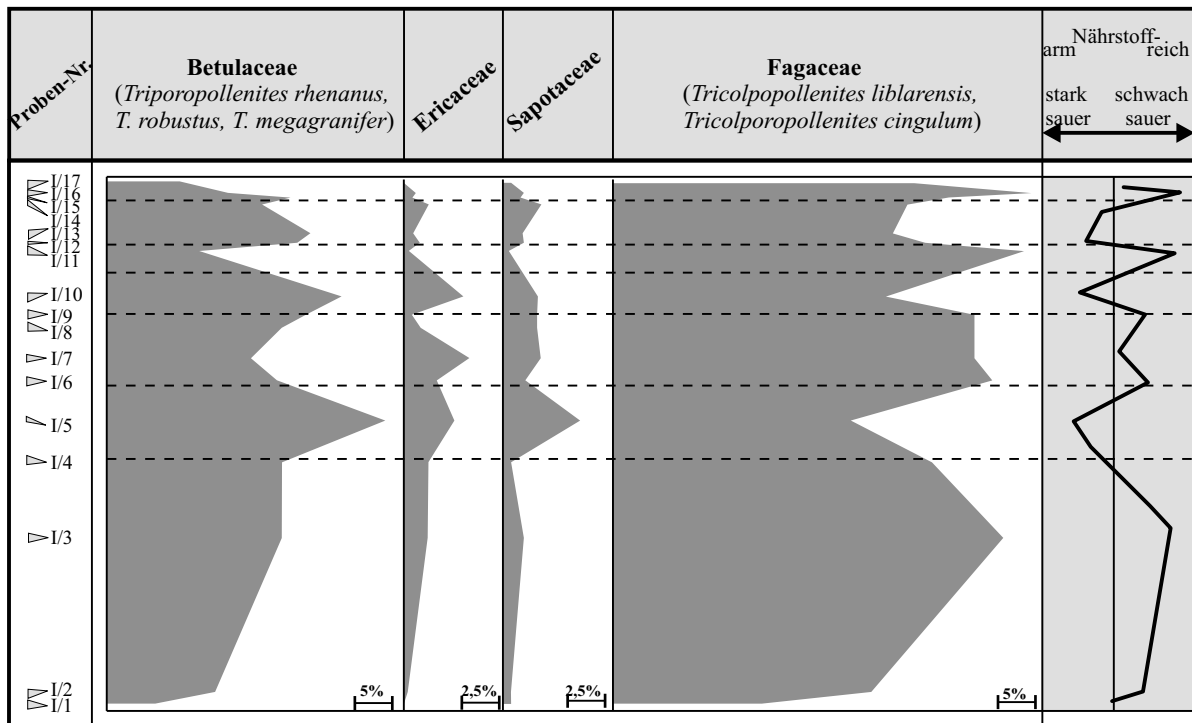


Abb. 5.15: Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Betulaceen, Ericaceen, Sapotaceen und Fagaceen und dem Nährstoffangebot im Profil I (zur besseren Verdeutlichung ist der Maßstab der Ericaceen und Sapotaceen gegenüber den Betulaceen und Ericaceen verändert worden).

nit- und geringe Alginithalte trockene Bedingungen verzeichnet. Dies ist auch der Bereich in dem sämtliche als Feuchtigkeitsanzeiger gewählte Formen stark zurücktreten. Erst zwischen den Proben I/10 und I/11, also im Übergang von der Mikroflorenzone **2** zur Zone **3** steigen Taxodiaceen und *T. liblarensis* wieder deutlich an. Planktonformen treten nun erstmals häufiger auf und zeigen damit eindeutig einen Anstieg des Grundwassers an. Nach der Deutung der petrographischen Ergebnisse von BODE (1994) setzt die Zunahme von feuchteren Bedingungen schon etwas früher ab der Probe I/7 ein. Dennoch besteht eine grundsätzliche Übereinstimmung mit den palynologischen Ergebnissen.

Die Assoziation von *T. liblarensis* mit Feuchtigkeitsanzeigern wie den Planktonformen sowie die gute Übereinstimmung mit der Kurve von BODE (1994) ist ungewöhnlich, da sie in anderen Profilen nicht zu beobachten sind. In Mikroflorenzone **3** scheint sich der dichte Bruchwald aus der Mikroflorenzone **2** in einen sehr viel offeneren Moorwald zu wandeln, in dem der Wasserspiegel höher war und sich Seen und Tümpel ausbilden konnten. Planktonformen wie *Botryococcus* oder *Planctonites stellarius*, aber auch Vorkommen von Taxodiaceen, die häufig Endglieder der Verlandungszone eines Sees sind (WALTER 1973), bestätigen dies. Alle diese Formen sind nach der Cluster-Analyse der botanischen Elemente (Anhang C-2, Tab. 5.4) auch in einem gemeinsamen Cluster eingeordnet worden und können als „Bruchwald I“ vom „Bruchwald II“ abgetrennt werden. Gegen die Interpretation, daß es sich bei dem „Bruchwald I“ grundsätzlich um einen feuchteren Wald als „Bruchwald II“ handelt, spricht allerdings die Tatsache, daß *T. liblarensis* in den Cluster „Bruchwald II“ eingeordnet wurde, wobei die Assoziation dieser Form mit den feuchten Elementen in diesem Flöz eindeutig ist. Es scheint daher auch unter den Fagaceen Arten gegeben zu haben, die sich an nassen Standorten besser ausbreiten konnten. Sie sind möglicherweise in *T. liblarensis* als Sammelart mit einer Reihe anderer botanischer Arten trockener Standorte zusammengefaßt. *T. cingulum* erfuhr dagegen besonders in der trockenen Phase in Mikroflorenzone **2** einen Verbreitungsschub. In Profil H ist diese Entwicklung nicht zu verfolgen. Dort treten *P. subhercynicus*, Taxodiaceen und auch die Planktonformen über das gesamte Profil recht gleichmäßig auf. Die Bildungsbedingungen scheinen daher ähnlich wie in Mikroflorenzone **3** gewesen zu sein. In Profil H sind allerdings die Schwankungen im Nährstoffhaushalt größer. Die geringe Ausbreitung von *T. liblarensis* in diesem Profil unterliegt möglicherweise mehr der Kontrolle von Schwankungen im Nährstoffhaushalt als der Bodenfeuchtigkeit.

Der Bruchwald in Profil H entsprach somit etwa einem Stadium der offenen Moorgesellschaft. Dies wird auch durch die Ergebnisse der Cluster-Analyse deutlich. Nahezu das gesamte Profil H wird in den Cluster **VIII** eingeordnet. Dies gilt auch für die Mikroflorenzone **3**. Lediglich die Proben I/12 und I/16 kennzeichnen trockenere Phasen, die durch Einbrüche bei den Feuchtigkeitsanzeigern bestimmt sind (Abb. 5.16). Cluster **VIII** kennzeichnet demnach eine Phase mit offenen Moorgesellschaften, bei denen relativ hohe Grundwasserstände zur Ausbildung von Tümpeln und Seen geführt haben. Der Hauptteil der Zone **2** wird dem Cluster **IX** zugeordnet, der einer relativ trockenen Bruchwaldphase entspricht. Ausnahmen, wie die Proben I/5 und I/9, die in den Cluster

VIII eingeordnet sind, bestätigen eher die große Ähnlichkeit beider Cluster, die sich nur in wenigen aber für Aussagen über die hydrologischen Bedingungen relevanten Formen unterscheiden.

Der Vergleich der Kurven für den hydrologischen Zustand und dem Nährstoffangebot in Abb. 5.16 deutet an, daß im unteren Teil von Mikroflorenzone 12 relativ hohe Wasserspiegelstände für eine gute Nährstoffzufuhr sorgen. Zu Beginn und Ende der trockenen Phase kommt es zu kurzfristigen Einbrüchen im Nährstoffhaushalt. In der trockenen Phase stabilisiert sich das System jedoch wieder, die Nährstoffzufuhr ist auf einem ähnlichen konstanten Level wie zuvor. In Mikroflorenzone 13 sorgt jeder Anstieg des Wasserspiegels auch für eine verbesserte Nährstoffzufuhr, während die trockenere Phase (Probe I/12) mit einem Einbruch im Nährstoffhaushalt verbunden ist.

Zusammenfassend ist für Flöz 5 ähnlich wie in Flöz 6 von einem Bruchwald auszugehen, der von Fagaceen und Betulaceen beherrscht wird. Ein mariner Einfluß ist jedoch nicht bemerkbar, Überschwemmungshorizonte fehlen. In diesem relativ konstanten System breiten sich in der Baum- und Strauchschicht des weiteren vor allem Myricaceen, Juglandaceen, Cyrtaceen und Sapotaceen aus. Wichtigen Einfluß hatten auch die Nährstoffbedingungen, die für eine gelegentliche starke Ausbreitung von Ericaceen und Betulaceen verantwortlich waren. Um Seen bildeten Taxodiaceen und einige Fagaceen-Arten den Bewuchs der Uferzone. Nyssa/Taxodium-Komplexe sind dabei nicht nachzuweisen. Insgesamt ist von einer offeneren Moorgesellschaft auszugehen als in Flöz 6. Beide Flöze unterscheiden sich palynologisch doch grundlegend und zeigen somit, daß jedes Flöz seine charakteristischen Merkmale besitzt.

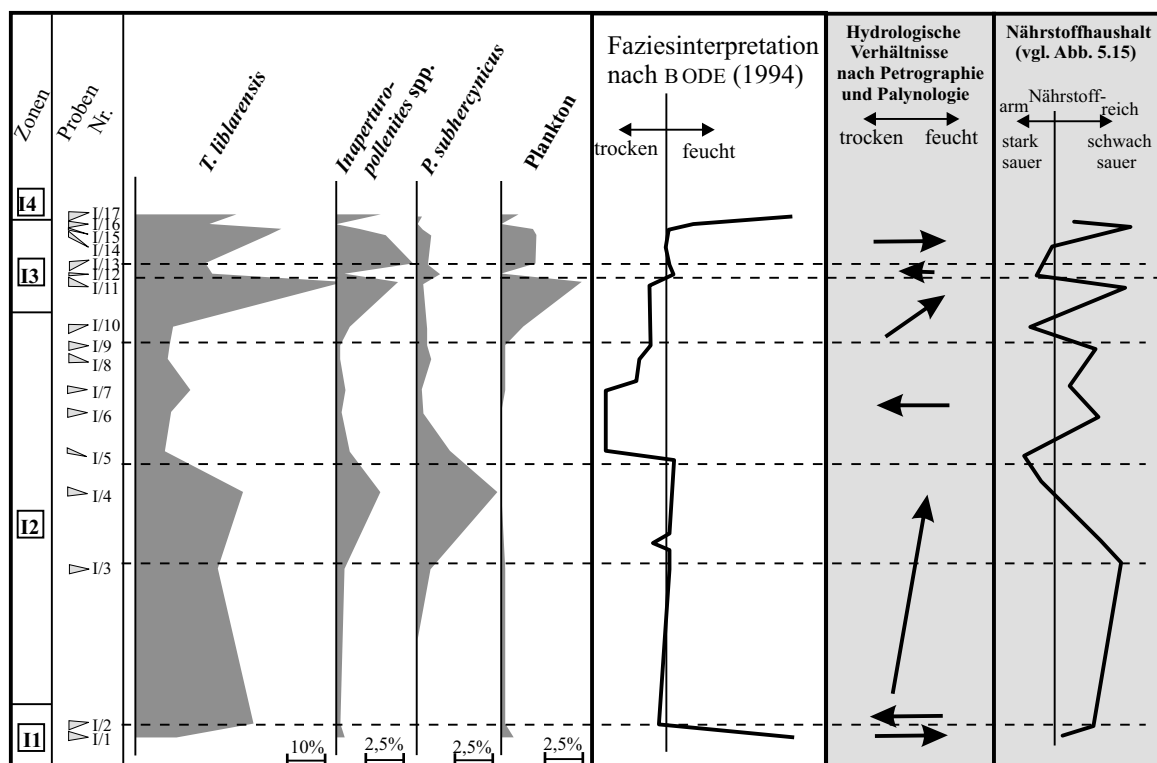


Abb. 5.16: Hydrologische Entwicklung des Ablagerungsraumes von Flöz 5 nach mikropetrographischen Analysen (BODE 1994) und palynologischen Untersuchungen im Vergleich mit Veränderungen im Nährstoffhaushalt.

## 5.2.6 Zwischenmittel 4/5 (Profile J, K, L)

### 5.2.6.1 Mikroflorenzonen

Das **Profil J** (Anhang A-12, Anlage 1) aus dem Gesamtprofil war leider zur Zeit der Probennahme nicht völlig aufgeschlossen, so daß der Kontakt zum Flöz 4 nicht untersucht werden konnte. Das übrige Profil ist sehr homogen aufgebaut, es lassen sich lediglich zwei Mikroflorenzonen unterscheiden. Mikroflorenzone **J1** umfaßt die Proben J/1 bis J/7, Mikroflorenzone **J2** die Proben J/8 bis J/14.

#### Mikroflorenzone **J1** (Proben J/1 bis J/7)

- Dinoflagellaten als Anzeiger marinen Einflusses sind in dieser Zone nur selten vertreten. Bei maximal 2,8% in Probe J/5 und durchschnittlich 1,4% wird der marine Einfluß immerhin deutlich. Die Dinoflagellaten sind hier auch weitaus häufiger als in Zone **J2**.
- Markant ist der Unterschied zum Flöz 5 (Zone **H2**) vor allem durch das starke und regelmäßige Erscheinen von *Plicapollis pseudoexcelsus*. Zwar ist der Maximalwert von 19,4% in Probe J/6 deutlich niedriger als im Übergangsbereich vom Zwischenmittel 5/6 und Flöz 5, das regelmäßige Auftreten über einen größeren Bereich bei einem hohen Durchschnittswert (12,4% in dieser Zone) wird jedoch nur in diesem Zwischenmittel erreicht.
- In dieser Zone sind auch die Restionaceen (*Milfordia* spp.) stark verbreitet (max. 5,3%, durchschnittlich 3,6%).
- Auch die Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) erreichen konstant hohe Werte (max. 5,2% in Probe J/1, durchschnittlich 3,5%).
- Regelmäßig erscheinen auch die monocolpaten Palmenpollen, wobei nicht nur *Monocolpopollenites tranquillus* auftritt, sondern auch die retikulaten Formen *Arecipites convexus* und *A. parareolatus*. Während *M. tranquillus* lediglich maximal 1,9% in den Proben J/6 und J/7 erreicht, liegen die Werte für *Arecipites* spp. mit bis 2,8% in Probe J/5 deutlich höher.
- Im Gegensatz zum Zwischenmittel 5/6 und den Liegendschichten sind *Nypa*-Pollen (*Spinizonocolpites* spp.) zwar vorhanden, doch lediglich in Einzelexemplaren.
- Regelmäßig mit konstanten Werten über 1% ist *Compositoipollenites rhizophorus* in dieser Zone vorhanden. Bei maximal 3,3% in Probe J/2 wird der Trend aus dem oberen Bereich von Zone **H2** fortgeführt.
- Relativ ungleichmäßig aber mit teilweise hohen Werten erscheinen die Taxodiaceen (*Inaperturopollenites* spp.). Der Maximalwert von 4,5% in Probe J/6 steht dabei dem völligen Fehlen in Probe J/5 gegenüber.

#### Mikroflorenzone **J2** (Proben J/8 bis J/14)

- Nachdem die Dinoflagellaten in Zone **J1** noch regelmäßig erscheinen, ist das Vorkommen in dieser Zone auf wenige Einzelexemplare beschränkt.
- Nahezu unverändert hoch gegenüber Zone **J1** ist das Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus* (max. 17,7% in Probe J/9, durchschnittlich 12,2%).
- Die Taxodiaceen (*Inaperturopollenites* spp.) erscheinen fast überhaupt nicht mehr. Lediglich in zwei Proben konnten Einzelexemplare beobachtet werden.
- Auch die Restionaceen (*Milfordia* spp.) erleben einen Rückgang. In Probe J/8 werden noch maximal 2,2% erreicht. In den anderen Proben fehlen die Formen z. T. völlig.
- Das Absinken der Werte für die Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) ist nicht ganz so stark ausgeprägt. Mit 4,4% in Probe J/8 wird noch einmal ein hoher Wert erzielt, in den anderen Proben erscheint die Form aber zumeist nur mit Einzelexemplaren.
- Nur in dieser Zone erscheint *Punctilongisulcites microechinatus* regelmäßig und erreicht in einigen Proben mit bis 2,2% (Probe J/10) sogar recht hohe Werte. In den meisten der anderen Profile aus der Wulfersdorfer Flözgruppe fehlen Pollen dieser Hydrocharitaceen völlig.
- Weiterhin regelmäßig treten auch die Palmenpollen auf, wobei *Monocolpopollenites tranquillus* deutlich häufiger als in Zone **J1** ist. Maximal 4,2% in Probe J/11 und durchschnittlich 3,1% erreicht die Form. Damit ist sie häufiger als *Arecipites* spp., die nahezu unverändert gegenüber Zone **J1** erscheinen (maximal 3,4% in Probe J/11, durchschnittlich 1,7%).
- Noch etwas häufiger als in Zone **J1** ist *Compositoipollenites rhizophorus*. Die Werte steigen bis 5,4% in Probe J/14.

**Profil K** (Anhang A-13, Anlage 7) ist sehr detailliert untersucht worden, wobei auch in diesem Profil die Übergänge zu den Kohleflözen einbezogen worden sind. Insgesamt kann das Profil in sechs Mikroflorenzonen gegliedert werden, wobei Mikroflorenzone **K1** mit Probe K/1 eine Probe aus Flöz 5 enthält, die bereits in Kap. 5.2.5 behandelt wurde. Die Proben K/2 bis K/9 bilden die Mikroflorenzone **K2**, die Probe K/10 aus dem kohli-

gen Band die Mikroflorenzone **K3**, die Proben K/11 bis K/19 die Mikroflorenzone **K4**, die Proben K/20 bis K/22 die Mikroflorenzone **K5** und schließlich die aus dem Flöz 4 stammende Probe K/23 die Mikroflorenzone **K6**.

#### Mikroflorenzone **K2** (Proben K/2 bis K/9)

- Die Restionaceen (*Milfordia* spp.) treten mit maximal 5,5% und durchschnittlich 3,5% verstärkt auf. Sie sind unterhalb des kohligen Bandes deutlich häufiger als oberhalb.
- Gleiches gilt für die Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.), die maximal 7,7% in Probe K/3 erreichen, von der Basis der Zone zum Top hin aber deutlich seltener werden.
- *Plicapollis pseudoexcelsus* prägt das Erscheinungsbild des Zwischenmittels. In dieser Zone erreicht die Form maximal 19,4% und durchschnittlich 15,1%.
- Palmenpollen sind in Zone **K2** nur durch *Arecipites parareolatus/convexus* in höherer Anzahl vertreten (3,0% in Probe K/8, durchschnittlich 1,9%). *Monocolpopollenites tranquillus* tritt dagegen nur in Einzelexemplaren auf.
- *Compositoipollenites rhizophorus* tritt wieder regelmäßig und relativ häufig mit einem Maximalwert von 5,3% in Probe K/9 und einem Durchschnittswert von 3,5% im Pollenspektrum hervor.
- *Tricolporopollenites microreticulatus* erscheint regelmäßig (maximal 5,1% in Probe K/7, im Durchschnitt 2,5%).
- In Probe K/4 setzen hier erstmals die Dinoflagellaten ein. Lediglich in Probe K/5 ist mit 5,8% ein relativ hoher Wert zu verzeichnen. Im Folgenden sinkt der Wert jedoch kontinuierlich ab. Von Zone **K3** an treten dann nur noch Einzelexemplare auf.

#### Mikroflorenzone **K3** (Probe K/10)

- Der gravierende Unterschied zu Zone **K2** ist das verstärkte Auftreten von *Diporoconia iszkaszentgyoergyi*. 4,3% erreicht die Form, die in den Zonen **K2** und **K4** nur in Einzelexemplaren vorkommt.
- Auch der höhere Wert von 2,7% für den *Avicennia*-Typ ist bemerkenswert.

#### Mikroflorenzone **K4** (Proben K/11 bis K/19)

- Deutlich ist der Rückgang der Restionaceen (*Milfordia* spp.) und Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) gegenüber den Zonen **K2** und **K3**. *Milfordia* spp. erreicht bei maximal 1,6% in Probe K/14 nur noch selten die 1%-Marke. Gleiches gilt für *Sparganiaceapollenites* spp., die im Gegensatz zu den Restionaceen hier in jeder Probe erscheinen, dabei jedoch ebenfalls nur in Form von Einzelexemplaren auftreten (max. 1,9% in den Proben K/12 und K/16).
- Häufig treten nun die Palmenpollen vom Typ *Monocolpopollenites tranquillus* auf, die maximal 4,6% in den Proben K/12 und K/17 und im Durchschnitt 3,7% erzielen. Damit sind sie deutlich häufiger als in den Zonen **K2** und **K3**. *Arecipites* spp. sind mit maximal 3,5% und durchschnittlich 2,2% nur geringfügig häufiger als in den Zonen **K2** und **K3**.
- *Plicapollis pseudoexcelsus* ist seltener als in Zone **K2**. Mit maximal 13,0% und durchschnittlich 10,2% erscheint die Form aber gleichmäßig.
- *Compositoipollenites rhizophorus* ist mit maximal 6,5% in Probe K/18 und einem Durchschnittswert von 3,8% ähnlich stark wie in Zone **K2** vertreten.
- *Tricolporopollenites microreticulatus* ist mit einem Maximalwert von 5,8% und dem Durchschnittswert von 3,5% deutlich häufiger als in Zone **K2**.

#### Mikroflorenzone **K5** (Proben K/20 bis K/22)

- Deutlich ist die stärkere Verbreitung der Sporen, besonders in Form von *Leiotriletes* spp., die mit Werten zwischen 1,9% und 2,7% erscheinen.
- Klar angestiegen sind auch die Werte für *Arecipites* spp. gegenüber den darunterliegenden Zonen. Mit 9,1% in Probe K/21 wird ein hoher Maximalwert erreicht. Geringfügig abgesunken gegenüber Zone **K4** sind die Werte für *Monocolpopollenites tranquillus*.

#### Mikroflorenzone **K6** (Probe K/23)

- Durch *Camarozonosporites decorus* mit 8,6% und *C. heskemensis* mit 5,6% sind die Lycopodiaceae überaus stark verbreitet und gehören zu den dominierenden Formen in Probe K/23.
- Die Palmenpollen gehen wieder stark zurück. *Arecipites* spp. fehlen völlig, während *Monocolpopollenites tranquillus* nur noch mit 1,7% auftritt.
- Stark verbreitet ist dagegen *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*, der mit 10,6% einen nur aus dem Top von Flöz 6 bekannten Wert erzielt.
- Der Wert für *Plicapollis pseudoexcelsus* sinkt auf 3,3% ab.

- Mit 20,9% erreichen die Betulaceen in Form von *Triporopollenites robustus* und *T. coryloides* wieder einen hohen Wert, der deutlich über den Werten aus dem Zwischenmittel liegt.

Kein anderes Profil aus der Wulfersdorfer Flözgruppe wurde palynologisch so detailliert untersucht wie das **Profil L** (Anhang A-14, Anlage 8). Bemerkenswert ist, daß das Pollenspektrum von Profil L trotz der Entfernung von über 700 m nahezu identisch mit dem von Profil K ist.

Insgesamt 28 Proben verteilen sich auf fünf Mikroflorenzonen. Allerdings sind auch die Übergänge zu den Flözen mit untersucht und als eigene Mikroflorenzonen abgetrennt worden. Das eigentliche Zwischenmittel besteht demnach ähnlich wie das Profil J lediglich aus drei Mikroflorenzonen.

Mikroflorenzone **L1** umfaßt die Proben L/1 bis L/3 aus dem Flöz 5. Diese wurde bereits in Kap. 5.2.5 beschrieben. Mikroflorenzone **L2** enthält die Proben L/4 bis L/12, Mikroflorenzone **L3** die Proben L/13 bis L/23, Mikroflorenzone **L4** die Proben L/25 bis L/27 und die Mikroflorenzone **L5** wird von Probe L/28 aus dem Flöz 4 gebildet.

#### **Mikroflorenzone L2 (Proben L/4 bis L/12)**

- Regelmäßig aber mit vergleichsweise geringen Werten zeigen die Dinoflagellaten den marinen Einfluß in dieser Zone an. Die maximale Verbreitung in diesem Profil wird mit 2,8% in Probe L/9 erreicht.
- Im Gegensatz zur folgenden Zone **L3** ist hier das nahezu völlige Fehlen von Taxodiaceen-Pollen (*Inaperturopollenites* spp.) bemerkenswert.
- Die Restionaceen (*Milfordia* spp.) sind regelmäßig verbreitet (max. 6,3% in Probe L/10, durchschnittlich 3,4%).
- Auch die Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) erscheinen regelmäßig, erreichen bis 4,0% in Probe L/9 und durchschnittlich 2,3% und sind somit ähnlich häufig vertreten wie die Restionaceen.
- Die Palmenpollen sind in dieser Zone noch unregelmäßig verbreitet. *Monocolpopollenites tranquillus* erreicht zwar 3,1% in Probe L/7, zumeist liegen die Werte aber unter 1% oder die Form fehlt völlig. Etwas regelmäßiger und auch mit höheren Werten erscheinen *Arecipites* spp., die bis 4,0% in Probe L/9 erreichen.
- Sehr gleichmäßig verteilen sich die hohen Werte für *Plicapollis pseudoexcelsus*. Bei maximal 18,3% und durchschnittlich 15,1% unterliegen die Werte nur geringen Schwankungen.
- Regelmäßig sind auch Pollen vom Typ *Compositoipollenites rhizophorus* zu beobachten. Nach dem seltenen Auftreten im Flöz 5 werden bis 5,2% in Probe L/5 und durchschnittlich 1,7% erreicht.
- Recht hohe Werte erzielt *Tricolporopollenites microreticulatus* (max. 3,7% in Probe L/11, durchschnittlich 2,1%).

#### **Mikroflorenzone L3 (Proben L/13 bis L/23)**

- Der Großteil der Palynomorphen tritt unverändert gegenüber Zone **L2** auf. Dies trifft vor allem für *Plicapollis pseudoexcelsus* (max. 19,3% in Probe L/15, durchschnittlich 12,2%) zu. Weiterhin treten auch *Compositoipollenites rhizophorus*, *Tricolporopollenites microreticulatus* und *Tetracolporopollenites* spp. regelmäßig und unverändert auf.
- In Zone **L3** ist aber das verstärkte Auftreten von *Inaperturopollenites* spp. unverkennbar. Die Taxodiaceen, vorher im Profil kaum zu finden, erreichen maximal 3,9% in Probe L/14. Die relativ hohen Werte konzentrieren sich auf den Bereich des kohligen Bandes (Proben L/13 bis L/15).
- Die Werte der Restionaceen (*Milfordia* spp.) sinken gegenüber Zone **L2** deutlich ab. In einigen Proben werden relativ hohe Werte erreicht, z. B. in L/13 mit 3,1%, in den meisten Proben können jedoch nur Einzel Exemplare beobachtet werden.
- Auch die Sparganiaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) erreichen nicht mehr die Verbreitung aus Zone **L2**, das Absinken der Werte ist aber nur minimal.
- Unverkennbar dagegen ist der Anstieg der Werte für die Palmenpollen vom Typ *Monocolpopollenites tranquillus*, der bis 5,6% in Probe L/23 und durchschnittlich 3,1% erreicht. *Arecipites* spp. sind allerdings unverändert gegenüber der Zone **L2** und damit ähnlich stark verbreitet wie *M. tranquillus*.
- Noch geringer als in Zone **L2** sind die Werte für die Dinoflagellaten. Zwar sind sie regelmäßig vorhanden, zumeist aber nur in Einzel Exemplaren.

#### **Mikroflorenzone L4 (Proben L/25 bis L/27)**

- Teilweise schon in Zone **L3** angedeutet, erreichen die Sporen eine größere Verbreitung. Zu nennen sind trilete Sporen wie *Leiotriletes maxoides* (bis 1,9% in Probe L/25) und *Cicatricosisporites* spp. (bis 1,2% in Probe L/26) sowie monoletete Sporen wie *Laevigatosporites haardti* (bis 1,1% in Probe L/25).
- Ein weiterer Verbreitungsschub ist bei den retikulaten Palmenpollen zu beobachten. Mit 8,9% in Probe L/24 und 8,6% in Probe L/25 sind deutlich höhere Werte als in Zone **L3** für *Arecipites* spp. zu verzeichnen. *Monocolpopollenites tranquillus* ist dagegen relativ unverändert gegenüber Zone **L3**.

**Mikroflorenzone L5 (Probe L/28)**

- In der Probe aus Flöz 4 fehlen die maßgeblichen Formen aus dem Zwischenmittel 4/5. Weder Taxodiaceen, Restionaceen, Sparganiaceen noch Palmenpollen treten auf.
- Auch *Plicapollis pseudoexcelsus* ist kaum noch vorhanden. Mit 1,2% wird ein Wert erreicht, der vergleichbar mit dem Auftreten der Form in Zone L1 ist.
- Klar dominiert wird die Probe L/28 von *Triporopollenites robustus/coryloides*, die mit 44,4% einen sehr hohen Wert erreichen.

Als Ergänzung ist die Mikroflorenzone L4 aus dem Profil I (Anhang A-11, Anlage 6) hier angefügt. Diese Probe stammt im Gegensatz zu den übrigen Proben aus Profil I bereits aus dem Zwischenmittel 4/5 und wird hier mit behandelt.

**Mikroflorenzone L4 (Probe I/17)**

- Nach dem völligen Fehlen innerhalb des Flözes sind in der Probe aus dem Zwischenmittel 4/5 wieder Restionaceen (*Milfordia* spp.) und Sparganiaceen (*Sparganiaceapollenites* spp.) vorhanden. Bei 1,9% für *Milfordia* spp. und 3,1% für die Sparganiaceen werden allerdings noch keine übermäßig hohen Werte erreicht.
- Auch die retikulaten Palmen-Pollen *Arecipites* spp. treten mit 1,9% erstmals in diesem Profil in Erscheinung.
- Geprägt wird die Probe durch das starke Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus* mit 13,3%.
- *Compositoipollenites rhizophorus* erlangt mit 2,5% ebenfalls einen für diese Form hohen Wert.
- In der Probe aus dem Zwischenmittel erscheinen auch wieder die Dinoflagellaten, mit 1,1% jedoch nur relativ selten.

**5.2.6.2 Korrelation zwischen Cluster-Analyse und Mikroflorenzonen**

Kennzeichen dieses Zwischenmittels ist ein kohliges Band, das in Profil L recht mächtig und kompakt erscheint, in Profil K aufgelöst, jedoch deutlich erkennbar ist. In Profil J ist die Lage des kohligen Bandes nur noch an Unterschieden in den Sedimenten ober- und unterhalb festzustellen sowie durch die Cluster-Analyse, die diese Bereiche klar trennt. Proben unterhalb des kohligen Bandes können nahezu vollständig in den Cluster VI, der überwiegende Teil der Proben oberhalb des kohligen Bandes in den Cluster VII eingeordnet werden (Abb. 5.17). Palynologisch sind die Unterschiede zwischen den Clustern VI und VII zwar nicht besonders groß, doch faziesrelevant. So unterscheiden sich die Proben aus Cluster VI hauptsächlich durch das stärkere Auftreten von Dinoflagellaten, Sparganiaceen und Restionaceen gegenüber den Proben aus Cluster VII. Beide Cluster unterscheiden sich von den übrigen acht Clustern dieser Analyse jedoch deutlich (Anhang C-3). Beispielsweise sind *Arecipites* spp. Formen, die nur in Proben aus den Clustern VI und VII gehäuft vorkommen.

In Profil J stimmt die Teilung in die zwei Mikroflorenzonen J1 und J2 recht gut mit der Einteilung nach der Cluster-Analyse überein. Lediglich im Bereich des kohligen Bandes unterscheidet sich die Cluster-Analyse ein wenig von der Unterteilung in Mikroflorenzonen, da Probe J/8 in Cluster III eingeordnet wird. In diesem Cluster befinden sich zumeist die Proben aus den Verlandungsbereichen und Übergangszonen von den Zwischenmitteln zu den Flözen (siehe z. B. Abb. 5.6). Die Probe J/8 zeigt somit palynologisch auch im Profil J im Niveau des kohligen Bandes die Existenz der Verlandungszone an.

Profil L zeigt ein ähnliches Bild. Auch hier unterscheiden sich die Ergebnisse aus Cluster-Analyse und Zonierung in Mikroflorenzonen nur im Bereich des kohligen Bandes. In diesem Profil ist die Trennung in die beiden Cluster VI und VII nicht so scharf. Die vor allem sedimentologisch klar unterscheidbaren Zonen L3 und L4 werden nach der Cluster-Analyse nicht getrennt, da palynologisch nur eine Zunahme von *Leiotriletes* spp. am Wechsel der Zonen L3 und L4 auftritt. Das Gleiche gilt für das Profil K, das sedimentologisch und palynologisch dem Profil L ähnlich ist. Auch hier erfolgt am Top des Zwischenmittels durch die Cluster-Analyse keine Trennung der sedimentologisch klar unterscheidbaren Bereiche der Mikroflorenzonen K4 und K5. Auch die Mikroflorenzone K3 (kohliges Band) wird durch die Cluster-Analyse nicht abgetrennt, da auch hier palynologisch nur durch zwei Formen (*Diporoconia iszkaszentgyoergyi* und *Avicennia*) Unterschiede zu den benachbarten Proben erkennbar werden. Dennoch ist auf Grund der ungewöhnlich hohen Vorkommen dieser faziesrelevanten Formen und der sedimentologischen Parameter eine eigene Mikroflorenzone gebildet worden.

Daher können analog zu den Ergebnissen von BULLWINKEL (1996) die Mikroflorenzonen J1, K2 und L2 auf der einen Seite sowie die Zonen J2, K4 und L3 auf der anderen Seite als verschiedene ästuarine Phasen behandelt werden, denen jeweils Verlandungsphasen folgten. Die erste Phase (Zonen K3 und Teile von L3) führte zur Bildung des kohligen Bandes, die zweite Phase (Zonen K5 und L4) schließlich zur Bildung von Flöz 4.

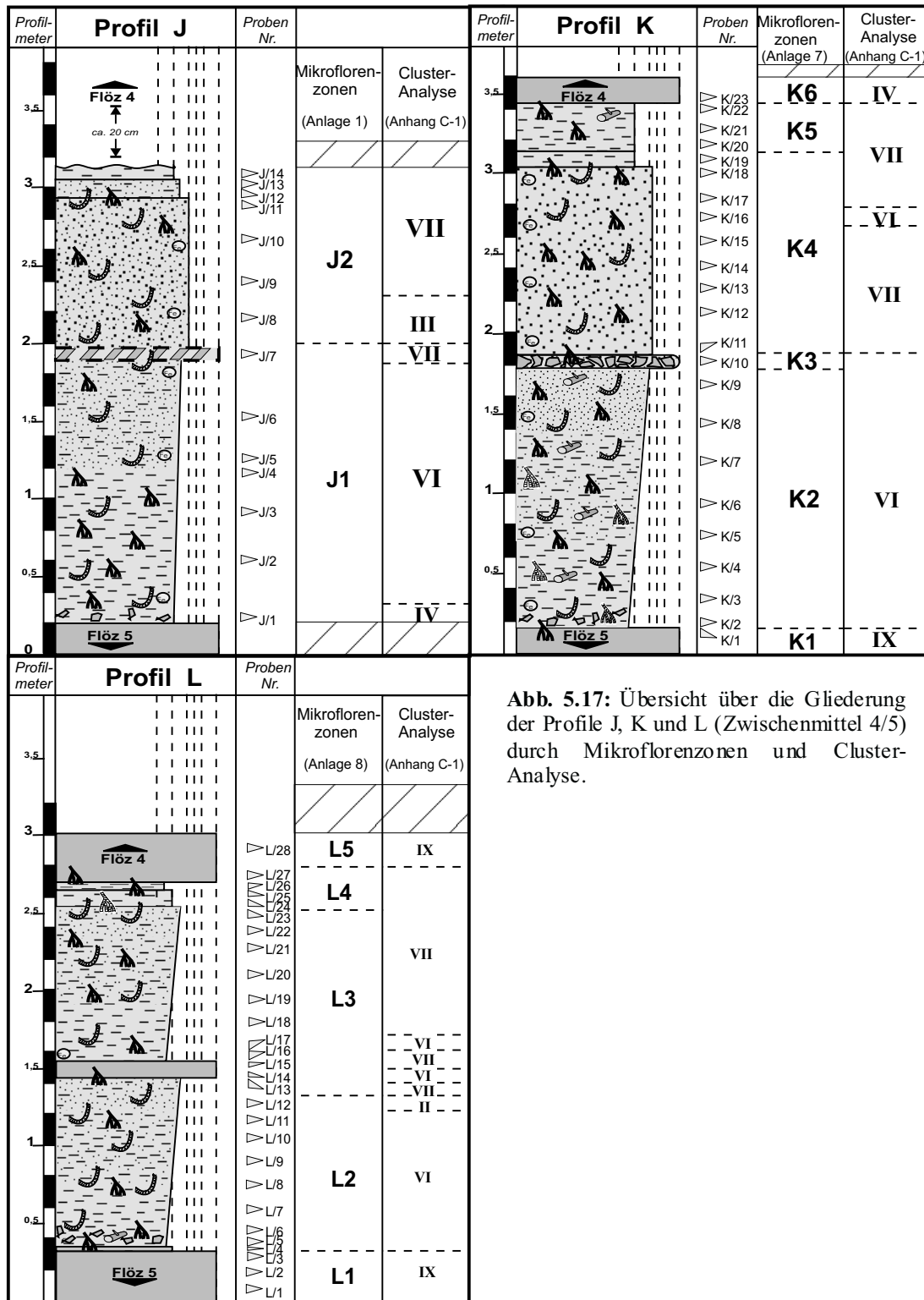


Abb. 5.17: Übersicht über die Gliederung der Profile J, K und L (Zwischenmittel 4/5) durch Mikroflorenzonen und Cluster-Analyse.

### 5.2.6.3 Faziesentwicklung im Zwischenmittel 4/5

#### 5.2.6.3.1 Erste ästuarine Phase (Mikroflorenzonen J1, K2, L2)

Ähnlich wie im Zwischenmittel 5/6 kommt es auch in diesem Zwischenmittel zu einem erosiven Einsetzen. Kennzeichen sind die schlecht gerundeten Kohle-Klasten an der Basis des Zwischenmittels. Wie in Profil G aus dem Zwischenmittel 5/6 sind die Klasten in einer sehr feinkörnigen Matrix eingebettet, so daß die Strömungsgeschwindigkeit nicht sehr hoch gewesen sein kann. Auch in den Florida Everglades ist diese flächenhafte Erosion zu beobachten, die durch die gezeiteninduzierte Wasserbewegung hervorgerufen wird (mündliche Mitteilung



RIEGEL). Eine weitere Erklärung liefert BULLWINKEL (1996), der ein kurzfristiges Trockenfallen der Torfoberfläche für möglich hält. Dabei füllt sich der Porenraum des Torfes oberflächennah mit Luft. Bei erneutem Anstieg des Wassers werden kleinere Torfstücke an die Wasseroberfläche gehoben. Bei gleichzeitiger Ablagerung des tonigen Silts werden schließlich die Torfstücke eingebettet. BULLWINKEL (1996) konnte diese Kohle-Klasten über den gesamten Tagebau hinweg an der Basis des Zwischenmittels nachweisen.

Palynologisch ergeben sich Hinweise auf eine Erosion der Torfoberfläche aus dem sprunghaften Anstieg von Restionaceen, Sparganiaceen/Typhaceen und *Plicapollis pseudoexcelsus*. Da ein allmählicher Anstieg dieser Marschanzeiger im Übergang Flöz 5/Zwischenmittel 4/5 nicht zu beobachten ist, kann davon ausgegangen werden, daß die obersten Zentimeter der Torfoberfläche erodiert wurden. Lediglich im Profil L ist die Ausbreitung der Marsch durch *Plicapollis pseudoexcelsus* in den Proben L/2 und L/3 noch angedeutet. Dies zeigt immerhin, daß in diesem Profil aus dem Südosten des Tagebaus, das am weitesten landeinwärts gelegen ist, die Erosion weniger tiefgreifend war als in den anderen beiden Profilen, die küstennäher lagen und der Erosion durch den Gezeitenfluß stärker ausgesetzt waren. Auch erste Hinweise auf Restionaceen und Sparganiaceen sind zu beobachten. Doch ist auch hier der sprunghafte Anstieg der Marschelemente von Probe L/3 aus dem Flöz zu Probe L/4 aus dem Zwischenmittel noch sehr stark.

BULLWINKEL (1996) konnte an Hand einer Reihe von Profilen nachweisen, daß die Sedimente aus Profilen im südöstlichen Teil des Tagebaus (z. B. Profil L) insgesamt siltig sind, in den Profilen im Nordwesten des Tagebaus (z. B. Profil K) aber sogar Feinsande nachzuweisen sind. Auch der Gehalt an organischer Substanz ist im Nordwesten deutlich geringer. Da dementsprechend nach Nordwesten sowohl die Wassertiefe als auch die Strömungsenergie kontinuierlich zunahm, liefern die sedimentologischen Nachweise eindeutige Hinweise auf die Existenz eines ästuarinen Systems (TUCKER 1973; DÖRJES & HOWARD 1975; NICOLS & BIGGS 1985; DALRYMPLE et al. 1992). Im Gegensatz dazu zeigen lagunäre Systeme die Akkumulation von Feinklastika in den Bereichen der größeren Wassertiefe (GALLOWAY & HOBDAV 1983).

Insgesamt kann im oberen Zwischenmittel von einem deutlich schwächeren marinen Einfluß als im Zwischenmittel 5/6 oder gar den Liegendschichten ausgegangen werden. Die Dinoflagellaten sind in dieser ersten ästuarinen Phase zwar regelmäßig zu beobachten, doch sind sie bedeutend seltener als im unteren Zwischenmittel bzw. in den Liegendschichten. Die Verlandungszone im Osten bzw. Südosten muß sehr nahe gelegen haben, da die Mikroflorenzonen dieser Phase vor allem von den Marschbewohnern wie den Restionaceen (*Milfordia* spp.) und den Sparganiaceen/Typhaceen (*Sparganiaceaeapollenites* spp.) geprägt werden, die beide konstant ungewöhnlich hohe Werte erzielen. Während die Restionaceen auch brackische Bedingungen tolerieren, zeigen die Sparganiaceen und Typhaceen die Nähe einer Süßwassermarsch an.

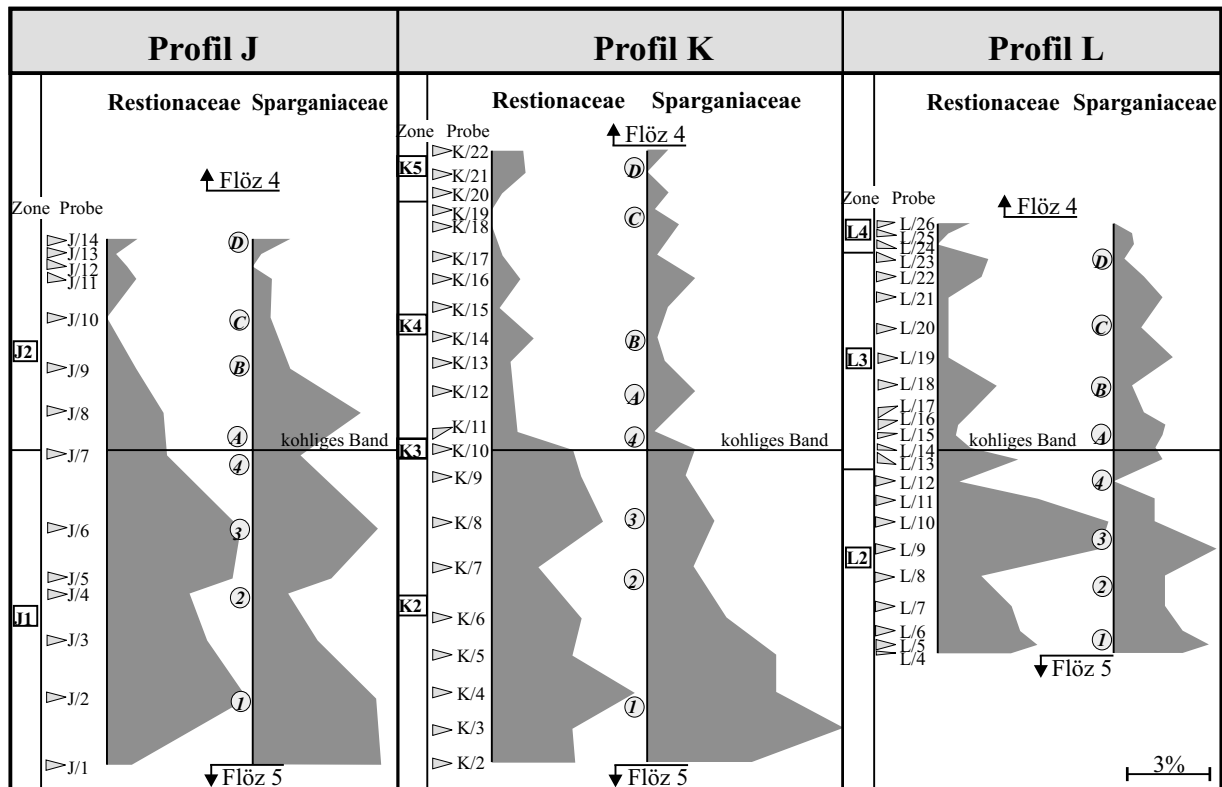
Abb. 5.18 zeigt die Entwicklung der Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen im Zwischenmittel 4/5. Besonders in den Profilen K und L ist erkennbar, daß in der ersten ästuarinen Phase die Marschbewohner deutlich häufiger sind als in der zweiten. In Profil J ist die Abnahme nur deshalb weniger deutlich, da hier der obere Teil des Zwischenmittels nicht aufgeschlossen war.

Auffällig ist vor allem die gleichläufige Entwicklungstendenz der Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen in allen drei Profilen während der ersten ästuarinen Phase. Es sind jeweils zwei Häufigkeitsmaxima und zwei Minima dieser Formen erkennbar, die in Abb. 5.18 durch die Zahlen 1 bis 4 dargestellt sind. Während die beiden Häufigkeitsmaxima (1 und 3) und das dazwischengeschaltete Minimum (2) in allen drei Profilen gut zu verfolgen sind, ist das zweite Minimum (4) nicht deutlich nachzuvollziehen. Im Profil L liegt es kurz unterhalb, in den beiden anderen Profilen kurz oberhalb des kohligen Bandes. Es ist jedoch davon auszugehen, daß auch dort das Verbreitungsminimum kurz vor der Verlandungsphase anzusiedeln ist. In Profil L ist die Entwicklung ungestört und Aufarbeitungstendenzen fehlen. In den beiden anderen Profilen ist das kohlige Band dagegen so stark aufgearbeitet und mit dem umgebenden Sediment vermischt (Taf. 16, Abb. 1a, 1b), daß dadurch ein vertikaler Verwischungseffekt anzunehmen ist. Im Profil J ist zudem die Probendichte im kritischen Bereich zu gering.

Vergleicht man die Profile J und K, die 300m voneinander entfernt im Nordwesten des Tagebaus aufgenommen wurden (Anhang A-1) und einen sehr ähnlichen Faziesbereich repräsentieren, so fällt die nahezu gleiche Verteilung der Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen während der ersten ästuarinen Phase auf (Abb. 5.18). Im südöstlich gelegenen Profil L folgen die vier Entwicklungsschritte entsprechend der geringeren Mächtigkeit des Zwischenmittels sehr viel enger aufeinander.

Nach FREDERIKSEN (1985) können die Pollen der ried- und grasähnlichen Pflanzen, besonders der Restionaceen, auf Grund der geringen Größe der Pflanzen nicht sehr weit vom Ort ihrer Produktion transportiert worden sein. Die Häufigkeit dieser Form kann somit durchaus als direkter Hinweis auf den Standort der Mutterpflanzen dienen. Somit zeigen die Häufigkeitsmaxima dieser Formen das Einwandern der Marsch in der ersten ästuarinen Phase an, Minima dagegen das Zurückdrängen. Weiterhin ergibt sich daraus, daß das Profil L sehr viel näher am Verlandungsbereich gelegen ist und die Wanderungsbewegungen der Marschen viel sensibler abgebildet werden als in den Profilen J und K, in denen die Amplituden der Schwankungen geringer ausfallen.

Ein Kennzeichen des gesamten Zwischenmittels ist das starke Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus*. Im Gegensatz zu anderen häufigen windblütigen Formen wie z. B. *Tricolpopollenites liblarensis* oder *Tricolporopollenites cingulum* sind die Schwankungen im Auftreten von *P. pseudoexcelsus* relativ gering. Wie die Verteilung dieser Form immer wieder bestätigt, haben die Mutterpflanzen von *P. pseudoexcelsus* im Randbereich oder als Pionierpflanzen innerhalb der Marschen gelebt, so daß sich auf Grund ihrer Massenblütigkeit diese Pollen



**Abb. 5.18:** Übersicht über die Entwicklung der Restionaceen und Sparganiaceen in den drei Profilen J, K und L aus dem Zwischenmittel 4/5 sowie die daraus abgeleiteten jeweils 4 Entwicklungsphasen aus der ersten und zweiten ästuarinen Phase (Punkte 1 – 4 bzw. A – D).

wie ein Schleier über den Marschbereich gelegt haben. Ihre Verteilung ist daher von Wanderungsbewegungen der Marschen unabhängig. Das gleichmäßige Erscheinen dieser Form in allen Proben spricht dafür, daß etwas andere Bedingungen herrschten als während der Ablagerung des unteren Zwischenmittels und der Liegend-schichten, wo die Form nur während des Übergangs zur kohlebildenden Fazies stark verbreitet ist. Als mögliche Ursachen für die stärkere Verbreitung von *P. pseudoexcelsus* im oberen Zwischenmittel können zum einen die stärkere Verbreitung der Mutterpflanze und zum anderen die fehlende Filterung durch eine Mangrovenzone in Betracht gezogen werden. Auffällig ist nämlich das nahezu völlige Fehlen von Mangrovelementen. Lediglich *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) als Bewohner aus dem Hintergrund der Mangrove tritt regelmäßig aber auch nur in Einzelexemplaren auf.

Abb. 5.19 verdeutlicht noch einmal die hier angenommenen Verteilungseffekte. Pollen von niedrigwachsenden Pflanzen wie den Marschelementen und den vermutlich buschartigen Mutterpflanzen von *P. pseudoexcelsus* können in ihrer Verbreitung durch die dichte Vegetation einer Mangrove behindert werden. Im Zwischenmittel 4/5 ist dies nicht mehr der Fall, so daß der Anteil von *P. pseudoexcelsus* im Pollenspektrum erhöht wurde. Eine Beeinflussung durch die Vegetation des Bruchwaldes ist bei *P. pseudoexcelsus* nicht anzunehmen, da diese Pflanzen vor dem Bruchwald im Randgebiet der Marschen gelebt haben.

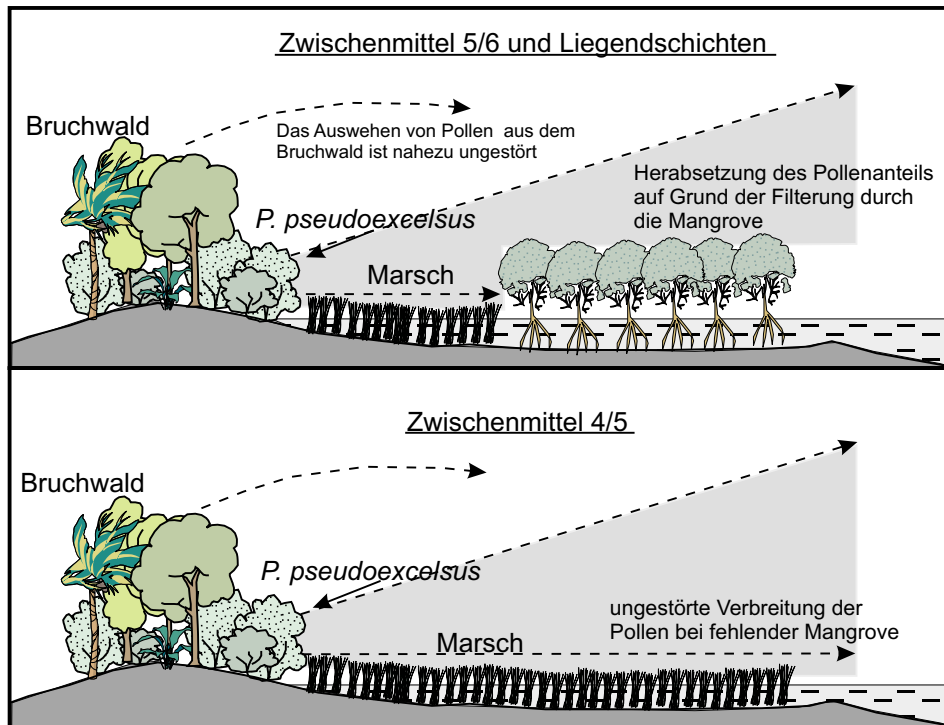
Zusammenfassend kann in dieser ersten ästuarinen Phase von einer ausgeprägten Marschvergesellschaftung mit vorwiegend Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen sowie von *Plicapollis pseudoexcelsus* als Bewohner der Randgebiete der Marschen ausgegangen werden.

Auf erhöhten Standorten haben sich möglicherweise Hammocks gebildet. Anzeiger dafür sind die Taxodiaceen-Pollen, die in Profil J (Zone **J1**) relativ häufig sind, in Profil L in Zone **L2** dagegen nahezu völlig fehlen. Diese ungleichmäßige Verteilung zeigt, daß hier lokale Effekte eine Rolle spielen und benachbarte „cypress hammocks“ ähnlich denen der Florida Everglades (RIEGEL 1965) in Profil J zu erhöhten Werten geführt haben.

Weitere wichtige Elemente dieser ersten ästuarinen Phase sind die Pollen von Betulaceen, Fagaceen, Juglandaceen, Myricaceen, Sapotaceen und auch Ericaceen, die dem Bruchwald hinter den Marschen zugerechnet werden. Dieser ist weitgehend unverändert gegenüber Flöz 5 geblieben.

Relativ stark sind auch wieder die Pollen vom Typ *Tricolporopollenites microreticulatus* vertreten, die der Au-vegetation in der Umgebung der mäandrierenden Flußarme zugerechnet werden. Als Elemente des Bruchwaldes kommen diese Formen auf Grund ihres Fehlens in den Kohleflözen zumindest nicht in Betracht. Häufig sind auch die Icacinaceen (*Compositoipollenites rhizophorus*), die in diesem Zwischenmittel ihre stärkste Verbreitung zeigen. Nach HEYWOOD (1982) treten die Arten dieser tropischen Familie unter anderem in Torfmooren und gelegentlich sogar mit einer Art in der Mangrove auf. Andere Arten sind an Flußufern zu beobachten. Seine Seltenheit in den Kohleflözen läßt den Schluß zu, daß *C. rhizophorus* ebenso wie *P. pseudoexcelsus* nicht im eigentlichen Bruchwald sondern in den feuchten Marschen davor gelebt hat, möglicherweise auch in den Aue-wäldern zusammen mit *T. microreticulatus* wuchs. Nach der Cluster-Analyse (Tab. 5.4) ist eine Verbindung zu

den Marschen wahrscheinlicher. Andererseits wurden in der kohlgigen Füllung einer Totarmrinne über Flöz 4 Pollencluster von *C. rhizophorus* gefunden, die auf kurzen Transport aus dem unmittelbaren Uferbereich schließen lassen (RIEGEL et al. 1999b).



**Abb. 5.19:** Der Einfluß der Mangrove auf die Verteilung von *Plicapollis pseudoexcelsus* in den einzelnen Zwischenmitteln und den Liegendschichten.

#### 5.2.6.3.2 Erste Verlandungsphase (Mikroflorenzone **K3**, Teile von Zone **L3**)

Das kohlige Band innerhalb des Zwischenmittels 4/5 kann als eine relativ kurzzeitige Verlandungsphase angesehen werden. Geringe Schwankungen des Grundwasserspiegels können daher zunächst zur Verlandung bzw. später zur Überflutung und zum Beginn der zweiten ästuarinen Phase geführt haben. BULLWINKEL (1996) nimmt einen einheitlichen flachaquatischen bis terrestrischen Ablagerungsraum mit einem mittleren Grundwasserspiegel in Höhe oder knapp über der Sedimentationsoberfläche an. Das Einwandern der randlichen Vegetation führte zur verstärkten Akkumulation von organischem Material im südöstlichen Untersuchungsgebiet und damit zur Bildung des etwa 30 cm mächtigen kohlgigen Bandes (Taf. 16, Abb. 2a, 2b). Aufgrund des sehr hohen Anteils an klastischen Komponenten (58% Aschegehalt, BULLWINKEL 1996) entspricht es einem stark kohlgigen Ton bzw. Schluff (SEIFERT & RASCHER 1979). Die Zufuhr der klastischen Komponenten kam aus dem marinen Bereich im Nordwesten, da nach BULLWINKEL (1996) die Aschegehalte dort noch einmal um ca. 10% zunehmen.

Da das kohlige Band als zeitgleiche Bildung betrachtet werden kann, wurden hier Proben so gewonnen, daß sich aus ihnen Isopollenkarten erstellen ließen, die die flächenhafte Verteilung der Pollen und damit die Verbreitung von Pflanzengesellschaften wiedergeben. Diese werden in Kap. 5.2.7 ausführlich beschrieben. Die sehr differenzierte Verbreitung von Pflanzengesellschaften, die sich aus diesen Karten ablesen läßt, ist in den Pollendiagrammen so nicht abzulesen.

Die Profile J, K und L zeigen, daß das kohlige Band nicht durch besondere Pollenspektren gekennzeichnet ist, so daß es in Profil L nicht einmal als eigene Mikroflorenzone ausgehalten werden kann. Lediglich in Profil K wird mit dem relativ starken Auftreten von *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* und *Avicennia*, die nach den Isopollenkarten und der Cluster-Analyse (Tab. 5.4) eng miteinander assoziiert sind, eine kurzzeitige stärkere Verbreitung der Mangrove angezeigt.

Die Verlandungsphase ist also mit keiner speziellen Pflanzengemeinschaft verknüpft, sondern Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft werden damit eingeleitet. Während Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen (Abb. 5.18) die charakteristischen Elemente der ersten ästuarinen Phase sind, wird die folgende zweite Phase vor allem durch das Auftreten von Palmen der Gattung *Phoenix* (*Monocolpopollenites tranquillus*) geprägt, die mit Beginn dieser ersten Verlandungsphase einen starken Verbreitungsschub erhalten (Abb. 5.21). Andere Formen, die vor allem aus dem kohlebildenden Bruchwald stammen, sind in ihrer Verbreitung unverändert. Die Verlandungsphase führte also nicht zu einer Ausbreitung des Bruchwaldes.

5.2.6.3.3 Zweite ästuarine Phase (Mikroflorenzonen **J2**, **K4**, **L3**)

Die erneute Subsidenz des Ablagerungsraumes bzw. der Anstieg des Meeresspiegels führte zur Beendigung der ersten Verlandungsphase und zum Beginn der zweiten ästuarinen Phase. Nach BULLWINKEL (1996) entwickelte sich in dieser ästuarinen Phase ein der ersten ästuarinen Phase weitgehend entsprechender Sedimentationsraum mit einem relativ flachen, niederenergetischen Bereich im Südosten und einer Zone größerer Wassertiefe bzw. Strömungsenergie im Nordwesten.

Der deutlich geringere Anteil an Dinoflagellaten in dieser zweiten Phase läßt allerdings einen schwächeren marinen Einfluß als in der ersten ästuarinen Phase erkennen (Abb. 5.20). Der Ablagerungsraum geht somit immer mehr in einen süßwasserdominierten Ästuarbereich über.

Palynologisch und botanisch sind verstärkt Unterschiede zwischen den beiden ästuarinen Phasen erkennbar, vor allem durch den Rückgang der Marschbewohner wie Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen. Abb. 5.18 zeigt, daß in den nordwestlich gelegenen Profilen J und K das Absinken der Werte wesentlich stärker ausgeprägt ist als in Profil L, das in unmittelbarer Nähe zu den Marschen gelegen hat.

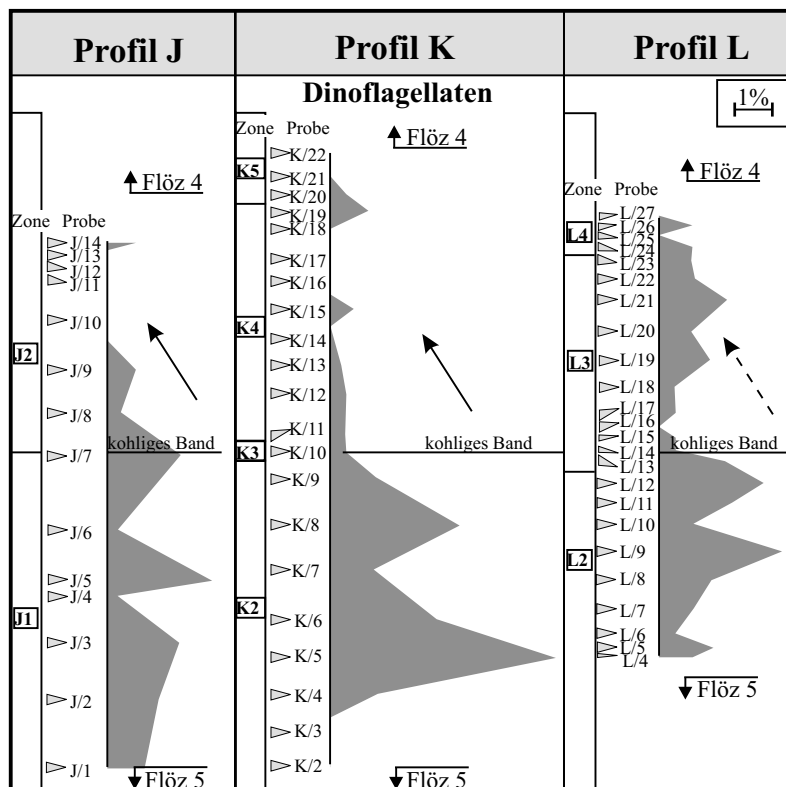


Abb. 5.20: Die Entwicklung der Dinoflagellaten in den Profilen J, K und L aus dem Zwischenmittel 4/5.

Im Gegensatz zur ersten ästuarinen Phase (Abb. 5.18, Phasen 1 bis 4) zeigen bei hohen Werten für die Restionaceen gleichzeitig die Sparganiaceen/Typhaceen niedrige Werte. Auch hier können vier Entwicklungsschritte erkannt werden (Abb. 5.18, A bis D), die allerdings entsprechend der geringeren Bedeutung der Marschelemente weitaus weniger stark ausgeprägt sind als in der ersten ästuarinen Phase. Lediglich in Profil L sind die Phasen A bis D deutlich ausgeprägt.

Analog zur ersten Phase sind Wanderungsbewegungen der Marschen wie folgt erkennbar: In der Verlandungsphase wandern die Marschen seewärts, so daß verstärkt *Sparganiaceapollenites* spp. aus der Süßwassermarsch in der Phase A abgelagert wird. In der Phase B kommt es mit der schwachen Transgression zu einem leichten Zurückdrängen der Marschen. Nachweise aus der nun weiter landeinwärts gelegenen Süßwassermarsch gehen zurück. Es werden vor allem Restionaceen aus der vorgelagerten brackischen Marsch abgelagert. Die Phase C beschreibt wiederum ein seewärtiges Wandern der Marschen, während die Phase D noch einmal einen letzten marinen Vorschub anzeigt.

Abgesehen vom unverändert hohen Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus* sind Pollen der Marschbewohner seltener. Dafür erleben die Pollen vom Typ *Monocolpopollenites tranquilus* einen deutlichen Anstieg (Abb. 5.21), der auch für die Taxodiaceen in Profil L aber auch Teilen von Profil K (oberer Bereich von Zone **K4**) erkennbar ist. Dies läßt vermuten, daß in der Marsch Hammocks, sowohl „cypress hammocks“ mit Taxodiaceen als auch „hardwood hammocks“ mit Palmen stärker verbreitet waren. Die nahezu unveränderte Ablagerung der aus dem Bruchwald stammenden Pollen der Betulaceen, Fagaceen, Juglandaceen oder Myricaceen zeigt, daß die Taxodiaceen und Palmen keine Elemente des Bruchwaldes waren, sondern eine eigenständige Entwicklung besaßen. Hinweise auf das Vorhandensein von Hammocks geben vor allem die Isopollenkarten.

Zusammenfassend ist in dieser zweiten ästuarinen Phase weiterhin von einer ausgeprägten Marschvergesellschaftung auszugehen, in der allerdings Hammocks mit Palmen und Taxodiaceen häufig vorkommen. Durch das verstärkte Auftreten in den Proben dieser Phase vor allem von *M. tranquillus*, dessen Mutterpflanze *Phoenix* nach HEYWOOD (1982) Anpassungen an die Windblütigkeit zeigt, ist das Absinken der Werte für die Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen möglicherweise nur auf einen statistischen Effekt zurückzuführen.

Die übrige Pollenvergesellschaftung zeigt, daß es im Bruchwald und im Bereich des mäandrierenden Flusses keine Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung gegenüber der ersten ästuarinen Phase gegeben hat. Mangrovelemente treten in den nordwestlich gelegenen Profilen J und K lediglich als Einzel Exemplare von *Nypa*-, *Avicennia*- und *Rhizophora*-Pollen auf, im landeinwärts gelegenen Profil L fehlen sie völlig. Eine verstärkte Ausbreitung der Mangrove ist somit nur auf die erste Verlandungsphase beschränkt. Mit der marinen Ingression der zweiten ästuarinen Phase wird die Mangrove möglicherweise auf einige offenere Küstenbereiche zurückgedrängt und verschwindet aus dem ausgesüßten landwärtigen Teil des Ästuars im Südosten des Tagebaus.

Interessanterweise treten auch die Hydrocharitaceen, durch *Punctilongisulcites microechinatus* repräsentiert, nur in dieser ästuarinen Phase und nur in Profil J auf. Diese Wasserpflanzen zeigen stehende und langsam fließende Gewässer an (THIELE-PFEIFFER 1988) und tolerieren Salzwasser ebenso wie Süßwasser (HEYWOOD 1982). Demnach ist auch im seewärtigen Teil des Ablagerungsraumes im Nordwesten des Tagebaus von geringen Strömungsenergien und stehenden Gewässern auszugehen, die nicht dem Gezeitenfluß ausgesetzt waren und somit für eine Ausbreitung der Mangrove ungünstige Bedingungen boten.

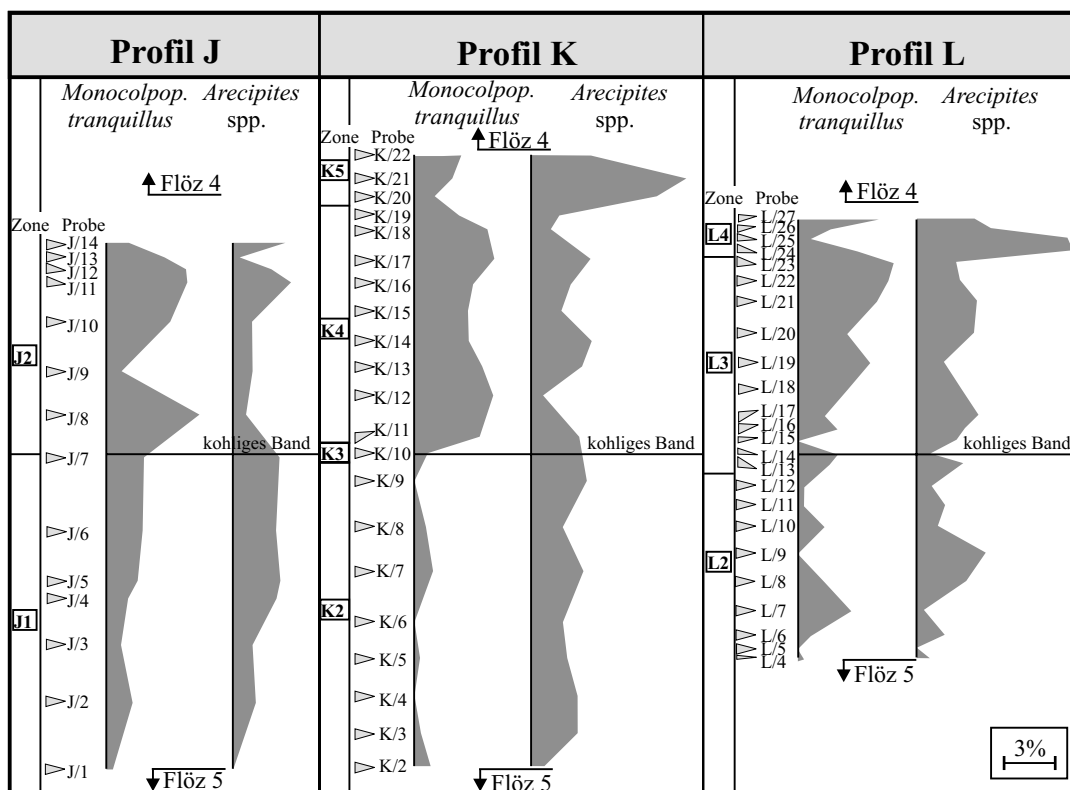


Abb. 5.21: Übersicht über die Entwicklung der Palmen vom Typ *Monocolpopollenites tranquillus* und *Arecipes convexus* in den drei Profilen J, K und L aus dem Zwischenmittel 4/5.

#### 5.2.6.3.4 Zweite Verlandungsphase (Mikroflorenzonen **K5**, **L4**)

Die zweite Verlandungsphase wird durch einen deutlichen Wechsel in der Sedimentation eingeleitet. Nach BULLWINKEL (1996) sind die lateral sehr gleichförmigen Silte dieser Phase auf einen verstärkten kurzfristigen Eintrag aus der terrestrischen Peripherie des Ästuars zurückzuführen. Einzel Exemplare von Dino flagellaten zeigen jedoch immer noch eine schwache marine Beeinflussung an.

Bemerkenswert sind in dieser Verlandungsphase besonders die Sporen und Palmenpollen der Gattung *Arecipites* (Abb. 5.22). Bei den Sporen erreicht besonders *Leiotriletes* spp. eine Ausbreitung, die in der übrigen Wulfersdorfer Flözgruppe nicht erreicht wird und Hinweise auf eine ausgedehnte Farnflur zu Beginn der Flözbildung gibt, zumal in Profil K auch andere Sporen wie *Camarozonosporites heskemensis* oder *C. decorus* in der Basisprobe von Flöz 4 stark vertreten sind. Auch HAMMER (1996) berichtet von ausgedehnten Farnfluren aus Schizaeaceen, Lycopodiaceen und Polypodiaceen zu Beginn der Flözbildung.

*Arecipites* spp. kommen im gesamten Zwischenmittel regelmäßig mit für diese Formen hohen Werten vor (Abb. 5.21), erreichen aber nur in dieser zweiten Verlandungsphase Massenausbreitung (Abb. 5.22). HAMMER (1996) konnte ebenfalls relativ hohe Werte dieser Pollen in den Übergangsproben zu Flöz 4 feststellen. Die verstärkte Ausbreitung dieser Formen ist wahrscheinlich auf eine stärkere Verbreitung der Mutterpflanzen (*Sabal?*) in den Marschen zurückzuführen, in denen bereits *Phoenix*-Palmen (*Monocolpopollenites tranquillus*) in den „hardwood hammocks“ eine bedeutende Rolle spielen. Ähnliche Phänomene der Massenausbreitung von Palmen sind nach KRUTZSCH et al. (1992) am Übergang von Dysodil- (Zwischenmittelfasen) zu Humodilphasen (Kohlebildungsphasen) häufig zu beobachten. KRUTZSCH et al. (1992) führen die Wechsel zwischen den beiden Phasen auf klimatische Veränderungen zurück (Kap. 7.1). Für die Massenausbreitung von *Arecipites* spp. kommen veränderte Grundwasserverhältnisse jedoch eher als Ursache in Betracht. Ähnlich wie in der zweiten ästuarinen Phase bleibt die Zusammensetzung des Bruchwaldes unverändert. Mit dem Beginn der Bildung von Flöz 4 wird auch der marine Einfluß dauerhaft beendet. Auch nach Ende der Flözbildung ist das folgende Zwischenmittel rein fluviatil beeinflusst (BULLWINKEL 1996), so daß die Wulfersdorfer Flözgruppe als eigenständige, marin beeinflusste Abfolge von den übrigen 3 Helmstedter Flözen im Hangenden der Wulfersdorfer Flözgruppe abgetrennt werden kann.

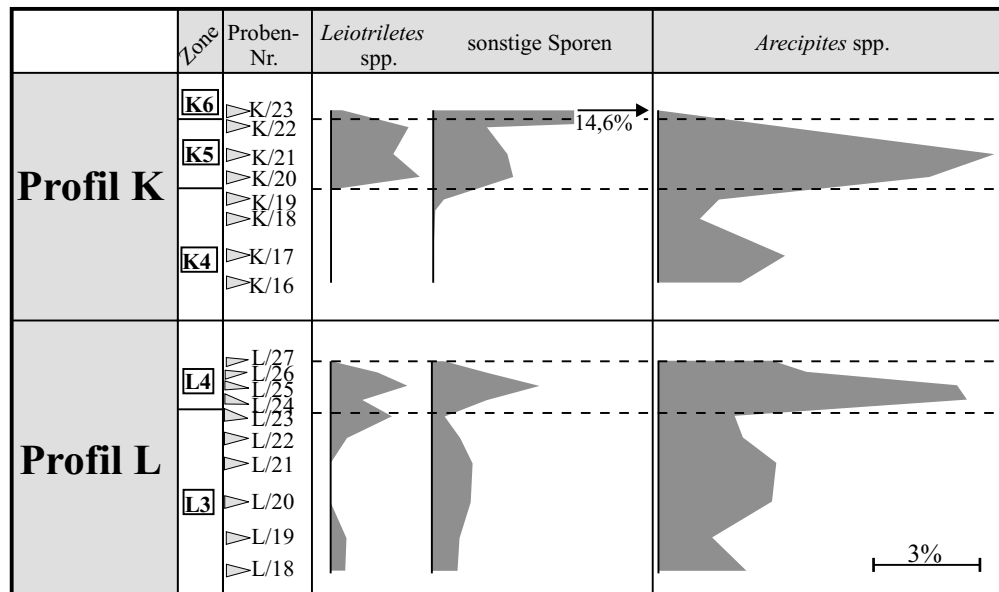


Abb. 5.22: Die Entwicklung der Sporen und Palmen (*Arecipites* spp.) während der zweiten Verlandungsphase im Zwischenmittel 4/5 (Profile K, L).

## 5.2.7 Das kohlige Band im Zwischenmittel 4/5 (Isopollenkarten)

### 5.2.7.1 Vorbemerkungen

Die Isopollenkarten verfolgen die Häufigkeitsverteilung bestimmter Arten bzw. Faziesanzeiger über eine Fläche bzw. eine Zeitebene hinweg. Der Grundgedanke bei ihrer Verwendung ist relativ einfach: Die geographische Verteilung der relativen Häufigkeit einer bestimmten Form kann als Maß für die Häufigkeit der Mutterpflanze betrachtet werden, vorausgesetzt, daß bestimmte Einschränkungen berücksichtigt werden, wie z. B. der Verbreitungsmechanismus von Pollen, Sortierungseffekte oder Pollenproduktion einzelner Pflanzen. Der Vorteil der Isopollenkarten ist, daß einerseits Assoziationen von Pollenarten miteinander erkennbar werden und andererseits direkte Rückschlüsse auf die Vegetationsgliederung und das Ablagerungsmilieu eines Sedimentationsraumes gezogen werden können.

Isopollenkarten wurden bisher vor allem auf rezente bis subrezente Ablagerungen angewandt. Dabei wurden vor allem großflächige Karten erstellt. So nutzten BECHLER & BEUG (1987) und DUPONT & HOOGHIEMSTRA (1989) Proben aus marinen Sedimenten, um Isopollenkarten für den gesamten Küstenbereich Nordwestafrikas zu erstellen und aus diesen Rückschlüsse auf klimatische Veränderungen zu ziehen. In tertiären Sedimenten nutzte auch MOSBRUGGER (1995) unter anderem die Technik der Isopollenkarten um Klima und Vegetation der niederrheinischen Braunkohle zu untersuchen.

Als Untersuchungsobjekt wurde der kohlige Horizont im Zwischenmittel 4/5 gewählt (vgl. Abb. 5.17). Bei diesem im Durchschnitt etwa 20 cm mächtigen und im gesamten Tagebau Helmstedt leicht wiederzufindenden Horizont ist die Voraussetzung einer zeitgleichen Ablagerung gegeben. Über einen Zeitraum von 2 Jahren wurden aus diesem Horizont mit fortschreitendem Abbau insgesamt 28 Proben auf einer Fläche von ca. 400000m<sup>2</sup> entnommen und palynologisch ausgewertet (Anhang A-1).

Die wichtigste Voraussetzung bei der Erstellung der Isopollenkarten ist, daß sämtliche Proben ein gleiches Alter aufweisen. Bei der Probennahme wurden daher Proben jeweils aus der Mitte des Kohlebandes genommen, um den zeitlichen Fehler zu minimieren.

Für die Erstellung der Karten sind die Prozentwerte in Häufigkeitsklassen eingeteilt worden. Dabei wurde die von GAUCH (1982) vorgeschlagene Methode der Einteilung der Prozentwerte in das „logarithmic abundance class scheme“ gewählt (Tab 5.1.). Durch die Einteilung in Häufigkeitsklassen können Prozentwerte, die sich nur geringfügig voneinander unterscheiden als gleich betrachtet werden. Schwankungen in den Werten von Masspollen windblütiger Pflanzen fallen weniger ins Gewicht als Veränderungen bei Pflanzen mit geringerer Pollenproduktion aber hoher ökologischer Aussagekraft. Die wichtigsten Entwicklungstrends bleiben aber in jedem Fall erhalten bzw. werden hervorgehoben. Für die jeweilige Pollenform wurden die Proben mit gleichen Häufigkeitsklassen in den Karten mit Isolinien umrahmt. Das Ergebnis sind Verteilungskarten für einzelne Palynomorphen oder Palynomorphengruppen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind zu den jeweiligen Karten noch die Rohdaten in graphischer und tabellarischer Darstellung beigelegt worden.

Für die Darstellung in insgesamt 24 Karten (Tab. 5.5, Anhänge D-1 – D-12) wurden Formen gewählt, die innerhalb des Zwischenmittels 4/5 eine wichtige Rolle spielen sowie die Mangrovenpollen, die nur im kohligen Band verbreitet sind und somit nicht zur typischen Vegetation des Zwischenmittels gehören (vgl. Kap. 5.2.6).

ANHANG-NR.	PFLANZENGEMEINSCHAFT	ISOPOLLENKARTEN	
Anhang D-1	Mangrove I	<i>Avicennia</i>	<i>D. iszkaszentgyoergyi</i>
Anhang D-2	Mangrove II	<i>Rhizophora</i>	<i>Nypa</i>
Anhang D-3	Aquatische Elemente	Dinoflagellaten	Sonst. Plankton
Anhang D-4	Marsch I	Restionaceae	<i>Plicapollis pseudoexcelsus</i>
Anhang D-5	Marsch II	Sparganiaceae	<i>Pompeckj. subhercynicus</i>
Anhang D-6	Palmen I	<i>M. tranquillus</i>	<i>Arecipites</i> spp.
Anhang D-7	Palmen II/Farne	<i>Dicolpopollis kockeli</i>	Sporen
Anhang D-8	Bruchwald I	<i>T. liblarensis</i>	<i>T. cingulum</i>
Anhang D-9	Bruchwald II	<i>T. robustus</i> , <i>T. coryloides</i>	Myricaceae
Anhang D-10	Bruchwald III	<i>Engelhardtia</i>	<i>Plicatopollis</i> spp.
Anhang D-11	Bruchwald IV	<i>Carya</i>	<i>Platycarya</i>
Anhang D-12	Bruchwald V	Ericaceae	Taxodiaceae

**Tab. 5.5:** Übersicht über die 24 Isopollenkarten aus dem kohligen Band im Zwischenmittel 4/5.

Grundsätzlich können drei verschiedene Typen von Isopollenkarten unterschieden werden:

- Isopollenkarten von Pflanzen, bei denen sich Gebiete mit unterschiedlich starkem Auftreten deutlich voneinander trennen lassen. Beispiele sind die Mangrovenpollen *Avicennia* (Anhang D-1) und *Nypa* (Anhang D-2). Die Aussagekraft dieser Karten ist dadurch sehr hoch, daß eindeutige Verteilungstendenzen abzulesen

sind und die Häufigkeitsverteilung sich mit anderen Faktoren wie Faziesverhältnisse und ökologische Ansprüche der nächsten rezenten Verwandten verknüpfen lassen.

- Isopollenkarten von Formen, die ebenfalls unterschiedliche aber sehr unregelmäßige Häufigkeitsverteilungen zeigen. Es können nur schwer Gebiete mit gleicher Häufigkeitsverteilung abgegrenzt werden. Dementsprechend sind auch Verteilungstendenzen nicht schlüssig erkennbar. Als Beispiel ist die Isopollenkarte von *Plicatopollis* spp. (Anhang D-10) zu nennen. Möglicherweise handelt es sich um Pollen allochthonen Ursprungs, die unregelmäßig über die untersuchte Fläche verteilt wurden.
- Isopollenkarten mit einer sehr gleichmäßigen Häufigkeitsverteilung, wie z. B. die Karten von *Triporopollenites robustus/coryloides*, der Myricaceen (Anhang D-9) sowie von *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* (Anhang D-8). Es sind zumeist Pollen von Pflanzen mit sehr hoher Pollenproduktion. Sie bilden oft die Hauptbestandteile der Pollenspektren. Ihre Aussagekraft ist jedoch stark eingeschränkt, da sie überall mit ungefähr gleich hohen Anteilen vorkommen. Da diese Pollen wie ein Schleier das ganze Gebiet überziehen, ist die Rekonstruktion der Standorte ihrer Mutterpflanzen nahezu unmöglich.

Überwiegend gehören die hier aufgeführten Karten dem ersten Typ an, zeigen also Formen, die relevante Hinweise auf die Verteilung von Pflanzengesellschaften im Untersuchungsgebiet liefern.

### 5.2.7.2 Mangrove

#### *Avicennia* (Anhang D-1)

Die Isopollenkarte zeigt im Nordwesten des Untersuchungsgebietes eine Zone, in der *Avicennia* relativ häufig vorkommt (Proben 1 – 5). Von Probe 6 an kommt es zu einem deutlichen Bruch. Die Werte gehen von 4,7% in den Proben 2 und 3 auf weniger als 1% zurück. Noch deutlicher ist der Unterschied zwischen den Proben 1 bis 5 im Nordwesten und dem übrigen Gebiet in der graphischen Darstellung der tatsächlichen Prozentwerte zu erkennen. Lediglich in den Proben 16, 21 und 22 steigen die Werte für diese Form noch einmal an. In den übrigen Proben sind nur Einzelexemplare vorhanden. Meist fehlt *Avicennia* sogar völlig.

#### *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* (Anhang D-1)

Im Vergleich zu *Avicennia* sind nur geringe Unterschiede vorhanden. Auch hier werden im Nordwesten der Karte in den Proben 1 bis 5 die höchsten Werte erreicht. In Probe 3 sind es gar 25,1%, ein Wert, der in keiner Probe aus der Wulfersdorfer Flözgruppe auch nur annähernd erreicht wird. Ab Probe 6 sinken die Werte deutlich unter 2% ab. Lediglich in den Proben 20 und 23 im zentralen Bereich der Karte sind ähnlich wie bei *Avicennia* mit über 4% noch einmal erhöhte Werte zu verzeichnen.

#### *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp., Anhang D-2)

Diese Form kommt im Untersuchungsgebiet nur in zwei Bereichen vor. Im Nordwesten ist die Form in den Proben 6 und 8 regelmäßig vorhanden und tritt dann mit abnehmender Tendenz in allen Richtungen noch in einigen anderen Proben auf. Sehr auffällig ist jedoch Probe 21, in der die Form mit 4,2% herausragt, während sie in benachbarten Proben fehlt.

#### *Rhizophora* (*Zonocostites ramonae*, Anhang D-2)

Etwas anders verteilen sich die Pollen von *Rhizophora*. Im Nordwesten fehlt die Form im Gegensatz zu den anderen Mangroveelementen nahezu völlig und taucht lediglich im zentralen Bereich der Karte in einigen Proben regelmäßig mit Werten über 1% auf.

Die Mangrove ist in den Isopollenkarten am deutlichsten ausgeprägt und kann von Bereichen mit anderen Pflanzengesellschaften klar getrennt werden. Drei Elemente der artenarmen Mangrove, *Avicennia*, *Rhizophora* und *Nypa*, sind im kohligen Band zu finden. Die Isopollenkarten zeigen jedoch deutlich, daß auch *D. iszkaszentgyoergyi* als viertes Element zur Mangrove hinzugezählt werden muß, da die Form auf Grund ihrer fast identischen Verteilung eindeutig mit *Avicennia* assoziiert ist.

Zwar ist die botanische Zugehörigkeit von *D. iszkaszentgyoergyi* noch nicht sicher geklärt (siehe Kap. 4.2.2.7), doch FREDERIKSEN et al. (1985) schließen aus der bisher bekannten Assoziation dieser Form mit brackischen und marinen Fossilien, daß es sich bei *D. iszkaszentgyoergyi* um eine Küstenpflanze gehandelt hat, die im brackischen Wasser gelebt hat und zumindest im Kontakt zu normal marinen Wässern stand. Eine Assoziation dieser Pflanzen mit Mangroven ist nach FREDERIKSEN et al. (1985) zwar möglich, wahrscheinlich sei jedoch, daß *D. iszkaszentgyoergyi* als ein Mitglied der brackischen oder salzigen Marschen anzusehen ist, also einem Bereich, der im Gegensatz zur Mangrove baumlos ist. Eine Reihe von Autoren beschreiben Verbindungen von *D. iszkaszentgyoergyi* zu *Nypa*, doch halten sie eine Assoziation mit Riedelelementen wie Gramineen (*Graminidites*), Restionaceen (*Milfordia*) und Sparganiaceen bzw. Typhaceen (*Sparganiaceapollenites*) für stärker ausgeprägt als die Beziehung zu den Mangroven (z. B. BOULTER & HUBBARD, 1982).



Die Untersuchungen im kohligen Band aus dem Zwischenmittel 4/5 zeigen jedoch, daß die Elemente der brackischen Marschen wie Restionaceen und Sparganiaceen (Anhänge D-4/D-5) durchaus miteinander korreliert sind, eine Assoziation zu *D. iszkaszentgyoergyi* jedoch nicht nachweisbar ist. Dagegen ist eine enge Beziehung zwischen *D. iszkaszentgyoergyi* und *Nypa* vorhanden, da beide Formen nicht nur im Nordwesten vorkommen, sondern vor allem auch im Umfeld der Proben 20, 21 und 23. Unzweideutig läßt sich aber auch die Assoziation von *D. iszkaszentgyoergyi* und *Avicennia* im nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes belegen. In den Proben 1 – 5 gehören beide Formen zu den dominierenden Elementen, ab der Probe 6 sinken die Werte beider Formen deutlich ab.

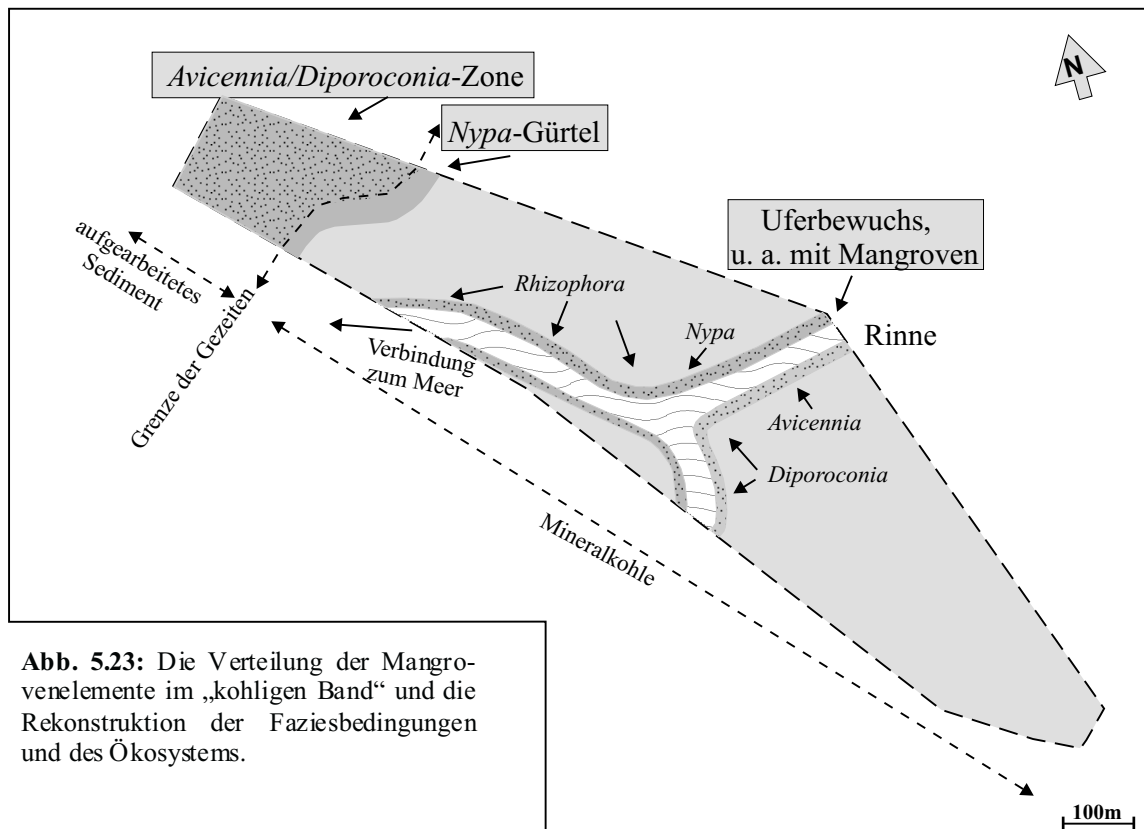
Auch in den Liegendschichten (Profil A) erscheinen beide Formen ebenfalls nur gemeinsam (Abb. 5.5). Die Assoziation von *Avicennia* und *D. iszkaszentgyoergyi* ist somit in vertikaler und auch horizontaler Abfolge in der Wulfersdorfer Flözgruppe nachgewiesen worden. Auch die Cluster-Analyse (Anhang C-2, Tab. 5.4) bestätigt die enge Verbindung beider Formen.

Die Untersuchungen an der Wulfersdorfer Flözgruppe zeigen also, daß *D. iszkaszentgyoergyi* mehr ein Mitglied der Mangrove war als ein Mitglied der brackischen Marsch.

Da die Mangrovenvegetation generell an Gezeitenbereiche gebunden ist, hängt auch der Transport der Pollen unmittelbar mit dem Gezeitenstrom zusammen. So kommt es lediglich zu einem leichten seewärtigen Transport der Pollen nicht aber umgekehrt zu einem landwärtigen Transport (MULLER & CARATINI 1977). Ähnliche Beobachtungen konnte RIEGEL (1965) in den Florida Everglades machen, wo Pollen aus den inländischen Florengemeinschaften durch den seewärts gerichteten Abfluß sowie durch Wind in die Küstenregion transportiert werden, während aus der Mangrove kaum Pollen landeinwärts ausgeweht werden. MULLER & CARATINI (1977) haben einen maximalen Windtransport eines *Rhizophora*-Pollens von lediglich 870 m beobachtet. Dies wurde unter anderem als Hinweis benutzt, um eine Küstenlinie auf Grund des Vorhandenseins von Mangrovenpollen wie *Rhizophora* oder *Nypa* zu rekonstruieren (ASSEMIEN 1969; MULLER & CARATINI 1977). Auch die im Eozän in Europa beobachteten Früchte und Pollen von *Nypa*, die früher als allochthones Driftmaterial angesehen wurden (VAN STEENIS 1962), sind somit als autochthon anzusehen und belegen eine Ausbreitung der Mangrove in Südeuropa im Untereozän (HASeldonckx 1972) und in Mitteleuropa im Mitteleozän (MAI 1995).

Aus der oben beschriebenen Assoziation von *Avicennia* und *D. iszkaszentgyoergyi* kann somit im Bereich der Proben 1 bis 5 die Mangrove nachgewiesen werden. Die Proben 6 und 8 werden durch das Auftreten von *Nypa* geprägt, so daß die Proben 1 bis 5 die eigentliche Mangrovenzone (*Avicennia/Diporoconia*-Zone) repräsentieren, die durch einen *Nypa*-Gürtel (Proben 6 und 8) vom Hinterland abgegrenzt wird. Geht man von der üblichen Zonierung in einer Mangrove aus, so wird hier der innere Teil der Mangrove mit dem Auftreten von *Avicennia* und *Nypa* abgebildet, während die äußere *Rhizophora*-Zone zwar nicht mehr nachweisbar ist (Abb. 5.23), doch möglicherweise im nordwestlichen Anschluß an den hier untersuchten Bereich folgen könnte.

Auch sedimentologisch läßt sich die Mangrovenzone im kohligen Band abgrenzen und somit auch der Verlauf



**Abb. 5.23:** Die Verteilung der Mangroveelemente im „kohligen Band“ und die Rekonstruktion der Faziesbedingungen und des Ökosystems.

der Küstenlinie rekonstruieren. Im Bereich der Mangrove ist das kohlige Band (Taf. 16, Abb. 1a, 1b) nicht kompakt, sondern möglicherweise durch Brandung aufgearbeitet und in ein grobes Konglomerat zerfallen. Landeinwärts von Probe 8 an wandelt sich der Horizont in einen kompakten, nicht aufgearbeiteten kohligen Ton bzw. eine Mineralkohle (Taf. 16, Abb. 2a, 2b).

Ein weiteres Gebiet, in dem alle vier Mangroveelemente verbreitet sind, ist in der Umgebung der Proben 19 – 23 zu finden. Die im Nordwesten des Untersuchungsgebietes deutlich ausgebildete Zonierung der Mangrove ist hier nicht zu erkennen. Der Grund kann in der geringen Probendichte in diesem Bereich oder auch im allochthonen Ursprung der Pollen liegen, in dem die Mangroveelemente aus einem vorgelagerten Mangrovengürtel im Nordwesten in den zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes durch den Gezeitenstrom eingespült wurden.

Die durch das kohlige Band repräsentierte Verlandungsfläche war vermutlich mit kleinen Seen, Rinnen und einzelnen Flußarmen des Ästuars durchsetzt, die in Verbindung zum nahen Meer standen und deren Ufer von Mangroven bewachsen waren. Derartige Rinnen-begleitenden Galerien von Mangroven sind in allen tropischen Marschgebieten zu beobachten und werden mehr oder weniger palynologisch nachgezeichnet (z. B. RIEGEL 1965). Ähnliche Verbreitungsmuster lassen im kohligen Band die Rekonstruktion einer Mangroven-begleiteten Rinne zu, an der sich wieder eine *Avicennia/Diporoconia*-Zone angesiedelt hat und der ein Gebiet mit *Rhizophora*-Beständen vorgelagert war (Abb. 5.23). Der im Nordwesten nachweisbare *Nypa*-Gürtel ist hier auf Grund der geringen Probendichte nicht schlüssig zu belegen. Durch die Häufigkeit von *Nypa*-Pollen in Probe 21 ist aber zumindest das Vorhandensein dieser Palmen auch in diesem Gebiet nachgewiesen.

Andererseits ist die Möglichkeit, daß die Pollen hier aus der Küstenmangrove mit dem Gezeitenstrom eingespült wurden und im Gegensatz zu den autochthonen Pollen im Nordwesten als allochthon anzusehen sind, zwar unwahrscheinlich aber letztendlich nicht völlig auszuschließen.

### 5.2.7.3 Aquatische Elemente

Als aquatische Elemente werden hier die Planktonformen bezeichnet, die in Dinoflagellaten und „sonstiges Plankton“ aufgeteilt wurden. Beim „sonstigen Plankton“ handelt es sich um Prasinophyten, *Botryococcus* und Algenformen wie *Planctonites stellarius*, die alle im brackischen Milieu auftreten und im Falle von *Botryococcus* auch nachgewiesenermaßen zumindest rein marine Bedingungen nicht tolerieren. Auf Grund des insgesamt sehr seltenen Auftretens dieser Formen lohnt sich eine gesonderte Darstellung der einzelnen Formen in Isopollenkarten mit Ausnahme der Dinoflagellaten, die als eindeutiges marines Element angesehen werden können, nicht.

#### Dinoflagellaten (Anhang D-3)

Die Dinoflagellaten sind innerhalb des kohligen Bandes selten oder treten überhaupt nicht auf. Drei Gebiete mit unterschiedlichem Auftreten lassen sich unterscheiden. Die Proben 1 – 6 zeigen einen Bereich, in dem Dinoflagellaten relativ selten sind aber regelmäßig erscheinen. Es werden jedoch keine Werte über 1% erreicht. Im zentralen Gebiet der Karte fehlen Nachweise dieses marinen Planktons, im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes sind die Formen wieder regelmäßig vorhanden. Hier sind gelegentlich sogar Werte von über 1% zu beobachten.

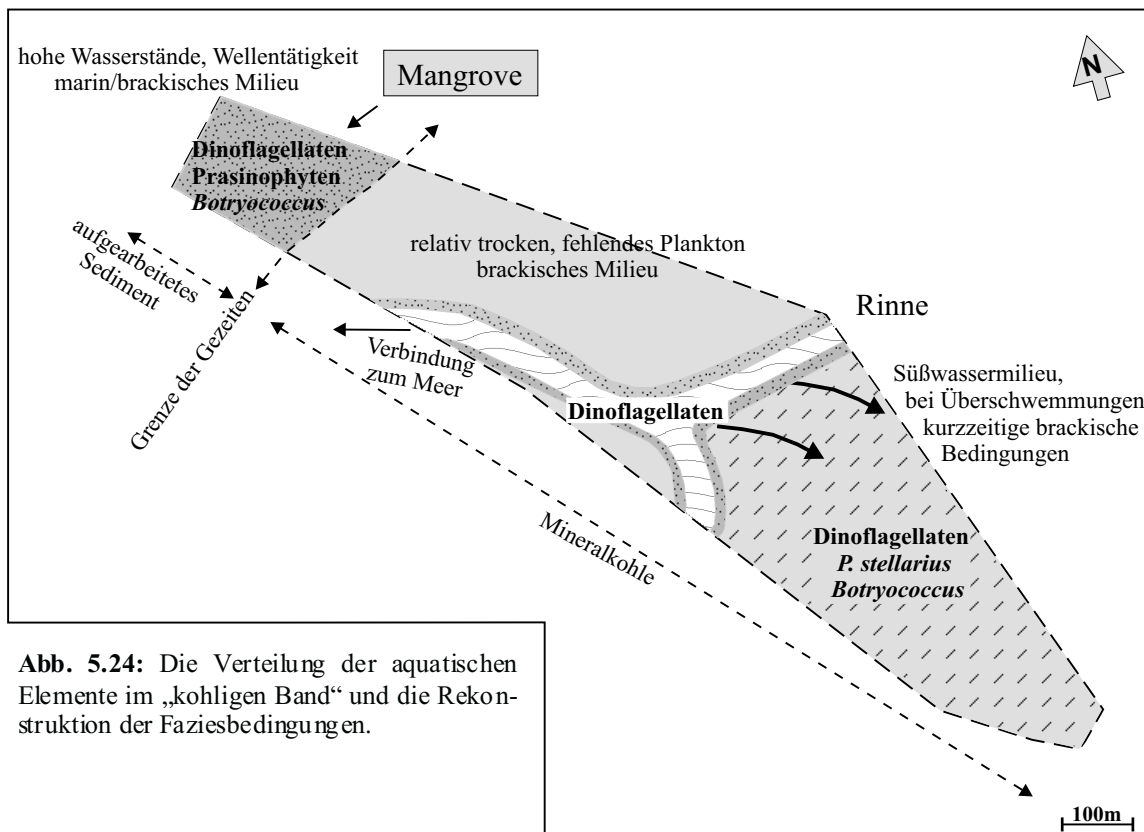
#### „Sonstiges Plankton“ (Prasinophyten, *Botryococcus*, *P. stellarius*, Anhang D-3)

Auch hier ist eine Dreiteilung der Isopollenkarte erkennbar. Es gibt zwei Gebiete, in der das „sonstige Plankton“ eine nennenswerte Verbreitung erlangt. Im nordwestlichen Teil der Karte erreichen die Formen zusammen bis 2,3%. Während zwischen den Proben 7 und 21 Nachweise dieses Planktons zumeist fehlen, erscheinen die Algen ab Probe 22 wieder regelmäßig und erreichen in den Proben 26 und 27 wieder Werte über 1%.

Im Prinzip herrscht zwischen den Isopollenkarten der aquatischen Elemente und den Karten der Mangrovenbewohner eine gute Übereinstimmung. Im Bereich der Proben 1 bis 6, dem Verbreitungsgebiet der *Avicennia/Diporoconia*-Mangrove, sind die Algen am stärksten verbreitet. Da auch die Dinoflagellaten in diesem Gebiet regelmäßig erscheinen, kann übereinstimmend mit der Verbreitung der Mangroveelemente von Wasserständen oberhalb der Sedimentoberfläche ausgegangen werden, in dem marine bis brackische Bedingungen herrschten. Auch die Aufarbeitung der Sedimente in diesem Bereich ist ein Hinweis auf Wellentätigkeit und somit auf relativ hohe Wasserstände.

Weiterhin sind im südöstlichen Gebiet der Karte Nachweise der aquatischen Elemente nicht selten. Sie sind dort nur innerhalb und östlich der Rinne zu finden, die sich aus der Verteilung der Mangroveelemente ablesen läßt. Wahrscheinlich sind die Formen gemeinsam mit dem hohen klastischen Anteil (BULLWINKEL 1996) während Hochwasserphasen in diesen Bereich gespült worden (Abb. 5.24).

Der zentrale Bereich der Karte, in dem die Nachweise der Algen sehr selten sind, ist möglicherweise trockener und vor Überschwemmungen geschützt gewesen, da das Gelände etwas höher lag.



**Abb. 5.24:** Die Verteilung der aquatischen Elemente im „kohligen Band“ und die Rekonstruktion der Faziesbedingungen.

#### 5.2.7.4 Marschelemente

Als Marschelemente im eigentlichen Sinne sind nur Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen im kohligen Band vertreten. Als assoziierte Elemente können jedoch *Plicapollis pseudoexcelsus* und *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* in diesem Zusammenhang ebenfalls behandelt werden (vgl. Kap. 5.2.3.3.1).

##### **Restionaceae** (*Milfordia* spp., Anhang D-4)

Im Großen und Ganzen lassen sich zwei Gebiete mit unterschiedlichem Auftreten auf der Isopollenkarte erkennen. Im Bereich der Proben 1 bis 22 sind die Formen häufig und erreichen mit wenigen Ausnahmen Werte über 2%, in einigen Proben (14, 20, 22) sogar über 4%. Ab Probe 23 sind dann die Restionaceen deutlich seltener und erreichen nur in Probe 27 noch einmal einen Wert über 2%.

##### **Sparganiaceae/Typhaceae** (*Sparganiaceapollenites* spp., Anhang D-5)

Relativ ungleichmäßig erscheinen diese Formen. Grundsätzlich sind die Sparganiaceen regelmäßig vorhanden, erreichen aber keine hohen Werte. Teilweise fehlen die Formen sogar völlig (Proben 7, 18). Deutlich hebt sich jedoch ein Bereich im Umfeld der Proben 14, 15 und 20 ab, in dem *Sparganiaceapollenites* spp. sehr häufig erscheint und bis 12,6% erreicht.

##### ***Plicapollis pseudoexcelsus*** (Anhang D-4)

Ähnlich wie bei den Restionaceen zeigt auch diese Karte eine Zweiteilung, die sogar weitaus stärker ausgeprägt ist als bei *Milfordia*. Im nordwestlichen Teil der Karte in den Proben 1 bis 15 sowie 21 und 22 erscheint die Form zumeist sehr häufig und erreicht regelmäßig Werte um 10% und einen Maximalwert von 19,1% in Probe 2. Im südöstlichen Gebiet der Karte in den Proben 14 bis 20 und 23 bis 28 ist die Form deutlich seltener und erreicht nur Werte um 6%.

##### ***Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*** (Anhang D-5)

Die Form erscheint sehr unregelmäßig, so daß eine Struktur in der Karte schwer abzulesen ist. Im nordwestlichen und zentralen Teil der Karte ist die Form regelmäßig, jedoch mit schwankenden Werten zu beobachten. Im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes fehlt die Form. Ausnahme ist jedoch Probe 27, in der die Form mit 2,4% den Maximalwert innerhalb des kohligen Bandes erzielt.

Aus den Analysen der Pollendiagramme aus der Wulfersdorfer Flözgruppe wurde bereits das Bild einer brackischen Marsch abgeleitet, die sich hinter einer Mangrove ausbreitet (siehe Kap. 5.2.3.3.1). Im Anschluß an die brackische Marsch bildet sich unter veränderten hydrologischen Bedingungen eine Süßwassermarsch aus. Während die brackische Marsch vor allem durch Restionaceen repräsentiert ist, kann auch *P. pseudoexcelsus* als ein assoziiertes Glied dieser Marsch angesehen werden. Die Süßwassermarsch wird neben den Restionaceen vor allem von Sparganiaceen/Typhaceen bewachsen. Im Gegensatz zur brackischen Marsch ist hier *P. subherycynicus* das assoziierte Element.

Die Isopollenkarten dieser vier Elemente bestätigen diese Annahme. Die Restionaceen und *P. pseudoexcelsus* zeigen beide sehr ähnliche Isopollenkarten. Bis zur Probe 22 sind die Restionaceen häufig und zeigen, daß sich bis dorthin die brackische Marsch hinter der Mangrove (Proben 1 bis 6) ausgebreitet hat. Es gibt einige Bereiche, in denen die Werte für die Restionaceen sogar über 4% liegen. Dies betrifft die Umgebung der Proben 14, 20 und 22. Nach der Häufigkeit der Mangrovelemente sowie der aquatischen Elemente sind dies Proben, bei denen von hohen Wasserständen bzw. von Rinnen in der Marsch ausgegangen werden kann. Die erhöhten Werte können hier also auf einen allochthonen Eintrag der Restionaceen-Pollen aus der brackischen Marsch zurückzuführen sein. Gleiches gilt für die Probe 1, in der die Restionaceen-Pollen aus dem Hintergrund der Mangrove eingetragen wurden.

Ab Probe 23 kommt es zu einem Bruch. Die Werte für *Milfordia* spp. gehen deutlich zurück. Südöstlich der Rinne hat sich demnach eine veränderte Vegetation angesiedelt, in der die Restionaceen zurückgedrängt wurden. Auch auf der Karte von *P. pseudoexcelsus* ist diese Entwicklung abzulesen. Im Nordwesten sind sehr hohe Werte zu verzeichnen, südöstlich der Rinne gehen die Werte stark zurück. Die Karte läßt zwei Deutungen zu, entweder, daß die Mutterpflanzen von *P. pseudoexcelsus* im Nordwesten mit den Restionaceen in der brackischen Marsch vergesellschaftet waren, oder daß sie eine eigene Zone im Randbereich der brackischen Marsch gebildet haben, also nicht innerhalb der Marsch wuchsen. Ihr massenhaft produzierter Pollen wurde wie ein Schleier über das Marschgebiet verteilt und ist deshalb besonders in Proben aus diesen Bereichen häufig. Nach letzterem wäre der nordwestliche Teil des Untersuchungsgebietes in der Tat als brackische Marsch anzusehen, in der vornehmlich Restionaceen wuchsen und sich *P. pseudoexcelsus* als parautochthones Element ablagern konnte. Im Südosten der Karte führten die Veränderungen in der Vegetation zur deutlichen Herabsetzung der Werte für *P. pseudoexcelsus* und der Restionaceen, nicht zuletzt auch auf Grund der Windblütigkeit und Massenproduktion der Pollen der dort benachbarten Bruchwaldelemente.

Die Isopollenkarten der Süßwassermarschbewohner zeigen gegenüber denen der Restionaceen und *P. pseudoexcelsus* deutliche Unterschiede. Die Pollen sind ganz anders verteilt. Die Sparganiaceen/Typhaceen sind besonders im Bereich der Proben 14, 15 und 20 mit hohen Werten vertreten. In Probe 20 werden gar 12,6% erzielt. Eine so ungleichmäßige Verteilung spricht gegen einen allochthonen Eintrag und legt einen Standort im Süßwasserbereich nahe. Hier ist somit das Vorkommen von Süßwasserelementen und brackischen Elementen wie den Mangroven in unmittelbarer Nachbarschaft gegeben.

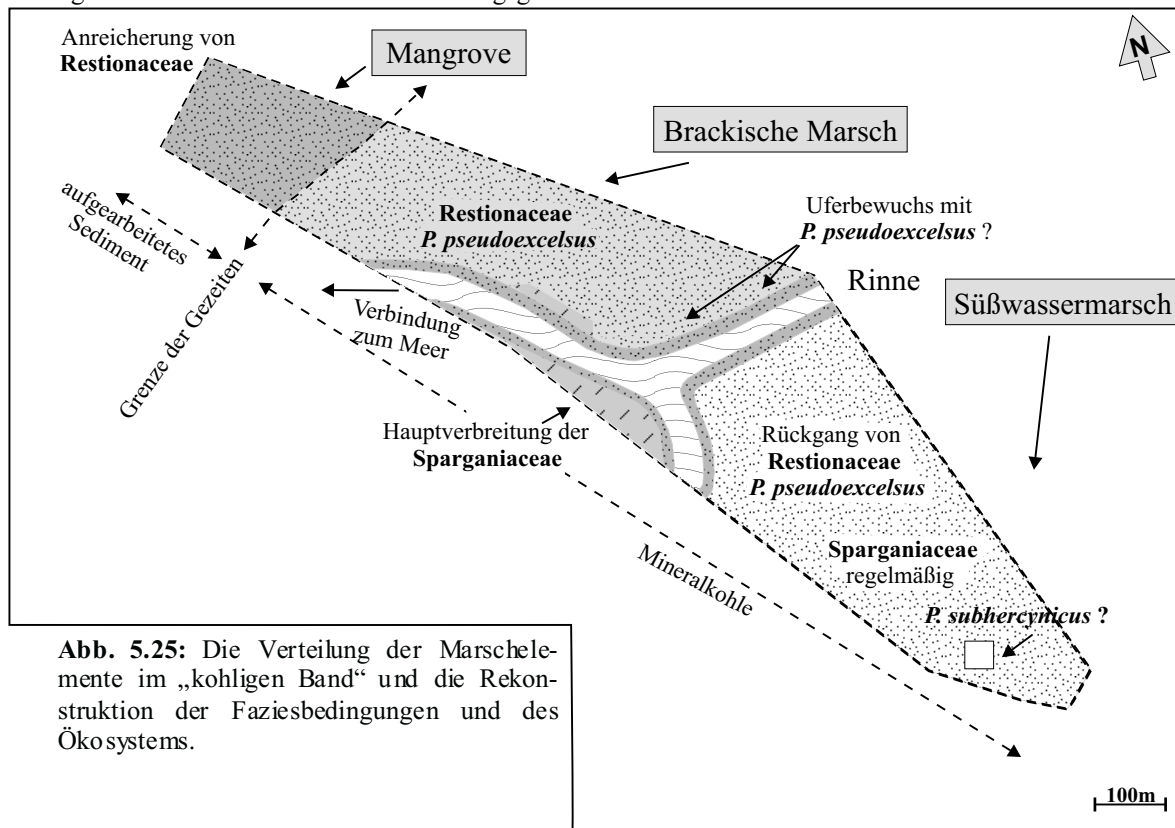


Abb. 5.25: Die Verteilung der Marschelemente im „kohligen Band“ und die Rekonstruktion der Faziesbedingungen und des Ökosystems.

Zwar geht man davon aus, daß Pollen niedrigwachsender Pflanzen wie den Sparganiaceen oder Restionaceen nicht weit verteilt werden (FREDERIKSEN et al. 1985), doch spielt im Untersuchungsgebiet der Wassertransport mit Sicherheit eine Rolle, so daß die allmähliche Abnahme der Werte Richtung Nordwesten ausgehend von Probe 20 auch auf einen Wassertransport dieser Pollen in der Rinne hindeutet.

Südöstlich der Rinne sind Sparganiaceen und Typhaceen insgesamt regelmäßig zu finden, so daß im Südosten bereits die allmähliche Ausbildung der Süßwassermarsch beginnt.

*P. subherycynicus* ist ähnlich wie *P. pseudoexcelsus* ein Pollen einer windblütigen Pflanze. Im Gegensatz zu der flächenhaften Verbreitung von *P. pseudoexcelsus* sind Nachweise von *P. subherycynicus* selten und unregelmäßig. Dieses Auftreten zeigt einen anderen Verteilungsmechanismus als bei *P. pseudoexcelsus* an. Vermutlich hat die Mutterpflanze von *P. pseudoexcelsus* größere Bestände gebildet, aus denen große Mengen von Pollen ausgeweht wurden, während die Mutterpflanze von *P. subherycynicus* lediglich eng begrenzte Standorte besiedelt hat. Somit wurden die Pollen lediglich in einem kleinen Gebiet verteilt, wie z. B. im Bereich der Probe 27, wo die Form mit 2,4% relativ häufig ist. Hier haben Mutterpflanzen von *P. subherycynicus* gestanden, deren Pollen trotz der Windblütigkeit nur lokal und nicht so flächenhaft verbreitet wurden wie die Formen von windblütigen Pflanzen wie *Tricolpopollenites liblarensis* und *Tricolporopollenites cingulum* (siehe Kap. 5.2.7.7), deren Mutterpflanzen Wälder gebildet haben und dementsprechend große Wolken dieser Pollen ausgeweht wurden.

Zusammenfassend zeigen die vier Karten der Marschelemente eine Verbreitung der brackischen Marsch im Hintergrund einer Mangrove an (Abb. 5.25). Die aus der Verteilung der Mangrovelemente abgeleitete Annahme, daß das Untersuchungsgebiet durch eine Rinne durchschnitten wird, wird durch die Anreicherung der Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen in diesem Bereich bestätigt. Im südöstlich der Rinne gelegenen Gebiet breitete sich eine andere Vegetation aus, in der Elemente der brackischen Marsch zugunsten einer Ausbreitung der Süßwassermarsch zurückgedrängt wurden.

### 5.2.7.5 Palmen

#### Phoenix: Monocolpopollenites tranquillus (Anhang D-6)

Diese Palmenpollen sind unregelmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt. Im Nordwesten zwischen den Proben 1 und 16 sind sie zumeist selten und erreichen kaum Werte über 1%. Lediglich im Umfeld der Probe 7 sind sie etwas häufiger vorhanden. Im Südosten ab Probe 17 ist *M. tranquillus* deutlich häufiger, Werte über 1,5% sind keine Seltenheit. In den Proben 18 und 26 ist diese Art mit über 5,5% sogar häufig.

#### Sabal: Arecipites spp. (Anhang D-6)

Wie *M. tranquillus* ist auch *Arecipites* spp. recht ungleichmäßig verteilt, doch läßt sich im Umfeld der Proben 23 und 26 ein Bereich ausgrenzen, in dem die Pollen sehr häufig sind (10,3% in Probe 26), von dort aus aber nach Richtungen schnell seltener werden. In Probe 25 fehlt *Arecipites* spp. dann sogar. Im Nordwesten des Untersuchungsgebietes ist die Form zwar regelmäßig zu finden, erreicht aber keine übermäßig hohen Werte.

#### Calamus: Dicolpopollis kockeli (Anhang D-7)

*D. kockeli* ist zwischen den Proben 11 und 28 relativ gleichmäßig in den Proben zu finden. Zumeist liegen die Werte um 1,5%. Lediglich in den Proben 14, 15 und 18 steigen die Werte auf über 2% an. Mit Annäherung an die Mangrovenzone gehen die Werte mit Ausnahme der Probe 3 deutlich zurück. In den Proben 4 und 9 fehlt die Form.

Die beiden Karten von *M. tranquillus* und *Arecipites* spp. geben Hinweise auf die Zusammensetzung der Vegetation im Südosten des Untersuchungsgebietes. Während die Pollen der Marschbewohner wie der Restionaceen oder *P. pseudoexcelsus* im Südosten der Karte stark zurückgehen, haben die Palmenpollen besonders im Südosten ihre stärkste Verbreitung.

Schon aus der Untersuchung der Profile ergaben sich für die Wulfersdorfer Flöze Hinweise auf die Existenz von Hammocks, also von Bauminseln, die, ähnlich wie in den Florida Everglades, in der meist baumlosen Marsch auf trockeneren Geländeerhebungen wachsen. Wie die Pollendiagramme aus dem Zwischenmittel 4/5 zeigen, sind dort Palmenpollen besonders weit verbreitet. Vermutlich stammen sie aus sogenannten „hardwood hammocks“, die unter anderem von Palmen bewachsen sind. Zumindest zeigen die geringen Werte innerhalb der Kohleflöze 4 und 5 sowie die steigenden Werte in den Übergangsbereichen zum Zwischenmittel, daß die Palmen vom Typ *M. tranquillus* und *Arecipites* spp. vor dem eigentlichen Bruchwald gelebt haben.

Vor allem die Isopollenkarte von *Arecipites* spp. läßt die Vermutung zu, daß besonders im Bereich der Probe 26 Palmen vom *Sabal*-Typ stark vertreten waren. Auch *M. tranquillus* hat in dieser Probe die größte Verbreitung. Vermutlich lag in diesem Bereich ein Hammock, der vor allem von Palmen bewachsen war (Abb. 5.26). Besonders die Karte von *Arecipites* spp. zeigt auch das allmähliche Absinken der Werte in Richtung Nordwesten und Südosten, so daß von einem Auswehen der Pollen aus dem Umfeld der Probe 26 auszugehen ist. Der deutlich erhöhte Wert für *Pompeckjoidaepollenites subherycynicus* in Probe 27 kann damit erklärt werden, daß dessen Mutterpflanze im Randbereich mit dem „Palmen-Hammock“ assoziiert war.

*M. tranquillus* hat in der Probe 18 einen weiteren Verbreitungshöhepunkt. Leider ist die Probandichte in diesem Bereich zu gering, um genaue Aussagen über die Abgrenzung dieses Hochs im nördlichen Anschluß an diese

Probe zu erhalten. Es könnte sich jedoch ebenfalls um einen Hammock oder eine Galerie mit Palmenbewuchs am Rande der Rinne gehandelt haben. So sind in der rezenten Mangrove im Gangesdelta ähnliche *Phoenix*-Gürtel an den Ufern der Wasserläufe weit verbreitet, wobei sogar erhöhte Salinitäten toleriert werden (BLASCO 1977).

Auffallend ist die Seltenheit von *M. tranquillus* und *Arecipites* spp. im Bereich der Mangrove, in dem außer *Nypa* keine Palmen zu vermuten sind. Als weitere Palmenart erscheint *Calamus* (*D. kockeli*) in den Proben aus dem kohligem Band. Zwar werden von *D. kockeli* regelmäßig Werte um 1% verzeichnet, ihr gleichmäßiges aber geringes Auftreten zeigt jedoch, daß diese Pflanzen im Untersuchungsgebiet nicht verbreitet waren, sondern die Pollen lediglich aus dem Bruchwald ausgeweht worden sind. Im Bereich der Mangrove im Nordwesten sind gar nur Einzelexemplare zu finden, gelegentlich fehlt die Form völlig. Hier macht sich ein Filtereffekt bemerkbar, in dem die Pollen zwar über die baumlose Marsch verteilt wurden, der Baumbewuchs der Mangrove jedoch die wenigen Pollen vom Typ *D. kockeli* aus der Luft filterte.

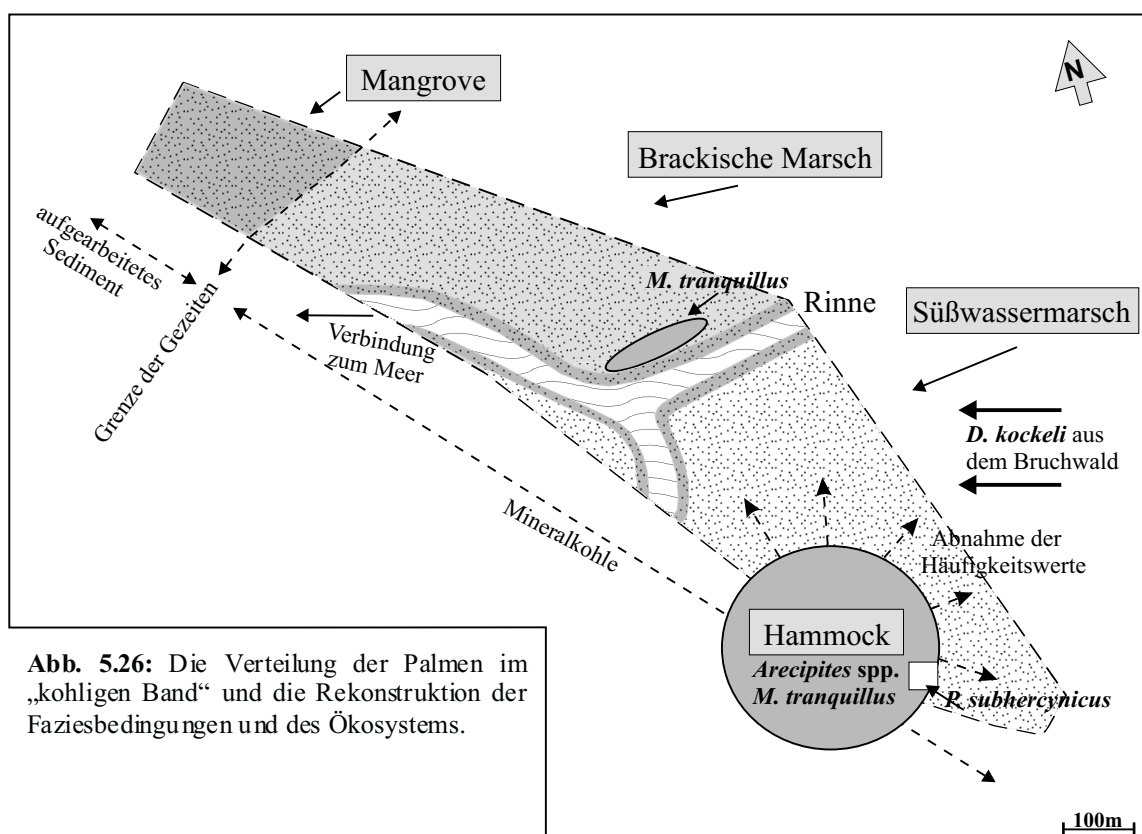


Abb. 5.26: Die Verteilung der Palmen im „kohligen Band“ und die Rekonstruktion der Faziesbedingungen und des Ökosystems.

### 5.2.7.6 Farne

**Sporen:** *Leiotriletes* spp., *Cicatricosisporites* spp., *Baculatisporites* spp., *Laevigatosporites* spp. usw. (Anhang D-7)

Die „Isopollenkarte“ zeigt eine ungleichmäßige Verteilung der Sporen im Untersuchungsgebiet. Fleckenhaft erscheinen in einigen Proben recht hohe Werte für Sporen. Besonders erwähnenswert ist die Probe 23, in der die Sporen zusammen 6,7% erreichen. Auch Probe 3 ist mit 3,9% noch zu erwähnen, in den anderen Proben wird nur selten die 2%-Marke überschritten.

Die Karte der Sporen ist deshalb so interessant, da Sporen nicht sehr weit vom Standort ihrer Mutterpflanzen transportiert werden, und somit Fundpunkte von Sporen direkte Hinweise auf das Vorhandensein einer Farnflora in unmittelbarer Nähe geben. Auch die fleckenhafte Verteilung der Sporen auf der Isopollenkarte unterstreicht dies.

Relativ hohe Werte in den Proben 8, 12, 16 und 27 deuten einen inselhaften Bewuchs innerhalb der brackischen Marsch an (Abb. 5.27). Die erhöhten Werte in den Proben 23 und 27 zeigen eine Farnflora im Randgebiet des dortigen „Palmen-Hammocks“ an. Das häufige Auftreten in Probe 3 zeigt gar, daß auch in der Mangrove Farne auftraten.

### 5.2.7.7 Bruchwaldelemente

#### **Fagaceae I: *Tricolpopollenites liblarensis* (Anhang D-8)**

Die Karte von *T. liblarensis* zeigt eine relativ ungleichmäßige Verteilung dieser Pollen. In einigen Proben werden bis zu 29,1% (Probe 6) verzeichnet, wenige Meter daneben wie in Probe 8 aber nur noch 7,6%. Im Nordwesten werden die höchsten Werte erreicht, im zentralen Bereich gehen sie deutlich zurück.

#### **Fagaceae II: *Tricolporopollenites cingulum* (Anhang D-8)**

Im Gegensatz zu *T. liblarensis* zeigt diese Pollenform eine sehr gleichmäßige Verteilung. In einigen Proben werden zwar Werte von weit über 30% erreicht, doch zumeist liegen sie zwischen 20 und 30%. Im Nordwesten zwischen den Proben 1 und 7 ist allerdings ein deutlicher Rückgang bis zu 1, 2% in Probe 2 zu verzeichnen. Auch in Probe 22 wird mit 2,3% ein sehr niedriger Wert erreicht. Wie weit diese Probe für ihren Bereich repräsentativ ist, läßt sich auf Grund der geringen Probendichte dort nicht erkennen.

#### **Betulaceae: *Triporopollenites robustus/coryloides* (Anhang D-9)**

Die Karte ist vergleichbar mit der von *T. cingulum*. Auch hier ist eine sehr gleichmäßige Verteilung der Pollen zu verzeichnen. Die Werte liegen zumeist um 10%. Lediglich in Probe 9 wird mit 21,3% ein deutlich höherer Wert erreicht. Zwar gibt es auch im zentralen und südöstlichen Teil der Karte immer wieder Proben, in denen die Werte zurückgehen, doch ist ähnlich wie bei *T. cingulum* der Rückgang besonders im Nordwesten deutlich.

#### **Myricaceae: *Triatriopollenites* spp. (Anhang D-9)**

Die Myricaceen sind über das gesamte Untersuchungsgebiet sehr gleichmäßig verteilt. Die Werte liegen zwischen 2 und 4%, wobei gelegentlich Ausreißer nach oben und unten vorhanden sind. Der Maximalwert wird in Probe 12 mit 5,6%, in Probe 1 der Minimalwert mit 1,2% erreicht.

#### **Juglandaceae I: *Platycarya (Platycaryapollenites* spp., Anhang D-11)**

Die im allgemeinen im Untersuchungsgebiet sehr seltenen Pollen tauchen in zwei Bereichen der Karte regelmäßig auf. Im nördlichen Teil des Gebietes im Umfeld der Proben 2, 4, 11, 13 und 15 werden Werte zwischen 1 und 2% erzielt. Von dort aus nehmen die Häufigkeitswerte in alle Richtungen ab, im zentralen Teil des Untersuchungsgebietes fehlen die Pollen dann völlig. Im Südosten sind die Formen dann in der Umgebung der Proben 23 und 27 wieder regelmäßig zu finden.

#### **Juglandaceae II: *Carya (Caryapollenites* spp., Anhang D-11)**

Ähnlich selten wie *Platycaryapollenites* ist auch *Caryapollenites*. Nur im zentralen Teil der Karte in der Umgebung der Proben 7 bis 11 und 14 sind die Pollen regelmäßig vorhanden. Der Maximalwert wird aber in Probe 2 mit 3,1% erzielt. Allerdings ist dies eine Einzelprobe, in deren Umgebung die Formen nahezu fehlen. Auch im Südosten der Karte sind nur vereinzelte Exemplare zu beobachten.

#### **Juglandaceae III: *Plicatopollis* spp. (Anhang D-10)**

Die *Plicatopollis*-Arten zeigen eine völlig andere Isopollenkarte als die beiden anderen Juglandaceen-Arten *Carya* und *Platycarya*. In dieser Karte sind im zentralen Teil die höchsten Werte zu beobachten. Der Maximalwert wird dabei in Probe 14 mit 4,7% erzielt. Im Nordwesten des Untersuchungsgebietes sind dagegen nur Einzelexemplare nachzuweisen. Im südöstlichen Teil des Gebietes ist *Plicatopollis* spp. dagegen wieder regelmäßig, gelegentlich sogar recht häufig.

#### **Juglandaceae IV: *Engelhardtia (Momipites* spp., Anhang D-10)**

In dieser Karte zeichnet sich sehr deutlich ein Hauptverbreitungsgebiet im Umfeld der Probe 22 ab. Dort werden 2,2% erreicht. Von dieser Probe aus gehen die Werte in alle Richtungen allmählich zurück, so daß im Bereich der Proben 9, 17, 23 und 26 *Momipites* nur noch in Einzelexemplaren erscheint bzw. ganz fehlt. Lediglich im Nordwesten sind die Formen wieder relativ häufig und erreichen in Probe 7 sogar 4,2%.

#### **Taxodiaceae: *Inaperturopollenites* spp. (Anhang D-12)**

Auch diese Formen sind relativ selten. Deutlich lassen sich jedoch zwei Gebiete herausstellen, in denen Taxodiaceen-Pollen regelmäßig erscheinen: Im Bereich der Proben 11 bis 13 und 15 sowie im Südosten der Karte, wo in Probe 28 mit 2,4% der Maximalwert erzielt wird. Sonst sind die Taxodiaceen nur durch Einzelexemplare vertreten. Im Nordwesten fehlen sie sogar völlig.

#### **Ericaceae: *Ericipites* spp. (Anhang D-12)**

Auch *Ericipites* hat ein Hauptverbreitungsgebiet im Bereich der Probe 22, wo mit 4,9% der Maximalwert erreicht wird. Von dieser Probe aus nehmen in alle Richtungen die Werte der Ericaceen ab. Allerdings steigen sie im Bereich der Proben 9, 12 und 16 wieder leicht an. Ebenso treten zwischen den Proben 1 und 5 im Nordwesten wieder regelmäßig Exemplare auf.

Natürlich ist nur die Verbreitung ausgewählter Formen, die zur Vegetation des Bruchwaldes zu zählen sind, in den Isopollenkarten dargestellt. Es fehlen z. B. die Sapotaceen und Nyssaceen, die ebenfalls regelmäßig zu finden sind, deren Isopollenkarten aber wenig Aussagekraft haben. Ausgewählt wurden 10 Elemente des Bruchwaldes, die alle mehr oder weniger unterschiedliche Karten zeigen und palynologisch wichtig sind. Zu ihnen gehören natürlich die Massenpollen der Typen *T. cingulum*, *T. liblarensis* und *T. robustus/coryloides*. Wie es zu erwarten ist, sind die Pollen dieser Arten sehr gleichmäßig über das Gebiet verteilt. Auffällig ist allerdings bei *T. robustus/coryloides* und *T. cingulum* der starke Rückgang im Gebiet der Mangrove im Umfeld der Proben 1 bis 8. Bei *T. cingulum* gehen die Werte um etwa 10% zurück, bei *T. robustus/coryloides* sind es etwa 6 – 7% weniger. Ein statistischer Effekt durch das zusätzliche Auftreten von Mangrovenpollen in diesen Proben ist für diesen Rückgang kaum heranzuziehen, da der Anteil der Mangrovenpollen relativ gering ist. Eher wird der dichte Baumbewuchs der Mangrove einen großen Teil der Pollen aus der Luft gefiltert haben, die sich vorher ungestört über die baumlose Marsch verteilen konnten. Es ist also von einem ähnlichen Effekt auszugehen, wie es für *Plicatopollis pseudoexcelsus* im Zwischenmittel 4/5 beschrieben ist (Abb. 5.19). Auch die niedrigen Werte im zentralen Bereich der Karte können auf den Filtereffekt des Uferbewuchses der dort durchziehenden Rinne zurückgeführt werden, wenn auch auf Grund der geringeren Probandichte nicht so eindeutig.

Interessanterweise tritt dieser Filtereffekt in der Karte von *T. liblarensis* nicht in Erscheinung. Hier ist eher im zentralen und südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes ein Rückgang der Werte zu beobachten, im Nordwesten in der Mangrove jedoch nicht. Zu erklären ist dies möglicherweise damit, daß die Mutterpflanzen von *T. liblarensis* auch innerhalb der Ufervegetation sowie in unmittelbarer Nähe zur Mangrove gelebt haben und so kein Filtereffekt eintritt. Ein vergleichbares Beispiel liefert *Plicatopollis pseudoexcelsus* (Anhang D-4), der ebenfalls unverändert hoch in der Mangrove und in der Ufervegetation zur Rinne auftritt.

Letztendlich zeigen die Karten, daß Rückschlüsse, die auf Grund dieser Massenpollen gezogen werden, unter Vorbehalt zu betrachten sind, da diese Pollen überall häufig auftreten und keine Beziehung zu den Standorten der Mutterpflanzen erkennen lassen.

Auch die Myricaceen zeigen eine sehr gleichmäßige Verteilung in der Isopollenkarte. Anders als bei den Massenpollen sind die Werte allerdings deutlich niedriger. Schon die Analysen der Profile aus der Wulfersdorfer Flözgruppe haben gezeigt, daß die Myricaceen, hier vor allem repräsentiert durch *Triatriopollenites bituitus*, als Pionierpflanzen in die Süßwassermarsch vordringen konnten. Die Isopollenkarten aus dem „kohligen Band“ zeigen, daß sie möglicherweise im Untersuchungsgebiet selbst oder zumindest in unmittelbarer Nähe gelebt haben. Ein denkbarer Standort dieser Pflanzen könnte der Hammock im Südosten gewesen sein. Auffällig sind die Proben 7, 12, 13, 17 und 18, in denen die Myricaceen etwa 2% häufiger sind als in den umgebenden Proben. Ähnlich wie bei den Sparganiaceen/Typhaceen erscheint auch für die Myricaceen auf Grund der Verbreitung ihrer Pollen ein Bewuchs in der Uferzone der Rinne und am Rande von Hammocks möglich. Für die Myricaceen des Eozäns lassen sich somit ähnliche Standortbedingungen ableiten wie in den heutigen Florida Everglades, wo *Myrica cerifera* bevorzugt die Ränder von Hammocks und Übergänge vom Bruchwald zur Marsch besetzt.

Ganz anders als die Karten der Massenpollen sind die Karten der sonstigen Bruchwaldelemente durch ungleichmäßige Verteilungen gekennzeichnet. Auf Grund der deutlich geringeren Pollenproduktion und der damit verbundenen niedrigeren Werte in den Proben sind die Karten jedoch ein weitaus sensibleres Mittel zur Rekonstruktion des Liefergebietes. Als gutes Beispiel können die Juglandaceen gelten, deren einzelne Gattungen sehr gut unterscheidbare Pollen besitzen und aus diesem Grund hier näher untersucht wurden. Neben *Plicatopollis* spp., deren Gattungszugehörigkeit nicht eindeutig bekannt ist, zeigen die Karten für *Carya*, *Platycarya* und *Engelhardtia* sehr unterschiedliche Verteilungen der Pollen und somit auch unterschiedliche Standorte der Mutterpflanzen. Am deutlichsten ist dies in der Karte von *Engelhardtia* ausgeprägt, das eindeutig im Nordosten im Umfeld der Probe 22 gelebt hat, wenn auch nicht unbedingt innerhalb des Kartengebietes so doch in unmittelbarer Nähe. Ein nordöstlich der Karte gelegener zweiter Hammock wäre als Standort denkbar, da von Probe 22 aus in alle Richtungen die Werte allmählich zurückgehen. Auch die Karte der Ericaceen zeigt ein sehr ähnliches Bild und liefert somit Hinweise auf die Existenz eines relativ trockenen Hammocks im Nordosten mit *Engelhardtia*- und Ericaceen-Bewuchs (Abb. 5.27).

Keine der anderen Juglandaceen-Gattungen ist im Nordosten stark verbreitet. So ist *Carya* im Umfeld der Proben 9, 10 und 11 am stärksten verbreitet, *Platycarya* im Gebiet um die Proben 11, 13 und 15 sowie im Südosten der Karte. Somit erscheint klar, daß die Pollen von *Carya* nicht aus dem Hammock im Nordosten ausgeweht wurden. Lediglich die erhöhten Werte von *Platycarya* im nördlichen Teil der Karte könnten auf einen Standort ähnlich dem von *Engelhardtia* zurückzuführen sein. Auch südlich der Karte, möglicherweise im Bereich des „Palmen-Hammocks“ scheint es Standorte von *Platycarya* gegeben zu haben. Zumindest die erhöhten Werte im Südosten geben darauf Hinweise. Ebenfalls aus südlicher Richtung sind die *Carya*-Pollen eingetragen worden. Im Bereich des Hammocks fehlen sie nahezu, stammen also offensichtlich nicht von dort. Über die Herkunft von *Plicatopollis* spp. ist keine Aussage möglich, da die Pollen relativ gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt sind.

Auffällig ist, daß offensichtlich weder *Carya*-Pollen noch *Plicatopollis* spp. die Mangrovenvegetation durchdringen konnten während bei *Platycarya* und vor allem bei *Engelhardtia* die Verbreitung der Pollen durch die Mangrove nicht beeinflusst wurde. Die Gründe dafür sind schwer auszumachen.



Die Karte der Taxodiaceen-Pollen ebenso wie die Analyse der Profile für die Wulfersdorfer Flözgruppe eine Hammock-artige Verbreitung der Taxodiaceen ähnlich wie in den rezenten Florida Everglades nahe. Zumindest zeigt die Karte mit den Hauptverbreitungsgebieten im Südosten (Probe 28) und im Umfeld der Proben 11, 13 und 15, daß die Taxodiaceen-Pollen aus zwei verschiedenen Richtungen eingetragen wurden. Nicht nur im Bereich der Mangrove fehlen sie, sondern auch im Umfeld der Proben 22 und 23, so daß ein gemeinsames Liefergebiet der Pollen im Südosten und im zentralen Bereich fraglich erscheint. Der Vergleich mit den Ergebnissen aus den „cypress hammocks“ der Everglades, in denen die Taxodiaceen-Pollen Anteile von 40 – 80% erreichen (RIEGEL 1965), zeigt auf Grund der niedrigen Werte allerdings, daß in der Isopollenkarte kein „cypress hammock“ unmittelbar angetroffen wurde. Ob die Taxodiaceen Hammocks gebildet haben oder assoziierte Elemente eines ausgedehnteren vorwiegend außerhalb des Kartenbereichs gelegenen Bruchwaldes waren, bleibt daher fraglich.

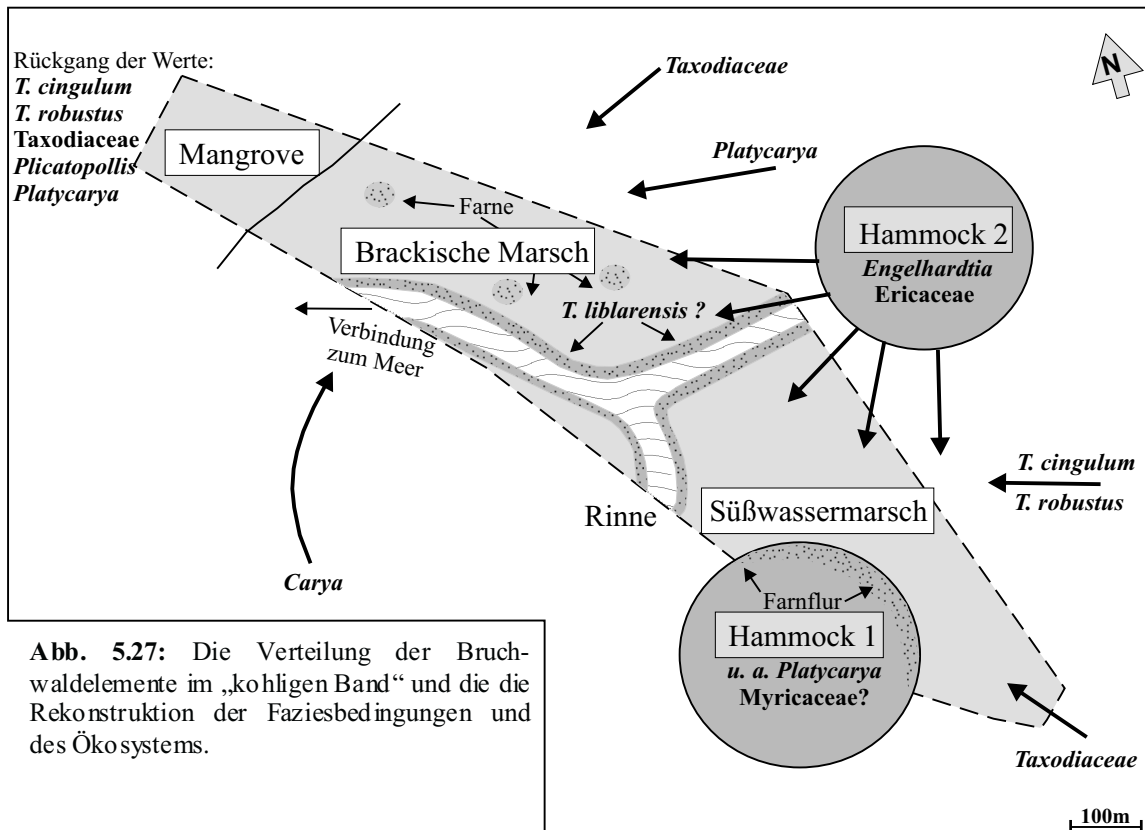


Abb. 5.27: Die Verteilung der Bruchwallelemente im „kohligen Band“ und die Rekonstruktion der Faziesbedingungen und des Ökosystems.

### 5.2.7.8 Fazit

Bei der Interpretation der Pflanzensukzessionen aus den Isopollenkarten ist es von entscheidender Bedeutung, eine reelle Abschätzung des allochthon/autochthonen Anteils vorzunehmen. Zum einen leitet sich eine solche Abschätzung aus der bekannten Wind- oder Insektenblütigkeit der nächsten lebenden Verwandten ab, zum anderen aus den Karten selbst bzw. der unterschiedlichen Art der Verteilung der einzelnen Formen. So zeigen die Karten der Massenpollen wie *T. cingulum* oder *T. robustus/coryloides* eine sehr gleichmäßige Verteilung, die in keinem Zusammenhang mit dem Auftreten der Mutterpflanzen steht und somit von einem hohen allochthonen Anteil auszugehen ist. Im Gegensatz dazu sind z. B. die Mangrovenpollen auf eng begrenzte Gebiete beschränkt, die somit auf Standorte der Mutterpflanzen in unmittelbarer Nähe hinweisen. Solche Pollen sind somit eindeutig als autochthon anzusprechen.

Unter Berücksichtigung weiterer Probleme wie z. B. der Höhe der Pollenproduktion einzelner Pflanzen läßt sich aus den Isopollenkarten ein Abbild der Pflanzengemeinschaften durchaus rekonstruieren. Anhang D-13 faßt die Ergebnisse aus den Abbildungen 5.23 – 5.27 zusammen und zeigt eine Abfolge, die für die Verlandungsbereiche in der gesamten Wulfersdorfer Flözgruppe zutrifft.

Im Nordwesten breitet sich eine Mangrovenzone aus, wobei die Karte den inneren Teil der Mangrove mit einer *Avicennia/Diporoconia*-Zone sowie daran anschließend einem *Nypa*-Gürtel abbildet. Daran anschließend erstreckt sich Richtung Südosten über fast das gesamte Untersuchungsgebiet eine Art Marschvergesellschaftung, die mit heutigen Marschen in Ermangelung von Gräsern und Seggen nicht vergleichbar ist, in der aber Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen eine größere Rolle gespielt haben. Eine Trennung in eine brackische Marsch und eine Süßwassermarsch ist allerdings aus den Isopollenkarten sehr schwer abzulesen, da zu wenige Elemente dieser Marsch palynologisch nachweisbar sind. Restionaceen tolerieren offensichtlich brackische Verhältnisse

ebenso wie Süßwasserstandorte, sind somit in der gesamten Marsch zu finden. Sparganiaceen/Typhaceen sind dagegen Anzeiger für ein Süßwassermilieu. Auf Grund ihres regelmäßigen Auftretens im Südosten kann davon ausgegangen werden, daß sich dort bereits eine Süßwassermarsch ausgebreitet hat, obwohl auch im Südosten noch Dinoflagellaten zu finden sind und somit zumindest kurze Episoden brackischer Bedingungen z. B. während Überschwemmungsphasen anzeigen, die aber wohl so kurz und selten waren, daß die Vegetation kaum davon betroffen wurde.

Es gibt eine Reihe von Hinweisen, daß sich im zentralen Bereich der Karte eine Rinne befand, deren Ufer von Mangroven bewachsen waren, aber auch von Süßwasserelementen wie Myricaceen oder Sparganiaceen/Typhaceen, die beide im Umfeld der Proben 12, 14, 17 und 20 ihre größte Verbreitung haben und zeigen, daß es auch im brackischen Milieu Gebiete gab, die rein süßwasserbeeinflußt waren.

Aus der lokalen Verteilung einiger Baumpollenarten gibt es auch verstärkte Hinweise auf die Bildung von Hammocks. Zumindest zwei dieser Bauminseln sind für den Südosten der Karte bzw. in der näheren Umgebung vermutet worden. Als Hinweis darauf gelten z. B. die Palmenpollen. Diese kleinen, flachen Pollen werden im Gegensatz zu den großen mit Luftsäcken ausgestatteten Pinaceen-Pollen nicht sehr weit durch Windtransport verteilt, so daß Palmenpollen direkte Hinweise auf Standorte der Mutterpflanzen in der Nähe liefern.

Der Großteil der Pollenformen ist jedoch allochthonen Ursprungs und stammt aus dem Bruchwald. Zwar können die Mutterpflanzen dieser Pollen auch in Hammocks vor dem eigentlichen Bruchwald gelebt haben, doch ist dies bei gleichmäßiger Verteilung aus den Isopollenkarten nicht abzulesen. So zeigen die Isopollenkarten der Masenelemente wie *Tricolporopollenites cingulum*, die nahezu überall mit ungefähr den gleichen Werten erscheinen, daß solche Pollen von windblütigen Pflanzen stammen und wie ein Schleier über das gesamte Ablagerungsgebiet verteilt werden.

Zusammenfassend kann man sagen, daß Isopollenkarten hervorragend geeignet sind, Standorte von Pflanzen und Sukzessionen zu rekonstruieren, um so besser je dichter die Probenpunkte sind. Eine Schwierigkeit besteht darin, geeignete Untersuchungshorizonte zu finden, bei denen die Voraussetzung einer zeitgleichen Ablagerung gegeben ist und die über ein großes Gebiet flächenhaft verfolgt und beprobt werden können. Natürlich ist auch im Fall des „kohligen Bandes“ ein zeitlicher Fehler vorhanden. Einzelne Ausreißerwerte in den Karten könnten darauf zurückzuführen sein. Da alle Proben aus der Mitte des durchschnittlich 20 cm mächtigen Bandes stammen, sind solche Ausreißer aber sehr selten, so daß auch ein geringer zeitlicher Fehler bei der Probennahme sich nicht gravierend auswirkt, zumal von einer Änderung des Ökosystems im Ablagerungsraum erst mit dem Anstieg des Grundwasserspiegels auszugehen ist. Dieser führte auch sofort zu veränderten sedimentologischen Bedingungen, da die Ablagerung des kohligen Bandes beendet wurde und die zweite ästuarine Phase begann.

### 5.2.8 Flöz 4 (nach HAMMER 1996)

In diesem Kapitel soll zusammenfassend ein Überblick über die Faziesentwicklung von Flöz 4 gegeben werden, das HAMMER (1996) palynologisch an Hand von drei Profilen untersucht hat. Die folgenden Ergebnisse sind dieser Arbeit entnommen worden.

HAMMER (1996) konnte drei Phasen bzw. Mikroflorenzonen innerhalb des Flözes feststellen:

#### **Mikroflorenzone A:**

Die Übergangsschichten vom Zwischenmittel 4/5 zum Flöz und die Basisschichten des Flözes werden als eigene Zone behandelt. Sie deckt sich palynologisch mit den Zonen **K5** und **L4** dieser Arbeit, die ebenfalls die Übergangsbereiche zum Flöz 4 enthalten (Kap. 5.2.6.3.4).

Auch HAMMER geht von einer Mangrovenvegetation aus, die vor allem durch *Nypa*-Pollen (*Spinizonocolpites echinatus*) gekennzeichnet ist. Im Hintergrund der Mangrove hat sich eine Farnflur ausgebreitet. Auch ein massenhaftes Auftreten von *Plicapollis pseudoexcelsus* beobachtet HAMMER und zieht daraus den Schluß, daß die Mutterpflanzen dieser Form im Übergangsbereich zwischen der Mangrove und einer Marsch leben. Als Glieder einer Marsch werden Sparganiaceen und Restionaceen sowie Palmen angesehen. Auch die Bildung von Hammocks beschreibt HAMMER, die von Taxodiaceen und Cupressaceen besiedelt werden.

Die Süßwassermarsch wird wie in Flöz 6 durch *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* gekennzeichnet, die in den Basisschichten des Flözes ihre größte Verbreitung innerhalb des Flözes zeigt.

Der Bruchwald setzt sich unverändert vor allem aus Betulaceen und Fagaceen zusammen, aber auch Juglandaceen, Tiliaceen und Aquifoliaceen sind verbreitet. Auch HAMMER sieht Verbindungen zwischen dem Auftreten von Betulaceen, Myricaceen und nährstoffarmen Böden. Auf der anderen Seite zeigen die anspruchsvolleren Juglandaceen nährstoffreichere Böden an.

#### **Mikroflorenzone B:**

In dieser Phase breitet sich das eigentliche Bruchwaldmoor aus und bildet auch den Großteil des Flözes. Nach HAMMER treten als Hauptelemente des Bruchwaldes vor allem die Betulaceen in Erscheinung, deren Auftreten allerdings Schwankungen unterworfen ist. In Perioden feuchterer Bedingungen verändern nämlich andere Pflanzenvergesellschaftungen in inselhafter Ausdehnung die Zusammensetzung der Vegetation. Dann kommt es zur Ausbreitung von *Nyssa/Taxodium*-Komplexen, die sich mit dem Betulaceen-Bruchwald verzahnen. Im Vergleich mit den Vorkommen von Taxodiaceen und Nyssaceen in den Flözen 5 und 6 sind allerdings keine besonderen Unterschiede festzustellen, so daß es zur Ausbildung von *Nyssa/Taxodium*-Komplexen nur in sehr geringem Ausmaße kam. Ähnliche Verhältnisse herrschten zum Ende der Bildung von Flöz 5, wo es zu einer offeneren Moorvergesellschaftung kam und sich Taxodiaceen in den Verlandungsbereichen von Tümpeln und Teichen ansiedelten.

Die bereits im Zwischenmittel 4/5 angedeutete stärkere Verbreitung von Farnen setzt sich auch in dieser Mikroflorenzone fort. Auch diese sind nach HAMMER innerhalb der *Nyssa/Taxodium*-Komplexe zu finden.

Der Betulaceen-Bruchwald ist neben den Betulaceen vor allem aus Fagaceen, Myricaceen und Juglandaceen zusammengesetzt. Neben den *Nyssa/Taxodium*-Komplexen ist als drittes Element ein Cyrillaceen-Buschmoor verbreitet, in dem außer den Cyrillaceen auch Farne, Coniferen, Cycadaceen, Juglandaceen, Myricaceen, Symplocaceen, Euphorbiaceen und Ericaceen vorkommen. Diese Pflanzengemeinschaft breitet sich während trockenerer Phasen aus.

#### **Mikroflorenzone C:**

Zum Ende der Flözbildung kennzeichnen einzelne Dinoflagellaten einen leichten marinen Einfluß, durch den die Flözbildung schließlich zum Erliegen kommt. Kennzeichen dieser Phase sind gelegentliche Waldbrände, die sich durch Fusinite in der Kohle rekonstruieren lassen. Sie sind in der übrigen Wulfersdorfer Flözgruppe nicht nachzuweisen. Von den Bränden betroffen waren vor allem die *Nyssa/Taxodium*-Komplexe. Nach dem Brand eroberten Farne und vor allem Palmen als Pioniergesellschaft die niedergebrannte Fläche.

Wie in der zweiten Phase setzt sich der Bruchwald vor allem aus Betulaceen, Fagaceen, Juglandaceen, Myricaceen, Symplocaceen, Cyrillaceen, Oleaceen und Aquifoliaceen zusammen.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse von HAMMER (1996) zeigt, daß die Entwicklung im Flöz 4 grundsätzlich übereinstimmend mit den beiden älteren Flözen 5 und 6 ist, d. h. palynologisch und botanisch keine gravierenden Änderungen vorhanden sind. Unterschiede beziehen sich auf Details wie z. B. der Frage der Ausbreitung von *Nyssa/Taxodium*-Komplexen.

Andererseits zeigt auch das Flöz 4 z. B. durch das verstärkte Auftreten von Cyrillaceen eine charakteristische palynologische Ausbildung, ebenso wie das Flöz 5 durch die gegenläufige Verteilung von Fagaceen und Betulaceen sowie Flöz 6 durch das Massenaufreten von *P. subhercynicus* eigene Merkmale besitzen. Somit ist trotz des grundsätzlich homogenen Aufbaus der Wulfersdorfer Flözgruppe von leichten Änderungen in der Zusammensetzung der Vegetation sowie den faziellen Bildungsbedingungen auszugehen.

### 5.2.9 Einige Bemerkungen zum Auftreten der Dinoflagellaten

Im Rahmen dieser Arbeit wurden alle Dinoflagellatenzysten gemeinsam ausgezählt, da für die Rekonstruktion des terrestrischen Ökosystems lediglich die marine Beeinflussung eine Rolle spielt, die über die Gesamtzahl der Dinoflagellaten definiert werden kann. Trotzdem können auch die einzelnen Dinoflagellatengattungen und -arten faziesrelevante Aussagen liefern. KÖTHE (1990) definierte auf Grund ihrer Untersuchungen im Paläogen Nordwestdeutschlands bestimmte Ökogruppen, die nach der jeweiligen charakteristischen Art benannt wurden (Abb. 5.28). Kriterien für die Zusammenfassung bzw. Abgrenzung dieser Ökogruppen waren die lithologischen Merkmale sowie der Vergleich mit anderen Fossilgruppen aus den entsprechenden Horizonten.

Das Modell KÖTHES bezieht sich vor allem auf die Wassertiefe bzw. die Entfernung zur Küste sowie auf Angaben über die Salinitäten. Da die Liegendschichten und Zwischenmittel der Wulfersdorfer Flözgruppe in unmittelbarer Küstennähe in flachem Wasser abgelagert wurden, sind nach diesem Modell vor allem die Formen aus dem „shallow/near-shore“-Bereich (vgl. Abb. 5.28) zu erwarten. In der Tat dominieren auch Formen aus den *Impletosphaeridium*- und *Wetzeliellaceae* (*Deflandrea*)-Ökogruppen die Dinoflagellatenspektren. Vor allem die Ökogruppen von *Wetzeliella* und *Deflandrea* werden von KÖTHE als Anzeiger für lagunäre, ästuarine oder brackische Bedingungen herangezogen bzw. sind zumindest in Gewässern mit reduzierter Salinität zu finden. Zwar sind *Wetzeliella articulata* oder *Deflandrea phosphoritica* in den Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe selten, doch Formen wie *Charlesdowniea clathrata* und vor allem die dominierenden Zysten von *Apectodinium homomorphum* sind ebenfalls in diese Ökogruppe einzuordnen. *A. homomorphum* konnte z. B. zusammen mit Süßwasseralgen wie *Botryococcus* oder *Planctonites stellarius* beobachtet werden, was zumindest die brackischen Bedingungen der Ablagerungen bestätigt, in denen die Ökogruppe vorkommt.

Die ebenfalls sehr häufigen Vertreter der *Impletosphaeridium*-Ökogruppe stammen nach KÖTHE aus einem etwas küstenferneren Bereich, in dem bereits normal-marine Salinitäten herrschen. Diese Formen sind somit in den Ablagerungsraum der Liegendschichten und Zwischenmittel durch episodischen Zustrom aus dem offenen Meer eingeschwehmt worden. Gleiches gilt vor allem für die Formen, die nach KÖTHE im küstenfernen Tiefwasser (off-shore) beheimatet und in die *Spiniferites*-, *Glaphyrocysta*- und *Cordosphaeridium*-Ökogruppen einzuordnen sind. Dementsprechend sind die meisten Zysten aus diesen Ökogruppen auch nur vereinzelt und sporadisch in den Proben zu finden, wie z. B. *Cordosphaeridium inodes/gracile* oder *Systematophora placantha*, die zur *Glaphyrocysta*-Ökogruppe gehört. Nur *Spiniferites ramosus* ist relativ häufig. Im Gegensatz zu KÖTHE halten BROWN & DOWNIE (1984) *Spiniferites* für einen Anzeiger ästuariner Bedingungen, was die relativ hohe Anzahl an *Spiniferites* in der Wulfersdorfer Gruppe erklären könnte.

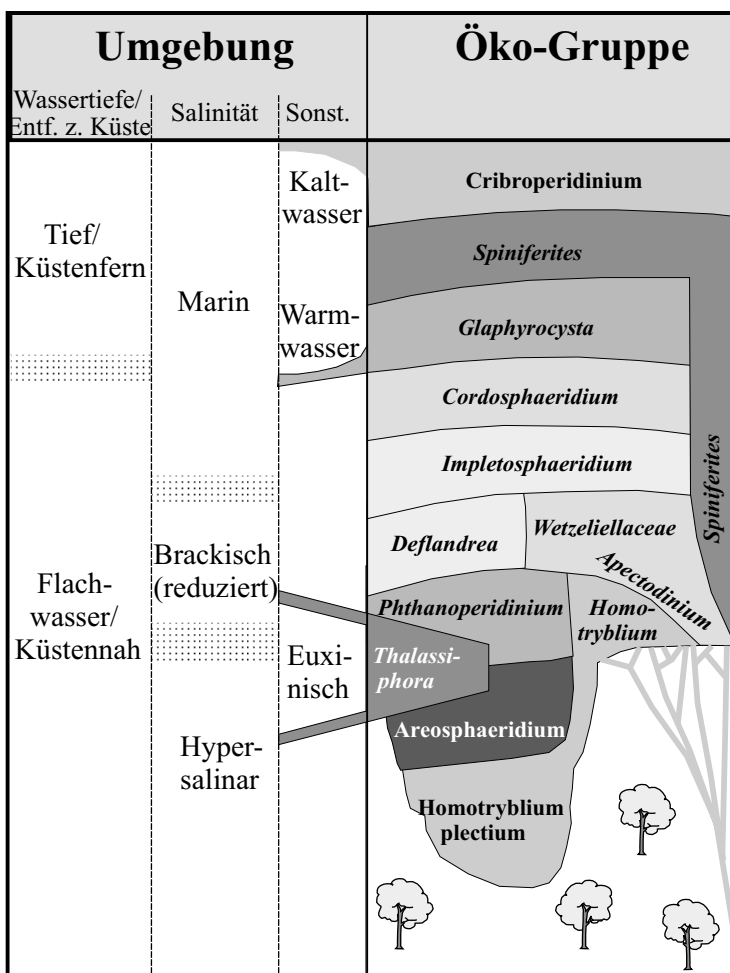


Abb. 5.28: Paläoökologisches Modell, welches die dominanten Dinoflagellatengruppen in Abhängigkeit von Küstennähe, Salinität und Wassertemperatur zeigt (verändert nach KÖTHE 1990). Die in Helmstedt vorkommenden Dinoflagellaten-Ökogruppen sind in kursiver Schrift dargestellt.

Die *Homotryblum*-Ökogruppe ist nach KÖTHE ebenfalls sehr küstennah beheimatet und mit erhöhten Salinitäten verknüpft. Letzteres erscheint zumindest für die beiden hier beschriebenen und häufig auftretenden Arten *H. pallidum* und *H. abbreviatum* sehr fraglich, da im ästuarinen Milieu, in dem die Sedimente aus der Flözgruppe abgelagert wurden, keinesfalls von erhöhten Salinitäten auszugehen ist. Allerdings erwähnt KÖTHE auch speziell die in Helmstedt nicht beobachtete Form *H. plectilum*, die zusammen mit Evaporiten beobachtet wurde. Die Gattung *Homotryblum* scheint daher insgesamt gesehen ein breites Spektrum an Salinitäten zu tolerieren, ist dabei aber in Flachwasserbereichen in unmittelbarer Küstennähe anzusiedeln. Die *Thalassiphora*-Ökogruppe ist nach KÖTHE (1990) und PROSS (1998) unter euxinischen Bedingungen stärker verbreitet. Ihre Seltenheit in der Wulfersdorfer Flözgruppe zeigt, daß euxinische Bedingungen nicht oder nur sehr begrenzt ausgebildet waren. Insgesamt gesehen bestätigen die in der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachteten Dinoflagellatenzysten und ihre jeweilige Häufigkeit im Zusammenhang mit den sedimentologischen Ergebnissen von BULLWINKEL (1996) durchaus das Modell KÖTHES.

## 5.3 Abschließender Überblick

### 5.3.1 Vorbemerkungen

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse aus der Analyse der Pollendiagramme und der Cluster-Analyse noch einmal kurz zusammengefaßt, um noch einmal einen Gesamtüberblick über die Entwicklung der Pflanzengemeinschaften in der Wulfersdorfer Flözgruppe zu geben. Mit der darauffolgenden Faktor- bzw. Principal Component-Analyse kommt ein neuer Aspekt hinzu, der auch die palynologischen Untersuchungen von HAMMER (1996) aus dem Flöz 4 mit einbezieht, auf die bisher lediglich am Rande eingegangen wurde. Danach folgt abschließend ein Vergleich der in dieser Arbeit gewonnenen paläoökologischen Vorstellungen mit dem von PFLUG (1952) entwickelten Faziesmodell für Moor- und Pflanzenvereine in den Helmstedter Braunkohlen.

### 5.3.2 Die Entwicklung des Ökosystems innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe

In Abb. 5.29 ist die gesamte Abfolge der Wulfersdorfer Flözgruppe mit den verschiedenen Entwicklungsphasen ihrer Bildung sowie den Mikroflorenzonen und die Haupt-Cluster zusammenfassend dargestellt.

Vor dem Beginn der eigentlichen Moorbildung sind die Liegendschichten in einem Ästuar abgelagert worden, wobei der marine Einfluß, besonders im seewärtig gelegenen Profil A, noch sehr hoch ist. Angezeigt wird dies durch große Mengen von Dinoflagellaten und Prasinophyten. Palynologisch treten in dieser **ästuarinen Phase** der Liegendschichten besonders die Massenspollen aus einem Bruchwald im Hintergrund des Ästuars hervor. In diesem Bruchwald dominieren vor allem Fagaceen, Betulaceen, Myricaceen, Juglandaceen, Sapotaceen und auch Aquifoliaceen. Im Profil A ist vor Beginn der Moorbildung eine **Verlandungsphase** zu erkennen, die durch die Ausbreitung einer Mangrove charakterisiert ist. Die artenarme Mangrove wird vor allem von *Rhizophora*, *Avicennia*, den Mutterpflanzen von *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* und *Nypa* aufgebaut, wobei eine deutliche Zonierung in der Mangrove zu erkennen ist. Eine Assoziation von *Avicennia* und *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* kann dabei als gesichert gelten. Der Hintergrund der Mangrove wird durch einen *Nypa*-Gürtel gebildet. Hinter diesem breitet sich eine Marsch aus. Die Verteilung der Taxodiaceen- und Palmen-Pollen gibt deutliche Hinweise auf Hammocks, die innerhalb dieser Marsch vorhanden waren.

Mit Beginn der Bildung von Flöz 6 wird die Trennung der Marsch in eine brackische Marsch und eine Süßwassermarsch deutlich. In dieser **ersten Phase der Kohlebildung** dominieren in der brackischen Marsch vor allem die Restionaceen. *Plicapollis pseudoexcelsus* ist als wahrscheinlich holzige Pflanze zwar kein echtes Marschelement, auf Grund des massenhaften Auftretens zusammen mit den Restionaceen aber als wichtigstes assoziiertes Element der brackischen Marsch anzusehen. Die Süßwassermarsch wird in dieser Phase ebenfalls von Restionaceen sowie Sparganiaceen bewohnt, allerdings zunehmend auch von Pionierpflanzen aus der Randfazies des Bruchwaldes. Hierbei ist vor allem *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* zu erwähnen, dessen Mutterpflanze im stärker süßwasserbeeinflussten Bereich die von *P. pseudoexcelsus* verdrängt. Auch Myricaceen treten in diesem Gebiet verstärkt auf.

In der **zweiten Phase der Kohlebildung** wandert die Marsch seewärts und es bildet sich ein dichter Bruchwald aus, der in der obersten Baumschicht von Fagaceen beherrscht wird. Die untere Baumschicht bilden die Betulaceen und Juglandaceen, während zur dichten Strauchschicht die Myricaceen, Oleaceen, Sapotaceen und Aquifoliaceen zu zählen sind. *Nyssa/Taxodium*-Komplexe sind nur in begrenztem Ausmaß vorhanden. Besondere Kennzeichen dieser zweiten Phase der Kohlebildung sind starke hydrologische Schwankungen mit Überschwemmungen des Bruchwaldes. Ein deutlicher Überschwemmungshorizont ist in jedem Profil aus Flöz 6 nachzuweisen.

In trockeneren Gebieten sind *Calamus*-Palmen verbreitet. Die punktförmige Verbreitung der Pinaceen-Pollen liefert auch Hinweise auf lokale Pinaceen-Bestände in diesen Gebieten. Mit dem Anstieg des Grundwasserspiegels verschwinden beide Formen im Übergang zu **dritten Phase der Kohlebildung** im Flöz 6. Der Bruchwald wird in dieser Phase allmählich landeinwärts zurückgedrängt, die Pflanzen aus dem Randbereich des Bruchwaldes breiten sich wieder verstärkt aus. Besonders *P. subhercynicus* zeigt zwei Verbreitungsschübe zum Beginn und Ende der Phase. Häufiges Auftreten von Restionaceen und Plankton zeigen die fortschreitende Auflockerung des Bruchwaldes an.

Vor dem Ende der kohlebildenden Phase wandelt sich der dichte Bruchwald in eine offene Moorgesellschaft um. Neben *P. subhercynicus* sind auch Myricaceen, Icacinaceen und Oleaceen in den Randbereichen des Bruchwaldes stark verbreitet. Im Bruchwald selber breiten sich vor allem die Betulaceen aus, während die Fagaceen leicht zurückgedrängt werden. Eine Beziehung zwischen starker Ausbreitung von Betulaceen und schlechterer Nährstoffzufuhr wird durch das gleichzeitige Auftreten von Ericaceen und Nepenthaceen nahegelegt.

Der Übergang zur ästuarinen Phase im Zwischenmittel 5/6 ist auf Grund der Erosion der obersten Torfschichten nicht zu beobachten, so daß Hinweise auf eine brackische Marsch und ein Einwandern der Mangrove fehlen.

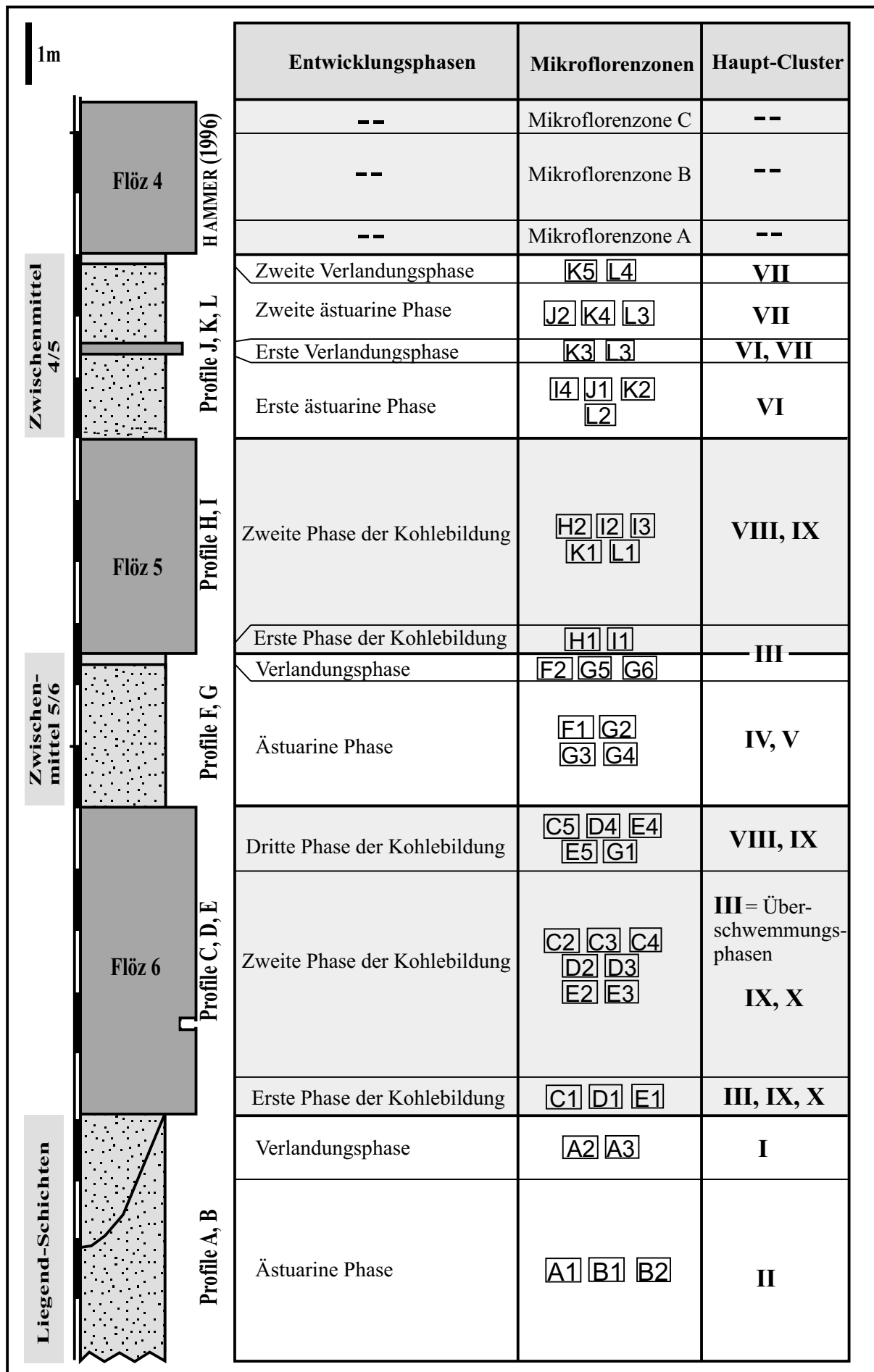


Abb. 5.29: Gesamtüberblick über die Entwicklung innerhalb der Wulfersdorfer Flözgruppe

In der folgenden **ästuarinen Phase** des unteren Zwischenmittels ist der marine Einfluß deutlich schwächer als während der ästuarinen Phase in den Liegendschichten. Marines Plankton ist nur an der Basis des Zwischenmittels häufiger. Dort ist auch von den höchsten Wasserständen auszugehen. Palynologisch prägen hier die eingewehten Massenpollen der Betulaceen und Fagaceen das Bild, wobei die Betulaceen ihre dominierende Stellung, die sie zum Ende der Flözbildung innehatten, behielten und bedeutend häufiger im Bruchwald erscheinen als in den Liegendschichten.

Schubweise macht das Meer wieder einer Marschgesellschaft Platz. Vorgelagert ist eine Mangrovenzone, die deutlich von *Nypa* dominiert wird, aber auch *Rhizophora* und *Avicennia* enthält. Hinter der Mangrove breitet sich eine Süßwassermarsch aus. Sie wird von Sparganiaceen/Typhaceen beherrscht, die erstmals, z. T. sogar massenhaft, in der Wulfersdorfer Flözgruppe auftreten.

In der folgenden **Verlandungsphase** wandert die Marsch direkt in das Gebiet der Profile ein. Eine Trennung in die Verlandungsphase und eine nachfolgende **erste Phase der Kohlebildung** von Flöz 5 läßt sich palynologisch nicht durchführen. Die Kohlebildung setzt hier also bereits im landwärtigen Teil der Marsch ein und verstärkt sich dann mit der Ausbreitung des nachfolgenden Bruchwaldes. Im Gegensatz zum Übergang Liegendschichten/Flöz 6 dominiert *P. pseudoexcelsus* nicht nur in der brackischen Marsch, sondern verdrängt auch die Mutterpflanzen von *P. subhercynicus* aus dem Randbereich der Süßwassermarsch.

Weit verbreitet scheinen die Hammocks innerhalb der Marschen gewesen zu sein. Neben den Taxodiaceen und Palmen fallen besonders die Farne auf, die die Hauptelemente des Bodenbewuchses oder der Ränder der Hammocks bilden.

In der **zweiten Phase der Kohlebildung** bildete sich wieder ein dichter Bruchwald aus. Neben den Fagaceen, Betulaceen, Myricaceen, Sapotaceen, Juglandaceen, Aquifoliaceen und *P. subhercynicus* sind besonders die Ericaceen weit verbreitet. Das gemeinsame starke Auftreten von Betulaceen und Ericaceen läßt auf nährstoffärmere Phasen im Bruchwald schließen, während in nährstoffreicheren Gebieten die Fagaceen dominierten.

Zum Ende der Flözbildung wandelt sich der Bruchwald wieder in eine offene Moorgesellschaft. Es entstanden Seen und Teiche, aus denen relativ häufige Nachweise von Planktonformen stammen. Die Randbereiche der Seen wurden von Taxodiaceen bewohnt. Auch Cyrillaceen und Myricaceen sind in dieser Phase deutlich häufiger und zeigen die Existenz von Cyrillaceen-Buschmooren an. Im Unterschied zu Flöz 6 sind keine Überschwemmungshorizonte im Flöz 5 nachzuweisen. Insgesamt erscheinen die Bedingungen etwas trockener als in Flöz 6.

Vor dem die offene Moorgesellschaft begleitenden Bruchwald ist noch eine Marsch zu erwarten, die allerdings im Übergang von der kohlebildenden Phase zur **ersten ästuarinen Phase** im Zwischenmittel 4/5 auf Grund der Erosion der Torfoberfläche nicht mehr nachzuweisen ist.

Auch im oberen Zwischenmittel ist der stetig schwächer werdende marine Einfluß im Vergleich zu den ästuarinen Phasen aus den Liegendschichten und dem unteren Zwischenmittel deutlich am geringen Auftreten von Dinoflagellaten zu erkennen. Palynologisch dominieren Pollenformen von Marschbewohnern bzw. assoziierten Elementen, die anzeigen, daß die Marschgesellschaft bereits in unmittelbarer Nähe der Profile gelebt hat. Für niedrige Wasserstände spricht auch die Tatsache, daß eine kurze **erste Verlandungsphase** im Zwischenmittel beobachtet werden kann. Die Isopollenkarten aus dieser Verlandungsphase zeigen dann auch, daß die Marschgesellschaft wie auch die Mangrove sich im Ästuar rasch ausbreiten aber auch wieder zurückdrängen lassen konnte. Die Hauptelemente der Marsch sind weiterhin die Restionaceen und Sparganiaceen/Typhaceen, die zu den dominierenden Elementen in der ersten ästuarinen Phase zu zählen sind. In der **zweiten ästuarinen Phase**, die an die erste Verlandungsphase anschließt, werden die Marschelemente allerdings etwas zurückgedrängt. In dieser Phase geht der marine Einfluß nahezu ganz zurück, dafür haben Hammocks eine weite Verbreitung. Vor allem verschiedene Palmenarten, aber auch Taxodiaceen, Farne, *P. subhercynicus* und sogar Juglandaceen und Ericaceen auf trockeneren Standorten scheinen in den Hammocks gewachsen zu sein. Auch Hydrocharitaceen erscheinen nur in diesem Zwischenmittel. Sie haben als Wasserpflanzen vermutlich im stehenden Gewässer in der Umgebung der Hammocks gelebt.

Abgeschlossen wird die zweite ästuarine Phase durch eine **zweite Verlandungsphase**, die den marinen Einfluß endgültig zurückdrängt. Während sich in manchen Bereichen des Ablagerungsraumes wieder eine *Nypa*-dominierte Mangrove ansiedelt, die nach der ersten Verlandungsphase rasch verschwindet, ist an anderen Stellen eine ausgedehnte Farnflur im Verlandungsbereich nachzuweisen. Im Anschluß einer weiterhin palynologisch von *P. pseudoexcelsus* dominierten und Restionaceen und Sparganiaceen bewohnten Marsch bildet sich der Bruchwald von Flöz 4 aus, in dem verstärkt *Nyssa/Taxodium*-Komplexe erscheinen und Betulaceen, Fagaceen, Myricaceen und Juglandaceen dominieren (HAMMER 1996). Als drittes Element kommt wiederum ein Cyrillaceen-Buschmoor vor, das sich während trockenerer Phasen ausbildet (HAMMER 1996). Zum Abschluß der Bildung von Flöz 4 kommt es zu gelegentlichen Waldbränden, von denen besonders *Nyssa/Taxodium*-Wälder betroffen waren. Farne und Palmen eroberten nach dem Brand als Pionierpflanzen die niedergebrannten Flächen (HAMMER 1996).

Einen schematischen Querschnitt durch den Ablagerungsraum der Wulfersdorfer Flözgruppe gibt Anhang E-1 wieder, wo die immer wiederkehrende Abfolge *Mangrove* → *Brackische Marsch* → *Süßwassermarsch* → *Offene Moorgesellschaft (Randfazies)* → *Bruchwald* noch einmal dargestellt ist.



### 5.3.3 Faktor-Analyse

Die Principal Component-Analyse, deren theoretische Grundlagen bereits in Kap. 5.1 beschrieben wurden, dient dazu, die wichtigsten Faktoren, die Einfluß auf den Ablagerungsraum und die Zusammensetzung des Ökosystems während der Bildung der Wulfersdorfer Flözgruppe hatten, möglichst objektiv zu bestimmen. Dabei wird vor allem Wert auf eine Herausarbeitung genereller Tendenzen, die so gezielt in den bisherigen Kapiteln noch nicht verfolgt wurden, gelegt.

Dabei werden die drei von HAMMER (1996) bearbeiteten Profile aus Flöz 4, die für den Überblick über die Gesamtentwicklung der Flözgruppe unerlässlich sind, in die Analyse mit einbezogen.

Wie der „scree plot“ der Analyse zeigt (Abb. 5.2) sind lediglich 3 Faktoren von entscheidender Bedeutung, die im folgenden genauer beschrieben werden.

#### **Faktor 1** (Anhang C-4, Anlage 9) → **Mariner Einfluß**

Betrachtet man sich die Komponentenladungen der 44 Variablen für diesen Faktor (Anhang C-4), so zeigen eine Reihe von Formen hohe positive Ladungen (Tab. 5.6). Besonders die Dinoflagellaten und auch die Prasinophyten sind hier als Anzeiger für marines Milieu relevant. Dazu kommen *Rhizophora* und *Avicennia*, die als Mangroveelemente die Lage der Küste anzeigen. Die ebenfalls stark positiv geladenen Schizaeaceen und Polypodiaceen sind hier von geringerer Bedeutung, da sie insgesamt gesehen zu selten erscheinen, um wirklich fazierelevant zu sein. Vergleicht man die positiven Ladungen mit dem Ergebnis der Cluster-Analyse (Anhang C-2, Tab. 5.4), so fällt auf, daß lediglich die Elemente aus den Clustern „Mangrove I und II“ durch den Faktor 1 positiv beeinflusst sind.

FAKTOR 1 (16,47 % DER GESAMTVARIANZ)	
Negativ	Positiv
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ericaceae</li> <li>• Betulaceae</li> <li>• Cyrillaceae</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinoflagellaten</li> <li>• Prasinophyten</li> <li>• <i>Rhizophora</i></li> <li>• <i>Avicennia</i></li> <li>• Schizaeaceae</li> <li>• Polypodiaceae</li> </ul>

**Tab. 5.4:** Palynologische Variablen mit signifikanten Faktorenladungen für den Faktor 1

Auf der anderen Seite zeigen einige Formen wie die Ericaceen, Betulaceen und Cyrillaceen hohe negative Ladungen. Diese Formen sind nach der Cluster-Analyse in den Typ „Bruchwald I“ einzuordnen. Somit stehen sich zwei Floren bzw. Palynomorphengemeinschaften gegenüber, die sich durch die marine Beeinflussung deutlich voneinander unterscheiden. Faktor 1 spiegelt somit den Wechsel zwischen marinen (Liegendschichten/Zwischenmittel) und terrestrischen Phasen (Kohleflöze) wider. Die „factor scores“ entsprechen dann der Intensität dieses Faktors in der jeweiligen Probe. Anlage 9 zeigt auch die zu erwartenden Werte, nämlich grundsätzlich positive „factor scores“ in den Liegendschichten und Zwischenmitteln, also dort wo eine marine Beeinflussung vorhanden ist. Im Gegensatz dazu sind die Kohleflöze grundsätzlich durch negative Werte gekennzeichnet, da hier eine marine Beeinflussung fehlt. Ausnahmen wie z. B. Probe C/8 (Profil C), in der sogar ein schwach positiver Wert zu verzeichnen ist, sind äußerst selten. Diese Probe stammt aus dem „kleinen Zwischenmittel“ im Flöz 6, einem Überschwemmungshorizont (siehe Kap. 5.2.3), so daß ein mariner Einfluß von geringer Intensität auch innerhalb des Flözes verursacht wird. Obwohl der Horizont in allen drei Profilen von Flöz 6 auftritt, ist die Überschwemmung nur in den „factor scores“ von Profil C abzulesen. In den weiter landeinwärts gelegenen Profilen D und E ist eine marine Beeinflussung nicht mehr zu erkennen.

Gut erkennbar ist die allmähliche Abnahme des marinen Einflusses von den Liegendschichten über das Zwischenmittel 5/6 bis zum Zwischenmittel 4/5. Während vor allem in den Liegendschichten ein starker mariner Einfluß bis in das weiter landeinwärts gelegene Profil B festzustellen ist, sind im Zwischenmittel 5/6 die „factor scores“ schon deutlich niedriger. Außerdem wird vom seewärtig gelegenen Profil F zum landeinwärts gelegenen Profil G der marine Einfluß ebenfalls deutlich schwächer. Vor allem in den Übergangsschichten zu den beiden Flözen sind in Profil G bereits negative Werte zu beobachten. Lediglich der Eintrag feinen Sediments zeigt hier die Verbindung zum marinen Milieu an.

Im Zwischenmittel 4/5 ist von einem marinen Einfluß mit Ausnahme von Profil J kaum noch zu sprechen. In den landeinwärts gelegenen Profilen K und L sind nur noch für einzelne Proben positive Faktorenwerte zu beobachten, die möglicherweise auf Hochwasserstände oder Springfluten zurückzuführen sind, bei denen noch marine Elemente in diesen Ablagerungsbereich eingespült wurden.

Interessanterweise sind an der unmittelbaren Basis von Flöz 4 relativ hohe positive Werte zu verzeichnen, die auf eine kurzfristige Ausbreitung der Mangroven zu Beginn der Flözbildung zurückzuführen sind. Im Vergleich zu der Intensität in den Liegendschichten und im unteren Zwischenmittel bleibt die marine Beeinflussung im

oberen Zwischenmittel unbedeutend. Die Abnahme des marinen Einflusses wird auch in den Sedimenten im Hangenden von Flöz 4 fortgesetzt, da dort fast nur noch fluviatile Sedimente abgelagert werden.

**Faktor 2** (Anhang C-5, Anlage 10) → Höhe des Grundwasserspiegels/Bodenfeuchte

Die Komponentenladungen für diesen Faktor zeigen ein eindeutiges Bild (Anhang C-5). Auf der einen Seite gibt es hohe positive Ladungen bei den Symplocaceen, Cyrillaceen, Betulaceen und vor allem bei den „sonstigen Algen“, zu denen die nicht-marinen Formen wie *Botryococcus* und *Planctonites stellarius* zählen und somit einen Süßwasserbereich anzeigen (Tab. 5.7). Auf der anderen Seite sind mit *Tricolpopollenites liblarensis*, *Engelhardtia*, *Plicatopollis plicatus* und *T. retiformis* einige Formen stark negativ geladen. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Cluster-Analyse (Anhang C-2, Tab. 5.4) zeigt, daß vorwiegend Formen aus dem Cluster „Bruchwald I“ positiv, Elemente aus dem „Bruchwald II“ dagegen negativ geladen sind.

FAKTOR 2 (8,34% DER GESAMTVARIANZ)	
Negativ	Positiv
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tricolpopollenites liblarensis</i></li> <li>• <i>Engelhardtia</i></li> <li>• <i>Plicatopollis plicatus</i></li> <li>• <i>Tricolpopollenites retiformis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonst. Algen</li> <li>• Symplocaceae</li> <li>• Cyrillaceae</li> <li>• Betulaceae</li> <li>• <i>Carya</i></li> <li>• Ericaceae</li> <li>• Taxodiaceae</li> </ul>

**Tab. 5.7:** Palynologische Variablen mit signifikanten Faktorenladungen für den Faktor 2

Hier stehen sich also zwei Bruchwald-Typen gegenüber, die sich hauptsächlich in den hydrologischen Standortbedingungen bzw. der Bodenfeuchte unterscheiden. Während „Bruchwald II“ bzw. die negativ geladenen Elemente einen Bruchwald auf relativ trockenem Standort anzeigen, ist der „Bruchwald I“ unter deutlich feuchteren Bedingungen gebildet worden. Dies zeigen z. B. die Algen und Taxodiaceen an.

Bei dem Faktor 2 werden nur die terrestrischen Komponenten bzw. die Komponenten des Bruchwaldes erfaßt. Marine Beeinflussungen spielen keine Rolle. Die „factor scores“ (Anlage 10) zeigen somit auch keine drastischen Änderungen beim Übergang von den Zwischenmitteln zu den Kohleflözen und umgekehrt, da in diesem Faktor auch in den Proben aus den Zwischenmitteln und Liegendsschichten nur die allochthonen Elemente eine Rolle spielen, die aus dem umgebenden Bruchwald eingeweht wurden.

Der Großteil der „factor scores“ gibt eine Entwicklung im Bruchwald wieder, die in dieser Form noch nicht beschrieben wurde: Während in den Profilen aus dem unteren Bereich der Wulfersdorfer Flözgruppe hauptsächlich negative Werte zu beobachten sind, sind die Werte in den Profilen aus dem oberen Bereich der Flözgruppe überwiegend positiv, wobei der Wechsel im Flöz 5 (Proben H/3 und I/5) anzusiedeln ist. Lediglich der obere Teil des Zwischenmittels 4/5 ist wieder negativ.

Dies bedeutet, daß sich in der Zusammensetzung des Bruchwaldes während der Ablagerung der Wulfersdorfer Flözgruppe ein grundsätzlicher Wechsel vollzieht, in dem die Elemente des „Bruchwaldes II“ im unteren Teil, die Formen aus dem „Bruchwald I“ im oberen Teil der Flözgruppe dominieren. Das bedeutet gleichzeitig, daß im oberen Teil der Abfolge der durchschnittliche Grundwasserspiegel höher war, während im unteren Bereich der Flözgruppe die Bedingungen bei einem niedrigerem Grundwasserspiegel grundsätzlich trockener waren. Natürlich waren auch im oberen Teil der Flözfolge in einem Teil des Bruchwaldes die Elemente des „Bruchwaldes II“ verbreitet, ohne jedoch die Dominanz zu Beginn der Ablagerung der Wulfersdorfer Flözgruppe zu erreichen. Als Hinweis für das stärkere Auftreten von Elementen des „Bruchwaldes I“ im hangenden Teil der Flözgruppe sind die Taxodiaceen zu nennen, die nach HAMMER (1996) im Flöz 4 in *Nyssa/Taxodium*-Komplexen weit verbreitet waren, während es im liegenden Teil keine Hinweise auf solche Komplexe gibt.

Andererseits gibt es auch bei *T. liblarensis*, dem dominierenden Element unter den negativ geladenen Formen, zumindest in einigen Abschnitten der Abfolge wie dem Flöz 5 deutliche Hinweise auf feuchte Lebensbedingungen und Standorte. Im Profil I ist z. B. eine gleiche Häufigkeitsverteilung bei den Taxodiaceen-Pollen, Planktonformen und *T. liblarensis* nicht von der Hand zu weisen (Abb. 5.16). Diese Entwicklung ist aber nicht eindeutig über die gesamte Wulfersdorfer Flözgruppe zu verfolgen. Die Situation im Profil I kann daher auch im Zusammenhang mit dem Wechsel zwischen den positiven und negativen Faktorwerten im Flöz 5 stehen, in dem beide Bruchwald-Typen relativ gleichmäßig verteilt waren und keine deutliche Dominanz einer der beiden Typen wie in den Flözen 6 und 4 ausgeprägt war.

Die Deutung auf relativ feuchte Standorte für die Fagaceen vom Typ *T. liblarensis* beruht unter anderem auch auf dem Vergleich mit dem Auftreten von *Tricolporopollenites cingulum* (vgl. Kap. 5.2.5), der nach den Faktorladungen in dieser Komponente überhaupt keine Rolle spielt. Dies bedeutet, daß die Fagaceen vom Typ *T. cingulum* trockenere Standorte bevorzugten als die Mutterpflanzen von *T. liblarensis*, die einen mäßig feuchten Bruchwald („Bruchwald II“) anstelle eines von offenen Wasserflächen durchsetzten Bruchwaldes („Bruchwald I“) bevorzugten.

Die „factor scores“ zeigen allerdings, daß lediglich in den Profilen B, D, E aus dem unteren Teil der Abfolge von einer klaren Dominanz des „Bruchwaldes II“ gesprochen werden kann und auf der anderen Seite nur die drei Profile aus dem Flöz 4 die Vorherrschaft des „Bruchwaldes I“ deutlich anzeigen. In allen anderen Profilen ist vielmehr ein allmählicher Wechsel in der Vorherrschaft zu verfolgen.

Interessant ist auch das Zwischenmittel 4/5, in dessen oberen Teil die „factor scores“ negativ sind. Der Umschwung in den Werten fällt mit der Ausbildung des „kohligen Bandes“ zusammen. Offensichtlich hatte diese Verlandungsphase, auch wenn sie nur kurzzeitig war, Änderungen im Bruchwald zur Folge, da der Grundwasserspiegel sank, die Bodenfeuchte abnahm und auch die erneute Transgression so schwach war, daß der Grundwasserspiegel nicht wesentlich anstieg. Nach der Regression, die zur Verlandung und zur Bildung des Flözes 4 führte, dominierte allerdings wiederum der „Bruchwald I“. Der damit verbundene hohe Stand des Grundwasserspiegels ist möglicherweise auf den zunehmenden fluviatilen Einfluß zurückzuführen.

**Faktor 3** (Anhang C-6, Anlage 11) → Fluviatiler Einfluß/Vordringen des Ästuars

Die positiven Komponentenladungen dieses Faktors sind vor allem bei den Elementen zu beobachten, die nach der Cluster-Analyse (Anhang C-2, Tab. 5.4) in den Bereich der „Marsch“ einzuordnen sind. Vor allem Sparganiaceen, *Plicapollis pseudoexcelsus* und Restionaceen sind dabei zu nennen, aber auch Palmenpollen vom Typ *Arecipites* spp., die vermutlich aus den Hammocks innerhalb der Marsch stammen sowie *Nypa*, zwar ein Mangroveelement, aber durch den Standort im Hintergrund der Mangrove im direkten Kontakt zur Marsch, sind positiv geladen (Anhang C-6, Tab. 5.8). Auf der anderen Seite sind mit *Platycarya*, den Betulaceen, Aquifoliaceen und *Carya* Elemente negativ geladen, die nach der Cluster-Analyse in die Bruchwald-Typen I und II einzuordnen sind.

Dieser Faktor zeigt also den Gegensatz zwischen dem eigentlichen Bruchwald und der vorgelagerten Marsch. Die „factor scores“ (Anlage 11) zeigen somit positive Werte, wenn die Elemente aus dem Bereich der Marsch dominieren, und negative Werte bei einer Dominanz der Bruchwaldelemente. Dementsprechend sind alle Proben aus den Kohleflözen 4, 5 und 6 durch negative Faktorwerte gekennzeichnet, da ein Eintrag von Pollen aus der Marsch in den Bruchwald entweder nicht stattfand bzw. durch die Vegetation und Pollenproduktion des Bruchwaldes im Pollenspektrum unterdrückt wurde.

FAKTOR 3 (7,83% DER GESAMTVARIANZ)	
Negativ	Positiv
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Platycarya</i></li> <li>• Betulaceae</li> <li>• Aquifoliaceae</li> <li>• <i>Carya</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sparganiaceae</li> <li>• <i>Plicapollis pseudoexcelsus</i></li> <li>• Icacinaceae</li> <li>• Restionaceae</li> <li>• <i>Arecipites</i> spp.</li> <li>• Ulmaceae</li> <li>• <i>Nypa</i></li> </ul>

**Tab. 5.8:** Palynologische Variablen mit signifikanten Faktorladungen für den Faktor 3

Interessanter sind die Profile aus den Liegendschichten und den Zwischenmitteln. Während die Profile A und B aus den Liegendschichten negative Werte zeigen, sind im Profil F aus dem unteren Zwischenmittel nahezu neutrale Werte zu beobachten. Profil G aus dem gleichen Zwischenmittel, aber weiter landeinwärts gelegen, ist bereits durch stark positive Werte geprägt. Im Zwischenmittel 4/5 sind dann in allen drei Profilen positive Werte zu verzeichnen. Dieser Trend zeigt das Eindringen der Marsch in den Ablagerungsraum und die seewärtige Verlagerung des Ästuars. Dieser Faktor ist somit das genaue Gegenstück zum Faktor 1, dem marinen Einfluß. Während sich dort der ständig abnehmende marine Einfluß in den Liegendschichten und Zwischenmitteln auf bestimmte Elemente auswirkt, zeigt der Faktor 3 mit dem Vordringen des Ästuars einen gleichzeitigen Anstieg des terrestrischen Einflusses.

Der zunehmende terrestrische Einfluß läßt sich aus den Ergebnissen der Faktor-Analyse gut nachvollziehen. Obwohl die beiden Profile aus den Liegendschichten noch negative Faktorwerte aufweisen sind zumindest die Restionaceen oder *Plicapollis pseudoexcelsus* dort nicht selten und zeigen das Vorhandensein einer Marsch in der weiteren Umgebung an. So sind die Sedimente von Profil A in einem Bereich sedimentiert worden, in denen marine Prozesse dominierend und die Strömungsenergie für eine Ausbreitung der Marschvegetation zu hoch war. Profil A ist sedimentologisch in den äußeren Bereich des Ästuars einzuordnen (vgl. Kap. 5.2.2). Die Marschelemente sind somit aus einer weiter landeinwärts gelegenen Marsch eingetragen worden.

In Profil B aus dem Südosten des Tagebaus sind die Marschelemente zwar noch seltener, die Totarmrinne, die in diesem Profil erfaßt wird, zeigt jedoch die Lage im inneren, fluviatil dominierten Bereich des Ästuars an. Die Ufer dieser Rinne sind wahrscheinlich von einer Auenvegetation umgeben gewesen (Dominanz von *Tricolporopollenites microreticulatus*), die durch ihre eigene Pollenproduktion den Anteil der Marschelemente innerhalb des Pollenspektrums stark herabsenkte. Eine andere Erklärung wäre, daß das Profil bereits aus einem Bereich im Hintergrund der Marsch stammt und Marschelemente nur in geringem Maße landwärts eingetragen wurden.

Im Zwischenmittel 5/6 ist diese Situation nur wenig verändert. Im Vergleich der Faktorwerte gibt es nur einen leichten Anstieg von Profil A nach Profil F. Die Marsch ist somit im unteren Zwischenmittel nur wenig näher als in den Liegendschichten an diesen Ablagerungsbereich herangerückt. In Profil G sind die Faktorwerte sehr hoch und folglich die Marsch bereits deutlich erkennbar. Es muß jedoch beachtet werden, daß Profil G einige hundert Meter weiter seewärts von Profil B liegt (Anhang A-1) und die Sedimentation sich deutlich unterscheidet. Während Profil B mit der Totarmrinne einen Sonderfall darstellt, zeigt Profil G die „normale“ Sedimentation in einem zentralen Bereich des Ästuars mit vorherrschend fluviatilen Prozessen an. Dementsprechend sind beide Profile auch nicht unbedingt vergleichbar und somit auch nicht die Faktorwerte. Größere Wanderungsbewegungen der Marsch lassen sich somit anhand der beiden Profile nicht nachweisen. Sie ergeben sich erst im Zusammenhang mit dem Faktor 1, dem marinen Einfluß. Dieser geht nämlich im unteren Zwischenmittel gegenüber den Liegendschichten eindeutig zurück.

Die drei Profile aus dem Zwischenmittel 4/5 zeigen dann allerdings auch im Faktor 3 deutlich das Vordringen der Marsch in den Ablagerungsraum. Während in den Liegendschichten (Profil A) und im Zwischenmittel 5/6 (Profil F) der marine Einfluß noch stark ist, fehlt er im oberen Zwischenmittel (Profil J). Dafür zeigt Faktor 3 den dominierenden fluviatilen Einfluß, der mit der Ausbreitung der Marschelemente einhergeht. Das seewärtige Vordringen des Ästuars ist somit eindeutig. In allen drei Profilen dieses Zwischenmittels sind die Faktorwerte nahezu identisch, so daß in allen drei Profilen von einer Marschvegetation in der Umgebung ausgegangen werden kann. Es sollte aber berücksichtigt werden, daß die drei Profile viel näher beieinander liegen als die Profile aus den Liegendschichten und dem unteren Zwischenmittel (vgl. Anhang A-1), so daß nicht unbedingt eine größere flächenhafte Ausdehnung der Marsch im oberen Zwischenmittel anzunehmen ist.

Zusammenfassend zeigt die Principal Component-Analyse, daß es drei Hauptfaktoren gibt, die entscheidend für die Entwicklung der Wulfersdorfer Flözgruppe waren:

1. Mariner Einfluß
2. Höhe des Grundwasserspiegels/Bodenfeuchte
3. Fluvialer Einfluß

Alle diese Faktoren hatten Einfluß auf die Zusammensetzung der Vegetation, vor allem aber auf die Ausbreitung verschiedener Pflanzengemeinschaften zu bestimmten Zeiten.

Andere Faktoren spielen sicherlich auch eine wichtige Rolle bei der Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft, wie z. B. die Nährstoffzufuhr, doch sind dies zum einen nur lokale Effekte, die nicht für die gesamte Wulfersdorfer Flözgruppe von Bedeutung sind und zum anderen haben diese Faktoren palynologisch keine großen Änderungen zur Folge gehabt, so daß sie durch die PCA nicht herausgearbeitet werden.

### 5.3.4 Vergleich zu den Moortypen und Pflanzenvereine nach PFLUG 1952

Eine auffallende Erscheinung in der Braunkohle der Oberflözgruppe ist ihre Hell/Dunkel-Bänderung. PFLUG (1952) untersuchte die hellen und dunklen Lagen der Helmstedter Braunkohle, um palynologische Hinweise für ihre Entstehung aus unterschiedlichen Pflanzengemeinschaften zu erhalten und stellte fest, daß in hellen Lagen *Tricolpopollenites liblarensis* gegenüber *Tricolporopollenites cingulum* überwiegt. In dunklen Schichten ist das Verhältnis umgekehrt, in mittelhellen Lagen dagegen ausgeglichen. Im Zusammenhang mit dem Grad der Vergelung dieser Lagen stellte PFLUG (1952) vier Moortypen auf, aus denen die Helmstedter Braunkohlenmoore hervorgegangen sind:

**Zone A**     Extrapalustrer Hochwald

Er wird oberhalb des Grundwasserspiegels auf einem mineralischen Substrat gebildet. Diese Zone ist daher kein eigentlicher Moortypus. Kennzeichnend sind hohe Werte von ca. 30% für *T. liblarensis*.

**Zone B**     Semiterrestrischer Bruchwald

Dieser bildet einen dunklen holz- und humusreichen Torf. Kennzeichnend sind hohe Werte von zusammen etwa 33% für *T. cingulum* und *T. megaexactus*. Die Vegetation setzt sich aus windblütigen Pflanzen wie Fagaceen, Cyrellaceen, Betulaceen, Juglandaceen und Myricaceen zusammen.

**Zone C**     a) Telmatischer Bruchwald

Dieser bildet einen dunklen holzarmen, aber humusreichen Torf. Kennzeichnend sind hohe Werte für *T. cingulum* und gelegentlich für *T. liblarensis*.

b) Halblimnische Übergangstypen

Es werden dunkle, humusreiche Torfe mit hohen *T. liblarensis*-Werten und mittelhelle Torfe mit mäßigem Humusstoffgehalt und mäßig hohen *T. liblarensis*- und *T. cingulum*-Werten gebildet. Je

größer der Anteil von *T. liblarensis* am Pollenspektrum ist, desto limnischer ist der Charakter der Ablagerungen.

#### **Zone D** Offener limnotelmatischer bis limnischer Zentralkomplex

Charakteristisch sind helle, humusstoffarme Torfe mit sehr hohen Werten bis 40% für *T. liblarensis* und gelegentlich hohen Werten für *Pompeckjoidapollenites subhercynicus*.

In diesen Moortypen erkannte PFLUG (1952) drei Zustandsphasen des Braunkohlenmoors:

- **Phase der offenen Moorgesellschaften:** Kennzeichnend sind eine rasche Absenkung, ein sehr hoher mittlerer Grundwasserspiegel und die Bildung von hellen, humusstoffarmen Torfen.
- **Phase der Bruchwaldgesellschaften:** Kennzeichnend ist eine mäßige Absenkung, ein hoher mittlerer Grundwasserspiegel und die Bildung von dunklen, humusstoffreichen Torfen.
- **Phase der Hochwaldgesellschaften:** Kennzeichnend ist die fehlende Absenkung, der damit verbundene niedrige Grundwasserspiegel und die fehlende Torfbildung.

Die Vegetation ist demnach vom Stand des Grundwasserspiegels abhängig. Die hellen Kohlelagen sind unter sehr feuchten, teilweise limnischen Bedingungen entstanden und werden palynologisch durch eingewehte Pollen charakterisiert. Die hier dominierenden Pollen des *liblarensis*-Typs kennzeichnen also einen extrapalustren Hochwald. Bei sinkendem Grundwasserspiegel bilden sich Bruchwälder, die einen dunklen Torf aufbauen. In den Wäldern dominiert der Pollen des *cingulum*-Typs, die eingewehten Pollen werden zurückgedrängt. *T. cingulum* ist also ein autochthones und *T. liblarensis* ein allochthones Element.

PFLUG's Vorstellungen können nach diesen Untersuchungen nicht bestätigt werden. Folgt man der Annahme PFLUG's, daß sich allochthone Elemente in offenen Moorgesellschaften anreichern, so müßten die Werte für *T. liblarensis* nach PFLUG in den Übergangsbereichen von den Zwischenmitteln zu den Flözen in der Phase der offenen Marsch deutlich steigen und auch in den Zwischenmitteln deutlich gegenüber *T. cingulum* überwiegen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Beispiele wie in Probe H/19, die PFLUG bestätigen, bleiben die Ausnahme.

Die Frage nach der Ursache der Hell/Dunkel-Bänderung ist bereits von einer ganzen Reihe von Autoren kritisch betrachtet worden. Neben PFLUG (1952) nimmt auch NEUY-STOLZ (1958) für die Bildung der hellen Schichten limnotelmatische Bereiche mit hohen Anteilen an allochthonen Pollen an, während die dunklen Lagen unter einer Bruchwaldfazies entstanden. TEICHMÜLLER & THOMSON (1958) bezeichnen die hellen Lagen in der Niederrheinischen Braunkohle als Riedmoorkohlen. WINKLER (1985) und DEHMER (1989) nehmen dagegen saure, nährstoffarme Bedingungen als Ursache für die Entstehung der hellen Lagen an, im Gegensatz zu den schwach sauren bis neutralen und nährstoffreichen Bedingungen, die zur Bildung der dunklen Lagen führen. KRUTZSCH et al. (1992) ziehen die Höhe des Niederschlags, also klimatische Wechsel, als Ursache heran. So werden während Perioden stärkeren Niederschlages dunkle Kohlelagen und während Zeiten geringeren Niederschlages helle Kohlelagen gebildet. Intensive aerobe Zersetzung, wie sie bei einem häufigen Wechsel zwischen nassen und trockeneren Phasen zu finden ist, hält KLEIN-REESINK (1984) als Ursache für möglich, da stark fluoreszierende Grundmasse, die als Produkt intensiver mikrobieller Aktivität entsteht, den Hauptbestandteil der hellen Kohle bildet.

Die zuletzt genannten Vorstellungen sind somit unabhängig von der das Moor bewohnenden Pflanzengemeinschaft zu sehen, die nicht mehr als die Ursache für die Bänderung herangezogen wird. Dementsprechend ist auch im allgemeinen in der Wulfersdorfer Flözgruppe keine Beziehung zwischen der Helligkeit des Torfes und der Häufigkeit von *T. liblarensis* und *T. cingulum* zu erkennen. Zumindest in der Wulfersdorfer Flözgruppe ist somit die Hell/Dunkel-Bänderung unabhängig von der Moorvegetation. BODE (1994) führt außerdem mikropetrographische Beweise an, die auf die Bildung heller Lagen unter aeroben Bedingungen im Sinne von KLEIN-REESINK (1984) hindeuten, wobei die intensive Zersetzung der pflanzlichen Substanz die entscheidende Rolle spielt, unabhängig von der Art (krautig oder holzig) der Vegetation.

Zusammenfassend kann damit das auf der Hell/Dunkel-Bänderung und hauptsächlich auf dem Wechsel zwischen *T. liblarensis* und *T. cingulum* basierende Modell von PFLUG (1952) nicht mehr als gültig angenommen werden, da es keine Abhängigkeit der Faziesentwicklung von der Flözbänderung gibt.

Auch das von KRUTZSCH et al. (1992) vertretende Modell der Klimakontrolle verliert an Gültigkeit, da sich einige als Indikatoren für Klima-Events herangezogenen Elemente als ausgesprochene Fazieselemente erwiesen haben.

Vielmehr haben die vorliegenden Untersuchungen gezeigt, daß sich viel sinnvoller paläoökologische Interpretationen ergeben, wenn man davon ausgeht, daß Pollenvergesellschaftungen die Pflanzengemeinschaften viel deutlicher nachzeichnen als bisher angenommen und ausgesprochene Allochthonie eher die Ausnahme als die Regel ist. Wesentliche Argumente hierfür ergeben sich aus der Analyse der Isopollenkarten, aber auch aus Untersuchungen an rezenten Verhältnissen wie den Florida Everglades (RIEGEL 1965, WILLARD et al., im Druck).

# Kapitel 6 Stratigraphie

## 6.1 Bisherige Einstufungen

Die Ablagerungen der Helmstedter Ober- und Unterflözgruppe wurden von PFLUG (1952) erstmals palynologisch datiert. Während die Unterflözgruppe in das Paläozän bis tiefere Eozän eingestuft wurde, hielt PFLUG auf Grund der großen Ähnlichkeit der Pollenspektren aus der Oberflözgruppe mit denen der mitteleozänen Geiseltalkohle ein mitteleozänes Alter auch für die Helmstedter Oberflözgruppe für sehr wahrscheinlich.

Wenig später unterteilten THOMSON & PFLUG (1953) auf der Grundlage ihrer palynologischen Untersuchungen das Eozän mit dem HU-, HO- und Borkener Bild in drei Abschnitte. Der zeitliche Rahmen für die Helmstedter Unterflözgruppe (HU-Bild) und die Oberflözgruppe (HO-Bild) wurde dabei von PFLUG (1952) übernommen. Das Borkener Bild wurde mit einem sehr weiten Umfang (höheres Eozän bis mittleres Oligozän) eingeführt und erst später von KRUTZSCH (1966) auf ein höheres mitteleozänes Alter eingeengt (Abb. 6.1). Die Helmstedter Unterflözgruppe wurde von KRUTZSCH (1955) ebenfalls enger gefaßt und auf ein rein untereoazänes Alter beschränkt sowie vom älteren Antweiler Bild abgetrennt. Nachdem die Mikroflora des Messeler Sees zeitlich zwischen dem HU- und HO-Bild ins tiefste Mitteleozän eingeordnet wurde (KRUTZSCH 1957), unterteilte KRUTZSCH (1966) das Alttertiär in palynologisch definierte Paläogen-Stufen. Während das Geiseltalbild (synonym zum HO-Bild eingeführt) und dementsprechend auch die Oberflözgruppe in die Pg.-Zone 15 gestellt wurde, sind die älteren Sedimente aus der Unterflözgruppe der Zone 13 (HU-Bild) zugerechnet worden. Die untereoazäne Einstufung wurde beibehalten, wobei jedoch eine Abtrennung von älteren untereoazänen Ablagerungen wie dem Riestedter Bild (Pg.-Zone 12) oder dem Epinois-Bild (Pg.-Zone 11) erfolgte. Die Pg.-Zone 14, als HU/HO-Bild bezeichnet, ist synonym zum Messeler Bild aufzufassen und wurde ins unterste Mitteleozän gestellt. Später wurden diese Zonen dann von KRUTZSCH et al. (1992) in SPP (Sporen-Pollen-Paläogen)-Zonen umbenannt.

KRUTZSCH (1976) untersuchte detailliert das Geiseltalprofil und konnte so das Mitteleozän bzw. die Pg.-Zone 15 palynologisch weiter aufgliedern. In wie weit die Wulfersdorfer Flözgruppe stratigraphisch und palynologisch im Geiseltalprofil wiederzufinden ist, wird in Kap. 6.5 näher untersucht.

PFLUG (1986) untersuchte noch einmal die Abfolgen in der Helmstedter Tertiärsenke und unterteilte ebenfalls das Eozän in verschiedene Stufen (Abb. 6.1). Die Helmstedter Oberflözgruppe wurde dabei in vier Abschnitte gegliedert. Die Zone HU 4 ist zeitlich mit der Mikroflora aus Messel zu vergleichen und in der Helmstedter Tertiärmulde im unteren Emmerstedter Grünsand zu finden (vgl. Abb. 1.4). Mit den Zonen HO 1 und HO 2, die gleichbedeutend mit dem Viktoria-Flöz und dem Treue-Flöz zu sehen sind, folgen zwei weitere Abschnitte. Die Hangendschichten über dem Treue-Flöz (Annenberg-Schichten) schließlich zeigen nach PFLUG (1986) palynologisch bereits Ähnlichkeiten mit der Braunkohle aus Borken, so daß mit der Zone BO 1 ein weiterer mitteleozäner Abschnitt in der Helmstedter Oberflözgruppe zu beobachten ist. Später konnte SCHIEMANN (1994) mit dem Unterflöz ein weiteres Flöz aus der Oberflözgruppe untersuchen, das in dem Schema von Pflug ebenso wenig enthalten ist wie die Abfolgen der Oberflözgruppe in der Ostmulde mit den Wulfersdorfer Flözen und den drei Hangendflözen. In Kap. 6.4 wird daher versucht, die stratigraphischen Beziehungen zwischen den Abfolgen aus der West- und Ostmulde nach den neuesten Ergebnissen darzustellen.










Mittlerweile ist die stratigraphische Stellung der gesamten Oberflözgruppe relativ klar (Abb. 6.1). Lediglich die genaue Lage der Grenze zwischen dem Unter- und Mitteleozän ist nach LIETZOW (1991) noch fraglich. Lietzow et al. (1990) vermuten aber, daß sie im untersten Teil der Helmstedter Oberflözgruppe und zwar innerhalb der Heidberg-Kiessande und unter den Wulfersdorfer Flözen liegt (Abb. 1.4).

## 6.2 Die stratigraphische Einordnung der Wulfersdorfer Flözgruppe

Die im systematischen Teil dieser Arbeit angegebenen möglichst genauen Angaben über die stratigraphische Reichweite der Sporomorphen beziehen sich hauptsächlich auf die Ergebnisse von THOMSON & PFLUG (1953); KRUTZSCH (1957, 1959a, 1961, 1966, 1970c); KRUTZSCH et al (1992); KEDVES (1967, 1968a, 1968b, 1973, 1974, 1978); THIELE-PFEIFFER (1980, 1988) und NICKEL (1996a, 1996b).

Von den insgesamt 156 aus der Wulfersdorfer Flözgruppe beschriebenen Pollen- und Sporenarten konnten 134 Formen stratigraphisch eingeordnet werden, so daß lediglich bei rund 14% der Formen die stratigraphische Reichweite nicht bekannt ist (Abb. 6.2). Dies betrifft vor allem die Formen, die keiner bekannten Pollen- und Sporenform zugeordnet werden konnten.

Abb. 6.4 zeigt in einer Übersicht die stratigraphischen Reichweiten von 130 Taxa. Nicht berücksichtigt wurden neben den taxonomisch nicht bekannten Formen auch die Arten, die bisher nicht im Mitteleozän gefunden wurden, sondern nur aus älteren oder jüngeren Ablagerungen stammen. Bei der Darstellung muß berücksichtigt werden, daß das stratigraphische Verteilungsbild nur für Mitteleuropa gilt. Einige Formen können daher in anderen Gebieten auch zu anderen Zeiten vorkommen, wie z.B. *Spinizonocolpites echinatus/baculatus*, die in Mitteleuropa nur aus dem Eozän, in außereuropäischen Vorkommen aber bereits seit der Oberkreide bekannt sind

Allgemeine Stratigraphie		THOMSON & PFLUG (1953)	K RUTZSCH (1955)	K RUTZSCH (1957, 1958)	K RUTZSCH (1966) Einteilung in Pg.-Zonen*		K RUTZSCH (1976) Aufgliederung d. Geiseltalprofils	P FLUG (1986)	V INKEN (1988) Pollen- Dinoflag.- Zonen Zonen							
<b>Oligozän</b>	Mitt.-	Rheinisches Bild	-----	Calauer Bild	 ?			Rupel Rp 1-3	SP7	D14						
	Unt.-				Calauer Bild						20					
<b>Eozän</b>	Ober-	Borkener Bild	Borkener Bild	Heskemer Bild	Heskemer Bild	19		Melanien-ton MI 1-2	SP6	D13						
					Zeitzer Bild (~Borkener Bild)	Zeitzer Bild					18					
	Mittel-	Bild der Helmstedter Oberflöze (HO-Bild)	HO-Bild	-----	Geiseltal-Bild (HO-Bild)	Etzdorfer Bild	17	18 (5. Hangendflöz) 17/18 (1./2. Hangendfl.)	Borken BO 2	SP5	D12					
						Borkener Bild	16									
						Geiseltalbild (HO-Bild)	15	15D: Oberkohle 15C: Obere Mittelkohle 15B: Unt. Mittelkohle 15A: Unterkohle	Helmstedt Oberflöze	c	D10					
						Messeler Bild	14	14/15 Tiefenflöze I, II								
						Unter-	Bild der Helmstedter Unterflöze (HU-Bild)	HU-Bild	HU-Bild	HU-Bild	13b		Helmstedt Unterflöze	SP4	b	D8
										Riest.-/HU Bild	13a					
										Riestedter Bild	12					
										Epinois-Bild	11					
<b>Paläozän</b>	Ob.-	Antweiler Bild	Antweiler Bild	Helle-Bild	10			HU 1	a	D7						
				Sangerhäuser B.	9											
	Mitt.-	"Sarstedt" Bild	Hannoversches Bild	Hannoversches Bild	Brandenburger B.	8			HU 2	-----	D6					
					Viesener Bild	7b										
					Hannoversches B.	7a										
										SP3	D5					
										SP2						
										SP1	D4					

\*Die Pg.-Zonen wurden später von K RUTZSCH et al. (1992) in SPP (Sporen-Pollen-Paläogen)-Zonen umbenannt.

(vorherige Seite) **Abb. 6.1:** Die stratigraphische Gliederung des Paläogens; nach Angaben von THOMSON & PFLUG (1953), KRUTZSCH (1955, 1957, 1966, 1976), PELUG (1986) und VINKEN (1988)

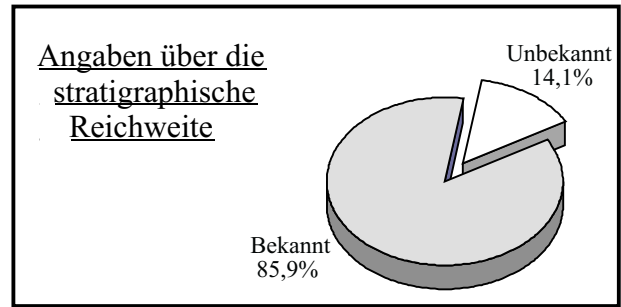
(SCHRANK 1994). Ebenfalls nicht berücksichtigt ist in dieser Darstellung die quantitative Verbreitung der einzelnen Sporomorphen, die eingeschränkt auch für stratigraphische Aussagen von Bedeutung ist.

49,3% der Formen sind auf das Paläogen beschränkt, wobei 33,6% der Formen bereits im Eozän verschwinden, die übrigen 15,7% im Oligozän aussterben (Abb. 6.3b). Somit sind mehr als die Hälfte der Formen noch in neogenen Fundpunkten zu beobachten, wobei über 5% nahezu unverändert sogar rezent noch zu beobachten sind. Dennoch kann nicht unbedingt von einem modernen Pollenbild gesprochen werden, da über 43% der Formen bereits aus dem Paläozän bekannt sind, weitere 4% sogar aus der Oberkreide (Abb. 6.3a).

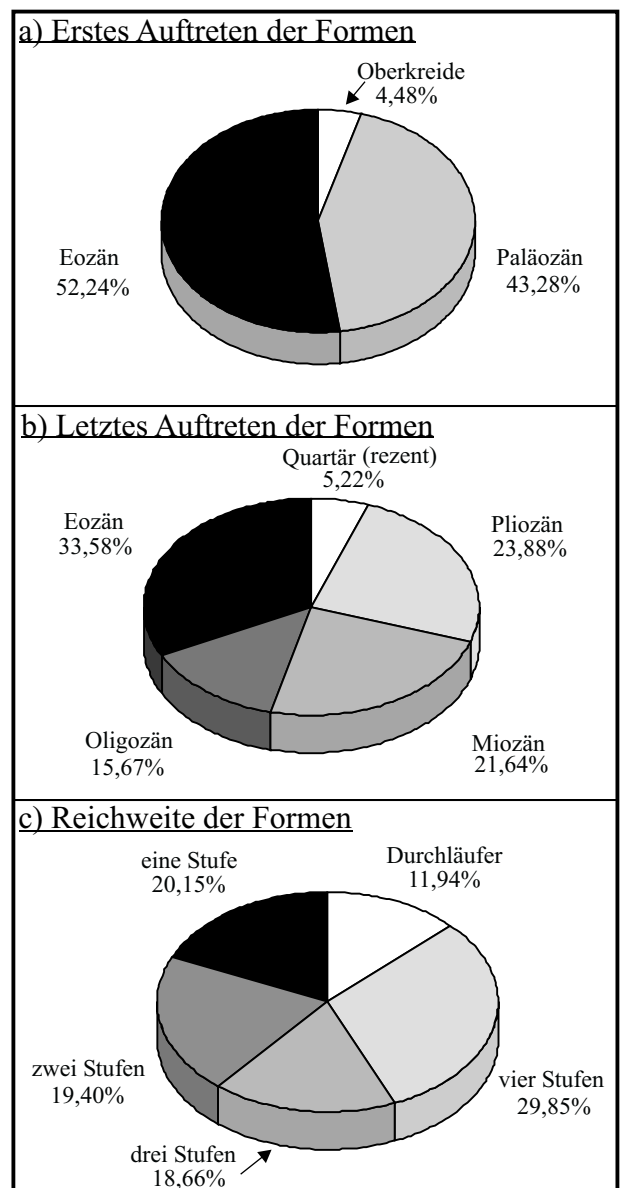
Stratigraphisch wertvoll ist nur ein kleiner Teil der aus der Wulfersdorfer Flözgruppe bekannten Formen. So sind fast 30% der Formen aus vier Tertiärstufen bekannt, 11,9% sind sogar absolute „Durchläufer“, die in allen Tertiärstufen vorhanden sind (Abb. 6.3c). Unter diesen „Durchläufern“ befinden sich vielfach „Sammelarten“, also Formen, die wahrscheinlich eine ganze Reihe von botanischen Arten und Gattungen umfassen, wie z. B. *Tricolpopollenites liblarensis* oder *Tricolporopollenites cingulum*. Diese Formen sind zwar sehr häufig in den Proben vertreten und somit wichtig für eine Faziesinterpretation, für stratigraphische Aussagen sind sie aber ungeeignet.

Auf der anderen Seite sind lediglich 20,2% der Formen nur aus dem Eozän bekannt, wobei insgesamt nur 8 Formen rein auf das Mitteleozän beschränkte Formen sind. Ob allerdings z. B. *Celtipollenites laevigatus* und *Punctilongisulcites microechinatus* stratigraphisch von Bedeutung sind, bleibt fraglich, da diese Formen bisher lediglich aus dem Mitteleozän von Messel (THIELE-PFEIFFER 1988) beschrieben waren und somit wenig über die Reichweiten bekannt ist. Gleiches gilt für *Tegumentisporis sculpturoides*, die bisher nur in Messel und im Geiseltal beobachtet wurden (KRUTZSCH 1955). In wie weit *Toroisporis postregularis*, *Verrucatosporites microfavus* und *Punctatisporites palaeogenicus* von stratigraphischer Bedeutung sind, ist ebenfalls fraglich, da sie bisher zwar nur aus dem Mitteleozän bekannt sind, aber gerade bei Sporen eine Vielzahl von Arten beschrieben sind, die sich nur in wenigen Details unterscheiden, so daß eine Artabgrenzung untereinander nicht immer sinnvoll erscheint. Somit ist auch die stratigraphische Signifikanz nicht gesichert.

Stratigraphisch wertvoll sind dagegen andere Formen: MEYER (1988) stellte bestimmte Leitformen zusammen, um eine palynostratigraphische Gliederung des nordwesteuropäischen Paläogens zu erstellen. Dabei wurden Daten aus verschiedenen Fundpunkten in Nord- und Süddeutschland, Großbritannien, Frankreich, Belgien und den Niederlanden zusammengetragen. Die Synthese ist in einem überregional gültigen Verbreitungsschema wiedergegeben, in dem nur weit verbreitete Formen mit bekannter Reichweite enthalten sind (VINKEN 1988, Fig. 144). Das Eozän wird danach in zwei Zonen und drei Subzonen gegliedert (Abb. 6.1). Die Zone SP4 enthält das Untereozän (SP4 a und b) sowie das tiefere Mittel-



**Abb. 6.2:** Der Kenntnisstand über die stratigraphische Reichweite der aus der Wulfersdorfer Flözgruppe beschriebenen Formen.



**Abb. 6.3:** Angaben über das stratigraphische Verhalten der Formen: a) erstes Auftreten, b) letztes Auftreten, c) Anzahl der Tertiärstufen, in denen die Formen erscheinen (Basis sind die 134 Sporomorphen, von denen stratigraphische Angaben bekannt sind).



Sporomorphen	Ob.-Kreide	Paläozän			Eozän			Oligozän			Miozän			Pliozän	Quartär
		Unter-	Mittel-	Ober-	Unter-	Mittel-	Ober-	Unter-	Mittel-	Ober-	Unter-	Mittel-	Ober-		
(21) <i>Laevigatosporites haardti</i>															
(28) <i>Inaperturopollenites dubius</i>															
(38) <i>Emmapoll. pseudoemmaensis</i>															
(48) <i>Pompeckj. subhercynicus</i>															
(51) <i>Interpollis supplingensis</i>															
(52) <i>Interpollis microsupplingensis</i>															
(30) <i>Inaperturopollenites magnus</i>															
(56) <i>Triatriopollenites rurensis</i>															
(82) <i>Trivestibulopoll. betuloides</i>															
(101) <i>Reevesiapollis triangulus</i>															
(114) <i>T. cingulum pusillus</i>															
(118) <i>T. megaexactus exactus</i>															
(127) <i>Tricolporopoll. parmularius</i>															
(105) <i>Tricolp. liblarensis fallax</i>															
(78) <i>Triporopollenites robustus</i>															
(91) <i>Symplocospollenites orbis</i>															
(121) <i>Tricolporopoll. satzveyensis</i>															
(144) <i>Nyssapo. kruschi analepticus</i>															
(33) <i>Milfordia incerta</i>															
(151) <i>Tetracolporopoll. kirchheimeri</i>															
(152) <i>Tetracolporopoll. obscurus</i>															
(106) <i>Tricolpopollenites quisqualis</i>															
(113) <i>T. cingulum fusus</i>															
(22) <i>Laevigatosporites discordatus</i>															
(75) <i>Subtripor. constans constans</i>															
(100) <i>Pentapollenites pentangulus</i>															
(53-55) <i>Plicapollis pseudoexcelsus</i>															
(4) <i>Toroisporis irregularis</i>															
(143) <i>Spinaepollis spinosus</i>															
(26) <i>Reticuloidospor. dentatus</i>															
(70) <i>Caryapollenites circulus</i>															
(94) <i>Labrapollis labraferus</i>															
(74) <i>Subtriporop. magnoporatus</i>															
(76) <i>Subtriporop. constans magnus</i>															
(80) <i>Triporopollenites undulatus</i>															
(97) <i>Thomsonipollis magnificus</i>															
(29) <i>Inaperturopoll. concedipites</i>															
(128) <i>Tricolporopoll. sole de portai</i>															
(63) <i>Momipites quietus</i>															
(64) <i>Platycaryapoll. platycaryoides</i>															
(84) <i>Intratriporo. microreticulatus</i>															
(5) <i>Toroisporis torus major</i>															
(156) <i>Ericipites ericius</i>															
(109) <i>Tricolpopollenites retiformis</i>															
(155) <i>Ericipites callidus</i>															
(115) <i>T. cingulum oviformis</i>															
(147) <i>Ilexpollenites margaritatus</i>															
(40) <i>Arecipites parareolatus</i>															
(104) <i>T. liblarensis liblarensis</i>															
(92) <i>Celtipollenites intrastructurus</i>															
(39) <i>Monocolpopoll. tranquillus</i>															
(79) <i>Triporopoll. megagraniifer</i>															
(32) <i>Milfordia minima</i>															
(16) <i>Cicatricosisp. paradorogensis</i>															
(1) <i>Leiotriletes microadriennis</i>															
(15) <i>Cicatricosisp. dorogensis</i>															
(60) <i>Plicatopollis lunatus</i>															
(71) <i>Caryapollenites triangulus</i>															
(73) <i>Subtriporopollenites anulatus</i>															
(98) <i>Compositoipoll. rhizophorus</i>															
(110) <i>Tricolpopollenites vegetus</i>															
(49) <i>Nudopollis terminalis</i>															
(27) <i>Pityosporites labdacus</i>															
(108) <i>Tricolpopollenites asper</i>															
(146) <i>Ilexpollenites iliacus</i>															

Sporomorphen	Ob.-Kreide	Paläozän			Eozän			Oligozän			Miozän			Pliozän	Quartär
		Unter-	Mittel-	Ober-	Unter-	Mittel-	Ober-	Unter-	Mittel-	Ober-	Unter-	Mittel-	Ober-		
(57) <i>Triatriopollenites bituitus</i>															
(62) <i>Momipites punctatus</i>															
(12) <i>Stereisporites minor minor</i>															
(13) <i>Stereisporites breviancoris</i>															
(77) <i>Tripoporollenites rhenanus</i>															
(81) <i>Tripoporollenites coryloides</i>															
(107) <i>Tricolpopoll. microhenrici</i>															
(122/123) <i>T. marcodurensis</i>															
(124/125) <i>T. microreticulatus</i>															
(145) <i>Nyssapo. kruschi accessorius</i>															
(99) <i>Corsinipoll. oculus-noctis</i>															
(120) <i>Tricolporopoll. edmundi</i>															
(17) <i>Polypodiaceosp. gracillimus</i>															
(35) <i>Sparganiaceap. reticulatus</i>															
(96) <i>Brosipollis salebrosus</i>															
(116) <i>T. pseudocingulum</i>															
(89) <i>Porocolpopoll. rarobaculatus</i>															
(149) <i>Tetracolporopoll. sapotoides</i>															
(150) <i>Tetracolporopoll. manifestus</i>															
(46) <i>Dicolpopollis kockeli</i>															
(8) <i>Ischyosporites asolidus</i>															
(119) <i>T. staresedloensis</i>															
(58) <i>Triatriopollenites myricoides</i>															
(20) <i>Cicatricospor. pseudodorog.</i>															
(134) <i>Tricolporopollenites cognitus</i>															
(59) <i>Plicatopollis plicatus</i>															
(65) <i>Platycaryapoll. semicyclus</i>															
(85) <i>Bombacacidites kettingensis</i>															
(88) <i>Anacolosidites pseudoefflatus</i>															
(95) <i>Brosipollis striatobrosus</i>															
(130) <i>Tricolporopoll. eofagoides</i>															
(148) <i>Reticulataep. intergranulatus</i>															
(43) <i>Spinizonocolpites echinatus</i>															
(44) <i>Spinizonocolpites baculatus</i>															
(47) <i>Diporoco. iszkaszentgyoergyi</i>															
(50) <i>Basopollis orthobasalis</i>															
(66) <i>Platycaryapoll. anticyclus</i>															
(83) <i>Intratripoporop. microinstructus</i>															
(87) <i>Anacolosidites efflatus</i>															
(129) <i>Tricolporopoll. crassiexinus</i>															
(131) <i>Tricolporop. vancampoae</i>															
(132) <i>Tricolporop. cf. megaporatus</i>															
(72) <i>Pterocaryapoll. stellatus</i>															
(19) <i>Camarozonosp. decorus</i>															
(24) <i>Verrucatosporites favus</i>															
(34) <i>Sparganiaceap. sparganioides</i>															
(90) <i>Porocolpopoll. vestibulum</i>															
(2) <i>Leiotriletes maxoides</i>															
(117) <i>T. megaexactus brühlensis</i>															
(153) <i>Tetracolporopoll. sculptatus</i>															
(41) <i>Arecipites convexus</i>															
(9) <i>Baculatisporites primarius</i>															
(18) <i>Camarozonsp. heskemensis</i>															
(154) <i>Droseridites echinosporus</i>															
(103) <i>Nothofagidites flemingii</i>															
(3) <i>Toroisporis arealis</i>															
(10) <i>Baculatisporites gemmatus</i>															
(6) <i>Toroisporis postregularis</i>															
(14) <i>Tegumentisp. sculpturoides</i>															
(23) <i>Punctatospor. palaeogenicus</i>															
(25) <i>Verrucatosporites microfavus</i>															
(45) <i>Punctilongis. microechinatus</i>															
(93) <i>Celtipollenites laevigatus</i>															
(111) <i>Tricolpopoll. pudicus</i>															
(133) <i>Tricolporop. crassostriatus</i>															

(vorherige Seiten) **Abb. 6.4:** Das stratigraphische Verhalten der Sporomorphen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe.

eozän (SP4 c), während die Zone SP5 das höhere Mitteleozän sowie das gesamte Obereozän umfaßt. Die Einordnung in die Zone SP4 oder SP5 ist nach VINKEN (1988, Fig. 144) im Prinzip an 8 Formen festzumachen, die an der Zonengrenze entweder verschwinden oder erstmalig auftauchen. Mit dem Ende der Zone SP4 erlöschen fünf Formen bzw. Formgruppen, von denen mit *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*, der *Anacolosidites*-Gruppe, *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* und der *Spinizonocolpites*-Gruppe vier Formen bzw. -gruppen teilweise sogar häufig bis massenhaft in der Wulfersdorfer Flözgruppe auftauchen. Lediglich die fünfte aufgeführte Form *Nudopollis endangulatus* erscheint nicht in der Flözgruppe. Mit Beginn der Zone SP5 setzen drei Formen ein. Weder *Peripollenites stigmus* noch *Aglaoreidia cyclops* sind in der Wulfersdorfer Flözgruppe zu finden. Die dritte erwähnte Form *Pterocaryapollenites stellatus* ist lediglich mit einem Einzelexemplar beobachtet worden und kann daher vernachlässigt werden. Die Einordnung der Wulfersdorfer Flözgruppe in die Zone SP4 ist somit eindeutig, da die in der Zone SP5 einsetzenden Formen bis auf das Einzelexemplar nicht erscheinen.

Die Unterscheidung zwischen den beiden Subzonen SP4 b und SP4 c ist ebenfalls nur an wenigen Formen festzumachen. Da *Triatriopollenites megaexactus brühlensis* und die *Porocolpopollenites vestibulum*-Gruppe in der Wulfersdorfer Flözgruppe auftauchen, aber erst mit Beginn der Subzone SP4 c in Nordwesteuropa erscheinen, ist eine Einstufung in diese Subzone vorzunehmen, zumal die mit dem Übergang von der Subzone SP4 b zur Subzone SP4 c erlöschenden Formen wie *Pistillipollenites mcgregorii* und *Slowakipollis eocaenicus* in der Flözgruppe auch nicht erscheinen. Die Wulfersdorfer Flözgruppe kann damit ins untere Mitteleozän eingeordnet werden.

Auch bei allen anderen von VINKEN (1988, Fig. 144) angeführten Formen gibt es im Prinzip keine Widersprüche. Zwar sind die *Interpollis*-Gruppe, die *Nothofagidites*-Gruppe sowie *Intratropopollenites microinstructus*, die alle vor der Zone SP4 c aussetzen, in der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet worden, doch sind dies einzelne Exemplare, die wiederum vernachlässigt werden können.

Die stratigraphischen Reichweiten der in den Liegendschichten und Zwischenmitteln beobachteten Dinoflagellaten (siehe Kap. Systematik) bestätigen die Einstufung ins untere Mitteleozän. In ähnlicher Weise wie bei den Pollen und Sporen führt VINKEN (1988, Fig. 165) die stratigraphisch relevanten Dinoflagellaten für Nordwesteuropa auf. Die Zonierung des Eozäns nach Dinoflagellaten führt zur Bildung von sieben Zonen (D5 – D12, vgl. Abb. 6.1). Während das Untereozän durch die Zonen D5 – D8 beschrieben wird, umfaßt das Mitteleozän die Zonen D10 und D11. Die Zone D9 ist im Übergangsbereich zwischen dem Unter- und Mitteleozän zu finden. Mit der Zone D 12 wird schließlich das Obereozän charakterisiert.

Neben Formen wie *Thalassiphora pelagica*, *Spiniferites ramosus*, *Wetziella articulata* oder *Deflandrea phosphoritica*, die alle bereits seit dem Paläozän bzw. Untereozän erscheinen und bis ins Oligozän vorkommen, gibt es auch einige stratigraphisch relevante Formen. So ist *Systematophora placacantha* zwar bis weit ins Miozän vorhanden, erscheint aber erst von der Dinoflagellatenzone D9 im Grenzbereich Unter-/Mitteleozän an. Auf der anderen Seite ist mit *Apectodinium homomorphum* eine Form häufig vorhanden, die spätestens in der Zone D10 verschwindet. Wichtig ist auch *Homotryblium abbreviatum*, die auf die Zonen D9 bis D11 in Norddeutschland beschränkt ist. Somit ist nach der Dinoflagellatenzonierung die Wulfersdorfer Flözgruppe in die Zonen D9 bis D10 einzuordnen, was zum einen der Pollenzone SP4 c und zum anderen dem unteren Mitteleozän entspricht (Abb. 6.1).

### 6.3 Vergleich der Helmstedter Unter- und Oberflözgruppe

Die palynologischen Unterschiede zwischen den Braunkohlen aus der Helmstedter Unterflözgruppe (HU-Bild) und der Helmstedter Oberflözgruppe (HO-Bild) versuchte bereits PFLUG (1952) herauszustellen. Die Oberflözgruppe aus dem Mitteleozän zeigt gegenüber der untereozänen Unterflözgruppe (Abb. 6.1) ein deutlich verändertes Pollenbild, so daß PFLUG (1952) davon ausging, daß sich zwischen den beiden Flözgruppen ein deutlicher Florenwechsel vollzogen hat. Mit der detaillierten palynologischen Analyse der Unterflözgruppe von HAMMER-SCHIEMANN (1998) kann dieser Florenwechsel mittlerweile genau beschrieben werden.

Zur Unterscheidung der Ober- und Unterflözgruppe stellte PFLUG (1952) bestimmte Sporomorphen heraus, die jeweils charakteristisch für das HU- und HO-Bild anzusehen sind. 19 Formen aus der Helmstedter Unterflözgruppe werden aufgeführt, die in der Helmstedter Oberflözgruppe und jüngeren Ablagerungen fehlen bzw. nur sehr vereinzelt vorkommen. Von diesen Formen finden sich mit *Thomsonipollis magnificus*, *Basopollis orthobasalis*, *Interpollis supplingensis* und *Cicatricosporites pseudodorogensis* zwar vier Arten auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe, aber nur mit Einzelexemplaren. Lediglich *Momipites quietus* ist auch in der Helmstedter Oberflözgruppe regelmäßig zu beobachten, so daß diese Form als Unterscheidungsmerkmal nicht herangezogen werden kann. Besonders die erwähnten Normapolles-Gattungen *Basopollis*, *Interpollis* und *Thomsonipollis* sind jedoch wichtige Elemente, da sie in der Unterflözgruppe teilweise massenhaft erscheinen (HAMMER-SCHIEMANN 1998). In der Oberflözgruppe sind lediglich im Unterflöz des Tagebaus Alversdorf (SCHIEMANN 1994) punktuell noch recht hohe Werte für *T. magnificus* zu verzeichnen und können als letzte Relikt vorkommen

in der Oberflözgruppe angesehen werden. Nur bei den Normapolles-Formen *Nudopollis terminalis*, *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* und *Plicapollis pseudoexcelsus* sind keine signifikanten Unterschiede im Auftreten in beiden Flözgruppen zu beobachten. Die beiden letztgenannten Formen erscheinen auch in der Unterflözgruppe stellenweise als Massenformen (HAMMER-SCHIEMANN 1998).

Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Unter- und Oberflözgruppe besteht in der Verbreitung der Farne. Zwar treten auch in der Oberflözgruppe Sporen von Lycopodiaceen, Osmundaceen, Polypodiaceen, Schizaeaceen und Sphagnaceen regelmäßig auf, Massenvorkommen von Lycopodiaceen und Sphagnaceen, wie sie in der Unterflözgruppe beobachtet wurden (HAMMER-SCHIEMANN 1998), fehlen aber. Da solche Kryptogamensporen lange Reichweiten seit der Kreide und früher haben, kommen daher nur fazielle Gründe in Frage. Während der Ablagerung der Unterflözgruppe waren Moos- und Farnflure offensichtlich maßgeblich an der Moorbildung beteiligt.

Auch andere Unterschiede sind faziell bedingt. So sind *Nyssa-Taxodium*-Wälder, gekennzeichnet durch Massenvorkommen von *Inaperturopollenites* spp., *Cupressacites* spp. und *Nyssapollenites* spp. im HU-Bild stark verbreitet (HAMMER-SCHIEMANN 1998), während sie in der Oberflözgruppe allenfalls kurzzeitig in kleineren Arealen vorkommen (HAMMER 1996).

Die Zusammensetzung der Bruchwälder ist im Prinzip recht ähnlich. Betulaceen, Myricaceen, Juglandaceen, Salicaceen, Cyrtaceen und Fagaceen gehören im HU- und HO-Bild zu den dominierenden Elementen. Massenvorkommen sind z. B. von Formen wie *Tripoporollenites robustus*, *Tricolpopollenites liblarensis* oder *Tricolpopollenites cingulum* aus beiden Flözgruppen bekannt. Auf der anderen Seite gibt es aber auch deutliche Unterschiede. Während in der Unterflözgruppe die schon erwähnten *T. magnificus* und *P. subhercynicus* im Bruchwald eine wichtigere Rolle spielen als in der Oberflözgruppe, sind umgekehrt im HO-Bild z. B. die Aquifoliaceen (*Ilexpollenites* spp.) oder Sapotaceen (*Tetracolporopollenites* spp.) auffällige Elemente. Das gleiche gilt für die Ericaceen und Ulmaceen (*Celtipollenites* spp.), die in der Unterflözgruppe nur selten erscheinen, in der Oberflözgruppe aber stellenweise sehr häufig auftauchen. Eine interessante Form ist auch *Polyvestibulopollenites verus* (Betulaceae), die teilweise massenhaft in der Unterflözgruppe vorkommt, im HO-Bild aber lediglich in Einzelexemplaren vertreten ist und in der Wulfersdorfer Flözgruppe völlig fehlt.

Ein wichtiges Element in beiden Vorkommen sind die Palmen. *Monocolpopollenites tranquillus* und verschiedene *Arecipites*-Arten sind im HU- und HO-Bild zu beobachten. *Dicolpopollis kockeli* ist etwas häufiger in der Unterflözgruppe, erscheint aber z. B. in der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig. Lediglich die *Nypa*-Palme (*Spinizonocolpites* spp.) fehlt nahezu in der Unterflözgruppe. Dies gilt auch für alle anderen Mangroveelemente wie *Rhizophora*, *Avicennia* und *Diporoconia iszkaszentgyoergyi*. Das Fehlen der Mangrove in der Unterflözgruppe ist somit auch einer der markantesten Unterschiede zur Oberflözgruppe. Lediglich sporadische Einzelexemplare, die *Avicennia* zugerechnet wurden, und zwei Exemplare von *Nypa* zeigen, daß zumindest auch in der Unterflözgruppe eine Mangrove vorhanden war (HAMMER-SCHIEMANN 1998).

Unter den Planktonformen hat besonders *Botryococcus* eine stärkere Verbreitung in der Unterflözgruppe. An Dinoflagellatenzysten sind im HO-Bild nur im Zwischenmittel über dem Unterflöz des Tagebaus Alversdorf (Westmulde, NATGE-EFOGHE 1997) und in den Liegendschichten sowie im unteren Zwischenmittel der Wulfersdorfer Flözgruppe größere Mengen vorhanden. Über Flöz 4 der Oberflözgruppe setzt dann eine vorwiegend fluviatile Kontrolle der Sedimentation ein, in der Dinoflagellaten nicht mehr zu beobachten sind. Im Gegensatz dazu ist in den Zwischenmitteln der Unterflözgruppe die marine Beeinflussung durchgehend an Hand der Dinoflagellaten zu erkennen. Auf Grund des gemeinsamen hohen Auftretens von *Botryococcus* und Dinoflagellaten ist ein brackisches bzw. brackisch-marines Milieu in den Zwischenmitteln der Unterflözgruppe anzunehmen (HAMMER-SCHIEMANN 1998). Ähnliche Milieubedingungen herrschen auch in den marin beeinflussten Zwischenmitteln der Oberflözgruppe, so daß in beiden Flözgruppen auch die gleiche Dinoflagellatenvergesellschaftung erscheint. *Apectodinium* sp., *Homotryblum* spp. und *Spiniferites* spp. dominieren jeweils die Dinoflagellatenspektren, die damit einen küstennahen bzw. randlich-marinen Flachwasserbereich mit schwankenden Salinitäten in beiden Flözgruppen anzeigen (vgl. Kap. 5.2.9).

Im Unterschied zu den ästuarinen Sedimenten beispielsweise aus der Wulfersdorfer Flözgruppe, zeigen die Sedimente aus den Zwischenmitteln der Unterflözgruppe nach HAMMER-SCHIEMANN (1998) lagunäre Bedingungen an. In der Lagune herrschten schwankende Salinitäten vor. Bei verstärkter Süßwasserzufuhr breitete sich vor allem *Botryococcus* in der ausgesüßten Lagune aus. Unter den ästuarinen Bedingungen und den höheren Strömungsenergien in der Oberflözgruppe waren dagegen die Voraussetzungen für die Bildung von *Botryococcus*-Blüten vermutlich nicht gegeben.

Zusammenfassend stellt Tab. 6.1 die beschriebenen Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten zwischen der Unter- und Oberflözgruppe dar. Anhang E-1 zeigt neben dem Ökosystemmodell der Wulfersdorfer Flözgruppe auch das Modell aus der Unterflözgruppe, das nach den Ergebnissen von HAMMER-SCHIEMANN (1998) zusammengestellt wurde. Dabei steht dem dichten *Nyssa-Taxodium*-Wald aus der Unterflözgruppe ein Bruchwald mit einer vorgelegerten Mangrove/Marsch aus der Oberflözgruppe gegenüber. Auf diesen Unterschied geht der vermeintliche Florenwechsel von PFLUG (1952) zwischen dem HU- und HO-Bild zurück.

UNTERFLÖZGRUPPE (HU-BILD)	OBERFLÖZGRUPPE (HO-BILD)
<i>Nyssa-Taxodium</i> -Sumpfwald stellenweise sehr dominant	<i>Nyssa-Taxodium</i> -Sumpfwald kaum ausgeprägt
Sphagnaceen-Farn-Gesellschaft stellenweise dominierend	Sphagnaceen-Farn-Gesellschaft kaum ausgebildet
Mangrovenelemente <i>Rhizophora</i> , <i>Avicennia</i> , <i>Nypa</i> , <i>Diporoconia iszkaszentgyoergyi</i> nahezu fehlend	Mangrovenelemente <i>Rhizophora</i> , <i>Avicennia</i> , <i>Nypa</i> , <i>Diporoconia iszkaszentgyoergyi</i> stellen- weise häufig
<i>Basopollis</i> , <i>Interpollis</i> regelmäßig	<i>Basopollis</i> , <i>Interpollis</i> nur sporadisch vorhanden
<i>Thomsonipollis magnificus</i> stellenweise massenhaft	<i>Thomsonipollis magnificus</i> nahezu fehlend (Aus- nahme: Unterflöz, Westmulde)
<i>Pompeckjoidaepollenites subhercynicus</i> stellen- weise massenhaft	<i>Pompeckjoidaepollenites subhercynicus</i> stellen- weise häufig
<i>Plicapollis pseudoexcelsus</i> stellenweise häufig	<i>Plicapollis pseudoexcelsus</i> stellenweise massen- haft
Elemente der Verlandungszone stellenweise häufig	Elemente der Verlandungszone stellenweise häufig
Symplocaceen, Cyrillaceen, Sapotaceen und Ulmaceen selten	Symplocaceen, Cyrillaceen, Sapotaceen und Ulmaceen regelmäßig bis häufig
<i>Triporopollenites robustus</i> stellenweise sehr häufig	<i>Triporopollenites robustus</i> stellenweise sehr häufig
<i>Tricolpopollenites liblarensis (microhenrici)</i> , <i>Tricolporopollenites cingulum</i> häufig bis mas- senhaft	<i>Tricolpopollenites liblarensis (microhenrici)</i> , <i>Tricolporopollenites cingulum</i> häufig bis mas- senhaft
<i>Polyvestibulopollenites verus</i> stellenweise sehr häufig	<i>Polyvestibulopollenites verus</i> sehr selten
Aquifoliaceen, Ericaceen stellenweise vorkom- mend	Aquifoliaceen, Ericaceen zumeist regelmäßig bis häufig
<i>Monocolpopollenites tranquillus</i> , <i>Arecipites</i> spp. stellenweise häufig	<i>Monocolpopollenites tranquillus</i> , <i>Arecipites</i> spp. stellenweise häufig
<i>Dicolpopollis kockeli</i> häufig	<i>Dicolpopollis kockeli</i> gelegentlich häufig
<i>Botryococcus</i> stellenweise massenhaft	<i>Botryococcus</i> regelmäßig vorhanden
Randlich-marine Dinoflagellatengesellschaft stellenweise sehr häufig	Randlich-marine Dinoflagellatengesellschaft stellenweise sehr häufig

**Tab. 6.1:** Palynologischer Vergleich der Unterflözgruppe (HU-Bild) und der Oberflözgruppe (HO-Bild)

Kohlepetrographisch besteht der markanteste Unterschied zwischen den beiden Flözgruppen im häufigen Vorkommen bzw. Fehlen von Fusiten. In den Kohlen der Unterflözgruppe erscheinen sie dispers oder in Lagen angereichert, in der Oberflözgruppe fehlen sie völlig. Moorbrände waren demnach in der Unterflözgruppe die Regel, was möglicherweise auf schwankende Wasserspiegel zurückzuführen ist, nach denen größere Bereiche des Moores trockenfielen. Während der Bildung der Oberflözgruppe sind zwar ebenfalls schwankende Grundwasserspiegel anzunehmen, sie führten allerdings nicht zum Trockenfallen oder zur Entzündung des Moores, möglicherweise auf Grund besonders hoher Luftfeuchtigkeit (RIEGEL et al. 1999a). Weitere makropetrographische Unterschiede stellt Tab. 6.2 dar, die vor allem auf die unterschiedliche Zusammensetzung des Bruchwaldes zurückzuführen sind. So sind die seltenen Nachweise von Stubben, Harzkörpern und Xyliten in der Oberflözgruppe von der geringen Bedeutung der Taxodiaceen abzuleiten.

UNTERFLÖZGRUPPE (HU-BILD)	OBERFLÖZGRUPPE (HO-BILD)
Gewebereiche Lithotypen dominierend	Grundmassenkohle vorherrschend
Durchwurzelungen/Wurzelreste häufig	Durchwurzelungen/Wurzelreste sehr häufig
Xylite/pyritisierte Xylite sehr häufig	Xylite/pyritisierte Xylite selten
Harze häufig	Harze selten
Stubbenhorizonte häufig	Stubbenhorizonte selten
Fusite/Fusitlagen sehr häufig	Fusite/Fusitlagen fehlend
Heterogene Flözbildung	Homogene Flözbildung

**Tab. 6.2:** Makropetrographischer Vergleich der Unterflözgruppe (HU-Bild) und der Oberflözgruppe (HO-Bild)

## 6.4 Vergleich mit den Mikrofloren aus der Westmulde (Oberflözgruppe)

Während der überwiegende Teil der palynologischen Untersuchungen der Oberflözgruppe aus Profilen der Westmulde stammen (PFLUG 1952, 1986; EBE 1992; SCHIEMANN 1994; NATGE-EFOGHE 1997) stehen diesen nur die Untersuchungen der Wulfersdorfer Flözgruppe von HAMMER (1996), LENZ (1994) sowie die vorliegende Arbeit aus der Ostmulde gegenüber.

Bei jedem Vergleich der beiden Mulden stellt sich die Frage, ob die kohleführenden Schichten der Helmstedter Tertiärsenke in einem gemeinsamen Becken abgelagert wurden, das erst sekundär durch das aufsteigende Zechsteinsalz in zwei Mulden getrennt wurde oder die Trennung schon vor und während der Ablagerung erfolgte (vgl. Kap. 1.2). In jüngeren Arbeiten wird von einem einheitlichen Ablagerungsraum ausgegangen, bei dem sich der Aufstieg des Salzdomes zwar bereits bemerkbar machte, eine Muldentrennung aber noch nicht erfolgte (LIETZOW 1991). Dagegen spricht zumindest, daß die Flözabfolge in beiden Mulden nicht übereinstimmt. In der Westmulde beginnt die Abfolge mit einem etwa 4 m mächtigen Unterflöz, über dem nach einem 10 – 14 m mächtigen Zwischenmittel das 18 – 25 m mächtige Viktoria-Flöz folgt. Über einem weiteren Zwischenmittel folgt dann schließlich das Treue-Flöz. In der Ostmulde sind dagegen sechs Flöze ausgebildet, von denen die unteren drei, die Wulfersdorfer Flözgruppe, in etwa zeitgleich mit dem mächtigen Viktoria-Flöz einzustufen sind, während die drei hangenden Flöze stratigraphisch dem Treue-Flöz gegenüberstehen (Abb. 1.4). Berücksichtigt man die Tatsache, daß die marine Ingression aus dem Nordwesten kam (vgl. Abb. 1.3) und die Lage der Tagebau Treue und Alversdorf, aus denen die meisten palynologischen Untersuchungen der Westmulde stammen sowie des Tagebaus Helmstedt, so ist deutlich, daß die untersuchten Vorkommen vor allem aus dem Tagebau Alversdorf weiter landeinwärts lagen als die gleichalten Ablagerungen aus dem Tagebau Helmstedt (Abb. 1.1). Dementsprechend müssen bei einem stratigraphischen Vergleich auch die faziellen Bedingungen berücksichtigt werden: Die Einschaltung von Zwischenmitteln in der Wulfersdorfer Flözgruppe im Gegensatz zum mächtigen Viktoria-Flöz ohne Zwischenmittel ist durch transgressive Phasen zu erklären, die zwar zur Unterbrechung der Kohlebildung im Norden (Tagebau Helmstedt) führten, aber die etwa 8 km südlicher gelegenen Gebiete (Tagebau Alversdorf) nicht mehr beeinflussten.

Das Unterflöz in der Westmulde ist von SCHIEMANN (1994) palynologisch untersucht worden. Von den 67 dort beschriebenen Pollen- und Sporenarten sind fast 93% auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe zu finden. Die übrigen 7% der Formen haben meist keine stratigraphische Bedeutung. Lediglich eine Form zeigt durch ihr Auftreten einen wesentlichen Unterschied zur Mikroflora der Wulfersdorfer Flözgruppe: *Thomsonipollis magnificus* ist teilweise massenhaft im Unterflöz zu beobachten und zeigt damit ein ähnliches Auftreten wie in den Kohleflözen aus der Unterflözgruppe (HAMMER-SCHIEMANN 1998). In der Wulfersdorfer Flözgruppe sind dagegen lediglich sporadisch einige Einzelexemplare beobachtet worden. Im Viktoria-Flöz fehlt die Form sogar. Die Gattung *Thomsonipollis* kommt nach KRUTZSCH (1970c) vor allem in den Pg.-Zonen 13a – 14 vor, wobei die Hauptverbreitung in der Zone 13b (HU-Bild) zu finden ist. Von der Zone 15 (HO-Bild) an taucht die Form in der Regel nicht mehr auf (KRUTZSCH 1976). Die Vorkommen im Unterflöz der Oberflözgruppe sind somit als letzte Ausläufer dieser Form in der Oberflözgruppe anzusehen. Dies entspricht nach KRUTZSCH (1976) dem charakteristischen Aufbau einer Mikroflora aus der Pg.-Zone 14, dem sogenannten HU/HO-Bild, in der noch Reste der Pollenassoziationen aus dem HU-Bild enthalten sind, überwiegend aber schon HO-Typen vorherrschen. Die Mikroflora aus dem Unterflöz weist somit deutliche Beziehungen zur Pg.-Zone 14 auf, die nach KRUTZSCH (1976) allerdings auf die höheren Bereiche der Unterflözgruppe beschränkt ist. Da *T. magnificus* jedoch die einzige übriggebliebene Form ist, die charakteristisch für die Unterflözgruppe ist, kann auch das Unterflöz guten Gewissens schon zur Pg.-Zone 15 bzw. in einen Übergangsbereich der Zonen 14/15 gestellt werden. Es ist wahr-

scheinlich, daß *T. magnificus* im Unterflöz der Oberflözgruppe ein Reliktvorkommen darstellt, das anschließend verschwindet und damit ein geringfügig höheres Alter als für die Wulfersdorfer Flözgruppe anzeigt. Die Kohlebildung hat somit im westlichen bzw. südwestlichen Teil der Tertiärmulde früher eingesetzt, während im nördlich gelegenen Bereich des Tagebaus Helmstedt noch marine Sedimentation vorherrschte

Im Zwischenmittel über dem Unterflöz der Westmulde, palynologisch von NATGE-EFOGHE (1997) untersucht, ist *T. magnificus* im unteren Teil noch regelmäßig zu beobachten. Etwa 3 m über dem Unterflöz ist die Form nur noch, ähnlich wie in der Wulfersdorfer Flözgruppe, mit Einzelexemplaren nachzuweisen. Über diesem Niveau ist die Mikroflora aus dem Zwischenmittel nahezu identisch mit der Mikroflora der Liegendschichten unter der Wulfersdorfer Flözgruppe, so daß palynologisch ein stratigraphischer Unterschied nicht mehr festzustellen ist. Die von MEYER (1988) als stratigraphisch wichtig angeführten Mangroveelemente *Nypa* (*Spinizonocolpites* spp.) oder *Diporoconia iszkaszentgyoergyi* sind zwar im Zwischenmittel in der Westmulde im Gegensatz zu den Liegendschichten der Wulfersdorfer Flözgruppe kaum vorhanden, doch ist dies eher auf fazielle Ursachen zurückzuführen. Auch die Unterschiede in den Dinoflagellatenassoziationen zeigen, daß das untere Zwischenmittel in der Westmulde unter deutlich weniger marin beeinflussten Bedingungen abgelagert worden als die Liegendschichten der Wulfersdorfer Flözgruppe. Demzufolge ist auch die Ausbildung einer Mangrovenzone auf die Küstengebiete im Bereich des heutigen Tagebaus Helmstedt beschränkt.

Das palynologisch vor allem von PFLUG (1952, 1986) genau untersuchte Viktoria-Flöz ist mit der Wulfersdorfer Flözgruppe stratigraphisch wahrscheinlich gleichzusetzen. Leider sind keine detaillierten Pollendiagramme der Mikroflora des Viktoria-Flözes von PFLUG veröffentlicht, die einen genauen Vergleich mit den Wulfersdorfer Flözen zulassen. Auch die Untersuchung von EBE (1992) zeigt keine signifikanten palynologischen Unterschiede im Pollenspektrum zur Mikroflora aus den Wulfersdorfer Flözen. Nach PFLUG (1952, 1986) sind stratigraphische Merkmale im Pollenspektrum der Oberflözgruppe selten. Lediglich die verstärkte Ausbreitung des Palmenpollens *Monocolpopollenites tranquillus* im Treue-Flöz läßt sich zur Unterscheidung vom älteren Viktoria-Flöz heranziehen. Während die Form im Viktoria-Flöz zwar regelmäßig erscheint, selten aber mehr als 5% des Palynomorphenspektrums ausmachen (EBE 1992), werden im Hangenden des Treue-Flözes bis zu 25% erreicht (PFLUG 1952). Mit diesen Werten wird die von PFLUG (1986) postulierte „Palmen-Vorphase“ eingeleitet, die dann mit dem Übergang vom Mitteleozän zum Obereozän (Borkener Bild) in eine „Erste Palmen-Phase“ übergeht, in der diese glatten Palmenpollen massenhaft erscheinen und das eozäne Klimaoptimum anzeigen. Da der Beginn der „Palmen-Vorphase“ im Viktoria-Flöz noch nicht erkennbar ist, läßt es sich stratigraphisch klar vom Treue-Flöz abtrennen. Auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe ist zwar eine regelmäßige Verbreitung von *M. tranquillus* und ihrer Mutterpflanzen (*Phoenix*) nachgewiesen, im Palynomorphenspektrum werden aber wie im Viktoria-Flöz nur sehr selten Werte über 5% verzeichnet. Somit läßt sich eine stratigraphische Gleichstellung der Wulfersdorfer Flöze und des Viktoria-Flözes herstellen. Bestätigt wird dies auch durch den Fagaceen-Pollen *Tricolpopollenites microhenrici*, der ähnlich wie *M. tranquillus* erst im Treue-Flöz häufig erscheint, in der Wulfersdorfer Flözgruppe und im Viktoria-Flöz aber nur eine geringe Rolle spielt. Zwischen dem Viktoria-Flöz und der Wulfersdorfer Flözgruppe auf der einen und dem Treue-Flöz auf der anderen Seite sind sonst kaum signifikante Unterschiede sondern eher gleiche Entwicklungstendenzen zu erkennen. So sind in allen Flözen im oberen Viertel jeweils markante Anstiege für *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* zu beobachten (vgl. PFLUG 1952), die ähnliche fazielle Bedingungen andeuten.

Eine eingehendere palynologische Untersuchung der hangenden drei Flöze aus der Ostmulde fehlt bisher, es ist jedoch anzunehmen, daß sie stratigraphisch dem Treue-Flöz entsprechen.

Zusammenfassend läßt sich mit gewissen Einschränkungen, die sich aus dem Mangel an eindeutigen stratigraphischen Merkmalen ergibt, das Unterflöz der Westmulde als der älteste Teil der Oberflözgruppe bestimmen, die Wulfersdorfer Flözgruppe mit dem Flöz Viktoria und Teilen des unteren Zwischenmittels in der Westmulde korrelieren und die Helmstedter Flözgruppe mit dem Flöz Treue.

## 6.5 Vergleich mit der Mikroflora aus dem Geiseltal

Die Geiseltalkohle gehört zu den palynostratigraphisch am besten untersuchten Abfolgen des Mitteleozäns, so daß ein Vergleich lohnend erscheint. Nach KRUTZSCH (1966, 1976) repräsentiert die Kohle des Geiseltals im wesentlichen die Pg.-Zone 15, das sogenannte Geiseltal-Bild, das synonym zum HO-Bild ist und ins Mitteleozän eingestuft wird. Ausnahmen bilden die Tiefenflöze und das Basisflöz der Hauptkohle, die in die Pg.-Übergangszonen 14/15 gestellt werden und den Übergang vom Untereozän dokumentieren sowie die Hangendflöze, die mit den Pg.-Zonen 17/18 und 18 bereits ein obereozänes Alter aufweisen (Abb. 6.1). KRUTZSCH (1976) konnte die Pg.-Zone 15 an Hand des Geiseltalprofils in vier Subzonen (15A – D) unterteilen und diese jeweils in weitere Horizonte ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) unterscheiden. Weitere etwa gleich alte und gut untersuchte Vorkommen in der Halle-Helmstedter Bucht sind noch im Raum Egeln zu beobachten. Im Halle-Merseburger Bereich sind dagegen bisher nur deutlich ältere oder jüngere Formationen bekannt (BLUMENSTENGEL et al. 1996). Möglicherweise sind dort die mitteleozänen Schichten der Pg.-Zonen 14 und 15 fast vollständig erodiert worden.

Ob die Wulfersdorfer Flözgruppe bzw. die darin enthaltene Mikroflora in der Geiseltalflora wiederzufinden ist und somit eine stratigraphische Einordnung erfolgen kann, soll im Folgenden untersucht werden. Ähnliche Versuche von THIELE-PFEIFFER (1988) und NICKEL (1996b), die die Vorkommen in Messel und Eckfeld palyno-

tigraphisch in die Zonierung nach KRUTZSCH (1976) einzuordnen versuchten, scheiterten bisher. Der Grund ist nach NICKEL (1996b) in der recht unterschiedlichen Fazies und Paläogeographie zu erklären. Die Helmstedter Oberflözgruppe ist dagegen nicht nur lithologisch durch den häufigen Wechsel von Kohleflözen und Zwischenmitteln sondern auch paläogeographisch mit der Geiseltalkohle vergleichbar. Beide Vorkommen sind in einer Bucht der „Nordsee“ abgelagert worden, die sich zwischen dem Raum Halle/Helmstedt während des Eozäns tief in Richtung Südosten ins Landesinnere erstreckte (Abb. 1.3). Während die Helmstedter Braunkohle am NW-Ausgang dieser Bucht allerdings noch unter marinem Einfluß stand, ist ein solcher in der Geiseltalkohle nicht mehr vorhanden, so daß auch keine perfekte Übereinstimmung in der Vegetation bzw. Mikroflora zu erwarten ist.

KRUTZSCH (1976) führt neben den maßgeblichen Formen, die zur palynostratigraphischen Zonierung des Geiseltalprofils führen, auch eine Übersicht über die selten, regelmäßig, häufig und massenhaft vertretenden Sporomorphen auf, wobei allerdings ein Großteil der vorhandenen Taxa noch nicht publiziert ist (KRUTZSCH et al. 1992). Zunächst werden 12 „Gruppen“ von Pollen- und Sporenformen aufgeführt, die jeweils in bestimmten Horizonten vorkommen. Stratigraphisch interessant ist dabei die Gruppe k, die Einsatzformen enthält, also Sporomorphen, die erst in bestimmten Horizonten im Geiseltalprofil einsetzen. Von den fünf Formen, die im oberen der beiden Tiefenflöze einsetzen (Gruppe k<sub>1</sub>), ist lediglich *Tegumentisporis* sp. bzw. *T. sculpturoides* in der Wulfersdorfer Flözgruppe vorhanden. Unter den vier Formen, die in der Unterkohle einsetzen (Gruppe k<sub>2</sub>), ist *Cicatricosporites pseudodorogensis* mit einigen Exemplaren in der Wulfersdorfer Flözgruppe nachgewiesen, kommt aber auch im Geiseltal überwiegend selten vor. Die Gruppe k<sub>3</sub> wird von zwei Formen gebildet, die von der unteren Mittelkohle an beobachtet werden. Von diesen zwei Formen ist *Droseridites* sp. bzw. *D. echinosporus* in der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet worden. Unter den 12 Formen aus der Gruppe k<sub>4</sub>, die von der Mittelkohle an einsetzen, ist keine in der Wulfersdorfer Flözgruppe vorhanden. Ebenso fehlen Nachweise aus der Gruppe k<sub>5</sub>, die von der Oberkohle an erscheint. Mit *Porocolpopollenites* sp. wird zwar eine Gattung in dieser Gruppe erwähnt, die durch *P. rarobaculatus* und *P. vestibulum* auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe regelmäßig vertreten ist, jedoch führt KRUTZSCH (1976) ausschließlich longicolpate, retikulate Formen dieser Gattung als Einsetzformen in der Gruppe k<sub>5</sub> auf, die in der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht erscheinen. Die Gruppe k<sub>6</sub> schließlich enthält Formen, die erst nach der Ablagerung des Hauptflözes im Geiseltal erscheinen. Von diesen sechs Formen ist mit *Reevesiapollis triangulus* eine Art auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe gefunden worden. Allerdings kommt diese nach KRUTZSCH (1970c) an anderen Lokalitäten bereits seit dem Paläozän vor und besitzt somit keine stratigraphische Relevanz. Ähnliches gilt auch für *C. pseudodorogensis*, das schon in der Helmstedter Unterflözgruppe erscheint (PFLUG 1952). Immerhin wird deutlich, daß einige Formen, die im unteren Teil der Geiseltalkohle vorkommen, auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe beobachtet werden können. Auf der anderen Seite ist von den 20 Formen der Gruppen k<sub>4</sub> – k<sub>6</sub>, die von der Oberen Mittelkohle (Pg.-Zone 15C) an erscheinen, in der Wulfersdorfer Flözgruppe bis auf *R. triangulus* noch keine vorhanden. Somit sind zumindest Hinweise vorhanden, die zeigen, daß die Wulfersdorfer Flözgruppe älter als die Obere Mittelkohle bzw. die Pg.-Zone 15C ist.

KRUTZSCH (1976) führt weiterhin quantitative Kriterien für die jeweiligen Zonen und Subzonen an. Als Massenform für den unteren Teil des Hauptflözes (Pg.-Zonen 15A) wird nur *Tricolporopollenites* spp. angegeben, mit der Formen wie *Tricolporopollenites liblarensis*, *Tricolporopollenites cingulum* etc. gemeint sind, die auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe massenhaft auftreten. Von der Pg.-Zone 15B an kommen im Geiseltal die Elemente der *Plicatopollis plicatus*-Gruppe als weitere Massenformen hinzu. In der Wulfersdorfer Flözgruppe sind sie zwar stellenweise durchaus häufig, aber keineswegs als Massenformen zu bezeichnen.

Unter den im Geiseltal als häufig erscheinenden Formen aus dem unteren Bereich des Hauptflözes treten außerdem Formen der *Plicatopollis plicatus*-Gruppe, der *Momipites*-Gruppe, *Monocolpopollenites tranquillus* auch in der Wulfersdorfer Flözgruppe in ähnlichem Ausmaß auf. Lediglich die in der Pg.-Subzone 15A $\alpha$  häufig erscheinende Form *Polypodiidites secundus* fehlt in der Wulfersdorfer Flözgruppe völlig. In der Zone 15B $\beta$  kommt *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus* als häufige Form hinzu. KRUTZSCH (1976) geht besonders auf diese Form ein, da sie in zwei Horizonten Verbreitungsmaxima aufweist (untere Mittelkohle, Pg.-Zone 15B $\beta$ ; obere Oberkohle; Pg.-Zone 15D $\beta$ ). Mit den *P. subhercynicus*-Maxima in der Wulfersdorfer Flözgruppe, dem Viktoria-Flöz (PFLUG 1952, 1986) und im hangenden Teil des Treue-Flözes (PFLUG 1952, 1986) ergeben sich Parallelen zur Helmstedter Oberflözgruppe. In der Tat ist auch eine ähnliche Häufigkeitsverteilung in der Helmstedter Oberflözgruppe und in der Geiseltalkohle auffällig. Während in der Wulfersdorfer Flözgruppe und der unteren Mittelkohle im Geiseltal Anreicherungen von *P. subhercynicus* zwischen 10 und 15% zu beobachten sind, erreicht die Form im oberen Teil des Treue-Flözes und in der oberen Oberkohle Anreicherungen um 17 bzw. 25%, ist also jeweils im zweiten Verbreitungsmaximum häufiger als im ersten. Nimmt man statt der faziellen eher eine stratigraphische Relevanz für das Auftreten dieser Form in zwei Verbreitungsmaxima an, die möglicherweise auf zeitweilige Klimaoptima zurückzuführen sind, so lassen sich die Wulfersdorfer Flözgruppe und das Viktoria-Flöz mit der Pg.-Zone 15B aus der Geiseltalkohle korrelieren, ebenso wie der hangende Teil des Treue-Flözes mit dem oberen Teil der Oberkohle (Pg.-Zone 15D). Dies würde im Fall der Wulfersdorfer Flözgruppe auch zu keinem Widerspruch mit dem Auftreten der Einsetzformen aus der Gruppe k führen, die ein höheres Alter als die Pg.-Zone 15C andeuten. Allerdings haben die Untersuchungen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe ergeben, daß



fazielle und nicht klimatische Ursachen für eine massenhafte Ausbreitung von *P. subhercynicus* heranzuziehen sind, so daß eine Korrelation des Helmstedter Braunkohlevorkommens mit der Geiseltalkohle auf Grund von Verbreitungsmaxima von *P. subhercynicus* mit Vorbehalt zu betrachten sind.

In der Braunkohle von Egelin konnte KRUTZSCH (1976) einen weiteren *Subhercynicus*-Horizont beobachten, der mit dem jüngeren Verbreitungsmaximum von *P. subhercynicus* in der Oberkohle und im Treue-Flöz korreliert werden könnte.

Im Zusammenhang mit den *subhercynicus*-Maxima ist in der Geiseltalkohle die Verbreitung von Sapotaceen-Pollen (*Tetracolporopollenites* spp.) zu sehen. Dabei folgt ein Sapotaceen-Maximum über dem ersten Verbreitungsmaximum von *P. subhercynicus* in der Pg.-Zone 15B $\gamma$ , während das zweite Sapotaceen-Maximum in der Oberkohle das *subhercynicus*-Maximum unterlagert (Pg.-Zone 15D $\alpha$ ). Auch diese nach KRUTZSCH (1976) klimatisch bedingte Entwicklungstendenz in der Flora kann in der Helmstedter Oberflözgruppe durchaus verfolgt werden (vgl. KRUTZSCH 1976, Tab. 8), erscheint aber nicht so eindeutig übertragbar zu sein wie die *subhercynicus*-Maxima. Zumindest in der Wulfersdorfer Flözgruppe sind keine deutlichen Sapotaceen-Horizonte zu beobachten. Allerdings sind die Formen durchgängig nicht selten und z. B. wesentlich zahlreicher als in der Unterflözgruppe. Leider sind auf Grund der ungenauen quantitativen Angaben und fehlenden Pollendiagramme aus der Geiseltalkohle keine genaueren Vergleichsmöglichkeiten vorhanden. Es ist deshalb nicht auszuschließen, daß ein Sapotaceen-Maximum die gesamte Wulfersdorfer Flözgruppe umfaßt.

Die generellen Angaben über die quantitative Zusammensetzung der Pollenvergesellschaftungen aus der Geiseltalkohle zeigen eine grundsätzlich ähnliche Florenzusammensetzung wie in der Wulfersdorfer Flözgruppe, sie lassen sich jedoch nicht im einzelnen in die Helmstedter Oberflözgruppe übertragen, da unterschiedliche fazielle Bedingungen herrschten und quantitative Veränderungen vielfach auf lokale Ursachen zurückzuführen sind. Demzufolge ist die weitere Untergliederung in  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Horizonte, die auf den quantitativen Verschiebungen beruhen, nur in der Geiseltalkohle sinnvoll.

Zusammenfassend gibt es somit lediglich zwei Möglichkeiten, die Wulfersdorfer Flözgruppe stratigraphisch ins Geiseltalprofil einzuordnen. Zum einen sind dies die Einsetzformen, die erst ab einem bestimmten Horizont erscheinen und ein Alter nicht jünger als die Pg.-Zone 15B für die Wulfersdorfer Flözgruppe andeuten. Einsetzformen aus dem Geiseltal sind jedoch nicht unbedingt als stratigraphische Leitformen anzusehen. Die zweite Möglichkeit sind die Verbreitungsmaxima von *P. subhercynicus*, die in einigen Vorkommen im Bereich der Halle/Helmstedter-Bucht anzutreffen sind (Geiseltal, Egelin, Helmstedt). Neben *P. subhercynicus* sind noch

	Pg.-(SPP-) Zonen	Geiseltal	Helmstedter Oberflözgruppe			
			Westmulde	Ostmulde		
Mittelozeän	18	Fluviatile Hangende Serie			← <i>M. tranquillus</i> -Phase	
	17					
	16		?			
	Pg.-(SPP-)Zone 15	D	Oberkohle	Treue-Flöz	Flöze 1 - 3	← <i>P. subhercynicus</i> -Phase
						← Sapotaceen-Phase
		C	obere Mittelkohle	Zwischenmittel	Zwischenmittel	
		B	untere Mittelkohle	Viktoria-Flöz	Wulfersdorf. Flöze 4 - 6	← <i>P. subhercynicus</i> -Phase
		A	Unterkohle	Zwischenmittel	Liegend-schichten	
	Basisabschnitt					
14/15		Tiefenflöz I	Unterflöz		← ältere Elemente ( <i>Basopollis</i> , <i>Interpollis</i> , <i>Thomsonipollis</i> )	
		Tiefenflöz II				
14			höherer Teil der Unterflözgruppe		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <span style="font-size: 1.2em;">?</span> Fragliche Einstufung der Basis-/Hangendschichten         </div>	

**Abb. 6.5:** Korrelation der kohleführenden Schichten der Helmstedter Oberflözgruppe mit der Geiseltalkohle unter Berücksichtigung von PFLUG (1952, 1986); KRUTZSCH (1976), KRUTZSCH et al. (1992), SCHIEMANN (1994); die Einstufung der Flöze 1 – 3 aus der Ostmulde ist provisorisch, da genaue palynologische Untersuchungen fehlen; ZM = Zwischenmittelpasen.

Sapotaceen die einzigen Formen mit signifikanten Häufigkeitsschwankungen.

Abb. 6.5 faßt die Ergebnisse der stratigraphischen Korrelation zwischen dem Geiseltal und der Helmstedter Oberflözgruppe zusammen. Auffällig ist, daß nur wenige Formen als signifikante Marker herangezogen werden können. Für die Einstufung und Abgrenzung der Tiefenflöze aus dem Geiseltal und des Unterflözes aus der Helmstedter Oberflözgruppe sind lediglich einige Normapolles-Formen heranzuziehen, die in den jüngeren Ablagerungen fehlen (vgl. Kap. 6.4). Die hangende fluviatile Serie aus dem Geiseltal ist durch hohe Anteile an *Monocolpopollenites tranquillus* gekennzeichnet. Ebenso trifft dies auf die hangenden Teile des Treue-Flözes zu (PFLUG 1952). Dieser klimatisch bedingte Anstieg ist erst in jüngeren Abfolgen ab der Pg.-Zone 16 zu verfolgen und kündigt ein Klimaoptimum an (PFLUG 1986). Die Aufgliederung der Pg.-Zone 15 ist nur auf Grund der *subhercynicus*- und Sapotaceen-Phasen vorzunehmen. Ob es sich dabei wirklich um signifikante Marker handelt, ist nicht eindeutig zu beantworten. Dazu wären detaillierte ökologisch-palynologische Untersuchungen der drei hangenden Flöze aus der Ostmulde der Helmstedter Oberflözgruppe sowie der Geiseltalkohle nötig, um die Beziehungen zwischen der Ausbreitung dieser Formen in bestimmten Faziesbereichen und bestimmten klimatischen Bedingungen herauszuarbeiten.

# Kapitel 7 Klima

## 7.1 Das Klima im Eozän

Die heute auf die Entwicklung des mitteleuropäischen Paläogens angewandte ökologische Klimagliederung beruht auf dem engen Zusammenhang zwischen Klima- und Vegetationstypen (KRUTZSCH et al. 1992). Fossile Blätter, Samen, Früchte aber auch Pollen und Sporen können als paläobotanische Klimaindikatoren genutzt werden. Dabei wird häufig das Prinzip des Aktualismus angewendet bzw. die „nearest living relative“-Methode, die davon ausgeht, daß die Klimaansprüche der fossilen Arten durch die klimatischen Ansprüche der rezenten Vergleichstaxa approximiert und dadurch die paläoklimatischen Verhältnisse für eine Flora rekonstruiert werden können (BELZ & MOSBRUGGER 1994). Dazu werden zum einen die Klimaansprüche einzelner Taxa berücksichtigt, zum anderen aber auch die klimatischen Erfordernisse heutiger phytogeographischer Einheiten wie z. B. des Mixed Mesophytic Forest. Kritische Betrachtungen zu diesem Thema führen allerdings eine Reihe von Einschränkungen auf, die beachtet werden müssen (MOSBRUGGER & SCHILLING 1992, MAI 1995). Zum einen ist eine exakte Bestimmung der fossilen Art unabdingbar, ebenso die Existenz eines nahe verwandten Vergleichstaxons. Entsprechend verliert die Methode mit zunehmendem stratigraphischen Alter an Bedeutung, da eine rezentbotanische Zuordnung immer schwerer fällt. So sind im Fall der Mikroflora aus der Wulfersdorfer Flözgruppe im Prinzip nur die 39% der Formen verwendbar, bei denen eine botanische Zuordnung auf Familien- oder Gattungsebene als gesichert gelten kann.

Die wichtigste Einschränkung ist allerdings, daß die klimatischen Ansprüche der fossilen Formen und der rezenten Vergleichsformen nicht notwendigerweise übereinstimmen. Eine Veränderung der klimatischen Ansprüche im Laufe der Evolution ist durchaus denkbar und geht nicht unbedingt mit einer Veränderung der Morphologie einher. Eine Reihe tertiärer Pflanzenfamilien oder -gattungen (z. B. *Ginkgo*, *Mastixia*) ist u. a. durch Konkurrenz zurückgedrängt worden und gedeiht heute nur in Reliktarealen seiner früheren klimabedingten Ausbreitung im Tertiär.

Während vor allem makrobotanische Funde in jüngeren tertiären Sedimenten recht problemlos als Klimaindikatoren genutzt werden können (vgl. BELZ & MOSBRUGGER 1994), betrachtet MAI (1995) die paläogene Klimarekonstruktion mit Hilfe palynologischer Daten skeptisch, da der botanische Bestimmungsstand der Pollen und Sporen nicht hoch ist. KRUTZSCH et al. (1992) stellten jedoch eine detaillierte Paläoklimarekonstruktion auf palynologischer Basis vor, die unter anderem die Jahresmitteltemperatur, die Temperatur des kältesten und wärmsten Monats sowie die Jahresniederschlagsmenge enthält. Abb. 7.1 gibt diese Rekonstruktion für den Bereich der Pg.-(SPP-)Zone 15 wieder, die anhand palynologischer Ergebnisse aus der Geiseltalkohle erstellt wur-

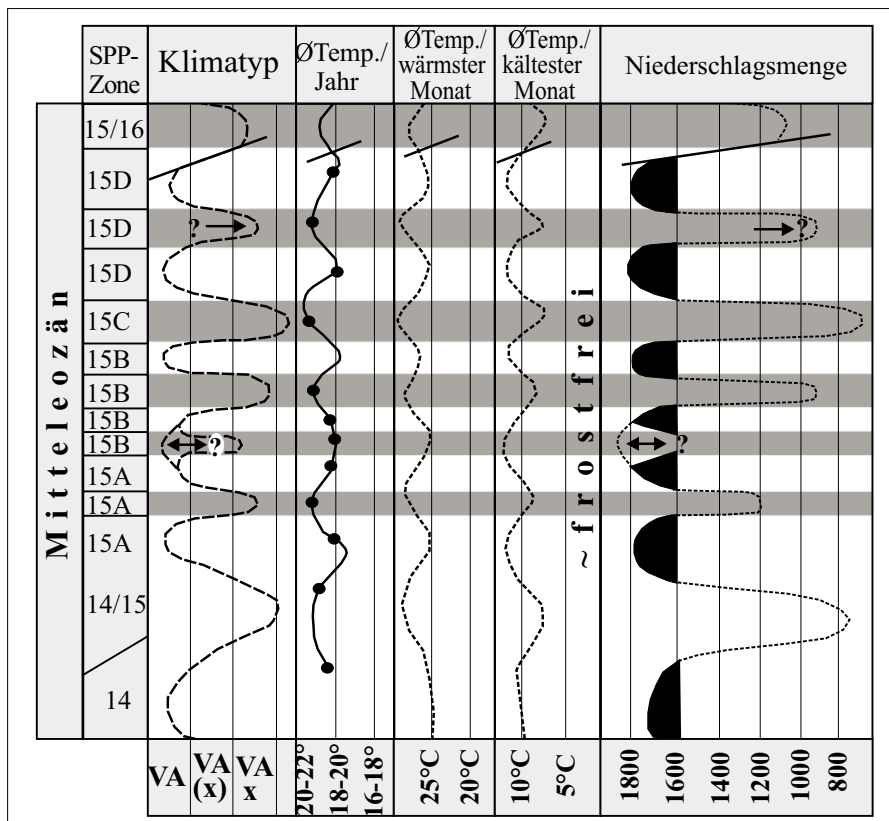


Abb. 7.1: Der Klimaablauf im Mitteleozän (Geiseltalbild, HO-Bild; Pg.-(SPP-)Zone 15; verändert nach KRUTZSCH et al. 1992 (Erklärung zu den Klimatypen siehe Abb. 7.3)

de. In diese Zone ist auch die Wulfersdorfer Flözgruppe palynostratigraphisch einzuordnen (vgl. Kap. 6.5). Anzunehmen ist ein recht ähnliches Klima, da das Geiseltal nur rund 100 km von der Helmstedter Tertiärmulde entfernt ist. Möglicherweise war im Geiseltal das Klima jedoch bereits etwas mehr kontinental geprägt als in der marinen Randlage von Helmstedt. Nach KRUTZSCH et al. (1992) sind für das Mitteleozän im Geiseltal Durchschnittstemperaturen über 20°C anzunehmen, wobei während des wärmsten Monats um 25°C und im kältesten Monat immer noch durchschnittlich 10°C erreicht werden. Die Niederschlagsmenge schwankt zwischen 1000 und 1500 mm/a. Auffallend sind die beachtlichen Fluktuationen des Klimas (Abb. 7.1). Eng verknüpft ist nach KRUTZSCH et al. (1992) die Kohlebildung mit der Klimaentwicklung. Nach dieser Vorstellung sind die Zwischenmittel bzw. die sogenannten Dysodile während trockener Zeiten in Kondensationsphasen abgelagert worden, während in humiden niederschlagsreichen Zeiten Kohlebildung einsetzte.

Ähnliche Temperaturen und Niederschlagsmengen sind für die Mittelkohle des Geiseltals nach MAI (1976) auch auf Grund von makrobotanischen Analysen anzunehmen. Bei einem Jahresmittel von 15 - 19°C, einem kältesten Monatsmittel zwischen 3 und 15°C sowie einem wärmsten Mittel zwischen 15,5 und 25,5°C sind die klimatischen Bedingungen im Vergleich zu KRUTZSCH et al. (1992) als etwas kühler angesehen worden, so daß auf keinen Fall von tropischen Klimaten auszugehen ist. Die Niederschlagsmenge wird mit 1000 - 1600 mm/a angegeben.

Für das Eozän hält MAI (1995) tropische Temperaturen und Jahresmittel über 20°C in Europa für unrealistisch, da seiner Meinung nach lediglich das Mangroveelement *Nypa* als tropische Form angesehen werden kann. Alle anderen als Indikatoren für tropisches Klima herangezogenen Formen wie z. B. die Palmen können auch bis in die gemäßigte Zone vordringen und sogar in Gebieten wie dem Himalaja vorkommen. Anzunehmen ist für das Eozän eine Wintertrockenheit, deren Dauer zwei bis vier Monate betragen konnte und monsunalen Erscheinungen zuzuschreiben ist. Selbst kurze Frostphasen schließt MAI (1995) nicht aus. Es wird demnach ein subtropisches Wechselklima angenommen bzw. für das Mitteleozän (insbesondere im Geiseltal) subtropisches wintertrockenes Klima. Die Braunkohlenvorkommen sprechen außerdem für große Niederschlagsmengen. Abb. 7.2 zeigt ein auf dieser Basis erstelltes Klimadiagramm für das mitteleozäne Geiseltal.

Dieser „Monsoon-Klimatyp“ mit Sommerregenmaxima und winterlichen Niederschlagsdefiziten ist dagegen nach KRUTZSCH et al. (1992) für das Paläogen nicht anzunehmen. Kennzeichen ist nach diesen Autoren vielmehr ein Wechsel zwischen humiden Phasen mit durchgehend hohen Niederschlägen und semiariden bis semihumiden

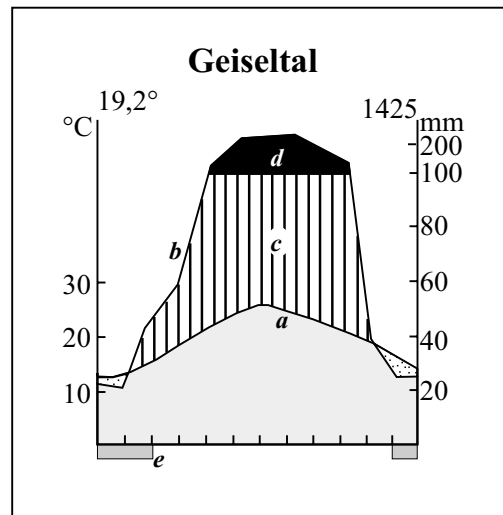


Abb. 7.2: Theoretisches Klimadiagramm für das Geiseltal im Mitteleozän (nach MAI 1995).

Die Bezeichnungen bedeuten: a) Kurve der mittleren monatlichen Temperaturen; b) Kurve der mittleren monatlichen Niederschläge; c) humide Jahreszeit; d) perhumide Jahreszeit; e) Monate mit absolutem Minimum unter 0°C.

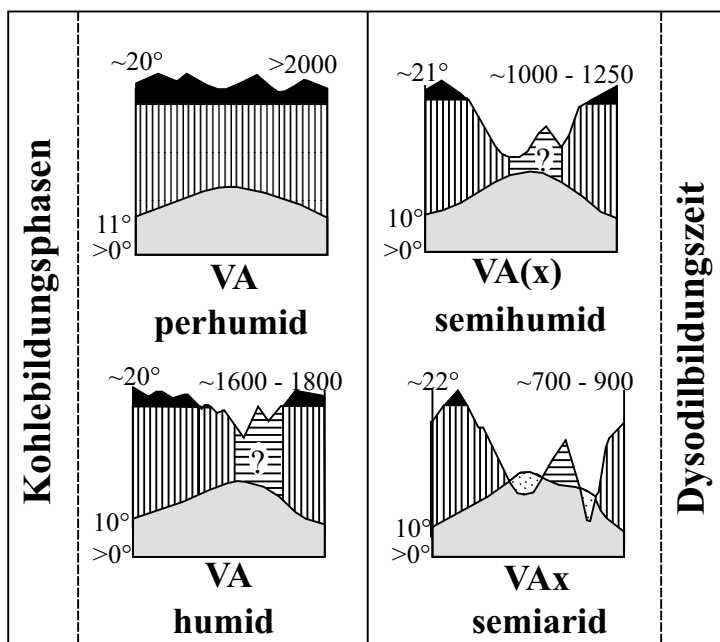


Abb. 7.3: Theoretische Klimadiagramme für das europäische Eozän; verändert nach KRUTZSCH et al. (1992).

Phasen mit sommerlichen Niederschlagsdefiziten und doppelten Regenzeiten. Ausgehend von einem perhumiden Klimatyp werden drei theoretische Klimadiagramme für das Eozän vorgestellt, die das Klima zu bestimmten Zeiten darstellen, wobei nur die Niederschlagsmenge sich stark verändert, die Temperaturen aber relativ konstant bleiben (Abb. 7.3). Insgesamt wird gegenüber MAI (1976) von einer höheren Durchschnittstemperatur ausgegangen. Dieses im eigentlichen Sinne tropische Klima wird von KRUTZSCH et al. (1992) als Außer- (Extra-)Tropisch bezeichnet. Charakterisiert ist diese Zone durch recht hohe Niederschläge und ausgesprochene Wintermilde. Da die Niederschläge, basierend auf dem FLOHNSchen Windmodell, ausschließlich der extratropischen Westwindzone entstammen, kann ein solches Klima aber weder als tropisch noch subtropisch bezeichnet werden, selbst wenn ein solches Klima frostfreie Winter und Pflanzen wie die Palmen mit sich bringt, die gewöhnlich mit den „Tropen“ in Verbindung gebracht werden (KRUTZSCH et al. 1992). Letztendlich sind aber auch in diesem Bereich der Extratropen ähnliche Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse wie in den Tropen zu erwarten. Die beiden Vorstellungen über das Klima im (Mittel)eozen sind somit recht gegensätzlich. In wie weit die Mikroflora aus der Wulfersdorfer Flözgruppe in diese Klimaschemata einzuordnen ist, soll im folgenden untersucht werden.

## 7.2 Klimaindikatoren aus der Wulfersdorfer Flözgruppe

Bereits KRUTZSCH (1967b) teilte die mitteleuropäischen Paläogenfloraen auf palynologischer Basis in drei Grundelemente ein, die den überwiegenden Teil der Florengemeinschaften bildeten.

Dem oberkretazischen oder Normapolles-Element gehören dabei alle Gattungen der Normapolles-Gruppe an. Dieses Florelement ist im Paläogen nur noch ein Reliktelemt, das kaum in Erscheinung tritt. So sind auch lediglich 9 der 156 Formen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe diesem Element zuzuordnen. Die maximale Formenvielfalt zeigt dieses Element während des Treibhausklimas der Oberkreide. Das vorherrschende Element im Paläogen ist dagegen das eozen-paläotropische Element, das aus wärmeliebenden immergrünen Pflanzen wie den Palmen oder Icacinaceen besteht. Im jüngeren Tertiär erscheint es dagegen nur noch als Reliktelemt. Als echter klimatischer Gegensatz zu den erwähnten beiden Elementen ist das prä-arktoteriäre Element anzusehen, das aus laubwerfenden Pflanzen wie den Ulmaceen oder Betulaceen besteht und ein gemäßigtes Klima bevorzugt.

Durch den unterschiedlichen Anteil der Florelemente an der Gesamtflora ergibt sich eine floristische Gliederung des Alttertiärs, die zugleich auch eine klimatische Gliederung ist.

Diese Einteilung wurde von KRUTZSCH & MAJEWSKI (1967) abgewandelt und wie folgt erweitert:

- Warme Elemente: Hier werden das eozen-paläotropische Element und das Normapolles-Element zusammengefasst.
- Gemäßigte Elemente: Entsprechen dem arktoteriären Element.
- Intermediäre Elemente: Zwischenelemente, die ihre Hauptverbreitung während klimatischer Übergangsphasen haben.
- Fazieselemente: Elemente, die in allen Klimazonen auftauchen und abhängig vom Ablagerungsraum große Häufigkeitsschwankungen zeigen.
- Durchläufer: Elemente, die überall und ziemlich undifferenziert vorkommen.

Andere Autoren wie ZIEMBINSKA-TWORZYDLO (1974), THIELE-PFEIFFER (1980) oder NICKEL (1996a) übernahmen und erweiterten diese Einteilung. Tabelle 7.1 zeigt die Einteilung der Pollen und Sporen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe in diese klimatischen Gruppen, wobei auf die „Durchläufer“ verzichtet wurde.

WARME (THERMOPHILE) ELEMENTE	
• <i>Leiotriletes microadriennis</i>	• <i>Leiotriletes maxoides maxoides</i>
• <i>Toroisporis (Toroisporis) torus</i>	• <i>Toroisporis (Toroisporis) aneddeni</i>
• <i>Toroisporis (Toroisporis) irregularis</i>	• <i>Toroisporis (Toroisporis) postregularis</i>
• <i>Gleicheniidites</i> sp.	• <i>Ischyosporites asolidus</i>
• <i>Tegumentisporis sculpturoides</i>	• <i>Cicatricosisporites dorogensis</i>
• <i>Cicatricosisporites paradorogensis</i>	• <i>Polypodiaceoisporites gracillimus</i>
• <i>Camarozonosporites heskemensis</i>	• <i>Camarozonosporites decorus</i>
• <i>Cicatricosisporites pseudodorogensis</i>	• <i>Verrucatosporites favus</i>
• <i>Verrucatosporites microfavus</i>	• <i>Reticuloidosporites dentatus</i>
• <i>Emmapollis pseudoemmaensis</i>	• <i>Monocolpopollenites tranquillus</i>
• <i>Arecipites parareolatus</i>	• <i>Arecipites convexus</i>
• <i>Spinizonocolpites baculatus</i> (F)	• <i>Spinizonocolpites echinatus</i> (F)
• <i>Dicolpopollis kockeli</i>	• <i>Diporoconia iszkaszentgyoergyi</i> (F)

WARME (THERMOPHILE) ELEMENTE	
• <i>Pompeckjoidaepollenites subhercynicus</i>	• <i>Nudopollis terminalis</i>
• <i>Basopollis orthobasalis</i>	• <i>Interpollis supplingensis</i>
• <i>Interpollis microsupplingensis</i>	• <i>Plicapollis pseudoexcelsus</i> spp.
• <i>Triatriopollenites rurensis</i>	• <i>Triatriopollenites bituitus</i>
• <i>Triatriopollenites myricoides</i>	• <i>Plicatopollis plicatus</i>
• <i>Plicatopollis lunatus</i>	• <i>Plicatopollis</i> sp.
• <i>Momipites punctatus</i>	• <i>Momipites quietus</i>
• <i>Platycaryapollenites platycaryoides</i>	• <i>Platycaryapollenites semicyclus</i>
• <i>Platycaryapollenites anticyclus</i>	• <i>Platycaryapollenites</i> sp. 1/sp. 2/sp. 3
• <i>Tripoporopollenites robustus</i>	• <i>Bombacidites kettingensis</i>
• <i>Bombacidites</i> sp.	• <i>Anacolosidites efflatus</i>
• <i>Anacolosidites pseudoefflatus</i>	• <i>Porocolpopollenites rarobaculatus</i>
• <i>Porocolpopollenites vestibulum</i>	• <i>Symplocospollenites orbis</i>
• <i>Labrapollis labraferus</i>	• <i>Brosipollis striatobrosus</i>
• <i>Brosipollis salebrosus</i>	• <i>Thomsonipollis magnificus</i>
• <i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	• <i>Pentapollenites pentangulus</i>
• <i>Reevesiapollis triangulus</i>	• <i>Nothofagidites flemingii</i>
• <i>Tricolporopollenites megaexactus brühlensis</i>	• <i>Tricolporopollenites megaexactus exactus</i>
• <i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>	• <i>Tricolporopollenites edmundi</i>
• <i>Tricolporopollenites marcodurensis</i> Formen A/B	• <i>Tricolporopollenites microreticulatus</i> Formen A/B
• <i>Tricolporopollenites pseudointergranulatus</i>	• <i>Tricolporopollenites parmularius</i>
• <i>Tricolporopollenites sole de portai</i>	• <i>Tricolporopollenites crassiexinus</i>
• <i>Tricolporopollenites</i> sp. 1 ( <i>Avicennia</i> -Typ) (F)	• <i>Zonocostites ramonae</i> Formen A/B (F)
• <i>Spinaepollis spinosus</i>	• <i>Tetracolporopollenites sapotoides</i>
• <i>Tetracolporopollenites manifestus</i>	• <i>Tetracolporopollenites kirchheimeri</i>
• <i>Tetracolporopollenites obscurus</i>	• <i>Tetracolporopollenites sculptatus</i>

INTERMEDIÄRE ELEMENTE	
• <i>Milfordia minima</i> (F)	• <i>Milfordia incerta</i> (F)
• <i>Caryapollenites circulus</i>	• <i>Caryapollenites triangulus</i>
• <i>Pterocaryapollenites stellatus</i>	• <i>Subtripoporopollenites anulatus</i>
• <i>Subtripoporopollenites constans constans</i>	• <i>Subtripoporopollenites constans magnus</i>
• <i>Tripoporopollenites megagranifer</i>	• <i>Trivestibulopollenites betuloides</i>
• <i>Tricolpopollenites microhenrici</i>	• <i>Tricolpopollenites asper</i>
• <i>Tricolpopollenites vegetus</i>	• <i>Tricolporopollenites cingulum fusus</i>
• <i>Tricolporopollenites cingulum pusillus</i>	• <i>Tricolporopollenites cingulum oviformis</i>
• <i>Tricolporopollenites</i> sp. 2 ( <i>Linum</i> -Typ)	

GEMÄßIGTE ELEMENTE	
• <i>Baculatisporites primarius oligocaenicus</i>	• <i>Baculatisporites gemmatus</i>
• <i>Sparganiaceapollenites sparganioides</i> (F)	• <i>Sparganiaceapollenites reticulatus</i> (F)
• <i>Sparganiaceapollenites</i> sp. 1/sp. 2 (F)	• <i>Arecipites longicolpatus</i>
• <i>Tripoporopollenites rhenanus</i>	• <i>Tripoporopollenites coryloides</i>
• <i>Tripoporopollenites undulatus</i>	• <i>Intratripoporopollenites microinstructus</i>
• <i>Intratripoporopollenites</i> cf. <i>microreticulatus</i>	• <i>Celtipollenites intrastructurus</i>
• <i>Celtipollenites laevigatus</i>	• <i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>
• <i>Tricolpopollenites retiformis</i>	• <i>Tricolporopollenites stareddloensis</i>

FAZIESELEMENTE	
• <i>Stereisporites megastereoides</i>	• <i>Stereisporites minor</i>
• <i>Stereisporites breviancoris</i>	• <i>Laevigatosporites haardtii</i>

FAZIESELEMENTE	
• <i>Laevigatosporites discordatus</i>	• <i>Pityosporites labdacus</i>
• <i>Inaperturopollenites dubius</i>	• <i>Inaperturopollenites concedipites</i>
• <i>Inaperturopollenites magnus</i>	• <i>Punctatosporites palaeogenicus</i>
• <i>Punctilongisulcites microechinatus</i>	• <i>Nyssapollenites kruschi accessorius</i>
• <i>Nyssapollenites kruschi analepticus</i>	• <i>Ilexpollenites margaritatus</i>
• <i>Ilexpollenites iliacus</i>	• <i>Droseridites echinosporus</i>
• <i>Ericipites callidus</i>	• <i>Ericipites ericius</i>

**Tab. 7.1:** Die Einteilung der Pollen und Sporen aus der Wulfersdorfer Flözgruppe in klimatische Gruppen bzw. Fazieselemente (F = Klima- und Fazieselemente).

Insgesamt lassen sich somit in den Palynofloren 82 wärmeliebende Elemente, 17 intermediäre Elemente und 17 gemäßigte Elemente feststellen. Hinzu kommen noch 18 Fazieselemente, wobei zusätzlich mindestens 10 Klimaelemente zumindest in der Wulfersdorfer Flözgruppe ebenfalls als Fazieselemente angesprochen werden können. Die Zuordnung der Pollen und Sporen in die jeweilige Gruppe beruht hauptsächlich auf der botanischen Familienzugehörigkeit, seltener auf der Gattungszugehörigkeit. Nur in einzelnen Fällen wie bei *Nypa fruticans* ist eine Artzugehörigkeit bekannt. Demzufolge ist die Eingruppierung der Wulfersdorfer Formen sicherlich nicht immer eindeutig. Dennoch ergibt sich eine klare Dominanz der wärmeliebenden Elemente, die aus tropischen aber auch subtropischen Formen bestehen. Die gemäßigten Elemente sind lediglich als Einzelexemplare zu beobachten. Palynologisch gesehen ist die Wulfersdorfer Flözgruppe somit eindeutig in einer Warmphase gebildet worden. Tropische oder subtropische Klimabedingungen sind allerdings durch die Gruppierung der entsprechenden Elemente in eine gemeinsame Gruppe thermophiler Elemente nicht als solche zu erkennen.

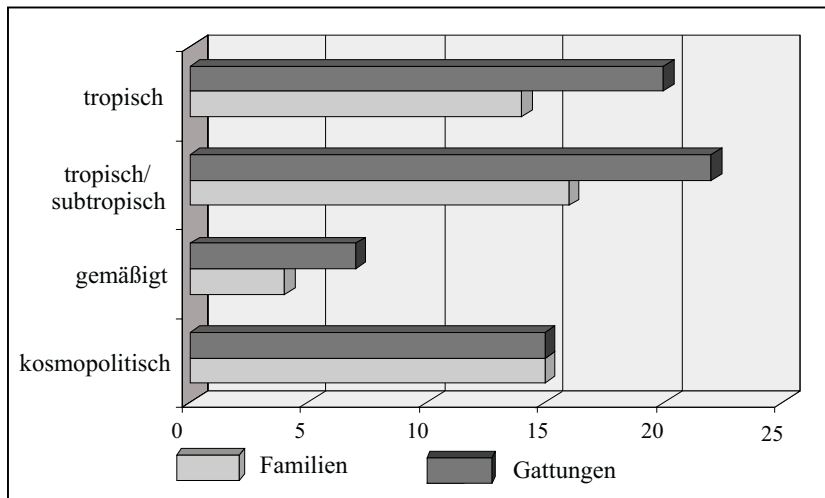
Betrachtet man die heutige klimatische Verteilung der in der Wulfersdorfer Mikroflora enthaltenen Pflanzenfamilien und -gattungen, so ergibt sich ein deutlicheres Bild wie Tab. 7.2 zeigt (nach HEYWOOD 1982, THIELE-PFEIFFER 1988, FUKAREK et al. 1992):

<b>REIN TROPISCH ODER ÜBERWIEGEND TROPISCH VERBREITETE FAMILIEN</b> Avicenniaceae, Bombacaceae, Chloranthaceae, Euphorbiaceae, Gleicheniaceae, Icacinaceae, Menispermaceae, Nepenthaceae, Olacaceae, Palmae, Rhizophoraceae, Sapotaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae
<b>ÜBERWIEGEND TROPISCH-SUBTROPISCH VERBREITETE FAMILIEN</b> Anacardiaceae, Celastraceae, Cyrillaceae, Eucommiaceae, Hamamelidaceae, Mastixiaceae, Myrtaceae, Nyssaceae, Polypodiaceae, Restionaceae, Schizaeaceae, Selaginellaceae, Symplocaceae, Taxodiaceae, Ulmaceae, Vitaceae
<b>ÜBERWIEGEND GEMÄßIGT VERBREITETE FAMILIEN</b> Butomaceae, Juglandaceae, Pinaceae, Salicaceae
<b>KOSMOPOLITISCH VERBREITETE FAMILIEN</b> Aquifoliaceae, Betulaceae, Ericaceae, Fagaceae, Hydrocharitaceae, Linaceae, Lycopodiaceae, Myricaceae, Oleaceae, Onagraceae, Osmundaceae, Rosaceae, Solanaceae, Sparganiaceae/Typhaceae, Sphagnaceae
<b>REIN TROPISCH ODER ÜBERWIEGEND TROPISCH VERBREITETE GATTUNGEN</b> <i>Anacolsa</i> , <i>Avicennia</i> , <i>Bombax</i> , <i>Calamus</i> , <i>Daemonorops</i> , <i>Cissus</i> , <i>Croton</i> , <i>Gomphandra</i> , <i>Iodes</i> , <i>Jathropa</i> , <i>Nepenthes</i> , <i>Nypa</i> , <i>Phoenix</i> , <i>Polypodium</i> , <i>Polyporandra</i> , <i>Pouteria</i> (+ weitere Sapotaceen-Gattungen), <i>Reevesia</i> , <i>Rhizophora</i> , <i>Sabal</i> , <i>Schizaea</i>
<b>ÜBERWIEGEND TROPISCH-SUBTROPISCH VERBREITETE GATTUNGEN</b> <i>Ampelopsis</i> , <i>Cliftonia</i> , <i>Cyrilla</i> , <i>Engelhardtia</i> , <i>Eucommia</i> , <i>Glyptostrobos</i> , <i>Ilex</i> , <i>Ligustrum</i> , <i>Linum</i> , <i>Lithocarpus</i> , <i>Lyginia</i> , <i>Lygodium</i> , <i>Microtropis</i> , <i>Olea</i> , <i>Parthenocissus</i> , <i>Pasania</i> , <i>Platycarya</i> , <i>Pteris</i> , <i>Selaginella</i> , <i>Symplocos</i> , <i>Syringa</i> , <i>Taxodium</i>
<b>ÜBERWIEGEND GEMÄßIGT VERBREITETE GATTUNGEN</b> <i>Betula</i> , <i>Butomus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Castanea</i> , <i>Nemopanthis</i> , <i>Pinus</i> , <i>Salix</i>

KOSMOPOLITISCH VERBREITETE GATTUNGEN

*Carya, Castanopsis, Celtis, Datura, Fraxinus, Myrica, Lycopodium, Nothofagus, Nyssa, Osmunda, Ostrya, Pterocarya, Quercus, Sphagnum, Tilia*

**Tab. 7.2:** Die heutige klimatische Verteilung der in der Wulfersdorfer Mikroflora enthaltenen Pflanzenfamilie und -gattungen.



**Abb. 7.4:** Die bevorzugten klimatischen Bedingungen der rezentbotanischen Vergleichstaxa der Mikroflora aus der Wulfersdorfer Flözgruppe.

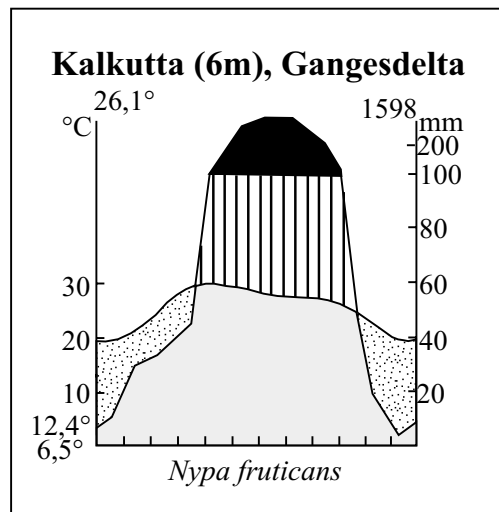
Auch diese Aufstellung ergibt eine klare Dominanz der warmen Elemente gegenüber den gemäßigten Elementen (Abb. 7.4). Allerdings sind auch allein aus der Anzahl der tropischen und tropisch/subtropischen Familien und Gattungen auf Anhiob keine eindeutigen Hinweise auf ausgesprochen tropische Bedingungen abzulesen.

Aus der Gruppe der, palynologisch betrachtet, rein tropischen bis überwiegend tropischen Gattungen, wurden von MAI (1995) einige Gattungen nicht als tropische Klimaindikatoren anerkannt. Dies betrifft Gattungen wie *Calamus, Iodes, Nepenthes, Phoenix, Reevesia, Sabal* und *Schizaea*, die alle mit einer oder mehrerer Arten in subtropischen Gebieten vorkommen. Das für die Definition der tropischen Klimate herangezogene kühlfte Monatsmittel von +18°C sowie das Fehlen jeglichen Frosts wird nach MAI (1995) nur durch die Gattung *Nypa* eingehalten. Zusammen mit den assoziierten Mangroveelementen *Avicennia* und *Rhizophora* ergeben sich konkrete Hinweise auf das zur Zeit der Ablagerung vorherrschende Klima. MAI (1995) vergleicht die artenarme *Nypa*-Mangrove aus dem Eozän Europas mit den rezenten indomalayischen ästuarinen Regionen, in der eine moderne tropische Mangrovenflora ausgebildet ist, wie z. B. im bengalischen Gebiet im Grenzbereich zwischen Indien und Bangla Desh. Abb. 7.5 zeigt das Klimadiagramm von Kalkutta im nördlichen Areal von *Nypa fruticans*.

In der Mangrove aus Bengalen, in der unter anderem die in der Wulfersdorfer Flözgruppe ebenfalls weit verbreiteten Elemente *Nypa, Avicennia, Rhizophora* aber auch Palmen wie *Phoenix* dominierende Elemente sind, herrscht ein humides Klima vor (BLASCO 1977). In dieser Region kommt es zu einem jährlichen Niederschlag zwischen 1500 und 2000 mm, zwischen Dezember und April herrscht jedoch eine Trockenzeit. Die Durchschnittstemperatur beträgt 26°C.

Es ist kaum anzunehmen, daß sich die klimatischen Ansprüche einer derart an spezifische ökologische Bedingungen angepaßte Gruppe von Pflanzen wie der Mangrovengemeinschaft im Laufe der Evolution seit dem Eozän drastisch geändert haben. Daraus ergibt sich, daß frostfreie Winter und mittlere Jahrestemperaturen über 21°C wohl auch auf das Ablagerungsgebiet der Wulfersdorfer Flözgruppe zu übertragen sind. Auf Grund der Verbreitung der Mangrove sind die Temperaturen für die Wulfersdorfer Flözgruppe somit etwas höher anzusiedeln als die von MAI (1976, 1995) angegebenen Daten für das Geiseltal, so daß im Sinne von KRUTZSCH et al. (1992) von jährlichen Durchschnittstemperaturen im (extra-)tropischen Bereich über 20°C auszugehen ist.

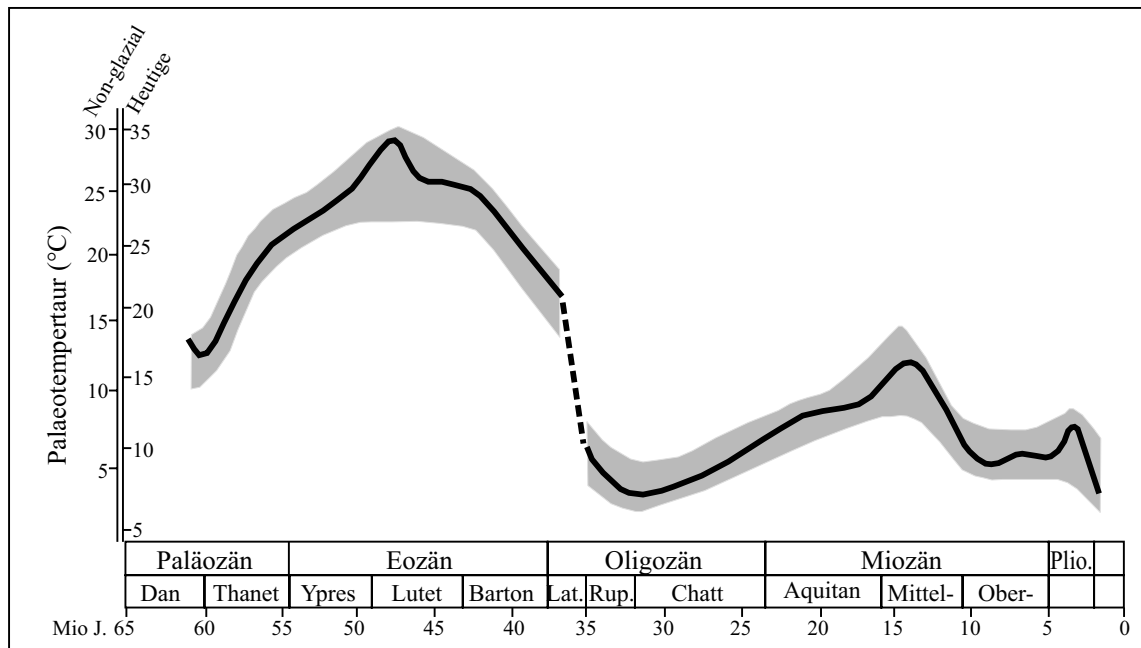
Dabei kann die marine Randlage der Wulfersdorfer Flözgruppe zu höheren Temperaturen gegenüber dem Geiseltal geführt haben. Abb. 7.6 zeigt, daß die Wassertemperaturen in der „Nord-



**Abb. 7.5:** Klimadiagramm von Kalkutta im nördlichen Areal der Mangroven-Palme *Nypa fruticans* (nach MAI 1981); kältestes Monatsmittel: 12,4°C, absolutes Minimum: 6,5°C.



see“ im Mittelozän die höchsten im gesamten Tertiär waren. Die extreme Warmphase mit Wassertemperaturen bis 30°C im Mittelozän hat dann auch nach MAI (1995) an der gesamten südlichen Küste der eozänen Nordsee zur Bildung der artenarmen *Nypa*-Mangrove geführt. Da sich die *Nypa*-Palme erst ab Temperaturen des Gezeitenwassers über 24°C ausbreiten kann (WESTGATE & GEE 1990), ergibt sich, daß eine solche Mangrove in Mitteleuropa auf das Klimaoptimum im Eozän beschränkt war.



**Abb. 7.6:** Isotopen-Temperatur-Kurve der tertiären Nordsee (nach  $^{18}\text{O}$ -Nachweisen in Karbonaten von Muschelschalen aus der Nordsee zusammengestellt); die wahren Wasser-Temperaturen liegen innerhalb der grauen Fläche (nach BUCHARDT 1978). Der Unterschied zwischen den nonglazialen und gegenwärtigen Temperaturskalen wird durch die Veränderung der Sauerstoff-Isotopen-Komposition des Ozeanwassers verursacht, eine Folge der Akkumulation von Gletschereis in der Antarktis.

Der allgemein große Reichtum an immergrünen Holzgewächsen wie den Palmen sowie das Vorkommen zahlreicher Sumpfpflanzen wie den Farnen in den ausgedehnten Mooren der Braunkohlevorkommen lassen an einem sehr feuchten Klima nicht zweifeln. Endgültige Aussagen über Winter- bzw. Sommerniederschlagsdefizite können aus den palynologischen Daten jedoch nicht gewonnen werden. Die meisten der von MAI (1995) aufgeführten Anzeiger für Sommertrockenheit fehlen in der Wulfersdorfer Flözgruppe. Allerdings sind mit *Ilex*, *Olea* und *Quercus* einige dieser Anzeiger zum Teil recht häufig vorhanden. Somit kann die Frage nach der Hauptniederschlagszeit für die Wulfersdorfer Flözgruppe nicht eindeutig geklärt werden. Zumindest hat es die von KRUTZSCH et al. (1992) angeführten Trockenperioden, die zur Beendigung der Kohlebildung führten und für die Dysodilphasen charakteristisch waren, in dieser Art nicht in der Wulfersdorfer Flözgruppe gegeben. Die Phasen mit und ohne Kohlebildung sind in der Flözgruppe nicht auf Trockenheit bzw. Phasen mit hohen und geringen Niederschlägen zurückzuführen, sondern auf die globalen Meeresspiegelschwankungen und den damit verbundenen Transgressions- und Regressionsphasen. Die Zusammensetzung der umgebenden Bruchwaldfazies blieb auch während der Zwischenmittelphasen relativ konstant, so daß von schwankenden Niederschlagsmengen während der Ablagerung der Wulfersdorfer Flözgruppe nicht auszugehen ist.

Zusammenfassend zeigt die Mikroflora aus der Wulfersdorfer Flözgruppe klimatische Bedingungen an, die der Vorstellung von MAI (1976, 1995) recht nahe kommen, wobei die Temperaturbedingungen etwas höher anzusetzen sind als im Geiseltal, so daß zumindest subtropisch/tropische, wenn nicht sogar rein tropische Klimabedingungen bei frostfreien Wintern anzunehmen sind.

## Kapitel 8 Literaturverzeichnis

- Ashraf, A. R. & Mosbrugger, V. (1996):** Palynologie und Palynostratigraphie des Neogens der Niederrheinischen Bucht. Teil 2: Pollen. – *Palaeontographica*, Abt. B, **241**: 1 – 98; Stuttgart.
- Assemien, P. (1969):** Pollens fossile de Rhizophora à Bougé (Basse Vallée du Sénégal). – *Pollen et Spores*, **11** (1): 73 – 81; Paris.
- Balme, B. E. (1957):** Spores and Pollen Grains from the Mesozoic of Western Australia. – *Commonwealth Sci. Indust. Res. Org. (Australia); Coal res. Section. Ref. T. C.*, **25**: 1 – 48; Chatswood.
- Barthel, M. (1976):** Farne und Cycadeen. In: *Eozäne Floren des Geiseltales*. – *Abh. zentr. geol. Inst.*, H. **26**: 439 – 498; Berlin.
- Batten, D. J. & Grenfell, H. R. (1996):** *Botryococcus*. - In: **Jansonius, J. & McGregor, D. C. [Hrsg.]** : *Palynology: Principles and Applications*, **3**. – *Am. Assoc. Strat. Palyn. Found.*: 205 – 214; Dallas.
- Bechler, A. & Beug, H.-J. (1987):** Isopollen maps for 18000 years B. P. of the Atlantic offshore of Northwest Africa: evidence for paleowind circulation. – *Paleoceanography*, **2**: 561 – 582; Washington.
- Belz, G. & Mosbrugger, V. (1994):** Systematisch-paläoökologische und paläoklimatische Analyse von Blattfloren im Mio-/Pliozän der niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland). – *Palaeontographica*, Abt. B, **233**: 19 – 156; Stuttgart.
- Benedek, P. N. & Gocht, H. (1981):** *Thalassiphora pelagica* (Dinoflagellata, Tertiär): Elektronenmikroskopische Untersuchung und Gedanken zur Paläobiologie. – *Palaeontographica*, Abt. B, **180**: 39 – 64; Stuttgart.
- Blasco, F. (1977):** Outlines of ecology, botany and forestry of the mangals of the Indian subcontinent. – In: **Chapman, V. J. [Hrsg.]**: *Ecosystems of the world*. – Bd. **1**: *Wet coastal ecosystems*: 241 – 260; Amsterdam.
- Blumenstengel, H., Krutzsch, W. & Volland, L. (1996):** Revidierte Stratigraphie tertiärer Ablagerungen im südlichen Sachsen-Anhalt. Teil 1: Raum Halle-Merseburg. – *Hall. Jb. Geowiss., Reihe B, Beiheft* **1**: 1- 101; Halle (Saale).
- Bode, T. (1994):** Untersuchungen zur Fazies und Genese der eozänen Helmstedter Braunkohlen im unteren Teil der Oberflözgruppe im Tagebau Helmstedt (Bezirk Braunschweig). - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 95 S.; Göttingen.
- Bolchovitina, N. A. (1956):** Atlas der Sporen und Pollen aus jurassischen und unterkretazischen Ablagerungen des Viljujaer Beckens „Jakutien“ – *Akad. N. SSR., Trudy Geol. Inst.*, **2**, 185 S.; Moskau. [russisch]
- Boulter, M. C. & Hubbard, R. N. L. B. (1982):** Objective paleoecological and biostratigraphic interpretation of Tertiary palynological data by multivariate statistical analysis. - *Palynology*, **6**: 55 – 68; Austin.
- Brelie, G. v. d. & Wolf, M. (1981):** Zur Petrographie und Palynologie heller und dunkler Schichten im rheinischen Hauptbraunkohlenflöz. - *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **29**: 95 - 163; Krefeld.
- Brenner, W. (1988):** Dinoflagellaten aus dem unteren Malm (oberer Jura) von Süddeutschland; Morphologie, Ökologie, Stratigraphie. – *Tübinger Mikropaläont. Mitt.*, **6**: 1 – 116; Tübingen.
- Brown, S. & Downie, C. (1984):** Dinoflagellate Cyst Biostratigraphy of Late Paleocene and Early Eocene Sediments from holes 552, 553 A, and 555, Leg 81, Deep Sea Drilling Project (Rochael Plateau). - *Initial Report D. S. D. P.*, **81**: 556 – 579; Washington.
- Bujak, J. P. & Davies, E. H. (1983):** Modern and fossil Peridiniineae. - *Am. Assoc. Strat. Palyn., Contrib. Ser.*, **13**: 1 - 203; Dallas.
- Buchardt, B. (1978):** Oxygen isotope palaeotemperatures from the Tertiary period in the North Sea area. – *Nature*, **275**: 121 – 123; London.

- Bullwinkel, V. (1996):** Fazies und Sedimentologie der Begleitschichten der Wulfersdorfer Flözgruppe (Mittel-Eozän, Tagebau Helmstedt), Oberes Zwischenmittel und Hangendes. - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 106 S.; Göttingen.
- Bütschli, O. (1885):** Erster Band. Protozoa. - In: Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, wissenschaftlich dargestellt in Word und Bild: 865 – 1088; Winter'sche Verlagsbuchhandl., Leipzig, Heidelberg.
- Caratini, C, Blasco, F. & Thanikaimoni, G. (1973):** Relation between the pollen spectra and the vegetation of a south indian mangrove. – Pollen et Spores, **15**: 281 – 292; Paris.
- Cavagnetto, C. & Anadón, P. (1995):** Une mangrove complexe dans le Bartonien du bassin de le l'ebre (Ne de l'espagne). - Palaeontographica, Abt. B; **236**: 147 - 165; Stuttgart.
- Chateauneuf, J.-J. (1980):** Palynostratigraphie et paléoclimatologie de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène du Bassin de Paris. – Mém. B. R. G. M., **116**, 422 S.; Orléans.
- Cookson, I. C. (1947):** Plant Microfossils from the Lignites of Kerguelen Archipelago. – B. A. N. Z. Antarctic Research Expedition 1929 – 1931. Reports – Set. A. II, **8**: 127 – 142; Adelaide.
- Cookson, I. C. & Pike, K. M. (1954):** Some Dicotyledonous Pollen Types from Cainozoic Deposits in the Australian Region. – Austr. J. Bot., **2** (2): 197 – 219; Melbourne.
- Costa, L. I. & Davey, R. J. (1992):** Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System. - In: **Powell, A. J. [Hrsg.]:** A stratigraphic index of dinoflagellate cysts: 99 – 154; Chapman & Hall, London.
- Costa, L. I. & Downie, C (1976):** The distribution of the dinoflagellate *Wetzeliella* in the Paleogene of north-western Europe. – Palaeontology, **19**: 591 – 614; London.
- Couper, R. A. (1953):** Upper Mesozoic and Cainozoic Spores and Pollen Grains from New Zealand. – N. Zealand Geol. Survey, Paleont. Bull., **22**, 77 S.; Wellington (N. Z.).
- Couper, R. A. (1960):** New Zealand Mesozoic and Cainozoic Plant Microfossils. – N. Zealand Geol. Survey, Paleont. Bull., **32**, 87 S.; Wellington (N. Z.).
- Dalrymple, R. W., Zaitlin, B. A. & Boyd, R. (1992):** Estuarine facies models: Conceptual basis and stratigraphic implications. – J. Sed. Petrol., **62** (6): 1130 – 1146; Tusla.
- Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S. & Williams, G. L. (1966):** Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. – Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., Supp. **3**: 1 – 248; London.
- Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S. & Williams, G. L. (1969):** Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. – Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., Appendix to Supp. **3**: 1 – 17; London.
- Davey, R. J. & Williams, G. L. (1966):** In: **Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S. & Williams, G. L. (1966).**
- Davis, J. H. Jr. (1940):** The ecology and geologic role of mangroves in Florida. – Carnegie Inst. Wash., Publ. 517, Pap. Tortugas Lab., **32**: 304 – 412; Washington.
- Déak, M. H. (1959):** Observations concernant le changement de forme des spores trilètes. – Rev. Micropaléont., **2** (1): 28 – 30; Paris.
- De Coninck, J. (1968):** Dinophyceae et Acritarcha de l'Yprésien du sondage de Kallo. – Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Mem., No. **161**, 67 S.; Brüssel.
- De Decker, P. (1988):** Biological and sedimentary facies of Australian salt lakes. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **62**: 237- 270; Amsterdam.
- Deflandre, G. (1937):** Microfossiles de Silex Crétacés. Deuxième Partie. Flagellés incertae sedis. Hystricho sphaeridés. Sacrodinés. Organismes divers. – Ann. Paléont., **26**: 51 – 103; Paris.

- Deflandre, G. (1945):** Mirofossiles des calcaires siluriens de la Montagne Noire. – Ann. Paléont., **31**: 41 – 75; Paris.
- Deflandre, G. (1954):** Systématique des Hystrichosphaeridés: sur l'acceptation du genre *Cymatiosphaera* O. Wetzel. – C. R. somm. Soc. géol. France: 257 – 258; Paris.
- Deflandre, G. & Cookson, I. C. (1955):** Fossil microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. – Austr. J. Mar. Freshwater Res., **6**: 242 – 313; Melbourne.
- Dehmer, J. (1989):** Untersuchungen an Torfen und Braunkohlen – Ein Beitrag zur Fazies und Genese gebänderter Braunkohlen. – 50. Sitz. d. kohlenpetrograph. Arbeitsgemeinschaft in Essen. - 21 S.; Essen.
- Dienemann, W. (1925):** Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der Helmstedter Braunkohlenmulde. - Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt, **46**: 108 - 123; Berlin.
- Dörjes, J. & Howard, J. D. (1975):** Fluvial-marine transition indicators in an estuarine environment, Ogeechee River – Ossabaw Sound. – Senckenbergiana marit., **7**: 137 –180; Frankfurt/Main.
- Doktorowicz-Hrebnicka, J. (1960):** Correlation of brown coal seams from the provinces of Poznan and Bydgoszcz. – Inst. Geol. Biul., **157**: 69 – 133, 222 – 243; Warschau.
- Dorstewitz, R. (1902):** Geologische Beschreibung der Helmstedter Braunkohlenmulde. - Braunkohle, **1**: 195 - 200, 208 - 212, 224 - 227; Halle.
- Drugg, W. S. & Loeblich, A. R., Jr. (1967):** Some Eocene and Oligocene phytoplankton from the Gulf Coast, U. S. A. – Tulane Stud. in Geol., **5**: 181 – 194; New Orleans.
- Dupont, L. M. & Hooghiemstra, H. (1989):** The Saharan-Sahelian boundary during the Brunhes chron. – Acta Bot. Neerl., **38**(4): 405 – 415; Blackwell, Oxford.
- Eaton, G. L. (1976):** Dinoflagellate cysts from the Bracklesham Beds (Eocene) of the Isle of Wight, southern England. - Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., **26**: 227 – 332; London.
- Ebe, A (1992):** Palynologische Untersuchungen am Flöz Viktoria im Tagebau Alversdorf (Eozäne Braunkohle von Helmstedt). - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 48 S.; Göttingen.
- Edwards, L. E. & Bebout, J. W. (1981):** Emendation of *Phthanoperidinium* DRUGG & LOEBLICH 1967, and a description of *P. brooksii* sp. nov. from the Eocene of the Mid-Atlantic outer continental shelf. – Palynology, **5**: 29 – 41; Austin.
- Ehrenberg, C. G. (1838):** Über das Massenverhältnis der jetzt lebenden Kiesel-Infusorien und über ein neues Infusorien-Conglomerat als Polierschiefer von Jastraba in Ungarn. – Königl. Akad. Wiss. Berlin, Abh., 1836, **1**: 109 – 135; Berlin.
- Eisenack, A. (1938):** Die Phosphoritknollen der Bernsteinformation als Überlieferer tertiären Planktons. – Schr. Phys.-ökn. Ges. Königsberg (Pr.), **70**: 181 – 188; Königsberg.
- Eisenack, A. (1954):** Mikrofossilien aus Phosphoriten des samländischen Unteroligozäns und über die Einheitlichkeit der Hystrichosphaerideen. – Palaeontographica, Abt. A, **105**: 49 – 95; Stuttgart.
- Eisenack, A. (1963):** *Cordosphaeridium* n. sp. ex *Hystrichosphaeridium*, Hystrichosphaeridea. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **123**: 260 - 265; Stuttgart.
- Eisenack, A. (1972):** Kritische Bemerkung zur Gattung *Pterospermopsis* (Chlorophyta, Prasinophyceae). - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1972**: 596 - 601; Stuttgart.
- Eisenack, A. (1979):** Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien - Band V, Acritarcha, 3. Teil: 532 S.; Stuttgart.
- Eisenack, A. & Gocht, H. (1960):** Neue Namen für einige Hystrichosphären der Bernsteinformation Ostpreußens. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1960**: 511 - 518; Stuttgart.

- Eisenack, A., Cramer, F. H. & Díez, M. d C. R (1973):** Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien - Band III, Acritarcha, 1. Teil: 1104 S.; Stuttgart.
- Elsik, W. C. & Dilcher, D. L. (1974):** Palynology and Age of Clays exposed in Lawrence Clay Pit, Henry County, Tennessee. – *Palaeontographica*, Abt. B, **146**: 65 – 87; Stuttgart.
- Erdtman, G. (1947):** Suggestions for the Classification of Fossil and Recent Pollen Grains and Spores. – *Svensk. Bot. Tidskr.*, **41**: 104 – 114; Uppsala.
- Erdtman, G. (1954):** On the Occurrence of Olacaceous Pollen Grains in Eocene Deposits in Germany. – *Svensk. Bot. Tidskr.*, **48**: 804 – 805; Uppsala.
- Erdtman, G. (1960):** On three new Genera from the Lower Headon Beds, Berkshire. – *Botaniska Notiser*, **113** (1): 46 – 48; Lund.
- Evitt, W. R. (1963):** A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres, and acritarchs, I. – *Nat. Acad. of Sci., Washington, Proc.*, **49**: 158 – 164; Washington.
- Everitt, B. (1980):** Cluster Analysis. – Social science research council, 11, Second Edition: 136 S.; Halsted Press, London.
- Fensome, R. A., Williams, G. L., Brass, M. S., Freeman, J. M. & Hill, J. M. (1990):** Acritarchs and fossil prasinophytes: an index to genera, species and infraspecific taxa. – *Am. Assoc. Strat. Palyn., Contrib. Ser.*, **25**: 1 – 771; Dallas.
- Fensome, R. A., Taylor, F. J. R., Norris, G. Sarjeant, W. A. S., Wharton, D. I., Williams, G. L. (1993).** A classification of living and fossil dinoflagellates. – *Micropaleontology, Spec. Publ.*, **7**: 1 – 351; New York.
- Frederiksen, N. O. (1985):** Review of Early Tertiary Sporomorph Palaeoecology. - *Am. Ass. Strat. Palynol.*, **15**: 91 S.; Dallas.
- Frederiksen, N. O., Wiggins, V. D., Ferguson, I. K., Dransfield, J. & Ager, C. M. (1985):** Distribution, paleoecology, paleoclimatology, and botanical affinity of the eocene pollen genus *Diporoconia* n. gen. – *Palynology*, **9**: 37 – 60; Austin.
- Friis, E. M. (1983):** Upper Cretaceous (Senonian) Floral Structures of Juglandalean Affinity containing Normapolles Pollen. – *Rev. Paleobot. Palynol.*, **39**: 161 – 188; Amsterdam.
- Fitsch, F. E. (1929):** Evolutionary sequence and affinities among Protophyta. – *Biol. Rev.*, **4** (2): 103 – 151; Cambridge.
- Fukarek, F., Schultze-Motel, J. & Siegel, M. (1992):** *Urania Pflanzenreich*. - Moose, Farne, Nacktsamer; Band II: 390 S.; Urania-Verlag; Jena, Berlin.
- Gauch, H. G. (1982):** Multivariate Analysis in Community Ecology. – *Cambr. Univ. Press*; New York.
- Gerlach, E. (1961):** Mikrofossilien aus dem Oligozän und Miozän Nordwestdeutschlands, unter besonderer Berücksichtigung der Hystrichosphaeren und Dinoflagellaten. - *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, **112**: 143 - 228; Stuttgart.
- Germeraad, J. H., Hopping, C. A. & Muller, J. (1968):** Palynology of tertiary sediments from tropical areas. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **6**: 189 – 348; Amsterdam.
- Gocht, H. (1968):** Zur Morphologie und Ontogenie von *Thalassiphora* (Dinoflagellata). – *Palaeontographica*, Abt. A, **129**: 149 – 156; Stuttgart.
- Gocht, H. (1969):** Formengemeinschaften alttertiären Mikroplanktons aus Bohrproben des Erdölfeldes Meckelfeld bei Hamburg. – *Palaeontographica*, Abt. B, **126**: 1- 100; Stuttgart.
- Goczán, F., Groot, J. J., Krutzsch, W. & Pacltová, B. (1967):** Die Gattungen des „Stemma Normapolles PFLUG 1953b“ (Angiospermae). Neubeschreibungen und Revision europäischer Formen (Oberkreide bis Eozän). – *Paläont. Abh. B, II*, **3**: 429 - 540; Berlin.

- Goldring, R., Bosence, D. W. J. & Blake, T. (1978):** Estuarine sedimentation in the Eocene of southern England. – *Sedimentology*, **25**: 861 – 876; Amsterdam.
- Gorka, H. (1963):** Coccolithophoridés, Dinoflagellés, Hystrichosphaeridés et Microfossiles incertae sedis du Crétacé Supérieur de Pologne. – *Acta Pal. Pol.*, **8**: 3 – 90; Warschau.
- Gottwald, H. (1966):** Eozäne Hölzer aus der Braunkohle von Helmstedt. - *Palaeontographica*, Abt. B, **119**: 76 - 93; Stuttgart.
- Gottwald, H. (1992):** Hölzer aus marinen Sanden des Oberen Eozäns von Helmstedt (Niedersachsen). - *Palaeontographica*, Abt. B, **225**: 76 - 93; Stuttgart.
- Greer, S. A. (1975):** Sandbody geometry and sedimentary facies at the estuarine-marine transition zone, Ossabaw Sound, Georgia: A stratigraphic model. – *Senckenbergiana marit.*, **7**: 105 – 136; Frankfurt/Main.
- Gruas-Cavagnetto, C. (1976):** Étude palynologique du paléogène du sud de l'Angleterre. – *Cah. Micropaléont.*, **1**: 1- 49; Paris.
- Gruas-Cavagnetto, C. (1978):** Étude palynologique de l'Éocène du Bassin Anglo-Parisien. – *Mém. Soc. géol. de France N. S.*, **56** (131): 1 – 64; Paris.
- Guy-Ohlson, D. (1992):** *Botryococcus* as an aid in the interpretation of palaeoenvironment and depositional processes. - *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **71**: 1- 15; Amsterdam.
- Guy-Ohlson, D. (1996):** Prasinophycean algae. – In: **Jansonius, J. & McGregor, D. C. [Hrsg.]** : *Palynology: Principles and applications*, **1** – Am. Assoc. Strat. Palyn. Found.: 181 – 189; Dallas.
- Hammer, J. (1996):** Palynologische und petrographische Untersuchungen zur Fazies und Genese von Flöz Wulfersdorf 4 im Tagebau Helmstedt (Helmstedter Oberflözgruppe; Mittleres Eozän). - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 106 S.; Göttingen.
- Hammer-Schiemann, G. (1998):** Palynologische Untersuchungen zur Fazies und Ökologie der Unterflözgruppe im Tagebau Schöningen (Untereozän, Helmstedt, Bez. Braunschweig). – Unveröffentl. Dissert., Univ. Göttingen, 146 S.; Göttingen.
- Harland, R. (1979):** The *Wetzeliella (Apectodinium) homomorphum* plexus from the Palaeogene/earliest Eocene of north-west Europe. In: Fourth international Palynology Conference, Lucknow. 1976 – 1977, Proc. 2: 59 – 70; Lucknow (Ind.).
- Haseldonckx, P. (1972):** The presence of *Nypa* palms in Europe: A solved problem. – *Geologie en Mijnbouw*, **51**: 645 – 650; Leiden.
- Heywood, V. H. [Hrsg.] (1982):** Blütenpflanzen der Welt. - 336 S., Birkhäuser; Basel, Boston, Stuttgart.
- Hochuli, P. A. (1978):** Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. - *Beitr. Paläont. Österr.*, **4**: 1 - 132; Wien.
- Ibrahim, A. (1933):** Sporenformen des Aegirhorizontes des Ruhrreviers. – Diss., TH Berlin, 47 S.; Berlin.
- Islam, M. A. (1982):** Archaeopyle structure in the fossil dinoflagellate *Phthanoperidinium*. – *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **36**: 305 – 316; Amsterdam.
- Iversen, J. & Troels-Smith, J. (1950):** Pollenmorphologische Definitionen und Typen. – *Danm. Geol. Undersøgelse*, **4** (8): 1 – 53; Kopenhagen.
- Jungmann, O. (1996):** Fazies und Sedimentologie der Begleitschichten der Wulfersdorfer Flözgruppe (Mittel-Eozän, Tagebau Helmstedt) - Liegendes und Unteres Zwischenmittel. - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 113 S.; Göttingen.
- Kedves, M. (1960):** Études palynologiques dans le bassin de Dorog. I. – *Pollen et Spores*, **2** (1): 89 – 118; Paris.

- Kedves, M. (1961):** Études palynologiques dans le bassin de Dorog. II. – Pollen et Spores, **3** (1): 101 – 153; Paris.
- Kedves, M. (1964):** Sporomorphes nouveaux des couches Éocènes de Hongrie. – Pollen et Spores, **6** (1): 195 – 201; Paris.
- Kedves, M. (1965):** Palynological Investigations on the Lower Eocene Layers in the surrounding Country of Iskaszentgyörgy. III. – Acta Biologica, **11**, 1 – 2: 33 – 50; Szeged.
- Kedves, M. (1967):** Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieure de la région Parisienne. I. Spores. – Pollen et Spores, **9** (3): 521 – 552; Paris.
- Kedves, M. (1968a):** Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieure de la région Parisienne. II. Tableau de quelques espèces et types de sporomorphes. – Pollen et Spores, **10** (1): 117 – 128; Paris.
- Kedves, M. (1968b):** Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieure de la région Parisienne. III. Pollens inaperturés à ballonnets, polypliqués, disulqués, trichotomosulqués et proxaperturés. – Pollen et Spores, **10** (2): 385 – 396; Paris.
- Kedves, M. (1969):** Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieure de la région Parisienne. IV. Pollens des Normapolles. – Pollen et Spores, **11** (2): 385 – 396; Paris.
- Kedves, M. (1970):** Études palynologiques des couches du Tertiaire inférieure de la région Parisienne. V. Pollens triporés, subtriporés et intratriporés. – Pollen et Spores, **12**(1): 83 – 97. Paris.
- Kedves, M. (1973):** Paleogene Fossil Sporomorphs of the Bakony Mountains. I. - Stud. Biol. Acad. Sci. Hungar., **12**: 5 – 134; Budapest.
- Kedves, M. (1974):** Paleogene Fossil Sporomorphs of the Bakony Mountains. II. - Stud. Biol. Acad. Sci. Hungar., **13**: 1 – 124; Budapest.
- Kedves, M. (1978):** Paleogene Fossil Sporomorphs of the Bakony Mountains. III. - Stud. Biol. Acad. Sci. Hungar., **15**: 1 – 166; Budapest.
- Kedves, M (1982):** Palynology of the Thanetian Layers of Menat. – Palaeontographica, Abt. B, **182**: 87 – 150; Stuttgart.
- Klein-Reesink, J. (1984):** Stoffbestand und Genese der Braunkohlen der Niederhessischen Senke mit vergleichenden Untersuchungen an Kohlen der Oberpfalz und Ost-Westfalen. – Documenta naturae, **17**: 1 – 133; München.
- Klement, K. (1960):** Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen aus dem unteren und mittleren Malm Südwestdeutschlands. – Palaeontographica, Abt. A, **114**: 1 – 104; Stuttgart.
- Klumpp, B. (1953):** Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des mittleren und oberen Eozän. – Palaeontographica, A, **103**: 377 – 406; Stuttgart.
- Koenen, A. von (1865):** Die Fauna der unteroligozänen Tertiärschichten von Helmstedt bei Braunschweig. – Zeitschr. dt. geol. Ges., **17**: 459 – 534, Nachtrag: 702 – 706; Berlin.
- Kölbel, H., Schnell, H. & Trappe, F. (1942):** Seismische Untersuchungen im Helmstedter Braunkohlenrevier, ein Beitrag zur Tektonik des Helmstedter Beckens. – Jb. d. Reichsanst. f. Bodenforsch., **63**: 550 – 556; Berlin.
- Köthe, A. (1990):** Paleogene Dinoflagellates from Northwest Germany - Biostratigraphy and Palaeoenvironment. - Geol. Jb., A, **118**: 3 - 111; Hannover.
- Kremp, G. (1949):** Pollenanalytische Untersuchung des miozänen Braunkohlenlagers von Konin an der Warthe. – Palaeontographica, Abt. B, **90**: 53 – 93; Stuttgart.
- Krutzsch, W. (1954):** Bemerkungen zur Benennung und Klassifikation fossiler (insbesondere tertiärer) Pollen und Sporen. – Geologie, **3**, 3: 258 – 311; Berlin.

**Krutzsch, W. (1955):** Zur Altersstellung der mitteldeutschen älteren Braunkohlenschichten (Vorläufige Mitteilung). – Geologie, **4**: 511 –519; Berlin.

**Krutzsch, W. (1957):** Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung. - Zeitschr. angew. Geologie, **3**, H. 11/12: 509 - 548; Berlin.

**Krutzsch, W. (1959a):** Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. - Geologie, **8**, Beih. 21/22: 1 - 425; Berlin.

**Krutzsch, W. (1959b):** 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. (1960):** Über *Thomsonipollis magnificus* (Th. & Pf. 1953) n fgn. n. comb. und Bemerkungen zur regionalen Verbreitung einiger Pollengruppen im älteren Paläogen. – Freiburger. Forsch.-H., C **86**: 54 – 65; Berlin.

**Krutzsch, W. (1961):** Beitrag zur Sporenpaläontologie der präoberoligozänen kontinentalen und marinen Tertiärablagerungen Brandenburgs. - Ber. geol. Ges. DDR, **5**, 4: 290 - 343; Berlin.

**Krutzsch, W.:** Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas.

- (1962a): Lieferung I: Laevigate und toriate trilete Sporenformen. - 108 S.; Berlin.

- (1963a): Lieferung II: Die Sporen der Anthocerotaceae und der Lycopodiaceae. - 141 S.; Berlin.

- (1963b): Lieferung III: Sphagnaceoide und selaginellaceoide Sporenformen. - 128 S.; Berlin.

- (1967a): Lieferung IV und V: Weitere azonotrilete (apiculate, murornate), zonotrilete, monolete und alete Sporenformen. - 232 S.; Berlin.

- (1971): Lieferung VI: Coniferenpollen (Saccites und „Inaperturates“). - 234 S.; Berlin.

- (1970a): Lieferung VII: Monoporate, monocolpate, longicolpate, dicolpate und ephedroide (polylicate) Pollenformen. - 175 S.; Berlin.

**Krutzsch, W. (1962b):** Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. II. Die Formspezies der Pollengattung *Pentapollenites* KRUTZSCH 1958. – Paläont. Abh. **I**, 2: 71 – 138; Berlin.

**Krutzsch, W. (1962c):** Stratigraphisch bzw. botanisch wichtige neue Sporen- und Pollenformen aus dem deutschen Tertiär. – Geologie, **11**, 3: 263 – 307; Berlin.

**Krutzsch, W. (1966):** Die sporenstratigraphische Gliederung des älteren Tertiär im nördlichen Mitteleuropa (Paläozän - Mitteloligozän). Methodische Grundlagen und gegenwärtiger Stand der Untersuchungen. - Abh. zentr. geol. Inst., H. **8**: 112 - 149; Berlin.

**Krutzsch, W. (1967b):** Der Florenwechsel im Alttertiär Mitteleuropas auf Grund von sporenpaläontologischen Untersuchungen. - Abh. zentr. geol. Inst., H. **10**: 17 - 37; Berlin.

**Krutzsch, W. (1968a):** *Brosipollis* und *Labrapollis*, zwei neue Pollengenera aus dem Tertiär Mitteleuropas. – Rev. Palaeobot. Palynol., **6**: 61 –70; Amsterdam.

**Krutzsch, W. (1968b):** Zur Kenntnis des dispersen Oenotheraceen- (Onagraceen) Pollens, insbesondere aus dem mitteleuropäischen Tertiär. - Paläont. Abh. B, **II**, 4: 767 - 788; Berlin.

**Krutzsch, W. (1969):** Über einige stratigraphisch wichtige neue Longaxoner-Pollen aus dem mitteleuropäischen Alttertiär. - Geologie; **18**; 4: 472 - 487; Berlin.

**Krutzsch, W. (1970b):** Einige neue Pollenformen aus den Familien der Tiliaceen, Bombacaceen und Sterculiaceen aus dem mitteleuropäischen Alttertiär. - Jb. Geol., Bd. **3** für 1967: 275 - 307; Berlin.



- Krutzsch, W. (1970c):** Die stratigraphisch verwertbaren Sporen- und Pollenformen des mitteleuropäischen Alttertiärs. - Jb. Geol., Bd. 3 für 1967: 309 - 379; Berlin.
- Krutzsch, W. (1970d):** *Reevsiapollis*, ein neues Pollengenus der Sterculiaceen aus dem mitteleuropäischen Tertiär. – Feddes Repert., 81 (6-7): 371 – 384; Berlin.
- Krutzsch, W. (1976):** Die Mikroflora der Braunkohle des Geiseltales Teil IV: Die stratigraphische Stellung des Geiseltaalprofils im Eozän und die sporenstratigraphische Untergliederung des mittleren Eozäns. - Abh. zentr. geol. Inst., 26: 47 - 92; Berlin.
- Krutzsch, W., Blumenstengel, H., Kiesel, Y. & Rüffle, L. (1992):** Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mitteleozän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (klassische Biostratigraphie — paläobotanisch-ökologische Klimastratigraphie — Evolutionsstratigraphie der Vertebraten). - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 186, H. 1/2: 137 - 253; Stuttgart.
- Krutzsch, W. & Majewski, J. (1967):** Zur Methodik der pollenstratigraphischen Zonengliederung im Jungtertiär Mitteleuropas. - Abh. Zentr. geol. Inst., H. 10: 83 - 98; Berlin.
- Krutzsch, W. & Pacltová, B. (1969):** In: **Krutzsch, W (1969).**
- Krutzsch, W. & Pacltová, B. (1990):** Die Phytoplankton-Mikroflora aus den pliozänen Süßwasserablagerungen des Cheb-Beckens (Westböhmen, CSFR). – Acta Univ. Carol. Geol., 4: 345 – 420; Prag.
- Krutzsch, W., Pchalek, J. & Spiegler, D. (1960):** Tieferes Paläozän (?Montien) in Westbrandenburg. – Proceed. XXI. IGC, T. VI: 135 – 143; Kopenhagen.
- Krutzsch, W. & Vanhoorne, R. (1977):** Die Pollenflora von Epinois und Loksbergen in Belgien. - Palaeontographica, Abt. B, 163: 1 -110; Stuttgart.
- Lentin, J. K. & Vozzhennikova, T. F. (1989):** The fossil dinoflagellate cysts *Kisselovia* emend. and *Charlesdowniea* gen. nov. - Rev. Palaeobot. Palynol., 58: 215 - 229; Amsterdam.
- Lentin, J. K. & Williams, G. L. (1976):** A monograph of fossil peridinioid dinoflagellate cysts. – Bedford Inst. of Oceanogr., Rep. Ser. BI-R-75-16: 1 –237; Bedford.
- Lentin, J. K. & Williams, G. L. (1977):** Fossil dinoflagellates: index to genera and species. 1977 edition. – Bedford Inst. of Oceanogr., Rep. Ser. BI-R-77-8: 1 –209; Bedford.
- Lentin, J. K. & Williams, G. L. (1993):** Fossil dinoflagellates: index to genera and species. 1993 edition. – Am. Assoc. Strat. Palyn., Contrib. Ser., 28: 856 S.; Dallas.
- Lenz, O. (1994):** Palynologische Untersuchungen im Flöz Wulfersdorf der Helmstedter Oberflözgruppe (Mittleres Eozän, Tagebau Helmstedt). - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 114 S.; Göttingen.
- Lietzow, A., Paul, J., Ritzkowski, S & Schmidt, B. (1990):** Marine Ingressionen in der eozänen Halle-Helmstedter Bucht als Anzeiger für Meeresspiegelschwankungen. – Nachr. Deut. Geol. Gesell., 43: 138 – 139; Hannover.
- Lietzow, A. (1991):** Das Paläogen des Tagebaus Schöningen, Baufeld Esbeck bei Helmstedt (östliches Niedersachsen). - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 104 S.; Göttingen.
- Lindemann, E (1928):** Abteilung Peridineae (Dinoflagellatae). In: **Engler, A. & Prantl, K. [Hrsg.]:** Die Natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten insbesondere den Mutterpflanzen, 2: 3 – 104; Leipzig.
- Lister, T. R. (1970):** A monograph of the acritarchs and chitinozoa from the Wenlock and Ludlow Series of the Ludlow and the Millichope areas, Shropshire. – Palaeontogr. Soc. (Monogr.), 1: 1 – 100; London.
- Look, E. R. (1984):** Geologie und Bergbau im Braunschweiger Land. – Ber. naturhist. Gesell. Hannover, 127: 1-467; Hannover.

- Mai, H. D. (1961):** Über eine fossile Tiliaceen-Blüte und tilioiden Pollen aus dem deutschen Tertiär. – Beih. Z. Geologie, **32**: 54 – 93; Berlin.
- Mai, H. D. (1976):** Fossile Früchte und Samen aus dem Mitteleozän des Geiseltales. – Abh. zentr. geol. Inst., **26**: 93 – 149; Berlin.
- Mai, H. D. (1981):** Entwicklung und klimatische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. – Flora, **171**: 525 – 582; Jena.
- Mai, H. D. (1995):** Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. – 691 S.; Fischer; Jena, Stuttgart.
- Mamczar, J. (1960):** Standard Section of the Middle Miozän for Central Poland. – Inst. Geol. Biul., **157**: 138 – 222; Warschau.
- Manger, G. (1952):** Der Zusammenhang von Salztektonek und Braunkohlenbildung bei der Entstehung der Helmstedter Braunkohlenlagerstätten. – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **21**: 7 – 45; Hamburg.
- Mantell, G. A. (1850):** A pictorial atlas of fossil remains, consisting of coloured illustrations selected from Parkinson's Organic remains of a Former World' and Artist's Antediluvian Phytology. – 208 S.; Henry G. Bohn, London.
- McMinn, A. (1992):** Pliocene through Holocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Gippsland Basin, Australia. In: **Head, M. J. & Wrenn, J. H. [Hrsg.]** : Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs. – Am. Assoc. Strat. Palyn. Found.: 147 – 161; Dallas.
- Meyer, B. L. (1952):** Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlenbildungen im östlichen Bayern. – Diss. Univ. München, 75 S.; München.
- Meyer, B. L. (1956):** Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. – Geol. Bavarica, **25**: 100 – 128; München.
- Meyer, K. J. (1988):** Pollen and Spores (Compilation). – In: **Vinken, R. [Hrsg.]** : The Northwest European Tertiary Basin. – Geol. Jb., A, **100**: 288 – 320; Hannover.
- Minnigerode, C. & Klein-Reesink, J. (1984):** Das Dörentruper Braunkohleflöz als Zeuge eines fossilen Moores. Petrographische und palynologische Untersuchungen zur Flözgenese. – Geol. Paläont. Westf., **2**: 1 – 68; Münster.
- Moestrup, O. & Thronsdén, J (1988):** Light and electron microscopical studies on *Pseudoscourfieldia marina*, a primitive scaly green flagellata (Prasinophyceae) with posterior flagella. – Can. Jour. Bot., **66**: 1415 – 1434; Ottawa.
- Mohr, B. A. R. (1984):** Die Mikroflora der obermiozänen bis unterpliozänen Deckschichten der rheinischen Braunkohle. – Palaeontographica, Abt. B, **191**: S. 29 – 133; Stuttgart.
- Moore, P. D., Webb, J. A. & Collinson, M. E. (1991):** Pollen Analysis. – Second Edition; Blackwell, Oxford.
- Morgenroth, P. (1966):** Mikrofossilien und Konkretionen des nordwesteuropäischen Untereozäns. – Palaeontographica, Abt. B, **119**: 1 – 53; Stuttgart.
- Morgenroth, P. (1968):** Zur Kenntnis der Dinoflagellaten und Hystrichosphaeridien des Danien. – Geol. Jb., **86**: 533 – 578; Hannover.
- Mosbrugger, V (1995):** Few Methods and Approaches in Tertiary Palaeoenvironmental Research. – Abh. Staatl. Mus. f. Min. u. Geol. Dresden, **41**: 41 – 52; Dresden.
- Mosbrugger, V. & Schilling, H.-D. (1992):** Terrestrial palaeoclimatology in the Tertiary: a methodological critique. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **99**: 17 – 29; Amsterdam.
- Muller, J. (1968):** Palynology of the Pedawan and Plateau Sandstone Formations (Cretaceous – Eocene) in Sarawak, Malaysia. – Micropalaeontology, **14**: 1 – 37; New York.

- Muller, J. & Caratini, C. (1977):** Pollen of *Rhizophora* as a guide fossil. – Pollen et Spores, **19**: 361 – 389; Paris.
- Mürriger, F. & Pflanzl, G. (1955):** Pollenanalytische Datierungen einiger hessischer Braunkohlen. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **83**: 71 – 89; Wiesbaden.
- Mürriger, F. & Pflug, H. (1951):** Über die Altersstellung der Braunkohle von Burghasungen, Bezirk Kassel, auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen und Vergleiche mit anderen Braunkohlenvorkommen. – Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch., (VI), **2**: 87 – 97; Wiesbaden.
- Nagy, E. (1963):** Spores et pollens nouveaux d'une coupe de la briqueterie d'Eger (Hongrie). – Pollen et Spores, **19** (3): 361 – 389; Paris.
- Nagy, E. (1969):** Palynological investigations of the Miocene in the Mecsek Mountains. – Magy. all. földt. Intéz. Evk., **52**: 235 – 649; Budapest.
- Nakoman, E. (1965):** Description d'un nouveau genre de forme: *Corsinipollenites*. – Ann. Soc. géol. Nord., **85**: 155 – 158; Lille.
- Natge-Efoqe, C. (1997):** Palynologische Untersuchungen am Unteren Zwischenmittel im Tagebau Alversdorf, Mitteleozän, Helmstedter Oberflözgruppe. - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 182 S; Göttingen.
- Naumova, S. N. (1937):** Spores and pollen from the USSR – Tr. Sessii meshdunar geol., **17** (1): 353 - 364; Moskau. [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. Rheinld. u. Westf., **2**: 503 - 525; Krefeld.
- Nickel, B. (1996a):** Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronner Schichten im nördlichen Oberrheingraben. - Palaeontographica, Abt. B, **240**: 1 -151; Stuttgart.
- Nickel, B. (1996b):** Die mitteleozäne Mikroflora von Eckfeld bei Manderscheid/Eifel. – Mainzer Naturw. Archiv, Beiheft **18**: 121 S., Mainz.
- Nichols, D. J. (1973):** North American and European species of *Momipites* („*Engelhardtia*“) and related Genera. – Geoscience and Man, **7**: 103 – 117; Baton Rouge.
- Nichols, M. M. & Biggs, R. B. (1985):** Estuaries. – In: **Davis, R. A. [Hrsg.]:** Coastal Sedimentary Environments: 77 – 186, 2<sup>nd</sup> edition, Springer Verlag, New York.
- Oehlschlegel, H. G. (1964):** Geochemische Untersuchungen an nordwestdeutschen und nordhessischen tertiären Braunkohlen. - N. Jb. Min. Abh., **101**: 67 – 96; Stuttgart.
- Pant, D. D. (1954):** Suggestions for the Classification and Nomenclature of fossil Spores and Pollen Grains. – Bot. Rev., **20** (1): 33 – 60; Bronx NY.
- Pactová, B. (1960):** Plant Microfossils (mainly Sporomorphae) from the Lignite Deposits near Mydlovary in the České Budejovice Basin (South Bohemia). – Sbornik UUG, Reihe Paläont., **25** (1958): 109 – 176; Prag.
- Pfefferkorn, H. W., Fuchs, K., Hecht, C., Hofmann, C., Rabold, J. M. & Wagner, T. (1988):** Recent geology and taphonomy of the Orinoco Delta. Overview and field observations. – Heidelberg. Geowiss. Abh., **20**: 21-56; Heidelberg.
- Pflanzl, G. (1955):** In: **Mürriger, F. & Pflanzl, G. (1955).**
- Pflanzl, G. (1956):** Das Alter der Braunkohlen des Meißners, der Flöze 2 und 3 des Hirschberger und eines benachbarten Kohlenlagers bei Laudenbach. – Not.-Bl. hessisch. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 232 – 244; Wiesbaden.
- Pflug, H. (1952):** Palynologie und Stratigraphie der Braunkohlen von Helmstedt. – Paläont. Zeitschr., **26**: 112 – 137; Stuttgart.

**Pflug, H. (1953a):** In: Thomson & Pflug (1953).

**Pflug, H. (1953b):** Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. - Palaeontographica, Abt. B, **95**: 60 - 171; Stuttgart.

**Pflug, H. (1986):** Palyno-Stratigraphie des Eozän/Oligozän im Raum von Helmstedt, in Nordhessen und im südlichen Anschlußbereich. – In: **Tobien, H. [Hrsg.]**: Nordwestdeutschland im Tertiär. – Beitr. z. Reg. Geol. Erde, **18**: 576 – 582; Berlin, Stuttgart.

**Phleger, F. B. (1969):** Some general features of coastal lagoons. – In: **Castanares, A. A. & Phleger, F. B. [Hrsg.]**: Coastal lagoons, A symposium. – Univ. Nacion. Autono. de Mexico: 5 – 25; Mexiko.

**Pielou, E. C. (1984):** The interpretation of ecological data. – 263 S.; Wiley, New York.

**Potonié, H. (1893):** Die Flora des Rotliegenden von Thüringen. – Abh. Geol. Landesanst. N. F., **9**; Berlin.

**Potonié, R. (1931a):** Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Blütenstaubformen. – Braunkohle, **30** (16): 325 – 333; Halle.

**Potonié, R. (1931b):** Pollenformen der miocänen Braunkohle (2. Mitteilung). – Sitz.-Ber. Ges. naturforsch. Freunde Berlin, **1-3**: 24 – 29; Berlin.

**Potonié, R. (1931c):** Pollenformen aus tertiären Braunkohlen. – Jb. Preuß. Geol. L.-Amt, **52**: 1 – 7; Berlin.

**Potonié, R. (1931d):** Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Sporen- und Blütenstaubformen. (4. Mitteilung). – Braunkohle, **30** (27): 554 – 556; Halle.

**Potonié, R. (1934):** Zur Mikrobotanik des eozänen Humodils des Geiseltales – Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Brennst. Preuß. Geol. L.-A., **4**: 25 – 125; Berlin.

**Potonié, R. (1951):** Revision stratigraphisch wichtiger Sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. – Palaeontographica, Abt. B, **91** (5/6): 131 – 151; Stuttgart.

**Potonié, R. (1956):** Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I. Teil: *Sporites*. – Beih. Geol. Jb., **23**: 1 – 103; Hannover.

**Potonié, R. (1960):** Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. III. Teil: Nachträge *Sporites*, Fortsetzung *Pollenites*. – Beih. Geol. Jb., **39**: 1 – 189; Hannover.

**Potonié, R. (1970):** Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. V. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). – Beih. Geol. Jb., **87**: 1 – 222; Hannover.

**Potonié, R. & Gelletich, J. (1933):** Über die Pteridophytensporen einer eozänen Braunkohle aus Dorog, Ungarn. – Sitz.-Ber. Ges. naturforsch. Freunde, **33**: 517 – 528; Berlin.

**Potonié, R. & Kremp, G. (1954):** Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. – Geol. Jb., **69**: 111 – 194; Hannover.

**Potonié, R., Thomson, P. & Thiergart, F. (1950):** Zur Nomenklatur und Klassifikation der neogenen Sporomorphae (Pollen und Sporen). – Geol. Jb., **65**: 35 – 70; Hannover.

**Potonié, R. & Venitz, H. (1934):** Zur Mikrobotanik des miozänen Humodils der niederrheinischen Bucht. – Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Brennst. Preuß. Geol. L.-A., **5**: 5 – 58; Berlin.

**Potter, W. F. (1976):** Investigations of Angiosperms from the Eocene of Southeastern North America: Pollen Assamblages from Miller Pit, Henry County, Tennessee. – Palaeontographica, Abt. B, **157**: 44 – 96; Stuttgart.

**Powell, A. J. (1992):** Dinoflagellate cysts of the Tertiary system. In: **Powell, A. J. [Hrsg.]**: A stratigraphic index of dinoflagellate cysts: 155 – 252; Chapman & Hall, London.

- Pritchard, D. W. (1967):** What is an estuary? Physical viewpoint. In: **Lauff, G. H. [Hrsg.]:** Estuaries. – Am. Assoc. for the Adv. of Sci., **83**: 3 – 5.
- Pross, J. (1998):** Aquatische Palynomorphe im Rupel des Mainzer Beckens (Oligozän, Südwestdeutschland): Paläoökologie, Biostratigraphie und Taxonomie. – Tübinger Mikropaläont. Abh., **15**: 1 – 208; Tübingen.
- Quitow, H. W. (1948):** Über die Altersbeziehungen zwischen der älteren Braunkohlenformation Mitteldeutschlands und dem marinen Eozän Norddeutschlands. – Abh. Preuß. Geol. Landesanst., **214**: 19 – 27; Berlin.
- Raatz, G. V. (1937):** Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchung der Braunkohle des Muskauer Bogens. – Abh. Preuß. Geol. L-Amt, N. F., **183**: 3 – 48; Berlin.
- Reinson, G. E. (1992):** Transgressive Barrier Island and Estuarine Systems.- In: **Walker, R. G. & James, N. P. [Hrsg.]:** Facies Models: Response to sea level change. – Geological Assoc. of Canada: 179 – 194; Toronto.
- Riegel, W. (1965):** Palynology of Environments of Peat Formation in Southwestern Florida. - Diss. Pennsylvania State Univ., 189 S.; State Park.
- Riegel, W., Bode, Th., Hammer, J., Hammer-Schiemann, G., Lenz, O. & Wilde, V. (1999):** The Paleoecology of the Lower and Middle Eocene at Helmstedt, Northern Germany – A study in Contrasts. – Acta Palaeontol. Pol.; Warschau [im Druck] - (im Text zitiert als Riegel et al. 1999a).
- Riegel, W., Blickwede, H., Bullwinkel, V., Lenz, O. & Wilde, V. (1999):** Eine Blätterkohle aus dem Mitteleozän von Helmstedt (Tagebau Helmstedt, Bezirk Braunschweig). – Courier Forsch.-Inst. Senckenberg [in Vorbereitung]; Frankfurt/Main - (im Text zitiert als Riegel et al. 1999b).
- Roche, E. (1965):** Sporomorphes paléocènes des lignites du sondage de Loksbergen. – Bull. Soc. Belge Géol., Paléont., Hydrol. **73** (3): 423- 444; Brüssel.
- Roche, E. (1969):** Étude palynologique de sédiments du Montien continental et du Landénien supérieur en Hainaut. – Bull. Soc. Belge Géol., Paléont., Hydrol. **78** (2): 131 – 146; Brüssel.
- Roche, E. (1982):** Etude palynologique (pollen et spores) de l'Eocène de Belgique. – Serv. Geol. Belg. – Prof. Pap. 1982/7, **193**: 1- 60; Brüssel.
- Rock, N. M. S. (1988):** Numerical Geology. – Lecture notes in earth sciences, **18**: 427 S.; Springer, New York.
- Ross, N. E. (1949):** On a cretaceous pollen and spore bearing clay deposit of Scania. A preliminary report. – Bull. Geol. Inst. Uppsala, **34**: 25 – 43; Uppsala.
- Römer, F. A. (1863):** Entdeckung eocäner Schichten bei Helmstedt. – N. Jb. Min., **26**: 451 – 452; Stuttgart.
- Sarjeant, W. A. S. (1967):** Observations on the acritarch genus *Micrhystridium* (Deflandre). – Rev. de micropaleontol., **9** (4): 201 – 208; Paris
- Sarjeant, W. A. S. (1970):** The genus *Spiniferites* MANTELL, 1850 (Dinophyceae). – Grana, **10**: 74 – 78; Stockholm.
- Sarjeant, W. A. S. (1981):** A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel Collections: II. The Eocene holotypes of BARBARA KLUMPP (1953), with a revision of the genus *Cordosphaeridium* EISENACK 1963. – Meyniana, **33**: 97 – 132; Kiel.
- Schiemann, G. (1994):** Palynologische Untersuchungen am Unterflöz der Helmstedter Oberflözgruppe (Mittleres Eozän) im Tagebau Alversdorf. – Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 74 S.; Göttingen.
- Schiller, J. (1925):** Über die Besiedlung europäischer Meere mit Cryptomonaden und über einen Flagellaten peridineenähnlicher Organisation (*Entomosigma peridinoides*). – Österr. Bot. Zeitschr., **74** (7 – 9): 194. 198; Wien.
- Schmidt, B. (1990):** Geologie der Helmstedter Tertiärsenke und des Lappwaldes südlich und östlich von Helmstedt/Niedersachsen. Teil 2: Faziesanalyse der mitteleozänen Sande im Tagebau Helmstedt der BKB. - Unveröffentl. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, 94 S.; Göttingen.

- Schmierer, T. (1910):** Die gebirgsbildenden Vorgänge zwischen Flechtlinger Höhenzug und Helmstedter Braunkohlenmulde. – Dritter Jahresbericht des Niedersächsischen geologischen Vereins: 217 – 225; Hannover.
- Schmierer, T. (1914):** Erläuterungen zur geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt 3732 Helmstedt. – Kgl. geol. L.-Anst., 113 S.; Berlin.
- Schrank, E. (1994):** Palynology of the Yesomma Formation in Northern Somalia: A study of pollen, spores and associated phytoplankton from the late cretaceous palmae province. – *Palaeontographica*, Abt. B, **231**: 63 – 112; Stuttgart.
- Schröder, H. (1916):** Eozäne Säugetierreste aus Nord- und Mitteldeutschland. – Jb. preuß. geol. L.-Anst., **37**: 64 – 185; Berlin.
- Seifert A. & Rascher, J. (1979):** Beitrag zur makropetrographischen Klassifikation von Weichbraunkohlen. Teil 1: Grundlagen zur Aufstellung einer internationalen makropetrographischen Klassifikation für Weichbraunkohlen. – *Z. angew. Geol.*, **25**: 458 – 465; Berlin.
- Seward, A. C. (1914):** Antarctic fossil plants. – *Natur. Hist. Rep. Brit. Antarct. Exped. 1910*, *Geol.*, **1** (1): 1 – 49; London.
- Simonsics, P. (1969):** Sporen-, Pollen-, und Moortypen aus dem miozänen Braunkohlengebiet von Nógrád 1. – *Acta Biol.*, **15**: 37 – 49; Szeged.
- Stancliffe, R. P. W. & Sarjeant, W. A. S. (1990):** The complex chorate dinoflagellate cysts of the Bathonian to Oxfordian (Jurassic): their taxonomy and stratigraphic significance. – *Micropalaeont.*, **36** (3): 197 – 228; New York.
- Staplin, F. L. (1961):** Reef-controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta. – *Palaeontology*, **4** (3): 392 – 424; London.
- Steenis, C. G. G. J. van (1962):** The land-bridge Theory in botany. – *Blumea*, **11** (2): 237 – 372; Leiden.
- Stover, L. E. & Evitt, W. R. (1978):** Analyses of Pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates. – *Stanford Univers. Publ., Geol. Sci.*, **15**: 1 – 300; Stanford.
- Strombeck, A. von (1864):** Die neuerdings bei Helmstedt aufgefundenen Schichten sind oligozän! – *N. Jb. Min. Geol. Paläont.*, **27**: 202 – 206; Stuttgart.
- Taylor, F. J. R. (1980):** On dinoflagellate evolution. – *BioSystems*, **13**: 65 – 108; Amsterdam.
- Teichmüller, M. (1958):** Rekonstruktionen verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederreihnischen Braunkohle. – *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **2**: 599 – 612; Krefeld.
- Teichmüller, M. & Thomson, P. W. (1958):** Vergleichende mikroskopische und chemische Untersuchungen der wichtigsten Fazies-Typen im Hauptflöz der niederrheinischen Braunkohle. – *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* **2**: 573 – 598; Krefeld.
- Thiele-Pfeiffer, H. (1980):** Die miozäne Mikroflora aus dem Braunkohlentagebau Oder bei Wackersdorf/Oberpfalz. – *Palaeontographica*, Abt. B, **174**: 95 – 224; Stuttgart.
- Thiele-Pfeiffer, H. (1988):** Die Mikroflora aus dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel bei Darmstadt. – *Palaeontographica*, Abt. B, **211**: 1 – 86; Stuttgart.
- Thiergart, F. (1937):** Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle, besonders im Profil der Grube Marga bei Senftenberg. – *Jb. Preuß. Geol. L. A.*, **58**: 282 – 351; Berlin.
- Thiergart, F. (1940):** Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung. – *Schr. Brennstoff-Geologie*, **13**: 50 S.; Stuttgart.
- Thomson, P. W. & Pflug, H. (1953):** Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. – *Palaeontographica*, Abt. B, **94**: 1 – 138; Stuttgart.

- Traverse, A. (1955):** Occurrence of the oil-forming alga *Botryococcus* in lignites and other Tertiary sediments. – *Micropaleontology*, **1**: 343 – 349; New York.
- Tucker, M. E. (1973):** The sedimentary of tropical african estuaries: Feetown, Sierra Leone. – *Geologie en Mijnbouw*, **52**: 203 – 215; Leiden.
- Valensi, L (1948):** Sur quelques microorganismes planctoniques des silex du Jurassique moyen du Poitou et de Normandie. – *Bull. Soc. géol. France*, 5<sup>e</sup> sér., **18**: 537 – 550; Paris.
- Vetter, H. (1932):** Die Bedeutung der Schollentektonik Mitteleuropas für die Entstehung der eozänen Braunkohlenformation. – *Jb. d. Halleschen Verb.*, **11**: 5 – 120; Halle.
- Vinken, R., [Hrsg.] (1988):** The Northwest European Tertiary Basin. – *Geol. Jb, A*, **100**: 7 – 508; Hannover.
- Vozzhennikova, T. F. (1961):** Zum Problem der Systematik fossiler Peridineen. – *Dokl. Akad. Nauk USSR*, **139**: 1461 – 1462; Moskau, Leningrad [russisch].
- Walter, H (1973):** Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Band I: Die tropischen und subtropischen Zonen. - 3. Auflage: 743 S; Fischer, Stuttgart.
- Ward, J. H. (1963):** Hierarchical grouping to optimize an objective function. – *J. Am. statist. Ass.*, **58**: 236 – 244; Alexandria.
- Warme, J. E. (1971):** Palaeoecological aspects of a modern coastal lagoon. – *Univ. California Publ. Geol. Sci.* **87**: 1- 131, London.
- Weichsel, H. (1848):** Kurze Beschreibung der Haupt-Ablagerung des Helmstedter Braunkohlen Gebirges, sowie der darunter befindlichen älteren und sie bedeckenden jüngeren Gebirgsbildungen. – *Braunschweigisches Magazin*, **61**: 121 – 126; Braunschweig.
- Westgate, J. W. & Gee, C. T. (1990):** Paleocology of a middle Eocene mangrove biota (vertebrates, plants and invertebrates) from southwest Texas. – *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **78**: 163 –177; Amsterdam.
- Wetzel, O. (1933):** Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreidefeuersteins, mit einem sedimentpetrographischen und stratigraphischen Anhang. – *Palaeontographica*, Abt. A, **77**: 147 – 188 und **78**: 1 - 110; Stuttgart.
- Wilde, V. (1989):** Untersuchungen zur Systematik der Balttreste aus dem Mitteleozän der Grube Messel bei Darmstadt (Hessen, Bundesrepublik Deutschland). – *Courier Forsch.-Inst. Senckenberg*, **115**: 1 – 153; Frankfurt/Main.
- Willard, D. A., Weimer, L. M. & Riegel, W: L. (im Druck):** Pollen Assemblages as Paleoenvironmental Proxies in the Florida Everglades:
- Williams, G. L. & Downie, C. (1966):** In: *Davey, R. J., Downie, C., Sarjeant, W. A. S. & Williams, G. L. (1966).*
- Williams, G. L., Lentin, J. K. & Fensome, R. A. (1998):** The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates. 1998 edition. – *Am. Assoc. Strat. Palyn., Contrib. Ser.*, **34**; Dallas.
- Williams, G. L., Stover, L. E. & Kidson, E. J. (1993):** Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic-Cenozoic dinoflagellate taxa in the northern hemisphere. – *Geol. Surv. Can. Pap.* **92-10**: 137 S.; Ottawa.
- Winkler, E. (1985):** Faziesanalytische Untersuchungen zur Genese der Flözbänderung in den eozänen Weichbraunkohlen (Braunschweiger Revier). – *Dissert., Fakultät für Bergbau u. Hüttenwesen der Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen*: 209 S.; Aachen.
- Wintgen, C. (1991):** Sedimentologische Untersuchungen am untersten Zwischenmittel der Helmstedter Oberflöz-Gruppe im Tagebau Alversdorf. - *Unveröffentl. Dipl.-Arb.*, Univ. Göttingen, 101 S.; Göttingen.

**Wintgen, C. (1997):** Palynologische Untersuchungen im Oberkarbon des tieferen Untergrundes von Nordwestdeutschland. – Unveröffentl. Dissert., Univ. Göttingen, 199 S.; Göttingen.

**Wolff, H. (1934):** Mikrofossilien des pliozänen Humodils der Grube Freigericht bei Dettingen a. M. und Vergleich mit älteren Schichten des Tertiärs sowie posttertiären Ablagerungen. – Arb. Inst. Paläobot. u. Petrogr. Brennst. 5: 55 – 88; Berlin.

**Wodehouse, R. P. (1933):** Tertiary Pollen II. The Oil Shales of the Eocene Green River Formation. – Bull. Torrey Bot. Club, **60**: 479 – 524; Wisconsin.

**Ziegler, P. A. (1990):** Geological atlas of western and central Europe. – Shell Internationale Petroleum Maatschappij B. V.: 239 S.; Den Haag.

**Ziembinska-Tworzydło, M. (1974):** Palynological Characteristics of the Neogen of Western Poland. – Acta Palaeontol. Pol., **19** (3): 309 – 342; Warschau.

Im systematischen Teil erwähnt, aber hier nicht näher aufgeführt: **Reinsch (1881), Bennie & Kidston (1886), Haeckel (1894).**



**Anhang A**  
**Profile**

<b>A-1</b>	<b>Übersichtskarte Tagebau Helmstedt</b>
<b>A-2</b>	<b>Legende zu den Profilen</b>
<b>A-3</b>	<b>Profil A (Liegendschichten)</b>
<b>A-4</b>	<b>Profil B (Liegendschichten)</b>
<b>A-5</b>	<b>Profil C (Flöz 6)</b>
<b>A-6</b>	<b>Profil D (Flöz 6)</b>
<b>A-7</b>	<b>Profil E (Flöz 6)</b>
<b>A-8</b>	<b>Profil F (Zwischenmittel 5/6)</b>
<b>A-9</b>	<b>Profil G (Zwischenmittel 5/6)</b>
<b>A-10</b>	<b>Profil H (Flöz 5)</b>
<b>A-11</b>	<b>Profil I (Flöz 5)</b>
<b>A-12</b>	<b>Profil J (Zwischenmittel 4/5)</b>
<b>A-13</b>	<b>Profil K (Zwischenmittel 4/5)</b>
<b>A-14</b>	<b>Profil L (Zwischenmittel 4/5)</b>

# Profilübersichtskarte Tagebau Helmstedt

Vereinfacht nach Betriebskarte der BKB (Maßstab 1:5000)

B 245



57  
8650

57  
8600

44  
3250

44  
3300

Maßstab 1:5000

## Legende

### Abbaustände:

- Juli 1992 (Band 204)
- Januar 1992 (Band 203)
- April 1995 (Band 203)
- Oktober 1995 (Band 203)
- April 1996 (Band 203)
- Oktober 1996 (Band 203)
- April 1997 (Band 203)

- Zwischenmittel Flöz 4/Flöz 5
- Flöz 5
- Zwischenmittel Flöz 5/Flöz 6
- Flöz 6
- Liegendes unter Flöz 6

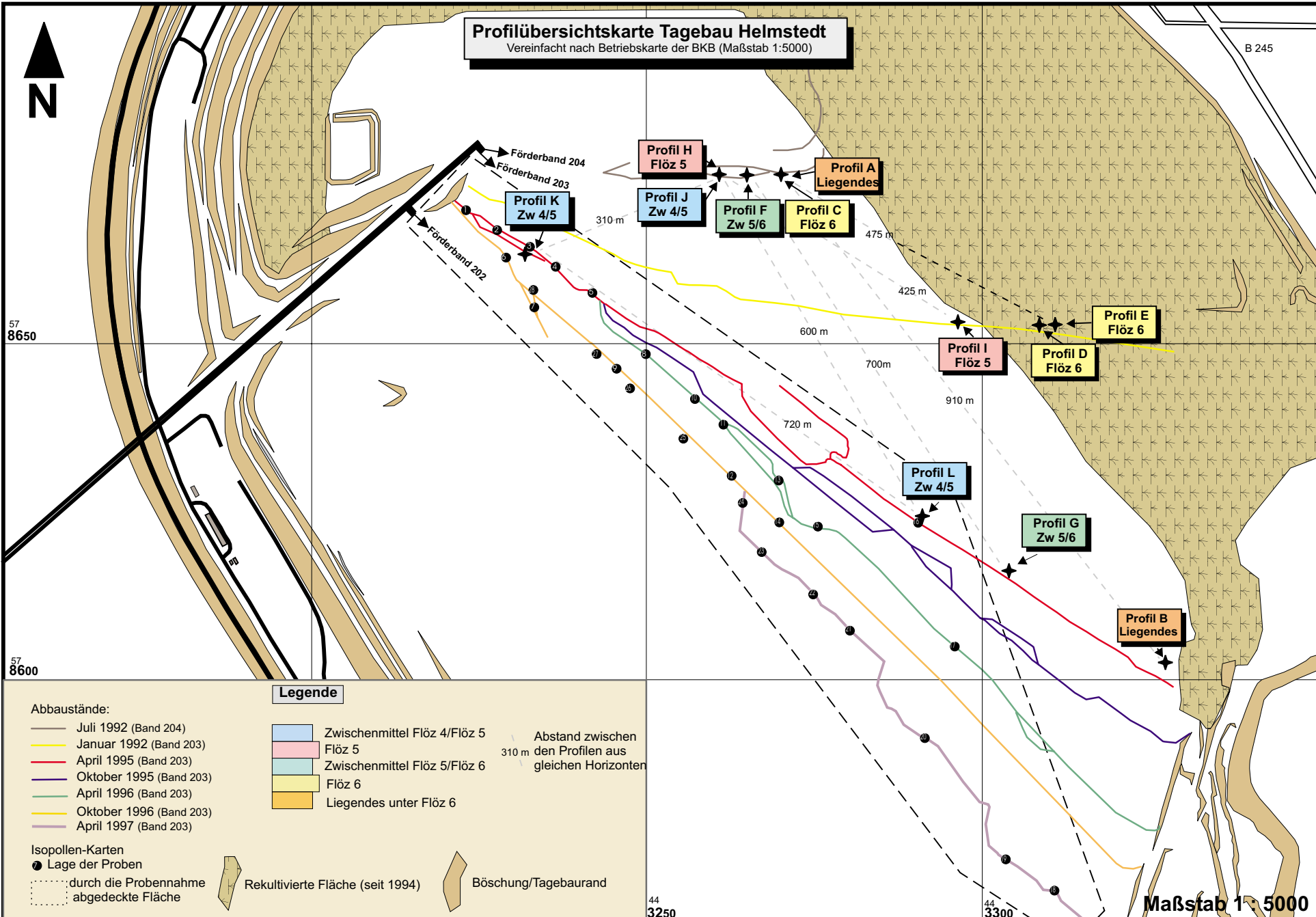
Abstand zwischen den Profilen aus gleichen Horizonten

### Isopollen-Karten

- Lage der Proben
- ⋯ durch die Probenahme abgedeckte Fläche

Rekultivierte Fläche (seit 1994)

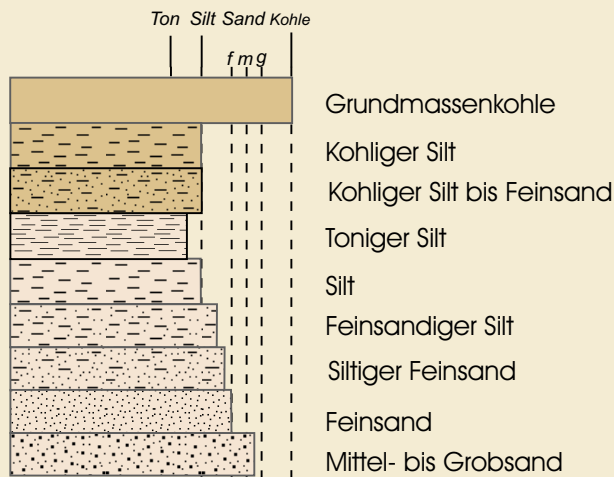
Böschung/Tagebaurand



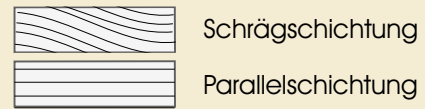
## Legende zu den Profilen A - L

### Zwischenmittel/Liegend-Schichten

#### Lithologie

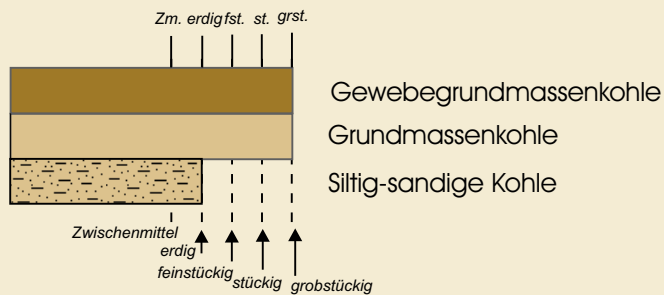


#### Schichtungsarten

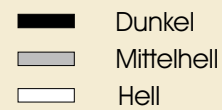


### Kohleflöze

#### Lithologie

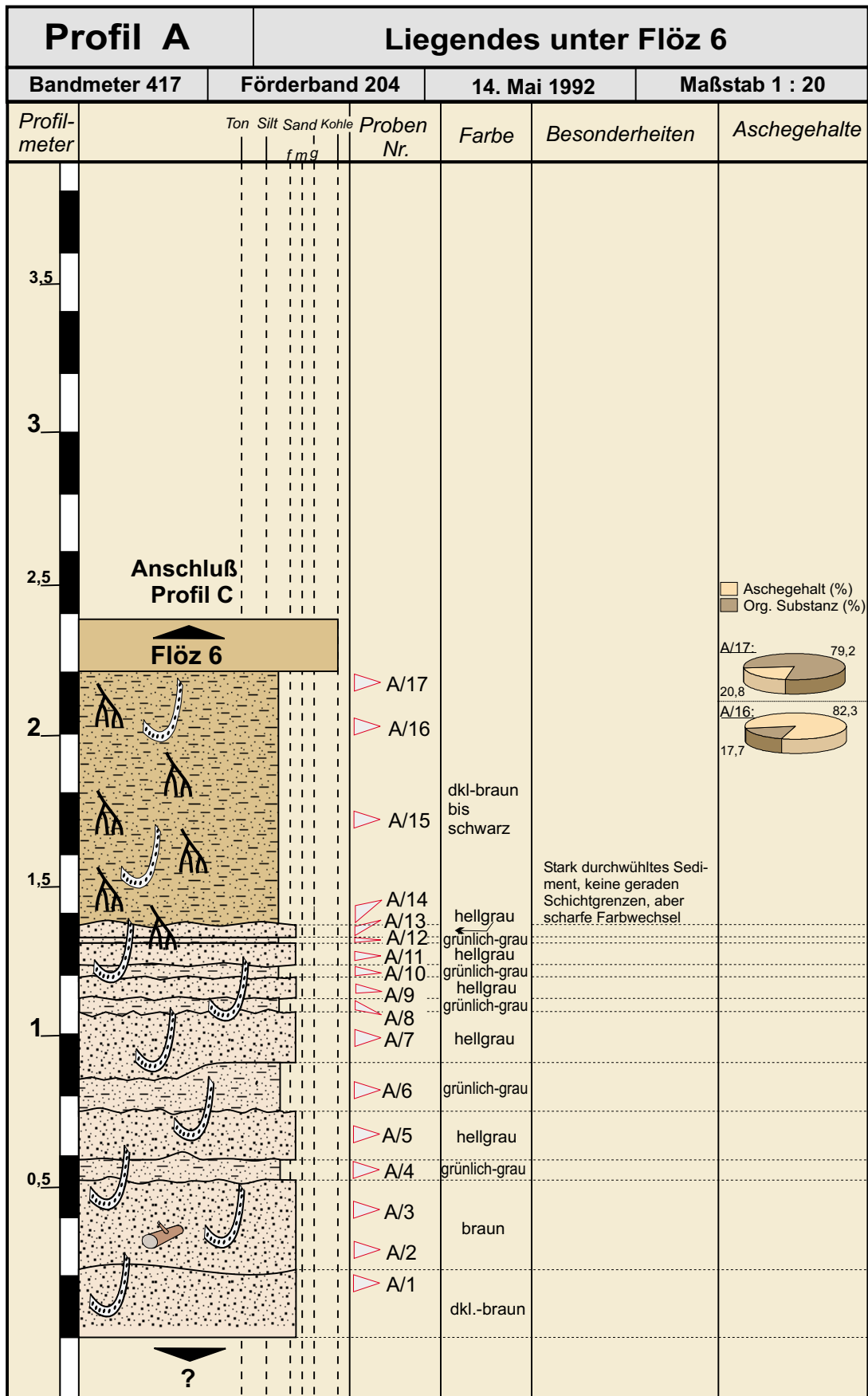


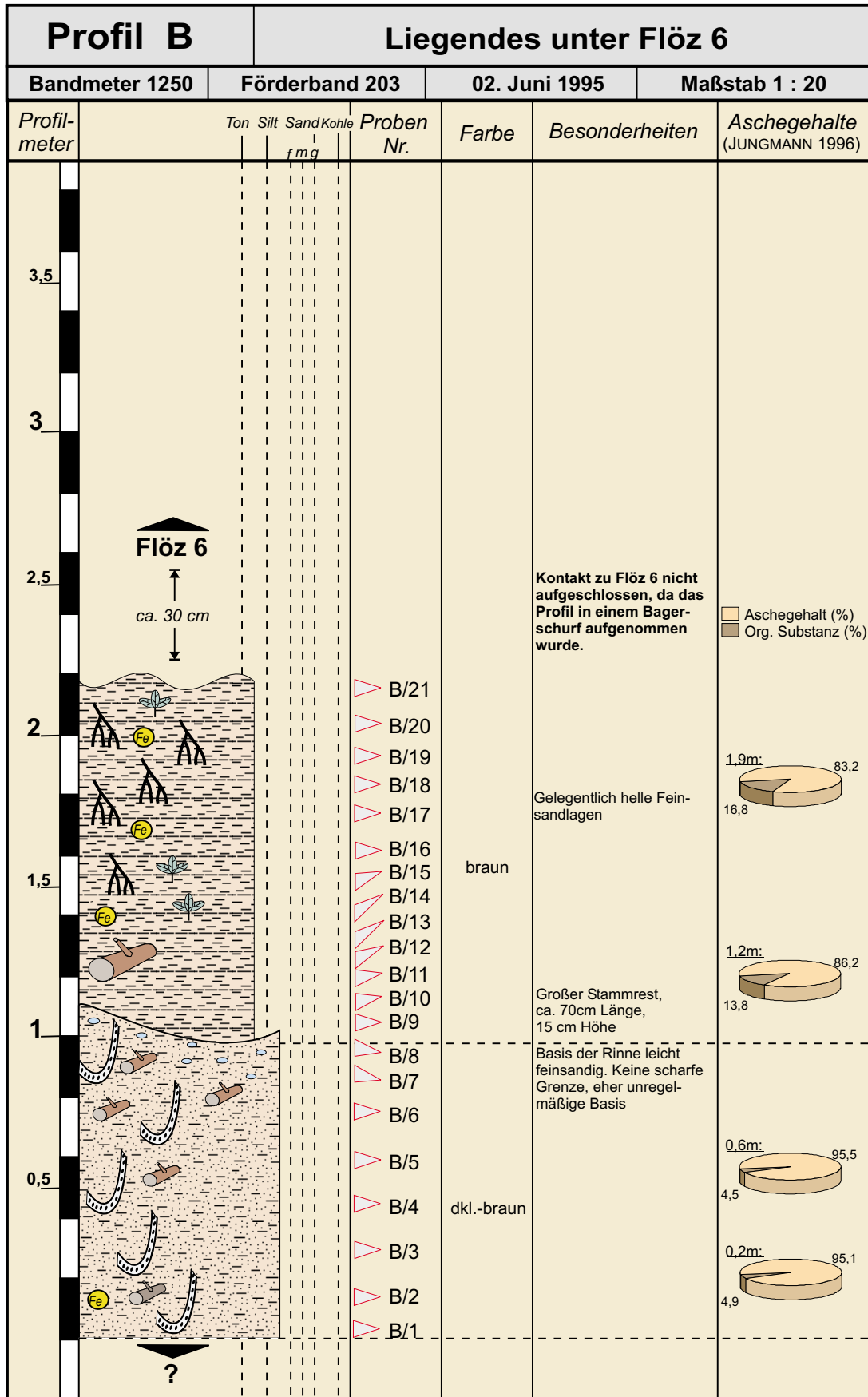
#### Farbe

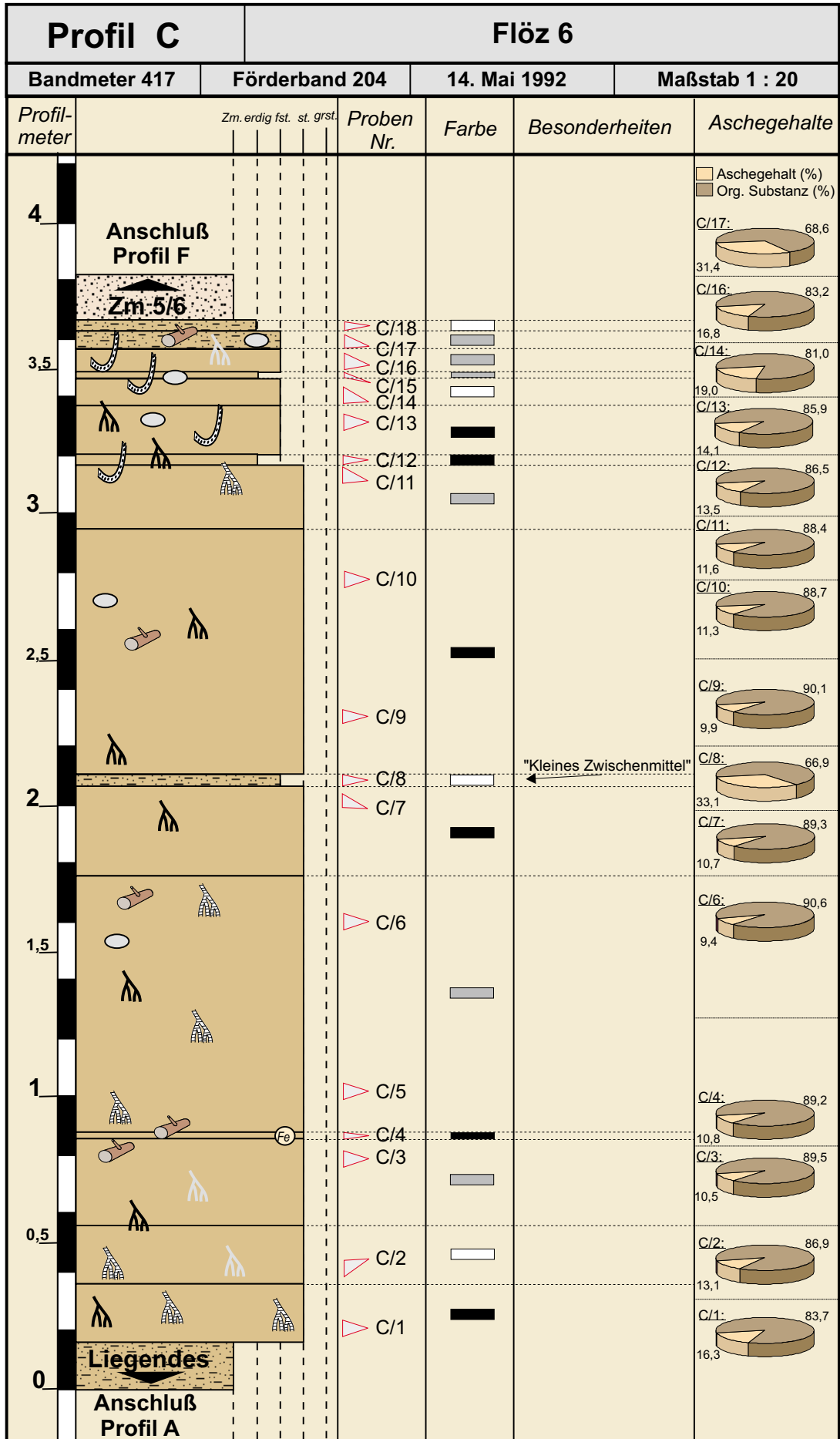


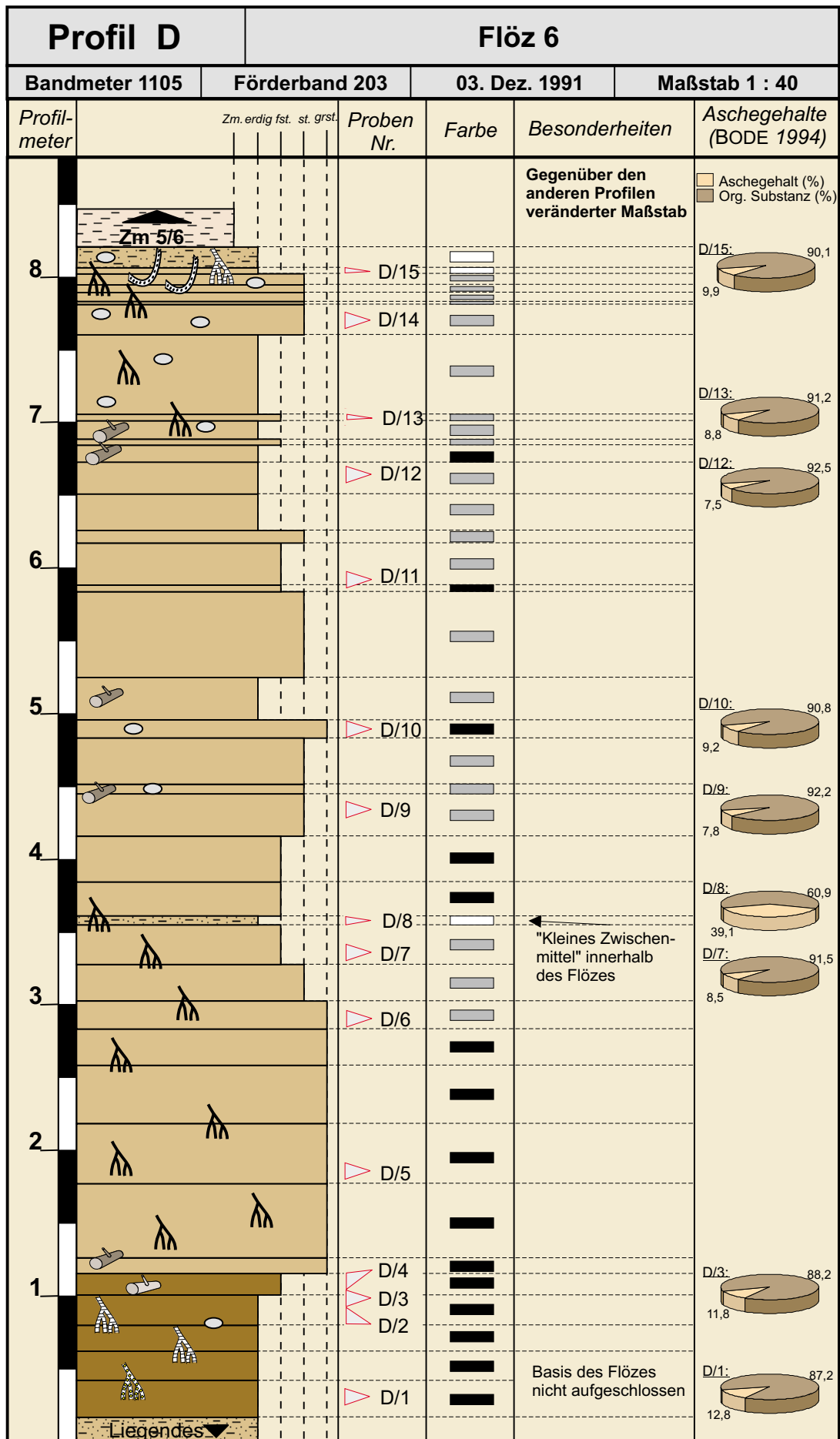
### Organische und mineralische Bestandteile

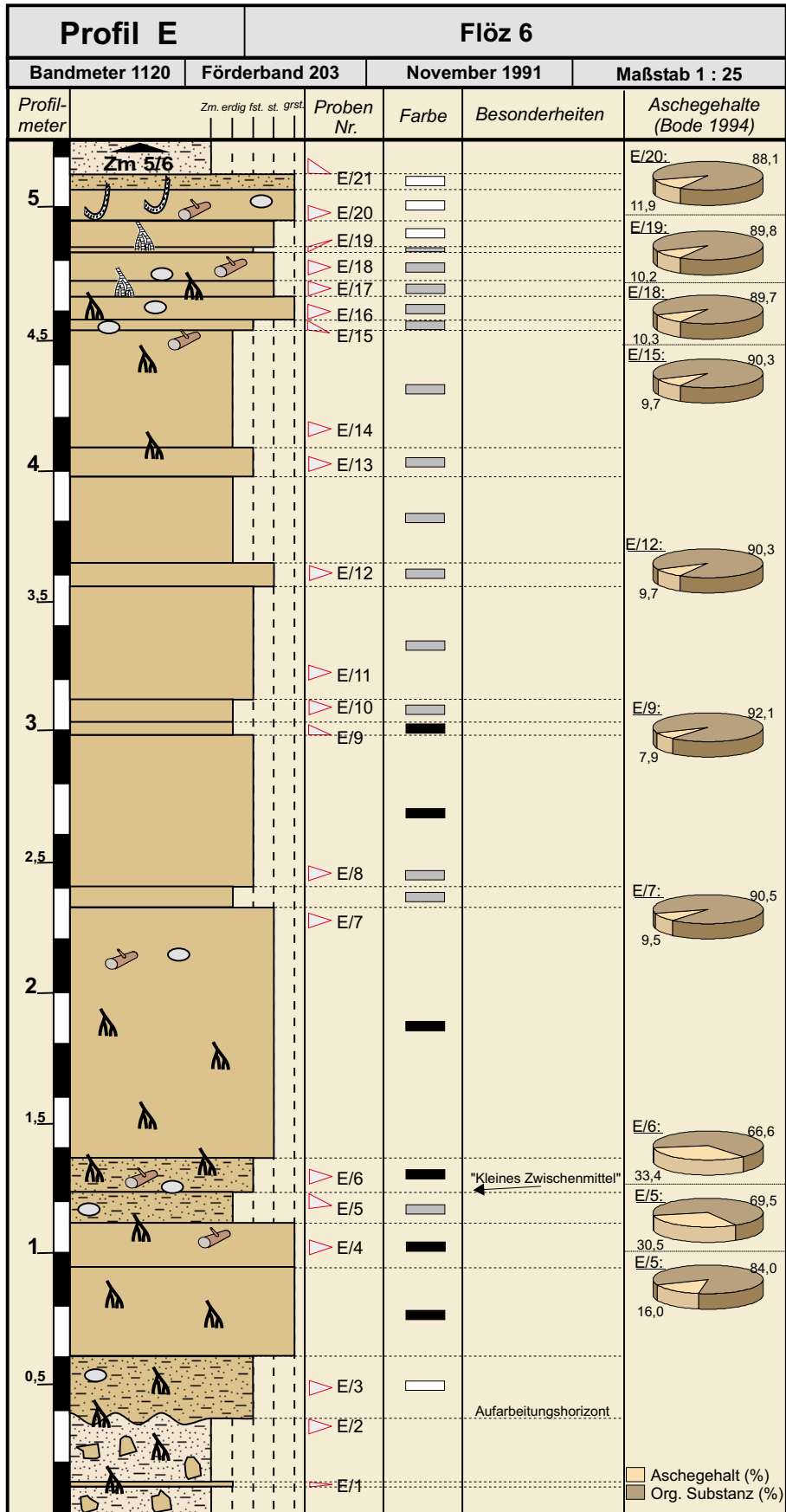




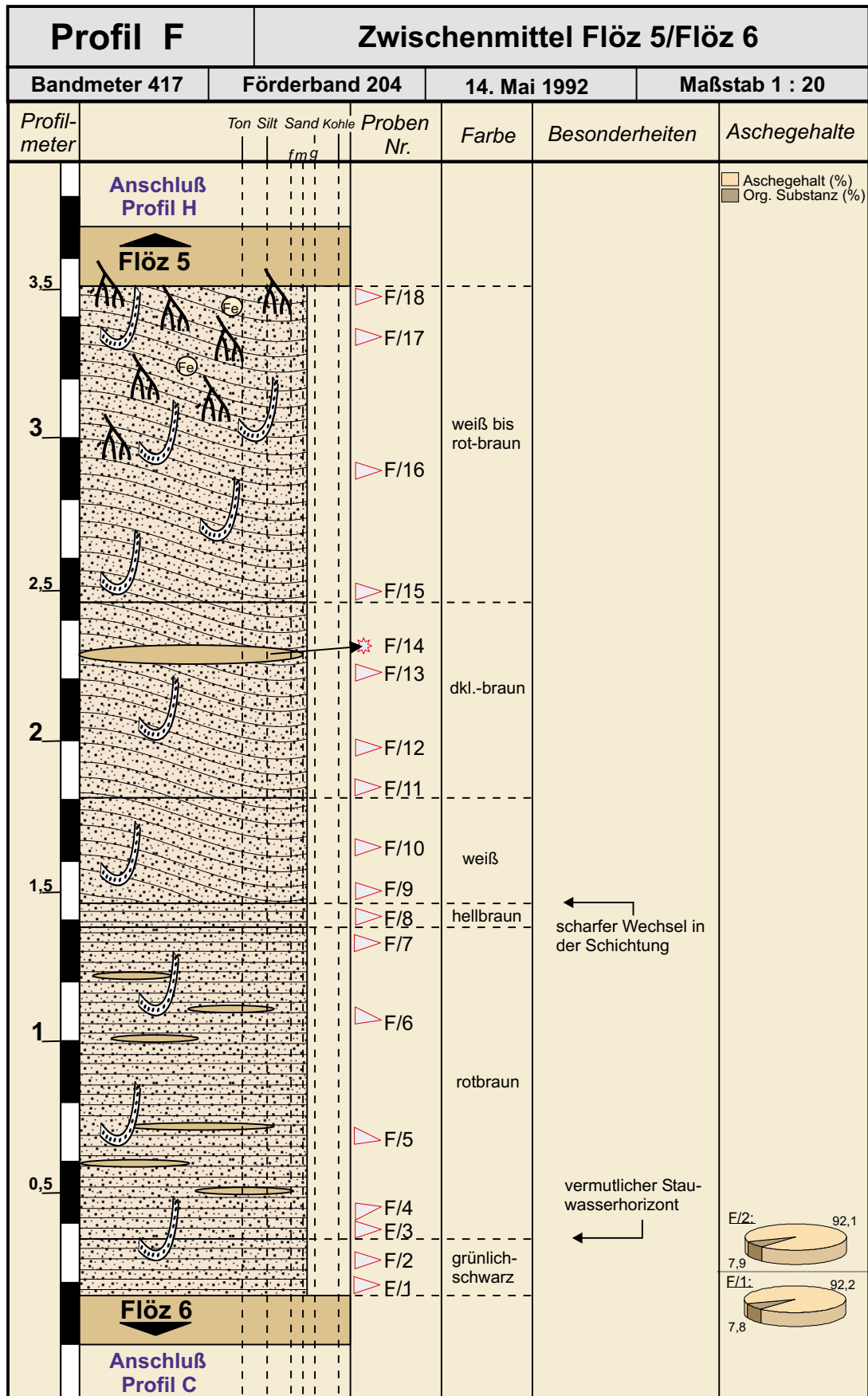


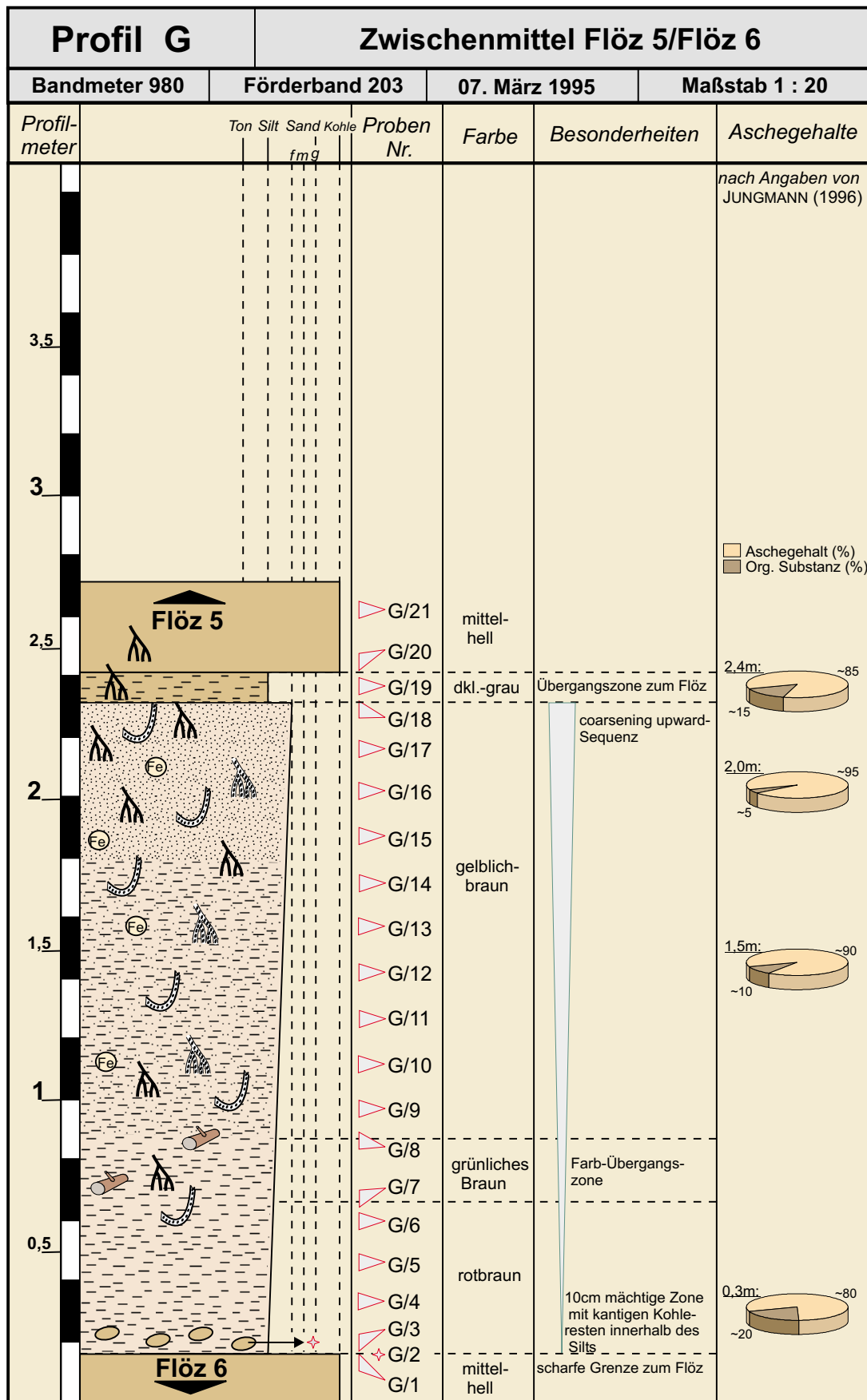


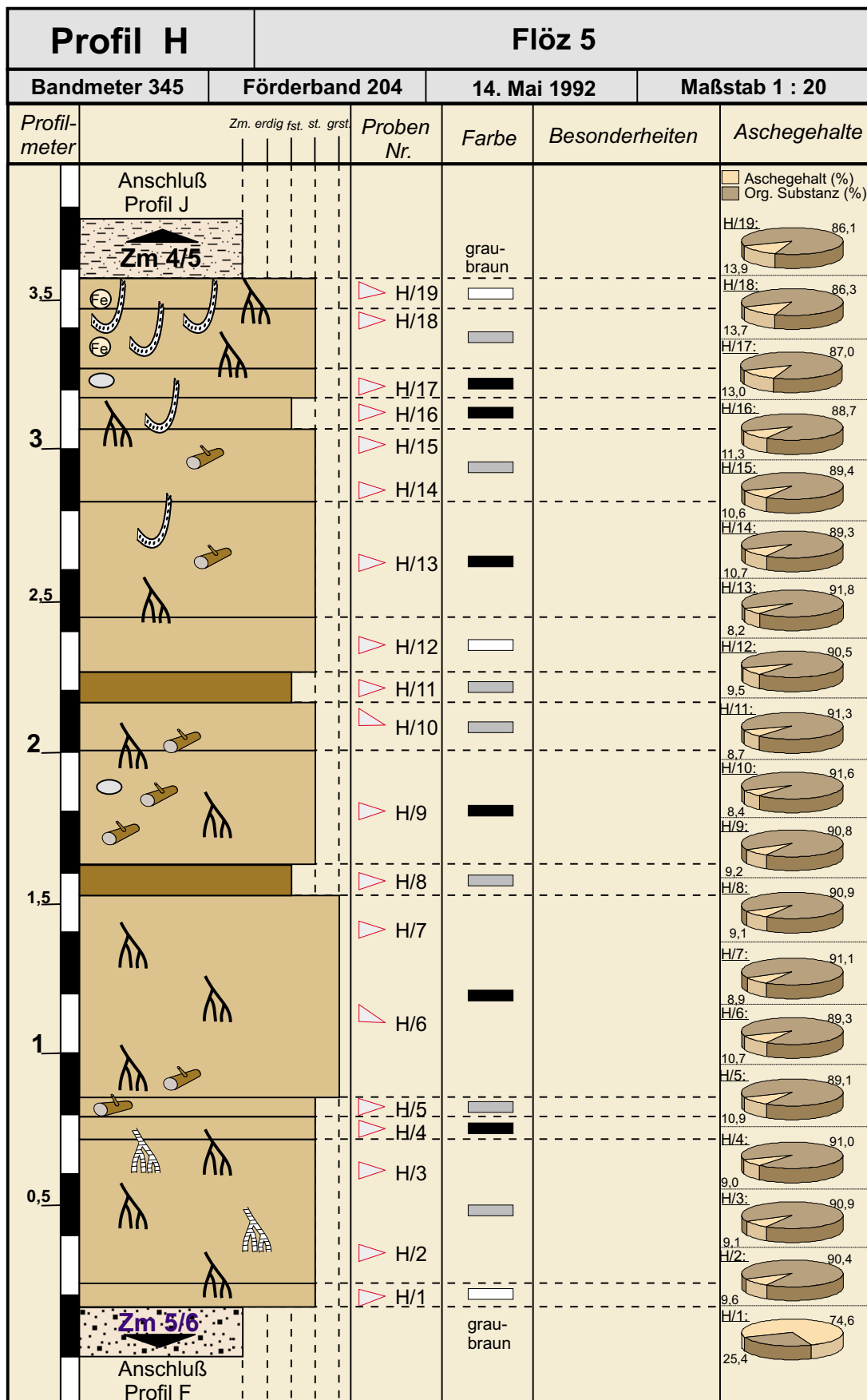


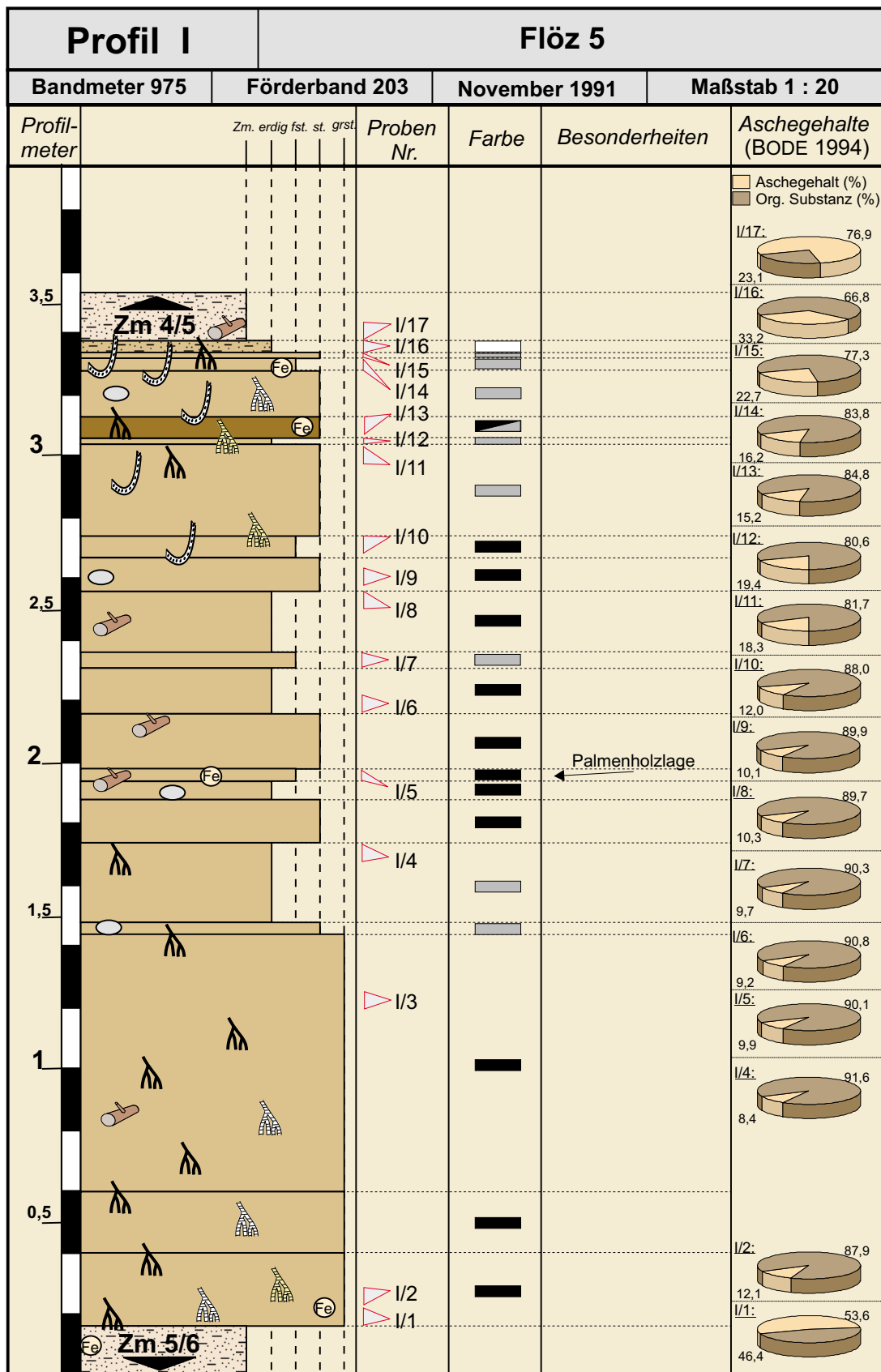


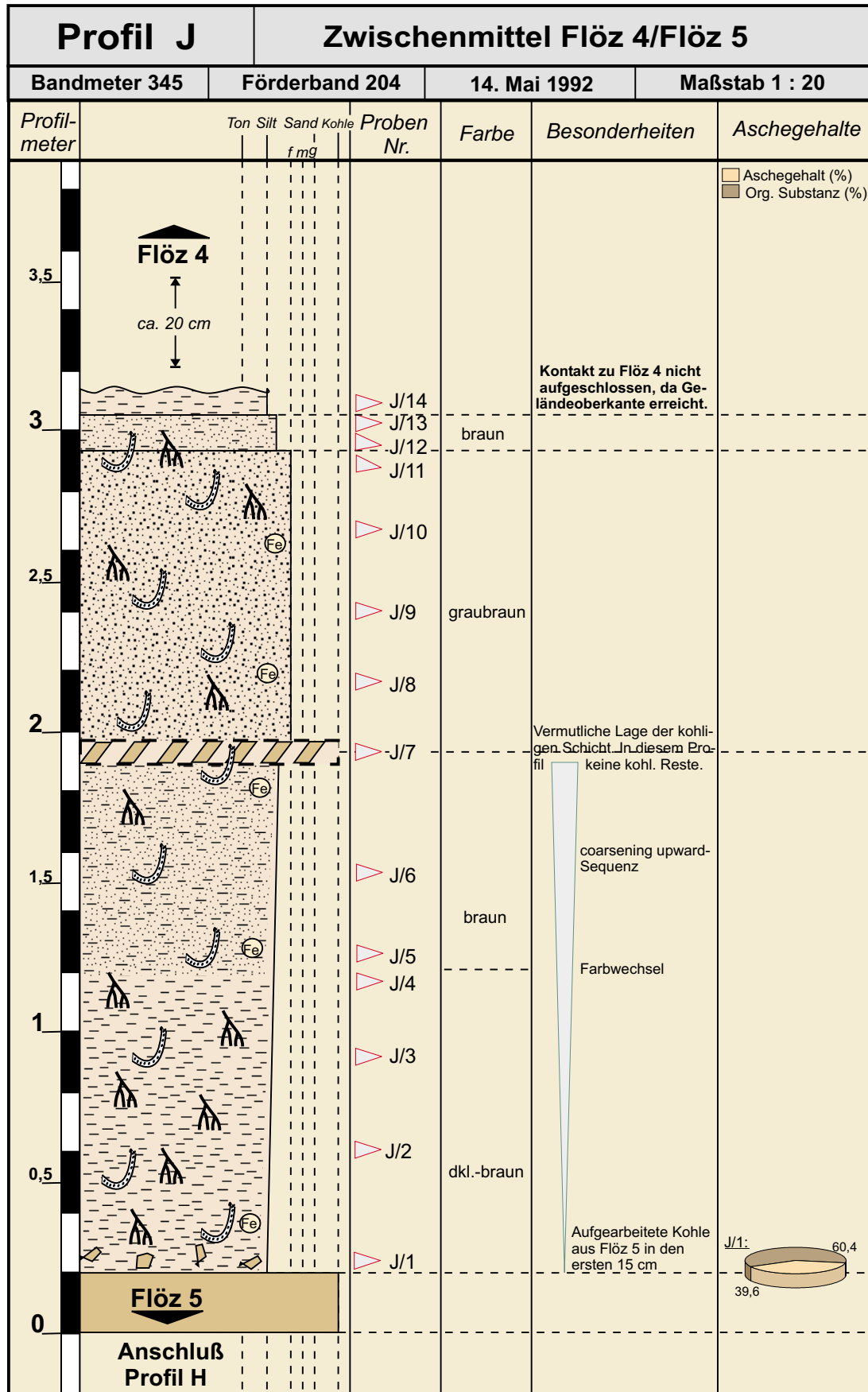


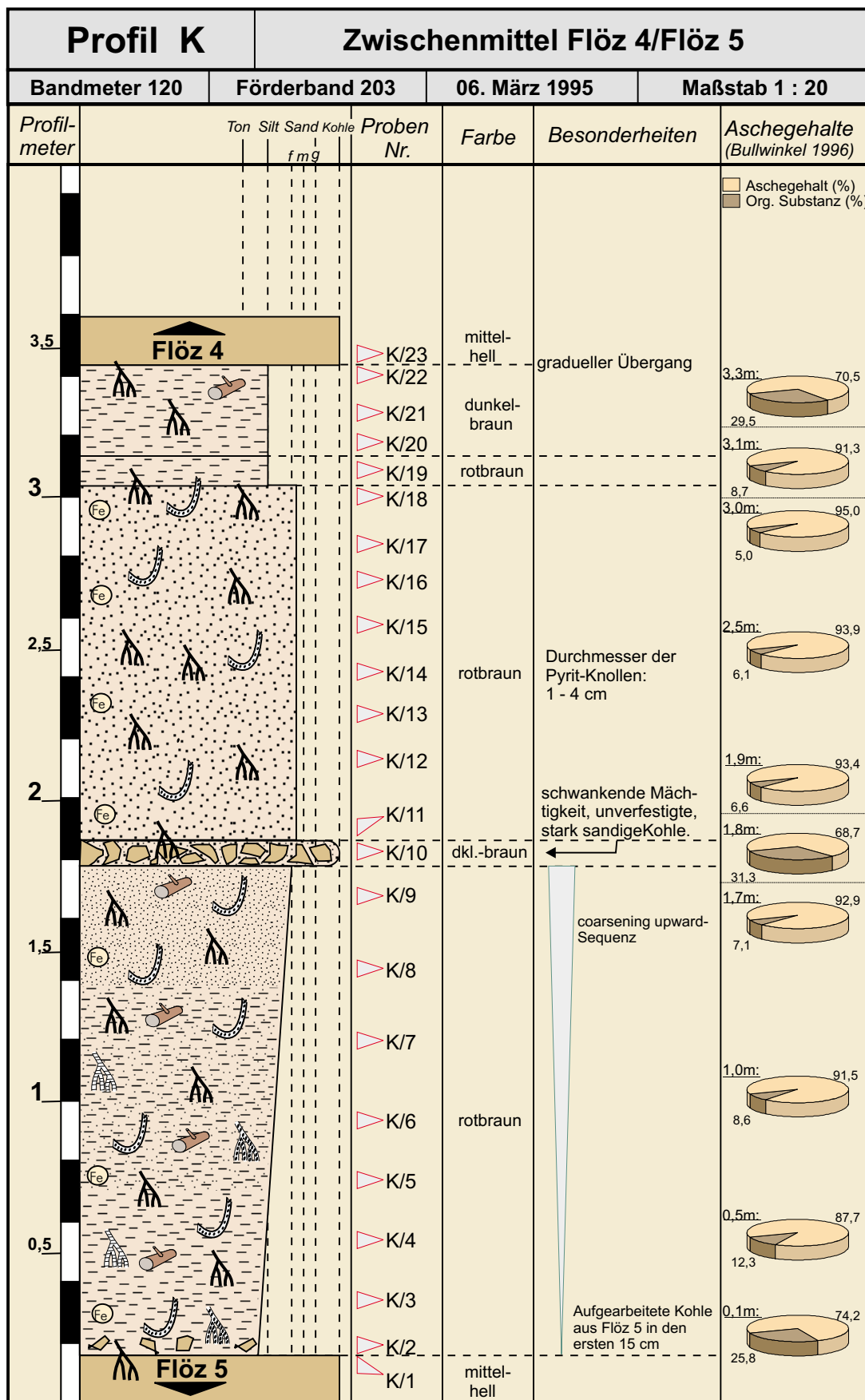


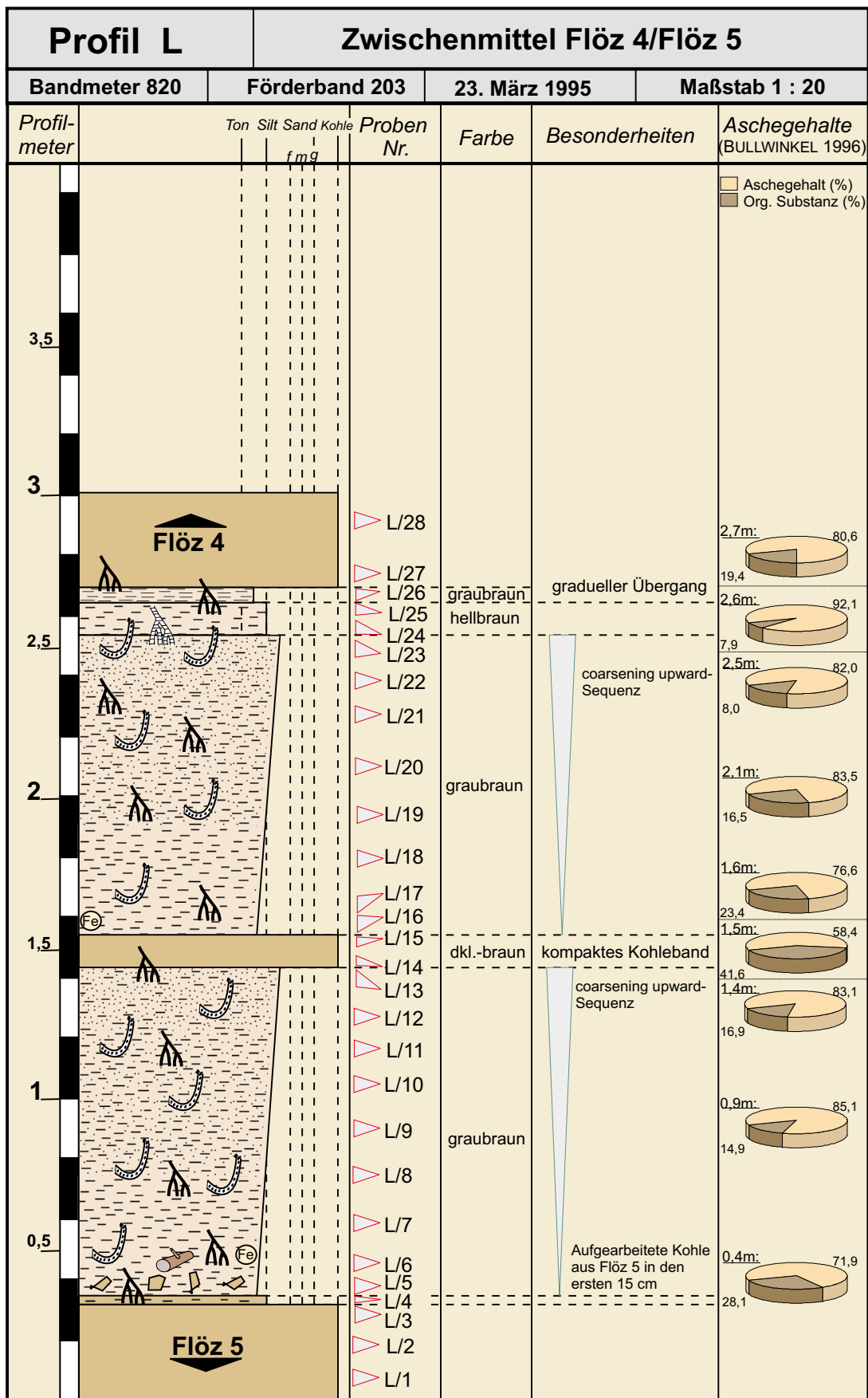












**Anhang B**  
**Prozentwerttabellen**

<b>B-1</b>	<b>Profil A (Liegendschichten)</b>
<b>B-2</b>	<b>Profil B (Liegendschichten)</b>
<b>B-3</b>	<b>Profil C (Flöz 6)</b>
<b>B-4</b>	<b>Profil D (Flöz 6)</b>
<b>B-5</b>	<b>Profil E (Flöz 6)</b>
<b>B-6</b>	<b>Profil F (Zwischenmittel 5/6)</b>
<b>B-7</b>	<b>Profil G (Zwischenmittel 5/6)</b>
<b>B-8</b>	<b>Profil H (Flöz 5)</b>
<b>B-9</b>	<b>Profil I (Flöz 5)</b>
<b>B-10</b>	<b>Profil J (Zwischenmittel 4/5)</b>
<b>B-11</b>	<b>Profil K (Zwischenmittel 4/5)</b>
<b>B-12</b>	<b>Profil L (Zwischenmittel 4/5)</b>





## Profil A: Liegend-Schichten unter Flöz 6

Seite 2

	A/1	A/2	A/3	A/4	A/5	A/6	A/7	A/8	A/9	A/10	A/11	A/12	A/13	A/14	A/15	A/16	A/17
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>			0,5%	0,4%		1,2%	0,8%	1,2%		1,6%		0,6%	0,8%	1,9%	1,0%	1,3%	2,8%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>	0,8%		0,9%	0,4%		0,8%	0,4%	1,2%		0,4%		0,6%					
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,4%			0,4%		0,8%	0,4%			0,4%			0,4%				
<i>Brosipollis striatobrosus</i>																	
<i>Brosipollis salebrosus</i>						0,4%							0,4%		0,5%		
<i>Thomsonipollis magnificus</i>																	
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	0,4%				0,7%	0,8%	0,4%	1,8%		0,8%	0,4%	1,2%			0,5%	0,4%	2,3%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>																	0,5%
<i>Pentapollis pentangulus</i>						0,4%									0,5%		
<i>Reevesiapollis triangulus</i>							1,2%		0,6%	0,4%			0,8%		0,5%		
<i>Tricolpopoll. liblarensis/micrhoenrici</i>	32,4%	25,8%	6,4%	16,3%	19,3%	10,7%	20,9%	13,5%	14,8%	30,5%	32,4%	11,0%	12,9%	7,7%	4,0%	10,7%	1,9%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,4%	0,4%		0,9%		0,4%				1,2%						0,9%	
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	2,3%	1,8%	0,5%	0,4%	2,0%	2,1%	0,8%	0,6%	0,6%	0,8%	1,2%	0,6%	0,8%	1,9%	1,0%		
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>				0,4%	1,3%	0,4%			0,6%	0,4%	0,8%		0,4%		0,5%	0,4%	0,5%
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	18,9%	29,8%	24,8%	41,4%	33,3%	35,0%	31,6%	23,5%	30,2%	16,9%	20,6%	16,6%	38,8%	11,5%	23,3%	16,9%	5,6%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>			0,5%					0,6%							0,5%		
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,4%			0,9%					0,6%							3,6%	1,4%
<i>Tricolporopollenites staresdoensis</i>							0,8%		0,6%	0,4%				1,9%			
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>	0,4%		0,9%			1,2%				1,2%	0,4%	1,2%	1,3%		0,5%		
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>																	
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>						0,4%		0,6%	1,9%				0,8%				
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	4,6%	5,8%	1,8%	2,2%	4,7%	1,6%	2,0%	4,7%	2,5%	2,4%	2,0%	1,8%	2,1%	7,7%	9,4%	11,6%	27,7%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,4%	0,9%	0,5%			0,8%	0,4%		0,6%	1,2%		0,6%	0,4%	1,9%		0,4%	
<i>Tricolporop. sole de portai</i>			0,9%	0,4%	0,7%	0,4%	0,4%			0,8%			0,8%		1,0%		
<i>Tricolporopoll. vancampoe</i>			0,5%				0,4%								1,0%		
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,4%	0,4%								0,8%	0,4%	0,6%		1,9%	1,0%	2,2%	0,5%
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>		0,4%	1,4%			0,4%	0,4%	2,9%	0,6%	1,2%	2,0%	23,3%	0,8%	9,6%	4,5%	2,2%	1,4%
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>												0,6%				0,4%	
<i>Zonocostites ramonae</i>		0,4%				1,2%		1,2%	0,6%	0,4%		1,2%	0,8%	1,9%	1,5%		
<i>Spinaepollis spinosus</i>		0,4%					0,4%									0,4%	
<i>Nyssapollis kruschi</i>	1,5%	1,3%	0,9%	1,8%	0,7%	2,5%	1,2%	1,8%	0,6%	2,8%	2,0%	3,1%	2,1%	1,9%	2,5%	2,7%	
<i>Illexpollenites spp.</i>	0,4%		5,5%	0,9%	0,7%	2,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,6%	1,6%	2,5%	2,5%		1,0%	0,4%	1,9%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>									0,6%								
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	2,3%	0,4%	6,0%	1,3%	0,7%	1,2%	1,2%	0,6%	1,2%	0,8%	1,6%	2,5%	1,3%	1,9%	2,0%	2,7%	3,3%
<i>Droseridites echinosporus</i>													0,4%				
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	0,4%	0,4%	1,4%	0,4%	1,3%	0,4%	0,4%	1,2%			0,4%	1,2%	0,4%		0,5%	0,4%	0,9%
Varia	5,0%	6,2%	5,0%	5,7%	6,0%	5,8%	5,5%	5,3%	6,2%	5,6%	4,5%	3,7%	5,0%	7,7%	5,9%	8,9%	10,3%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>																	
<i>Planctonites stellaris</i>								0,6%							0,5%		
Dinoflagellaten-Zysten	0,8%	2,2%	2,8%	7,5%	1,3%	5,8%	4,7%	51,8%	28,4%	5,6%	2,4%	33,7%	1,7%	80,8%	24,3%	4,0%	15,0%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )	0,8%	0,9%	0,5%	5,3%		2,5%	0,4%	1,8%	1,2%	0,8%	2,0%		1,7%	5,8%	4,0%		
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )			0,9%			0,4%					0,4%						
Foraminiferen				0,4%													
SUMME	1,5%	3,1%	4,1%	13,2%	1,3%	8,6%	5,1%	54,1%	29,6%	6,4%	4,9%	33,7%	3,3%	86,5%	28,7%	4,0%	15,0%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil B: Liegend-Schichten unter Flöz 6

Seite 2

	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8	B/9	B/10	B/11
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	0,4%	0,8%	1,1%	0,4%		0,4%		0,4%	0,4%		
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>	0,4%	0,8%	0,4%			0,4%	0,4%			0,5%	0,4%
<i>Labrapollis labraferus</i>	1,5%	0,4%	0,8%	0,8%		0,4%	0,8%				
<i>Brosipollis striatobrosus</i>											
<i>Brosipollis salebrosus</i>											
<i>Thomsonipollis magnificus</i>	0,4%										0,4%
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	0,7%	0,4%	0,8%	0,8%	0,4%	0,4%	0,8%	0,4%	0,4%	0,9%	0,9%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>											
<i>Pentapollis pentangulus</i>				0,4%							
<i>Reevesiapollis triangulus</i>			0,8%		0,4%	0,8%	0,4%	0,8%	0,4%		
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michroenrici</i>	31,6%	35,7%	33,8%	24,5%	37,5%	35,6%	39,5%	28,6%	30,3%	15,0%	11,6%
<i>Tricolpopoll. asper</i>			0,4%		1,2%				0,4%		
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	1,8%	0,8%	1,5%		1,6%	1,5%	2,3%		0,4%	1,4%	0,4%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>		1,5%	1,1%	1,6%	0,4%	0,8%	0,4%		0,4%		0,9%
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	19,9%	11,8%	12,5%	12,8%	11,3%	11,0%	15,3%	16,3%	17,1%	19,2%	25,8%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>		0,4%		0,4%				0,4%	0,4%	0,9%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,4%			0,4%					0,4%		0,4%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>				0,8%	0,4%	0,4%	0,4%				0,4%
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>											
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>											
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>		0,4%	0,4%		0,4%				0,4%	0,9%	
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	3,7%	6,5%	2,3%	4,7%	4,7%	5,3%	5,0%	4,0%	6,0%	7,0%	5,8%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,4%	1,9%	1,1%	2,7%		1,5%	0,4%	1,2%	0,4%	2,8%	1,8%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,7%			0,4%	0,4%	0,8%	0,8%	0,8%		0,5%	
<i>Tricolporopoll. vancampoeae</i>		0,4%	0,8%				0,4%	0,4%			0,4%
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>								0,4%			
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>				0,4%						0,9%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>											
<i>Zonocostites ramonae</i>	0,4%		0,8%	0,8%	0,4%		0,8%		1,2%	0,5%	0,4%
<i>Spinaepollis spinosus</i>								0,4%	0,8%		
<i>Nyssapollis kruschi</i>	2,9%	0,4%	2,3%	1,9%	1,2%	2,3%	1,1%	0,8%	1,2%	2,8%	2,7%
<i>llexpollenites spp.</i>	0,4%	1,1%	0,4%	2,7%	1,2%	1,1%	1,5%	0,4%	2,0%	1,9%	1,8%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>				0,4%							0,9%
<i>Tetralporopollenites spp.</i>	1,5%	1,1%	0,8%	1,2%	0,8%	0,8%	1,1%	2,0%	1,2%	2,3%	3,6%
<i>Droseridites echinosporus</i>										0,5%	
<i>Eriopites callidus/ericus</i>	0,7%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,8%		0,4%	0,4%		
Varia	4,8%	4,6%	5,3%	6,2%	2,7%	5,3%	5,0%	6,0%	7,2%	5,2%	8,9%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>											
<i>Planctonites stellarius</i>											
sonst. Süßwasseralgae				0,4%							
Dinoflagellaten-Zysten	2,9%	1,1%	1,9%	3,1%	1,2%	1,1%	1,1%	5,2%	5,6%	27,7%	28,9%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )			0,4%	0,4%	0,4%		0,8%			0,5%	0,4%
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )											
SUMME	2,9%	1,1%	2,3%	3,9%	1,6%	1,1%	1,9%	5,2%	5,6%	28,2%	29,3%


 Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil B: Liegend-Schichten unter Flöz 6

Seite 4

	B/12	B/13	B/14	B/15	B/16	B/17	B/18	B/19	B/20	B/21
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	0,9%	0,4%	0,4%			1,3%		1,7%		
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>					0,4%	0,8%				0,8%
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,5%				0,9%			0,4%		0,4%
<i>Brosipollis striatobrosus</i>										
<i>Brosipollis salebrosus</i>		0,4%								
<i>Thomsonipollis magnificus</i>		0,4%		0,4%				0,4%		0,4%
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	1,4%	0,9%	0,4%	1,3%		0,4%		0,9%	1,3%	
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>										
<i>Pentapollis pentangulus</i>					0,4%	0,4%	1,1%			
<i>Reevesiapollis triangulus</i>		0,4%				0,4%			0,4%	0,4%
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michoenrici</i>	16,1%	17,9%	15,0%	13,4%	18,0%	15,1%	15,8%	7,7%	12,1%	10,0%
<i>Tricolpopoll. asper</i>		0,4%					0,5%		0,4%	
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>			1,3%	0,8%	0,9%	0,8%	1,1%		0,8%	
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>		0,9%	0,4%	1,3%		0,4%			0,4%	
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	22,5%	17,9%	20,3%	30,5%	20,6%	23,1%	21,6%	26,8%	23,3%	25,9%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>			0,9%	0,4%			0,5%	0,4%	0,8%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,5%		0,4%		0,4%				0,4%	0,4%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>					0,4%			0,4%		0,4%
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>										
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>		0,4%			0,4%					
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>	0,5%			0,4%	0,9%	0,8%			0,4%	0,4%
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	2,8%	4,9%	4,4%	7,1%	6,9%	2,9%	5,3%	4,3%	4,2%	6,3%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>		0,9%	0,4%				2,1%	1,3%	0,8%	1,3%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,5%	0,4%	0,4%			0,4%	0,5%			0,4%
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>		0,4%					1,1%	0,4%		
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,5%						0,5%			
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>	0,5%								0,4%	0,4%
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>									0,4%	
<i>Zonocostites ramonae</i>	0,9%		0,4%		0,9%	1,7%	0,5%	1,3%	1,3%	0,8%
<i>Spinaepollis spinosus</i>			0,4%			1,3%	0,5%			
<i>Nyssapollis kruschi</i>	2,3%	3,1%	2,2%	1,7%	1,3%	1,3%	4,2%	2,1%	2,5%	1,3%
<i>Illexpollenites spp.</i>	0,9%	0,4%	0,9%	2,1%	0,4%	4,2%		0,9%	2,5%	2,1%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>					0,9%					
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	3,2%	0,9%	1,3%	3,8%	0,9%	2,1%	2,6%	3,4%	1,3%	1,3%
<i>Droseridites echinosporus</i>										
<i>Ericipites callidus/ericus</i>			0,4%		0,4%	0,4%	0,5%	0,9%		0,4%
Varia	7,3%	3,6%	8,8%	7,1%	5,6%	6,7%	7,9%	5,1%	6,3%	7,1%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>										
<i>Planctonites stellarius</i>										
sonst. Süßwasseralgen										
Dinoflagellaten-Zysten	23,4%	31,3%	24,2%	19,2%	13,7%	11,8%	22,6%	13,2%	13,8%	16,3%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )		0,4%		0,4%		1,3%				0,4%
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )										
SUMME	23,4%	31,7%	24,2%	19,7%	13,7%	13,0%	22,6%	13,2%	13,8%	16,7%

 Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil C: Flöz Wulfersdorf 6

Seite 2

	C/1	C/2	C/3	C/4	C/5	C/6	C/7	C/8	C/9	C/10	C/11	C/12	C/13	C/14	C/15	C/16	C/17	C/18
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	1,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%		0,9%	0,6%	1,1%		0,3%	0,3%				0,3%	0,3%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>																		
<i>Labrapollis labraferus</i>		0,3%				0,3%					0,3%	0,3%	0,3%	0,3%			0,3%	
<i>Brosipollis striatobrosus</i>																		
<i>Brosipollis salebrosus</i>							0,6%	0,3%	0,3%	0,3%								
<i>Thomsonipollis magnificus</i>																		
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	2,2%	1,2%	2,1%	2,3%	3,0%		0,6%	0,3%	0,3%		0,7%	2,4%	2,6%	1,3%	0,9%	0,7%	0,6%	1,3%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>	0,3%																	
<i>Pentapollis pentangulus</i>																		
<i>Reevesiapollis triangulus</i>																		
<i>Tricolpopoll. liblarensis/micrhoenrici</i>	11,9%	28,8%	8,9%	23,4%	24,8%	23,8%	14,6%	8,8%	16,4%	12,2%	10,5%	8,8%	10,1%	27,6%	5,8%	5,5%	18,0%	21,4%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,5%	0,6%	0,3%		0,3%	0,9%	0,3%	0,6%		0,5%	0,7%	0,6%		1,3%	0,6%	0,7%	0,6%	
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	1,1%	0,3%	0,6%	0,8%	0,3%	0,6%	0,9%	0,6%	1,0%	2,2%	0,7%	1,5%	0,7%	3,2%	1,2%	0,7%	1,5%	0,8%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>	0,5%			0,3%						0,3%				0,3%	0,9%	1,3%	0,6%	
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	5,9%	2,6%	32,7%	21,9%	6,3%	9,5%	9,5%	19,0%	33,4%	16,2%	2,3%	13,6%	23,1%	1,6%	3,5%	3,6%	7,2%	3,7%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>																		
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	1,4%	3,2%	1,2%		0,6%	0,6%	1,3%	0,6%	1,6%	1,4%	0,3%	0,6%	2,0%	0,6%	2,9%	2,3%	3,0%	0,3%
<i>Tricolporopollenites staresdoensis</i>																		
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>																		
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>																		
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>		0,3%				0,3%	0,3%	0,3%		0,3%	0,3%	0,3%			0,3%	0,3%	0,3%	
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	8,6%													1,0%	3,5%	3,9%	2,4%	0,5%
<i>Tricolporopoll. parmlarius</i>	0,8%	0,3%	0,3%		0,3%	0,3%	1,3%	0,6%	0,6%	0,8%	1,0%	0,3%	0,3%	1,3%	0,6%	1,3%	0,3%	0,5%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,3%	0,3%	0,3%			0,3%			0,3%	0,3%		0,3%	0,3%	0,6%	0,3%		0,3%	
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>		0,3%		0,3%			0,3%	0,3%	0,3%									
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>		1,5%	0,6%	0,5%	0,9%	0,6%	0,9%	4,4%	0,3%	0,3%	0,7%	0,6%	0,7%	0,3%	0,9%			
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>	0,8%				0,3%			0,6%										
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum -Typ)</i>								0,6%	0,3%				0,7%	0,3%	0,6%	0,3%		
<i>Zonocostites ramonae</i>																		
<i>Spinaepollis spinosus</i>	0,5%	0,6%	1,5%	1,6%	0,9%		1,3%	0,3%	1,0%		0,3%	0,9%		0,3%	0,3%	1,0%		0,3%
<i>Nyssapollis kruschi</i>	2,2%	0,9%	2,4%	1,6%	3,0%	1,7%	2,5%	2,9%	3,5%	1,4%	1,0%	1,2%	1,3%	1,3%	1,2%	2,0%	2,1%	1,1%
<i>Illexpollenites spp.</i>	2,2%	4,7%	2,1%	2,9%	2,1%	2,9%	3,5%	1,2%	1,0%	2,2%	1,3%	0,9%	0,7%	1,9%	1,4%	2,0%	3,9%	2,9%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>		0,3%	0,9%	0,5%	0,3%										0,3%		0,3%	0,3%
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	2,7%	2,6%	8,6%	6,0%	1,5%	5,4%	5,4%	4,1%	3,2%	4,1%	3,3%	4,8%	2,9%	1,0%	4,3%	3,9%	2,1%	1,6%
<i>Droseridites echinosporus</i>			0,3%		0,3%								0,3%	0,3%	1,4%	0,7%		
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	1,1%	0,3%	4,2%	3,9%	0,6%	2,6%	4,7%	4,1%	2,3%	0,8%	1,3%	5,2%	1,6%	2,3%	13,0%	10,7%	5,7%	2,1%
Varia	3,9%	4,2%	4,7%	3,4%	4,6%	4,5%	4,9%	4,6%	4,9%	4,9%	4,5%	4,4%	4,0%	4,3%	5,3%	4,7%	4,4%	5,6%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>														0,3%				
<i>Planctonites stellarius</i>	0,3%	0,9%		0,8%	0,3%		0,3%	2,9%			1,0%	0,6%	1,0%	1,0%	0,6%	0,7%		0,5%
Dinoflagellaten-Zysten																		
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )																		
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )																		
Foraminifere																		
SUMME	0,3%	0,9%		0,8%	0,3%		0,3%	2,9%			1,0%	0,6%	1,0%	1,4%	0,6%	0,7%		0,5%



Maximalwert der Form in diesem Profil





## Profil D: Flöz Wulfersdorf 6

Seite 2

	D/1	D/2	D/3	D/4	D/5	D/6	D/7	D/8	D/9	D/10	D/11	D/12	D/13	D/14	D/15
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	0,4%	0,3%	0,8%	0,7%			0,4%		0,4%				0,4%		
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>															
<i>Labrapollis labraferus</i>		0,3%							0,4%	0,6%		0,7%	0,4%		0,2%
<i>Brosipollis striatobrosus</i>															
<i>Brosipollis salebrosus</i>		0,3%													
<i>Thomsonipollis magnificus</i>															
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	0,4%	0,6%	0,8%	0,7%	0,7%				0,4%	1,3%		0,4%		0,7%	1,4%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>															
<i>Pentapollis pentangulus</i>					0,3%										
<i>Reevesiapollis triangulus</i>		0,3%							0,4%						0,2%
<i>Tricolpopoll. liblarensis/micrhoenrici</i>	15,4%	26,3%	24,2%	14,7%	25,1%	22,7%	25,5%	36,9%	26,7%	17,2%	9,5%	21,5%	21,4%	20,1%	32,9%
<i>Tricolpopoll. asper</i>		0,3%		1,4%	0,7%		0,4%						0,8%		0,4%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	0,8%	1,6%		1,0%	3,6%	1,5%	0,8%	1,0%		0,6%		1,1%		0,7%	0,4%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>				0,7%	0,7%										
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	29,7%	12,3%	14,4%	25,7%	25,1%	31,4%	20,9%	2,0%	13,4%	22,4%	46,9%	15,7%	4,6%	23,1%	11,1%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>		0,3%		2,1%		0,8%		0,3%			0,4%				
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,4%	1,3%	2,7%	0,3%			0,4%	0,3%		1,0%	0,4%		0,4%		0,5%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>						0,4%			0,4%						
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>															
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>															
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>										0,6%					0,2%
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	0,4%	0,3%	2,3%	3,1%	1,0%	1,5%	0,8%	0,3%		0,3%					0,7%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>			0,4%	0,7%	0,7%		0,4%	1,0%	0,7%	0,6%		1,5%		1,1%	0,7%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,4%	0,3%									0,4%			0,4%	
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>															
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,8%	5,5%	2,3%	0,7%	0,3%		0,4%	0,3%		0,6%		0,4%			
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>															
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>						0,4%				0,3%	0,4%	0,4%			
<i>Zonocostites ramonae</i>				0,3%							0,4%				
<i>Spinaepollis spinosus</i>		0,3%	1,1%	0,3%		0,4%							0,4%	0,4%	
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,4%	0,6%	0,8%	0,3%		1,1%	0,4%		2,2%		1,1%	0,7%	0,8%	0,4%	1,4%
<i>Ilexpollenites spp.</i>	0,4%	1,0%	1,5%	3,1%	0,3%	1,5%	2,7%	3,4%	5,8%	1,6%	1,5%	2,9%	1,5%	0,4%	2,7%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>											0,4%	0,4%			
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	6,2%	1,6%	0,4%	1,4%	1,3%	3,8%	2,3%	0,7%	15,2%	0,6%	4,0%	3,6%	3,1%	4,1%	2,1%
<i>Droseridites echinosporus</i>									0,4%						
<i>Ericipites callidus/ericus</i>		0,3%	0,4%	0,3%	0,3%			0,3%		1,3%	3,3%	0,4%	0,8%	2,2%	1,3%
Varia	2,3%	2,6%	4,2%	2,7%	2,6%	5,7%	4,9%	6,7%	7,6%	4,5%	6,6%	5,8%	5,3%	3,4%	4,6%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>	0,4%			0,3%											0,2%
<i>Planctonites stellarius</i>				1,0%		0,8%							0,8%		
sonst. Süßwasseralgen			0,4%												
Dinoflagellaten-Zysten															
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )															
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )															
Foraminifere															
SUMME	0,4%		0,4%	1,4%		0,8%							0,8%		0,2%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil E: Flöz Wulfersdorf 6

Seite 2

	E/1	E/2	E/3	E/4	E/5	E/6	E/7	E/8	E/9	E/10	E/11
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>					0,3%		0,3%		0,3%	0,3%	
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>											
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,3%		0,3%		0,5%	0,3%			0,3%		0,3%
<i>Brosipollis striatobrosus</i>											
<i>Brosipollis salebrosus</i>							0,3%			0,3%	
<i>Thomsonipollis magnificus</i>											
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	2,2%	0,4%	0,5%	0,6%	1,1%	2,3%	0,8%	3,3%	1,9%	0,8%	0,3%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>											
<i>Pentapollis pentangulus</i>											
<i>Reevesiapollis triangulus</i>	0,6%			0,6%				0,3%			
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michroenrici</i>	19,7%	35,5%	43,2%	33,7%	51,2%	17,7%	32,0%	28,0%	30,1%	13,3%	13,1%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,3%	0,4%	1,1%	0,3%	0,3%	0,3%	1,1%				0,8%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>		2,4%	3,3%	1,8%	1,6%	0,6%	3,9%	1,1%	0,8%	1,1%	0,8%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>		1,2%		0,3%		0,9%		0,3%	0,8%	0,8%	
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	2,2%	1,2%	9,3%	2,3%	3,3%	22,3%	12,7%	17,7%	15,9%	35,2%	31,7%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>											
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>								1,4%		0,3%	0,3%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>											
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>											
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>											
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>			0,8%					0,5%			
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	0,6%		0,8%			0,9%	1,1%	0,8%	0,8%	1,1%	0,3%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>		0,8%	0,3%	0,3%			0,3%	0,5%	0,8%		0,3%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,3%	0,4%			0,3%		0,8%				0,8%
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>											
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>		0,4%	0,5%		0,3%	0,3%	0,6%	0,8%		1,1%	0,8%
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>	0,6%								0,6%		
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>		0,4%									
<i>Zonocostites ramonae</i>											
<i>Spinaepollis spinosus</i>	0,3%	0,4%	0,5%	0,3%	1,1%	0,3%	0,6%	0,5%	0,6%	0,3%	
<i>Nyssapollis kruschi</i>	1,1%		2,2%	2,1%		0,3%	1,1%	0,3%	0,8%	0,3%	2,7%
<i>Illexpollenites spp.</i>	5,0%	6,5%	1,9%	3,5%	3,6%	6,6%	0,6%	1,6%	1,9%	0,8%	2,7%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>								0,3%	0,6%		
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	0,6%		5,7%	5,3%	3,3%	4,9%	2,2%	4,1%	2,2%	2,7%	6,3%
<i>Droseridites echinosporus</i>											
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	0,6%		0,5%	0,3%		0,6%	0,3%	6,8%	3,6%	3,5%	1,4%
Varia	2,5%	2,8%	2,2%	2,1%	2,7%	5,1%	2,8%	2,4%	3,1%	3,0%	3,6%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>		0,8%							0,3%		0,3%
<i>Planctonites stellaris</i>								0,3%			0,3%
Dinoflagellaten-Zysten											
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )											
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )											
Foraminifere											
SUMME		0,8%						0,3%	0,3%		0,5%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil E: Flöz Wulfersdorf 6

Seite 4

	E/12	E/13	E/14	E/15	E/16	E/17	E/18	E/19	E/20	E/21
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>			0,3%							
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>										
<i>Labrapollis labraferus</i>										
<i>Brosipollis striatobrosus</i>										
<i>Brosipollis salebrosus</i>										
<i>Thomsonipollis magnificus</i>										
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	0,3%	0,3%	2,0%	0,5%	1,5%	1,1%	1,8%	0,9%	1,4%	1,7%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>										
<i>Pentapollis pentangulus</i>										
<i>Reevesiapollis triangulus</i>		0,3%		0,3%			1,1%		0,3%	
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michroenrici</i>	4,7%	11,0%	6,1%	16,8%	10,8%	14,9%	21,2%	16,8%	22,8%	50,3%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,3%			0,3%				0,3%		
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	0,3%	0,6%	0,3%	2,1%	0,6%	1,7%	1,1%	0,9%	0,6%	4,2%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>	0,9%	0,3%								
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	27,8%	3,4%	8,9%	19,9%	44,6%	12,4%	16,3%	35,2%	17,5%	0,3%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>										
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	1,2%	0,8%	0,6%	1,3%	1,2%	0,6%	1,1%	0,6%		0,8%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>										
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>										
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>										
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>						0,3%				
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	2,6%	0,3%		0,5%	0,3%	0,6%			0,3%	2,5%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,9%	1,7%			0,3%	0,3%	0,4%		0,3%	0,6%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,3%								0,3%	
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>										
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	2,9%	0,3%	0,3%		0,3%				0,6%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>				0,3%						
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>										
<i>Zonocostites ramonae</i>										
<i>Spinaepollis spinosus</i>	0,3%	0,3%		0,3%	0,3%		0,4%			0,3%
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,3%	0,8%	2,0%	0,5%	0,3%	0,8%	0,7%	0,3%	0,3%	0,3%
<i>Illexpollenites spp.</i>	3,8%	2,8%	1,7%	1,6%	0,9%	2,8%	1,4%	0,9%	1,4%	2,8%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>										0,3%
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	5,3%	2,5%	3,1%	3,6%	3,5%	3,4%	2,5%	3,1%	3,6%	0,8%
<i>Droseridites echinosporus</i>							0,4%			
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	6,1%	0,6%	3,4%	1,6%	0,9%	1,4%	1,4%	0,6%	0,6%	0,6%
Varia	4,1%	3,4%	1,7%	2,1%	1,2%	2,2%	2,1%	2,6%	3,1%	2,8%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>						0,8%				
<i>Planctonites stellarius</i>		0,8%	0,8%		0,3%		0,7%			0,6%
Dinoflagellaten-Zysten										
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )										
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )										
Foraminifere										
SUMME		0,8%	0,8%		0,3%	0,8%	0,7%			0,6%

 Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil F: Zwischenmittel 5/6

Seite 2

	F/1	F/2	F/3	F/4	F/5	F/6	F/7	F/8	F/9	F/10	F/11	F/12	F/13	F/14	F/15	F/16	F/17	F/18
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	0,4%		0,4%		0,5%	1,0%	1,1%		0,5%		1,9%		1,1%		0,8%	0,8%	0,4%	0,3%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>			1,2%		0,5%			0,9%		0,4%		0,4%			0,4%			
<i>Labrapollis labraferus</i>							0,4%					0,4%		0,4%			0,4%	
<i>Brosipollis striatobrosus</i>		0,4%										0,8%						0,6%
<i>Brosipollis salebrosus</i>									0,5%									
<i>Thomsonipollis magnificus</i>			0,4%	0,3%									0,7%			0,4%		
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	1,7%	0,8%	0,8%	0,7%	1,8%		1,1%	0,9%	0,5%	1,2%	0,9%	0,8%	0,7%	0,8%	0,4%	0,8%	0,7%	0,3%
<i>Corsiniipollenites oculus-noctis</i>																		
<i>Pentapollis pentangulus</i>																		
<i>Reevesiapollis triangulus</i>					0,5%													
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michoenrici</i>	26,1%	18,7%	13,5%	26,7%	10,1%	4,9%	17,2%	21,6%	12,7%	16,0%	15,7%	13,2%	14,7%	15,9%	17,2%	19,7%	4,6%	1,2%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	1,3%			1,7%	1,4%		0,4%		0,5%			0,4%		0,4%		0,8%	1,1%	0,3%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	2,1%	1,9%	1,2%	3,7%	0,5%	3,4%	3,0%	1,4%		0,4%	0,9%	0,8%	2,2%	0,4%	1,5%		5,3%	0,6%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>	1,3%	0,4%		0,7%	0,5%	1,0%	0,7%			1,2%	0,5%	0,4%	0,7%		0,4%	1,2%		
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	11,8%	16,0%	15,8%	10,8%	18,9%	20,5%	17,2%	18,9%	22,1%	28,0%	24,5%	20,2%	11,5%	24,8%	20,7%	28,1%	1,1%	
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>		0,4%				2,4%			0,5%					1,2%	0,4%	0,4%		
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,4%	0,4%	0,4%				0,4%	0,5%	0,5%		0,5%		1,8%	0,8%	0,8%		0,4%	
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>		0,4%	0,4%		0,5%	0,5%		0,5%			0,5%					0,4%		
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>																		
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>			0,8%												0,8%			
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>			0,4%	0,3%	0,5%	1,0%	0,7%		0,5%									
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	0,4%	2,7%	2,7%	0,3%	3,2%	3,9%	6,7%	3,6%	2,0%	4,4%	1,9%	3,1%	1,4%	4,7%	1,1%	2,4%		
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,4%		0,4%	1,0%		1,5%		0,5%		0,8%		1,2%	0,4%		1,9%	0,4%	0,4%	0,3%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>				0,7%				0,5%		0,4%			0,4%			0,8%	0,7%	0,6%
<i>Tricolporopoll. vancampoe</i>	0,4%				0,5%						0,9%		0,4%		0,4%			
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,4%				0,9%	0,5%				0,4%		0,4%	0,4%	0,4%			0,4%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>													0,4%	0,4%				0,3%
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>													0,4%					
<i>Zonocostites ramonae</i>		0,4%			0,9%	0,5%			2,9%	0,4%				0,4%				
<i>Spinaepollis spinosus</i>			0,4%				0,4%		0,5%				0,4%			0,4%		
<i>Nyssapollis kruschi</i>	1,3%	0,8%	1,9%	1,4%	0,9%			0,5%	1,0%	0,4%	2,3%	1,2%	2,2%	0,8%		0,8%		0,3%
<i>Ilexpollentes spp.</i>	1,3%	1,2%		0,7%	2,8%	2,0%	0,7%	1,8%	1,5%	0,4%	2,3%	1,9%	3,2%	1,9%	2,7%	1,2%	0,7%	1,2%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>																		
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	2,1%	3,5%	3,5%	2,4%	4,1%	2,4%	3,0%	1,8%	3,4%	0,8%	1,4%	3,1%		2,7%	1,9%		0,7%	0,3%
<i>Droseridites echinosporus</i>																		
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	0,8%	1,2%	0,8%	1,4%	0,9%	1,5%		0,5%	1,5%	0,8%	0,5%	0,8%	1,1%		1,1%	1,2%	1,1%	0,6%
Varia	5,0%	6,6%	8,1%	6,1%	4,6%	6,8%	8,2%	7,2%	6,4%	5,2%	6,0%	7,4%	6,5%	5,8%	5,7%	4,0%	3,9%	6,2%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>			0,8%		0,5%		0,4%		0,5%								1,8%	1,5%
<i>Planctonites stellarius</i>										0,8%								
sonst. Süßwasseralgen																		
Dinoflagellaten-Zysten	5,5%	3,1%	3,1%	6,8%	16,1%	4,9%	0,7%	21,6%	1,5%	2,4%	1,4%	2,7%	1,4%	1,2%	0,8%	3,6%		
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )	0,4%							1,4%						0,4%				
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )								0,5%	0,5%									
Foraminifere																		
SUMME	5,9%	3,1%	3,8%	6,8%	16,6%	4,9%	1,1%	23,4%	2,5%	3,2%	1,4%	2,7%	1,4%	1,6%	0,8%	3,6%	1,8%	1,5%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil G: Zwischenmittel 5/6

Seite 1

	G/1	G/2	G/3	G/4	G/5	G/6	G/7	G/8	G/9	G/10	G/11
<i>Leiotriletes</i> spp.		0,3%	0,6%	0,3%	0,6%	0,3%		0,6%	0,3%	0,3%	0,3%
<i>Toroisporis</i> spp.					0,6%	0,6%					
<i>Baculatisporites</i> spp.											
<i>Stereisporites</i> spp.					0,3%	0,6%	0,7%			0,3%	
<i>Tegumentisporites sculpturoides</i>								0,3%			
<i>Cicatricosisporites</i> spp.					0,3%			0,6%	0,7%	0,3%	
<i>Polypodiaceoisporites gracilimus</i>											
<i>Camarozonosp. decorus</i>			0,3%			0,3%		0,3%			
<i>Camarozonosp. heskemensis</i>			0,3%					0,3%			
<i>Cicatricosisporites pseudodorog.</i>											
<i>Laevigatosporites haardti/discordat.</i>								0,3%	0,3%	0,3%	
<i>Verrucatosporites (micro)favus</i>							0,3%				
<i>Reticuloidosporites dentatus</i>										0,3%	
<i>Pityosporites labdacus</i>	0,9%	1,2%	1,2%		0,6%	1,2%	1,4%	0,6%	1,0%	1,0%	0,3%
<i>Inaperturopollenites</i> spp.	0,3%	1,5%	0,9%	0,7%	0,6%	0,6%	1,7%		2,3%	2,7%	0,6%
<i>Milfordia minima</i>		0,6%	0,6%	0,7%	1,0%	2,0%	2,0%	3,6%	3,0%	1,0%	0,6%
<i>Milfordia incerta</i>		0,3%	0,6%		1,6%	1,7%	1,7%	1,1%		0,3%	0,3%
<i>Sparganiaceapollenites</i> spp.				0,7%	0,6%	0,6%	2,4%	3,6%	3,3%	3,4%	4,0%
<i>Emmapollis pseudoemmaensis</i>				0,3%			0,3%		0,3%		
<i>Monocolpopollenites tranquillus</i>	0,3%	0,6%	0,9%		0,6%	0,9%	1,7%	1,9%	3,0%	1,7%	2,8%
<i>Arecipites</i> spp.			0,3%								0,6%
<i>Spinizonocolpites</i> spp.			0,3%		0,6%	0,6%	0,3%	0,8%	5,4%	2,4%	0,6%
<i>Punctilongisulcites microechinatus</i>						0,3%		0,6%			1,2%
<i>Dicolpopollis kockeli</i>		1,2%	0,3%		0,3%	0,3%	0,3%	0,8%			
<i>Diporoconia iszkaszentgyoergyi</i>											
<i>Pompeckjoidaepoll. subhercynicus</i>	7,1%	0,3%	3,5%	1,3%	1,3%	2,9%	2,4%	0,8%	1,3%	1,7%	
<i>Nudopollis terminalis</i>	0,6%	0,3%	0,6%	1,0%	0,6%	1,2%		1,4%		0,3%	
<i>Basopollis orthobasalis</i>		0,3%	0,3%	0,3%							
<i>Interpollis (micro)supplingensis</i>							0,3%	0,3%	0,3%		
<i>Plicapollis pseudoexcel. turg./semiturg.</i>	0,9%	0,3%	1,2%	1,6%	1,9%	2,0%	3,1%	4,4%	5,0%	3,1%	4,3%
<i>Plicapoll. pseudoexcel. microturgidus</i>				0,3%		0,3%		0,8%	0,7%	0,3%	0,3%
<i>Triatriopollenites rurensis</i>	0,6%	0,6%	0,9%	1,3%	1,0%	2,9%	2,0%	0,6%	0,7%	2,0%	1,9%
<i>Triatriopollenites bituitus</i>	2,1%	1,9%	2,0%	1,3%	2,9%	4,9%	3,1%	7,2%	3,0%	2,7%	1,6%
<i>Triatriopollenites myricoides</i>	0,3%	0,6%	0,3%	1,0%		0,3%	1,0%	0,8%	0,3%	0,3%	1,2%
<i>Pilicatopollis</i> spp.		2,5%	0,9%	2,6%	0,6%	3,5%	1,0%	1,1%	2,0%	1,7%	0,9%
<i>Momipites punctatus</i>	7,1%	4,3%	4,1%	4,3%	5,8%	4,3%	3,7%	3,3%	2,7%	2,4%	3,7%
<i>Momipites quietus</i>	0,6%	0,3%	0,3%	1,0%	1,9%			0,6%	0,7%	0,7%	0,9%
<i>Platycaryapollenites platycaryoides</i>	1,2%	1,9%	0,6%	0,7%	0,3%	1,7%	0,7%	0,6%	1,7%	0,7%	0,6%
<i>Platycaryapollenites semicyclus</i>		0,3%					0,3%	0,3%	1,0%	0,3%	0,6%
<i>Caryapoll. triangulus/circulus</i>							0,3%	0,3%			
<i>Subtriporopoll. anulatus/constans</i>	1,2%	0,3%	0,9%		1,0%	0,9%	0,3%	0,3%		0,3%	0,9%
<i>Triporopollenites rhenanus</i>	0,3%		1,2%	0,7%	0,3%	0,9%	0,3%	0,3%			0,3%
<i>Triporopollenites robustus/coryloides</i>	22,0%	18,5%	13,7%	11,5%	19,5%	13,5%	18,0%	12,1%	8,7%	9,5%	3,7%
<i>Triporopollenites megagrifer</i>	0,6%			0,3%	0,6%						
<i>Trivestibulopollenites betuloides</i>	1,2%		1,5%		0,3%	1,4%		0,3%		0,3%	0,6%
<i>Intratriporopollenites microinstructus</i>			0,6%			0,3%			0,7%		
<i>Bombacidites</i> spp.			0,3%		0,3%			0,3%		0,3%	
<i>Anacolosidites (pseudo)effatus</i>						0,3%					

## Profil G: Zwischenmittel 5/6

Seite 2

	G/1	G/2	G/3	G/4	G/5	G/6	G/7	G/8	G/9	G/10	G/11
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>			0,3%	0,3%			0,3%	0,3%	0,7%	1,0%	0,6%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>	0,6%	0,3%	0,6%	1,3%	0,3%	1,2%	0,7%	1,1%	0,3%	1,4%	0,9%
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,3%		0,3%	0,3%	0,3%	0,3%			0,3%	0,7%	0,9%
<i>Brosipollis striatobrosus</i>											
<i>Brosipollis salebrosus</i>	0,3%	0,3%									
<i>Thomsonipollis magnificus</i>			0,6%					0,3%			
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	1,2%	1,2%	2,0%	2,6%	2,2%	1,4%	2,7%	1,7%	1,7%	2,0%	0,3%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>											
<i>Pentapollis pentangulus</i>										0,3%	
<i>Reevesiapollis triangulus</i>						0,3%		0,3%			
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michroenrici</i>	29,2%	25,0%	23,4%	29,9%	14,7%	21,0%	13,2%	22,0%	14,4%	13,2%	28,3%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,3%	0,3%	0,6%		0,3%					0,7%	0,3%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>		1,5%	0,9%	1,0%	2,2%	3,2%	1,4%	2,2%	3,7%	0,3%	3,7%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>			0,6%		0,6%	0,3%	2,0%	1,7%	2,0%	0,3%	0,3%
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	10,7%	21,0%	21,1%	17,8%	13,1%	6,3%	11,5%	7,4%	15,1%	19,7%	21,1%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>						0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	1,4%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	1,2%		1,2%	1,6%	0,6%	0,3%	0,7%	0,6%	0,3%	0,3%	0,3%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>				0,3%	0,6%				0,3%	2,0%	
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>											
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>									0,3%	0,3%	
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>		0,3%			0,3%	0,6%		0,3%		0,3%	
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>		0,6%	0,9%	2,6%	1,9%	0,6%	3,1%	0,3%	3,3%	3,7%	3,1%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,9%		0,3%	0,3%	1,3%	0,9%	0,7%	0,8%	1,0%	0,3%	0,6%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>		0,3%		0,7%	0,3%	0,6%		0,3%	0,3%	0,3%	0,6%
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>											
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>			0,6%		0,6%		0,3%	0,6%			
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>										0,3%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum -Typ)</i>							0,7%	0,3%			
<i>Zonocostites ramonae</i>							0,3%	0,6%	0,3%	0,3%	
<i>Spinaepollis spinosus</i>				0,3%				0,3%			
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,6%		0,6%	0,3%	1,6%	0,9%	1,4%	1,4%	2,0%	0,7%	0,9%
<i>Ilexpollenites spp.</i>	0,6%	3,1%	0,9%	2,0%	2,2%	1,7%	2,7%	1,1%	0,7%	1,0%	0,9%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>						0,3%				0,3%	0,3%
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	0,6%	2,8%	3,5%	2,0%	4,2%	2,9%	4,7%	1,7%	2,3%	2,4%	1,2%
<i>Droseridites echinosporus</i>			0,3%					0,3%			
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	3,9%	1,9%	0,3%	1,0%	2,2%	2,3%	0,7%	1,1%	1,0%	0,7%	
Varia	2,4%	3,1%	2,3%	3,6%	3,8%	3,7%	3,1%	2,8%	1,0%	4,7%	2,2%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>		0,3%	0,3%		1,3%	0,9%		0,6%	0,3%		
<i>Planctonites stellarius</i>		0,3%	0,3%	0,3%	1,0%	0,6%	1,0%	0,6%			
sonst. Süßwasseralgen				0,3%		0,3%		0,3%	0,3%		
Dinoflagellaten-Zysten			0,9%	1,0%	2,6%	1,2%	4,4%	3,6%	6,4%	5,4%	
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )			0,6%			0,3%	0,7%	0,6%			0,6%
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )					0,3%	0,3%					
Foraminifere											
SUMME		0,6%	2,0%	1,6%	5,1%	3,5%	6,1%	5,5%	7,0%	5,4%	0,6%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil G: Zwischenmittel 5/6

Seite 4

	G/12	G/13	G/14	G/15	G/16	G/17	G/18	G/19	G/20	G/21
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	1,5%		0,6%	0,7%	0,3%		0,6%	0,6%	0,3%	0,3%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>		1,0%	0,6%	1,0%	1,3%	1,2%	0,6%	0,6%	0,3%	1,7%
<i>Labrapollis labraferus</i>		0,3%		0,3%		0,9%	0,3%		0,3%	0,3%
<i>Brosipollis striatobrosus</i>										
<i>Brosipollis salebrosus</i>			0,3%							
<i>Thomsonipollis magnificus</i>				0,3%						
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	0,4%	1,4%	5,2%	0,7%	3,4%	1,8%	0,6%	0,8%	2,3%	0,3%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>										
<i>Pentapollis pentangulus</i>				0,3%						
<i>Reevesiapollis triangulus</i>										
<i>Tricolpopoll. liblarensis/micrhoenrici</i>	17,7%	10,8%	20,8%	14,5%	11,7%	10,3%	6,4%	8,0%	15,8%	27,1%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,8%	1,0%	0,3%		0,3%			0,6%		0,3%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	1,2%	1,4%	1,9%	1,0%	0,7%	0,9%	0,3%	0,6%	2,3%	1,4%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>	0,4%	1,7%	0,6%		0,7%	0,6%	0,3%		0,3%	
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	22,3%	19,9%	11,4%	11,8%	9,4%	16,5%	9,6%	3,9%	9,3%	3,7%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>	0,4%	0,3%	0,6%		0,3%	1,5%				
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>				0,3%			0,6%	0,3%	0,3%	1,1%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>				0,7%						
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>										
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>		0,3%								
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>		0,3%	0,6%		1,3%					
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	2,3%	2,4%	2,9%	5,7%	3,0%	2,9%	3,5%	1,4%	0,8%	0,3%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,4%			0,3%			0,3%	0,3%		0,6%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>		0,3%	1,6%			0,3%	0,6%			0,3%
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>										0,6%
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,4%		0,3%						0,3%	0,6%
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>	0,4%		0,3%	0,3%						
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>				0,3%					0,3%	1,1%
<i>Zonocostites ramonae</i>	0,4%			0,3%		0,6%				
<i>Spinaepollis spinosus</i>										
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,8%	1,0%	0,3%			0,6%			0,6%	
<i>Ilexpollenites spp.</i>	0,4%	0,7%	1,3%		0,3%	0,3%	0,6%		0,6%	4,2%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>		0,3%	0,3%					0,6%		
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	2,3%	1,7%	2,3%	1,0%	2,0%	0,3%	1,6%	1,1%	1,1%	8,2%
<i>Droseridites echinosporus</i>										
<i>Ericipites callidus/ericus</i>		1,4%			1,3%	0,3%	0,6%	0,3%	0,3%	1,4%
Varia	3,8%	3,8%	3,2%	3,7%	3,4%	3,2%	0,6%	1,1%	2,0%	3,4%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>	0,4%		0,6%			0,3%				
<i>Planctonites stellarius</i>			0,3%	0,3%				0,3%		
sonst. Süßwasseralgen			0,3%							
Dinoflagellaten-Zysten	1,2%	13,2%	9,7%	5,4%	8,1%	1,8%	2,9%	0,3%		
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )		0,3%	0,3%			0,3%				
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )		0,3%								
Foraminifere										
SUMME	1,5%	13,9%	11,4%	5,7%	8,1%	2,4%	2,9%	0,6%		



Maximalwert der Form in diesem Profil



Profil H: Flöz Wulfersdorf 5

Seite 2

	H/1	H/2	H/3	H/4	H/5	H/6	H/7	H/8	H/9	H/10	H/11	H/12	H/13	H/14	H/15	H/16	H/17	H/18	H/19
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	0,3%						0,6%	0,3%		0,3%		0,3%		0,3%	0,3%	0,8%		1,0%	
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>																			
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,3%						0,3%		0,3%		0,6%			0,6%					
<i>Brosipollis striatobrosus</i>																			
<i>Brosipollis salebrosus</i>			0,3%				0,6%							0,3%				0,7%	
<i>Thomsonipollis magnificus</i>																			
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	2,4%	1,8%	0,3%	0,6%	1,0%		0,3%	0,6%	1,0%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%		1,9%	1,1%	1,0%	1,0%	0,3%
<i>Corsiniipollenites oculus-noctis</i>																			
<i>Pentapollis pentangulus</i>																			
<i>Reevesiapollis triangulus</i>																			
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michroenrici</i>	22,7%	23,6%	33,7%	6,8%	28,8%	9,2%	12,4%	10,2%	9,3%	15,7%	10,1%	24,2%	11,3%	15,7%	5,8%	9,0%	9,5%	19,0%	44,7%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,9%	0,3%	0,3%				0,3%	0,3%				0,3%	0,3%					0,3%	
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>		1,2%	1,3%	0,3%	1,7%	1,2%	0,9%	0,3%	0,7%	0,6%	0,3%	0,6%	1,0%	0,9%	1,1%	0,8%		0,7%	
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>						0,3%					0,3%	0,3%	0,6%	0,6%				0,3%	
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	2,7%	11,3%	10,1%	26,2%	18,2%	34,6%	32,3%	27,8%	16,6%	18,3%	28,4%	9,7%	42,4%	21,7%	11,1%	9,9%	7,1%	9,8%	12,5%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>																			
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	2,7%	1,8%	0,7%	1,2%	2,6%	1,4%	1,6%	0,9%	1,0%	0,8%	0,9%	0,6%	1,3%	3,0%	3,0%	2,2%	1,4%	0,3%	5,6%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>																			
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>																			
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>																			
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>									0,3%	0,3%									
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	1,2%	0,6%	1,3%		1,0%			0,3%	0,7%		0,6%	0,6%	0,3%		0,3%				
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,6%	0,3%		0,6%	0,3%	0,6%	0,3%	0,3%		0,6%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,8%	0,3%		1,0%	
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	1,5%	0,3%		0,6%		0,3%		0,9%			0,3%	0,3%	0,6%		0,3%			0,3%	0,3%
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>													0,3%						
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>			0,3%	0,3%		0,3%	0,6%	0,6%	0,3%	0,6%		0,6%		0,3%	0,8%	0,8%	0,3%	1,0%	0,9%
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>						0,3%												0,3%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>								0,3%		0,3%	0,3%		0,3%			0,3%			
<i>Zonocostites ramonae</i>																			
<i>Spinaepollis spinosus</i>					0,3%	0,3%		0,6%	0,3%							0,3%	0,3%		
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,6%	1,8%	2,0%	1,2%	0,7%	1,7%	0,9%	1,2%	2,3%	1,7%	0,6%	0,9%	0,3%	0,3%	0,6%	0,5%	1,0%	2,0%	0,6%
<i>Illexpollenites spp.</i>	4,2%	1,8%	2,4%	1,5%	2,0%	0,3%	0,9%	1,2%	2,3%	1,7%	2,2%	1,2%	0,6%	1,5%	1,7%	1,1%	2,0%	1,6%	1,9%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>			0,3%			0,3%													
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	1,2%	1,2%	2,0%	2,8%	2,6%	2,0%	5,9%	5,0%	5,3%	5,3%	2,5%	4,5%	2,9%	5,1%	8,9%	6,0%	5,7%	5,6%	1,9%
<i>Droseridites echinosporus</i>								0,3%											
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	1,5%	5,1%	2,4%	5,8%	2,6%	2,6%	1,9%	3,2%	5,6%	3,1%	1,6%	2,1%	2,3%	1,8%	6,9%	5,2%	1,0%	3,3%	0,9%
Varia	6,1%	6,0%	6,3%	5,8%	5,3%	4,9%	4,3%	5,8%	4,7%	6,2%	4,7%	5,7%	4,8%	5,7%	5,8%	5,8%	5,1%	6,2%	4,1%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>	3,0%							0,3%				2,1%							0,3%
<i>Planctonites stellarius</i>	0,6%	0,3%		0,3%	0,3%	3,7%	0,6%	0,3%		0,6%	0,6%		1,0%	0,6%	0,3%	1,1%	2,7%	1,3%	
Dinoflagellaten-Zysten																			
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )																			
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )																			
Foraminifere																			
SUMME	3,6%	0,3%		0,3%	0,3%	3,7%	0,6%	0,6%		0,6%	0,6%	2,1%	1,0%	0,6%	0,3%	1,1%	2,7%	1,3%	0,3%



Maximalwert der Form in diesem Profil

## Profil I: Flöz Wulfersdorf 5

Seite 1

	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/7	I/8	I/9	I/10	I/11	I/12	I/13	I/14	I/15	I/16	I/17
<i>Leiotriletes</i> spp.	0,3%	1,0%			0,6%												
<i>Toroisporis</i> spp.																	
<i>Baculatisporites</i> spp.																	
<i>Stereisporites</i> spp.									0,3%		0,3%			0,6%			0,3%
<i>Tegumentisporites sculpturoides</i>																	
<i>Cicatricosisporites</i> spp.																	
<i>Polypodiaceoisporites gracilimus</i>																	
<i>Camazonosp. decorus</i>					0,3%												
<i>Camazonosp. heskemensis</i>																	
<i>Cicatricosisporites pseudodrog.</i>																	
<i>Laevigatosporites haardtii/discordat.</i>		0,3%	0,5%		0,3%						0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,6%		0,3%
<i>Verrucatosporites (micro)favus</i>		0,3%		0,3%				0,3%					0,6%	0,3%			
<i>Reticuloidosporites dentatus</i>			0,3%														
<i>Pityosporites labdacus</i>	0,3%		0,5%	1,4%	1,7%	0,7%	0,6%	2,6%	2,0%	0,9%		0,3%	2,2%	0,9%			0,3%
<i>Inaperturopollenites</i> spp.	0,5%	0,3%	0,5%	2,8%	0,9%	0,4%	0,6%	0,3%	0,3%	0,9%	3,8%	0,5%	4,8%	3,1%	1,5%		2,8%
<i>Milfordia minima</i>	5,4%	2,4%															1,9%
<i>Milfordia incerta</i>	0,3%	0,3%												0,3%			
<i>Sparganiaceapollenites</i> spp.	0,3%		0,3%														3,1%
<i>Emmapollis pseudoemmaensis</i>																	
<i>Monocolpopollenites tranquillus</i>	0,3%	2,1%		0,3%	0,3%	0,4%	0,8%		0,3%	1,4%		0,5%	1,0%	0,9%			0,6%
<i>Arecipites</i> spp.												0,3%					1,9%
<i>Spinizonocolpites</i> spp.	0,8%	0,3%															0,3%
<i>Punctilongisulcites microechinatus</i>																	
<i>Dicolpopollis kockeli</i>	0,3%	0,3%		0,3%							0,3%					0,3%	
<i>Diporoconia iszkaszentgyoergyi</i>																	
<i>Pompeckjoidaepoll. subhercynicus</i>			0,8%	5,0%	2,0%	0,4%	0,3%	0,9%	0,6%	0,6%	0,3%	1,4%	0,6%	0,9%	0,3%		0,3%
<i>Nudopollis terminalis</i>		0,3%			0,6%							0,3%			0,3%	0,3%	0,3%
<i>Basopollis orthobasalis</i>																	
<i>Interpollis (micro)supplingensis</i>																	
<i>Plicapollis pseudoexcel. turg./semiturg.</i>	51,5%	12,8%	0,3%	1,1%	0,3%	0,4%	0,6%	0,3%	0,6%	0,3%		0,3%	0,3%	0,9%		0,8%	13,3%
<i>Plicapoll. pseudoexcel. microturgidus</i>	0,3%	0,8%			0,3%						0,7%			0,9%	0,3%		
<i>Triatriopollenites rurensis</i>	1,1%	2,4%	0,5%	1,1%	0,6%		0,8%	1,7%	0,6%	0,9%	0,3%	0,8%	0,3%	0,6%	0,6%		
<i>Triatriopollenites bituitus</i>	1,1%	3,7%	0,5%	1,4%	2,0%	1,1%	1,1%		1,7%	0,6%	0,7%		1,0%	2,0%		0,6%	1,1%
<i>Triatriopollenites myricoides</i>	0,8%		0,8%	2,5%	0,6%	0,7%	2,8%	0,9%	1,1%	0,3%	1,7%	1,6%		0,6%	1,5%	1,1%	1,1%
<i>Pilicatopollis</i> spp.		1,6%	0,8%	0,6%	1,7%	0,4%	0,6%	0,3%	1,1%	1,2%	2,4%	1,1%	1,0%	3,1%	1,5%	0,8%	0,9%
<i>Momipites punctatus</i>	0,8%	1,6%	1,6%	2,2%	0,3%	1,1%	2,5%	2,6%		1,2%	2,1%	1,6%	2,6%	0,9%	1,5%	2,5%	
<i>Momipites quietus</i>	0,3%	1,0%	0,5%	0,6%	0,3%	0,7%	1,4%		0,3%	0,3%	1,0%	0,8%	1,3%	0,3%	1,5%	0,3%	
<i>Platycaryapollenites platycaryoides</i>			0,3%	0,6%	0,3%	1,1%	0,6%	0,9%	0,6%	0,6%	0,3%	0,8%	1,0%	0,9%	3,8%	0,6%	0,3%
<i>Platycaryapollenites semicyclus</i>							0,3%						0,3%			0,3%	0,3%
<i>Caryapoll. triangulus/circulus</i>				0,3%	0,3%		0,3%			0,3%	0,7%	0,3%		0,6%	0,6%		
<i>Subtriporopoll. anulatus/constans</i>	0,3%	0,8%		0,3%	0,9%	0,7%		0,6%	0,3%	0,3%	1,4%	1,9%	3,5%	2,0%	2,0%	2,5%	0,6%
<i>Triporopollenites rhenanus</i>	0,5%	3,4%	1,1%	0,8%	0,6%		0,6%	0,9%		1,2%	1,0%	2,5%	3,2%	0,9%	1,2%	1,7%	
<i>Triporopollenites robustus/coryloides</i>	6,0%	11,3%	22,5%	22,2%	37,1%	23,1%	18,8%	22,2%	26,9%	30,1%	11,2%	21,1%	23,1%	19,1%	19,9%	14,4%	10,0%
<i>Triporopollenites megagranifer</i>				0,6%				0,6%		0,3%	0,3%	2,2%	1,3%	0,9%	3,8%	0,3%	
<i>Trivestibulopollenites betuloides</i>																	
<i>Intratiporopollenites microinstructus</i>						0,4%											
<i>Bombacacidites</i> spp.																	
<i>Anacolosidites (pseudo)efflatus</i>						0,4%						0,3%					

## Profil I: Flöz Wulfersdorf 5

Seite 2

	I/1	I/2	I/3	I/4	I/5	I/6	I/7	I/8	I/9	I/10	I/11	I/12	I/13	I/14	I/15	I/16	I/17
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>						0,4%						0,3%					0,3%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>																	
<i>Labrapollis labraferus</i>		0,3%									0,3%	0,3%	0,3%				
<i>Brosipollis striatobrosus</i>																	
<i>Brosipollis salebrosus</i>			0,3%	0,3%													
<i>Thomsonipollis magnificus</i>																	
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	1,4%	2,9%	0,5%	0,3%	0,3%		0,3%		0,3%		1,0%	1,4%		0,9%	1,2%	0,3%	2,6%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>																	
<i>Pentapollis pentangulus</i>																	
<i>Reevesiapollis triangulus</i>		0,3%	0,3%										0,3%				
<i>Tricolpopoll. liblarensis/micrhoenrici</i>	10,8%	30,9%	21,6%	28,3%	7,7%	9,3%	14,3%	8,4%	9,1%	9,9%	54,5%	20,3%	18,3%	35,1%	38,0%	19,4%	26,4%
<i>Tricolpopoll. asper</i>				0,3%	0,3%												0,9%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	1,1%	2,1%	1,4%	1,1%	0,3%	1,5%	0,3%	0,9%	1,1%	1,4%	1,4%	1,9%	1,0%	1,1%	1,8%	0,3%	3,3%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>					0,3%								0,3%			0,3%	0,3%
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	11,1%	7,3%	35,6%	18,3%	26,9%	46,6%	38,9%	45,0%	44,0%	30,4%	5,9%	25,8%	23,1%	8,3%	11,4%	42,1%	17,2%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>																	
<i>Tricolporop. megaexactus</i> spp.	0,5%	0,8%		0,3%		1,5%	2,2%	0,6%	1,1%	3,8%	1,4%	3,6%	1,9%	2,3%	1,8%	2,5%	1,9%
<i>Tricolporopollenites staresedoensis</i>																	
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>																	
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>																	
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>			0,3%						0,3%								
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	0,3%	1,6%	0,8%		0,3%	0,7%	0,3%	1,4%		1,2%		0,8%		0,6%	0,6%	1,9%	1,4%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>			0,3%	0,3%		0,4%			0,3%	0,3%				0,9%			
<i>Tricolporop. sole de portai</i>				0,3%	0,3%		0,3%					0,3%			0,3%	0,3%	1,1%
<i>Tricolporopoll. vancampoeae</i>																	
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>		0,3%		0,3%	0,6%			0,3%		0,3%			0,3%	0,3%		0,6%	0,6%
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>		0,3%															0,3%
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>	0,3%							0,3%					0,3%	0,3%			
<i>Zonocostites ramonae</i>																	
<i>Spinaepollis spinosus</i>			0,3%			0,4%	0,3%	0,3%			0,3%						0,3%
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,3%	0,3%			0,9%		0,6%	0,3%	0,6%	0,9%		0,3%					0,3%
<i>Illexpollenites</i> spp.	0,3%	2,4%	0,8%	1,4%		0,4%	0,6%	0,9%	1,1%	0,9%	1,0%	0,8%	1,3%	1,7%	0,6%	0,3%	0,3%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>																	
<i>Tetracolporopollenites</i> spp.	0,5%	0,5%	1,4%	0,6%	5,1%	1,5%	2,5%	2,3%	2,3%	2,3%	0,3%	1,4%	1,3%	2,6%	1,2%	1,4%	0,6%
<i>Droseridites echinosporus</i>																	
<i>Ericipites callidus/ericus</i>		0,3%	1,6%	1,7%	3,4%	2,2%	4,5%	1,2%	0,6%	4,1%	0,3%	1,1%	0,6%	1,7%	0,6%	0,8%	
Varia	2,4%	3,4%	2,7%	2,8%	2,0%	3,0%	2,5%	3,2%	2,6%	3,5%	3,8%	3,0%	2,6%	3,7%	2,0%	3,6%	3,1%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>	0,5%	0,3%											1,0%	0,6%	0,3%		
<i>Planctonites stellaris</i>	0,3%		0,3%				0,3%	0,3%	0,3%	1,4%	5,2%		1,3%	1,4%	1,8%		
Dinoflagellaten-Zysten														0,3%			1,1%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )																	
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )																	
Foraminifere																	
SUMME	0,8%	0,3%	0,3%				0,3%	0,3%	0,3%	1,4%	5,2%		2,2%	2,3%	2,0%		1,1%

 Maximalwert der Form in diesem Profil





## Profil J: Zwischenmittel 4/5

Seite 2

	J/1	J/2	J/3	J/4	J/5	J/6	J/7	J/8	J/9	J/10	J/11	J/12	J/13	J/14
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	0,7%	1,0%	1,1%	0,6%	0,8%	0,6%	1,2%		0,8%		0,8%	0,7%	0,4%	0,4%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>			0,4%				1,2%	0,4%	0,4%	0,7%	0,8%	1,9%	0,4%	
<i>Labrapollis labraferus</i>			0,4%		0,4%		0,8%			0,4%				
<i>Brosipollis striatobrosus</i>														
<i>Brosipollis salebrosus</i>						0,3%	0,4%							
<i>Thomsonipollis magnificus</i>														
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	1,0%	3,3%	3,0%	1,7%	1,6%	2,9%	3,1%	1,8%	4,2%	1,8%	1,9%	3,7%	4,6%	5,4%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>														
<i>Pentapollis pentangulus</i>									0,4%				0,4%	0,4%
<i>Reevesiapollis triangulus</i>														
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michoenrici</i>	7,9%	18,4%	5,7%	18,5%	12,0%	9,6%	16,3%	24,2%	21,2%	30,3%	17,6%	27,0%	10,3%	15,6%
<i>Tricolpopoll. asper</i>		1,3%		0,9%				1,5%		2,2%				0,8%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	0,3%		0,4%	0,6%	0,4%	0,3%	0,4%	2,9%	0,8%	1,1%	1,5%	0,7%		0,8%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>		0,7%	0,4%	1,1%		1,0%	0,8%	0,4%					0,4%	0,4%
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	36,1%	5,0%	18,6%	14,2%	19,5%	0,6%	15,9%	5,9%	9,7%	15,1%	24,9%	13,1%	34,6%	28,8%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>	2,3%		0,4%		0,8%		0,8%	0,4%			0,8%		0,8%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>		0,7%	0,4%	1,7%	1,2%		0,4%				0,8%	0,4%		0,4%
<i>Tricolporopollenites stareddoensis</i>									0,4%	0,4%			0,4%	0,4%
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>	0,3%		1,1%				0,8%	1,1%	0,8%	0,4%	2,3%			
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>			0,4%				0,8%	0,7%	1,5%	1,5%	0,8%	0,7%		
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>			0,4%									0,4%		
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>		1,3%	1,1%	1,1%	0,8%	1,9%	1,2%	2,9%	1,9%	1,8%	1,5%	3,0%	4,2%	1,2%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,3%	0,3%	0,8%			0,3%		1,1%	0,4%	0,4%				0,8%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,3%	0,7%		0,9%		0,6%	0,4%		0,4%		0,4%	0,7%		
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>					0,4%	0,3%	0,4%	0,7%	0,4%		0,4%	0,4%	0,4%	0,8%
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>		0,7%	0,4%	0,9%		0,6%	0,4%	0,7%	0,4%		1,1%	1,1%	0,4%	0,8%
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia-Typ)</i>		0,7%	0,4%	0,3%	0,8%	1,3%		0,4%	0,4%					
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>	0,3%	0,3%		0,3%		0,3%	0,4%							
<i>Zonocostites ramonae</i>			0,4%				0,8%		0,4%	0,4%	0,4%	0,7%	0,4%	
<i>Spinaepollis spinosus</i>														
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,7%		0,8%	0,9%	1,2%	0,3%	0,4%	1,1%	0,4%	0,4%	0,4%	1,1%	0,4%	0,4%
<i>Ilexpollenites spp.</i>	1,0%	0,7%	1,1%	0,9%		1,0%	0,8%	1,8%	1,2%	0,7%	0,4%		0,8%	
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>														
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	1,0%	1,0%	1,5%	1,7%	0,8%	1,6%		0,4%	0,4%	1,5%	1,5%	1,5%	0,8%	0,4%
<i>Droseridites echinosporus</i>														
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	1,0%	1,0%	0,4%	2,0%	2,0%	4,8%	0,8%	0,7%	1,9%		0,4%	0,4%		0,4%
Varia	4,9%	6,7%	5,7%	5,1%	5,6%	11,5%	4,3%	8,1%	5,8%	6,6%	4,2%	4,5%	6,1%	5,1%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>				1,1%	1,2%	1,9%			1,9%			0,4%		
<i>Planctonites stellarius</i>				0,3%		0,3%		0,4%						
sonst. Süßwasseralgen											0,8%			
Dinoflagellaten-Zysten	1,0%	1,3%	1,9%	0,3%	2,8%	0,3%	1,9%	0,4%	0,8%					0,8%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )								0,4%	0,8%					
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )			0,4%									0,4%		
Foraminifere														
SUMME	1,0%	1,3%	2,3%	1,7%	4,0%	2,5%	1,9%	1,1%	3,5%		0,8%	0,7%		0,8%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil K: Zwischenmittel 4/5

Seite 2

	K/1	K/2	K/3	K/4	K/5	K/6	K/7	K/8	K/9	K/10	K/11	K/12
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>		0,3%					0,4%	0,7%	1,1%	0,4%		
<i>Celtpollenites intrastr./laevigatus</i>			0,4%				0,7%		0,8%		1,0%	0,4%
<i>Labrapollis labraferus</i>												
<i>Brosipollis striatobrosus</i>												
<i>Brosipollis salebrosus</i>							0,7%					
<i>Thomsonipollis magnificus</i>									0,4%			
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>		1,3%	1,9%	4,3%	5,1%	2,3%	4,7%	3,3%	5,3%	3,1%	0,7%	3,8%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>												
<i>Pentapollis pentangulus</i>		0,3%			0,3%		0,4%	0,7%	0,4%		0,3%	
<i>Reevesiapollis triangulus</i>												
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michoenrici</i>	10,6%	18,4%	16,9%	11,8%	14,2%	15,9%	9,8%	11,2%	14,3%	14,0%	21,0%	30,4%
<i>Tricolpopoll. asper</i>		0,6%		0,8%	0,3%	0,8%			0,4%	1,6%	1,4%	0,8%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	0,6%	0,3%	0,8%		0,3%	0,8%		0,3%	1,1%		3,1%	0,4%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>			0,4%			0,4%					0,3%	
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	50,6%	12,7%	15,8%	7,8%	10,8%	20,9%	13,8%	9,2%	8,7%	12,8%	15,8%	13,7%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>	0,6%		1,2%		0,3%		0,4%			0,8%	0,3%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	1,9%	1,9%		0,4%	0,7%	0,4%	0,7%	0,3%	1,1%		0,7%	0,4%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>					0,3%							
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>												
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>	0,6%	0,3%			0,3%	0,8%		0,7%				0,4%
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>			0,4%	0,4%					0,4%			
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>		0,9%	2,3%	2,0%	2,0%	3,9%	5,1%	1,0%	3,0%	1,6%	1,4%	1,1%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>		0,3%	0,4%	0,4%		0,4%	1,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,7%	
<i>Tricolporop. sole de portai</i>		0,6%		0,8%	1,0%	0,8%	0,7%	0,7%	0,8%	1,2%	0,7%	1,5%
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>	0,6%				0,3%				0,4%			
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>		0,3%	0,4%			1,2%	0,7%	0,3%	0,8%	0,4%		
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>				0,4%			0,4%			2,7%		
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>			0,4%		0,3%	0,4%	0,4%	0,3%				
<i>Zonocostites ramonae</i>						0,8%	0,4%			0,4%	2,7%	
<i>Spinaepollis spinosus</i>		0,6%		0,4%	0,7%			0,7%				
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,6%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%		1,5%	0,3%	0,4%	1,2%	0,7%	0,4%
<i>Illexpollenites spp.</i>	0,6%	1,3%	0,8%	0,4%		0,8%		1,0%	0,4%	0,8%	0,7%	
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>				0,4%	0,3%							
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	3,1%	1,3%	3,8%	2,4%	0,7%	1,9%	1,8%	2,3%	3,4%	3,5%	1,7%	0,4%
<i>Droseridites echinosporus</i>							0,4%					
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	2,5%	1,3%	1,9%	2,0%	2,0%	1,6%	2,9%	3,9%	1,1%	1,6%	0,3%	0,4%
Varia	3,1%	4,4%	3,8%	3,9%	5,4%	5,8%	3,3%	4,6%	6,0%	3,5%	2,7%	6,1%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>			1,5%	0,8%			0,7%	0,7%	0,8%	0,4%	1,7%	1,1%
<i>Planctonites stellarius</i>		0,3%	0,4%	0,8%			0,4%	0,3%	0,8%		0,3%	
sonst. Süßwasseralgae								0,3%				
Dinoflagellaten-Zysten				1,2%	5,8%	2,7%	1,1%	3,3%	1,1%	0,4%	0,3%	0,4%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )				0,4%	0,7%		0,4%	0,3%			0,3%	
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )												
Foraminifere												
SUMME		0,3%	1,9%	3,1%	6,4%	2,7%	2,5%	4,9%	2,6%	0,8%	2,7%	1,5%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil K: Zwischenmittel 4/5

Seite 4

	K/13	K/14	K/15	K/16	K/17	K/18	K/19	K/20	K/21	K/22	K/23
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>		0,4%	0,3%	0,4%	0,4%	0,8%	0,3%		0,3%	0,4%	
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>	0,7%	0,4%	1,1%			0,8%		1,1%	0,3%	0,4%	0,3%
<i>Labrapollis labraferus</i>		0,4%					0,6%				
<i>Brosipollis striatobrosus</i>											
<i>Brosipollis salebrosus</i>											
<i>Thomsonipollis magnificus</i>											
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	4,6%	4,3%	1,7%	3,4%	3,8%	6,5%	4,9%	5,7%	3,1%	5,0%	0,3%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>											
<i>Pentapollis pentangulus</i>			0,6%			0,4%		0,4%			0,3%
<i>Reevesiapollis triangulus</i>								0,4%		0,4%	
<i>Tricolpopoll. liblarensis/microhenrici</i>	32,5%	19,5%	26,2%	20,5%	24,1%	15,4%	16,5%	6,9%	17,0%	18,2%	22,2%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%		0,4%		0,4%	1,6%	0,4%	
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	0,7%	0,8%	2,3%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%		1,3%		0,3%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>	0,7%					0,4%		0,4%			
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	13,4%	24,6%	16,6%	17,8%	16,9%	18,8%	26,5%	19,9%	14,8%	17,8%	4,0%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>		0,4%	1,1%		0,4%	0,8%	1,0%	1,1%	0,3%	0,8%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,3%	0,8%	0,3%	0,8%			0,6%		0,6%	0,4%	1,3%
<i>Tricolporopollenites staresedoensis</i>	0,3%	0,4%	0,3%		0,8%	0,8%		0,4%			0,3%
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>											
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>	0,3%			0,4%			1,0%	1,9%		0,4%	
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>		0,4%	0,3%				0,3%	0,8%	0,3%		0,7%
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	4,3%	4,7%	2,5%	3,4%	5,7%	5,8%	2,6%	3,8%	2,2%	4,3%	2,6%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>			0,6%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%		0,6%	0,4%	1,0%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>	0,3%	0,4%	0,6%	0,8%	0,4%	0,4%			0,3%	0,4%	
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>		0,4%					0,3%				
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,7%		0,3%	0,4%			1,0%	0,4%		0,4%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>	0,3%			0,4%							
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>											
<i>Zonocostites ramonae</i>		1,6%	0,3%				0,6%	2,3%			
<i>Spinaepollis spinosus</i>		0,4%	0,3%								
<i>Nyssapollis kruschi</i>			0,3%	0,4%	0,8%	0,4%		0,8%	1,3%	1,2%	0,3%
<i>Ilexpollenites spp.</i>		0,4%	0,8%	1,1%	0,4%	1,5%	0,6%	0,4%		0,4%	
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>											
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	0,3%	1,6%	1,1%	3,4%	0,8%	2,7%	0,6%	1,9%	0,9%	0,4%	0,3%
<i>Droseridites echinosporus</i>											
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	2,0%	0,8%	0,3%	1,1%	0,4%	0,8%	1,3%	1,1%			0,7%
Varia	3,6%	3,1%	3,1%	4,5%	5,0%	4,6%	5,8%	4,6%	5,0%	2,7%	2,0%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>	0,3%	0,4%			0,4%	1,5%	0,3%	0,8%		0,4%	
<i>Planctonites stellarius</i>										0,4%	0,3%
sonst. Süßwasseralgen	0,3%				0,4%	0,4%					1,0%
Dinoflagellaten-Zysten	0,3%		0,6%				1,0%	0,4%			
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )	1,0%	0,4%	1,1%				0,3%	0,4%			
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )											
Foraminifere											
SUMME	2,0%	0,8%	1,7%		0,8%	1,9%	1,6%	1,5%		0,8%	1,3%



Maximalwert der Form in diesem Profil



## Profil L: Zwischenmittel 4/5

Seite 2

	L/1	L/2	L/3	L/4	L/5	L/6	L/7	L/8	L/9	L/10	L/11	L/12	L/13	L/14
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>						0,4%	0,4%	0,8%	0,4%	0,4%		1,2%	1,5%	0,4%
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>			0,4%		0,8%	0,4%					0,8%	0,8%	1,1%	
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,4%	0,4%				0,4%	0,4%		0,4%	0,4%	0,8%			
<i>Brosipollis striatobrosus</i>														
<i>Brosipollis salebrosus</i>					0,4%									
<i>Thomsonipollis magnificus</i>														
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	0,8%		0,4%	1,1%	0,4%	0,4%	2,0%	2,4%	5,2%	2,4%	1,2%	0,4%	2,3%	1,2%
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>														
<i>Pentapollis pentangulus</i>						0,4%						0,4%	0,4%	
<i>Reevesiapollis triangulus</i>						0,4%		0,4%						
<i>Tricolpopoll. liblarensis/micrhoenrici</i>	26,3%	4,5%	10,4%	12,2%	23,6%	26,9%	18,4%	27,6%	12,7%	14,9%	34,6%	38,7%	4,9%	15,2%
<i>Tricolpopoll. asper</i>						0,4%								1,2%
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>	0,4%	1,1%	0,9%	0,4%	0,4%		0,8%	0,4%	0,4%	0,4%	1,2%	0,8%		2,3%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>				0,4%	0,8%	0,4%	0,4%							
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	13,9%	48,3%	46,3%	17,5%	12,8%	18,8%	23,4%	13,4%	9,1%	18,4%	6,6%	13,4%	20,7%	23,0%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>					0,4%								0,8%	0,4%
<i>Tricolporop. megaexactus</i> spp.	3,0%	1,5%	0,4%	1,9%	0,4%	0,8%	0,4%	0,4%	0,4%	0,8%	1,2%	1,6%	0,4%	1,6%
<i>Tricolporopollenites staresedoensis</i>								0,4%			0,4%			
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>				1,1%	0,4%	0,4%	0,4%	0,8%	0,8%	2,0%	1,2%		0,4%	1,2%
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>				1,1%			0,8%	0,4%	0,4%	0,4%			1,1%	
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>				1,1%				0,4%						0,4%
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>		0,4%	0,9%	1,1%	2,9%	1,9%	2,0%	1,6%	2,0%	1,2%	3,7%	2,4%	3,8%	5,4%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,8%		0,4%		0,4%		0,4%	0,4%		1,6%	0,4%			0,4%
<i>Tricolporop. sole de portai</i>		0,4%		0,8%	0,4%	1,5%			0,4%	0,4%	1,2%	0,4%		
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>				0,4%										
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>	0,4%			0,4%		0,8%		0,8%		0,4%	0,4%		0,8%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>						0,4%							0,8%	0,4%
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>		0,4%	0,4%	0,4%								0,4%		
<i>Zonocostites ramonae</i>						0,4%				0,4%			0,8%	
<i>Spinaepollis spinosus</i>		0,4%			0,4%	0,8%		0,4%						0,4%
<i>Nyssapollis kruschi</i>	0,8%		0,4%	0,4%	0,4%		0,4%		2,0%	0,8%		0,4%	0,4%	0,8%
<i>Illexpollenites</i> spp.	0,8%	1,5%	1,7%		0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,8%	0,4%			0,4%	1,2%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>														
<i>Tetracolporopollenites</i> spp.	4,9%	1,1%	0,9%	4,2%	2,1%	1,2%	2,7%	2,4%	2,4%	2,0%	2,5%	1,2%	1,9%	1,9%
<i>Droseridites echinosporus</i>														
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	3,0%	3,8%	0,4%	1,9%	2,1%	0,8%	0,8%		2,0%	1,2%	2,9%	0,8%	1,5%	0,4%
Varia	3,8%	6,0%	1,7%	4,9%	5,4%	1,9%	2,0%	4,3%	4,0%	2,7%	3,7%	3,6%	3,8%	2,7%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>		0,4%		0,4%	0,4%		0,4%					0,4%		
<i>Planctonites stellarius</i>					0,4%			0,8%	1,2%	0,8%	0,8%			
sonst. Süßwasseralgen														
Dinoflagellaten-Zysten			0,4%	0,8%	1,2%	0,4%	0,8%	1,2%	2,8%	0,8%	1,6%	2,4%	1,5%	0,4%
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )						0,4%								
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )						0,4%								
Foraminifere														
SUMME		0,4%	0,4%	1,1%	2,1%	1,2%	1,2%	2,0%	4,0%	1,6%	2,5%	2,8%	1,5%	0,4%



Maximalwert der Form in diesem Profil





## Profil L: Zwischenmittel 4/5

Seite 4

	L/15	L/16	L/17	L/18	L/19	L/20	L/21	L/22	L/23	L/24	L/25	L/26	L/27	L/28
<i>Poro. rarobaculatus/vestibulum</i>	1,5%					0,4%	0,4%	0,4%	0,7%	0,4%		0,4%		
<i>Celtipollenites intrastr./laevigatus</i>	0,7%	1,2%	0,8%	0,4%	0,8%	0,7%	0,4%	0,8%		0,8%	0,4%	0,8%	1,1%	
<i>Labrapollis labraferus</i>	0,4%			0,4%		0,4%	0,4%	0,4%		0,4%				
<i>Brosipollis striatobrosus</i>														
<i>Brosipollis salebrosus</i>														
<i>Thomsonipollis magnificus</i>										0,4%				
<i>Compositoipollenites rhizophorus</i>	1,1%	2,0%	1,2%	0,7%	2,3%	2,9%	3,5%	3,2%	3,7%	6,6%	1,1%	4,6%	1,5%	
<i>Corsinipollenites oculus-noctis</i>														
<i>Pentapollis pentangulus</i>			0,4%			0,4%		0,4%			0,4%			
<i>Reevesiapollis triangulus</i>														
<i>Tricolpopoll. liblarensis/michroenrici</i>	10,5%	8,6%	12,5%	11,3%	10,9%	14,2%	12,3%	9,3%	19,1%	19,7%	9,4%	13,5%	17,5%	9,3%
<i>Tricolpopoll. asper</i>	0,4%		0,4%	0,4%	0,4%	0,7%			0,4%	1,2%	0,4%			
<i>Tricolpopoll. retiformis</i>		1,2%	0,8%	2,6%	1,2%	0,7%	1,2%	0,4%	1,1%	2,7%	0,4%	1,2%	0,4%	0,4%
<i>Tricolpopoll. vegetus</i>					0,4%				1,1%	0,4%				
<i>Tricolporopoll. cingulum</i>	36,3%	25,0%	23,7%	22,3%	15,1%	21,2%	22,3%	25,9%	16,9%	13,1%	30,0%	28,1%	29,8%	28,4%
<i>Tricolporopoll. pseudocingulum</i>	0,7%		0,8%	0,4%	0,4%	1,1%	0,4%	0,8%	0,4%			0,4%	0,4%	
<i>Tricolporop. megaexactus spp.</i>	0,7%		0,8%	0,4%			0,8%	0,8%	0,7%	0,4%	1,1%	1,2%		0,4%
<i>Tricolporopollenites staresedloensis</i>	0,4%													
<i>Tricolporopollenites satzveyensis</i>	1,1%	1,2%	0,4%		0,4%	0,7%	0,8%	0,8%	0,7%					
<i>Tricolporopollenites edmundi</i>	0,4%	0,8%	0,4%	0,4%	0,8%	0,4%	1,9%	1,2%	0,4%		1,1%	0,8%		
<i>Tricolporopollenites marcodurensis</i>	1,1%	0,4%		0,4%		0,4%	0,8%				0,4%	0,4%	0,4%	
<i>Tricolporopoll. microreticulatus</i>	3,4%	1,6%	2,3%	1,1%	0,4%	2,2%	2,7%	1,6%	3,0%	2,3%	1,1%	0,8%	2,9%	0,4%
<i>Tricolporopoll. parmularius</i>	0,4%	1,2%	1,6%	1,1%	0,4%		0,8%	0,4%	0,4%			0,8%		
<i>Tricolporop. sole de portai</i>		0,8%					0,8%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%		
<i>Tricolporopoll. vancampoae</i>					1,6%	0,4%					0,4%			
<i>Tricolporopoll. cognitus</i>		0,4%	0,8%	1,1%	1,6%	0,4%		0,4%	1,1%	0,4%	0,7%	0,4%	0,4%	
<i>Tricolporopoll. sp. (Avicennia -Typ)</i>											0,4%			
<i>Tricolporopoll. sp. (Linum-Typ)</i>														
<i>Zonocostites ramonae</i>	0,7%	0,8%	0,4%		0,4%	0,4%	0,4%			0,4%	0,4%	0,4%		
<i>Spinaepollis spinosus</i>					0,4%		0,4%	0,4%		0,4%			0,4%	
<i>Nyssapollis kruschi</i>	1,1%	0,8%	0,8%	0,4%	1,9%	0,4%	1,2%	0,4%			1,1%	0,4%	0,7%	
<i>Illexpollenites spp.</i>		1,2%	0,8%		0,4%	0,7%	0,4%	0,4%		0,4%	1,9%	1,5%		0,8%
<i>Reticulataepoll. intergranulatus</i>														
<i>Tetracolporopollenites spp.</i>	1,5%	2,3%	1,9%	2,6%	3,1%	3,6%	4,2%	2,0%	1,5%	0,4%	1,9%	3,1%	1,1%	1,2%
<i>Droseridites echinosporus</i>														
<i>Ericipites callidus/ericus</i>	1,1%	0,8%	0,8%		0,4%	1,5%	1,2%	0,4%	0,4%	0,8%	0,7%	0,4%		0,8%
Varia	4,5%	3,1%	4,3%	5,8%	4,3%	4,0%	4,2%	4,9%	6,7%	4,6%	3,0%	3,1%	4,0%	1,9%
SUMME	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Botryococcus</i>		1,6%	1,6%	1,1%	0,8%	0,4%	0,4%	0,8%		0,8%		0,4%		
<i>Planctonites stellaris</i>	0,4%													
sonst. Süßwasseralgen														
Dinoflagellaten-Zysten	0,4%		0,4%	0,4%	1,2%	0,7%	1,5%	0,8%	0,7%	0,8%		0,8%		
Prasinophyt ( <i>Cymatiosphaera</i> )														
Prasinophyt ( <i>Pterospermella</i> )														
Foraminifere														
SUMME	0,7%	1,6%	1,9%	1,5%	1,9%	1,1%	1,9%	1,6%	0,7%	1,5%		1,2%		

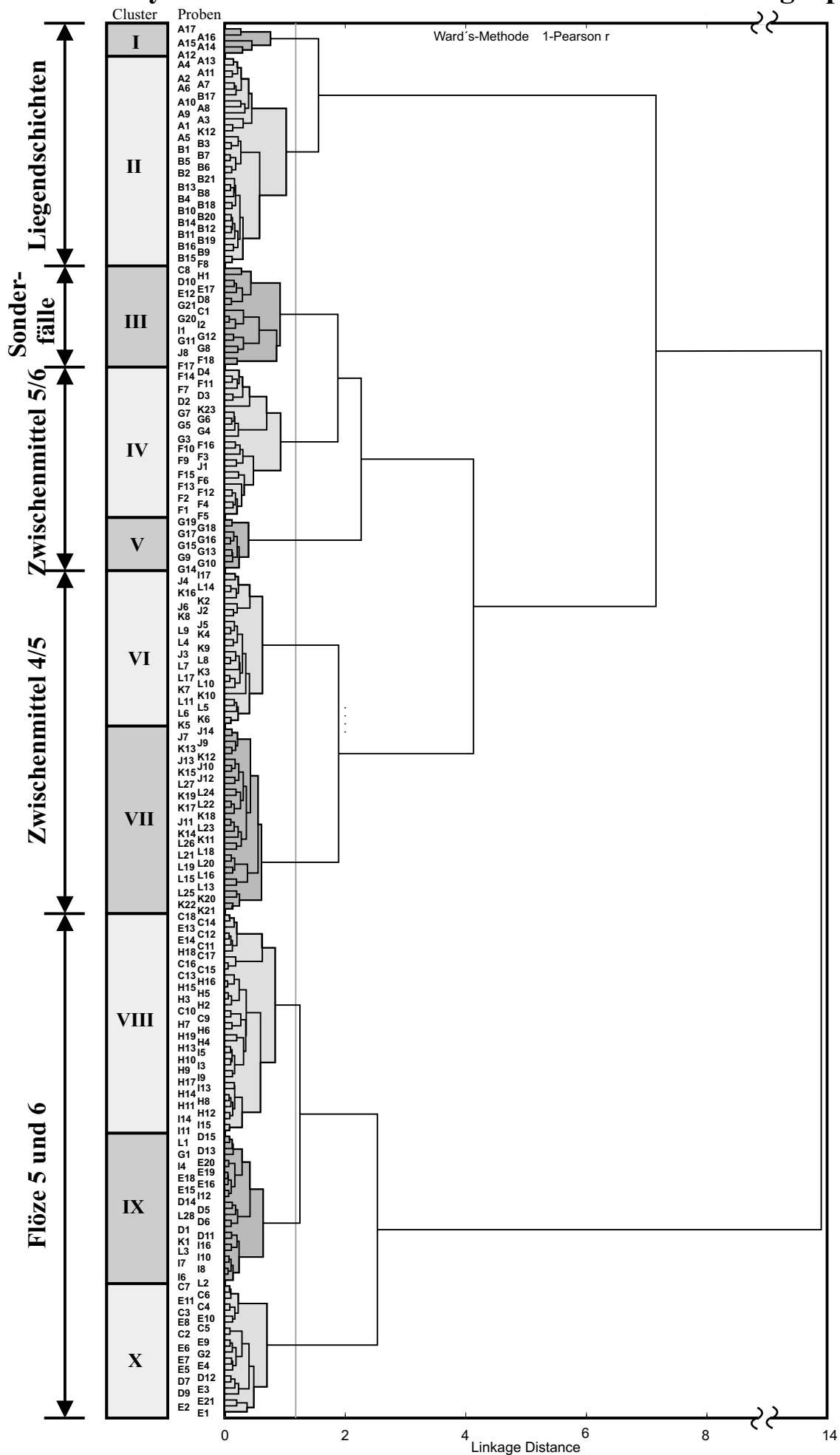


Maximalwert der Form in diesem Profil

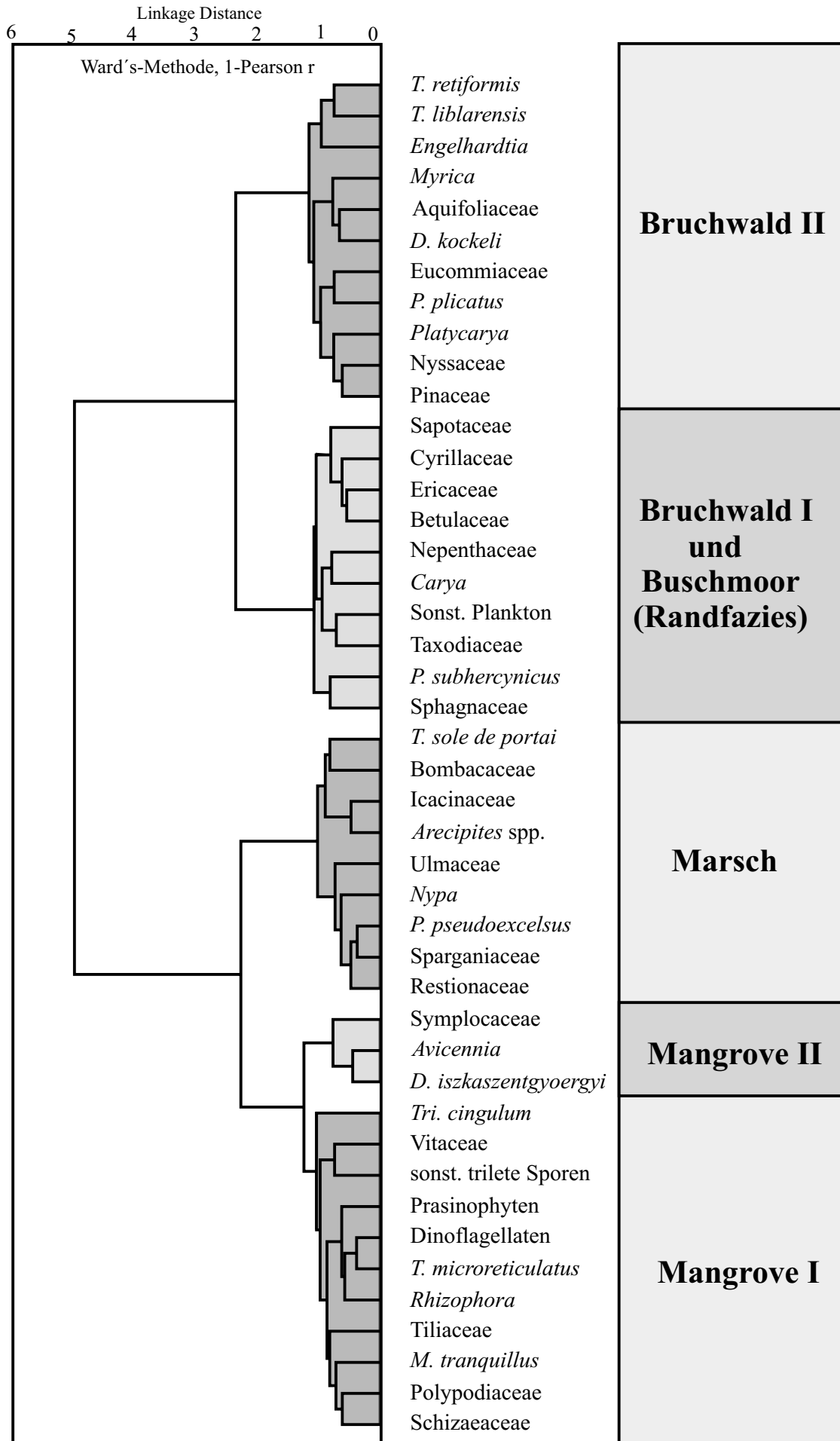
**Anhang C**  
**Statistische Analysen**

- C-1 Cluster-Analyse aller 232 Proben**
- C-2 Cluster-Analyse der wichtigsten Formen**
- C-3 Durchschnittliche Größe der  
Häufigkeitsklasse der wichtigsten Formen  
in den Clustern I bis X**
- C-4 Principal Component-Analyse: Faktor 1**
- C-5 Principal Component-Analyse: Faktor 2**
- C-6 Principal Component-Analyse: Faktor 3**

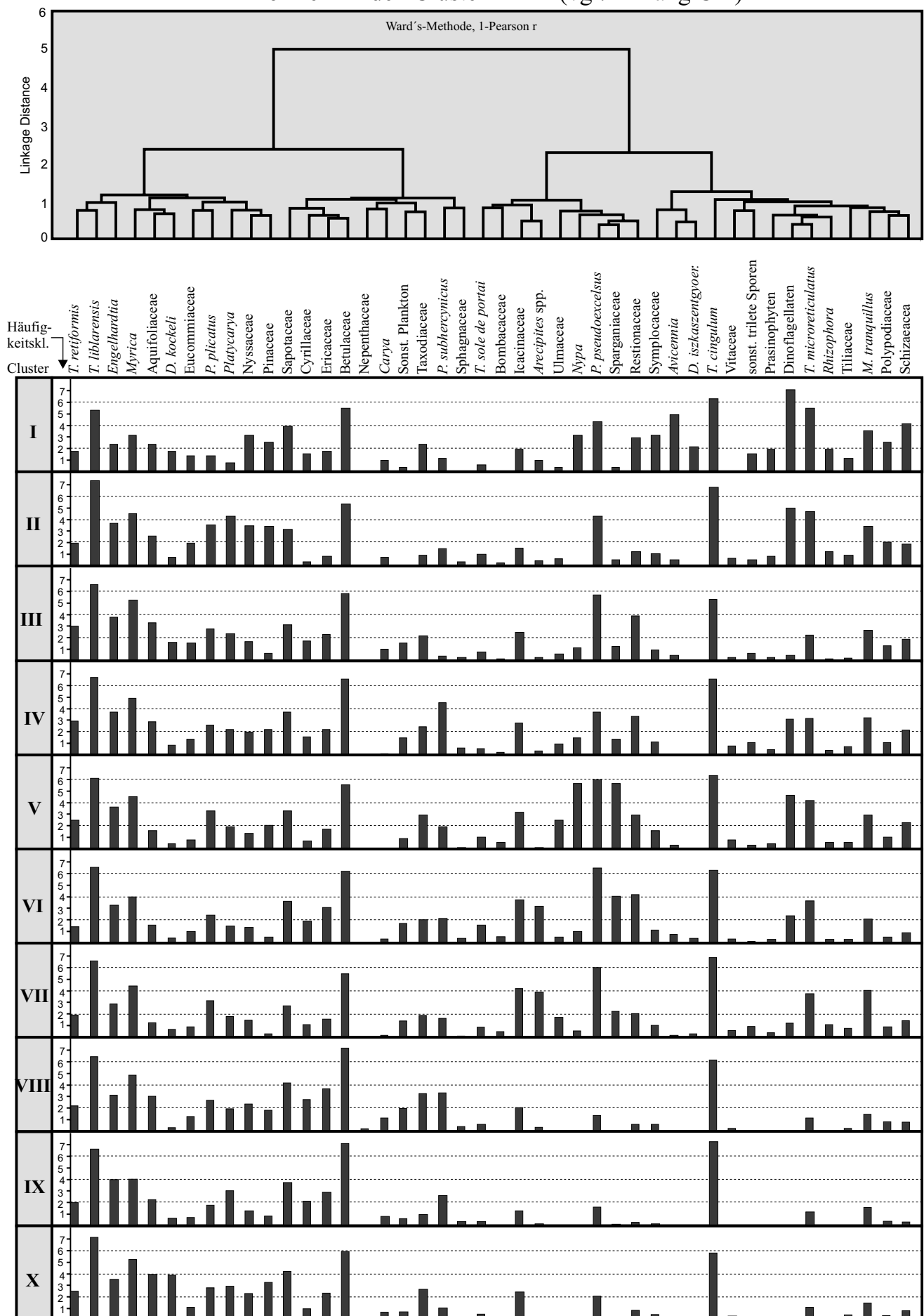
# Cluster-Analyse aller 232 Proben aus der Wulfersdorfer Flözgruppe



## Cluster-Analyse der wichtigsten Formen

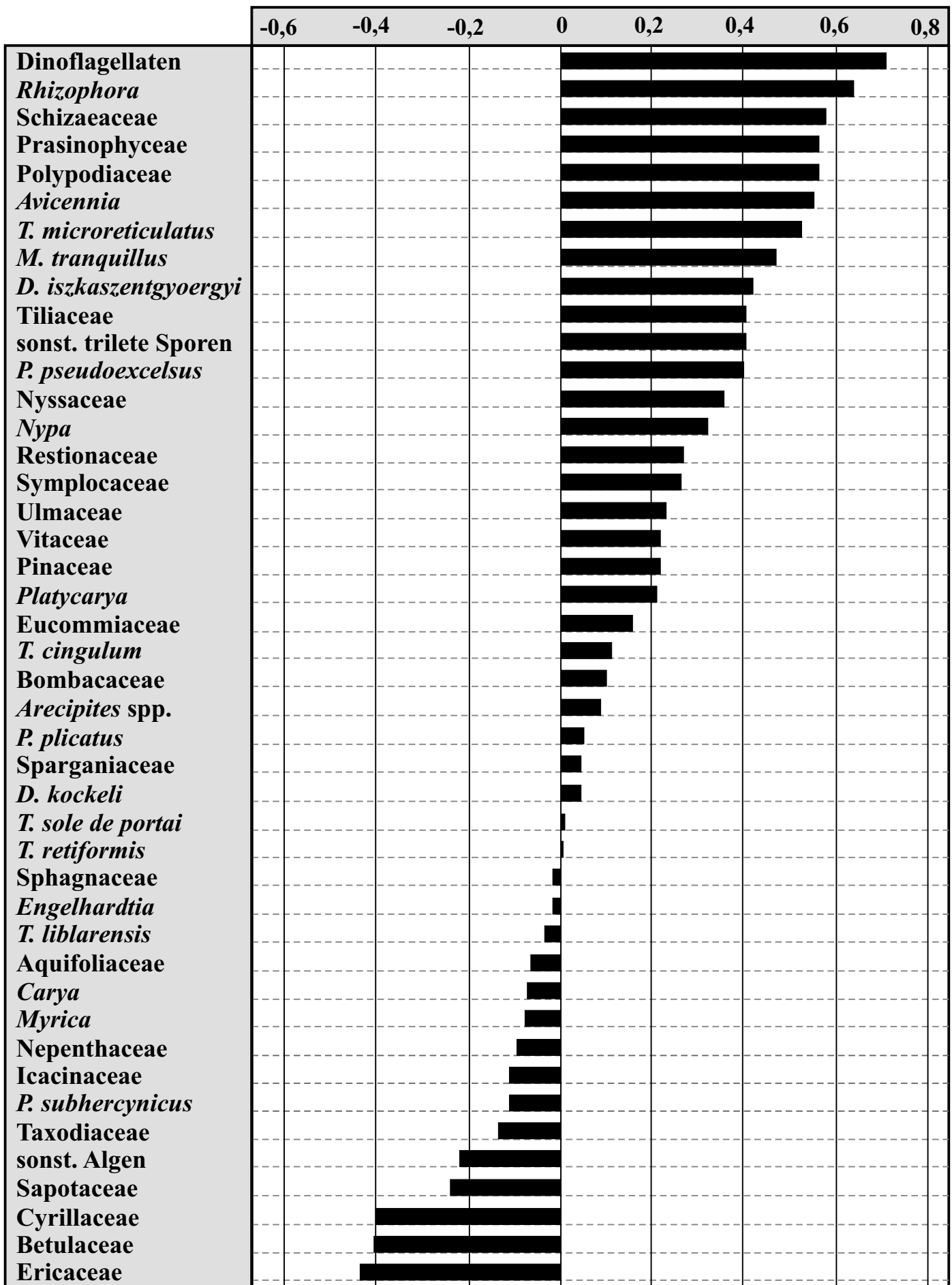


### Durchschnittliche Größe der Häufigkeitsklasse der wichtigsten Formen in den Clustern I - X (vgl. Anhang C-1)



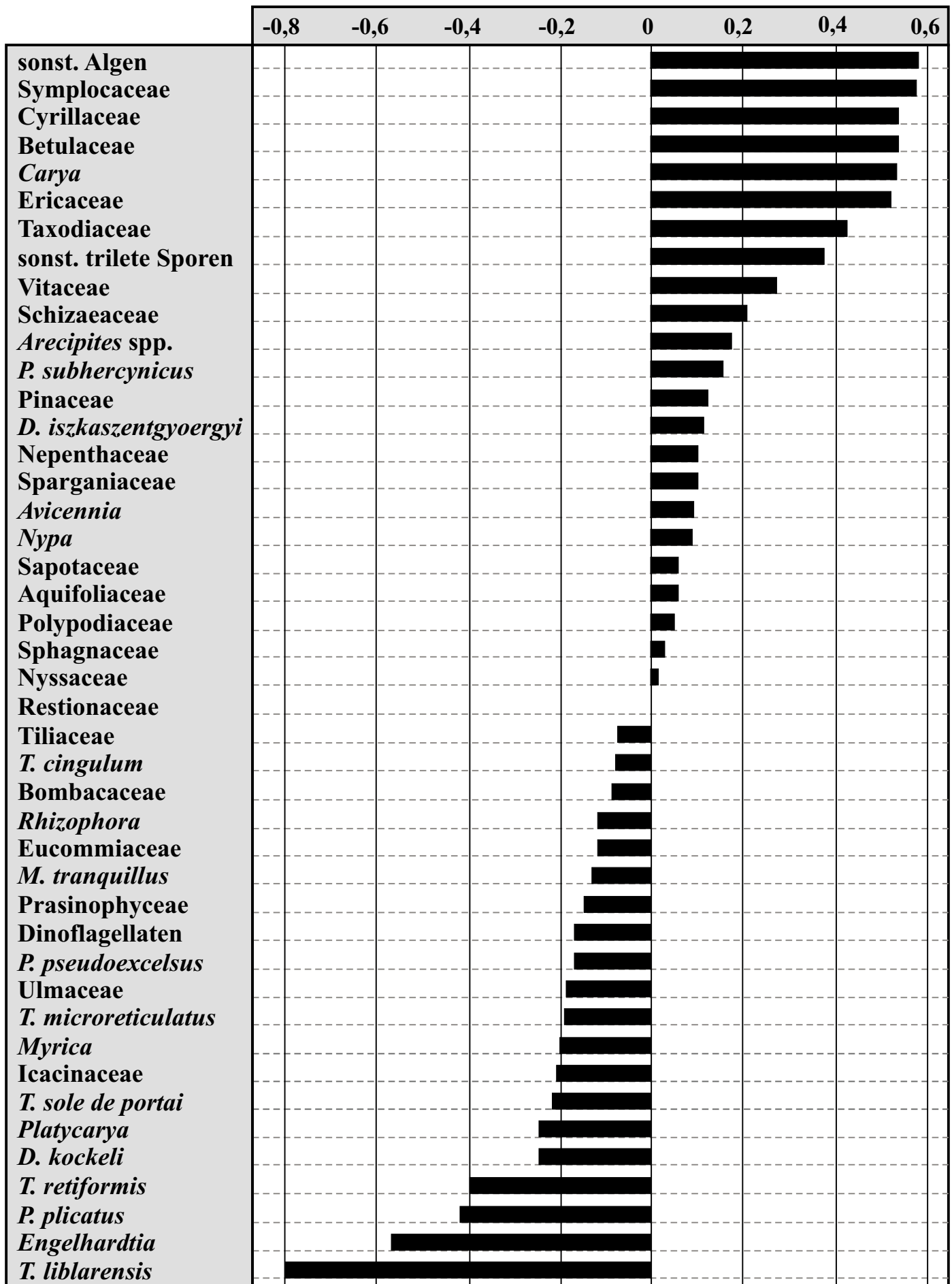
**“Principal component”-Analyse: Faktor 1**

"Factor loadings" aller 44 Variablen, Extraktion: principal components, Rotation: Varimax normalized



## “Principal component”-Analyse: Faktor 2

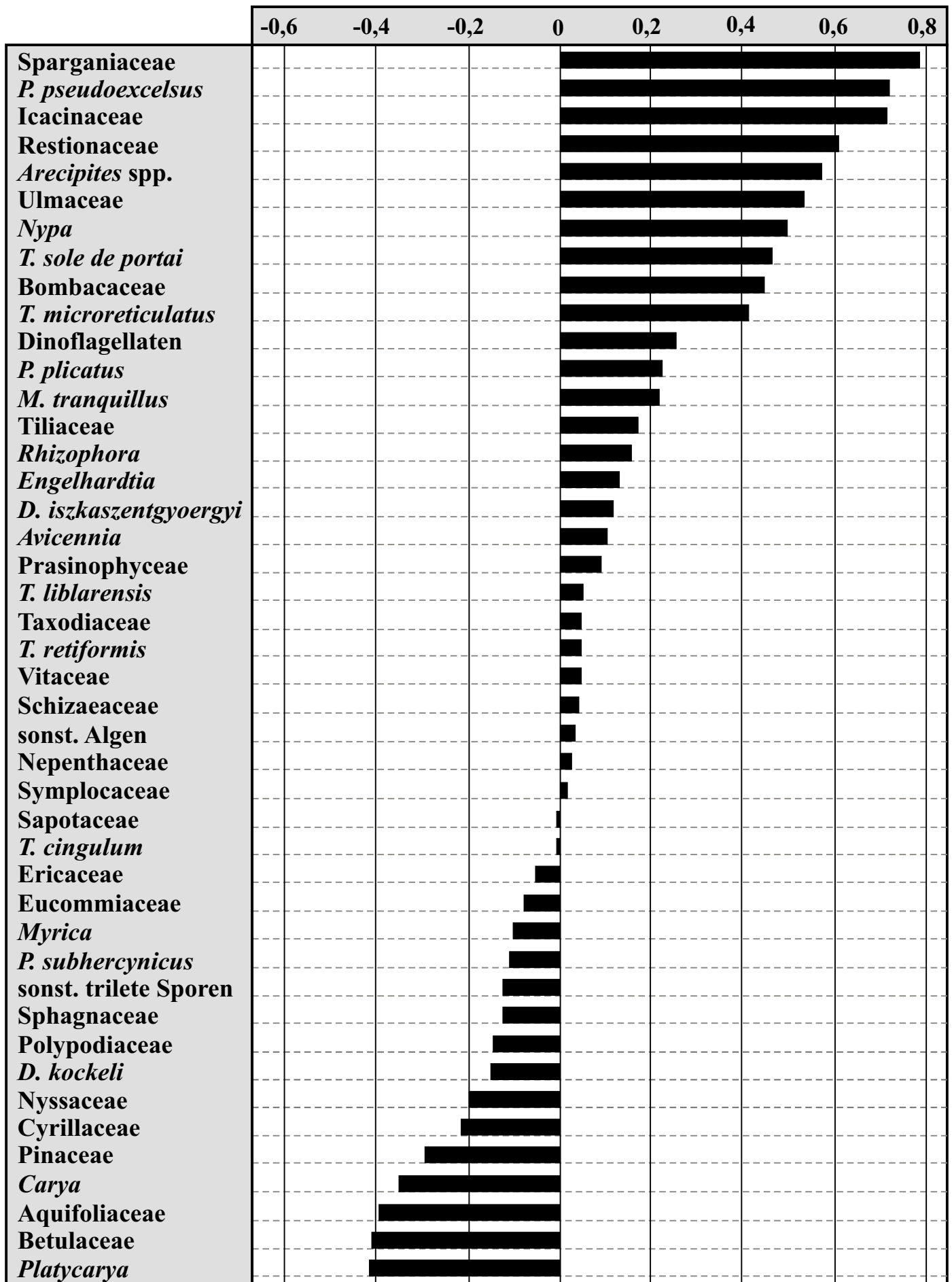
”Factor loadings” aller 44 Variablen, Extraktion: principal components, Rotation: Varimax normalized





### “Principal component”-Analyse: Faktor 3

”Factor loadings” aller 44 Variablen, Extraktion: principal components, Rotation: Varimax normalized

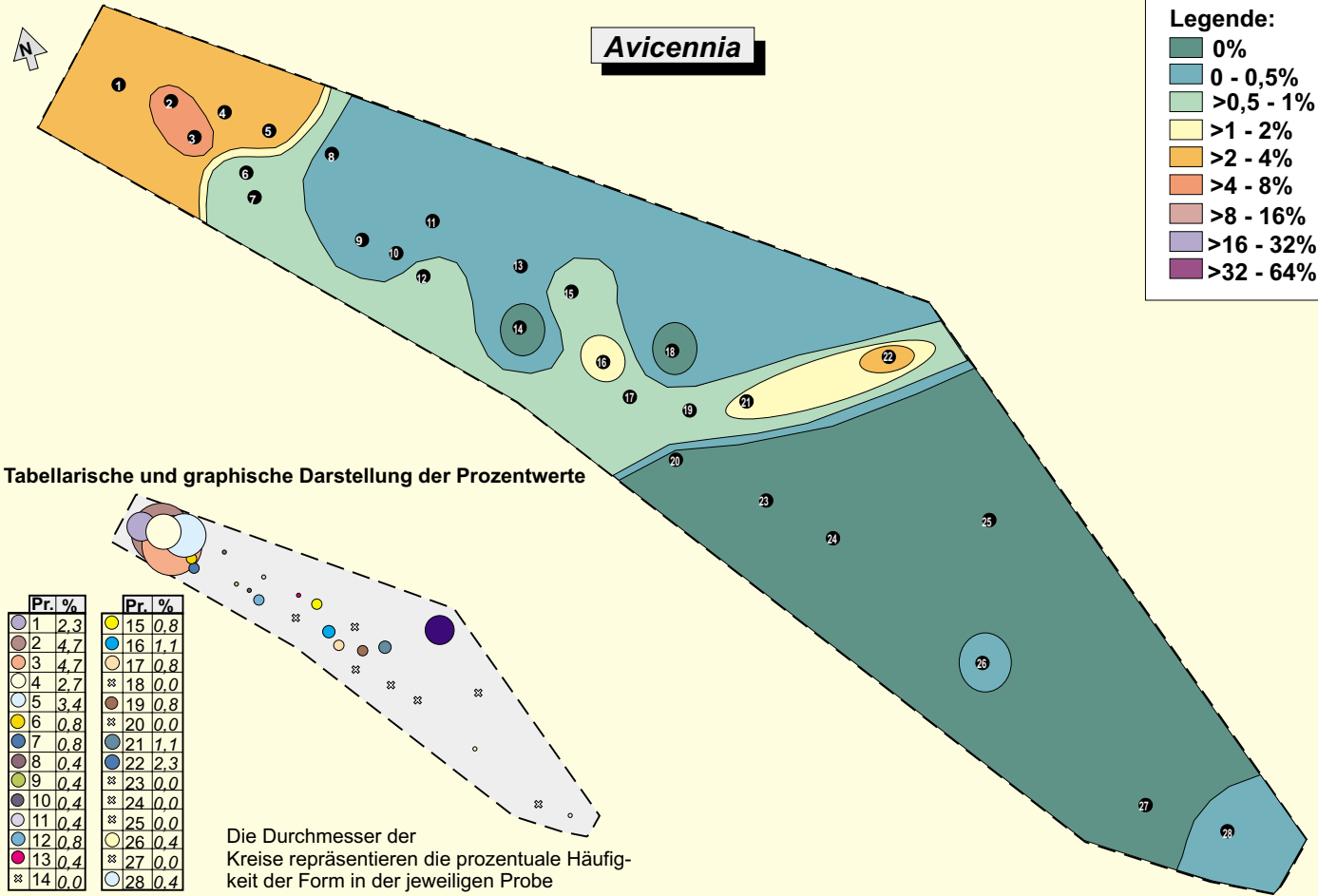
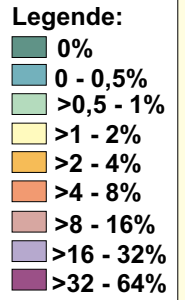


**Anhang D**  
**Isopollen-Karten**

- D-1 Mangrove I**  
*Avicennia*  
*Diporoconia iszkaszentgyoergyi*
- D-2 Mangrove II**  
*Rhizophora*  
*Nypa*
- D-3 Aquatische Elemente**  
Dinoflagellaten-Zysten  
Sonstiges Plankton
- D-4 Marsch I**  
Restionaceae  
*Plicapollis pseudoexcelsus*
- D-5 Marsch II**  
Sparganiaceae  
*Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*
- D-6 Palmen I**  
*Monocolpopollenites tranquillus*  
*Arecipites* spp.
- D-7 Palmen II/Farne**  
*Dicolpopollis kockeli*  
Sporen
- D-8 Bruchwald I**  
*Tricolpopollenites liblarensis*  
*Tricolporopollenites cingulum*
- D-9 Bruchwald II**  
*Tripoporopollenites robustus/coryloides*  
Myricaceae
- D-10 Bruchwald III**  
*Engelhardtia*  
*Plicatopollis* spp.
- D-11 Bruchwald IV**  
*Carya*  
*Platycarya*
- D-12 Bruchwald V**  
Ericaceae  
Taxodiaceae
- D-13 Ökosystemmodell „kohliges Band“**

# Isopollenkarten: Mangrove I

## Avicennia

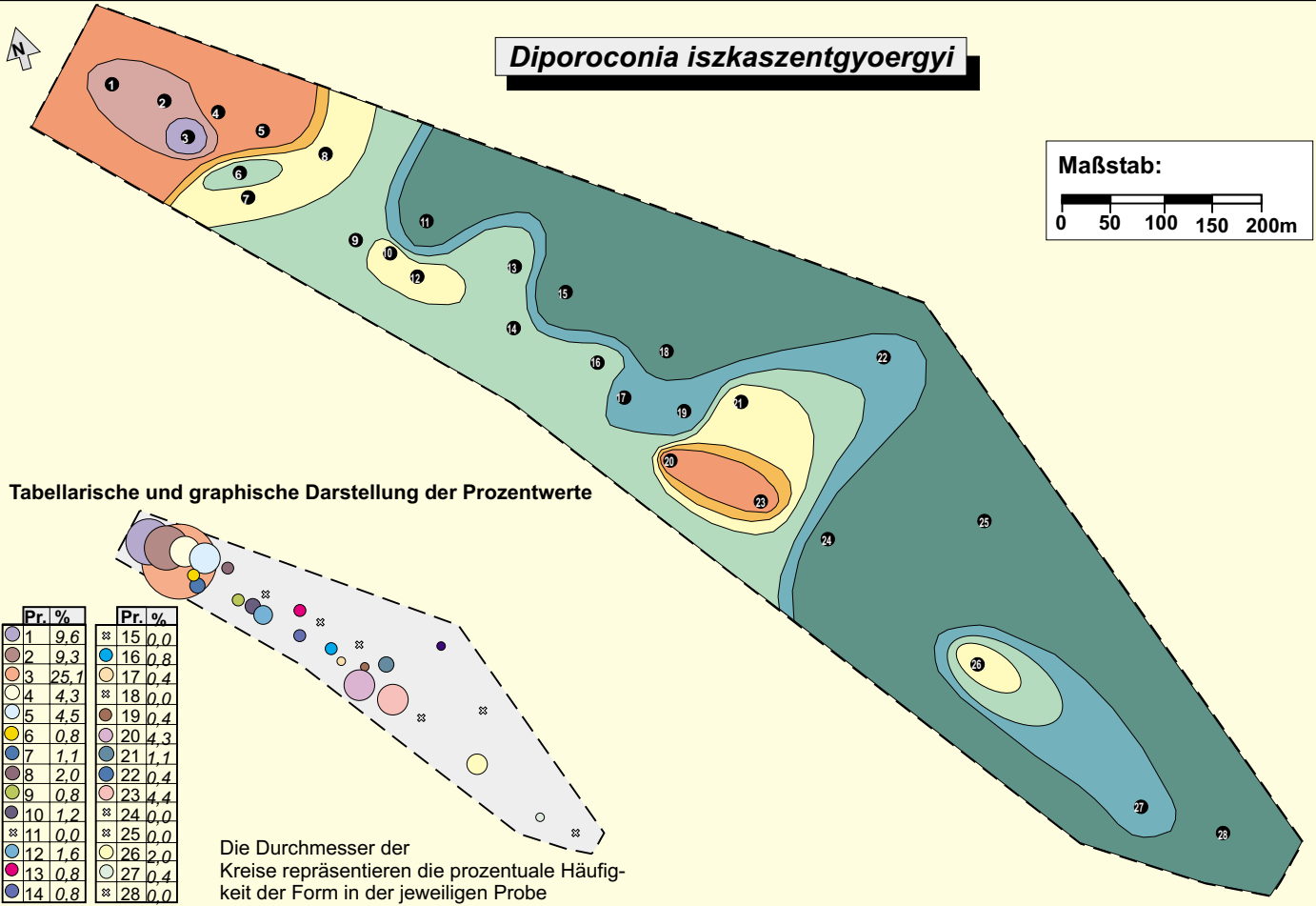
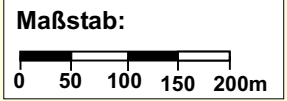


Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 2,3	15 0,8
2 4,7	16 1,1
3 4,7	17 0,8
4 2,7	18 0,0
5 3,4	19 0,8
6 0,8	20 0,0
7 0,8	21 1,1
8 0,4	22 2,3
9 0,4	23 0,0
10 0,4	24 0,0
11 0,4	25 0,0
12 0,8	26 0,4
13 0,4	27 0,0
14 0,0	28 0,4

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

## Diporoconia iszkaszentgyoergyi



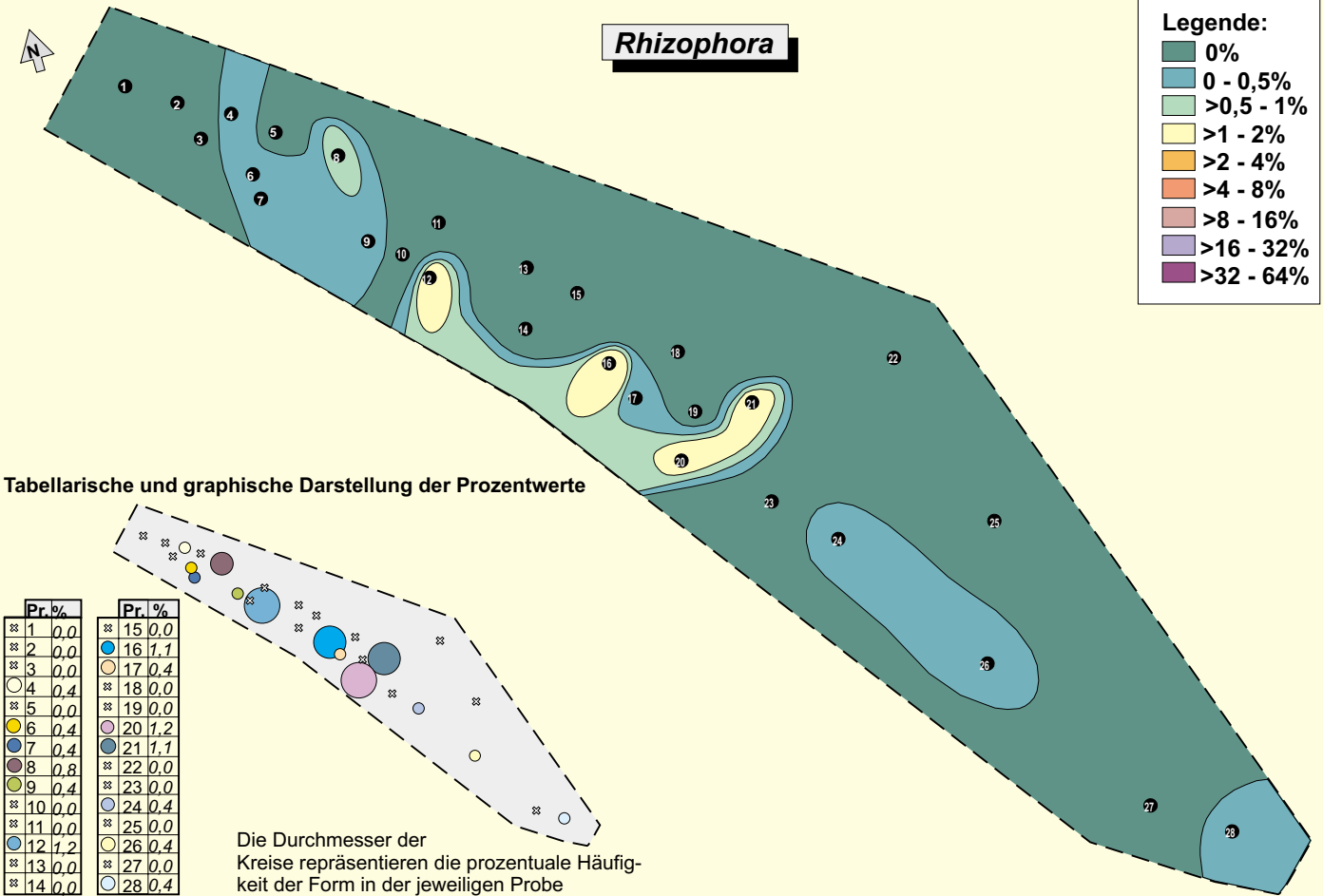
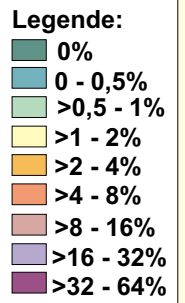
Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 9,6	15 0,0
2 9,3	16 0,8
3 25,1	17 0,4
4 4,3	18 0,0
5 4,5	19 0,4
6 0,8	20 4,3
7 1,1	21 1,1
8 2,0	22 0,4
9 0,8	23 4,4
10 1,2	24 0,0
11 0,0	25 0,0
12 1,6	26 2,0
13 0,8	27 0,4
14 0,8	28 0,0

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

# Isopollenkarten: Mangrove II

## Rhizophora

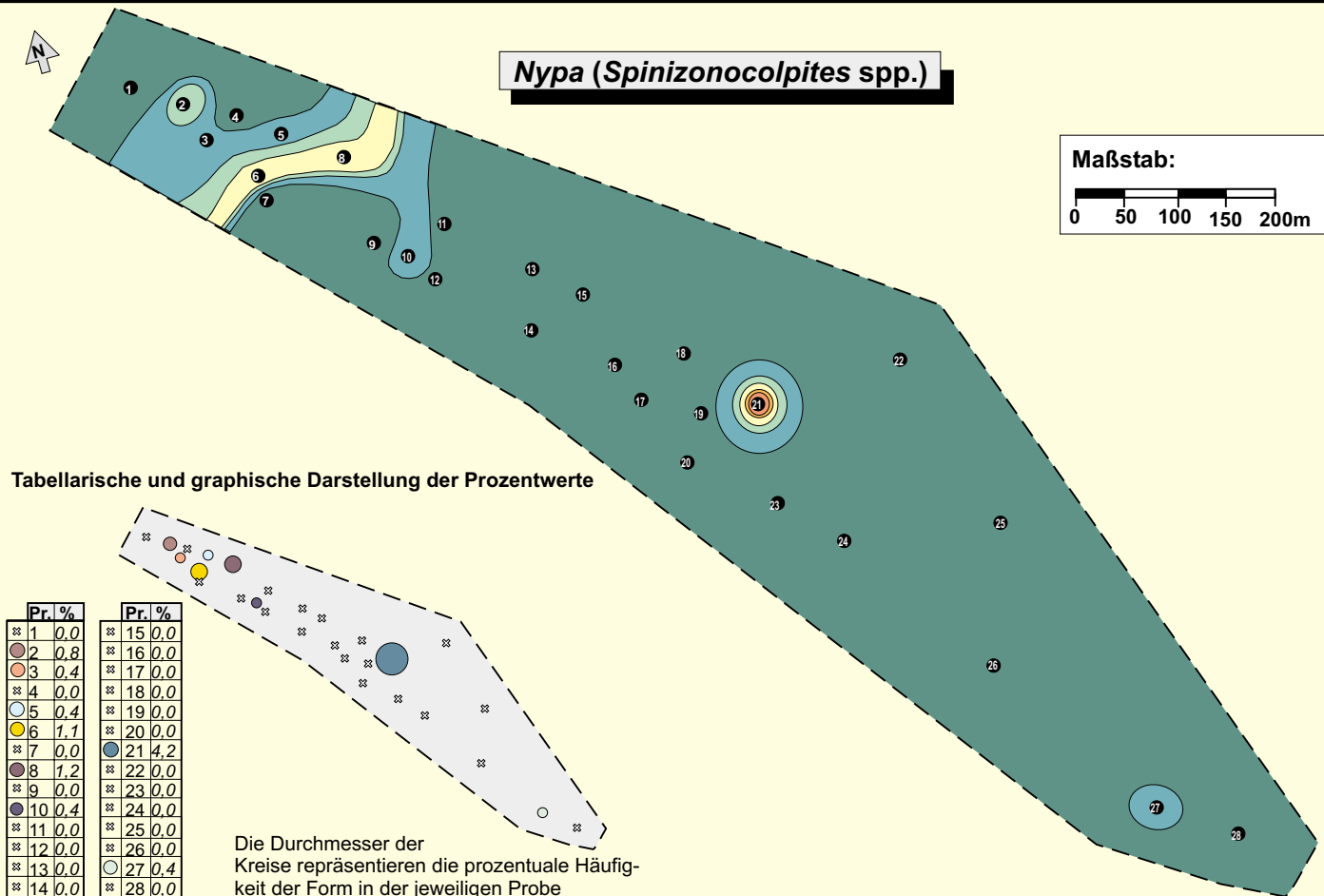
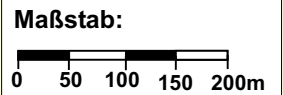


Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 0,0	15 0,0
2 0,0	16 1,1
3 0,0	17 0,4
4 0,4	18 0,0
5 0,0	19 0,0
6 0,4	20 1,2
7 0,4	21 1,1
8 0,8	22 0,0
9 0,4	23 0,0
10 0,0	24 0,4
11 0,0	25 0,0
12 1,2	26 0,4
13 0,0	27 0,0
14 0,0	28 0,4

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

## Nypa (Spinizonocolpites spp.)



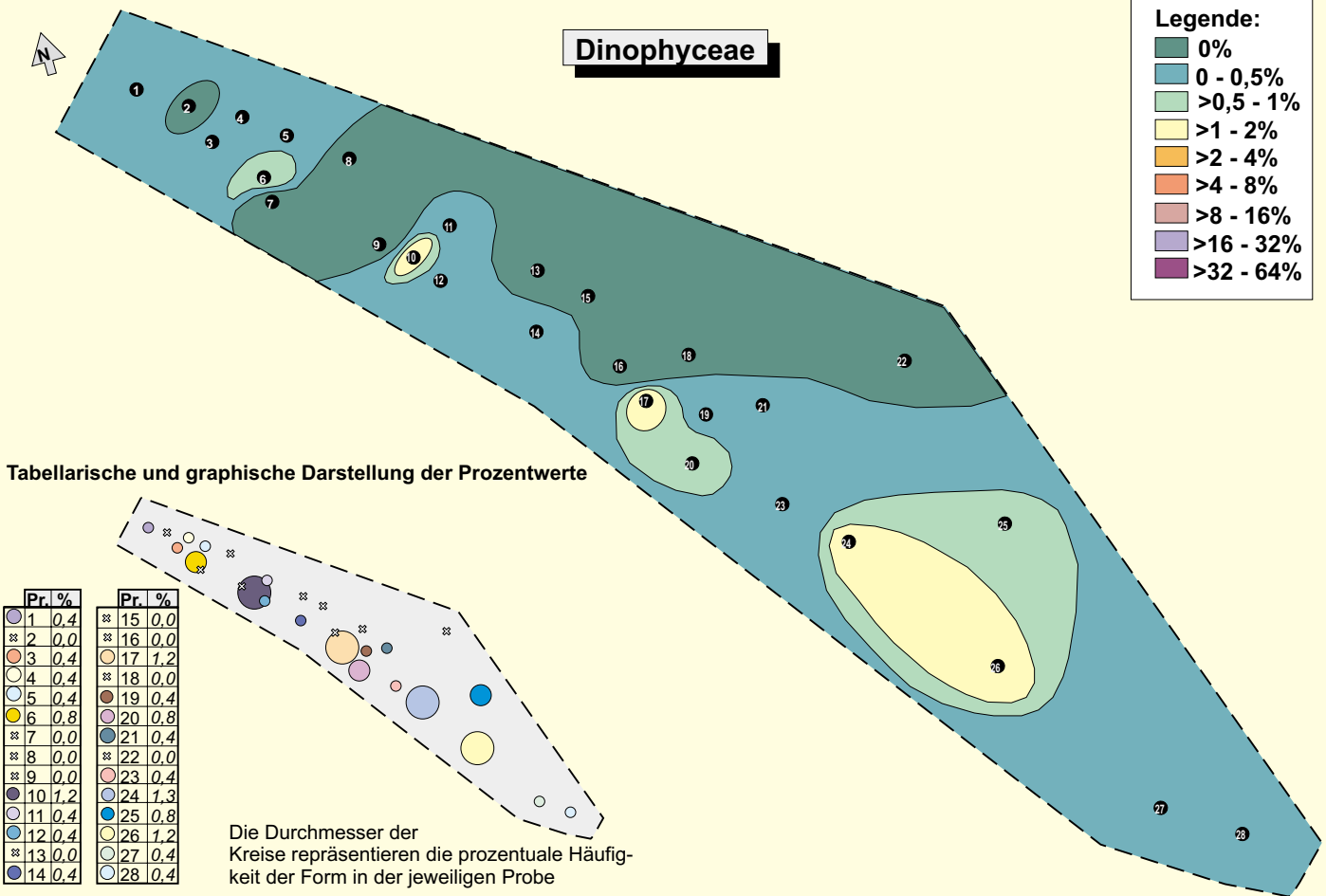
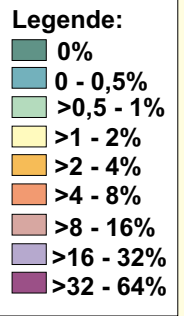
Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 0,0	15 0,0
2 0,8	16 0,0
3 0,4	17 0,0
4 0,0	18 0,0
5 0,4	19 0,0
6 1,1	20 0,0
7 0,0	21 4,2
8 1,2	22 0,0
9 0,4	23 0,0
10 0,4	24 0,0
11 0,0	25 0,0
12 0,0	26 0,0
13 0,0	27 0,4
14 0,0	28 0,0

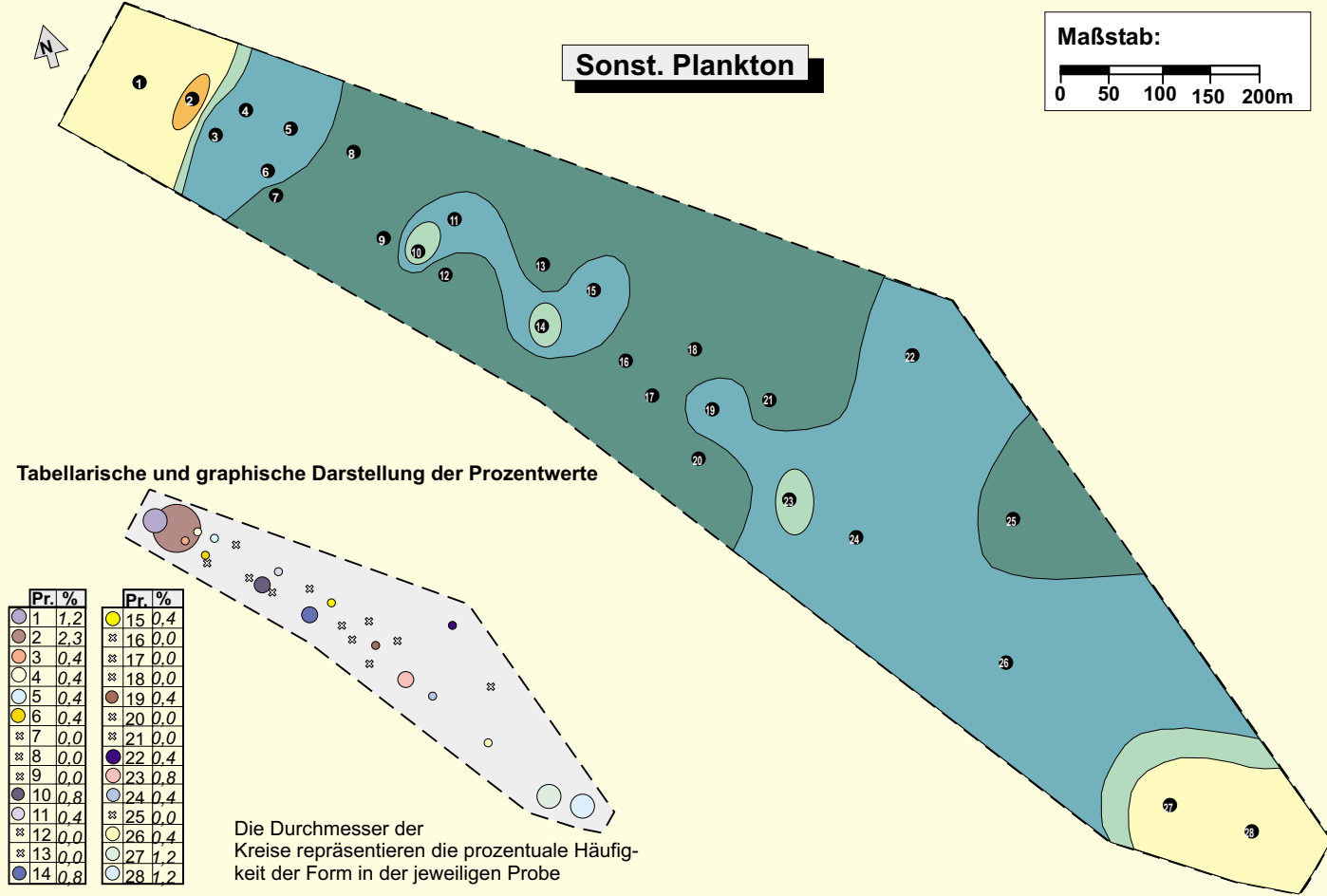
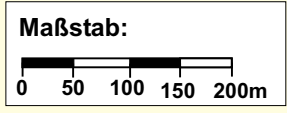
Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

# Isopollenkarten: Aquatische Elemente

## Dinophyceae

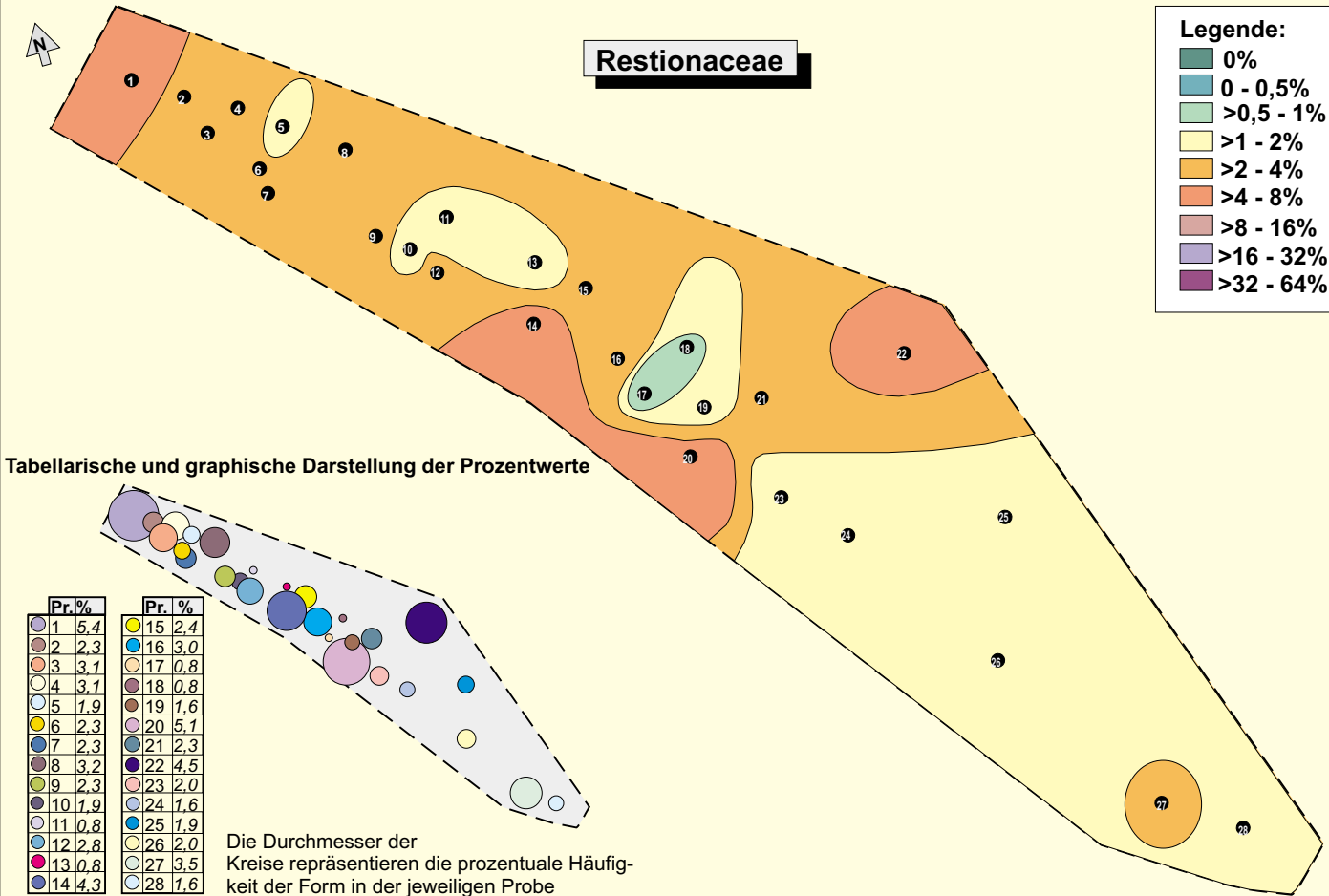
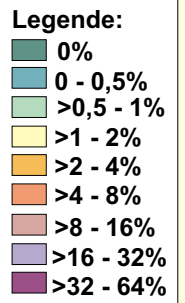


## Sonst. Plankton

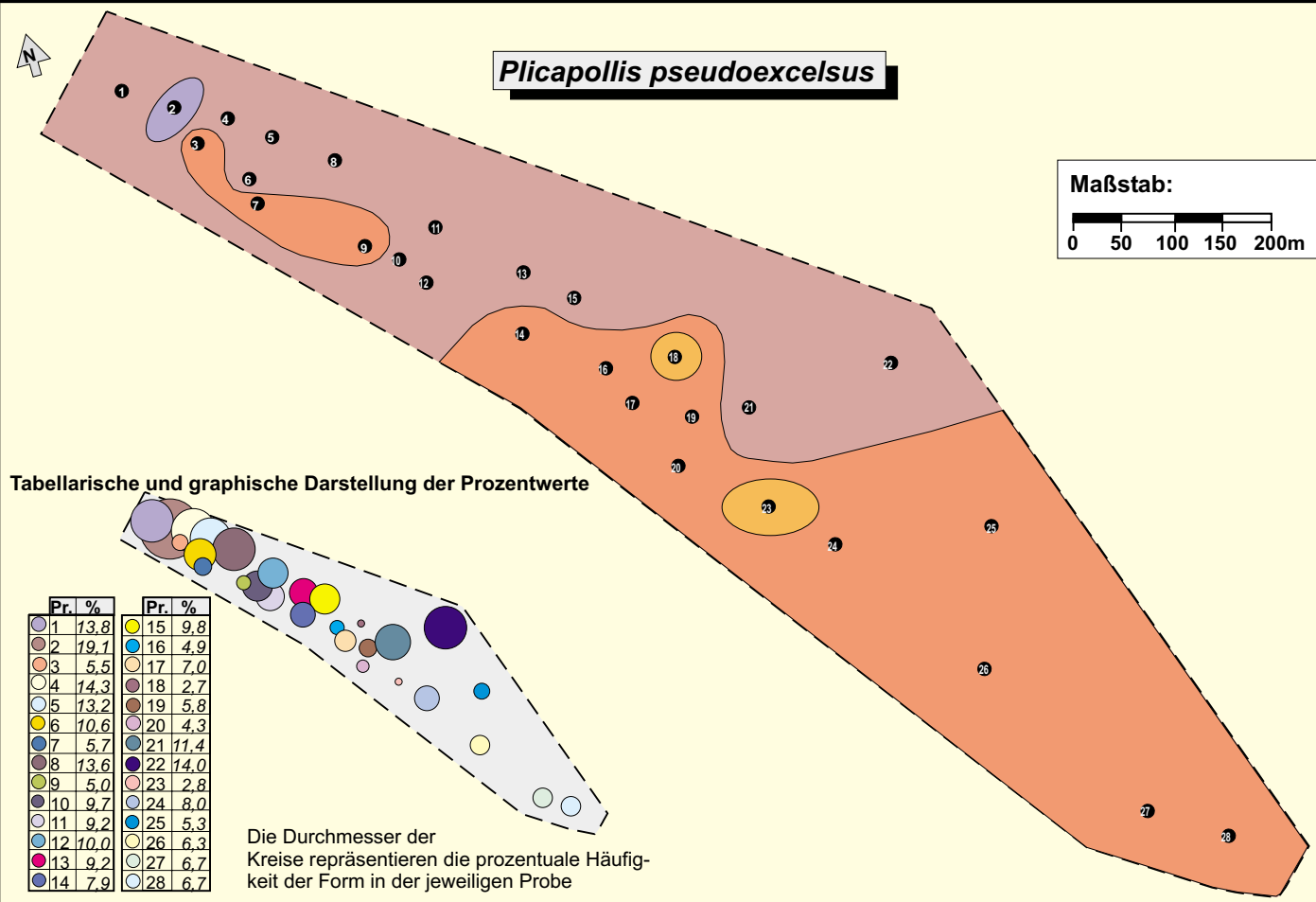
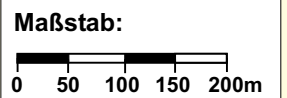


# Isopollenkarten: Marsch I

## Restionaceae

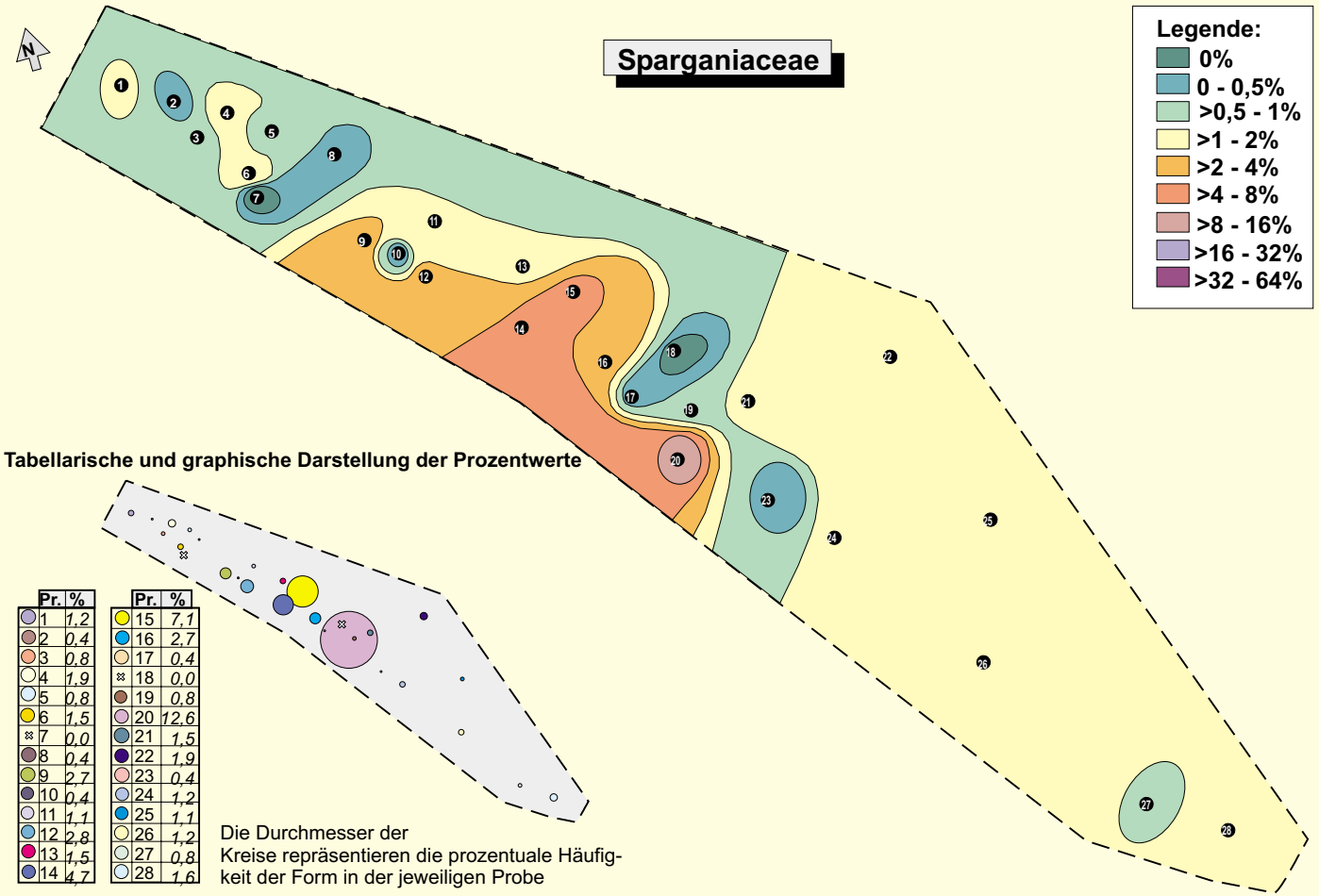
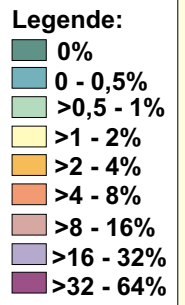


## Plicapollis pseudoexcelsus

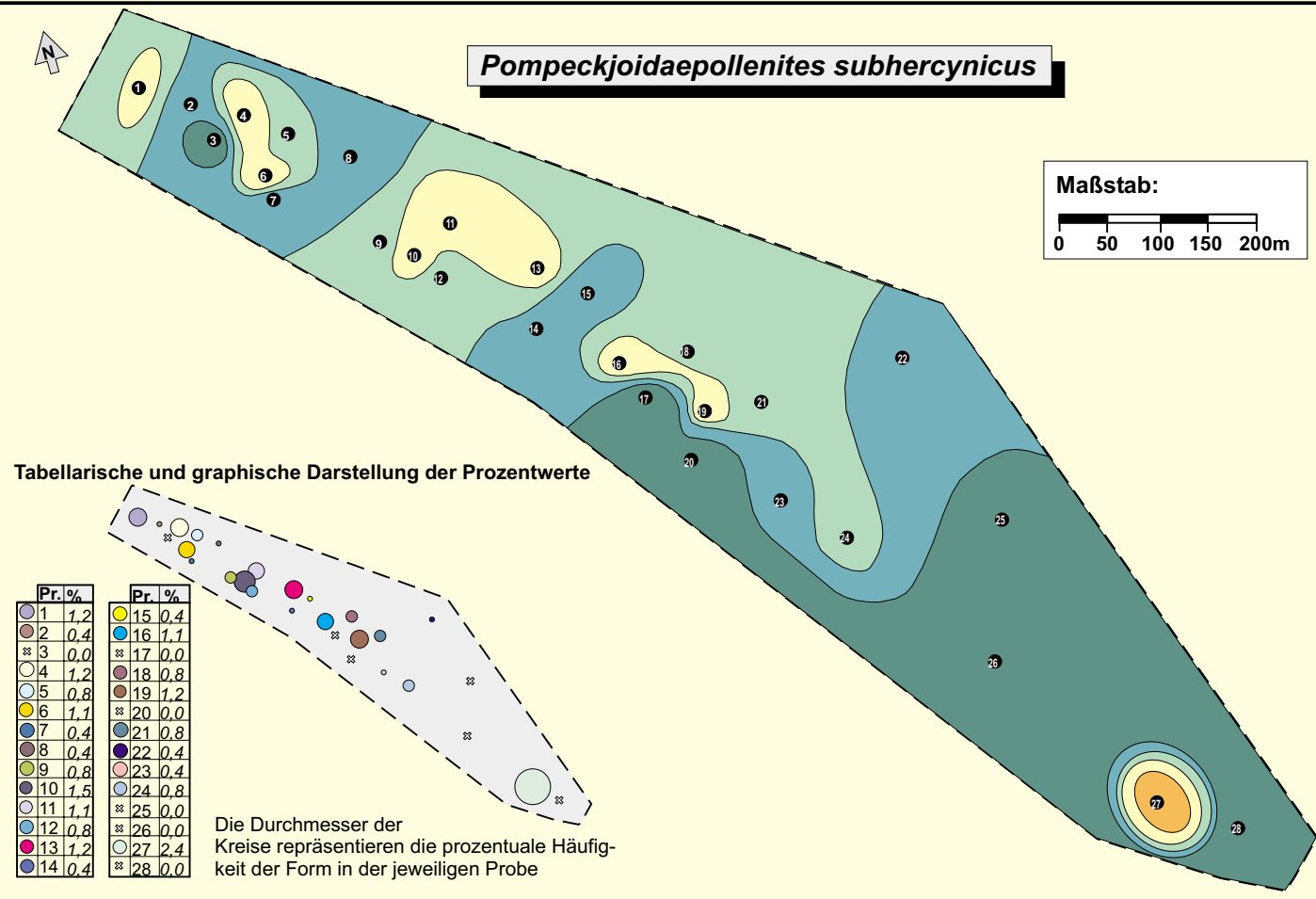
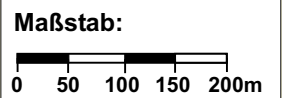


# Isopollenkarten: Marsch II

## Sparganiaceae

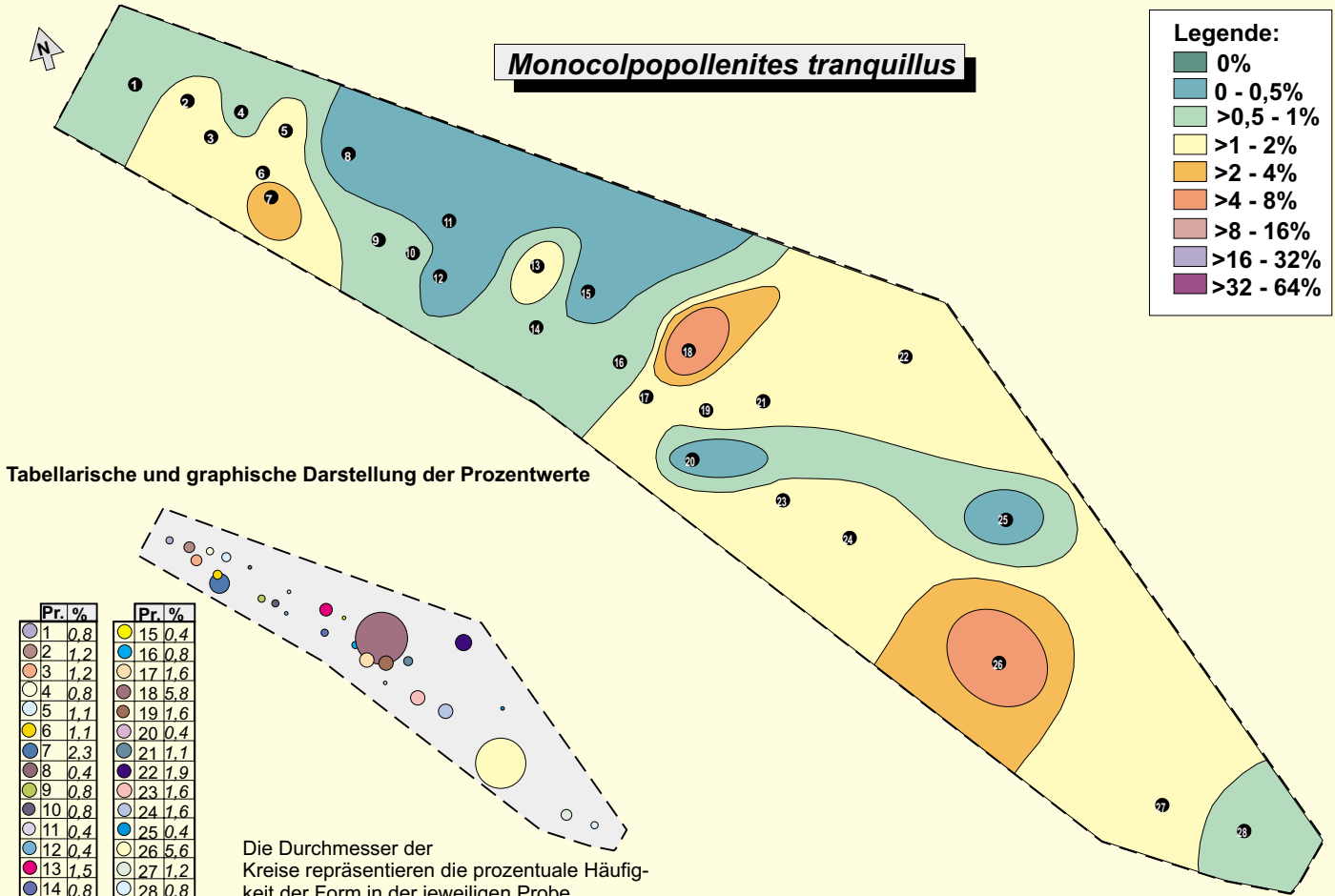
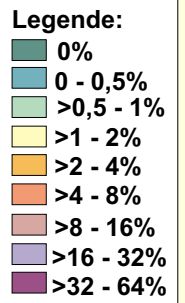


## Pompeckjoidaepollenites subhercynicus



# Isopollenkarten: Palmen I

## *Monocolpopollenites tranquillus*

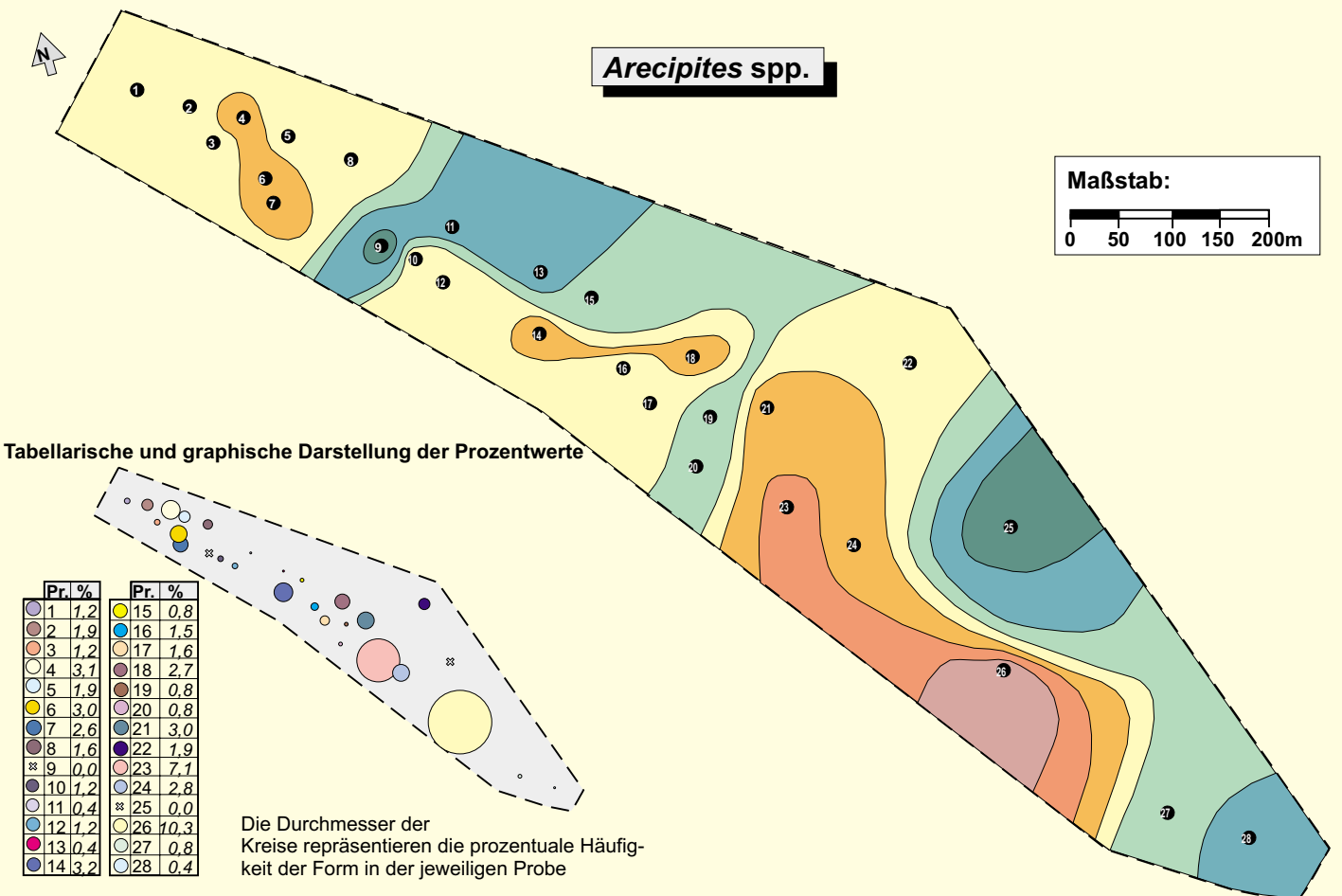
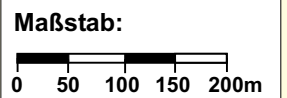


Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 0,8	15 0,4
2 1,2	16 0,8
3 1,2	17 1,6
4 0,8	18 5,8
5 1,1	19 1,6
6 1,1	20 0,4
7 2,3	21 1,1
8 0,4	22 1,9
9 0,8	23 1,6
10 0,8	24 1,6
11 0,4	25 0,4
12 0,4	26 5,6
13 1,5	27 1,2
14 0,8	28 0,8

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

## *Arecipites spp.*



Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

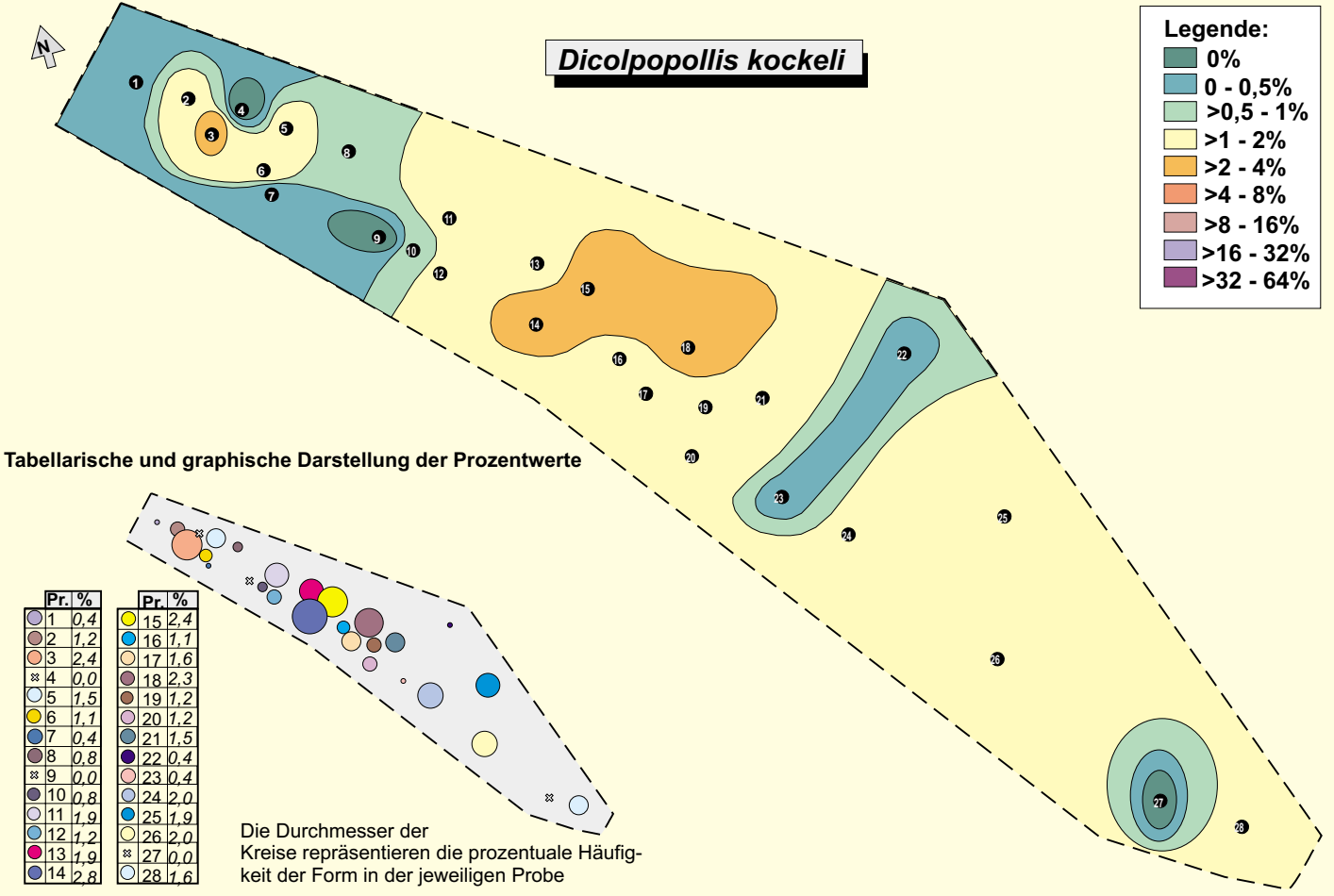
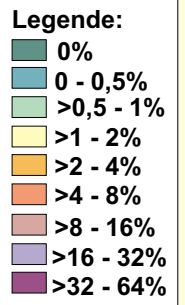
Pr. %	Pr. %
1 1,2	15 0,8
2 1,9	16 1,5
3 1,2	17 1,6
4 3,1	18 2,7
5 1,9	19 0,8
6 3,0	20 0,8
7 2,6	21 3,0
8 1,6	22 1,9
9 0,0	23 7,1
10 1,2	24 2,8
11 0,4	25 0,0
12 1,2	26 10,3
13 0,4	27 0,8
14 3,2	28 0,4

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

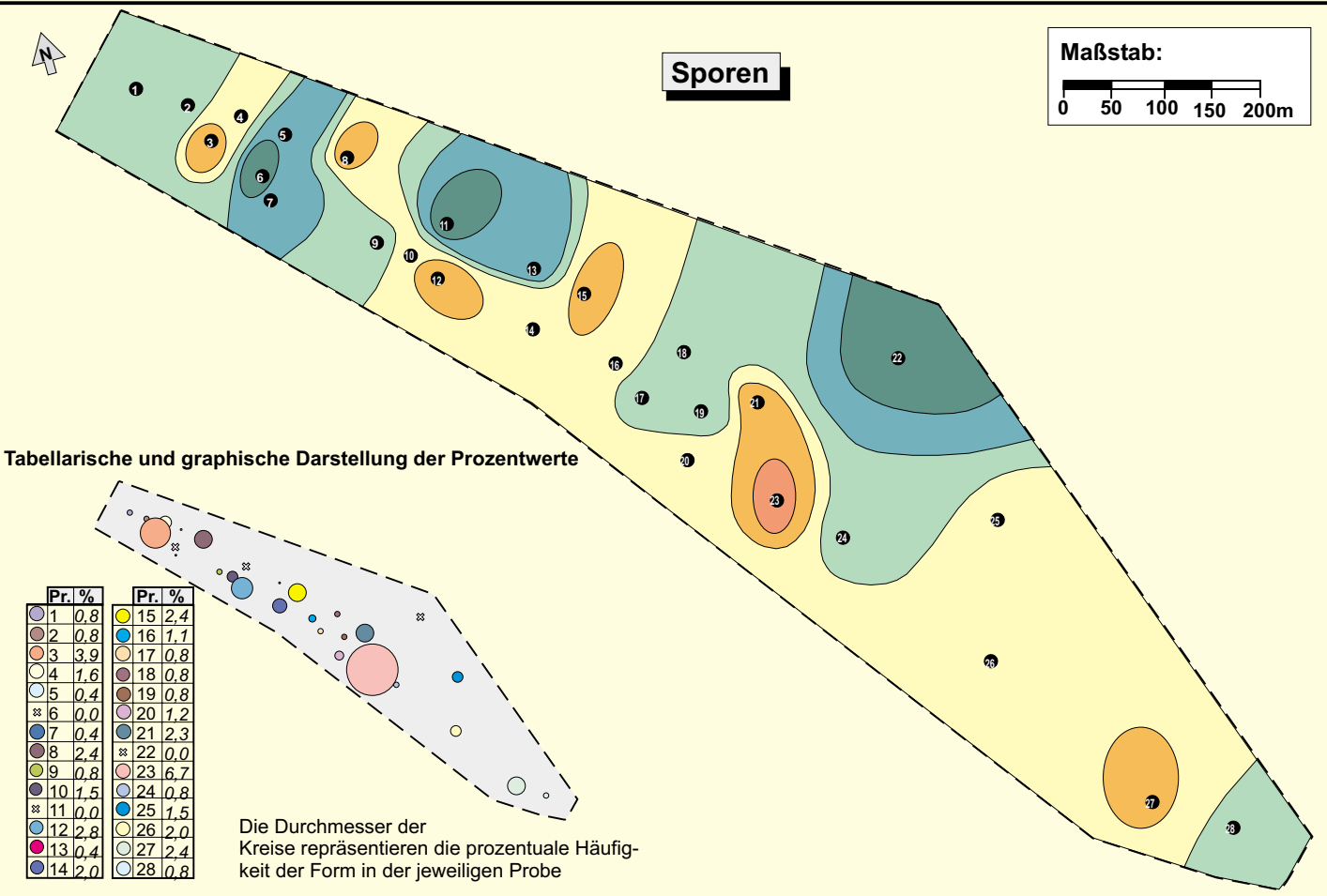
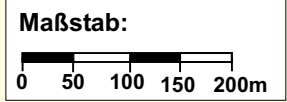


# Isopollenkarten: Palmen II / Farne

## Dicolpopollis kockeli

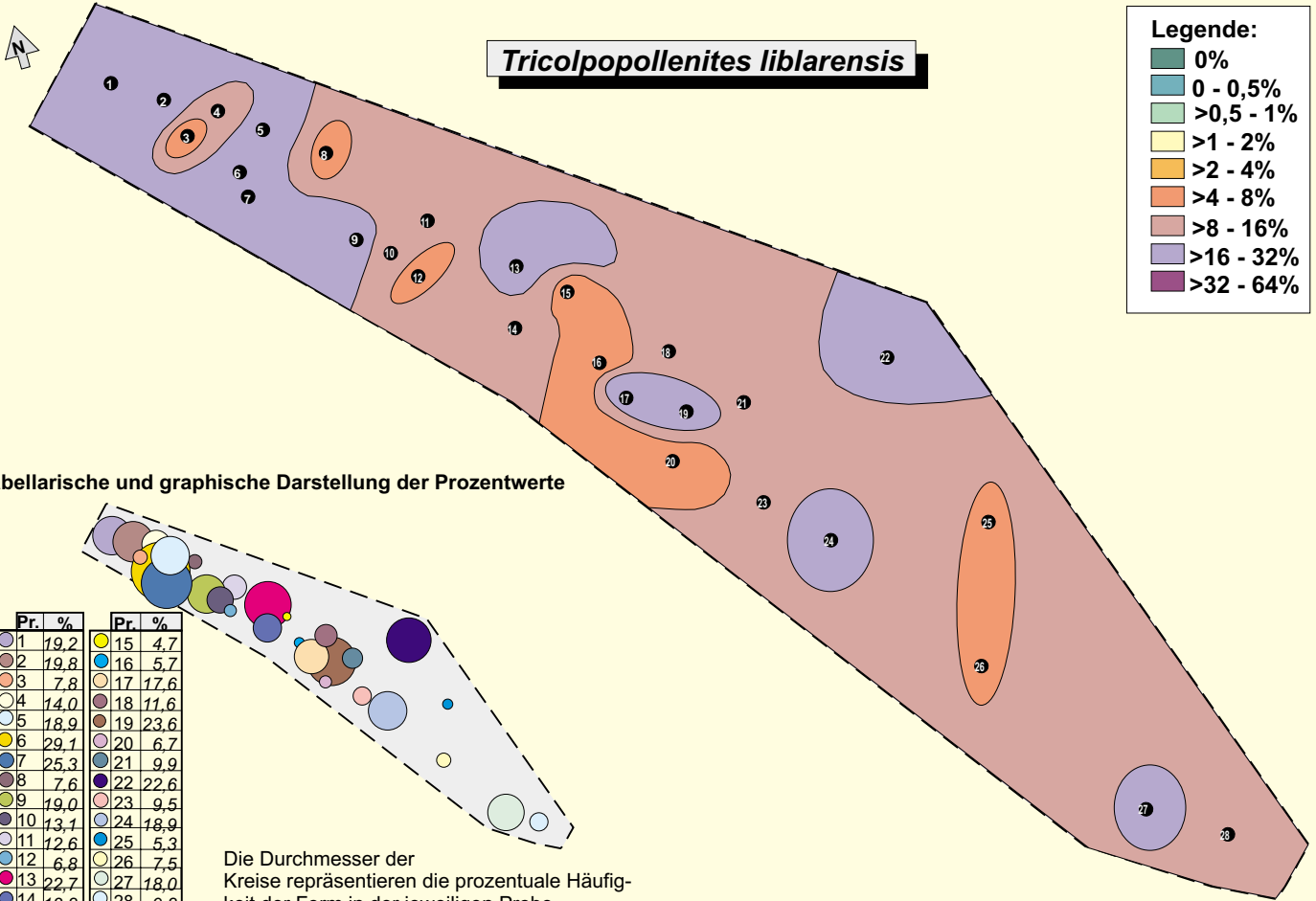
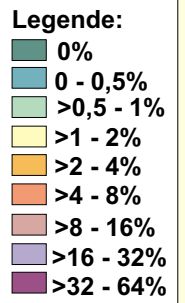


## Sporen

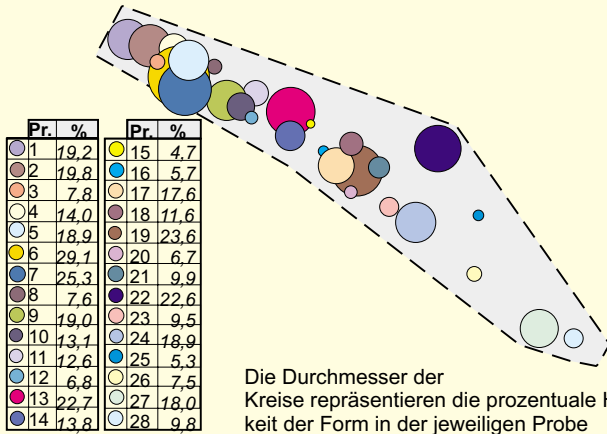


# Isopollenkarten: Bruchwald I

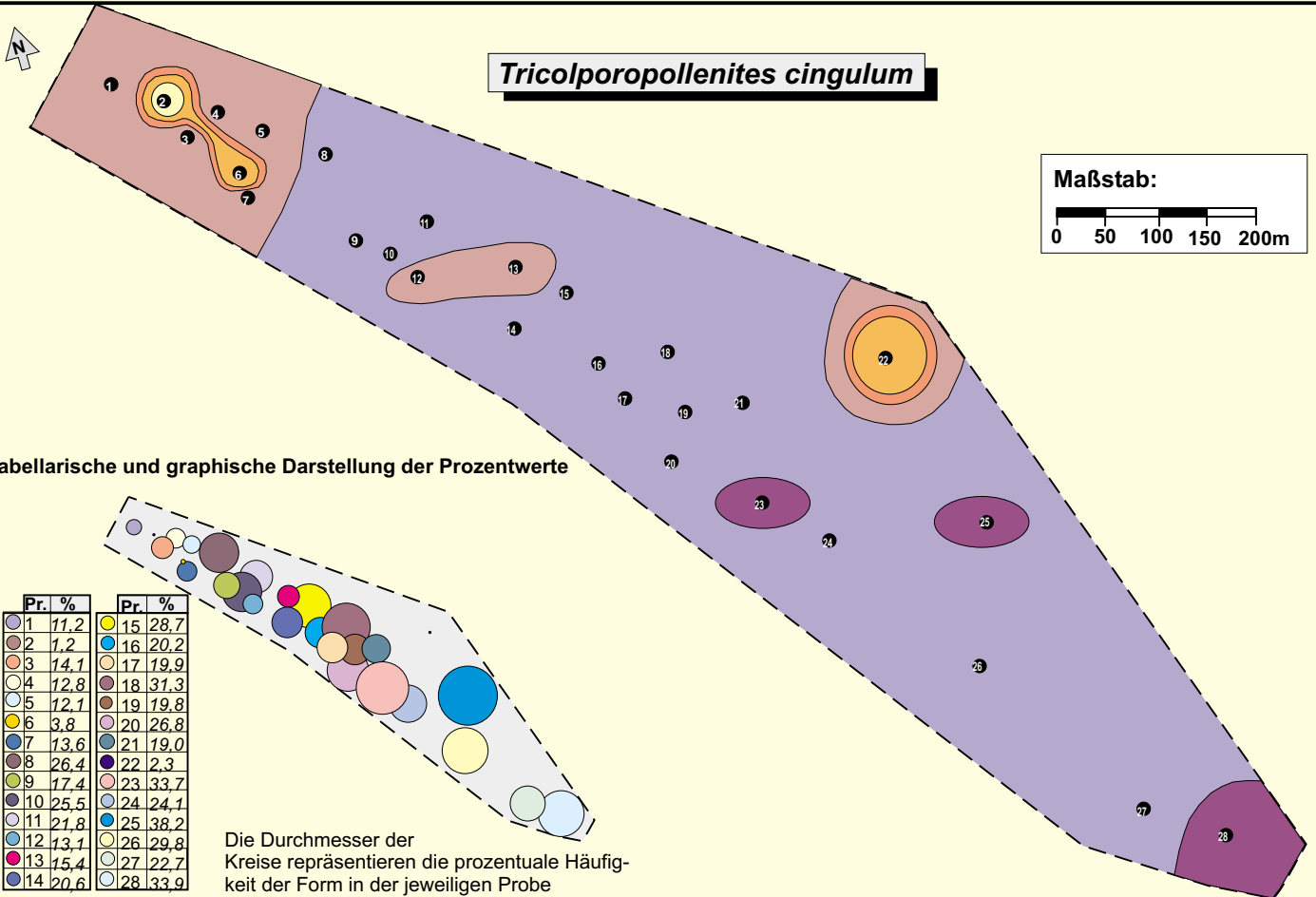
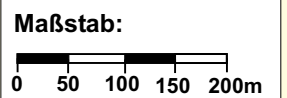
## *Tricolpopollenites liblarensis*



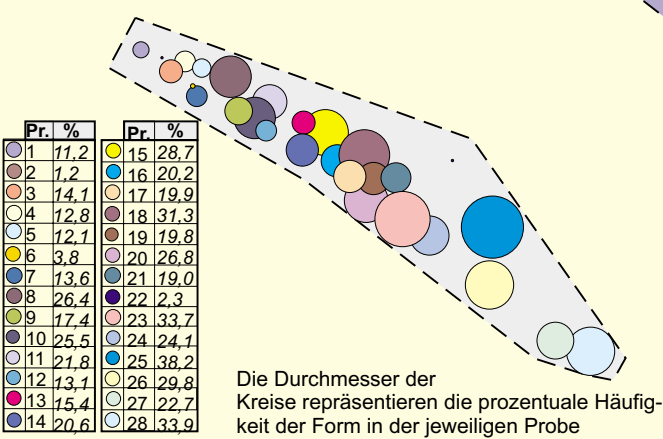
Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte



## *Tricolporopollenites cingulum*

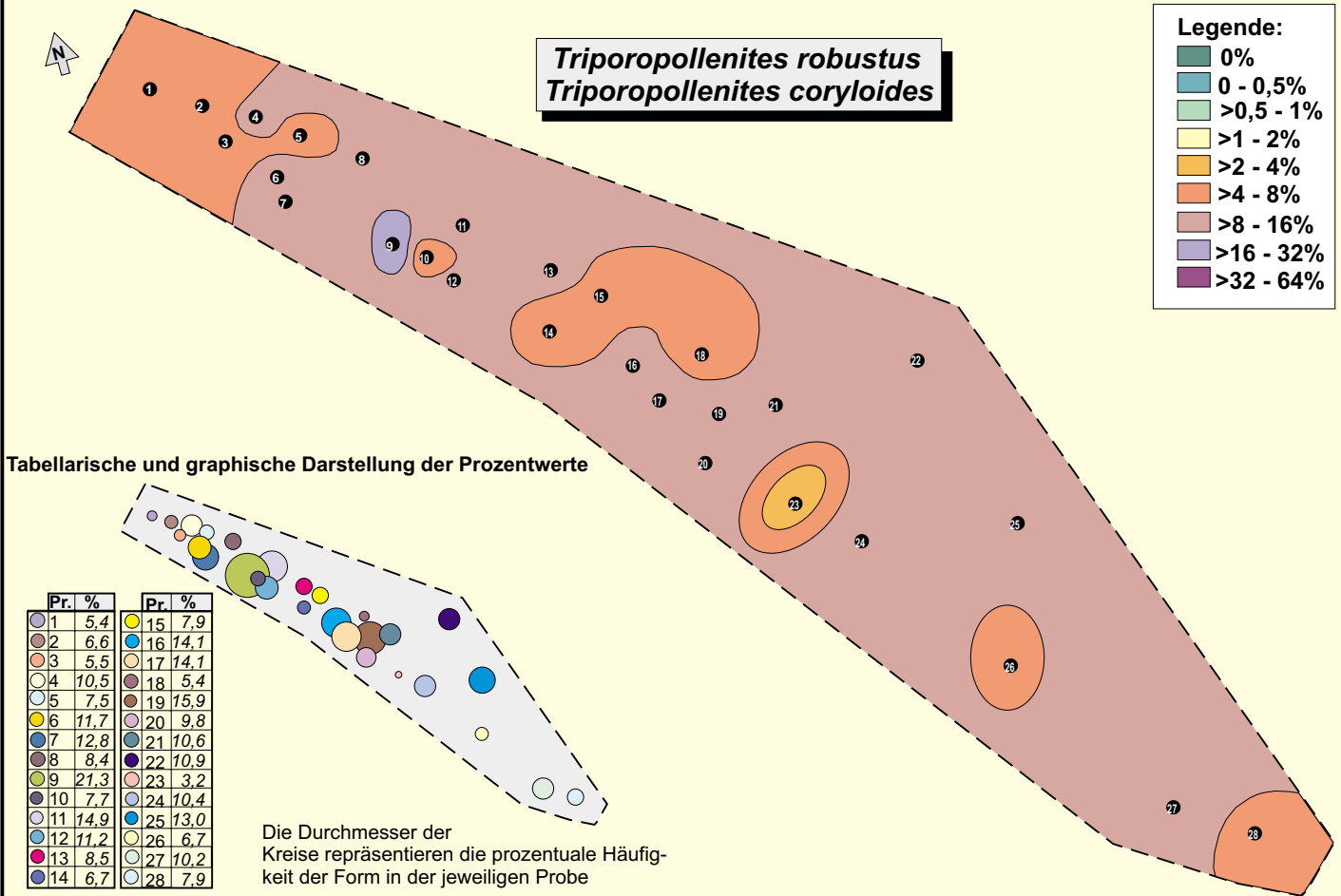
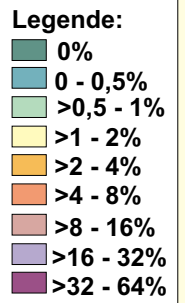


Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

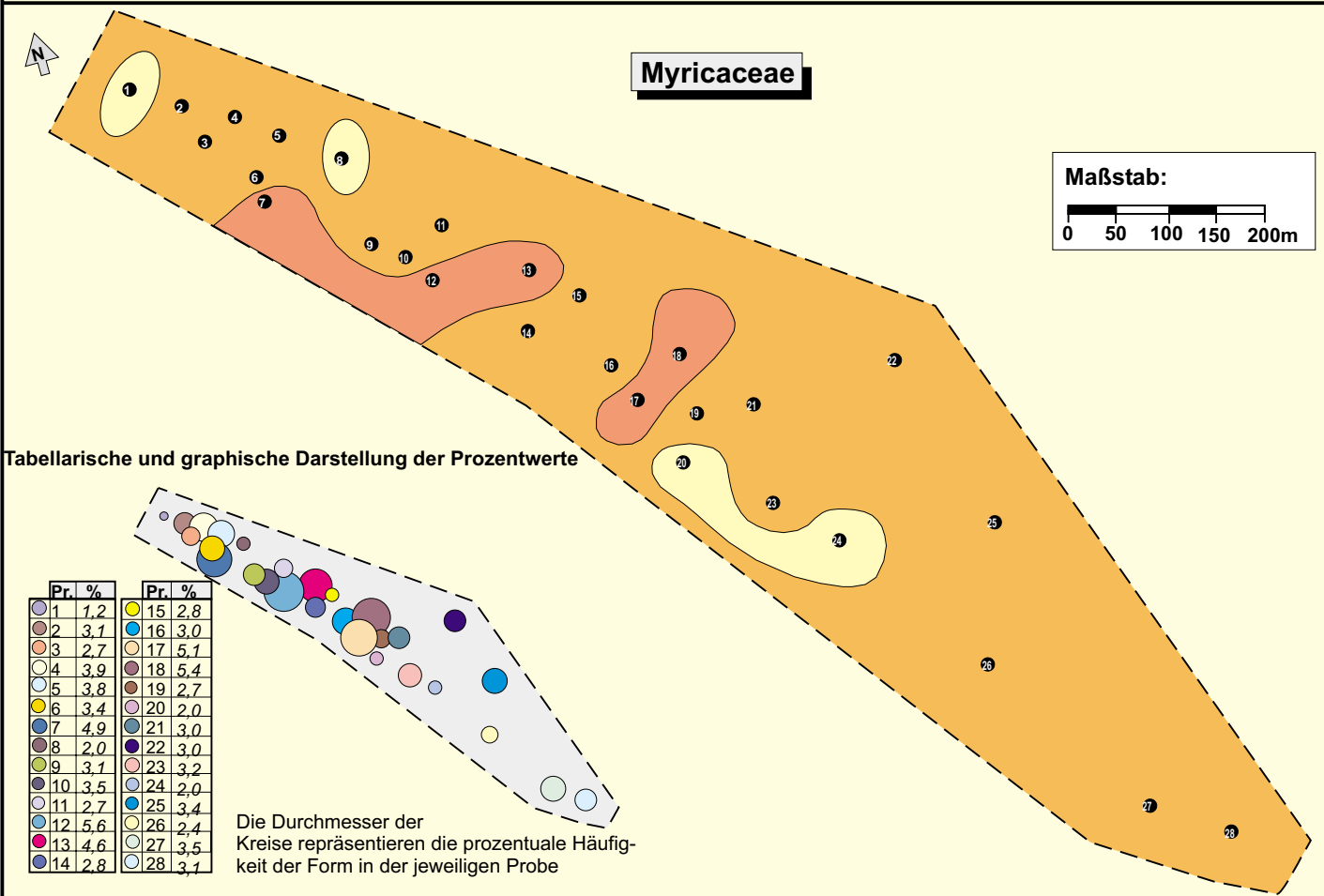
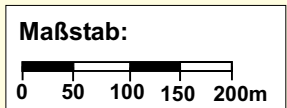


# Isopollenkarten: Bruchwald II

***Triporopollenites robustus***  
***Triporopollenites coryloides***

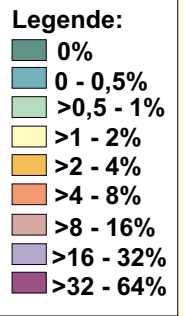


**Myricaceae**



# Isopollenkarten: Bruchwald III

## Engelhardtia (Momipites spp.)



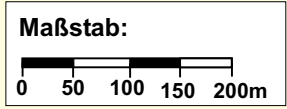
Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 2,3	15 1,6
2 3,1	16 1,9
3 2,0	17 0,4
4 1,6	18 3,5
5 1,9	19 2,7
6 0,8	20 1,2
7 4,2	21 1,9
8 1,2	22 4,2
9 0,0	23 0,0
10 3,1	24 0,8
11 3,1	25 2,3
12 1,2	26 0,4
13 2,3	27 1,2
14 0,8	28 1,2

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe



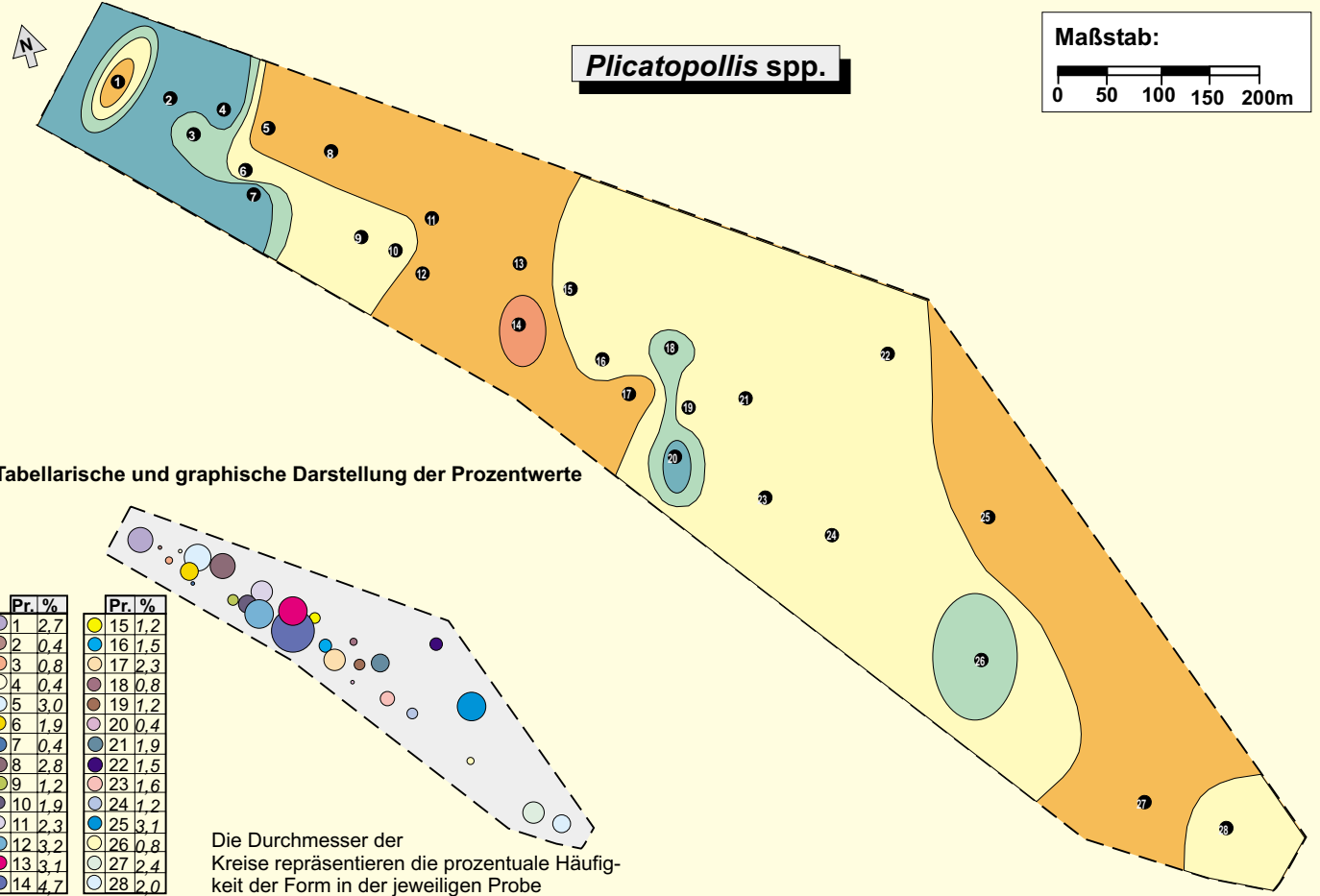
## Plicatopollis spp.



Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

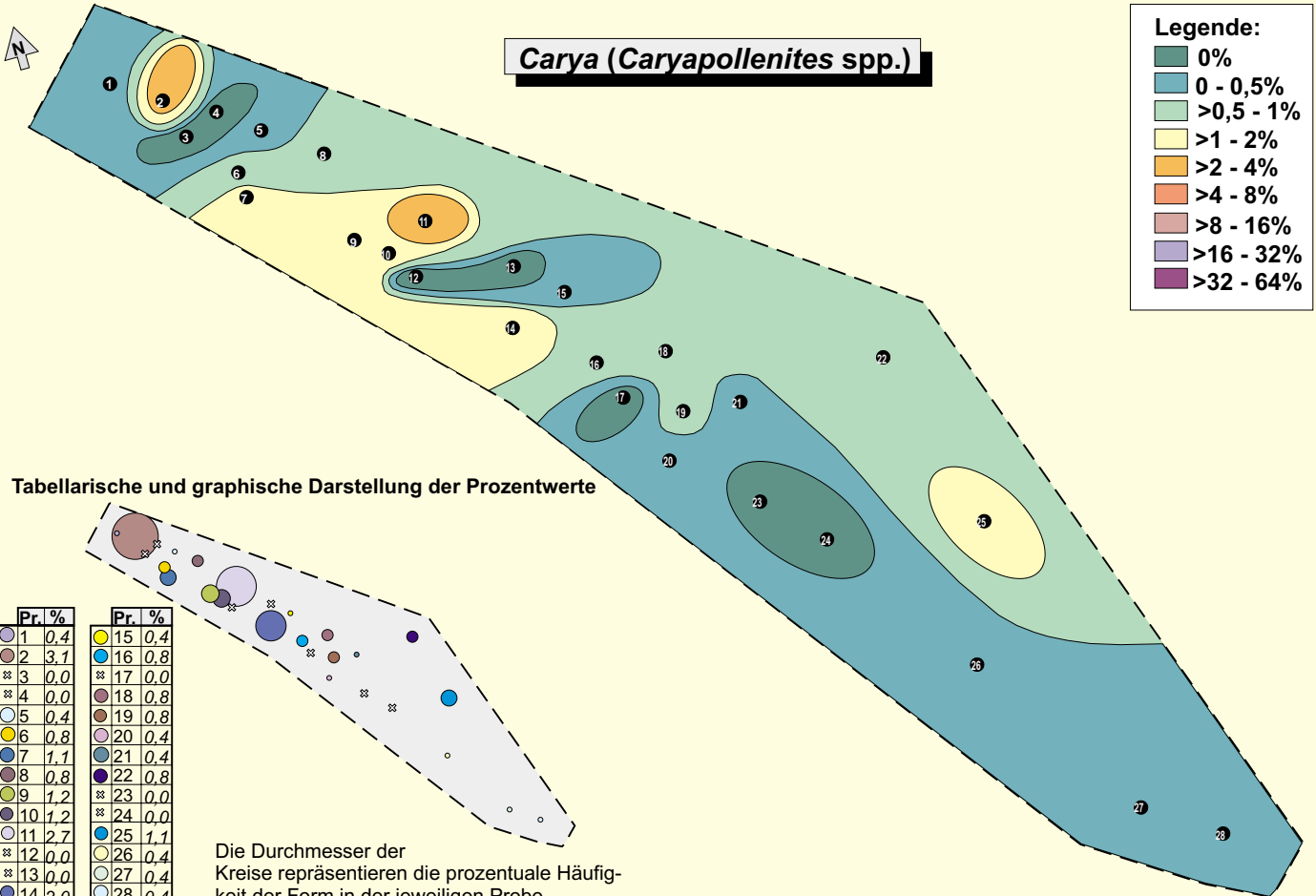
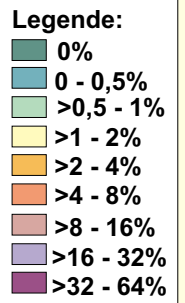
Pr. %	Pr. %
1 2,7	15 1,2
2 0,4	16 1,5
3 0,8	17 2,3
4 0,4	18 0,8
5 3,0	19 1,2
6 1,9	20 0,4
7 0,4	21 1,9
8 2,8	22 1,5
9 1,2	23 1,6
10 1,9	24 1,2
11 2,3	25 3,1
12 3,2	26 0,8
13 3,1	27 2,4
14 4,7	28 2,0

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe



# Isopollenkarten: Bruchwald IV

## *Carya (Caryapollenites spp.)*

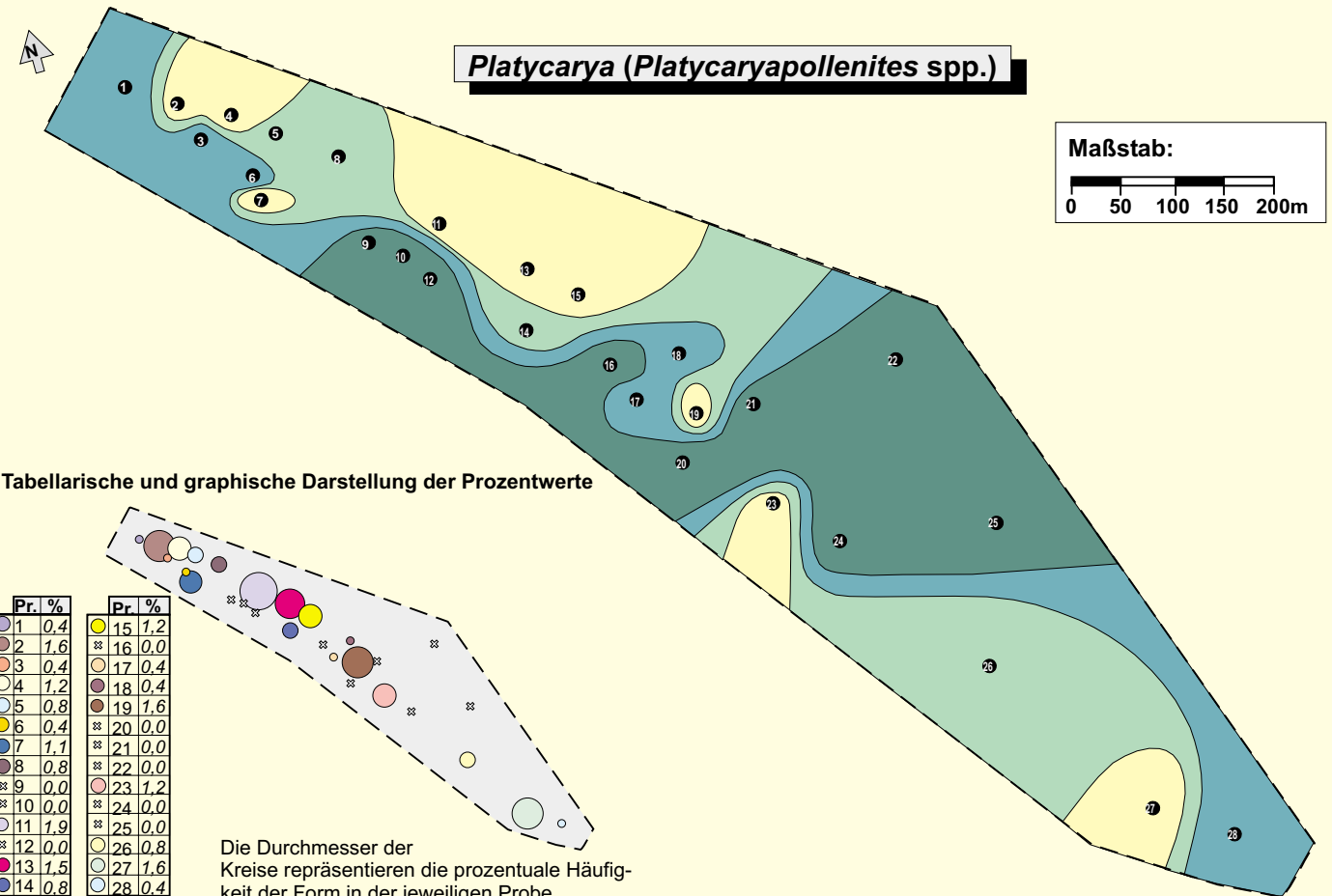
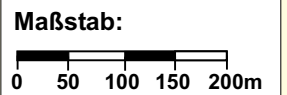


Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 0,4	15 0,4
2 3,1	16 0,8
3 0,0	17 0,0
4 0,0	18 0,8
5 0,4	19 0,8
6 0,8	20 0,4
7 1,1	21 0,4
8 0,8	22 0,8
9 1,2	23 0,0
10 1,2	24 0,0
11 2,7	25 1,1
12 0,0	26 0,4
13 0,0	27 0,4
14 2,0	28 0,4

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

## *Platycarya (Platycaryapollenites spp.)*



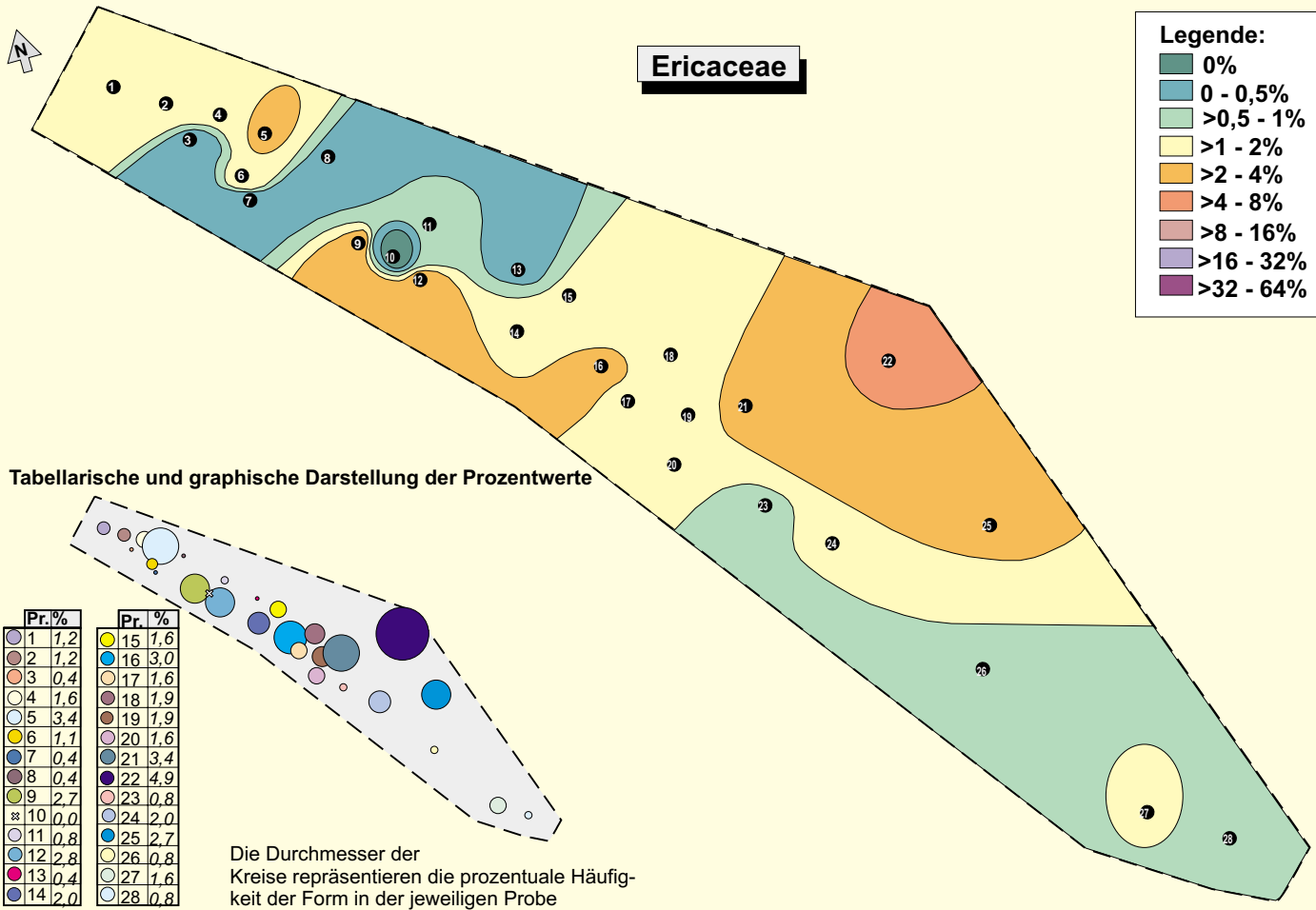
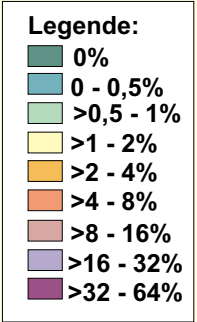
Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 0,4	15 1,2
2 1,6	16 0,0
3 0,4	17 0,4
4 1,2	18 0,4
5 0,8	19 1,6
6 0,4	20 0,0
7 1,1	21 0,0
8 0,8	22 0,0
9 0,0	23 1,2
10 0,0	24 0,0
11 1,9	25 0,0
12 0,0	26 0,8
13 1,5	27 1,6
14 0,8	28 0,4

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

# Isopollenkarten: Bruchwald V

## Ericaceae

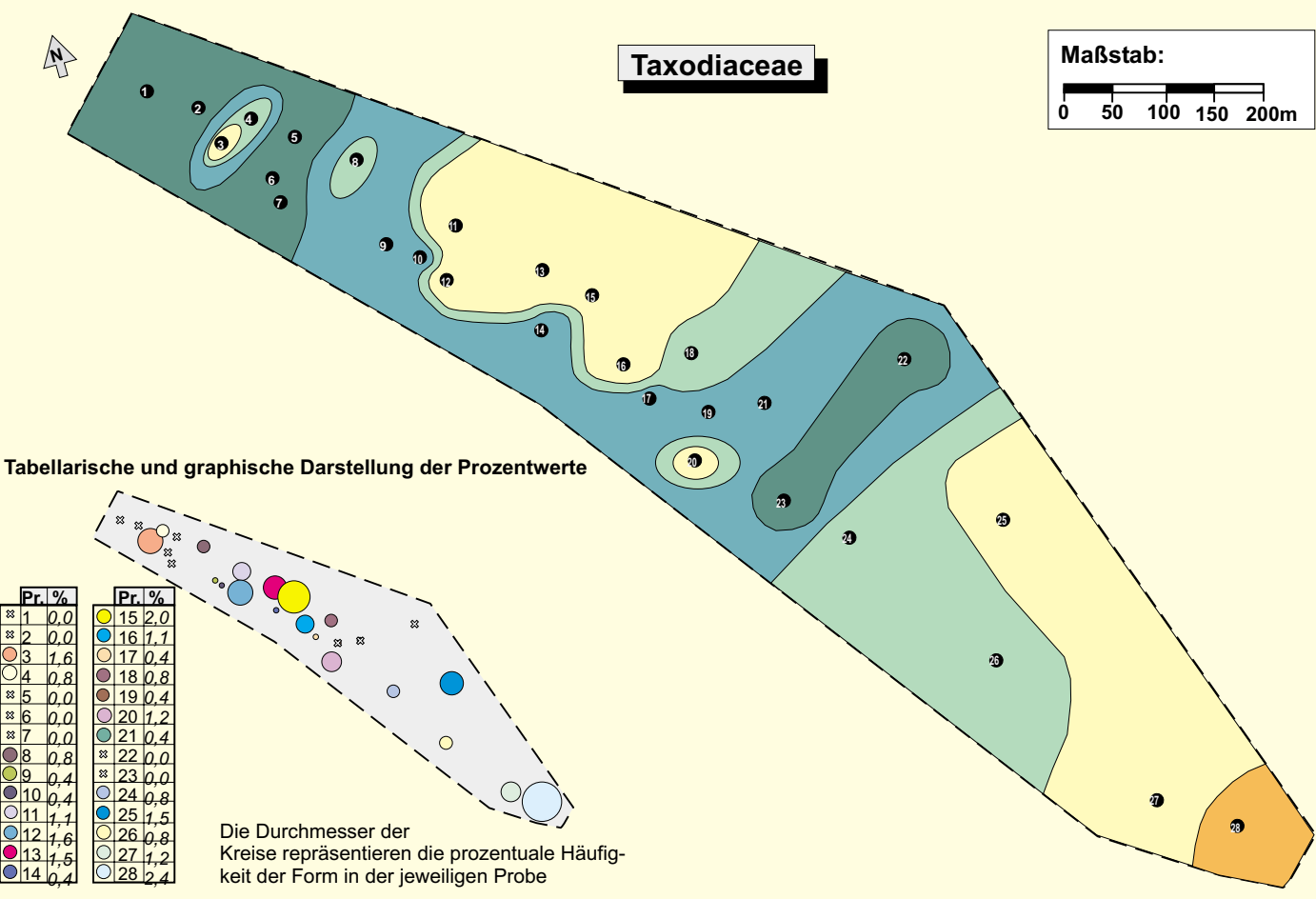
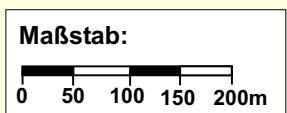


Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 1,2	15 1,6
2 1,2	16 3,0
3 0,4	17 1,6
4 1,6	18 1,9
5 3,4	19 1,9
6 1,1	20 1,6
7 0,4	21 3,4
8 0,4	22 4,9
9 2,7	23 0,8
10 0,0	24 2,0
11 0,8	25 2,7
12 2,8	26 0,8
13 0,4	27 1,6
14 2,0	28 0,8

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

## Taxodiaceae



Tabellarische und graphische Darstellung der Prozentwerte

Pr. %	Pr. %
1 0,0	15 2,0
2 0,0	16 1,1
3 1,6	17 0,4
4 0,8	18 0,8
5 0,0	19 0,4
6 0,0	20 1,2
7 0,0	21 0,4
8 0,8	22 0,0
9 0,4	23 0,0
10 0,4	24 0,8
11 1,1	25 1,5
12 1,6	26 0,8
13 1,6	27 1,2
14 0,4	28 2,4

Die Durchmesser der Kreise repräsentieren die prozentuale Häufigkeit der Form in der jeweiligen Probe

# Ökosystemmodell "Kohliges Band" (Zwischenmittel 4/5)

NW

SE

Mangrove

Brackische Marsch

u. a. Juglandaceae  
Ericaceae

Süßwassermarsch

*Avicennia*/  
*Diporoconia*-  
Zone

*Nypa*-Gürtel

*Avicennia*  
*Nypa*

Hammock 2

Bruchwald

Dinoflagellaten  
Plankton

Restionaceae

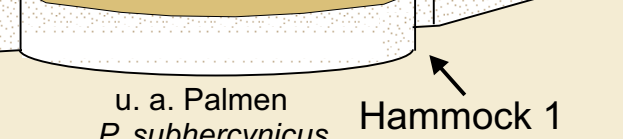
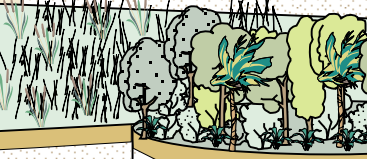
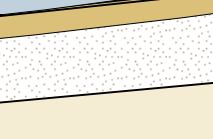
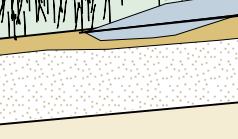
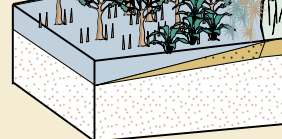
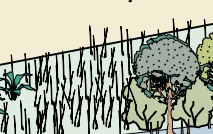
Farne

*Rhizophora*

Palmen

Rinne

Sparganiaceae  
Restionaceae



Sparganiaceae

u. a. Palmen  
*P. subhercynicus*  
*P. pseudoexcelsus*  
Myricaceae  
Farne

Hammock 1

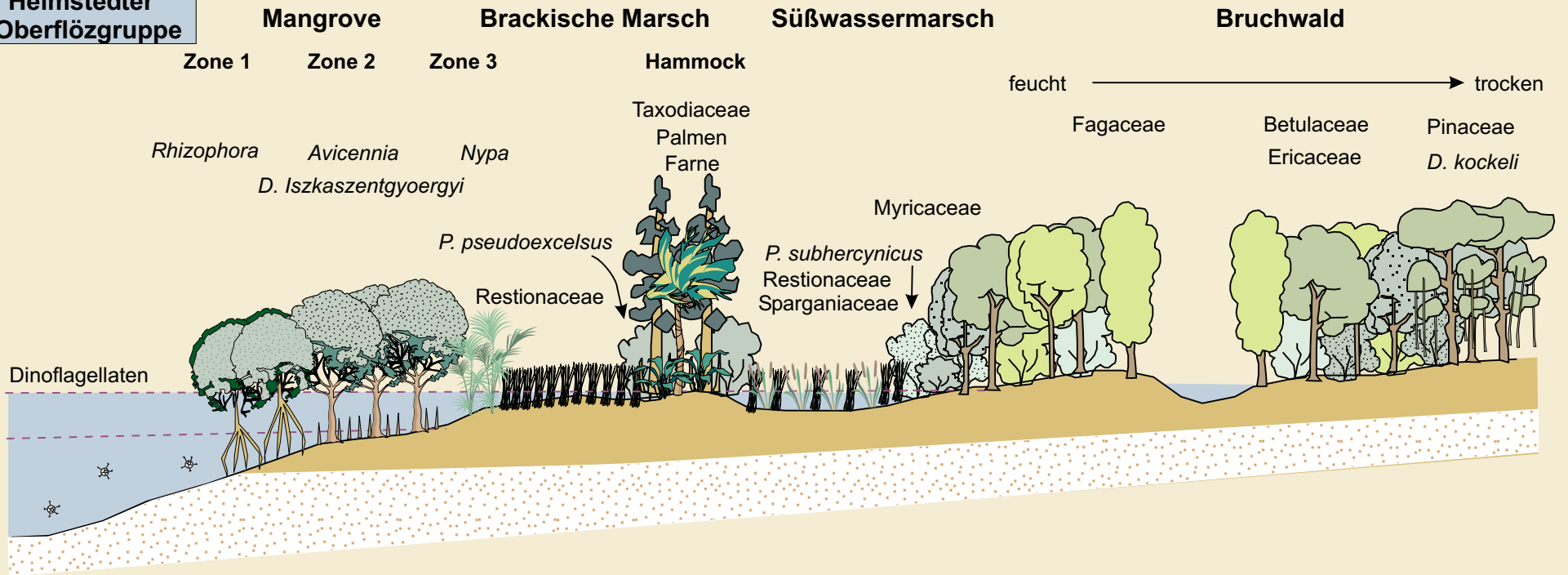
100m

**Anhang E**  
**Ökosystem-Modelle**

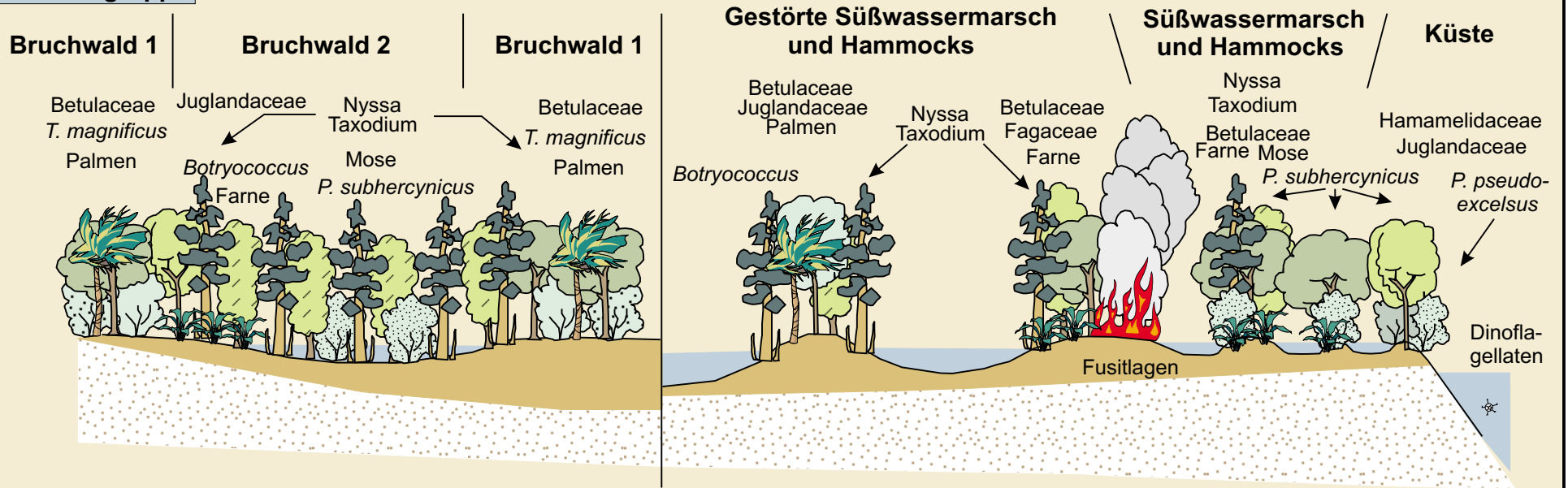
**E-1 Die Pflanzengesellschaften in der  
Helmstedter Unter- und Oberflözgruppe**



**Helmstedter Oberflözgruppe**



**Helmstedter Unterflözgruppe**

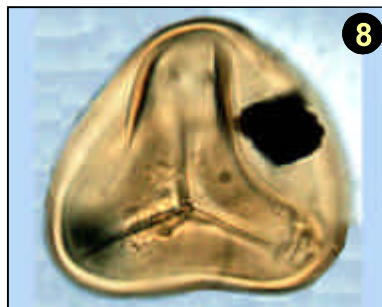
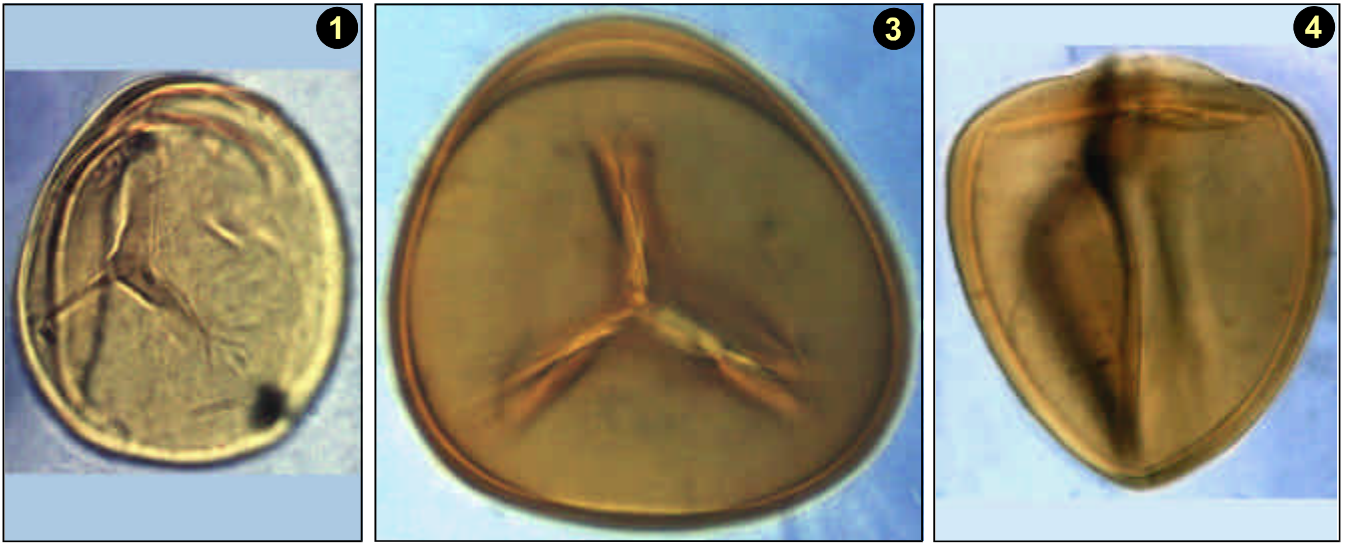


**Tafel 1**  
(x 1000)

---

- Fig. 1, 2: (1) *Leiotriletes microadriennis*  
Fig. 1: Liegendschichten, Profil A (A/17)  
Fig. 2: Flöz 5, Profil H (H/2)
- Fig. 3, 4: (2) *Leiotriletes maxoides maxoides*  
Fig. 3: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)  
Fig. 4: Liegendschichten, Profil B (B/4); triplane Erhaltung  
(*Triplanosporites sinuosus?*)
- Fig. 5a, b: (5) *Toroisporis (Toroisporis) torus major*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/13)
- Fig. 6a, b: (6) *Toroisporis (Toroisporis) postregularis*  
Flöz 5, Profil H (H/4)
- Fig. 7a, b: (3) *Toroisporis (Toroisporis) arealis*  
Flöz 5, Profil H (H/2)
- Fig. 8: (4) *Toroisporis (Toroisporis) irregularis*  
Liegendschichten, Profil B (B/19)
- Fig. 9a, b: (7) *Gleicheniidites* sp.  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/13)

# Tafel 1

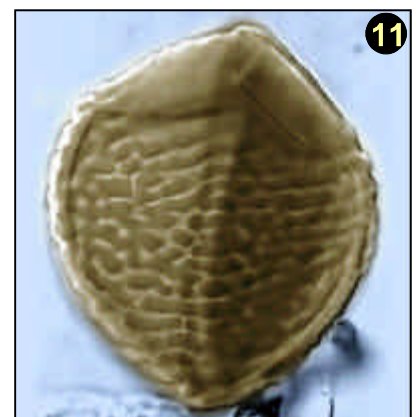
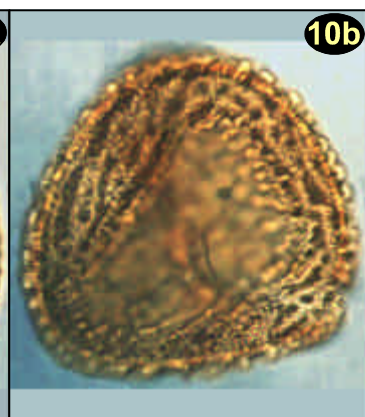
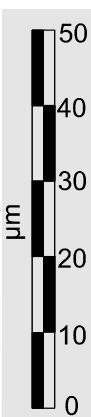
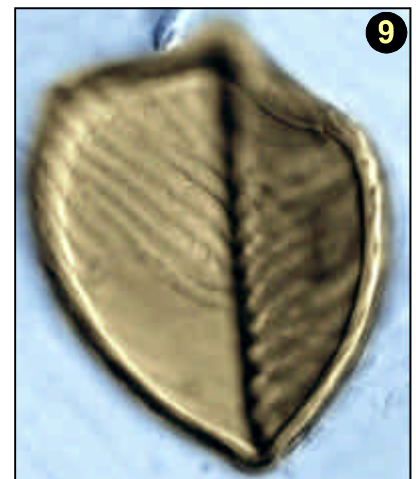
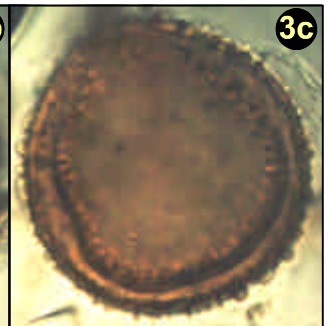
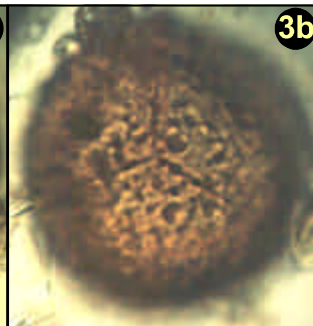


**Tafel 2**  
(x 1000)

---

- Fig. 1a, b:       (8) *Ischyosporites asolidus*  
Liegendschichten, Profil B (B/8)
- Fig. 2a, b:       (9) *Baculatisporites primarius oligocaenicus*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 3a, b, c:   (10) *Baculatisporites gemmatus*  
Liegendschichten, Profil B (B/9)
- Fig. 4a, b:       (11) *Stereisporites megastereoides*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/13)
- Fig. 5:           (12) *Stereisporites minor minor*  
Flöz 6, Profil C (C/12)
- Fig. 6:           (13) *Stereisporites breviancoris*  
Liegendschichten, Profil B (B/10)
- Fig. 7a, b:       (14) *Tegumentisporis sculpturoides*  
Flöz 5, Profil H, (H/6)
- Fig. 8a, b,  
9:               (15) *Cicatricosisporites dorogensis*  
Fig. 8: Liegendschichten, Profil B (B/13)  
Fig. 9: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/13); triplane Erhaltung
- Fig. 10a, b,  
11:              (16) *Cicatricosisporites paradorogensis*  
Fig. 10a, b: Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/10)  
Fig. 11: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/13); triplane Erhaltung

# Tafel 2

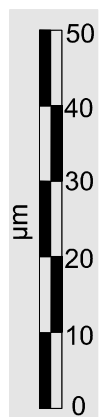
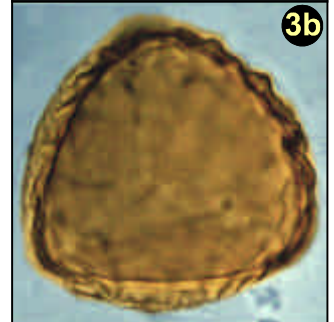
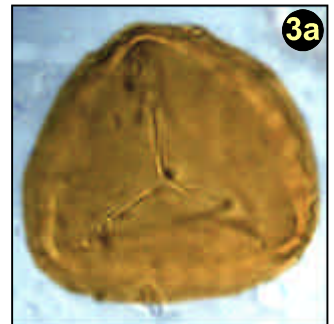


**Tafel 3**  
(x 1000)

---

- Fig. 1a, b: (17) *Polypodiaceoisorites gracillimus*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 2a, b: (18) *Camarozonosporites heskemensis*  
Liegendschichten, Profil B (B/12)
- Fig. 3a, b, c: (19) *Camarozonosporites decorus*  
Flöz 5, Profil I (I/2)
- Fig. 4: (20) *Cicatricosporites pseudodorogensis*  
Flöz 6, Profil C (C/16)
- Fig. 5: (22) *Laevigatosporites discordatus*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 6, 7: (21) *Laevigatosporites haardti*  
Fig. 6: Flöz 6, Profil C (C/1)  
Fig. 7: Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 8, 9: (23) *Punctatosporites palaeogenicus*  
Fig. 8: Flöz 6, Profil C (C/7)  
Fig. 9: Flöz 6, Profil C (C/7); Übergangsform zu (24) *V. favus*
- Fig. 10: (24) *Verrucatosporites favus*  
Flöz 5, Profil H (H/6)
- Fig. 11a, b: (25) *Verrucatosporites microfavus*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 12a, b: (26) *Reticuloidosporites dentatus*  
Flöz 6, Profil E (E/8)

# Tafel 3



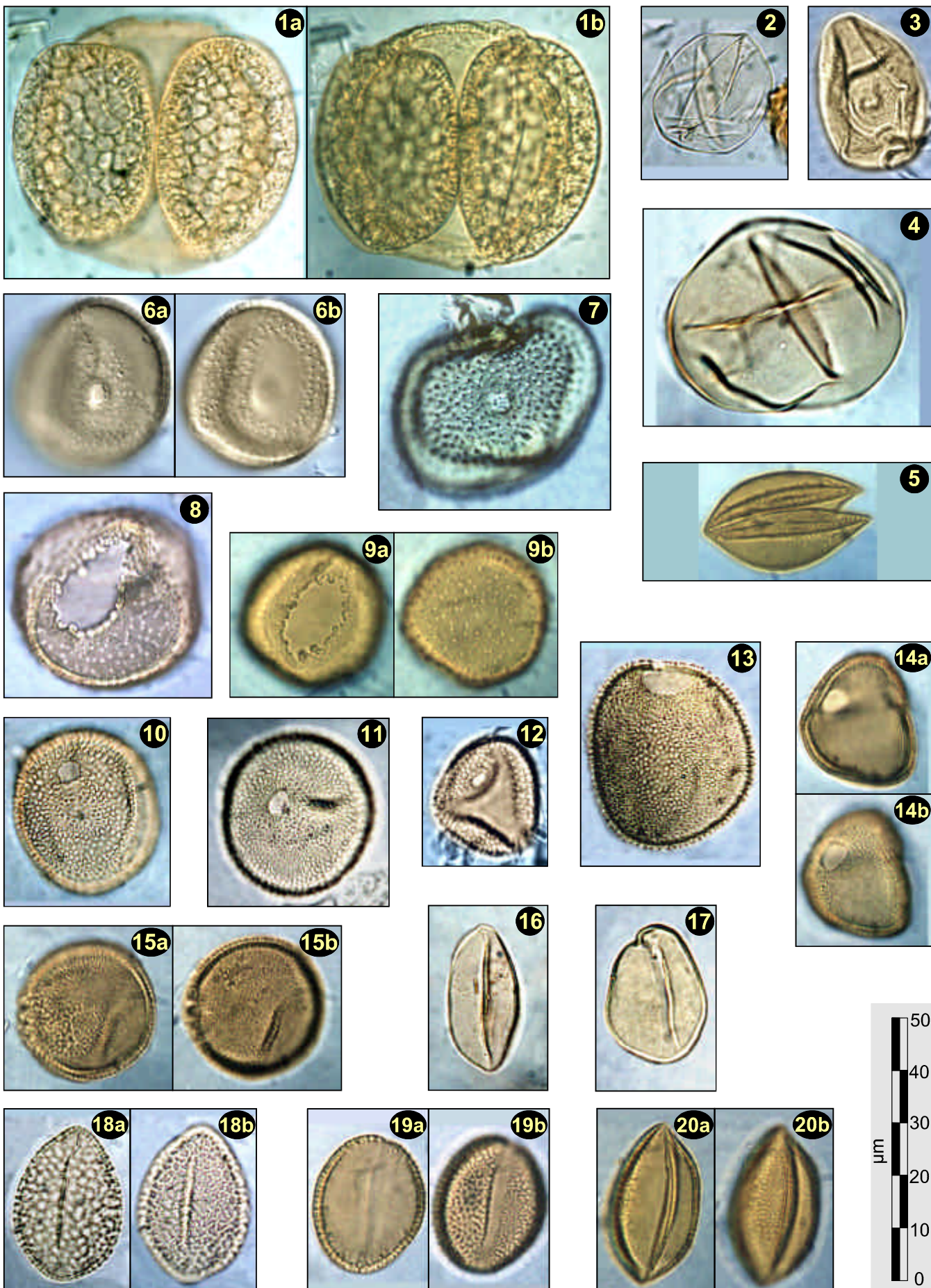
**Tafel 4**  
(x 1000)

---

- Fig. 1a, b: (27) *Pityosporites labdacus*  
Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 2: (28) *Inaperturopollenites dubius*  
Flöz 5, Profil H (H/17)
- Fig. 3: (29) *Inaperturopollenites concedipites*  
Flöz 5, Profil H (H/11)
- Fig. 4: (30) *Inaperturopollenites magnus*  
Liegendschichten, Profil B (B/15)
- Fig. 5: (31) *Cupressacites bockwitzensis*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/12)
- Fig. 6a, b,  
7: (32) *Milfordia minima*  
Fig. 6: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/18)  
Fig. 7: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/20)
- Fig. 8, 9a, b: (33) *Milfordia incerta*  
Fig. 8 und 9: Flöz 6, Profil C (C/8)
- Fig. 10, 11: (34) *Sparganiaceapollenites sparganioides*  
Fig. 10: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)  
Fig. 11: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/17)
- Fig. 12: (35) *Sparganiaceapollenites reticulatus*  
Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/4)
- Fig. 13: (36) *Sparganiaceapollenites* sp. 1  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)
- Fig. 14a, b: (37) *Sparganiaceapollenites* sp. 2  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/15)
- Fig. 15a, b: (38) *Emmapollis pseudoemmaensis*  
Liegendschichten/Flöz 6, Profil D (D/1)
- Fig. 16, 17: (39) *Monocolpopollenites tranquillus*  
Fig. 16 und 17: Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 18a, b: (40) *Arecipites parareolatus*  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)
- Fig. 19a, b: (41) *Arecipites convexus*  
Zwischenmittel 4/5, Profil K (K/13)
- Fig. 20a, b: (42) *Arecipites longicolpatus*  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/21)



# Tafel 4

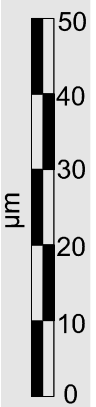
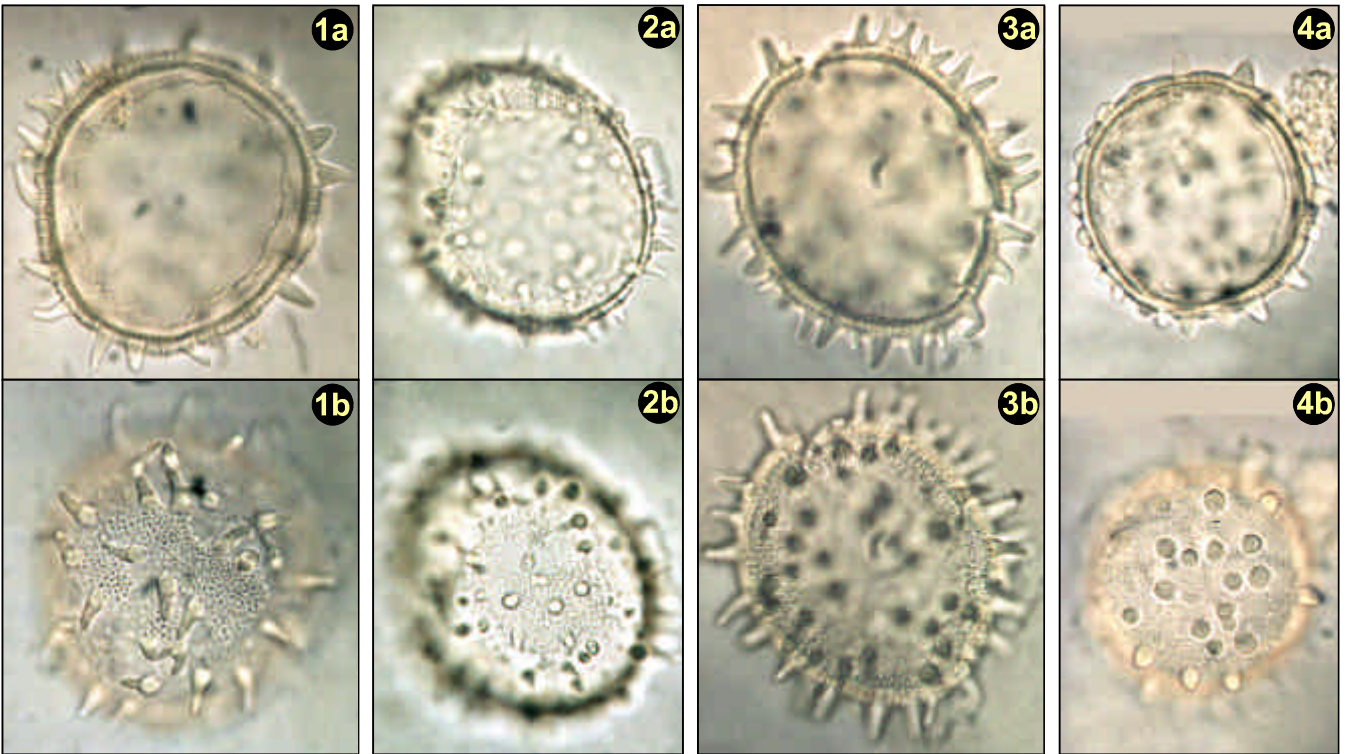


**Tafel 5**  
(x 1000)

---

- Fig. 1 - 4:           (43) *Spinizonocolpites echinatus*  
Fig. 1: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)  
Fig. 2: Liegendschichten, Profil A (A/15); Form mit sehr kleinen Echinae  
Fig. 3: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/17); Form mit verwachsenen Echinae  
Fig. 4: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18); Form mit vermutlich abgebrochenen Echinae
- Fig. 5a, b,  
6:                   (44) *Spinizonocolpites baculatus*  
Fig. 5 und 6: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)
- Fig. 7a, b, c:       (45) *Punctilongisulcites microechinatus*  
Liegendschichten, Profil B (B/4)
- Fig. 8a, b,  
9:                   (46) *Dicolpopollis kockeli*  
Fig. 8: Flöz 6, Profil C (C/7); Seitenlage  
Fig. 9: Flöz 6, Profil C (C/3); Pollage
- Fig. 10, 11:       (47) *Diporoconia iszkaszentgyoergyi*  
Fig. 10: Zwischenmittel 4/5, Profil K (K/18); *Alyxia*-Typ  
Fig. 11: Liegendschichten, Profil B (B/12); *Daemonorops*-Typ

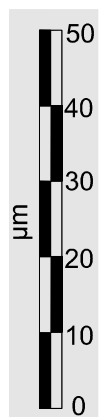
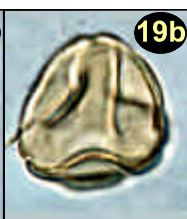
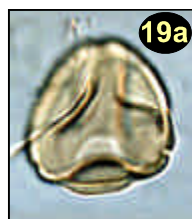
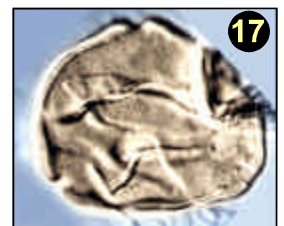
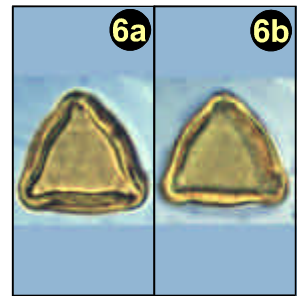
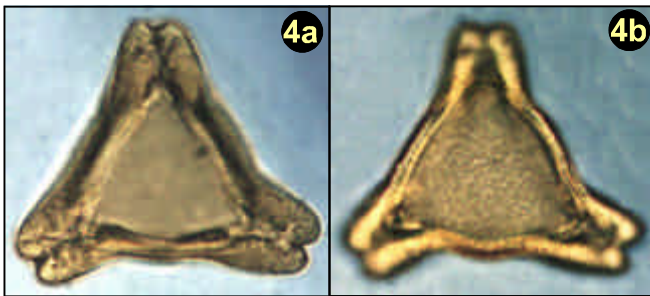
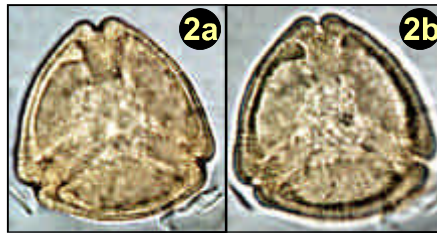
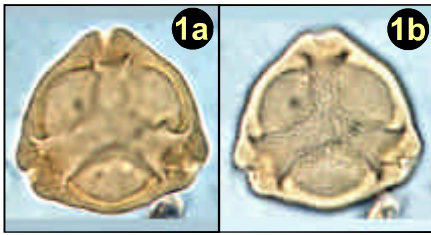
# Tafel 5



**Tafel 6**  
(x 1000)

Fig. 1a, b, 2a, b:	(48) <i>Pompeckjoidaepollenites subhercynicus</i> Fig. 1: Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/18); Fig. 2: Flöz 6, Profil C (C/12)
Fig. 3:	(49) <i>Nudopollis terminalis hastaformis</i> Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/18)
Fig. 4a, b:	(50) <i>Basopollis orthobasalis</i> Liegendschichten, Profil A (A/13)
Fig. 5:	(51) <i>Interpollis supplingensis</i> Zwischenmittel 5/6; Profil F (F/12)
Fig. 6a, b:	(52) <i>Interpollis microsupplingensis</i> Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/13)
Fig. 7, 8, 9:	(53) <i>Plicapollis pseudoexcelsus turgidus</i> Fig. 7: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/20) Fig. 8: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18); Fig. 9: Flöz 5, Profil H (H/6)
Fig. 10, 11:	(54) <i>Plicapollis pseudoexcelsus semiturgidus</i> Fig. 10: Zwischenmittel 5/6; Profil F (F/18) Fig. 11: Flöz 5, Profil I (I/1); 4-porige Form
Fig. 12:	(55) <i>Plicapollis pseudoexcelsus microturgidus</i> Flöz 6, Profil E (E/20)
Fig. 13, 14:	(56) <i>Triatriopollenites rurensis</i> Fig. 13: Flöz 6, Profil E (E/20) Fig. 14: Flöz 5, Profil H (H/17); Übergangsform zu (57) <i>T. bituitus</i>
Fig. 15, 16:	(57) <i>Triatriopollenites bituitus</i> Fig. 15: Flöz 6, Profil C (C/1) Fig. 16: Liegendschichten, Profil B (B/13)
Fig. 17:	(58) <i>Triatriopollenites myricoides</i> Flöz 6, Profil C (C/1)
Fig. 18, 19a, b:	(59) <i>Plicatopollis plicatus</i> Fig. 18: Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/4) Fig. 19: Flöz 5, Profil H (H/17)
Fig. 20, 21:	(60) <i>Plicatopollis lunatus</i> Fig. 20: Liegendschichten, Profil B (B/12) Fig. 20: Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/8)
Fig. 22:	(61) <i>Plicatopollis</i> sp. Liegendschichten, Profil B (B/8)
Fig. 23:	(62) <i>Momipites punctatus</i> Liegendschichten, Profil B (B/13)
Fig. 24:	(63) <i>Momipites quietus</i> Flöz 5, Profil H (H/3)
Fig. 25, 26:	(64) <i>Platycaryapollenites platycaryoides</i> Fig. 25: Flöz 5, Profil H (H/15); Fig. 26: Flöz 6, Profil C (C/7)
Fig. 27:	(65) <i>Platycaryapollenites semicyclus</i> Liegendschichten, Profil B (B/13)
Fig. 28a, b:	(66) <i>Platycaryapollenites anticyclus</i> Liegendschichten, Profil B (B/15)
Fig. 29:	(67) <i>Platycaryapollenites</i> sp. 1 Flöz 6, Profil C (C/14)
Fig. 30:	(68) <i>Platycaryapollenites</i> sp. 2 Flöz 5, Profil H (H/3)
Fig. 31:	(69) <i>Platycaryapollenites</i> sp. 3 Flöz 6, Profil C (C/4)

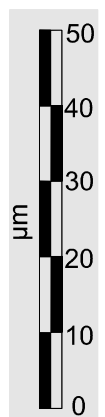
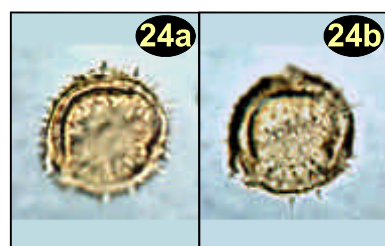
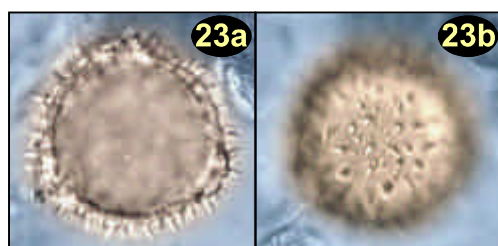
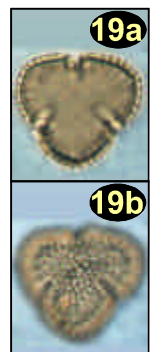
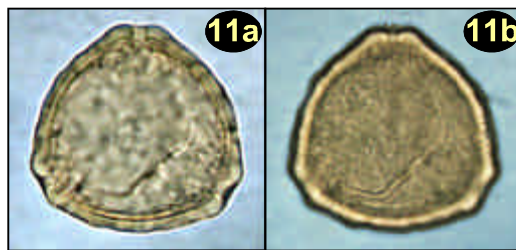
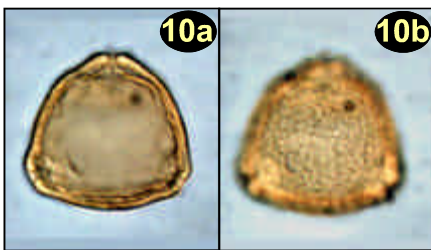
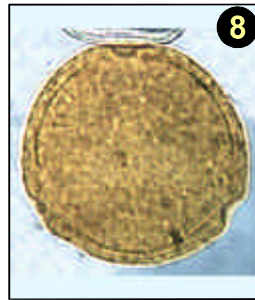
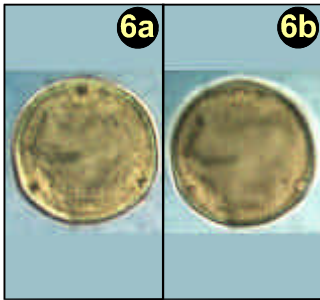
# Tafel 6



**Tafel 7**  
(x 1000)

- 
- |                         |  |
|-------------------------|--|
| Fig. 1, 2:              | (70) <i>Caryapollenites circulus</i><br>Fig. 1: Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/18)<br>Fig. 2: Flöz 6, Profil C (C/10); Übergangsform zu (71) <i>C. triangulus</i> |
| Fig. 3, 4:              | (71) <i>Caryapollenites triangulus</i><br>Fig. 3: Flöz 6, Profil C (C/3)<br>Fig. 4: Liegendschichten, Profil B (B/10)  |
| Fig. 5:                 | (72) <i>Pterocaryapollenites stellatus</i><br>Liegendschichten, Profil B (B/10)  |
| Fig. 6a, b:             | (73) <i>Subtriporopollenites anulatus nanus</i><br>Flöz 5, Profil H (H/11)   |
| Fig. 7:                 | (74) <i>Subtriporopollenites magnoporatus</i><br>Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/4)  |
| Fig. 8:                 | (75) <i>Subtriporopollenites constans constans</i><br>Flöz 6, Profil E (E/7)   |
| Fig. 9:                 | (76) <i>Subtriporopollenites constans magnus</i><br>Flöz 6, Profil C (C/5)   |
| Fig. 10a, b:            | (77) <i>Triporopollenites rhenanus</i><br>Flöz 6, Profil C (C/7)   |
| Fig. 11a, b,<br>12:     | (78) <i>Triporopollenites robustus</i><br>Fig. 11: Flöz 5, Profil H (H/17)<br>Fig. 12: Flöz 6, Profil E (E/7); vierporige Form                                     |
| Fig. 13:                | (79) <i>Triporopollenites megagranifer</i><br>Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/4)   |
| Fig. 14:                | (80) <i>Triporopollenites undulatus</i><br>Flöz 6, Profil C (C/5)  |
| Fig. 15:                | (81) <i>Triporopollenites coryloides</i><br>Flöz 5, Profil H (H/15)  |
| Fig. 16:                | (82) <i>Trivestibulopollenites betuloides</i><br>Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/17)   |
| Fig. 17:                | (83) <i>Intratriporopollenites microinstructus</i><br>Liegendschichten, Profil B (B/13)  |
| Fig. 18:                | (84) <i>Intratriporopollenites cf. microreticulatus</i><br>Flöz 5, Profil H (H/9)  |
| Fig. 19a, b:            | (85) <i>Bombacacidites kettingensis minimus</i><br>Liegendschichten, Profil B (B/4)  |
| Fig. 20:                | (86) <i>Bombacacidites</i> sp.<br>Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/4)   |
| Fig. 21:                | (87) <i>Anacolosidites efflatus</i><br>Flöz 5, Profil I (I/6)  |
| Fig. 22:                | (88) <i>Anacolosidites pseudoefflatus</i><br>Liegendschichten, Profil B (B/13)   |
| Fig. 23a, b,<br>24a, b: | (89) <i>Porocolpopollenites rarobaculatus</i><br>Fig. 23: Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/2)<br>Fig. 24: Liegendschichten, Profil B (B/13)                         |

# Tafel 7



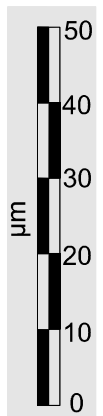
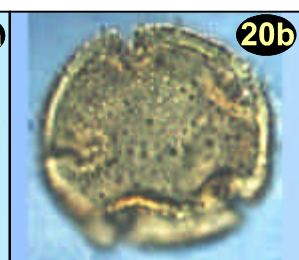
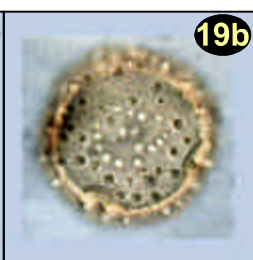
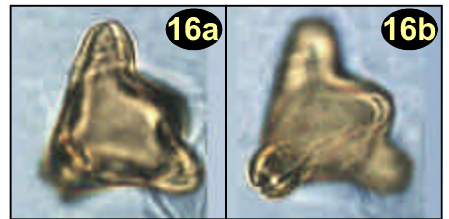
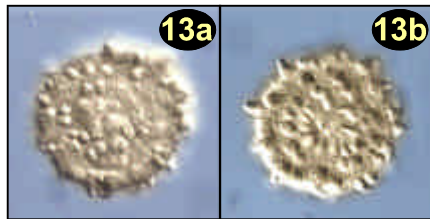
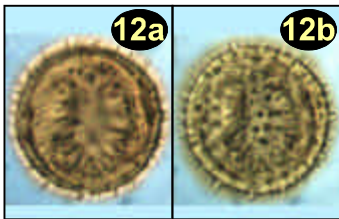
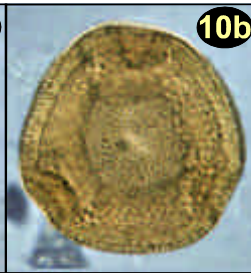
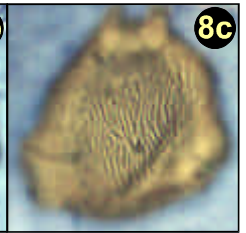
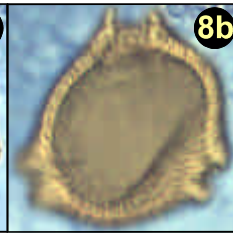
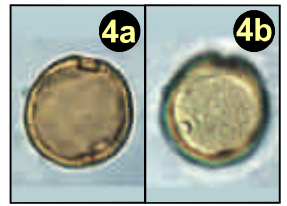
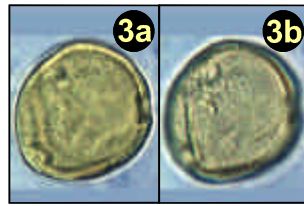
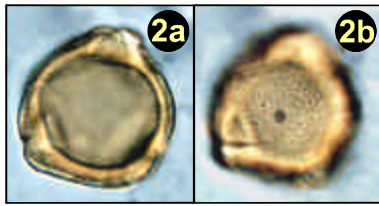
**Tafel 8**  
(x 1000)

---

- Fig. 1: (90) *Porocolpopollenites vestibulum*  
Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/10)
- Fig. 2a, b: (91) *Symplocospollenites orbis*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/12)
- Fig. 3a, b,  
4a, b: (92) *Celtipollenites intrastructurus*  
Fig. 3: Flöz 6, Profil C (C/1)  
Fig. 4: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/21)
- Fig. 5: (93) *Celtipollenites laevigatus*  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/6)
- Fig. 6, 7: (94) *Labrapollis labraferus*  
Fig. 6: Flöz 5, Profil H (H/16)  
Fig. 7: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)
- Fig. 8a, b, c: (95) *Brosipollis striatobrosus*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/12)
- Fig. 9a, b: (96) *Brosipollis salebrosus*  
Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 10a, b,  
11: (97) *Thomsonipollis magnificus*  
Fig. 10: Liegendschichten, Profil B (B/4)  
Fig. 11: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/13)
- Fig. 12a, b,  
13a, b: (98) *Compositoipollenites rhizophorus*  
Fig. 12: Liegendschichten, Profil B (B/10)  
Fig. 13: Flöz 6, Profil E (E/20)
- Fig. 14, 15: (99) *Corsinipollenites oculus-noctis*  
Fig. 14: Flöz 6, Profil C (C/1)  
Fig. 15: Liegendschichten, Profil A (A/17)
- Fig. 16a, b,  
17a, b: (100) *Pentapollis pentangulus*  
Fig. 16: Zwischenmittel 4/5, Profil K (K/13)  
Fig. 17: Flöz 6, Profil D (D/3)
- Fig. 18: (101) *Reevesiapollis triangulus*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 19a, b: (102) *Multiporopollenites* sp.  
Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)
- Fig. 20a, b: (103) *Nothofagidites flemingii*  
Flöz 5, Profil H (H/11)



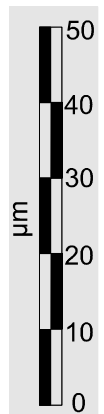
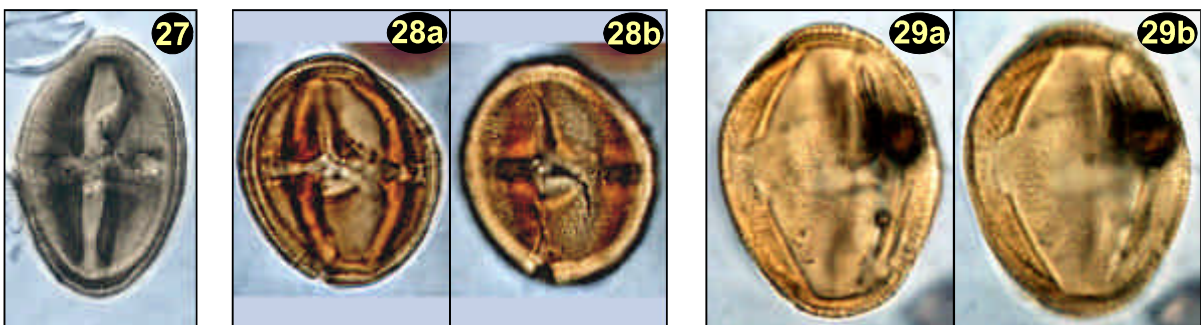
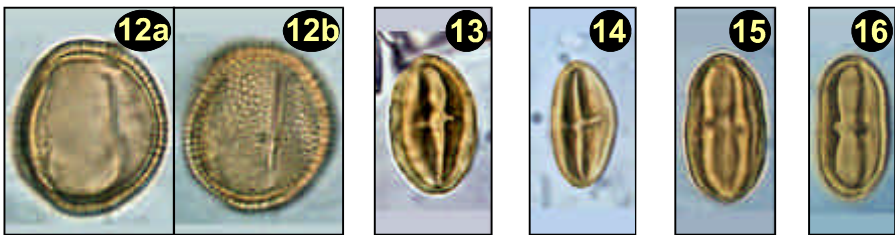
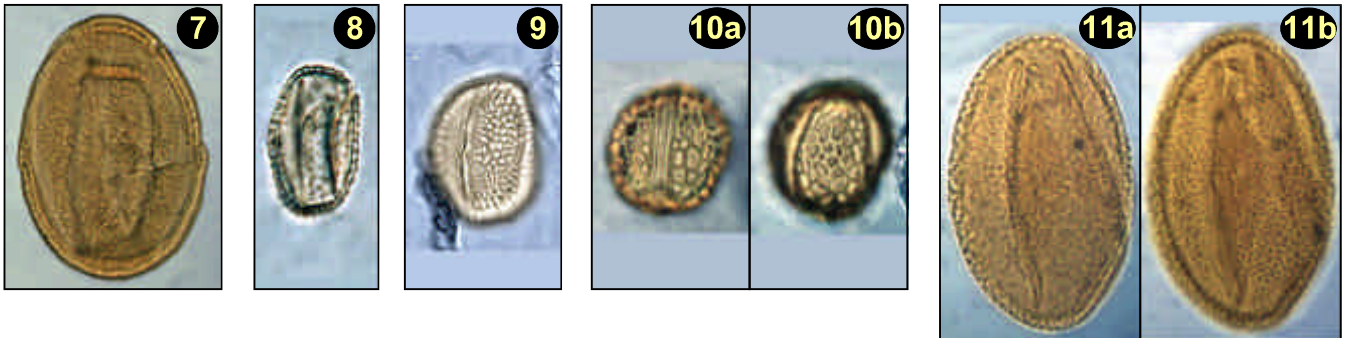
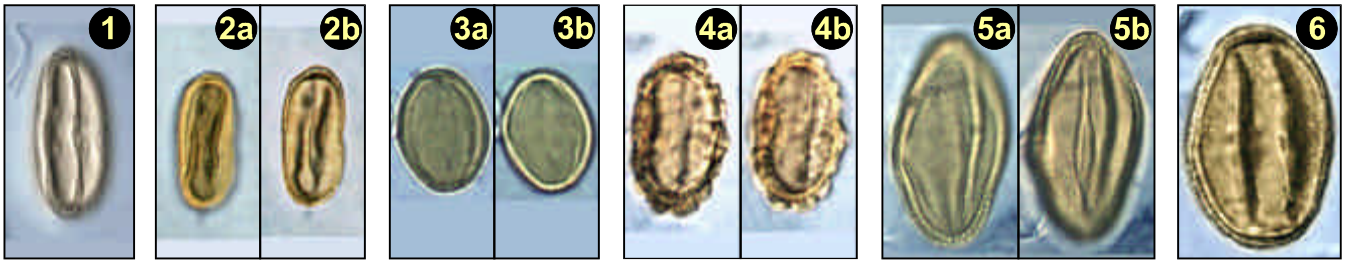
# Tafel 8



**Tafel 9**  
(x 1000)

- 
- Fig. 1, 2a, b: (104) *Tricolpopollenites liblarensis liblarensis*  
Fig. 1: Flöz 6, Profil C (C/3)  
Fig. 2: Flöz 5, Profil H (H/17)
- Fig. 3a, b: (105) *Tricolpopollenites liblarensis fallax*  
Flöz 6, Profil C (C/4)
- Fig. 4a, b: (106) *Tricolpopollenites quisqualis*  
Flöz 6, Profil C (C/6)
- Fig. 5a, b: (107) *Tricolpopollenites microhenrici*  
Zwischenmittel 5/6; Profil F (F/17)
- Fig. 6, 7: (108) *Tricolpopollenites asper*  
Fig. 6: Flöz 6, Profil C (C/17)  
Fig. 7: Flöz 5, Profil H (H/17); cf. *asper*
- Fig. 8, 9: (109) *Tricolpopollenites retiformis*  
Fig. 8 und 9: Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 10a, b: (110) *Tricolpopollenites vegetus*  
Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/9)
- Fig. 11a, b: (111) *Tricolpopollenites pudicus*  
Flöz 6, Profil E (C/13)
- Fig. 12a, b: (112) *Tricolpopollenites* sp  
Liegendschichten, Profil B (B/18)
- Fig. 13, 14, 17: (113) *Tricolporopollenites cingulum fusus*  
Fig. 13, 14, 17: Flöz 5, Profil H (H/17)
- Fig. 15, 16: (114) *Tricolporopollenites cingulum pusillus*  
Fig. 15: Flöz 6, Profil C (C/4)  
Fig. 16: Flöz 6, Profil C (C/10)
- Fig. 18,  
19a, b: (115) *Tricolporopollenites cingulum oviformis*  
Fig. 18: Flöz 5, Profil I (I/1)  
Fig. 19: Flöz 6, Profil C (C/3)
- Fig. 20, 21: (116) *Tricolporopollenites pseudocingulum*  
Fig. 20: Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/10)  
Fig. 21: Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/18)
- Fig. 22, 23: (117) *Tricolporopollenites megaexactus brühlensis*  
Fig. 22: Flöz 6, Profil C (C/11)  
Fig. 23: Flöz 6, Profil E (E/20)
- Fig. 24, 25: (118) *Tricolporopollenites megaexactus exactus*  
Fig. 24: Zwischenmittel 5/6; Profil G (G/17)  
Fig. 25: Zwischenmittel 5/6; Profil F (F/13)
- Fig. 26: (119) *Tricolporopollenites staresedloensis*  
Flöz 5, Profil H (H/16)
- Fig. 27,  
28a, b: (120) *Tricolporopollenites edmundi*  
Fig. 27: Flöz 6, Profil C (C/10)  
Fig. 28: Flöz 5, Profil H (H/4)
- Fig. 29a, b: (121) *Tricolporopollenites satzveyensis*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)

# Tafel 9

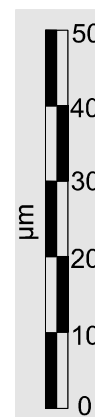
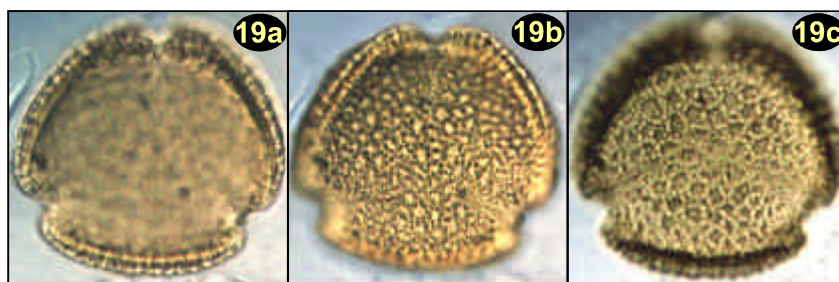
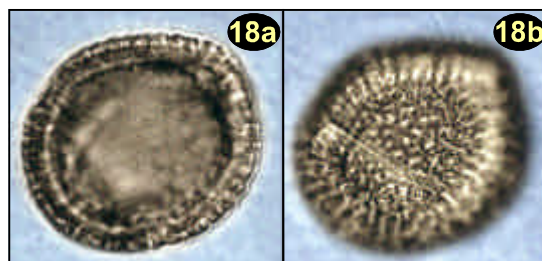
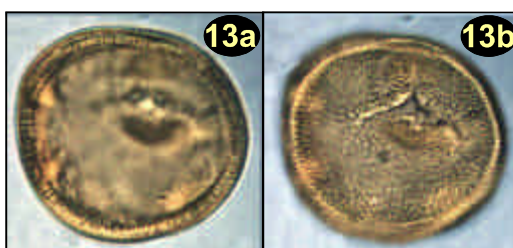
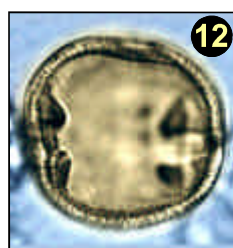
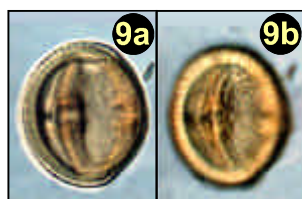
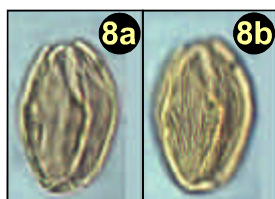
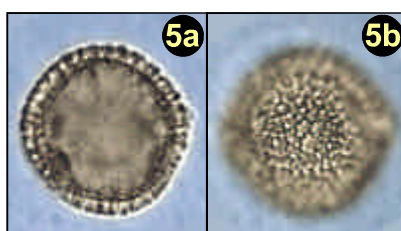
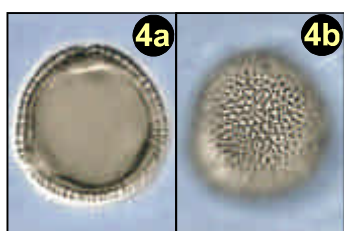
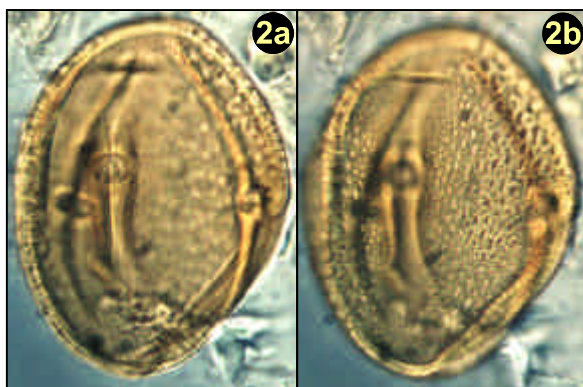


**Tafel 10**  
(x 1000)

---

- Fig. 1a, b: (122) *Tricolporopollenites marcodurensis* Typ A  
Flöz 6, Profil C (C/17)
- Fig. 2a, b: (123) *Tricolporopollenites marcodurensis* Typ B  
Liegendschichten, Profil A (A/13)
- Fig. 3a, b: (124) *Tricolporopollenites microreticulatus* Typ A  
Flöz 5, Profil H (H/3)
- Fig. 4a, b: (125) *Tricolporopollenites microreticulatus* Typ B  
Liegendschichten, Profil A (A/17)
- Fig. 5a, b: (126) *Tricolporopollenites pseudointergranulatus*  
Liegendschichten, Profil A (A/17)
- Fig. 6a, b, (127) *Tricolporopollenites parmularius*  
7a, b: Fig. 6: Flöz 6, Profil C (C/7)  
Fig. 7: Flöz 6, Profil C (C/16)
- Fig. 8a, b: (128) *Tricolporopollenites sole de portai*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)
- Fig. 9a, b, (129) *Tricolporopollenites crassiexinus*  
10: Fig. 9: Liegendschichten, Profil B (B/15)  
Fig. 10: Liegendschichten, Profil B (B/13); cf. *crassiexinus*
- Fig. 11: (130) *Tricolporopollenites eofagoides*  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 12, (131) *Tricolporopollenites vancampoae*  
13a, b: Fig. 12: Flöz 6, Profil C (C/9)  
Fig. 13: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/21)
- Fig. 14: (132) *Tricolporopollenites cf. megaporatus*  
Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/10)
- Fig. 15a, b, (133) *Tricolporopollenites crassostratus*  
16a, b: Fig. 15: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/18)  
Fig. 16: Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 17: (134) *Tricolporopollenites cognitus*  
Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 18a, b, (135) *Tricolporopollenites* sp.1 (*Avicennia*)-Typ  
19a, b, c: Fig. 18: Liegendschichten, Profil A (A/16)  
Fig. 19: Zwischenmittel 4/5, „kohliges Band“, Pr. 4

# Tafel 10

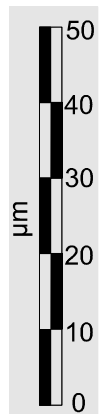
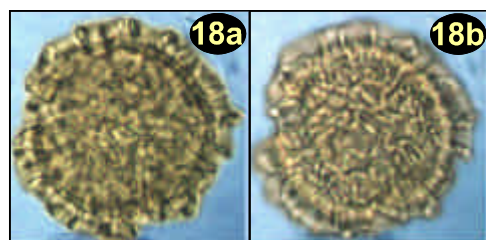
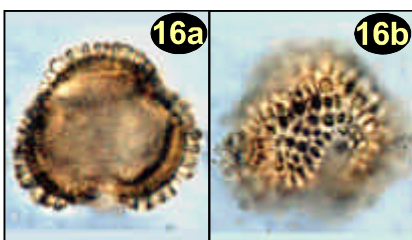
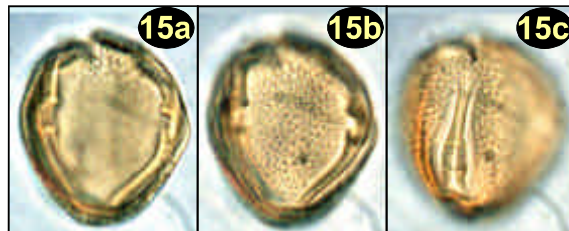
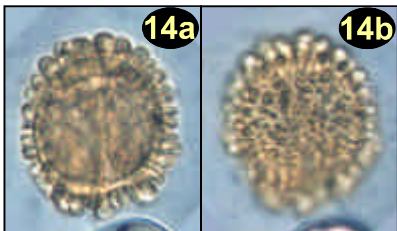
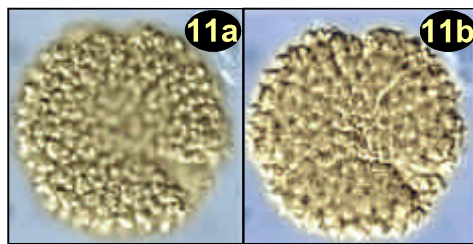
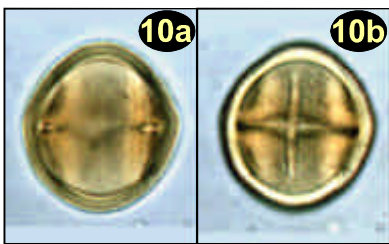
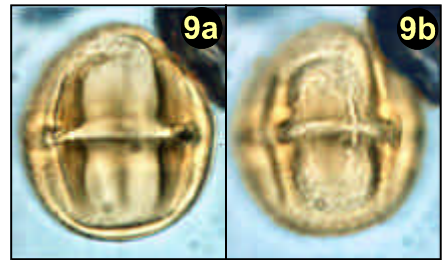
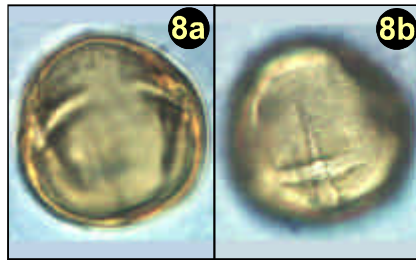
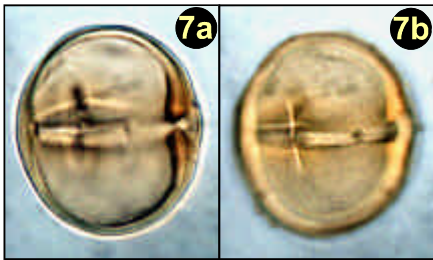
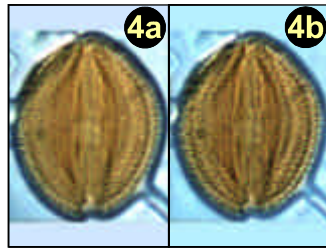
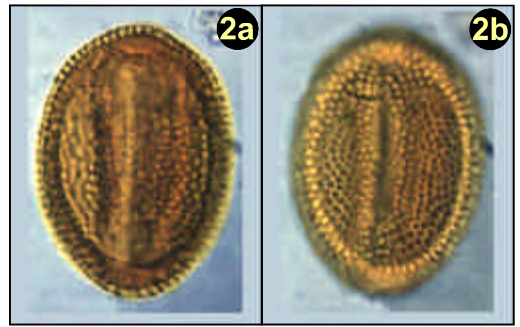
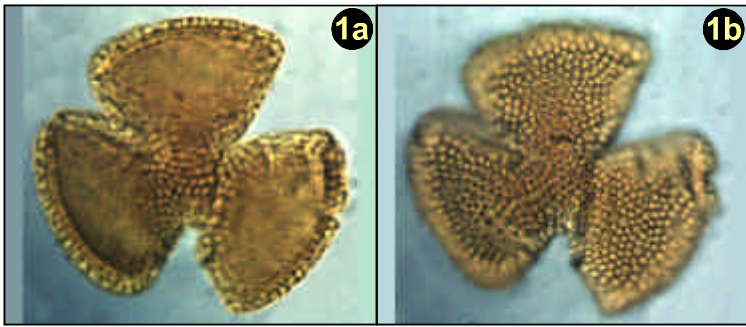


**Tafel 11**  
(x 1000)

---

- Fig. 1a, b, (136) *Tricolporopollenites* sp. 2 (*Linum*-Typ)  
2a, b: Fig. 1 und 2: Zwischenmittel 5/6, Profil G (G/21)
- Fig. 3a, b: (137) *Tricolporopollenites* sp. 3  
Flöz 5, Profil H (H/6)
- Fig. 4a, b: (138) *Tricolporopollenites* sp. 4  
Flöz 6, Profil E (E/12)
- Fig. 5a, b: (139) *Tricolporopollenites* sp. 5  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 6: (140) *Tricolporopollenites* sp. 6  
Flöz 5, Profil H (H/13)
- Fig. 7a, b, (141) *Zonocostites ramonae* Typ A  
8a, b, Fig. 7: Liegendschichten, Profil B (B/13)  
9a, b: Fig. 8: Liegendschichten, Profil B (B/12)  
Fig. 9: Liegendschichten, Profil B (B/20)
- Fig. 10a, b: (142) *Zonocostites ramonae* Typ B  
Liegendschichten, Profil B (B/13)
- Fig. 11a, b: (143) *Spinaepollis spinosus*  
Flöz 6, Profil C (C/5)
- Fig. 12: (144) *Nyssapollenites kruschi analepticus*  
Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 13a, b, (145) *Nyssapollenites kruschi accessorius*  
15a, b, c: Fig. 13: Liegendschichten, Profil B (B/13)  
Fig. 15: Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 14a, b: (146) *Ilexpollenites iliacus*  
Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 16a, b, (147) *Ilexpollenites margaritatus*  
17: Fig. 16: Liegendschichten, Profil B (B/13)  
Fig. 17: Zwischenmittel 4/5, Profil J (B/6)
- Fig. 18a, b: (148) *Reticulataepollis intergranulatus*  
Flöz 6, Profil C (C/3)

# Tafel 11



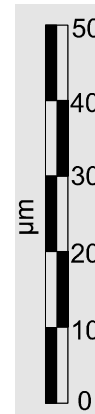
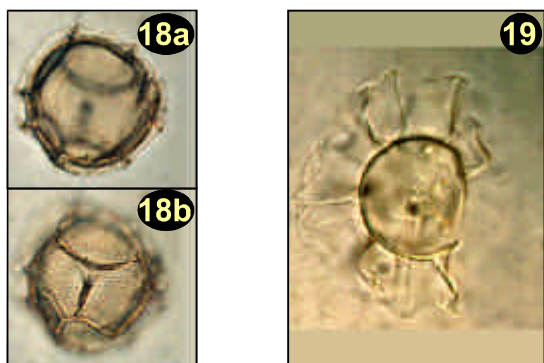
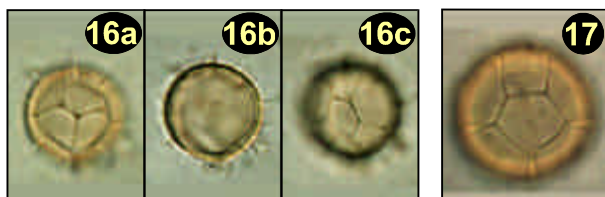
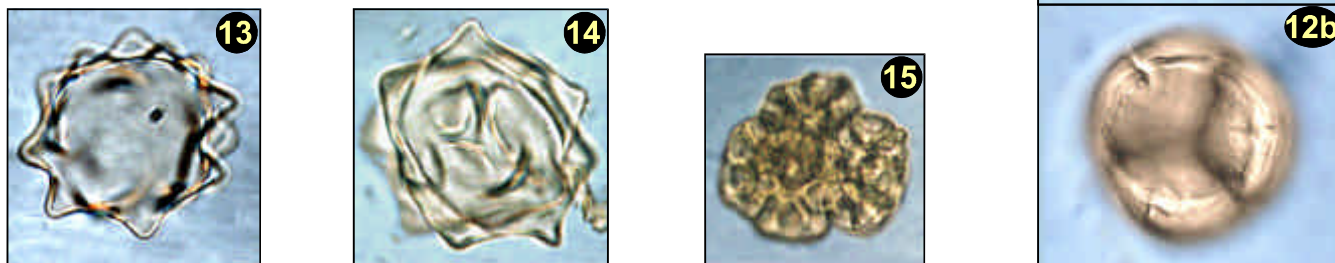
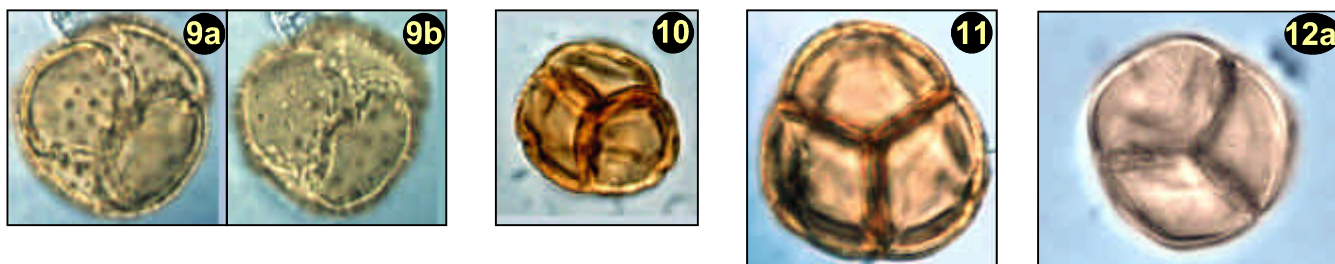
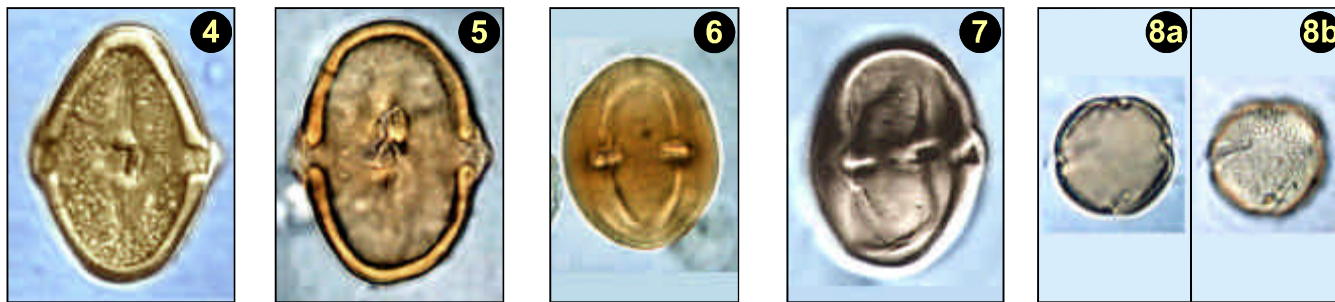
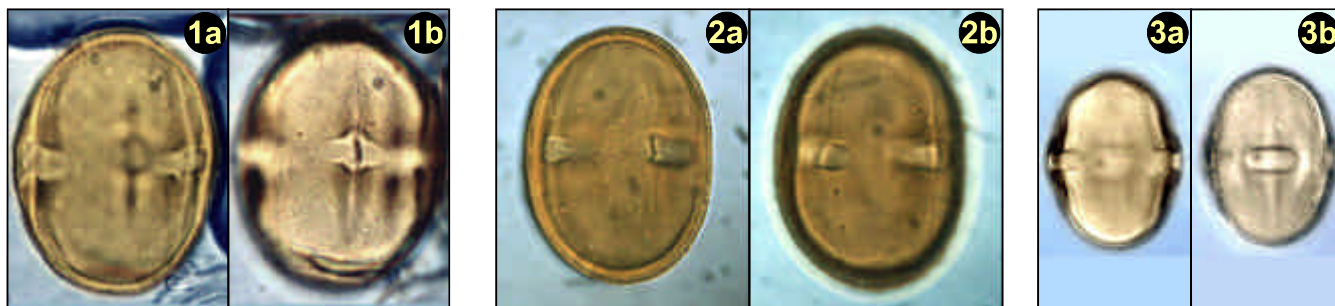
**Tafel 12**  
(x 1000)

---

- Fig. 1a, b, 2a, b: (149) *Tetracolporopollenites sapotoides*  
Fig. 1: Flöz 6, Profil C (C/4)  
Fig. 2: Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 3a, b: (150) *Tetracolporopollenites manifestus contractus*  
Flöz 6, Profil D (D/9)
- Fig. 4, 5: (151) *Tetracolporopollenites kirchheimeri*  
Fig. 4: Flöz 6, Profil D (D/9)  
Fig. 4: Flöz 6, Profil C (C/12)
- Fig. 6, 7: (152) *Tetracolporopollenites obscurus*  
Fig. 6: Liegendschichten, Profil B (B/15)  
Fig. 7: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/12)
- Fig. 8a, b: (153) *Tetracolporopollenites sculptatus*  
Flöz 6, Profil C (C/15)
- Fig. 9a, b: (154) *Droseridites echinosporus*  
Flöz 6, Profil C (C/13)
- Fig. 10: (155) *Ericipites callidus*  
Flöz 6, Profil C (C/7)
- Fig. 11, 12a, b: (156) *Ericipites ericius*  
Fig. 11: Zwischenmittel 4/5, Profil L (L/5)  
Fig. 12: Flöz 6, Profil C (C/16)
- Fig. 13, 14: (158) *Planctonites stellarius*  
Fig. 13: Zwischenmittel 4/5, Profil J (J/6)  
Fig. 14: Flöz 5, Profil H (H/6)
- Fig. 15: (157) *Botryococcus* cf. *braunii*  
Zwischenmittel 4/5, Profil K (K/15)
- Fig. 16a, b, c: (159) *Cymatiosphaera eupeplos*  
Liegendschichten, Profil B (B/15)
- Fig. 17: (160) *Cymatiosphaera* sp. 1  
Liegendschichten, Profil B (B/4)
- Fig. 18: (161) *Cymatiosphaera* sp. 2  
Liegendschichten, Profil A (A/14)
- Fig. 19: (163) *Pterospermella* sp.  
Liegendschichten, Profil B (B/4)
- Fig. 20: (162) *Pterospermella barbarae*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)



# Tafel 12

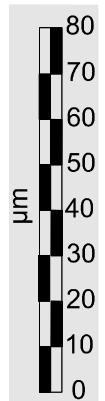
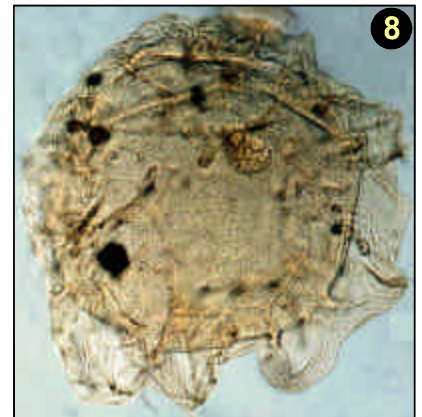
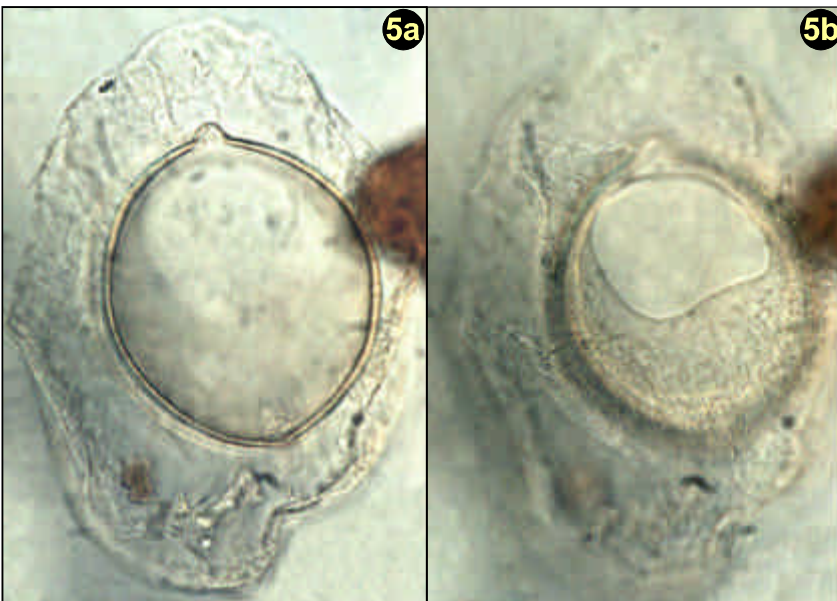
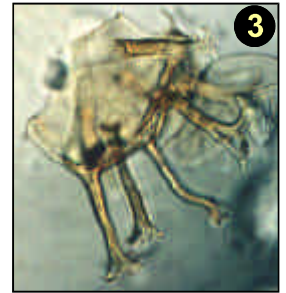


**Tafel 13**  
(x 600)

---

- Fig. 1a, b, c: (164) *Systematophora placacantha*  
Liegendschichten, Profil A (A/8)
- Fig. 2a, b: (165) *Cordosphaeridium inodes*  
Liegendschichten, Profil B (B/4)
- Fig. 3: (166) *Cordosphaeridium gracile*  
Zwischenmittel 4/5, Profil L (L/8)
- Fig. 4a, b: (167) *Hystrichokolpoma* sp.  
Liegendschichten, Profil A (A/8)
- Fig. 5a, b: (168) *Thalassiphora pelagica*  
Liegendschichten, Profil A (A/8)
- Fig. 6a, b, c: (169) *Spiniferites ramosus*  
Liegendschichten, Profil A (A/14)
- Fig. 7: (170) *Spiniferites* spp.  
Liegendschichten, Profil A (A/8)
- Fig. 8: (171) *Membranophoridium aspinatum*  
Liegendschichten, Profil B (B/15)

# Tafel 13

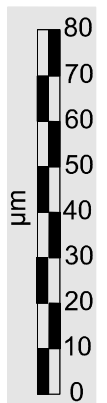
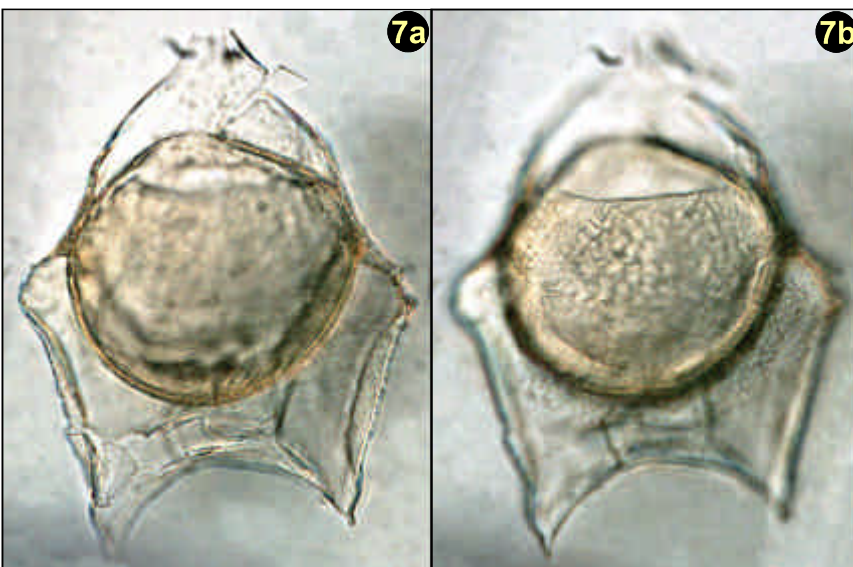
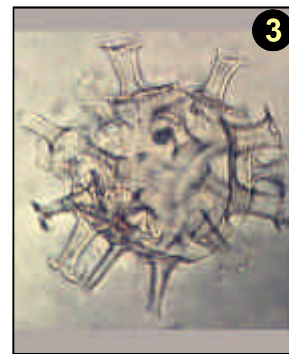


**Tafel 14**  
(x 600)

---

- Fig. 1a, b, (172) *Homotryblium pallidum*  
2a, b: Fig. 1: Liegendschichten, Profil A (A/8)  
Fig. 2: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)
- Fig. 3: (173) *Homotryblium abbreviatum*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)
- Fig. 4: (175) *Impletosphaeridium* spp.  
Liegendschichten, Profil A (A/15)
- Fig. 5a, b: (174) *Cleistosphaeridium insolitum*  
Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)
- Fig. 6: (176) *Phthanoperidinium echinatum*  
Liegendschichten, Profil B (B/10)
- Fig. 7a, b: (177) *Deflandrea phosphoritica*  
Liegendschichten, Profil A (A/8)
- Fig. 8: (180) *Charlesdowniea clathrata*  
Liegendschichten, Profil A (A/8)

# Tafel 14



**Tafel 15**  
(x 600)

---

- Fig. 1a, b, c: (178) *Wetzeliella articulata*  
Liegendschichten, Profil B (B/4)
- Fig. 2a, b, c: (179) *Wetzeliella samlandica*  
Liegendschichten, Profil A (A/8)
- Fig. 3, 4: (181) *Apectodinium homomorphum*  
Fig. 3: Liegendschichten, Profil B (B/13)  
Fig. 4: Zwischenmittel 5/6, Profil F (F/8)

(x 1000)

---

- Fig. 5: (182) *Micrhystridium cf. stellatum*  
Liegendschichten, Profil B (B/4)

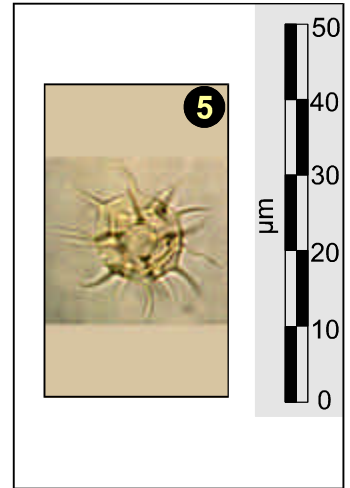
# Tafel 15



1a



1b



5

50  
40  
30  
20  
10  
0  
µm



1c

80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10  
0  
µm



2a



3



2b



2c



4

## **Tafel 16**

### Das „kohlige Band“ im Zwischenmittel 4/5

---

Fig. 1a, b: **Profil K, Bandmeter 120**

Fig. 1a: Übersichtsaufnahme; Fig. 1b: Detailaufnahme „kohliges Band“.  
Aufgenommen im Nordwesten des Tagebaus Helmstedt. Das „kohlige Band“ ist stark aufgearbeitet, aber noch deutlich als ca. 10 cm mächtiger Horizont innerhalb des Zwischenmittels erkennbar.

Fig. 2a, b: **Profil L, Bandmeter 820**

Fig. 2a: Übersichtsaufnahme; Fig. 2b: Detailaufnahme „kohliges Band“.  
Aufgenommen im Südosten des Tagebaus Helmstedt. Das „kohlige Band“ ist als ca. 25 cm mächtige kompakte Lage ausgebildet.



# Tafel 16

Flöz 4



Zwischenmittel 4/5



Kohlige Band  
(aufgearbeitet)

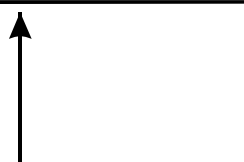


1a



1b

Flöz 4



Zwischenmittel 4/5



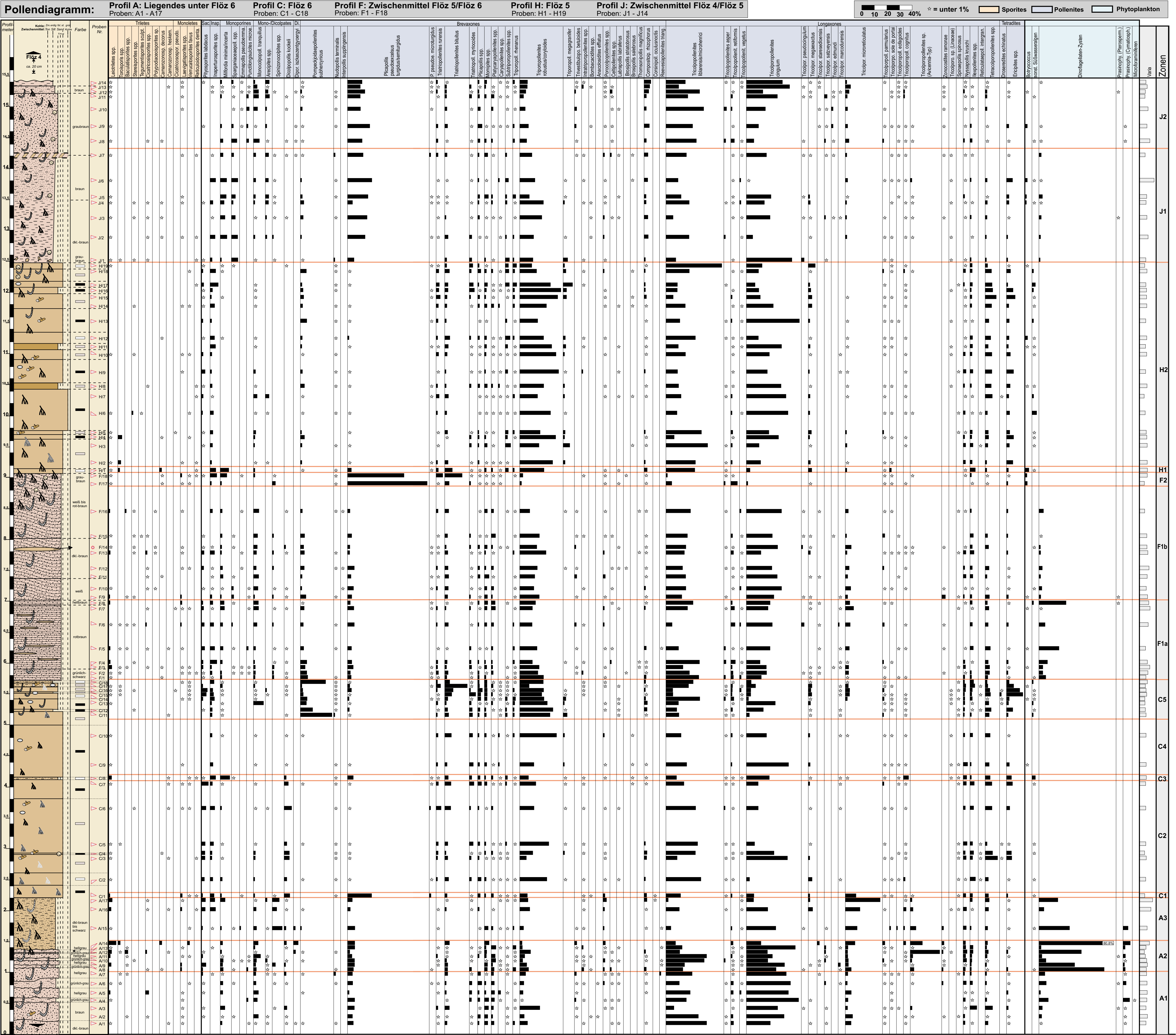
Kohliges Band  
(kompakt)



2a



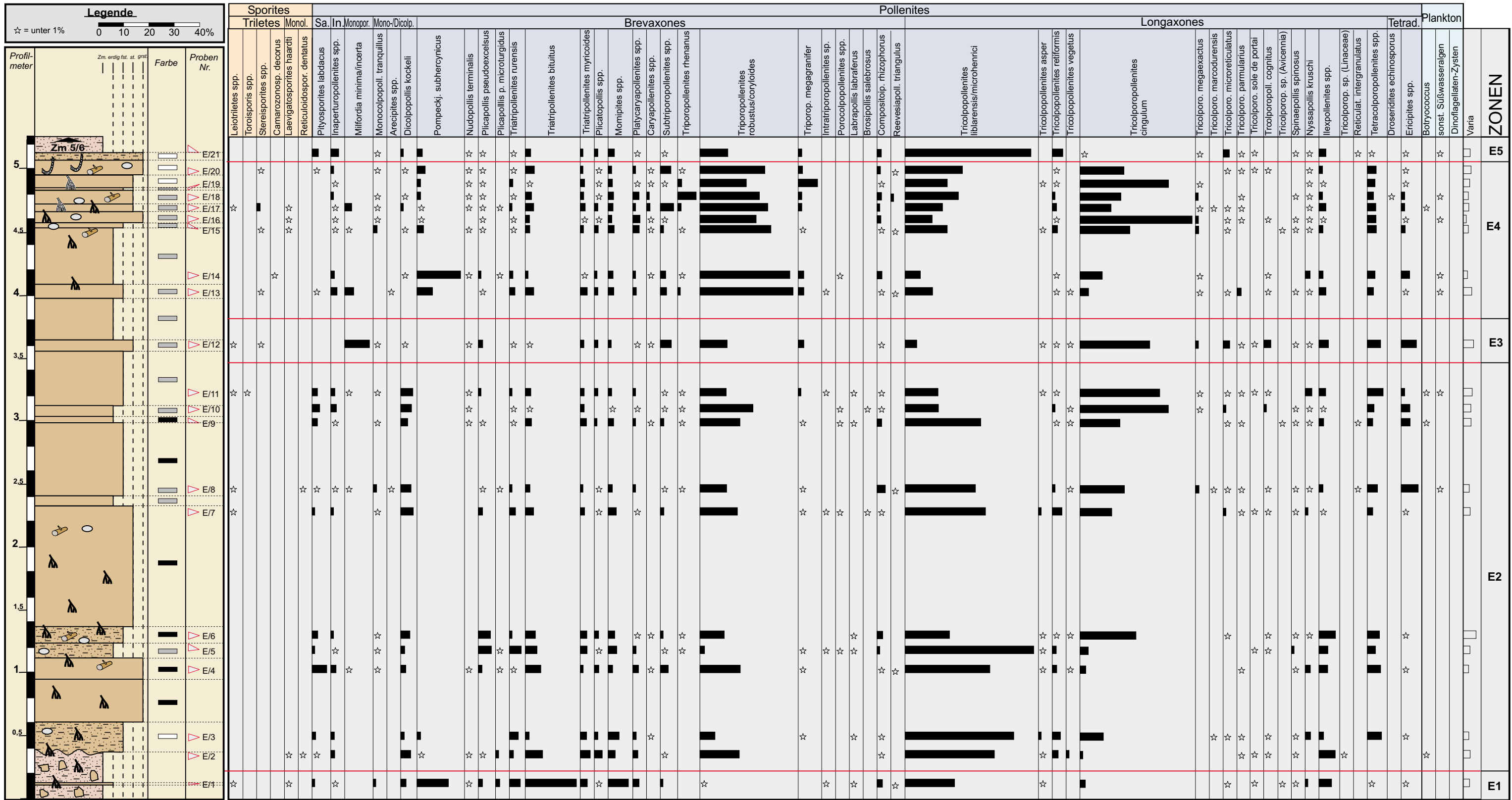
2b







# Pollendiagramm Profil E: Flöz 6 Band 203, 1120m, November 1991









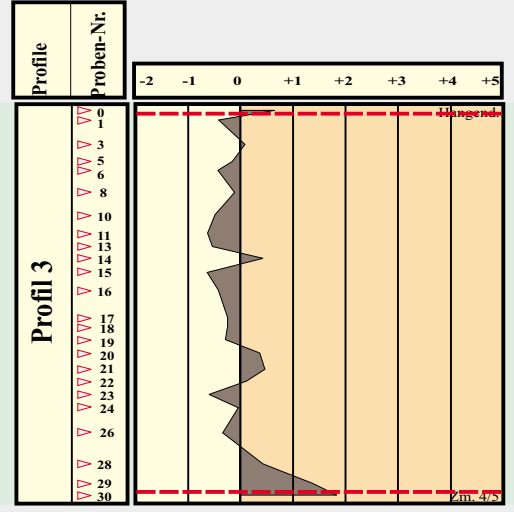
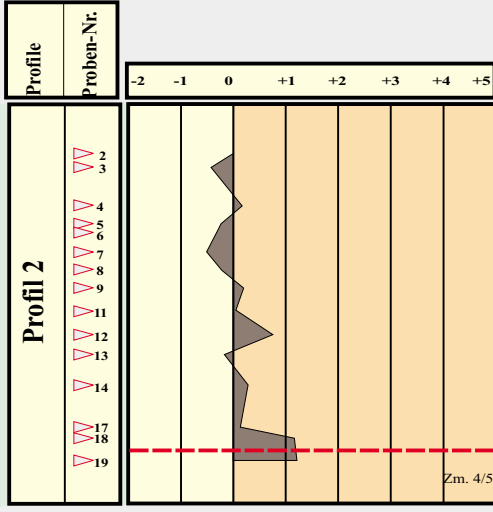
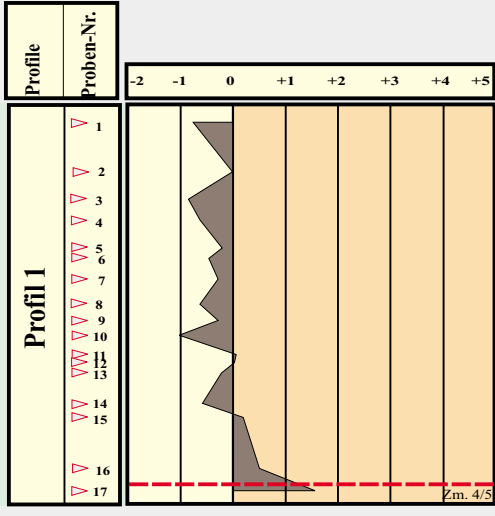




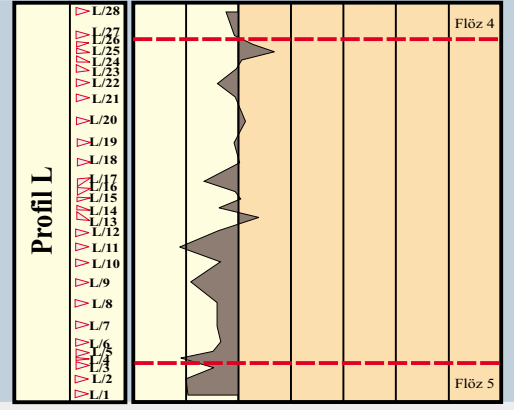
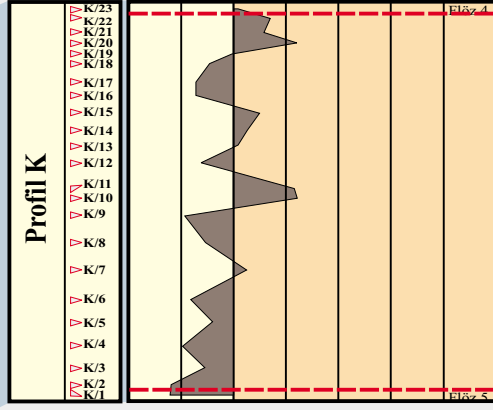
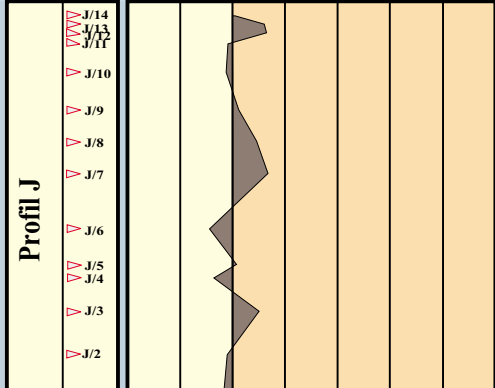
# "Principal component"-Analyse: Faktor 1

"Factor scores" aller 288 Proben (incl. HAMMER 1996), in Relation zu den Profilen und der Lage der Proben aufgezeichnet,  
 Extraktion: principal components, Rotation: Varimax normalized

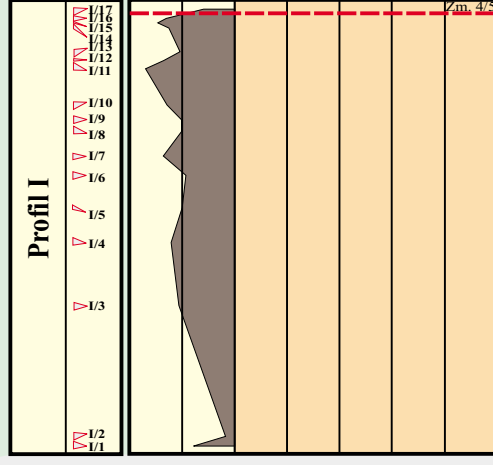
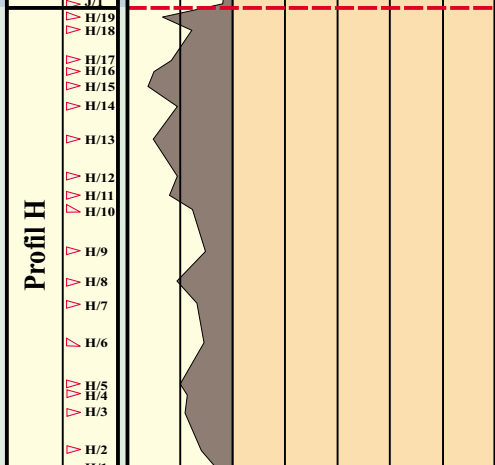
## Flöz 4 (Daten aus HAMMER 1996)



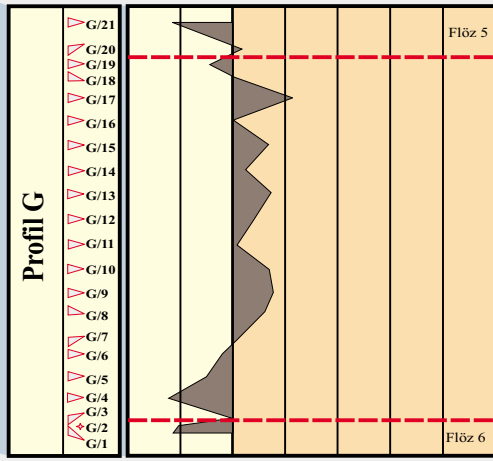
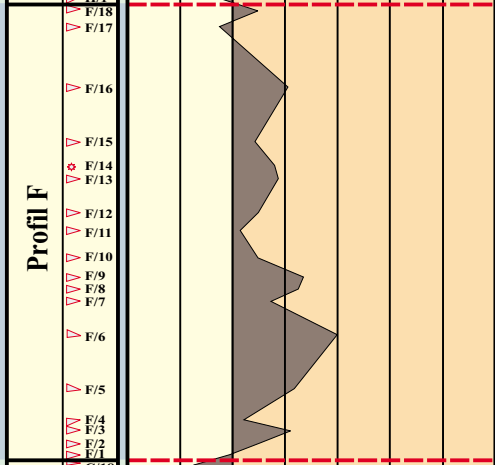
## Zwischenmittel 4/5



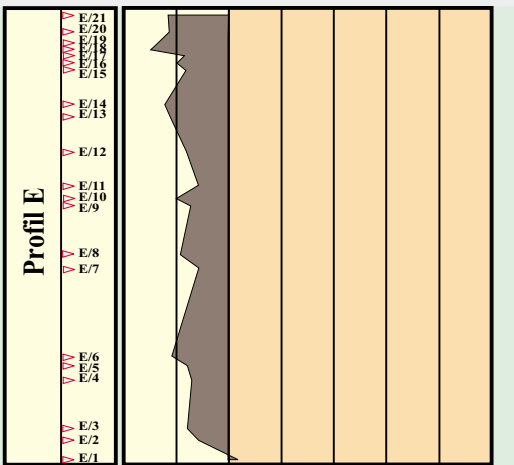
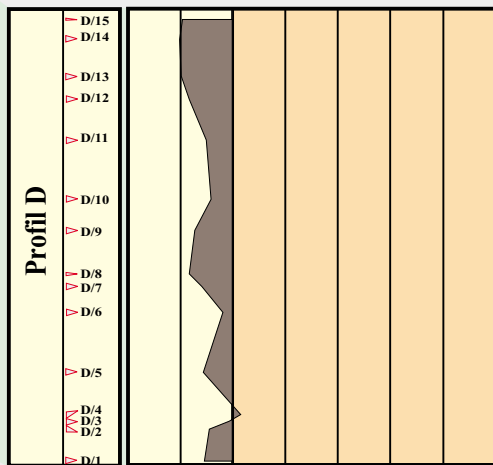
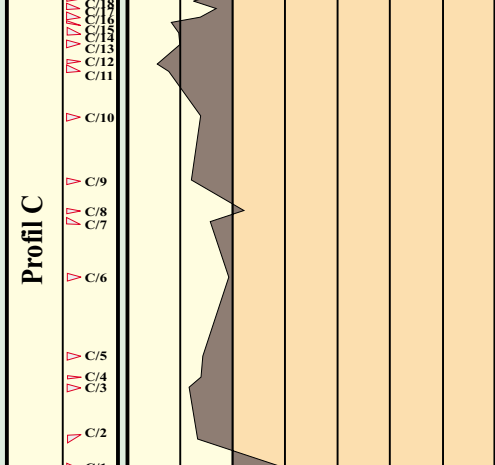
## Flöz 5



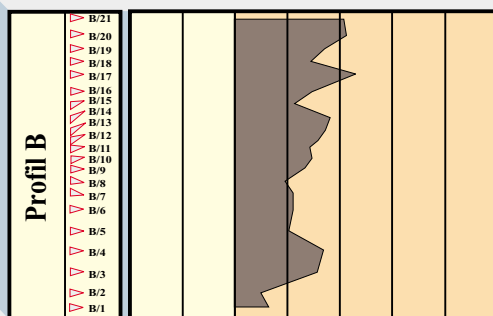
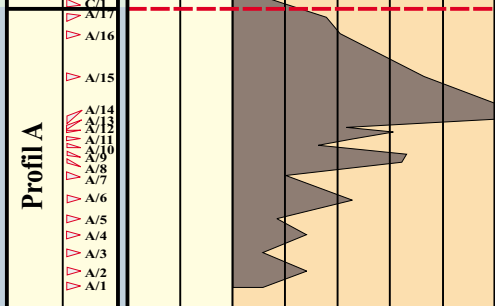
## Zwischenmittel 5/6



## Flöz 6



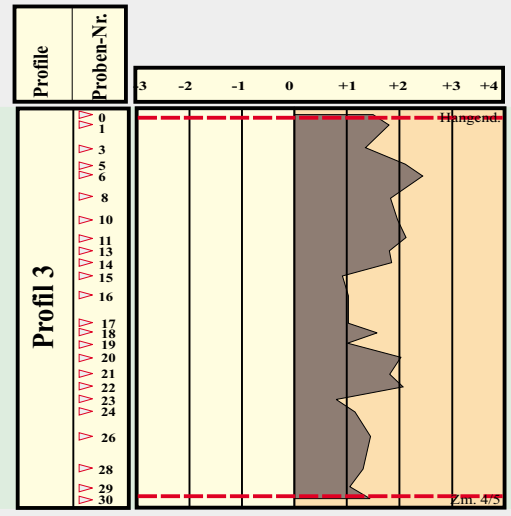
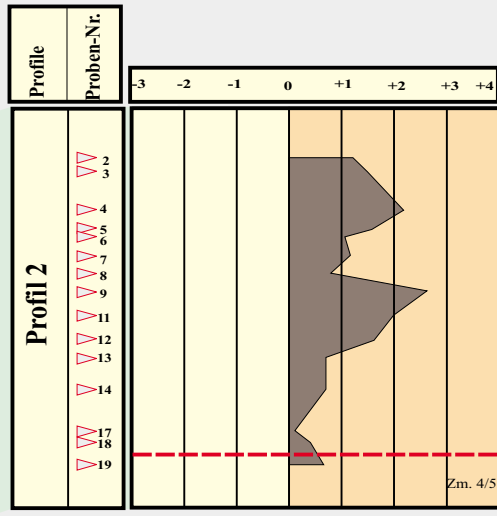
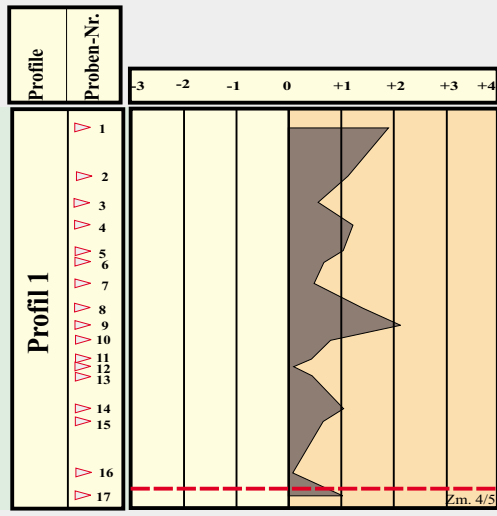
## Liegendschichten



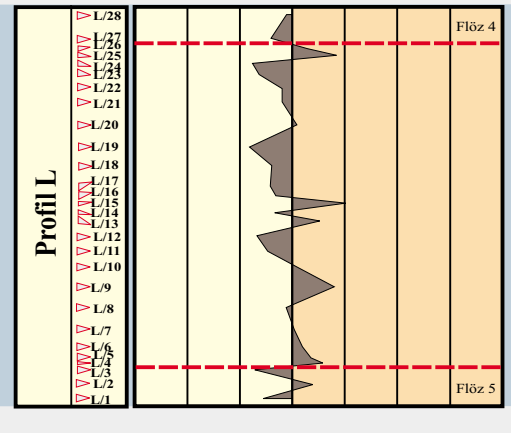
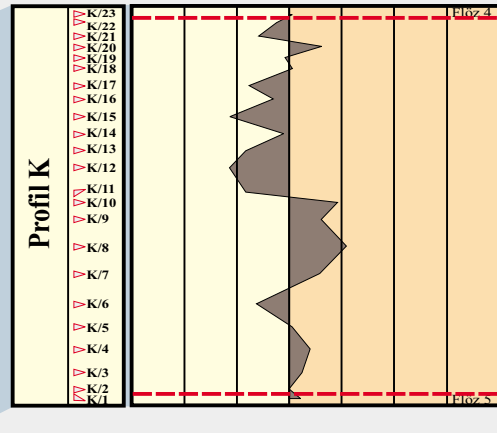
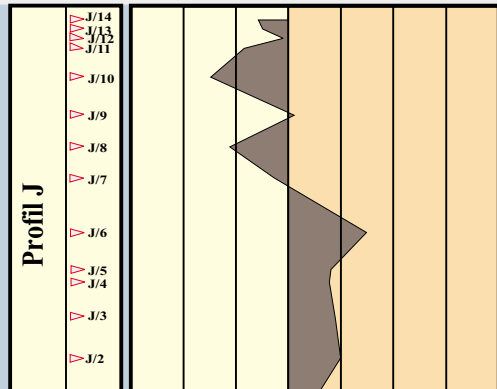
# "Principal component"-Analyse: Faktor 2

"Factor scores" aller 288 Proben (incl. HAMMER 1996), in Relation zu den Profilen und der Lage der Proben aufgezeichnet,  
Extraktion: principal components, Rotation: Varimax normalized

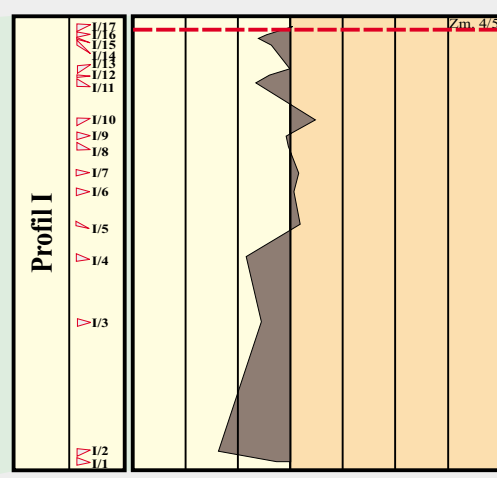
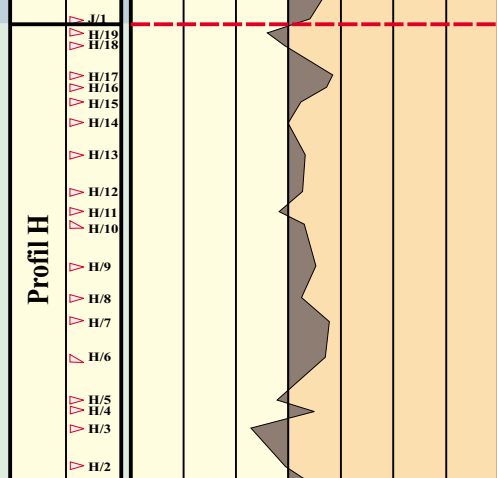
## Flöz 4 (Daten aus HAMMER 1996)



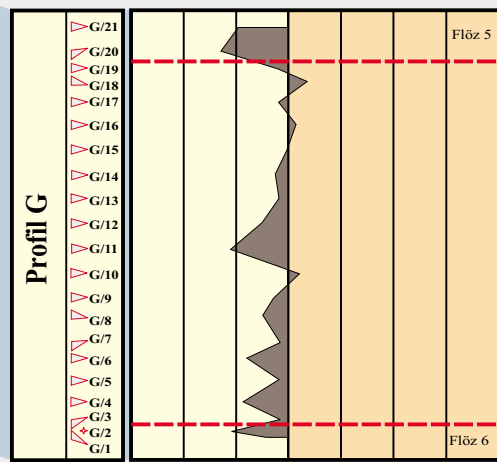
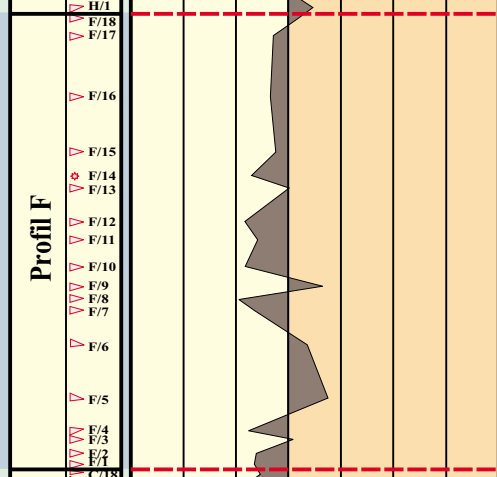
## Zwischenmittel 4/5



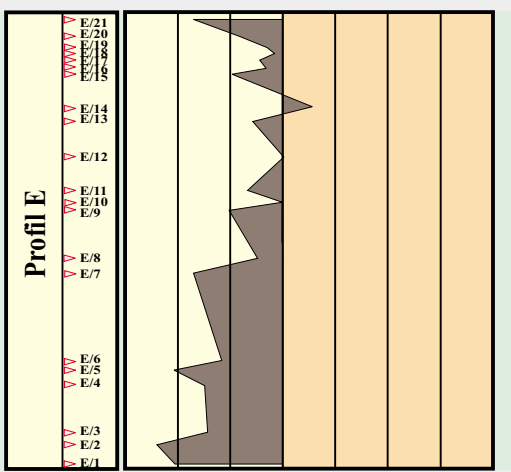
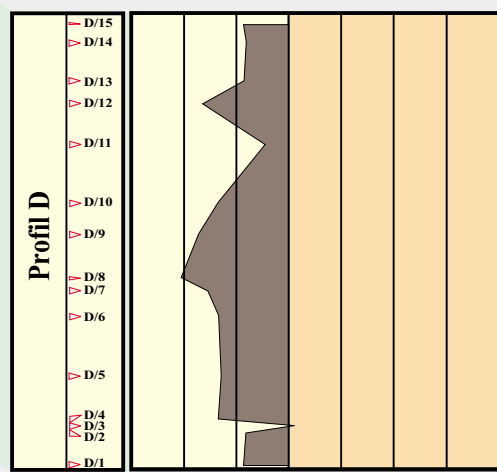
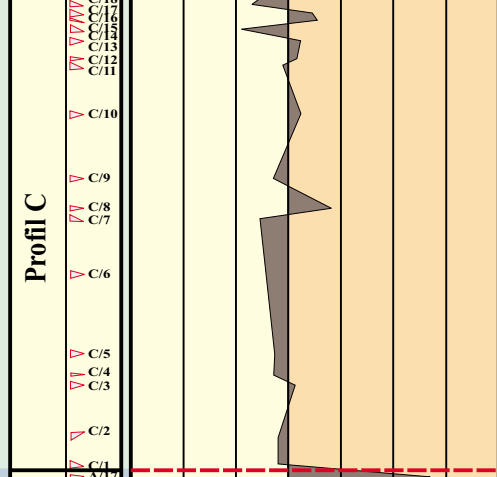
## Flöz 5



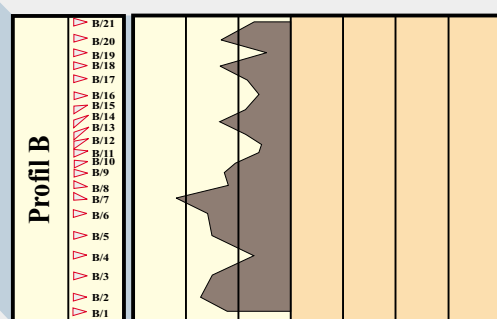
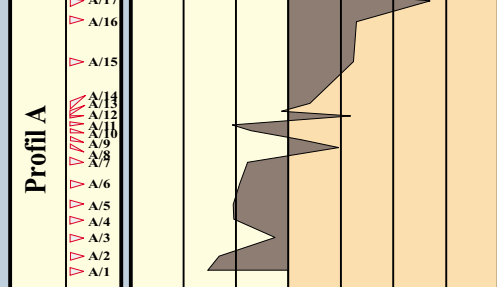
## Zwischenmittel 5/6



## Flöz 6



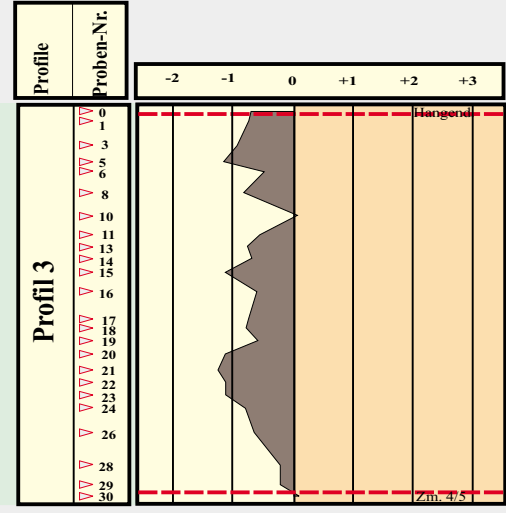
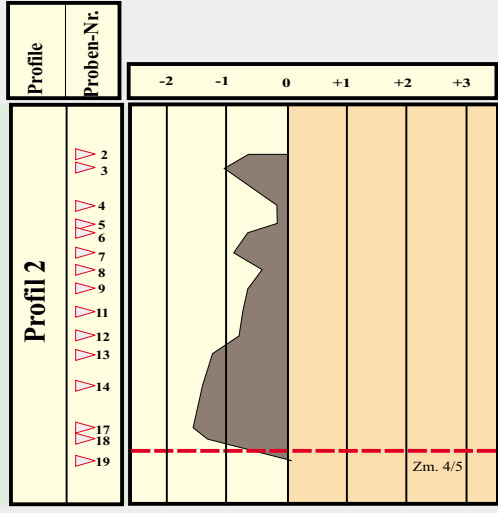
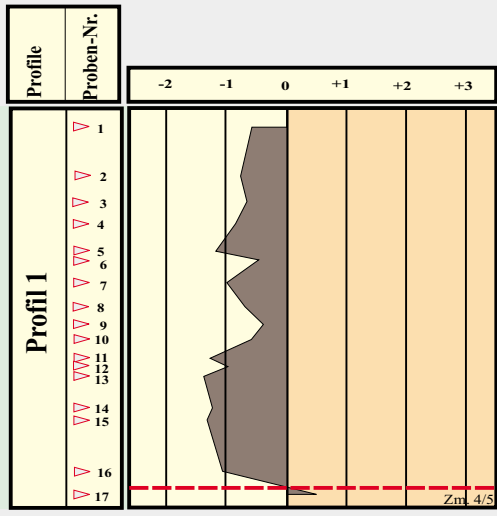
## Liegendschichten



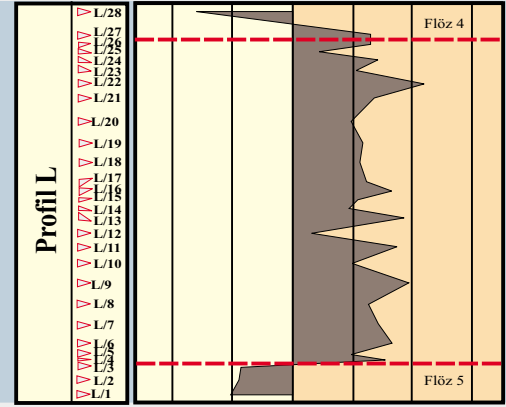
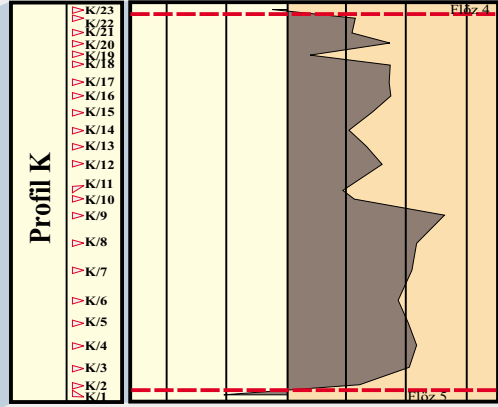
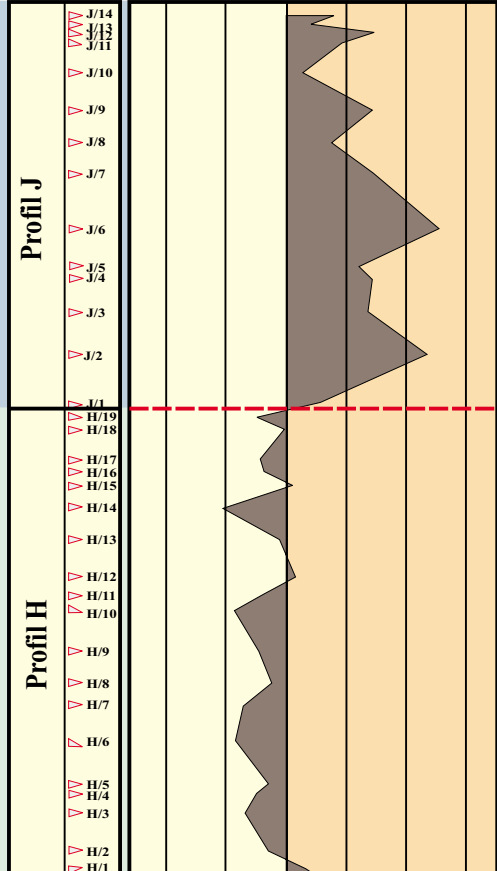
### "Principal component"-Analyse: Faktor 3

"Factor scores" aller 288 Proben (incl. HAMMER 1996), in Relation zu den Profilen und der Lage der Proben aufgezeichnet,  
Extraktion: principal components, Rotation: Varimax normalized

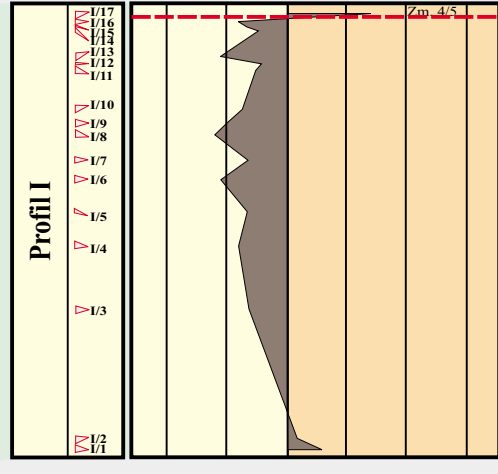
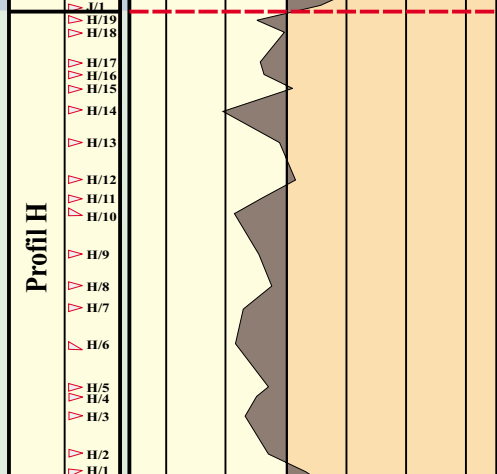
#### Flöz 4 (Daten aus HAMMER 1996)



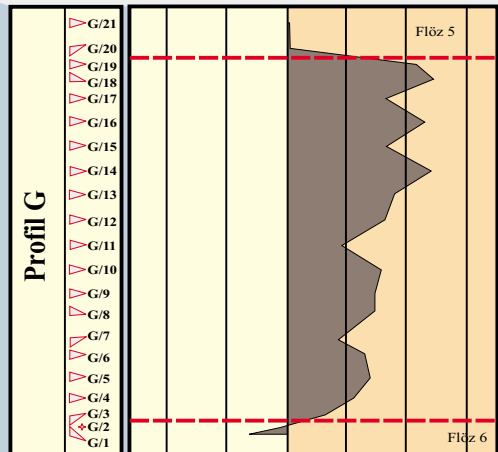
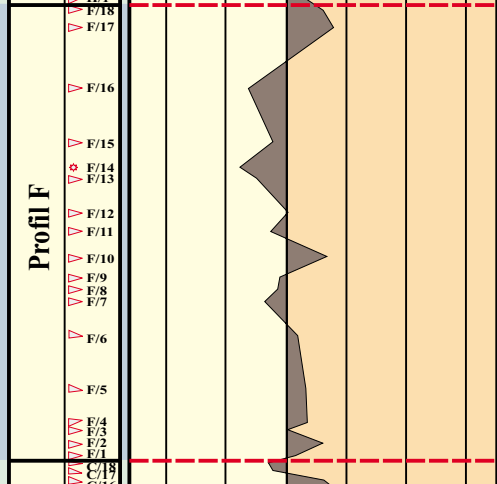
#### Zwischenmittel 4/5



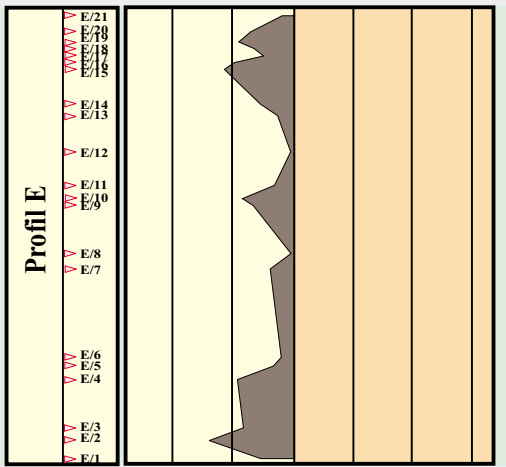
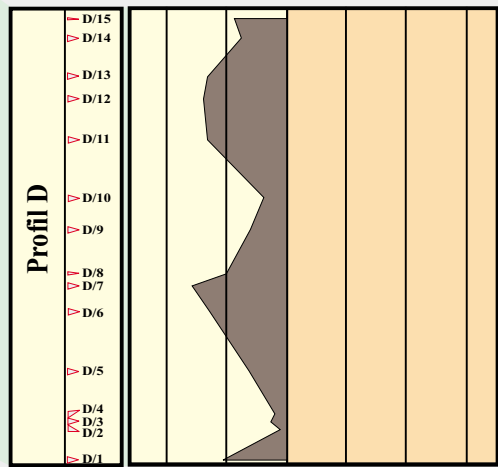
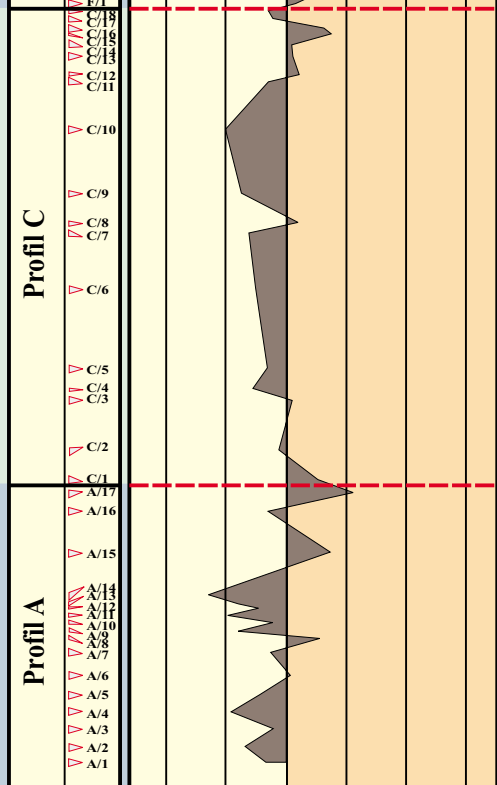
#### Flöz 5



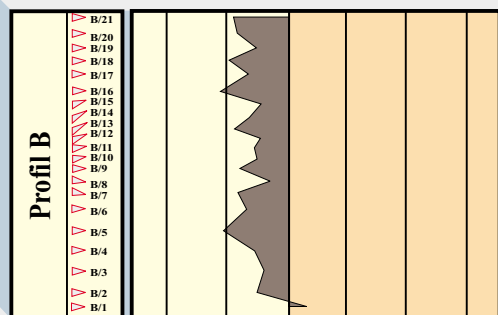
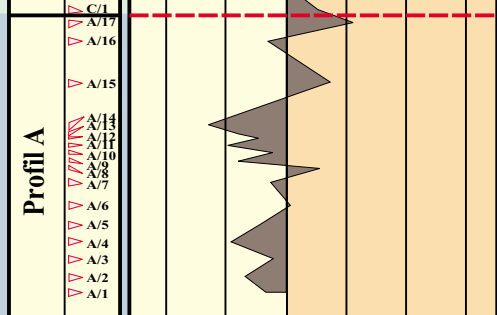
#### Zwischenmittel 5/6



#### Flöz 6



#### Liegendsschichten



# Lebenslauf

## Olaf Lenz

---

### Persönliche Angaben

- Geburtsdatum: 29.08.1969
- Geburtsort: Nienburg/Weser
- Familienstand: verheiratet
- Kinder: 2
- Staatsangehörigkeit: deutsch

### Ausbildung

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 06/1975 – 06/1977       | Grundschule München  |
| 07/1977 – 06/1979       | Grundschule Hannover   |
| 07/1979 – 06/1981       | Orientierungsstufe Hannover-Badenstedt                       |
| 06/1981 – 05/1988       | Helene-Lange-Gymnasium Hannover                              |
| 16.05.1988              | Abitur   |
| WS 1988/89 – WS 1994/95 | Studium der Geologie/Paläontologie,<br>Universität Göttingen |
| 26.04.1990              | Vordiplom  |
| 28.10.1994              | Diplom (Hochschulgrad: Diplom-Geologe)                       |
| 26.01.2000              | Promotion  |

### Berufserfahrung und weitere Tätigkeiten

#### **November 1994 – April 1995**

Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Universität Göttingen: Labortätigkeit und palynologische Untersuchungen rezenter Hochmoore.

#### **Mai 1995 – Juni 1995**

Arbeitslos. Vorbereitung auf die Promotion.

#### **Juli 1995 – September 1996**

Zivildienst in der Ambulanten Altenpflege beim Paritätischen Wohlfahrtsverband (Sozialstation Grone-Süd) in Göttingen.

#### **Oktober 1996 – Januar 2000**

Promotion am Institut und Museum für Geologie und Paläontologie, Universität Göttingen.

01.10.1996 – 31.05.1998: Stipendium, finanziert durch die Graduiertenförderung des Landes Niedersachsen.

#### **seit Oktober 1996**

Tätigkeit als EDV-Sachbearbeiter in der Verwaltung des *PARITÄTISCHEN* Niedersachsen (Sozialstation Grone-Süd) im Bereich Abrechnung und PC-Instandhaltung.