

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 78 (1985)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Palynostratigraphische Gliederung und Korrelation des Permo-Karbon der Nordostschweiz  
**Autor:** Hochuli, Peter A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-165678>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Palynostratigraphische Gliederung und Korrelation des Permo-Karbon der Nordostschweiz

Von PETER A. HOCHULI<sup>1)</sup>

## ZUSAMMENFASSUNG

Die spätpaläozoischen kontinentalen Sedimente der Nordostschweiz werden aufgrund der palynologischen Untersuchung von 85 Kernproben aus den Bohrungen Weiach (ZH) und Wintersingen (BL) gegliedert. Im Profil von Weiach sind vier Zonen zu unterscheiden. Die drei tieferen passen ins palynostratigraphische Zonenschema des kontinentalen westeuropäischen Permo-Karbon. Eine vierte Zone wird neu definiert. Sie entspricht einer Rekurrenz der Flora des Oberkarbon im unteren Perm, unterscheidet sich jedoch durch neu einsetzende Arten eindeutig von den Assoziationen des Oberkarbon.

Die beiden tieferen Zonen des Profils – die *Angulisporites splendidus*–*Latensina trileta*-(ST)- und die *Potoniopsis novicus-bhardwajii*–*Cheiledonites major*-(NBM)-Zone – umfassen den stratigraphischen Bereich zwischen dem oberen Stephanian A und dem Stephanian D. Die Assoziationen dieses Abschnittes stimmen mit der Florenabfolge des Kasimovian und des Gzhelian im paralisch-marinen Donetz-Becken überein. Die nächsthöhere, dritte Zone entspricht dem basalen Perm (unteres Autunian bzw. Asselian). Sie wird als *Vittatina costabilis*-Zone I (VC I) von der vierten, hier neu definierten *Vittatina costabilis*-Zone II (VC II) abgetrennt. In der Bohrung Wintersingen lassen sich nur die beiden zuletztgenannten Zonen erfassen.

Aufgrund der neuen Zonierung des unteren Perm werden bereits publizierte palynologische Daten aus verschiedenen europäischen Becken diskutiert, was z.T. zu neuen Interpretationen führt. Daraus resultiert als wichtigste Erkenntnis, dass sich die Rekurrenzphase der Zone VC II, wie sie im Material von Weiach und Wintersingen nachgewiesen werden kann, auch in den übrigen zum Vergleich herangezogenen Regionen manifestiert. Der gleichartige Verlauf der Florenentwicklung im Permo-Karbon verschiedener Regionen spiegelt offensichtlich eine mehrphasige klimatische Entwicklung.

## ABSTRACT

The continental sediments of late Palaeozoic age from Northeastern Switzerland can be biostratigraphically dated on the basis of palynological investigations of two sediment cores from Weiach and Wintersingen. In the core from Weiach, four palynostratigraphic zones can be distinguished. Three of them fit into the zonation scheme of the continental late Palaeozoic of Western Europe and the fourth is a new zone.

The two lowermost zones, the *Angulisporites splendidus*–*Latensina trileta* (ST) and the *Potoniopsis novicus-bhardwajii*–*Cheiledonites major* (NBM) zones, range from the late Stephanian A up to the Stephanian D. The floral assemblages of this part of the section can be correlated with the Kasimovian and the Gzhelian of the paralic-marine Donetz Basin. The third zone represents the lowermost Permian (early Autunian/Asselian). It has been renamed as *Vittatina costabilis* zone I (VC I) in order to distinguish it from the newly defined *Vittatina costabilis* zone II (VC II). The latter corresponds to a recurrence of the fern-dominated floral assemblages, which normally characterise the uppermost Carboniferous, in the Early Permian. It differs from the assemblages of late Carboniferous age by the occurrence of some typical Permian species. In the borehole from Wintersingen only the two latter zones are distinguished.

<sup>1)</sup>Geologisches Institut, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.



Based on this new zonation of the Early Permian, a comparison with previously published palynological results leads to a new stratigraphic interpretation of some European basins. Thus, the recurrence phase of zone VC II, established for the first time in this study, can be traced in different regions of Western and Central Europe. The uniform successions of floral assemblages in several basins of latest Carbiniferous and Early Permian age obviously reflects a complex climatic evolution with multiple climatic changes.

## INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung .....	721
2. Palynologischer Befund .....	727
Bohrung Weiach .....	727
Bohrung Wintersingen .....	733
3. Charakterisierung der Florenzonen des obersten Karbon (oberes Westphalian und Stephanian) und des untersten Perm (Autunian) im kontinentalen Bereich (Westeuropa und kanadische Atlantik-Provinzen) .....	734
3.1 Zonierung des obersten Karbon und des unteren Perm Westeuropas .....	734
Tabelle 1 .....	736
3.2 Palynologische Gliederung des Beckens von Autun .....	736
3.3 Zonierung des obersten Karbon und des unteren Perm der kanadischen Atlantik-Provinzen .....	737
3.4 Gliederung der <i>Vittatina costabilis</i> -(VC)-Zone .....	739
4. Florenzonen des obersten Karbon (höheres Moskovian-Gzhelian) und des unteren Perm (Asselian s.l.) im paralisch-marinen Donetz-Becken .....	740
5. Stratigraphische Einstufung und Korrelation des untersuchten Materials .....	742
5.1 Stratigraphische Einstufung der Bohrung Weiach .....	742
5.2 Stratigraphische Einstufung der Bohrung Wintersingen und ihre Korrelation mit der Bohrung Weiach .....	745
6. Korrelation ausgewählter Permo-Karbon-Becken .....	746
6.1 Permo-Karbon-Becken West- und Mitteleuropas .....	746
Becken von St-Etienne (Loire) .....	747
Becken von Autun (Saône-et-Loire) .....	747
Becken von Blanzay-Montceau (Saône-et-Loire) .....	751
Becken von Aumance (Allier) .....	755
Lodève-Becken (Hérault) .....	757
Tabelle 2 .....	758
Becken von Guadalcanal (Südspanien) .....	759
Saar-Nahe-Becken (Rheinl.-Pfalz, BRD) .....	760
Döhler Becken (Sachsen, DDR) .....	761
6.2 Florenabfolge im oberen Karbon (Moskovian-Gzhelian) und unteren Perm (Asselian) des südwestlichen Ural .....	762
6.3 Die Mikroflora der Council Grove Group von Kansas .....	763
7. Rekurrenz – ein lokales oder überregionales Phänomen? .....	764
8. Bemerkungen zur Biogeographie und zum Klima des Permo-Karbon .....	766
9. Bemerkungen zur Taxonomie, Stratigraphie und Verbreitung der nachgewiesenen Sporomorphen .....	769
Trilete Sporen .....	770
Monoletes Sporen .....	788
Monosaccate Luftsackpollen .....	791
Bisaccate Luftsackpollen .....	796
Polyplicate Pollen .....	799
Präcolpate Pollen .....	800
Monocolpate Pollen .....	800
10. Ausblick .....	801
Verdankungen .....	802
Literaturverzeichnis .....	802
Tafeln 1–12 .....	808

## 1. Einleitung

Die Resultate dieser Arbeit beruhen auf der palynologischen Untersuchung von zwei Bohrprofilen, der Bohrung Wintersingen aus dem Nordteil des Kantons Baselland und der Bohrung Weiach aus dem nordwestlichen Kanton Zürich. Für die Schweiz werden damit zum erstenmal palynologische Daten aus dem Permo-Karbon vorgestellt. Die in den Alpen anstehenden Sedimente entsprechenden Alters wurden schon verschiedentlich für palynologische Untersuchungen präpariert; doch waren die Ergebnisse wegen des relativ hohen Metamorphosegrades bisher durchwegs negativ.

Die Arbeit ist in vier Teile gegliedert:

- Palynostratigraphische Gliederung der spätpaläozoischen Sedimente der Nordostschweiz.
- Einstufung dieser Abfolge in das Zonensystem der kontinentalen Serien West- und Mitteleuropas sowie Korrelation mit einigen ausgewählten Becken.
- Vergleich der Florenabfolge des kontinentalen Permo-Karbon mit der Zonierung des marinen Donetz-Beckens (Anschluss an die Standardzonierung des marinen Bereichs).
- Aussagen über die klimatische Entwicklung an der Karbon/Perm-Wende anhand der Zusammensetzung der Sporomorphen-Assoziationen.

Soweit sich nach den vorliegenden Daten beurteilen lässt, durchteuft die Bohrung Weiach ein weitgehend vollständiges Profil von kontinentalen Sedimenten des obersten Karbon (Stephanian) und des untersten Perm (Autunian). Mit der Bearbeitung dieses Profils lässt sich ein Zeitabschnitt der Erdgeschichte erfassen, dessen Gliederung zu den schwierigsten Problemen der Biostratigraphie gehört. Einen Grund für die Schwierigkeiten bei der Abgrenzung zwischen Karbon und Perm stellt die ausgeprägte biogeographische Gliederung der Faunen und Floren dieses Zeitabschnittes dar. Selbst bei marinen Faunen wirkt sich diese Differenzierung sehr stark aus. So zeigen beispielsweise die Fusuliniden, diese häufig als Leitformen verwendeten benthonischen Grossforaminiferen, wesentliche regionale Unterschiede in ihrem Auftreten. In keiner Fossilgruppe deutet sich an der Karbon/Perm-Wende ein sprunghafter Wandel an. Die bei den Landpflanzen feststellbaren Veränderungen erscheinen vergleichsweise markant. Ein grosser Teil der karbonischen Florenelemente verschwindet allmählich. Eine Pteridospermen-Gruppe (*Callipteris*) tritt neu in Erscheinung, und mit der erstmaligen Dominanz der Koniferen kündigt sich die neue Ära des Mesophytikums an. Nach dem Beschluss des 2. Internationalen Karbon-Kongresses wurde die Basis des Perm mit dem Einsetzen der Gattungen *Callipteris*, *Walchia* und *Lebachia* definiert (JONGMANS & GOTHAN 1937). Für die beiden letztgenannten Gattungen wurde sehr bald erkannt, dass sie nicht als Leitformen gelten können, da sie im obersten Karbon bereits mehr oder weniger regelmässig zu finden sind. Die Gattung *Callipteris* und besonders die Art *C. conferta* wurden lange Zeit als eigentliche Leitfossilien für das untere Perm (Autunian bzw. Asselian) betrachtet. Heute liegen eindeutige Nachweise dieser Gattung aus dem Stephanian C von Westeuropa und aus dem Gzhelian des Donetz-Beckens vor (vgl. KOZUR 1978b). *C. conferta* erscheint erstmals im höheren Gzhelian. Da jedoch die Hauptverbreitung der Gattung *Callipteris* im unteren Perm (Autunian bzw. Asselian) liegt, können ihre Vertreter, wenn auch nicht als Leitfossilien, so doch als Charakterarten dieses Zeitabschnittes gelten.

In den palynologischen Arbeiten galt das Auftreten der Gattungen *Triquitrites*, *Densosporites*, *Lycospora* und *Torispora* als sicherer Hinweis für karbonisches Alter. Das Erscheinen der ersten striaten Luftsackpollen wurde mit der Basis des Perm in Beziehung gesetzt (CLENEDENING 1975b, COQUEL et al. 1975). In letzter Zeit wurde der Leitwert dieser Formen durch Funde im unteren Perm bzw. im obersten Karbon (Stephanian) weitgehend in Frage gestellt.

Die Unsicherheit der biostratigraphischen Gliederung äussert sich u. a. in der stratigraphischen Nomenklatur. So gliedern die sowjetischen Autoren das Karbon in drei Abschnitte (Unter-, Mittel- und Oberkarbon). In diesem Sinne umfasst das Oberkarbon das Kasimovian und das Gzhelian. In der westeuropäischen Literatur werden nur Unter- und Oberkarbon auseinandergehalten. Zum letzteren gehören die Stufen des Namurian, Westphalian und Stephanian. Das Oberkarbon umfasst somit noch das gesamte Mittelkarbon und den obersten Abschnitt des Unterkarbon der sowjetischen Autoren (vgl. ROTAJ 1975, Fig. 2). In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff des Oberkarbon im Sinne der westeuropäischen Nomenklatur verwendet. Die Karbon/Perm-Grenze wird entsprechend der von BOUROZ & DOUBINGER (1977) vertretenen Auffassung an der Grenze zwischen Stephanian D und Autunian angenommen. Dieses Konzept der Grenzziehung entspricht auch demjenigen verschiedener sowjetischer Palynologen (INOSSOVA et al. 1976, DJUPINA 1979). Diese Autoren betrachten das Asselian, das im erweiterten Sinn auch das obere Orenburgian umfasst, als basale Stufe des Perm. Die traditionelle, auf der Ammoniten-Zonierung beruhende Gliederung der russischen Becken schlägt das Asselian noch zum Karbon. Eine ausführliche Darlegung dieses Standpunktes findet sich bei KOZUR (1977).

Die neuste palynostratigraphische Zonierung des westeuropäischen Karbon und des unteren Perm von CLAYTON et al. (1977) umfasst 19 Zonen. Die Grundlage für die Korrelation des kontinentalen Permo-Karbon Westeuropas mit der Standardgliederung des marinen Bereichs bildet die palynostratigraphische Zonierung im paralisch-marinen Donetz-Becken (INOSSOVA et al. 1976). Diese Autoren unterscheiden im Bereich zwischen dem höheren Moskovian und dem Asselian 27 Zonen. Im kontinentalen Permo-Karbon Westeuropas entfallen auf den entsprechenden Zeitabschnitt lediglich fünf bzw. sechs Zonen. Die Ergebnisse der hier vorgenommenen Korrelation dieser beiden Zonierungen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Zonierungen beruhen einerseits auf dem Einsetzen und Verschwinden einzelner Arten, andererseits ist auch die quantitative Verteilung einzelner Florenelemente von entscheidender Bedeutung. Im Oberkarbon und im unteren Perm sind eigentliche evolutive Veränderungen in den Sporomorphen-Assoziationen kaum fassbar. Die nachweisbaren Veränderungen reflektieren vielmehr die klimatische und ökologische Entwicklung. Am besten lassen sich solche Veränderungen mit der quantitativen Auswertung der Mikroflora erfassen.

Die untersuchten Bohrungen liegen im Bereich des Permo-Karbon-Troges, der sich von Süddeutschland in südwestlicher Richtung in das Gebiet des Tafeljuras erstreckt. Dieser Trog ist Teil eines Systems von intramontanen Becken im Bereich des variszischen Hochlandes. Diese Becken begannen sich im Oberkarbon abzusenken und nahmen bis ins obere Perm die Abtragungsprodukte der dazwischen liegenden Hochzonen auf. Sie zeichnen sich generell durch ihre NE-SW-Ausrichtung aus: in grossen Zügen weisen sie eine vergleichbare sedimentologische Geschichte auf (vgl. ZIEGLER 1982).

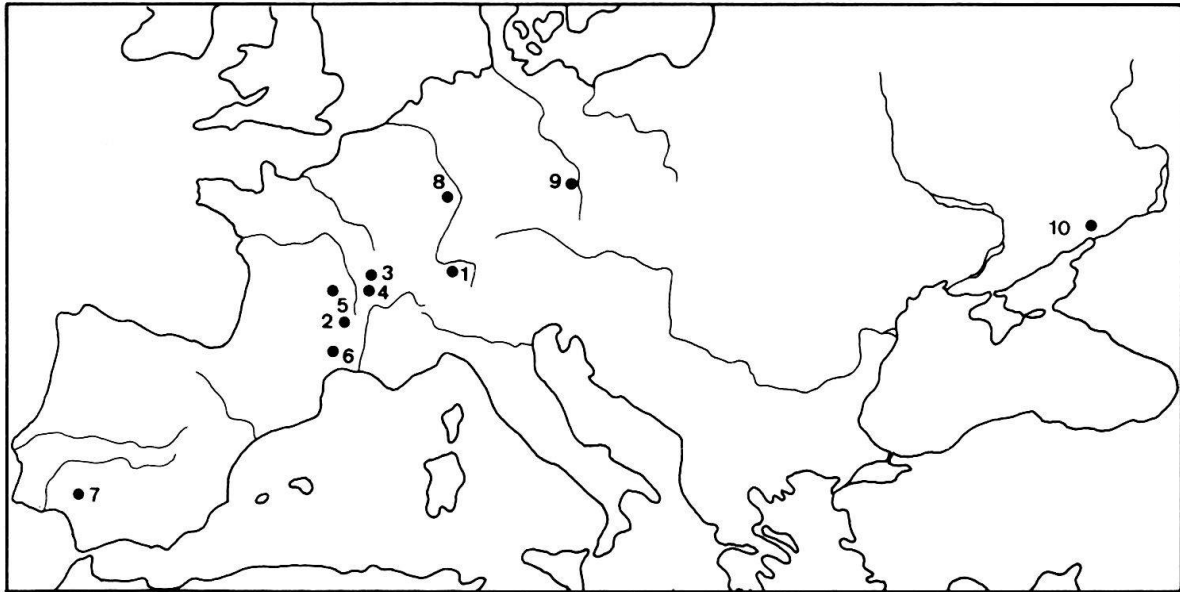


Fig. 1. Lage der im Text behandelten europäischen Permo-Karbon-Becken: 1 = Untersuchungsgebiet (Tafeljura-Trog); 2 = St-Etienne (Loire); 3 = Autun; 4 = Blanzey-Montceau; 5 = Aumance; 6 = Lodève; 7 = Guadalcanal; 8 = Saar-Nahe-Becken; 9 = Döhler Becken; 10 = Donetz-Becken.

Ende des letzten Jahrhunderts und in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts wurde das Permo-Karbon der Nordostschweiz auf der Suche nach Kohlelagerstätten verschiedentlich erbohrt. Die verschiedenen Vorstellungen und Spekulationen über die mögliche Ausdehnung und das Alter des Troges wurden von SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) und neuerdings von DIEBOLD (1983) zusammenfassend dargestellt. In den letzten Jahrzehnten wurden verschiedene Bohrungen im Zusammenhang mit der Erdöl- und der geothermischen Exploration bis ins Kristallin abgeteuft, ohne dass Sedimente des Permo-Karbon in wesentlicher Mächtigkeit angetroffen wurden (vgl. Fig. 2). Nach den Resultaten der Bohrungen im süddeutschen Bodenseegebiet und im Raum von Basel unterschied FALKE (1972, Fig. 10) zwei getrennte Tröge, den Bodensee-Trog und den Tafeljura-Trog. Nach dieser Darstellung bildet der Tafeljura-Trog die nordöstliche Fortsetzung des grossen Burgundischen Troges. LEMCKE (1973) postulierte erstmals einen zusammenhängenden Trog zwischen dem Bodensee und dem französischen Jura. Diese weite Ausdehnung des Burgundischen Troges geht auch aus der Darstellung von ZIEGLER (1982, Fig. 12 und 28) hervor. Im obersten Karbon sind in diesem Bereich wahrscheinlich mehrere kleinere Becken vorhanden.

Aus Figur 2 sind die Standorte der Tiefbohrungen im Gebiet der Nordostschweiz ersichtlich. Eindeutiges Karbon ist bisher ausser aus den süddeutschen Bohrungen Dingelsdorf 1 und 2 einzig aus der Bohrung Weiach belegt. In östlicher Richtung liegt der nächste Nachweis von Sedimenten entsprechenden Alters bei Ronchamp (Frankreich) am Südrand der Vogesen. Das Permo-Karbon der Bohrung Entlebuch (LU) gehört zu einem südlicheren Trog. Wie aus den extremen Mächtigkeitsunterschieden der spätpaläozoischen Sedimente hervorgeht, ist der Trog in der Nordostschweiz sehr scharf begrenzt. So beträgt die Mächtigkeit des Permo-Karbon in der Bohrung Kreuzlingen 115 m, in der Bohrung Dingelsdorf 1, 12 km nördlich von Kreuzlingen, erreicht sie über 700 m. Bei Weiach ist das Permo-Karbon etwa 1000 m mächtig, in den 10 km weiter westlich

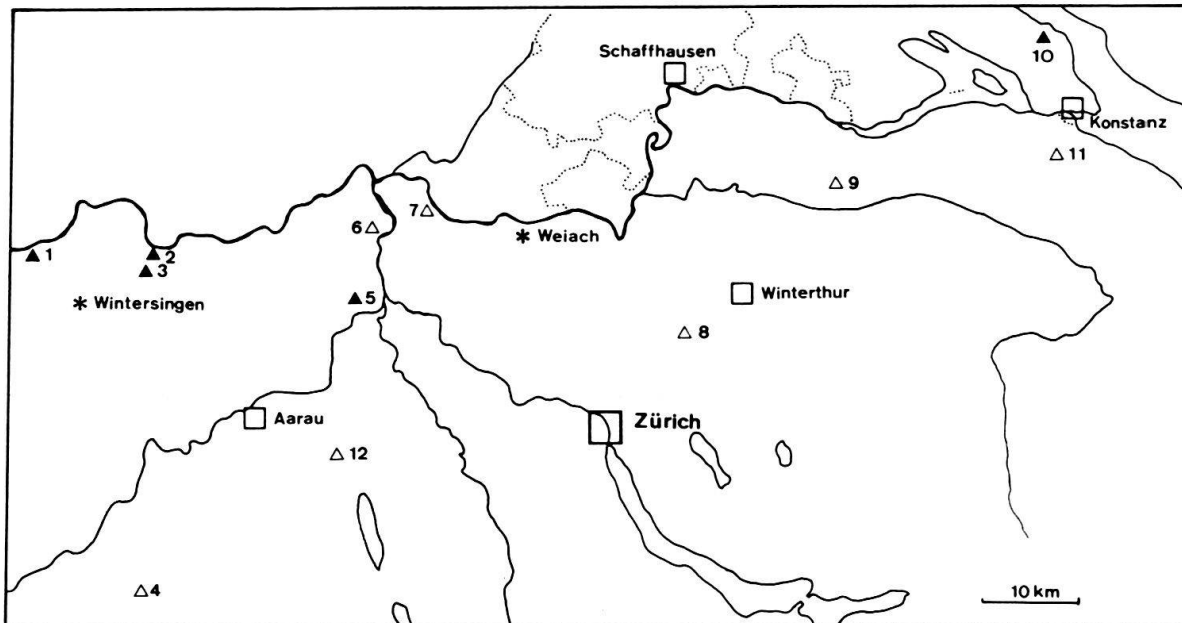


Fig. 2. Geographische Lage der bearbeiteten Bohrungen Wintersingen und Weiach (\*) sowie der bis ins Kristallin abgeteufte Bohrungen der Nordostschweiz und des angrenzenden süddeutschen Raumes.

△ Bohrungen mit fehlendem oder geringmächtigem Permo-Karbon (< 50 m).

▲ Bohrungen mit mächtigerem Permo-Karbon (> 50 m). 1 = Weiherfeld BL; 2 = Mumpf AG; 3 = Zuzgen AG (SCHMASSMANN & BAYRAMGIL 1946, TRÜMPY & DÖSSEGER 1972); 4 = Pfaffnau 1 LU (BÜCHI et al. 1965); 5 = Riniken AG (Nagra 1984a); 6 = Böttstein AG (Nagra 1984b); 7 = Zurzach AG (CADISCH 1956; NEFF 1980); 8 = Lindau 1 ZH (BÜCHI et al., 1965); 9 = Herdern TG (Swisspetrol 1982), 10 = Dingelsdorf 1 BRD (LEMCKE & WAGNER 1961); 11 = Kreuzlingen 1 TG (BÜCHI et al. 1965); 12 = Schafisheim AG (Nagra 1984c).

gelegenen Bohrungen von Zurzach (AG) fehlen die entsprechenden Sedimente. Ebenso fehlen sie in der Bohrung Böttstein (AG). Hingegen wird in dem 7,5 km südlich von Böttstein gelegenen Gebiet der Bohrung Riniken (AG) aufgrund seismischer Daten eine Mächtigkeit von etwa 2500 m angenommen. Diese Bohrung wurde in einer Tiefe von 1800 m im Perm (Oberrotliegendes?) eingestellt (Nagra 1984a). Nach reflexionsseismischen Untersuchungen der Nagra ist der Trog bei Weiach etwa 10 km breit. Seine Erstreckung gegen Westen ist über 40 km bis in den Raum nördlich von Aarau nachgewiesen. Die vier Bohrungen aus dem Nordteil der Kantone Baselland und Aargau (Weiherfeld, Wintersingen, Zuzgen und Mumpf) liegen am Nordrand des Troges. In der am südlichsten gelegenen Bohrung Wintersingen erreichen die permischen Sedimente mit 414 m die grösste Mächtigkeit, und nur hier wurde etwa 100 m mächtiges Unterrotliegendes durchteuft. Die Bohrungen im zentralen Mittelland – Lindau, Schafisheim und Pfaffnau – führen kein bzw. nur geringmächtiges Permo-Karbon.

Die untersuchten Profile werden im folgenden kurz beschrieben. Die Bohrung Wintersingen wurde im Jahre 1939 abgeteuft. Sie wurde zum grossen Teil gekernt. Die meisten Kerne sind heute noch erhalten und befinden sich im Kantonsmuseum Baselland (Liestal). Eine erste detaillierte Untersuchung wurde von SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) publiziert. Eine Zusammenfassung dieser Befunde und ein summarisches Profil finden sich in der Publikation von TRÜMPY & DÖSSEGER (1972). Das Profil wird gegenwärtig im Rahmen einer Dissertation (W. Blüm, Univ. Bern) neu aufgenommen und sedimentologisch untersucht. Auf die Darstellung eines lithologischen Profils wird deshalb hier verzichtet. Bei der Durchsicht der Kerne hat sich gezeigt, dass einzelne Kern-



stücke falsch beschriftet und z. T. offensichtlich vertauscht waren. Die Proben für die palynologische Untersuchung wurden ausschliesslich den Abschnitten entnommen, die nach dem publizierten Profil eindeutig zu identifizieren waren. Die folgende Zusammenfassung der lithologischen Gliederung nimmt Bezug auf die Darstellung von SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946). Die Bohrung durchteufte unter geringer quartärer Bedeckung 414 m Sedimente des Perm. Das Kristallin wurde bei 421 m erreicht. SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) schreiben den tieferen Teil des Profils (421.00–324.20 m) dem Unterrotliegenden zu und unterteilen ihn in einen unteren, mittleren und oberen Abschnitt. Der unterste Abschnitt ist durch ein Basiskonglomerat und vorherrschende Arkosesandsteine charakterisiert. Einzelne Schichten von dunklen, laminierten Siltsteinen führen Fischreste und Estherien. Den mittleren Abschnitt dominieren graue Arkosesandsteine; dazwischen eingeschaltet liegen zahlreiche Silt- und Tonsteinlagen, die z. T. einen erhöhten Bitumengehalt aufweisen. Die feinkörnigen Sedimente enthalten Estherien, Ostrakoden, einzelne Fische und Koprolithen. In den Arkosesandsteinen und Siltsteinen des oberen Abschnittes nimmt die rötliche und grünliche Färbung zu. Die ab 324.20 m folgende Serie mit bunten Arkosesandsteinen, Mergeln und Siltsteinen sowie einzelnen Horizonten von Süsswasserkalken wird dem Oberrotliegenden zugeordnet. Insgesamt kann das Ablagerungsmilieu am ehesten als Schwemmlandebene mit zeitweise persistierenden Wasserflächen interpretiert werden.

Für die palynologische Untersuchung wurden 25 Proben aus dem Bereich zwischen 418.70 und 307.65 m gesammelt. Dabei wurden vorwiegend dunkelgraue, feinkörnige und vorzugsweise laminierte Silt- und Tonsteine ausgesucht. Leider enthielten nur sechs Proben auswertbare Mikroflora. In den übrigen waren die Palynomorphen entweder sehr schlecht erhalten oder überhaupt nicht mehr vorhanden. Vier der positiven Proben stammen aus dem mittleren Abschnitt des Oberrotliegenden (vgl. Fig. 6, 7 und 9); die Probe 347.90 gehört dem höheren Abschnitt an und die höchste Probe (318.90) liegt nach SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) bereits im basalen Teil des Oberrotliegenden. Alle pollenführenden Proben zeichnen sich durch einen ausserordentlich hohen Bitumengehalt aus. Der palynologische Befund bestätigt im grossen und ganzen die von den Autoren vorgeschlagene Korrelation der Bohrung Wintersingen mit dem Rotliegenden des Saar-Nahe-Gebietes.

Die Bohrung Weiach wurde im Rahmen des Bohrprogramms der Nagra (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) in der ersten Hälfte des Jahres 1983 abgeteuft. Unter der quartären Bedeckung durchfuhr sie 954 m mesozoische Sedimente und darunter die etwa 1000 m mächtigen kontinentalen Ablagerungen des Permo-Karbon. Das Kristallin wurde bei 2020 m erreicht. Die Bohrung wurde durchgehend gekernt. Eine detaillierte Untersuchung dieses Profils steht vor dem Abschluss (MATTER et al., in Vorbereitung). Die sedimentologische Entwicklung und vorläufige Gliederung des Permo-Karbon-Profils ist in Figur 3 zusammengefasst. Die entsprechenden Informationen wurden mir von Prof. A. Matter in zuvorkommender Weise zur Verfügung gestellt. Das Profil wird vorläufig in zehn lithologische Einheiten gegliedert. Die palynologischen Resultate betreffen die Einheiten 4–10. In den höheren Einheiten sind die Sedimente mehrheitlich rot gefärbt; bisher konnten daraus keine Sporomorphen isoliert werden.

Horizontweise enthalten die Bohrkernreiche Pflanzenteile, die von W. Remy (Univ. Münster) bearbeitet werden. Nach dem Gesamtcharakter der Makroflora kann

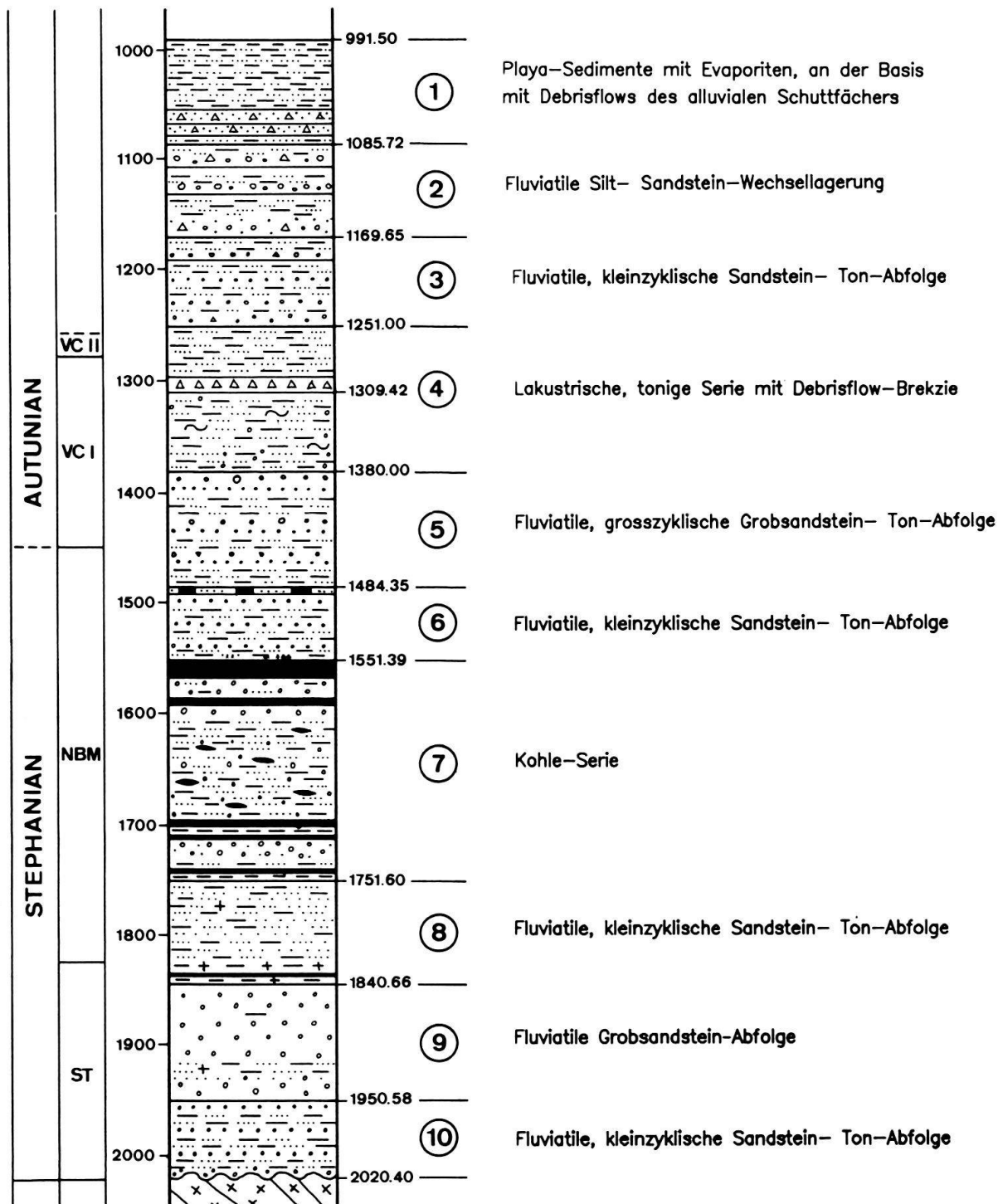


Fig. 3. Stratigraphische Gliederung des Permo-Karbon der Bohrung Weiach. Profil und lithostratigraphische Gliederung nach MATTER et al. (in Vorbereitung).

die Karbon/Perm-Grenze im Bereich von 1470 m gelegt werden. Die typischen Formen des Autunian wurden bisher nicht gefunden (mündl. Mitt. Prof. A. Matter). Ausserdem sind in den limnischen Sedimenten Ostrakoden, Esterien und Fischreste recht häufig.

### *1.1 Präparation*

Für die Untersuchung wurden insgesamt 85 Proben präpariert. Die Silt- und Tonstein-Proben wurden nach der palynologischen Standardmethode mit Salzsäure (10%) und anschliessend mit Flußsäure (75%, techn.) aufgelöst. Bei den Proben aus dem tieferen Teil der Bohrung Weiach erübrigte sich eine vorgängige Behandlung mit Salzsäure, da sie sich als völlig karbonatfrei erwiesen. In den meisten Fällen musste der Flußsäure-Behandlung eine kurze Oxidation angeschlossen werden (kaltes Schulze-Reagens mit nachfolgender Behandlung mit 10% Kalilauge). Falls vorhanden wurden die groben organischen Partikel mit einem 200- $\mu$ -Sieb abgetrennt und der Rückstand auf seinen Gehalt an Makrosporen überprüft. Der feindetritische Anteil wurde mit einem 14- $\mu$ -Sieb entfernt.

Die insgesamt zehn Kohleproben wurden mit heissem Schulze-Reagens und anschliessender Behandlung mit Kalilauge (10%) aufgeschlossen. In der Mehrzahl der Fälle enthielt der Rückstand nach dieser Behandlung einen relativ hohen Quarzanteil, der mit Flußsäure aufgelöst werden musste. Im allgemeinen erwiesen sich die Proben als sehr reich an organischem Material, so dass mit sehr kleinen Probenmengen gearbeitet werden konnte. Von den detritischen Sedimenten wurden fünf Gramm präpariert; bei den Kohlen genügten drei Gramm.

## **2. Palynologischer Befund**

### *a) Bohrung Weiach (ZH)*

#### **Material**

Aus dem Permo-Karbon der Bohrung Weiach wurden insgesamt 60 Proben präpariert. Sie stammen aus dem Bereich zwischen der Sediment-Basis bei 2014.90 und 1127.80 m. In der Mehrzahl der Proben (37 von 49) aus dem Bereich zwischen Basis und 1254.90 m sind Palynomorphen erhalten. Vier dieser Proben stammen aus Kohleflözen, der Rest aus siltigen und tonigen Gesteinen. Zwischen 1248.24 und 1227.80 m erwiesen sich sämtliche Proben wegen zu starker Oxidation als steril, obwohl die Färbung der ausgelesenen Proben keine starke Oxidationseinwirkung vermuten liess.

#### **Sporomorphen-Spektrum (vgl. Fig. 4, 5 und 8)**

Das Profil kann aufgrund der Entwicklung der Assoziationen in vier Abschnitte gegliedert werden. Im folgenden werden die Hauptmerkmale der Assoziationen aus diesem Abschnitt in aufsteigender Reihenfolge beschrieben. Die quantitative Verteilung der wichtigsten Florenelemente ist in den Figuren 4 und 8 dargestellt. Auftreten und Verschwinden der wichtigsten Formen ist in Figur 5 semiquantitativ wiedergegeben.

Der tiefste Abschnitt reicht von der Sedimentbasis bei 2014.90 bis 1827.00 m. Er umfasst an der Basis eine fluviatile kleinzyklische Sandstein-Ton-Abfolge (Serie 10, vgl.



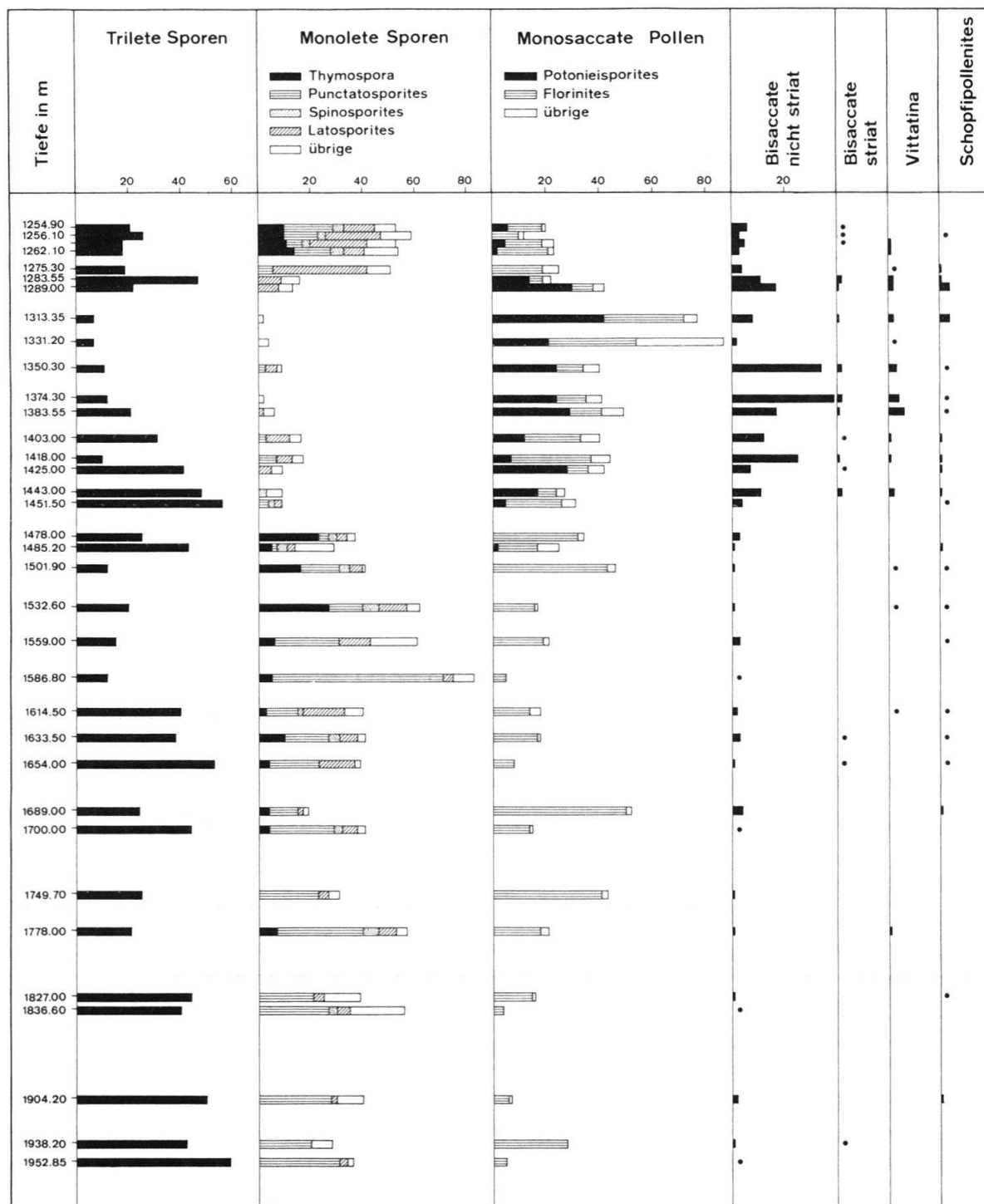


Fig. 4. Quantitative Verteilung der Florenelemente im Profil der Bohrung Weiach. Anteile der einzelnen Gattungen unter 2% sind nicht separat erfasst.

Fig. 3), die von einer ebenfalls fluviatilen Grobsandstein-Abfolge (Serie 9) überlagert wird. Die höchste Probe (1827.00) stammt aus einer wiederum kleinzyklischen Sandstein-Ton Abfolge (Serie 8). Die Probendichte ist in diesem Abschnitt relativ gering. Von dreizehn präparierten Proben lieferten sieben positive Resultate; fünf konnten quantitativ ausgewertet werden. Drei Proben aus Kohlelagen enthielten keine Sporomorphen.

Das Sporomorphen-Spektrum dieses Abschnittes zeichnet sich durch eine ausgeprägte Dominanz von monoleten und trileten Sporen aus. Häufig und z.T. vorherrschend sind unter den trileten Sporen die Vertreter der Gattungen *Lophotriletes*, *Leiotriletes*, *Calamospora* und *Microreticulatisporites*. Regelmässig und relativ häufig kommen auch *Vestispora fenestrata* und verschiedene Formen der Gattung *Savitrissporites* vor. *V. fenestrata* ist als einzige Art auf diesen Abschnitt beschränkt. Monosaccate Luftsackpollen sind nicht sehr stark repräsentiert (unter 30%); bisaccate Pollen treten nur spärlich in Erscheinung. Je zwei Gattungen monosaccater und bisaccater Pollen sind nicht von der Profilbasis an nachzuweisen, sondern können innerhalb dieses Abschnitts erstmals erfasst werden, nämlich *Candidispora*, *Potonieisporites* sowie *Jugasporites* und *Vesicaspora*. Wichtig für die stratigraphische Einstufung ist das regelmässige und z.T. häufige Vorkommen von *Vestispora fenestrata*, *Microreticulatisporites nobilis*, *M. cf. microtuberosus* und *Savitrissporites camptotus* und ausserdem die Häufigkeit der Gattungen *Thymospora* und *Spinosporites*.

Der zweite und mächtigste Abschnitt, der sich aufgrund des palynologischen Befundes abgrenzen lässt, reicht von 1778.00 bis 1451.50 m. Der unterste Teil davon (bis 1751.60 m) gehört noch der oben erwähnten fluviatilen kleinzyklischen Serie (Serie 8) an. Darauf setzt bei 1751.60 m die 200 m mächtige Kohle-Serie (Serie 7) ein, die von einer kleinzyklischen fluviatilen Abfolge von Sand-, Silt- und Tonsteinen abgelöst wird (Serie 6). Bei 1484.35 m beginnt eine grosszyklische Abfolge mit Grobsandstein und einzelnen tonigen Zwischenlagen (Serie 5). Aus diesem Abschnitt wurden 19 Proben präpariert; 14 (davon drei Kohleproben) enthielten auswertbare Mikroflora.

Dominant erscheinen auch in diesem Abschnitt die monoleten und trileten Sporen. Im allgemeinen liegt der Anteil der monosaccaten Pollen, namentlich von *Florinites*, wesentlich höher als im tiefsten Abschnitt. Eine Ausnahme bildet die Kohleprobe (1586.80), die durch ihre ausgeprägte Dominanz von *Punctatosporites* (66%) aus dem Rahmen fällt. Die häufigsten trileten Sporen sind noch immer *Calamospora*, *Leiotriletes* und *Lophotriletes*. Erwähnenswert ist das gehäufte Vorkommen von *Lophotriletes ibrahimii* in Probe 1654.00 m. Die Vertreter der Gattung *Microreticulatisporites* sind vor allem im tieferen Teil dieses zweiten Abschnitts häufig. Zwei davon – *M. cf. microtuberosus* und *M. sulcatus* – kommen höher im Profil nicht mehr vor. Eine ähnliche Verteilung zeigen die Vertreter der Gattung *Savitrissporites*. Zwei Formen – *Savitrissporites* sp. A und *S. aff. camptotus* – setzen im tieferen Teil dieses zweiten Abschnitts aus, während *S. camptotus* als Durchläufer zu betrachten ist, der allerdings allmählich seltener wird. Die Gattung *Triquitrites* ist generell selten, aber doch durchgehend repräsentiert. Die Gattung *Vestispora* kann hier nicht mehr nachgewiesen werden. Zum ersten Mal erscheinen in diesem Abschnitt die Gattung *Lunatisporites* und *Vittatina costabilis*. Letztere erreicht bereits in der tiefsten Probe (1778.00 m) einen Anteil von 1% der Pollensumme. Es ist somit wahrscheinlich, dass sie schon in der vorangehenden Zone sporadisch vorkommen kann. Die bisaccaten Pollen erreichen fast durchgehend 1–4% der Pollensumme; der Anteil der striaten Formen ist dabei noch verschwindend klein. *Potonieisporites* ist erst im

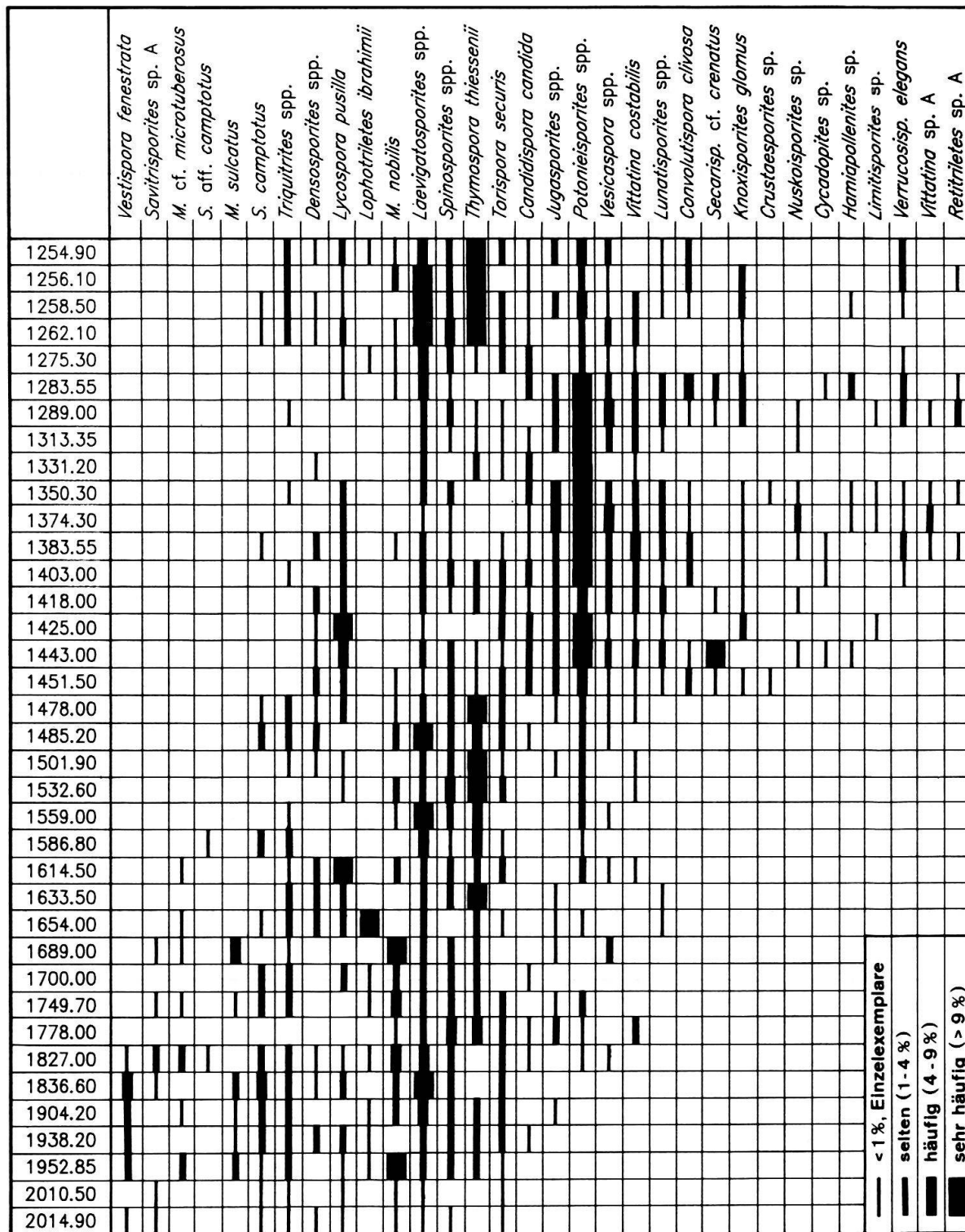


Fig. 5. Stratigraphische Verteilung der wichtigsten Gattungen und Arten im Profil der Bohrung Weiach (semiquantitative Darstellung).

höheren Teil dieses Abschnittes mehr oder weniger regelmässig vorhanden. Einen relativ hohen Anteil erreicht diese Gattung mit 6% in Probe 1451.50 am Übergang zur nächstfolgenden Zone. Dem markanten Häufigkeitsanstieg von *Thymospora* im zweiten gegenüber dem ersten Abschnitt kommt wohl eher fazielle als stratigraphische Bedeutung zu.

Als dritter Abschnitt wird der Bereich zwischen 1443.00 und 1283.55 m ausgeschieden. Daraus wurden 11 Proben präpariert, die alle auswertbare Mikrofloren lieferten. Innerhalb dieses Abschnittes wechselt die Lithologie mehrfach. Der tiefste Teil befindet sich noch im Bereich der vorwiegend grobkörnigen, grosszyklischen Serie (Serie 5). Darüber beginnt bei 1380.00 m die mächtige lakustrische Serie (Serie 4) mit vorwiegend tonigen, bituminösen Sedimenten.

Das Hauptcharakteristikum der Assoziationen aus diesem Abschnitt ist die Häufigkeit der Gattung *Potonieisporites* sowie der bisaccaten Luftsackpollen. Die monoleten Sporen zeigen einen markanten Häufigkeitsrückgang. Im Vergleich zum vorangehenden wie zum folgenden Abschnitt ist der Rückgang von *Thymospora* besonders augenfällig. Im unteren Teil treten die trileten Sporen v. a. mit den Gattungen *Leiotriletes*, *Cyclogranisporites*, *Verrucosisporites* und z. T. auch *Lycospora* noch stark in Erscheinung. Sie zeigen dann einen mehr oder weniger kontinuierlichen Rückgang bis zur Probe 1289.00. Kennzeichnend ist überdies das Einsetzen von neuen Florenelementen. Dieser Wandel zeichnet sich schon in Probe 1451.50 ab mit dem Einsetzen von *Convolutispora clivosa*, *Secarisporites* cf. *crenatus*, *Knoxisporites glomus* und *Crustaesporites* sp. Die drei erstgenannten Arten sind aus dem höheren Karbon bekannt; die Gattung *Crustaesporites* hingegen ist bisher ausschliesslich aus dem Perm nachgewiesen. In Probe 1443.00 erscheinen die Gattungen *Nuskoisporites*, *Hamiapollenites* und *Cycadopites* erstmals. Die beiden erstgenannten gelten als typisch permische Elemente. Als weitere einsetzende Formen sind zu erwähnen: *Limitisporites*, *Verrucosisporites elegans*, *Vittatina* sp. A und *Retitriletes* sp. A. Besonders *Verrucosisporites elegans* gilt als Leitform des Autunian bzw. des Asselian (vgl. DOUBINGER & ELSASS 1979, INOSSOVA et al. 1976). Ob der in der vorliegenden Arbeit erstmals erfassten Form *Retitriletes* sp. A stratigraphischer Leitwert zukommt, wird sich in zukünftigen Arbeiten zeigen.

Die für das Karbon als typisch geltenden Gattungen *Triquitrites*, *Densosporites*, *Torispora* und *Savitrissporites* sind in diesem Abschnitt zwar wesentlich seltener und weniger regelmässig vertreten als zuvor; sie setzen jedoch keineswegs schlagartig aus. Bemerkenswert ist die eigenartige Vergesellschaftung in Probe 1331.20; sie zeichnet sich durch einen ausserordentlich hohen Anteil von *Wilsonites vesicatus* und auch von *Florinites mediapudens* aus.

Der höchste Abschnitt im Permo-Karbon der Bohrung Weiach, der mit palynologischen Resultaten fassbar ist, liegt zwischen 1275.30 und 1254.90 m. Er fällt in den obersten Teil der lakustrischen Serie (Serie 4). Fünf der sechs aus diesem Abschnitt präparierten Proben lieferten gut erhaltene Mikrofloren.

Die Assoziationen sind durch eine erneute Dominanz von monoleten Sporen geprägt, wobei auch die Gattung *Thymospora*, die im vorangehenden Abschnitt nur sporadisch vorkommt, wieder einen beträchtlichen Anteil aufweist. Die bisaccaten Pollen und v. a. *Potonieisporites* sind wesentlich seltener. Der Anteil von trileten Sporen mit durchschnittlich über 20% ist im Vergleich zum höheren Teil des vorangehenden Abschnittes ebenfalls hoch. Auffällig ist dabei, dass die Gattungen *Triquitrites*, *Lycospora* und *Microreticulatisporites* hier wieder regelmässiger und etwas häufiger gefunden werden. Insgesamt

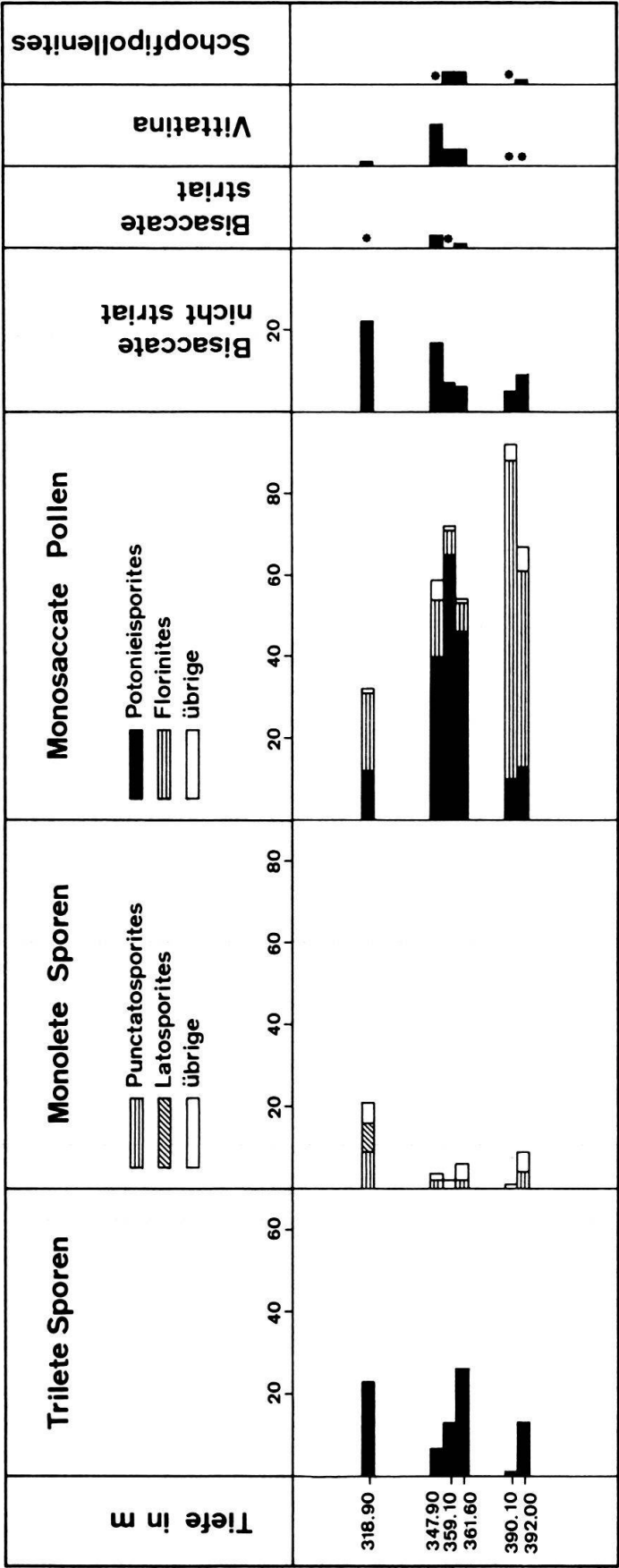


Fig. 6. Quantitative Verteilung der Florenelemente im Profil der Bohrung Wintersingen. Anteile der einzelnen Gattungen unter 2% sind nicht separat erfasst.

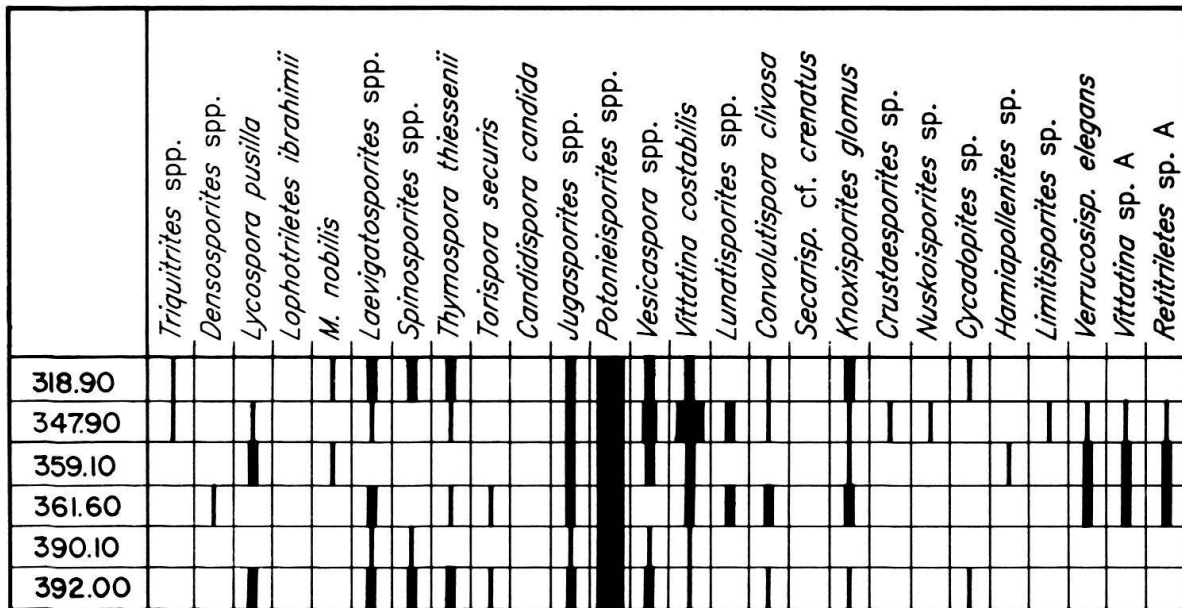


Fig. 7. Stratigraphische Verteilung der wichtigsten Gattungen und Arten im Profil der Bohrung Wintersingen (semiquantitative Darstellung).

sind diese Assoziationen gut mit jenen des oberen Stephanian (Zone NBM) vergleichbar. Einen eigentümlichen Charakter erhalten sie durch die Präsenz von *Convolutispora clivosa*, *Knoxisporites glomus* und *Verrucosisporites elegans* sowie auch durch den durchschnittlich etwas höheren Anteil von bisaccaten Pollen.

#### b) Bohrung Wintersingen (BL)

##### Material

Aus dem Unterrotliegenden bzw. dem unteren Oberrotliegenden der Bohrung Wintersingen wurden 25 Proben für die palynologische Untersuchung präpariert. Beim gesammelten Material handelt es sich mit Ausnahme einer karbonatischen Lage aus 307.65 m um schwarze bis dunkelgraue tonige und siltige Gesteine mit hohem Anteil an organischem Material. In der Mehrzahl der Proben ist der unlösliche Anteil des organischen Materials so stark abgebaut und oxidiert, dass sich keine Sporomorphen erhalten haben. Nur aus sechs Proben liessen sich bestimmbare Pollen und Sporen isolieren. Die oberste dieser Proben (318.90) liegt bereits in dem Bereich, der von SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) dem unteren Oberrotliegenden zugeordnet wurde.

##### Sporomorphen-Spektrum (vgl. Fig. 6, 7 und 9)

Die Sporomorphen-Assoziationen aus diesen Proben zeichnen sich durchwegs durch einen relativ hohen Anteil an monosaccaten Luftsackpollen aus. In den zwei tiefsten Proben (392.00, 390.10) dominiert die Gattung *Florinites*. Die Assoziationen aus den drei folgenden Proben (361.60, 359.10 und 347.90) werden von *Potonieisporites* beherrscht. Der Anteil der bisaccaten Pollen schwankt in diesen vier Proben zwischen 5 und 9%. Die Gattung *Vittatina* ist durchgehend nachzuweisen. In der höchsten Probe (318.90) steigt



der Anteil der Bisaccaten auf 22 %. Eine markante Veränderung der Assoziation in dieser obersten Probe zeichnet sich zudem im Anteil der monoleten Sporen ab. Die Gattungen *Latosporites* und *Punctatosporites* sind mit 7 bzw. 9 % relativ stark repräsentiert.

### 3. Charakterisierung der Florenzonen des obersten Karbon (oberes Westphalian und Stephanian) und des untersten Perm (Autunian) im kontinentalen Bereich (Westeuropa und kanadische Atlantik-Provinzen)

Im folgenden werden die wichtigsten Merkmale der Florenassoziationen, welche zur Abgrenzung von Florenzonen im obersten Karbon und im unteren Perm dienen, zusammengefasst. Diskutiert werden die Zonierungen des Oberkarbon und Unterperm Westeuropas (DOUBINGER 1974, COQUEL et al. 1975, CLAYTON et al. 1977) sowie des östlichen Nordamerika (kanadische Atlantik-Provinzen; BARSS & HACQUEBARD 1967).

#### 3.1 Zonierung des obersten Karbon (Westphalian D – Stephanian) und des unteren Perm (Autunian) Westeuropas

Im Bereich zwischen dem oberen Westphalian und dem oberen Autunian unterscheiden CLAYTON et al. (1977) fünf Florenzonen. Die Hauptcharakteristika dieser Zonen werden im folgenden zusammengefasst und mit der von COQUEL et al. (1975) vorgeschlagenen Zonenabfolge korreliert (vgl. Tab. 1).

##### a) *Thymospora obscura* – *T. thiessenii*-(OT)-Zone

Die Untergrenze dieser Zone wird mit dem Erscheinen der Gattungen *Thymospora* und *Spinoporites* definiert. Unter den Elementen, die in dieser Zone erscheinen und sich später durch grössere Häufigkeit auszeichnen, sind *Savitrisorites camptotus* und die Gattung *Candidispora* zu erwähnen. Häufig sind monolette Sporen der Gattungen *Laevigatosporites*, *Punctatosporites*, *Torispota* sowie im höheren Abschnitt der Zone *Thymospora*. Unter den trileten Sporen sind die Gattungen *Lycospora* und *Triquitrites* häufig. Eine Reihe trileter Sporen zeigt einen markanten Rückgang ihrer Häufigkeit, so z. B. *Densosporites*, *Microreticulatisporites nobilis* und *Crassispora kosankei*. Die Gattung *Florinites* tritt insgesamt sehr häufig auf. Eine charakteristische Art dieser Gattung – *Florinites junior* – erfährt eine erhebliche Reduktion. Diese Zone wird mit dem Westphalian D und dem unteren Abschnitt des Stephanian A korreliert. COQUEL et al. (1975) definieren unter Anwendung gleicher Kriterien ihre Zone IV.

##### b) *Angulisporites splendidus*-*Latensina trileta*-(ST)-Zone

Die Basis dieser Zone ist markiert durch das Erstauftreten von *Angulisporites splendidus*, *Cheiledonites* sp. und *Vittatina*. Sehr häufig erscheinen auch monolette Sporen. Die trileten Sporen der Gattungen *Lycospora* und *Densosporites* treten noch relativ häufig auf. Charakteristisch ist u. a. auch das mehr oder weniger regelmässige Vorkommen der trileten Formen *Lundbladispota gigantea* und *Savitrisorites camptotus*, der bisaccaten Luftsackpollen sowie der monosaccaten Formen *Latensina trileta* und *Candidispora candida*. Als seltene Begleitelemente sind *Crassispora kosankei*, *Cirratriradites saturni*,

*Vestispora fenestrata* und *Florinites junior* zu erwähnen. Die Gattung *Triquitrites* erfährt eine erhebliche Reduktion. Die Zone wird mit dem höheren Abschnitt des Stephanian A und mit dem Stephanian B parallelisiert. COQUEL et al. (1975) wenden zur Definition ihrer Zone V im wesentlichen dieselben Kriterien an. Auch die chronostratigraphische Korrelation entspricht derjenigen von CLAYTON et al. (1977).

c) *Potonieisporites novicus-bhardwajii*-*Cheiledonites major*-(NBM)-Zone

Die Untergrenze der Zone ist gekennzeichnet durch die markante Häufigkeitszunahme von *Cheiledonites* sp., *Potonieisporites* spp. und *Spinisporites* spp. Eine deutliche Abnahme der Häufigkeit lässt sich bei den Gattungen *Densosporites*, *Triquitrites*, *Lycospora* und bei *Savitrissporites camptotus* feststellen. *Polymorphisporites* und *Torispora* werden ebenfalls seltener. Die häufigsten Formen in diesem Abschnitt sind die monoleten Sporen sowie die monosaccaten Formen der Gattung *Florinites*. *Crassispora kosankei*, *Westphalensisporites irregularis*, *Vestispora fenestrata* und *Florinites junior* haben hier ihr letztes Auftreten. Weitere charakteristische Elemente sind *Triquitrites*, *Lundbladisporea gigantea*, *Latensina trileta*, *Candidispora candida*, *Angulisporites splendidus*, *Cheiledonites*, *Potonieisporites* und bisaccate Luftsackpollen; bei den letzteren können sowohl striate als auch nicht striate Formen festgestellt werden. Die Zone umfasst den obersten Abschnitt des Karbon, im wesentlichen Stephanian C und D. Diese Phase der Florenentwicklung wird von COQUEL et al. (1975) als Zone VI ausgeschieden.

d) *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone

Ihre Untergrenze ist charakterisiert durch die maximale Entwicklung der Gattung *Potonieisporites*, die zusammen mit andern monosaccaten Formen wie *Florinites* und *Wilsonites* die Assoziationen dominiert. Ebenfalls recht häufig sind die bisaccaten Luftsackpollen sowie die Gattungen *Cheiledonites* und *Vittatina*. Die monoleten Sporen (*Laevigatosporites*, *Punctatosporites*, *Thymospora*) erfahren eine erhebliche Reduktion. *Lycospora* und *Triquitrites* finden sich nur noch vereinzelt.

Folgende Gruppen treten zum letztenmal auf: *Densosporites*, *Savitrissporites camptotus*, *Candidispora candida*, *Angulisporites splendidus*, *Polymorphisporites* und *Torispora*. Die Zone VC wird mit dem unteren Autunian korreliert. Sie entspricht der Zone VII der Gliederung von COQUEL et al. (1975). Die Zone VC wird in dieser Arbeit neu gegliedert (vgl. Kapitel 3.4).

e) *Disaccites striatiti*-(DS)-Zone

Für diese Zone ist ein genereller Häufigkeitsrückgang der Sporen, insbesondere der monoleten Formen wie *Laevigatosporites*, *Punctatosporites*, *Thymospora* typisch. *Florinites*, *Lundbladisporea gigantea*, *Latensina trileta* sowie *Cheiledonites* werden seltener. Die Untergrenze der Zone DS wird durch das Aussetzen von *Lycospora* markiert. Die bisaccaten Luftsackpollen, darunter insbesondere die striaten Formen, dominieren gemeinsam mit *Potonieisporites* die Assoziationen. Ein weiteres charakteristisches Element ist die Gattung *Vittatina*. Entsprechende Assoziationen, die durch die maximale Ausbreitung der striaten Luftsackpollen und der Gattung *Vittatina* gekennzeichnet sind, werden von COQUEL et al. (1975) in Zone VII erfasst. Diese Zone umfasst das obere Autunian.



Tabelle 1: Korrelation der Florenzzonen des kontinentalen Permo-Karbon Westeuropas und E-Kanadas sowie des paralisch-marinen Donetz-Beckens.

	DOUBINGER 1974	Westeuropa COQUEL et al. 1975	CLAYTON et al. 1977	N-Amerika E-Kanada BARSS & HACQUEBARD 1967	USSR Donetz-Becken INOSSOVA et al. 1976	
Oberes Autunian	A 3	VIII	DS	E	XIV–XVI	
				– – ? – –		
Unteres Autunian	A 2	VII	VC VC I*		VII–XIII III–VI	Asselian s. l.
					XI/I–II	
Stephanian C/D	A 1	VI	NBM		V–X	Gzhelian s. l.
Stephanian B		V	ST	D	III–IV	Kasimovian
Stephanian A						
Westphalian D		IV	OT	C	I–II	Höheres Moskavian

### 3.2 Palynologische Gliederung des Beckens von Autun

Die palynologische Gliederung des Beckens von Autun wurde von DOUBINGER (1974) zusammenfassend dargestellt. Die Autorin unterscheidet drei bzw. vier Zonen, deren Hauptmerkmale im folgenden referiert werden.

#### a) Zone A 1

Die tiefste Zone ist durch den markanten Rückgang von monoleten Sporen, namentlich von *Thymospora* und *Punctatosporites*, charakterisiert. Die Vertreter der Gattung *Lycospora* sind z. T. noch recht häufig. Ein weiteres Merkmal stellt die regelmässige Präsenz von monosaccaten Pollen wie *Florinites*, *Potonieisporites*, *Guthoerlisporites*, *Candidispora* und *Wilsonites* dar. Bisaccate Formen sind ebenfalls von Bedeutung, darunter auch die striate *Hamiapollenites*. Erwähnt werden ausserdem das regelmässige Vorkommen von *Verrucosisporites*, *Calamospora*, *Aumancisporites* sowie die monocolpaten Pollenformen *Entylissa* und *Cheiledonites*. Diese Assoziation wurde aus den Schistes d'Igornay isoliert. Sie entspricht nach CLAYTON et al. (1977) der *Potonieisporites novicusbhardwajii*–*Cheiledonites major*-Zone und wird ins höchste Stephanian gestellt.

#### b) Zone A 2

Die Assoziation dieser Zone ist gekennzeichnet durch einen relativ geringen Anteil an Sporen. Insbesondere die monolette Gattung *Thymospora* ist sehr selten. Der grösste Teil der Florenelemente des Stephanian ist verschwunden; vereinzelt kommen noch *Lundbla-*

*dispora gigantea*, *Triquitrites* und *Verrucosisporites* vor. Monosaccate Pollen (v. a. *Potonieisporites*) herrschen vor. Bisaccate Luftsackpollen und die Gattung *Vittatina* sind regelmässig vorhanden. Diese Assoziation aus den Schistes de Muse kann der *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone nach CLAYTON et al. (1977) zugeordnet werden. Sie wird von diesen Autoren als basale Zone des Autunian aufgefasst.

#### c) Zone A 3

Die Zone A 3 zeichnet sich durch einen markanten Anteil von *Vittatina* und von bisaccaten Pollen aus. Die Gattung *Potonieisporites* ist mit 40–50% noch immer sehr stark repräsentiert. Monolete und trilete Sporen sind im allgemeinen sehr selten. Nach CLAYTON et al. (1977) entspricht diese Assoziation der *Disaccites striatiti*-(DS)-Zone und wird dem höheren Autunian zugeordnet.

#### d) Assoziationen aus den Kohleflözen

Nach Auffassung von DOUBINGER (1974) sind die seltenen Kohlenflöze des Autunian durch eigentümliche Sporomorphen-Assoziationen gekennzeichnet, deren hervorstechendste Eigenschaft die Dominanz der monoleten Sporen darstellt und die insgesamt ausgeprägte Anklänge an die Assoziationen des Stephanian aufweisen. Die typischen Elemente des Autunian sind darin auffallend selten. Nach der Darstellung von DOUBINGER (1974, Tab. IV) kommt dieser Typ von Sporomorphen-Assoziation in allen drei oben beschriebenen Zonen vor. Nach dieser Interpretation wie auch nach der Auffassung von DOUBINGER & LANGIAUX (1982) und von COUREL et al. (im Druck) ist die Zusammensetzung der Sporomorphen-Assoziationen zu einem wesentlichen Teil faziesabhängig. Die Frage nach der Beziehung zwischen Fazies, Klima und Florenentwicklung wird in Kapitel 7 ausführlicher diskutiert.

### 3.3 Zonierung des obersten Karbon und des unteren Perm der kanadischen Atlantik-Provinzen

BARSS & HACQUEBARD (1967) unterscheiden in ihrer Untersuchung der Pictou group der kanadischen Atlantik-Provinzen (Nova Scotia, Prince Edward Island und New Brunswick) zwischen dem Westphalian C und dem Perm fünf Zonen. Im folgenden werden die Abgrenzungskriterien dieser Zonen zusammengefasst und mit dem westeuropäischen Zonensystem verglichen. Ihre altersmässige Einstufung basiert ursprünglich auf der Korrelation mit pflanzlichen Grossresten.

#### a) *Vestispora*-Zone (Zone A)

Die Zone ist charakterisiert durch mehrere Arten der Gattung *Vestispora*. Drei dieser Arten (*V. costata*, *V. cancellata* und *V. magna*) sind auf diese Zone beschränkt, während *V. laevigata*, *V. fenestrata* und *V. profunda* auch in den folgenden Zonen noch vertreten sind. Weitere charakteristische Elemente dieser Zone sind *Endosporites globiformis* und *Savitrissporites nux*. Nach BARSS & HACQUEBARD (1967) ist die Zone in den tieferen Abschnitt des Westphalian C zu stellen. Ihre Assoziationen sind sehr gut vergleichbar mit

jenen der *Torisporea securis*–*T. laevigata*-(SL)-Zone von CLAYTON et al. (1977), die ebenfalls mit dem Westphalian C korreliert wird.

#### b) *Torisporea*-Zone (Zone B)

Die Florenasoziation dieser Zone ist gekennzeichnet durch das Einsetzen von *Torisporea securis*, *Murosporea kosankei*, *Speciososporites minutus* und *Vestisporea irregularis*, wobei die beiden letztgenannten Arten auf diese Zone beschränkt sind. Diese Zone wird ebenfalls ins Westphalian C gestellt. Das Einsetzen der Gattung *Torisporea* ist das Hauptmerkmal der *Torisporea securis*–*T. laevigata*-(SL)-Zone von CLAYTON et al. (1977). Aufgrund dieser Tatsache wie auch wegen der starken Repräsentation von *Vestisporea* ist die von BARSS & HACQUEBARD (1967) definierte *Torisporea*-Zone gleichfalls mit der SL-Zone von CLAYTON et al. (1977) vergleichbar. Nach diesem Befund besteht offenbar die Möglichkeit, im Bereich des Westphalian C zwei Florenasoziationen auseinanderzuhalten.

#### c) *Thymosporea*-Zone (Zone C)

Die Basis der Zone C ist definiert durch das Erstauftreten von monoleten Sporen mit verrucater Skulptur (*Thymosporea perverrucosa*, *T. obscura* und *Torisporea verrucosa*). *Thymosporea obscura*, *Torisporea verrucosa*, *Schopfites colchesterensis* und ein nicht näher bezeichneter Vertreter der Gattung *Vestisporea* sind auf diese Zone beschränkt. *Vestisporea profunda*, *V. irregularis*, *Torisporea laevigata*, *T. securis*, *Speciososporites minutus* und *Murosporea kosankei* treten hier zum letztenmal auf. Die Zone wird ins Westphalian D gestellt. Das Einsetzen der Gattung *Thymosporea* dient CLAYTON et al. (1977) als Grundlage zur Definition der Basis der *Thymosporea obscura*–*T. thiessenii*-(OT)-Zone ohne Bezugnahme auf die sehr gut vergleichbare *Thymosporea*-Zone von BARSS & HACQUEBARD (1967). Die OT-Zone wird von CLAYTON et al. (1977) mit dem Westphalian D und mit dem unteren Abschnitt des Stephanian A korreliert.

#### d) *Potonieisporites*-Zone (Zone D)

Zone D ist neben dem Einsetzen von *Potonieisporites* auch durch das Erscheinen von striaten Luftsackpollen (*Protohaploxipinus sewardii*, *Striomonosaccites*) sowie durch cf. *Laevigatosporites crassus* und *Cyclogranisporites* cf. *microgranus* gekennzeichnet. Die drei letztgenannten Formen sind auf diese Zone beschränkt. Die Vertreter der Gattung *Vestisporea* (*V. fenestrata* und *V. laevigata*) haben ihr letztes Auftreten in dieser Zone. *Thymosporea perverrucosa* setzt ebenfalls aus. Die Zone D umfasst nach der Auffassung von BARSS & HACQUEBARD (1967) und HACQUEBARD (1972) das ganze Stephanian. Das gemeinsame Vorkommen von *Vestisporea* mit *Potonieisporites* und von striaten bisaccaten Luftsackpollen spricht im westeuropäischen Schema für eine Einstufung in den Bereich der *Thymosporea obscura*–*T. thiessenii*-(OT)- und der *Angulisporites splendidus*–*Latensina trileta*-(ST)-Zone. Diese beiden Zonen entsprechen dem Bereich zwischen dem obersten Westphalian (Westphalian D) und dem tieferen Abschnitt des Stephanian (Stephanian A und B). Nach dieser Korrelation wäre in der Zone D von BARSS & HACQUEBARD nur der tiefere Teil des Stephanian repräsentiert. Der Vergleich der Zone D mit den typischen

Assoziationen des Autunian, wie ihn DOUBINGER (1974) vorschlägt, hält einer genaueren Überprüfung nicht stand.

#### e) *Vittatina*-Zone (Zone E)

Die Basis der Zone E ist definiert durch das Auftreten von *Vittatina costabilis*, von mehreren Typen bisaccater Luftsackpollen (*Pityosporites papilionis*, *Protohaploxipinus* cf. *jacobii*, *Striatoabietites* und *Striatopodocarpites*) sowie durch zwei monosaccate Pollentypen (*Cordaitina* und *Nuskoisporites*). Diese Zone wird dem Perm zugerechnet. Im Untersuchungsgebiet von BARSS & HACQUEBARD sind die entsprechenden Schichten auf isolierte Vorkommen beschränkt.

Das regelmässige Auftreten von *Vittatina costabilis* sowie die Häufigkeit von striaten, bisaccaten Luftsackpollen können als Hinweis für die Korrelation der Zone E mit der *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone oder der *Disaccites striatiti*-(DS)-Zone nach CLAYTON et al. (1977) gelten. Die von BARSS & HACQUEBARD (1967, S. 276) erwähnte starke quantitative Repräsentation von striaten Luftsackpollen sprechen eher für die zweite Möglichkeit. Damit läge zwischen den Zonen D und E eine beträchtliche Schichtlücke, die das obere Stephanian und das unterste Autunian umfassen würde (vgl. Tab. 1).

### 3.4 Gliederung der *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone

Die *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone wurde von CLAYTON et al. (1977, S. 16) definiert, und ihre Hauptcharakteristika sind in der vorliegenden Arbeit zusammenfassend rekapituliert (siehe oben). Nach den vorliegenden Daten aus der Bohrung Weiach wie auch nach den Ergebnissen aus andern Permo-Karbon-Becken (siehe Kap. 6) folgen auf die typischen Assoziationen der Zone VC nicht, wie nach der Darstellung von CLAYTON et al. (1977) zu erwarten wäre, die von Koniferen-Pollen dominierten Assoziationen der *Disaccites striatiti* (DS) Zone, sondern erneut eine Phase mit ausgeprägter Dominanz von Sporen, insbesondere von monoleten Farnsporen. Diese Assoziation weist starke Anklänge an die Florenvergesellschaftung des Oberkarbon auf und entspricht gesamthaft betrachtet einer Rekurrenzphase dieser Floren. Durch das Vorkommen von Florenelementen, die in der Zone VC erstmals bzw. erstmals regelmässig erscheinen, wie *Verrucosporites elegans* oder *Knoxisporites glomus*, erhalten die Sporomorphen-Spektren dieser Phase ein eigenes Gepräge und sind in einer detaillierten Analyse auch in Einzelproben von den Assoziationen des Oberkarbon zu unterscheiden. Eine klare Abgrenzung der verschiedenen Phasen lässt sich jedoch nur aufgrund von Florenabfolgen vornehmen.

In einem vorläufigen Bericht zur Stratigraphie der Bohrung Weiach (HOCHULI, im Druck) und in der vorliegenden Arbeit wird die Florenabfolge zwischen der *Potonieisporites novicus-bhardwajii*-*Cheiledonites major*-(NBM)-Zone und der *Disaccites striatiti*-Zone folgendermassen gegliedert. Die typische *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone, die der Definition von CLAYTON et al. (1977) entspricht, wird als Zone VC I von der folgenden Rekurrenzphase abgetrennt. Diese wird vorläufig als Zone VC II bezeichnet. Ihre typischen Merkmale sind:

- Dominanz der monoleten Sporen wie *Laevigatosporites*, *Latosporites*, *Spinoporites*, *Punctatosporites* und *Thymospora*. Im Vergleich zur Zone VC I fällt insbesondere die Häufigkeit von *Thymospora* auf.

- *Potonieisporites*, dessen Dominanz das Hauptcharakteristikum der Zone VC I darstellt, ist in Zone VC II zwar regelmässig vorhanden, doch mit erheblich reduzierter Häufigkeit.
- Die bisaccaten Pollen zeigen in weniger ausgeprägtem Mass das gleiche Verhalten wie *Potonieisporites*.
- Die Gattungen *Triquitrites*, *Densosporites*, *Microreticulatisporites* und *Torispora*, deren Aussetzen bzw. allmähliche Reduktion als typisches Merkmal der Zone VC I gilt, treten wieder regelmässiger auf.
- Im Unterschied zur höchsten Zone des Karbon (Zone NBM) treten hier *Knoxisporites glomus* und *Verrucosisporites elegans* regelmässig auf.

Die Entwicklung der Florenassoziationen im Bereich des oberen Karbon und des unteren Perm verläuft kontinuierlich. Bei vollständigen Profilen und ausreichender Probandichte lassen sich zwischen den einzelnen Florenzonen Übergangsassoziationen erfassen. In der Florenabfolge aus der Bohrung Weiach scheint die Übergangsphase zwischen der NBM-Zone und dem basalen Teil der Zone VC deutlich ausgeprägt zu sein. Sie wurde im Zusammenhang mit der stratigraphischen Gliederung der Bohrung Weiach als Subzone VC Ia ausgeschieden. Die typischen Assoziationen der Zone VC I wurden als Subzone VC Ib und der Übergang zwischen den Zonen VC I und VC II als Subzone VC Ic bezeichnet. Für die Zone VC II wurde ebenfalls eine weitere Gliederung vorgeschlagen, wobei für den Abschnitt mit der typischen Ausprägung dieser Zone die Bezeichnung VC IIa vorgeschlagen wurde. Der Übergang zur folgenden *Disaccites striatiti* (DS) wurde als Subzone VC IIb abgetrennt.

Eine derart detaillierte Gliederung der Florenabfolge des unteren Perm ist nach meiner Meinung durchaus möglich. Vorläufig fehlen aber noch entsprechende Untersuchungen an vollständigen Referenzprofilen. Die summarischen Untersuchungen, die den meisten bisherigen Publikationen zugrunde liegen, können nur ein grobes Bild der offenbar sehr differenzierten Florenentwicklung vermitteln. Auf die Abgrenzung von Subzonen wird deshalb in der vorliegenden Arbeit verzichtet.

#### 4. Florenzonen des obersten Karbon (höheres Moskovian–Gzhelian) und des unteren Perm (Asselian s.l.) im paralisch-marinen Donetz-Becken

Für das obere Karbon und das untere Perm des Donetz-Beckens schlagen INOSSOVA et al. (1976) eine sehr detaillierte Zonierung vor. Das obere Karbon (oberes Moskovian–Gzhelian bzw. oberes Westphalian–Stephanian C) wird in 11 Zonen gegliedert. Die oberste Zone (XI) wird von den Autoren mit dem tiefsten Autunian korreliert (vgl. INOSSOVA et al. 1976, Fig. 3). Im unteren Perm werden 16 Zonen unterschieden. Im folgenden werden die Hauptzüge der Florenentwicklung zusammengefasst und mit dem westeuropäischen Zonensystem korreliert (vgl. Tab. 1).

a) *Zonen I–II (Karbon)*: Die erste Phase, welche die Zonen I und II umfasst, ist u. a. gekennzeichnet durch das erste Massenaufreten der Gattung *Thymospora* sowie das erste Erscheinen der Gattung *Spinospores*. Die Gattungen *Densosporites* und *Triquitrites* sowie *Punctatosporites minutus* sind noch durchgehend mit Anteilen von über 5% vertreten. Ein Rückgang dieser drei Gruppen zeichnet sich an der Grenze zwischen Zone I und II ab. Die Vertreter der Gattung *Vestispora* (*Vestispora laevigata* und *V. fenestrata*



bzw. *Foveolatisporites fenestratus*) kommen noch regelmässig vor. Die Gattung *Potonieisporites* ebenso wie die ersten striaten, bisaccaten Luftsackpollen sind bereits vorhanden. Die Zonen I und II werden dem höchsten Moskovian und dem tiefsten Kasimovian zugeordnet. Nach INOSSOVA et al. (1976) entsprechen sie dem höchsten Westphalian. Die Assoziationen der Zonen I und II sind gut vergleichbar mit jenen aus der *Thymospora obscura-thiessenii*-(OT)-Zone nach CLAYTON et al. (1977).

b) *Zonen III–IV (Karbon)*: Die nächste klar definierte Phase umfasst die Zonen III und IV. Sie ist charakterisiert durch den markanten Rückgang von *Densosporites*, *Triquitrites*, *Torispora* und *Lycospora pusilla*. Von der Gattung *Vestispora* kommt nur noch *V. fenestrata* vor. In Zone III verschwinden ausserdem die letzten Vertreter der Gattung *Reticulatisporites*. An ihrer Basis erscheinen die Gattungen *Vittatina* und *Limitisporites*; *Potonieisporites* kommt regelmässig vor. Dieser Abschnitt stimmt gut mit der *Angulisporites splendidus*–*Latensina trileta*-(ST)-Zone der westeuropäischen Zonierung überein. Nach INOSSOVA et al. (1976) fallen die beiden Zonen ins Kasimovian und entsprechen ungefähr dem Stephanian A. Nach CLAYTON et al. (1977) kann die Zone ST mit dem höheren Teil des Stephanian A und fast dem gesamten Stephanian B parallelisiert werden.

c) *Zonen V–X (Karbon)*: Eine dritte Phase kann in den Zonen V bis X erfasst werden. Ein wesentlicher Unterschied zur vorangegangenen Phase stellt das Fehlen von *Vestispora fenestrata* dar. Ausserdem ist ein Rückgang bzw. weiterer Rückgang von *Crassispora*, *Savitrissporites camptotus* (*Callisporites herbarius*) und *Triquitrites* zu beobachten. *Potonieisporites* erscheint regelmässig, und die Gattungen *Endosporites* und *Cadiospora* erreichen ihre maximale Häufigkeit. Diese Phase wird mit dem höheren Abschnitt des Kasimovian und dem Hauptteil des Gzhelian korreliert. Nach INOSSOVA et al. (1976) fallen die Zonen V–X in den Bereich zwischen dem obersten Stephanian A und der Obergrenze des Stephanian C. Nach ihrem Florencharakter entspricht diese Phase der *Potonieisporites novicus*–*bhardwajii*–*Cheiledonites major*-(NBM)-Zone der westeuropäischen Gliederung, die nach CLAYTON et al. (1977) vom obersten Stephanian B bis an die Obergrenze des Stephanian D reicht.

d) *Zonen XI (oberes Karbon) und I–II (unteres Perm)*: Die Untergrenze der obersten Zone des Oberkarbon (Zone XI) ist durch das Aussetzen von *Crassispora*, *Triquitrites*, *Torispora* und *Microreticulatisporites triletes* sowie durch den Rückgang einiger weiterer Pollen- und Sporenformen definiert. Ein markanter Unterschied zeichnet sich in der quantitativen Zunahme von bisaccaten Luftsackpollen (*Complexisporites*) ab. Die beiden tiefsten Zonen des Perm (Zonen I und II) unterscheiden sich nur geringfügig von der vorangehenden Zone XI. Die drei Zonen können als Übergangsphase zwischen den Assoziationen des Oberkarbon und jenen des unteren Perm gelten. Die Zone XI wird mit dem obersten Abschnitt des Gzhelian, die Zonen I und II mit dem tiefsten Abschnitt des Asselian korreliert. INOSSOVA et al. (1976) ordnen alle drei dem tiefsten Autunian zu.

e) *Zonen III–XIII (Perm)*: Die nächste Phase, welche die Zonen III–XIII beinhaltet, fällt durch die Dominanz von *Potonieisporites* auf. Die monoleten Sporen, insbesondere *Laevigatosporites* und *Punctatosporites* (*P. confusus*), treten erheblich zurück. Die Gat-

tung *Vittatina* wird von der Basis der Zone VII an häufig. Von dieser Grenze an sind auch verschiedene Typen von Luftsackpollen stärker repräsentiert (*Striatohaplopinites*, *Gardenasporites*, *Striatopodocarpites*) oder treten erstmals auf. *Verrucosisporites elegans* erscheint an der Basis der Zone VI; *Knoxisporites glomus* ist von der Basis der Zone VII an regelmässig nachgewiesen. Bemerkenswert ist die Häufigkeitsverteilung von *Lycospora pusilla*; diese Art zeigt zwischen den Zonen VII und XIII ein zweites Häufigkeitsmaximum. *Densosporites* erscheint in diesem Bereich ebenfalls wieder häufiger. Die Florenassoziationen der Zonen III–XIII, die alle ins Asselian gestellt werden, sind gut vergleichbar mit jenen der *Vittatina costabilis*-(VC)-Zone nach CLAYTON et al. (1977). Die Rekurrenz der Gattung *Densosporites* und von *Lycospora pusilla* zeigt Anklänge an die neu definierte Zone VC II. Gegen diese Korrelation spricht allerdings die relative Seltenheit der monoleten Farnsporen und besonders das gänzliche Fehlen der Gattung *Thymospora*.

f) Zonen XIV–XVI (Perm): Als letzte Phase sind die Zonen XIV–XVI abzugrenzen. Die generelle Reduktion der monoleten und trileten Sporen sowie die weitere Zunahme der Häufigkeit und Diversität der monosaccaten und bisaccaten Pollenformen wie auch der Gattung *Vittatina* entspricht der Definition der *Disaccites striatiti*-(DS)-Zone von CLAYTON et al. (1977). Diese Phase wird ebenfalls noch dem Asselian zugeordnet.

## 5. Stratigraphische Einstufung und Korrelation des untersuchten Materials

### 5.1 Stratigraphische Einstufung der Bohrung Weiach

Die Sporomorphen-Assoziationen des gesamten untersuchten Profils sind geprägt durch das häufige und zum Teil dominante Auftreten von monoleten Sporen, namentlich von Vertretern der Gattungen *Laevigatosporites*, *Latosporites*, *Punctatosporites*, *Spinosporites* und *Thymospora*. Die Dominanz dieser Sporengruppe gilt generell als Charakteristikum der Florenassoziationen des obersten Karbon. Die beiden letztgenannten Gattungen treten erstmals im Bereich des höchsten Westphalian bzw. des basalen Stephanian auf. Für den gesamten Profilabschnitt sind ausserdem das durchgehende Vorkommen und der zunehmende Anteil von monosaccaten und bisaccaten Luftsackpollen typisch. Insgesamt entspricht die Zusammensetzung der Palynomorphen-Assoziationen den bekannten Spektren des Oberkarbon (Stephanian) und des tiefsten Perm (vgl. Fig. 8).

Die Vergesellschaftung aus dem tiefsten Abschnitt der Bohrung (2014.90–1827.00 m) ist charakterisiert durch die ausgeprägte Dominanz von trileten und monoleten Sporen; bisaccate Pollen sind hingegen relativ selten. *Vestispora fenestrata* ist als einzige Art auf diesen Abschnitt beschränkt. Die Zusammensetzung der Assoziation entspricht derjenigen aus der *Angulisporites splendidus*–*Latensina trileta*-(ST)-Zone des westeuropäischen Karbons (CLAYTON et al. 1977). Es fehlen allerdings im untersuchten Material einige typische Elemente dieser Zone wie *Angulisporites splendidus*, *Cheiledonites* und *Polymorphisporites*. Die Abgrenzung zur nächsttieferen *Thymospora obscura*–*T. thiessenii*-(OT)-Zone erfolgt aufgrund der Seltenheit von Vertretern der Gattung *Densosporites*, von *Florinites junior* sowie aufgrund des Fehlens von *Reticulatisporites reticulatus* und der *Vestispora costata*–*V. cancellata*-Gruppe. Die *Angulisporites splendidus*–*Latensina tri-*

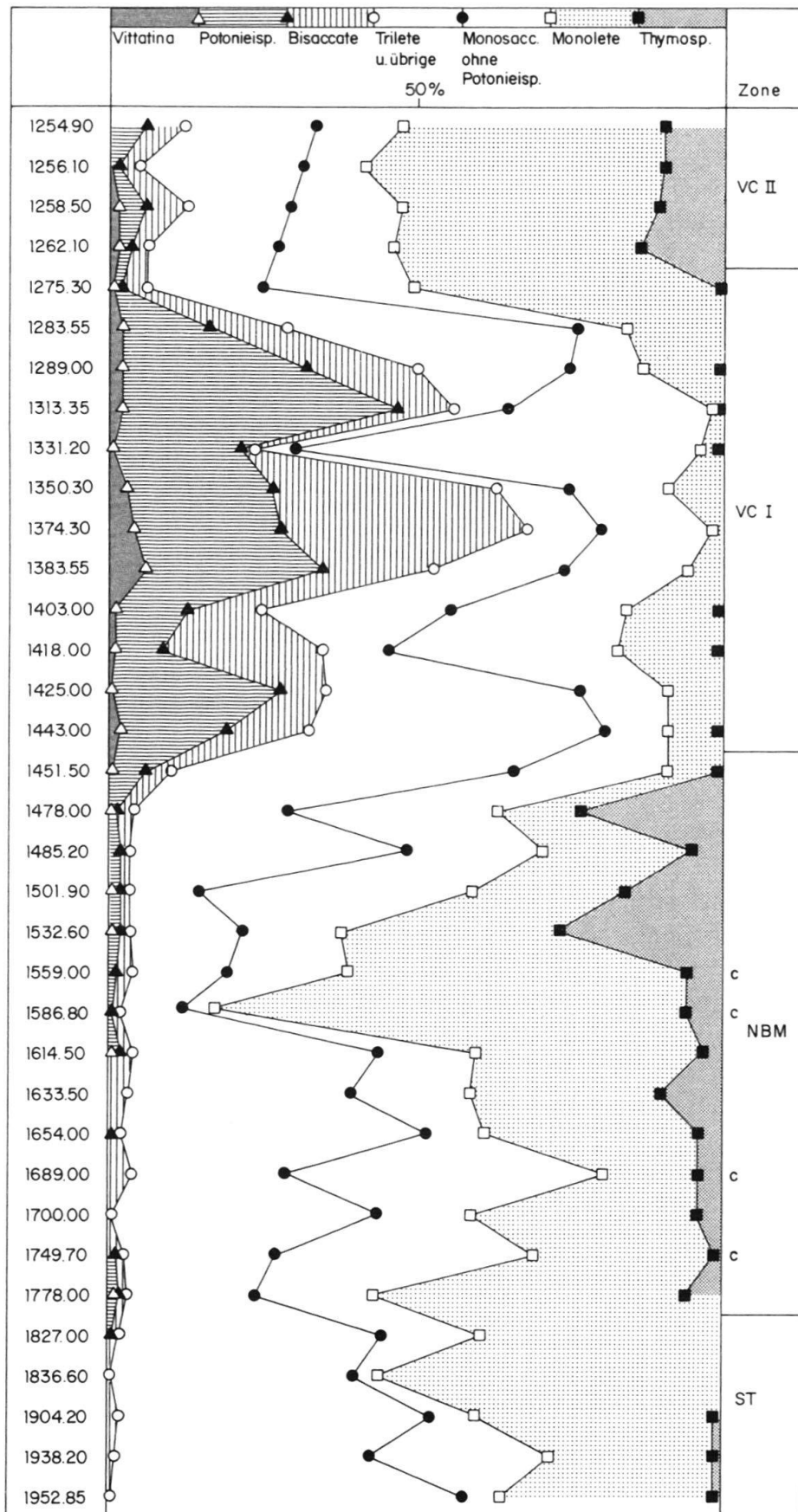


Fig. 8. Verteilung der Pollen- und Sporengruppen im Profil der Bohrung Weiach. c = Proben aus Kohleflözen.



leta-Zone reicht nach CLAYTON et al. (1977) von der Mitte des Stephanian A bis ins oberste Stephanian B.

Entsprechende Assoziationen werden im Donetz-Becken als Zonen III und IV ausgetrennt. Diese beiden Zonen werden von INOSSOVA et al. (1976) ins untere Kasimovian bzw. ins Stephanian A gestellt. Nach der Zonierung von BARSS & HACQUEBARD (1967) fallen die beschriebenen Assoziationen in die *Potonieisporites*-Zone, die das ganze Stephanian umfassen soll.

Im Gegensatz zum ersten sind im zweiten Abschnitt (1778.00–1451.50 m) die bisaccaten Pollen regelmässig vertreten. *Vestispora fenestrata* fehlt; *Lunatisporites* und *Vittatina costabilis* erscheinen hier zum ersten Mal.

Die beschriebenen Assoziationen sind in die *Potonieisporites novicus-bhardwajii-Cheiletonites major*-(NBM)-Zone (CLAYTON et al. 1977) einzustufen. Nach der Interpretation der genannten Autoren entspricht diese Zone dem obersten Stephanian (oberstes Stephanian B bis Stephanian D). Entsprechende Assoziationen mit Anteilen von *Potonieisporites* bis zu 10% werden von INOSSOVA et al. (1976) in den Zonen IV–XI des Oberkarbon und in den Zonen I und II des unteren Perm erfasst. Die Zonen IV–VI entsprechen dem höheren Kasimovian bzw. dem höheren Stephanian A und dem Stephanian B. Die Zonen VII–X fallen ins Gzhelian bzw. ins Stephanian C. Die höchste Zone des Gzhelian (Zone XI) sowie die basalen Zonen des unteren Perm (Zonen I und II) werden dem unteren Autunian gleichgesetzt. Als Korrelationskriterium für die Basis des Autunian gilt das Aussetzen von typischen Gattungen der Karbonflora wie *Triquitrites*, *Torispora* und *Callisporites herbarius* SHWARTSMAN 1976 bzw. *Savitrissporites camptotus*. Die Assoziation aus Probe 1451.50 nimmt sowohl aufgrund der quantitativen wie qualitativen Zusammensetzung eine Sonderstellung ein. Sie kann wie die Zonen XI (Oberkarbon) und I/II (unterstes Perm) als Übergangsphase zwischen den typischen Floren des Oberkarbon und des unteren Perm betrachtet werden.

Die durch die Häufigkeit von *Potonieisporites* und von bisaccaten Luftsackpollen gekennzeichneten Assoziationen des dritten Abschnittes (1443.00–1283.55 m) entsprechen jenen der *Vittatina costabilis* (VC) Zone nach CLAYTON et al. (1977). Vergleichbare Vergesellschaftungen wurden v. a. durch die Arbeiten von DOUBINGER (1968a, b, 1969, 1974) und von DOUBINGER & ELSASS (1979) aus dem Autunian beschrieben. INOSSOVA et al. (1976) erfassen in den Zonen III–XIV des unteren Perm die von *Potonieisporites* und bisaccaten Pollen dominierten Assoziationen, die gleichzeitig noch einen wesentlichen Anteil an trileten Sporen enthalten. Die Zonen III–XIV werden ins Asselian gestellt. Interessant für den Befund aus der Bohrung Weiach ist die Abgrenzung der Zonen VI–XII. Diese Zonen sind unter anderem durch die Hauptverbreitung von *Verrucosisporites elegans* charakterisiert. Im vorliegenden Material wie im Material aus dem Donetz-Becken fällt der Beginn der Hauptverbreitung von *Potonieisporites* (Basis-Zone VC bzw. Basis-Zone III) nicht mit dem Erstauftreten von *Verrucosisporites elegans* zusammen. Es fragt sich, ob dieser Befund für die Abgrenzung einer weiteren, stratigraphisch relevanten Zone in unserem Material ausreicht. Die Zone VC lässt sich möglicherweise aufgrund des Vorkommens von *V. elegans* weiter gliedern, wobei ein höherer Abschnitt mit regelmässiger Repräsentation dieser Art von einem tieferen Abschnitt ohne *V. elegans* abzutrennen wäre. Zur eindeutigen Beantwortung dieser Frage müssen weitere Daten abgewartet werden.

Die Florenassoziationen des höchsten mit palynologischen Daten erfassbaren Abschnittes (1275.30–1254.90) weisen viele gemeinsame Züge mit den Sporomorphen-Spek-

tren des obersten Karbon auf. Diese Rekurrenzphase passt nicht ins gängige Zonen-Schema. Sie wird deshalb in dieser Arbeit als eigene Zone (*Vittatina costabilis*-Zone II–VC II) ausgeschieden (vgl. Kap. 3.4). Die über dieser Zone zu erwartende erneute Dominanz der bisaccaten Luftsackpollen (*Disaccites striatiti*-Zone, Clayton et al. 1977) kann im Material von Weiach nicht mehr erfasst werden. Die in den Sporomorphen-Assoziationen aus der Bohrung Weiach reflektierte Florenentwicklung verläuft kontinuierlich. Trotz den recht beträchtlichen Probenabständen und trotz den wechselnden Lithologien existieren zwischen einzelnen Zonen mehr oder weniger fließende Übergänge.

Die am schärfsten ausgeprägte Grenze zeichnet sich zwischen dem tiefsten (Zone ST) und dem zweiten Abschnitt (Zone NBM) ab. Sie manifestiert sich u. a. in der Häufigkeitsverteilung von *Thymospora* wie auch im abrupten Aussetzen von *Vestispora fenestrata*. Die Ausbildung dieser Grenze mag mit dem grossen Probenabstand von 51 m zwischen den Proben zusammenhängen.

### 5.2 Stratigraphische Einstufung der Bohrung Wintersingen und ihre Korrelation mit der Bohrung Weiach

Die Assoziationen der vier Proben (392.00–359.10) aus dem Unterrotliegenden der Bohrung Wintersingen zeichnen sich durch eine starke Dominanz der monosaccaten Pollen aus (vgl. Fig. 9). Ihre Zusammensetzung entspricht der Definition der *Vittatina costabilis*-Zone nach Clayton et al. (1977) bzw. der Zone VC I (vgl. Kap. 3.4). Gleichartige Assoziationen finden sich in der Bohrung Weiach zwischen 1418.00 und 1313.35 m

Vorausgesetzt, dass *Verrucosiporites elegans*, *Vittatina* sp. A und *Retitriteles* sp. A im unteren Abschnitt der Zone VC I tatsächlich fehlen, kann im Profil von Wintersingen die Verteilung dieser Arten Anhaltspunkte geben zur Einstufung der untersuchten Proben innerhalb dieser Zone. In den beiden tiefsten Proben (392.00 und 390.10) fehlen die drei genannten Arten. Dieser Abschnitt kann somit wahrscheinlich dem unteren Teil der Zone VC I zugeordnet und mit dem Profilabschnitt zwischen 1443.00 und 1403.00 der Bohrung Weiach korreliert werden. Die Proben 361.60 und 359.10, in denen die drei Arten regelmässig auftreten, wären danach in den höheren Abschnitt der Zone VC I zu stellen. In der Bohrung Weiach treten die entsprechenden Assoziationen zwischen 1383.55 und 1275.30 m auf. Die Korrelation der Pollen-Assoziationen aus Probe 318.90 mit dem Material von Weiach ist weniger eindeutig. Aus dem erhöhten Anteil monoletter Sporen wie durch den Nachweis von *Triquitrites* und *Microreticulatisporites nobilis* lassen sich Anklänge an die Assoziationen des höchsten Abschnittes der Bohrung Weiach (Zone VC II) erkennen. Im Unterschied zu diesen Assoziationen ist die Gattung *Thymospora* in Probe 318.90 sehr selten, und die bisaccaten Pollen sind bedeutend stärker repräsentiert. Diese Merkmale weisen eher auf Beziehungen zur *Disaccites striatiti* (DS) Zone hin. Beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse scheint die Zuordnung dieser Assoziation in den Übergangsbereich zwischen den Zonen VC II und DS am wahrscheinlichsten. SCHMASSMANN & BAYRAMGIL (1946) ordnen den entsprechenden Profilabschnitt dem Oberrotliegenden zu. Bisher wurde die Grenze zwischen dem Unterrotliegenden und dem Oberrotliegenden nie in paläobotanischer oder palynostratigraphischer Hinsicht erfasst, und zwar aus dem einfachen Grund, weil die Sedimente des Oberrotliegenden für die Erhaltung von Pollen, Sporen und auch von Makroresten höchst ungeeignet sind. Die wenigen heute vorliegenden Angaben von der Fundstelle Sobernheim in den Waderner

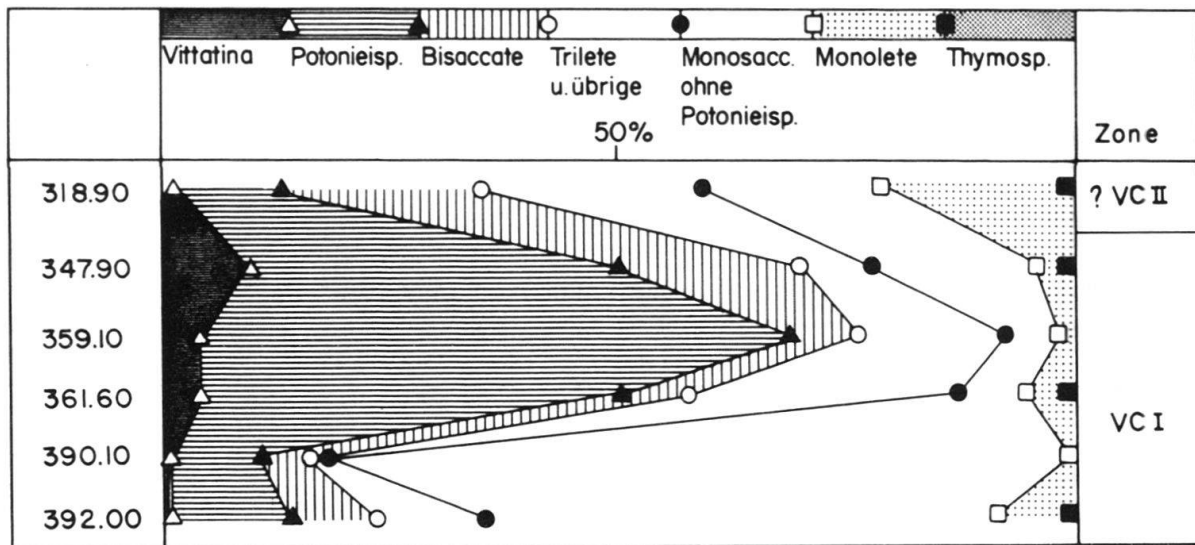


Fig. 9. Verteilung der Pollen- und Sporengruppen im Profil der Bohrung Wintersingen.

Schichten des Saar-Nahe-Beckens zeigen noch deutliche Anklänge an die Florenassoziationen des Oberkarbon (VISSCHER et al. 1974, BOERSMA 1975, KERP 1982) oder im Sinne der hier vorgeschlagenen Zonierung an die Zone VC II. Der Übergang zwischen den Zonen VC II und DS wäre danach im basalen Oberrotliegenden zu suchen. Dies wiederum bestätigt die Auffassung von VISSCHER et al. (1974, Tab. II), nach der das Oberrotliegende bzw. das Saxonian des Saar-Nahe-Beckens ein Äquivalent des höheren Autunian darstellt.

## 6. Korrelation ausgewählter Permo-Karbon-Becken

### 6.1 Permo-Karbon-Becken West- und Mitteleuropas

In diesem Kapitel werden die palynologischen Befunde aus verschiedenen kontinentalen Permo-Karbon-Becken West- und Mitteleuropas zusammengefasst und z. T. neu interpretiert. Abgesehen von den Typussektionen stellten Hinweise auf das Vorkommen von «karbonischen» Assoziationen im Rotliegenden das ausschlaggebende Kriterium für die Auswahl des Vergleichsmaterials dar. Bei den zum Vergleich herangezogenen palynologischen Daten handelt es sich um ausgewählte Profile aus dem obersten Karbon und dem Rotliegenden, anhand deren sich die Florenentwicklung im Übergang vom Stephanian zum Autunian dokumentieren lässt. Der Vergleich soll ausserdem die Verbreitung der Rekurrenzphase (Zone VC II) im Rotliegenden der verschiedenen Becken belegen.

Soweit sich eine Florenentwicklung aus den zumeist wenig detaillierten publizierten Daten ableiten lässt, sind die Resultate in Diagrammen wiedergegeben (vgl. Fig. 10–14). Zum Vergleich ist die Verteilung der Hauptflorenelemente aus den Bohrungen Weiach und Wintersingen in der gleichen Art in den Figuren 8 und 9 dargestellt. Aus einigen Becken liegen nur die Resultate von Einzelproben oder Durchschnittswerte von Probenreihen vor (Döhler-Becken, Becken von Lodève). Die Daten aus dem Becken von Guadalcanal sind ausschliesslich in summarischen Diagrammen festgehalten. In diesen Fällen werden die Hauptcharakteristika der Mikrofloren im Text zusammengefasst. Figur 1 zeigt die geographische Lage der erwähnten Becken.

## Becken von St-Etienne (Loire)

Der Stratotyp des Stephanian, der höchsten Stufe des kontinentalen Oberkarbon, wurde im Becken der Loire (St-Etienne) definiert (MUNIER-CHALMAS & DE LAPPARENT 1893). Das Stephanian umfasst hier ursprünglich den Schichtkomplex zwischen der Basis der «Assise de la Rive de Gier» und dem Dach der «Assise du bois d'Avaize». JONGMANS & PRUVOST (1950) führten für die dreiteilige Gliederung dieser Stufe die Bezeichnung Stephanian A–C ein. Die Frage und die Problematik der Abgrenzung des Stephanian A vom Westphalian D bzw. vom Cantabrian wird hier nicht näher erläutert.

Zur Eingliederung der Übergangsfloren zwischen dem typischen Stephanian (Stephanian C) und dem typischen Autunian – der «étage ambigu permo-carbonifère» nach GRAND'EURY (1877) und des «Autunien inférieur» nach ZEILLER (1890) – definierte DOUBINGER (1956) das Stephanian D (vgl. BOUROZ & DOUBINGER 1977). Dieser Auffassung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass allein das sporadische Vorkommen einer Leitform, in diesem Fall von *Callipteris*, für die Abgrenzung der beiden Stufen bzw. Systeme nicht genügt, insbesondere weil das Vorkommen dieser Gattung an besondere Faziesverhältnisse gebunden zu sein scheint. Nach der Definition von DOUBINGER (1956, S. 160) entspricht der Gesamtcharakter dieser Übergangsflora viel eher den Floren des Stephanian. Unterdessen haben neue Funde von *Callipteris* im typischen Stephanian (Assise d'Avaize) diese Ansicht bestätigt (vgl. BOUROZ & DOUBINGER 1977 und KOZUR 1978). Die Grenzziehung war somit ausschliesslich vom Vorhandensein oder Fehlen der Leitformen abhängig. Im Zuge dieser Ausdehnung des Stephanian ordnete DOUBINGER die nach der ursprünglichen Auffassung basale Formation des Autunian, die «Assise d'Igornay» dem Stephanian zu. Im Loire-Becken stellen die «Série de Ricamarie» und der «Faisceau de Bellevue» Äquivalente dieser Zone dar.

Das Oberkarbon des Loire-Beckens wurde von LIABEUF & ALPERN (1969) palynologisch untersucht. Die Autoren unterscheiden darin drei Zonen. Die tiefste aus der «Assise de la Rive de Gier» ist durch die Häufigkeit von *Densosporites*, *Cristatisporites* und *Torispora* charakterisiert. Die Zone II aus der «Série de la Talaudière», der «Série de Treuil» sowie der «Assise d'Avaize» zeichnet sich durch die Dominanz der monoleten Sporen, namentlich von *Punctatosporites* und *Thymospora*, aus. In der Zone III aus dem «Faisceau de Bellevue» fehlt im Unterschied zu den Zonen I und II die Gattung *Lycospora*, ausserdem tritt *Punctatosporites* gegenüber *Thymospora* und *Spinisporites* zurück. Nach der Interpretation von CLAYTON et al. (1977) entsprechen die Zone I und der tiefere Teil der Zone II der *Angulisporites splendidus*–*Latensina trileta*-(ST)-Zone, während der höhere Teil von Zone II und die Zone III mit der *Potonieisporites novicus-bhardwajii*–*Cheiledonites major*-(NBM)-Zone parallelisiert werden kann.

## Becken von Autun (Saône-et-Loire), vgl. Figur 10

Die bituminösen Schichten von Autun, die das produktive Karbon diskordant überlagern, wurden von MAYER-EYMAR (1881) als Stratotyp des basalen Perm vorgeschlagen und später von MUNIER-CHALMAS & DE LAPPARENT (1893) als Autunian definiert. Eine neue Zusammenfassung der unterschiedlichen Interpretationen und Zuordnung der verschiedenen Formationen des Autunian sowie der Abgrenzung zum Stephanian findet sich bei BOUROZ & DOUBINGER (1977).



Es wurde verschiedentlich vorgeschlagen, u. a. von KOZUR (1977, S. 86 und 113), die Stufenbezeichnungen des kontinentalen Perm (Autunian, Saxonian und Thuringian) ganz fallen zu lassen und statt dessen für die betreffenden Becken ausschliesslich die Formationsnamen zu verwenden. In Anlehnung an BOUROZ & DOUBINGER (1977) wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff des Autunian trotzdem gebraucht und in folgendem Sinn aufgefasst:

oberes Autunian	{ «Assise de Millery» «Assise de Surmoulin»
unteres Autunian	{ «Schistes de Muse» «Couches et Grès de Lally»

Die «Assise d'Igornay» wird dem Stephanian D zugerechnet. Da die Sedimentabfolge des Beckens bisher nur aus unzusammenhängenden Aufschlüssen und folglich nur lückenhaft bekannt war, wurden anlässlich des 26. Internationalen Geologen-Kongresses zwei Kernbohrungen abgeteuft, deren vorläufige Ergebnisse in einer Publikation von CHÂTEAUNEUF et al. (1980) vorliegen. Das Profil, wie es sich nach den Aufschlüssen rekonstruieren lässt, wurde von FEYS & GREBER (1972, Fig. 3, 4) und von DOUBINGER & ELSASS (1979) publiziert.

Die Floren-Assoziationen (Makro- und Mikrofloren) des Beckens von Autun sind aus den verschiedenen Publikationen von DOUBINGER (1956, 1968a, b, 1969, 1974) bekannt. Die umfassendste Darstellung der palynologischen Daten stammt von DOUBINGER & ELSASS (1979). Den in Figur 10 aufgezeichneten Daten liegt diese Publikation zugrunde.

Die Sedimentation beginnt im Becken von Autun mit einer kohleführenden Serie (Houiller d'Epinaç); diese wird überlagert von den stark detritisch beeinflussten Sedimenten (Konglomerate und grobkörnige Sandsteine) der Formation du Mont Pelé. Die Sporomorph-Assoziationen aus diesen Formationen sind aufgrund der hohen Anteile von Sporen der Zone ST nach CLAYTON et al. (1977) und somit dem tieferen Stephanian (A und B) zuzuordnen. Die drei nächsten Proben stammen aus den Formationen des «Faisceau de Molloy», die eine Sandsteinserie mit einzelnen Kohlelagen darstellt und aus der «Assise d'Igornay», die vorwiegend aus tonigen Sedimenten besteht. Die Sporomorph-Spektren aus diesen Proben ergeben nach meiner Meinung ein eher uneinheitliches Bild. Während die Assoziationen aus den Proben «St-Léger du Bois» (St-L.) und Igornay (I 1) in ihrer Zusammensetzung weitgehend übereinstimmen und der Zone NBM zugeordnet werden können, fällt diejenige aus Probe «Petite Chaume» (PC 3) durch die hohen Anteile von *Potonieisporites* und bisaccaten Pollen sowie entsprechend niedrigen Werten bei den monoleten Sporen aus dem Rahmen. Nach meiner Interpretation gehört diese Probe in die nächsthöhere Zone (Zone VC I). Diese Assoziation ist mit jenen aus den Couches de Lally (L 21, L 11 und L 1) vergleichbar. Nach der Darstellung von DOUBINGER & ELSASS (1979, Fig. 1) stammt die Probe aus einem isolierten Aufschluss am Rand des Beckens. Die Korrelation mit der Formation der «Assise d'Igornay» nach lithologischen Kriterien ist jedenfalls in Frage zu stellen. Ohne Berücksichtigung dieser Probe ergibt sich aus der «Assise d'Igornay» und den basalen «Schistes de Lally» ein kontinuierlicher Verlauf der Florenentwicklung, wie wir ihn auch im Material aus der Bohrung Weiach verfolgen können (siehe unten).

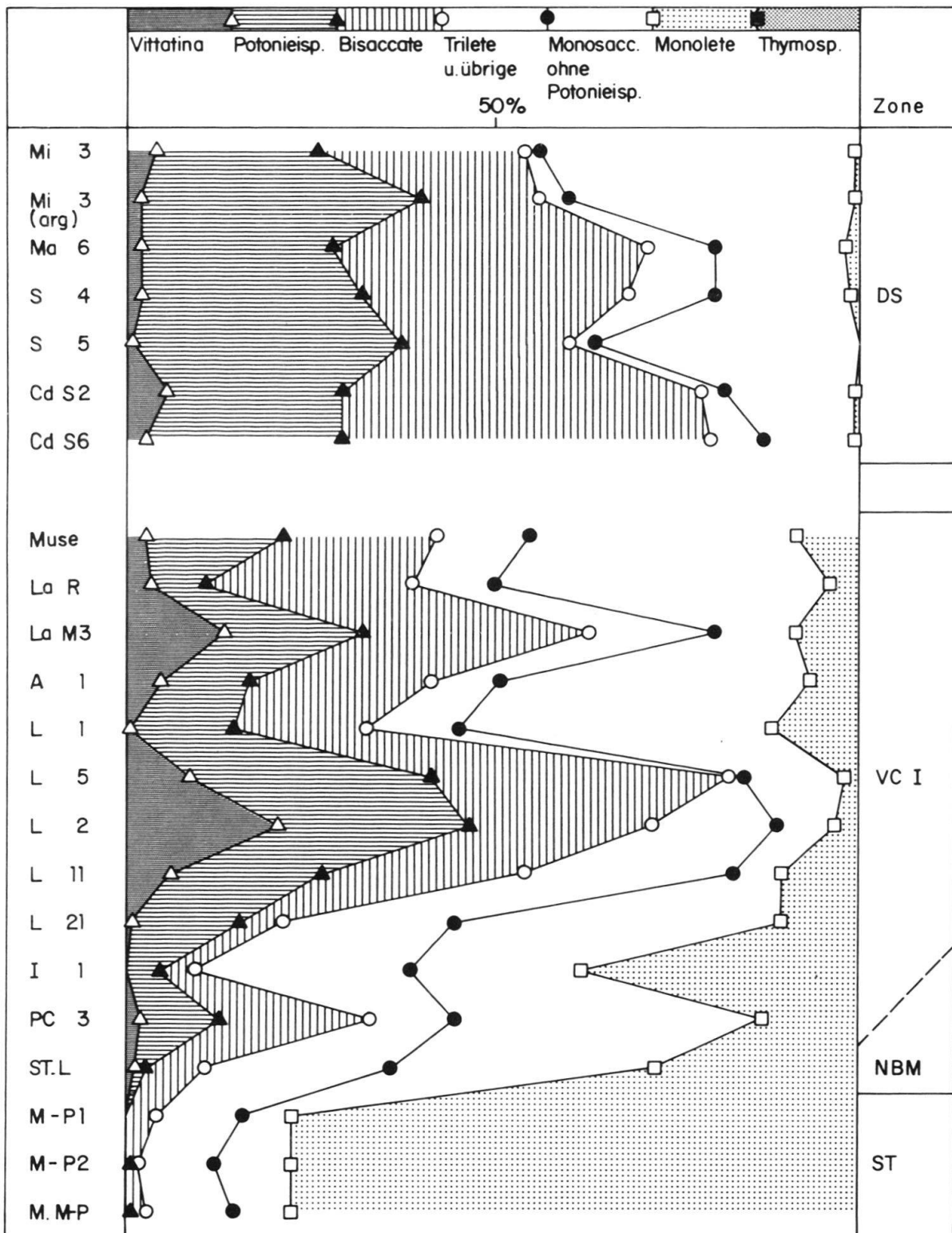


Fig. 10. Verteilung der Pollen- und Sporengruppen im Profil von Autun, zusammengestellt nach DOUBINGER & ELSASS (1979, Tab. 1).

Die Formationen der «Schistes et Grès de Lally» und «Assise de Muse» bestehen vorwiegend aus Sandsteinen mit einzelnen Einschaltungen von tonig-siltigen Sedimenten und Kohlen. Die daraus isolierten Sporomorphen-Assoziationen zeigen ein recht einheitliches Bild mit hohen Anteilen von *Potonieisporites*, bisaccaten Pollen und schwankenden, doch durchschnittlich auffallend hohen Prozentsätzen von *Vittatina*. Die Anteile der monoleten Sporen liegen zwischen 2 und 12%. Leider ist die Gattung *Thymospora* nicht separat aufgeführt. Es ist aber anzunehmen, dass wie im Profil von Weiach ein Grossteil der monoleten Sporen den Gattungen *Laevigatosporites*, *Latosporites* und *Punctatosporites* angehört. DOUBINGER (1974) definierte diesen Typ von Assoziation als Zone A 2. Nach der hier vorgeschlagenen Gliederung fallen diese Assoziationen in Zone VC I.

Zwischen den letzten aufgeschlossenen Partien der «Assise de Muse» und den folgenden Formationen der «Assise de Surmoulin» und der «Assise de Millery» liegt nach der Darstellung von DOUBINGER & ELSASS (1979, Fig. 2) eine beträchtliche Aufschlusslücke. Auch die Sporomorphen-Assoziationen zeigen eine wesentliche Veränderung an. In den Proben aus den «Assise de Surmoulin» und «Assise de Millery» sind *Potonieisporites* und die bisaccaten Pollen bedeutend häufiger, während vor allem die monoleten Sporen stark zurücktreten. Die Zusammensetzung der Assoziationen ist einheitlich; sie entspricht derjenigen der Zone A 3 nach DOUBINGER (1974) oder der Zone DS nach CLAYTON et al. (1977).

Die Sporomorphen-Spektren aus der «Assise d'Igornay» (mit Ausnahme der oben genannten Probe) zeigen eine weitgehende Übereinstimmung mit jenen aus dem mittleren Profildereich der Bohrung Weiach. Der zunehmende Anteil von *Potonieisporites* sowie die Verteilung der monoleten Sporen weisen auf eine Zuordnung der Probe «Igornay I 1» zum höchsten Abschnitt der Zone NBM hin, entsprechend den Proben 1478.00 und 1451.50 aus der Bohrung Weiach. In diesem Bereich fällt in beiden Diagrammen (Fig. 8 und 10) der hohe Anteil an trileten Sporen auf, der dann in den darauffolgenden Proben wieder zurückgeht. Auffällig ist ferner die Übereinstimmung der Probe «Bois de Lally» (L1) mit Probe 1331.20 aus der Bohrung Weiach. Die beiden Assoziationen werden von den monosaccaten Pollengattungen *Florinites* und *Wilsonites* dominiert. Die Zunahme erfolgt in beiden Fällen vor allem auf Kosten der bisaccaten Pollen und von *Potonieisporites*. Eine noch ausgeprägtere Dominanz der monosaccaten Pollen, im speziellen von *Florinites mediapudens*, ist in den Proben 392.00 und 390.10 der Bohrung Wintersingen zu beobachten. Ob diese Übereinstimmung zufällig ist, eine ähnliche fazielle Entwicklung darstellt oder aber einer Phase der Florenentwicklung im überregionalen Rahmen entspricht, kann im Augenblick nicht entschieden werden. Nach diesem Gipfel der monosaccaten Pollen kündigt sich in den Proben 1289.00 und 1283.55 des Profils Weiach der Übergang zu Zone VC II mit einer erneut stärkeren Repräsentation der trileten Sporen an. Die Verteilung von *Verrucosisporites elegans* ist aus der Publikation von DOUBINGER & ELSASS (1979) nicht ersichtlich. Möglicherweise liesse sich daraus die stratigraphische Bedeutung dieser Art erhärten bzw. eine Abgrenzung des höheren Abschnittes der Zone VC I vornehmen. Nach der Arbeit von CHÂTEAUNEUF et al. (1980, S. 76 und 78) ist anzunehmen, dass *V. elegans* tatsächlich erst im höheren Profilabschnitt erscheint, der nach meiner Interpretation dem höheren Teil der Zone VC I entspricht.

## Becken von Blanzy–Montceau (Saône-et-Loire)

Die stratigraphische Interpretation der palynologischen Daten aus dem Bereich des höchsten Kohleflözes (1e couche) der «Assise de Montceau» ist kontrovers. Die Proben stammen aus dem obersten, etwa 100 m mächtigen Abschnitt der insgesamt etwa 700 m mächtigen «Assise de Montceau» (vgl. FEYS & GREBER 1958, 1972 und LANGIAUX 1983). Der Zusammenhang zwischen der «Assise de Montceau» und der darüberliegenden «Assise des Carrières» ist, soweit sich das nach den publizierten Daten beurteilen lässt, nicht klar. Entgegen der paläontologischen Evidenz nimmt LANGIAUX (1983) an, dass es sich um eine normale Abfolge handelt, was nach der komplexen Struktur des Beckens, den raschen lateralen Fazieswechseln und dem Fehlen von zusammenhängenden Profilen nicht gesichert scheint. Nach BROUTIN et al. (im Druck) enthalten die «Couches des Carrières» Mikro- und Makroflora des Stephanian B. Hier kann auf die stratigraphische Stellung dieser Schichten nicht näher eingegangen werden. Die Möglichkeit einer normalen Abfolge ziehe ich nicht in Betracht. Die Assoziationen, die von mir dem unteren Perm zugeordnet werden, halten LANGIAUX (1983) und BROUTIN et al. für relativ kurze Einbrüche («incursions») meso- und xerophiler Flora innerhalb des Stephanian.

a) *Découverte de Ste-Hélène, 1e couche, «Assise de Montceau», vgl. Figur 11.* – Die Assoziationen aus diesem Profil wurden von DOUBINGER (1983, Fig. 3) und von COUREL et al. (im Druck) publiziert. Die Florenabfolge wird in drei Abschnitte gegliedert. Die Assoziationen aus dem tiefsten Abschnitt (veine) weisen nach der Interpretation der erwähnten Autoren alle Charakteristika des Oberkarbon auf, jene aus dem mittleren Abschnitt (toit) haben das typische Gepräge des unteren Perm (Autunian), und der oberste Abschnitt (toit) ist wiederum durch Assoziationen gekennzeichnet, die für das Stephanian typisch sind. DOUBINGER ordnet die ganze Abfolge dem Stephanian zu.

Der vorliegende palynologische Befund entspricht den Daten aus dem mittleren und höheren Profilabschnitt der Bohrung Weiach. Nach meiner Interpretation entspricht die Basis des Profils der «Découverte de Ste-Hélène» (H2 1–H2 8) den Assoziationen der Zone NBM. In Probe H2 9 ist der Übergang zwischen den typischen Assoziationen dieser Zone und der folgenden Zone VC I erfasst. Die Gattung *Potonieisporites* ist in dieser Probe mit über 10% vertreten. Die monoleten Sporen und darunter namentlich *Thymospora* sind noch relativ häufig. Im folgenden Abschnitt (Proben H2 10–14) erreichen die Gattung *Potonieisporites* und die bisaccaten Pollen eine ausgeprägte Dominanz, die, wie auch DOUBINGER (1983, S. 49) festhält, sehr gut mit den Befunden aus dem Autunian der Typuslokalität übereinstimmt. In der vorliegenden Arbeit wird dieser Abschnitt in die Zone VC I gestellt. Bemerkenswert sind in diesem Profil wie in demjenigen von Autun die zwei Häufigkeitsmaxima der Gattung *Potonieisporites*. Allerdings nimmt hier (in Probe H2 12) *Potonieisporites* nicht ausschliesslich zugunsten anderer monosaccater Pollen ab, sondern auch zugunsten der trileten Sporen, namentlich von *Calamospora*. Für ein umfassenderes Verständnis dieser Entwicklung reicht die Probendichte in den bisher untersuchten Profilen nicht aus.

Die Fortsetzung des Profils in den Proben H1 1–6 ist durch eine Beobachtungslücke unterbrochen, die sich in der Häufigkeitsabnahme von *Potonieisporites* und in der Zunahme der monoleten Sporen drastisch manifestiert. Die Assoziationen aus diesen Proben entsprechen nach meiner Interpretation der Zone VC II.



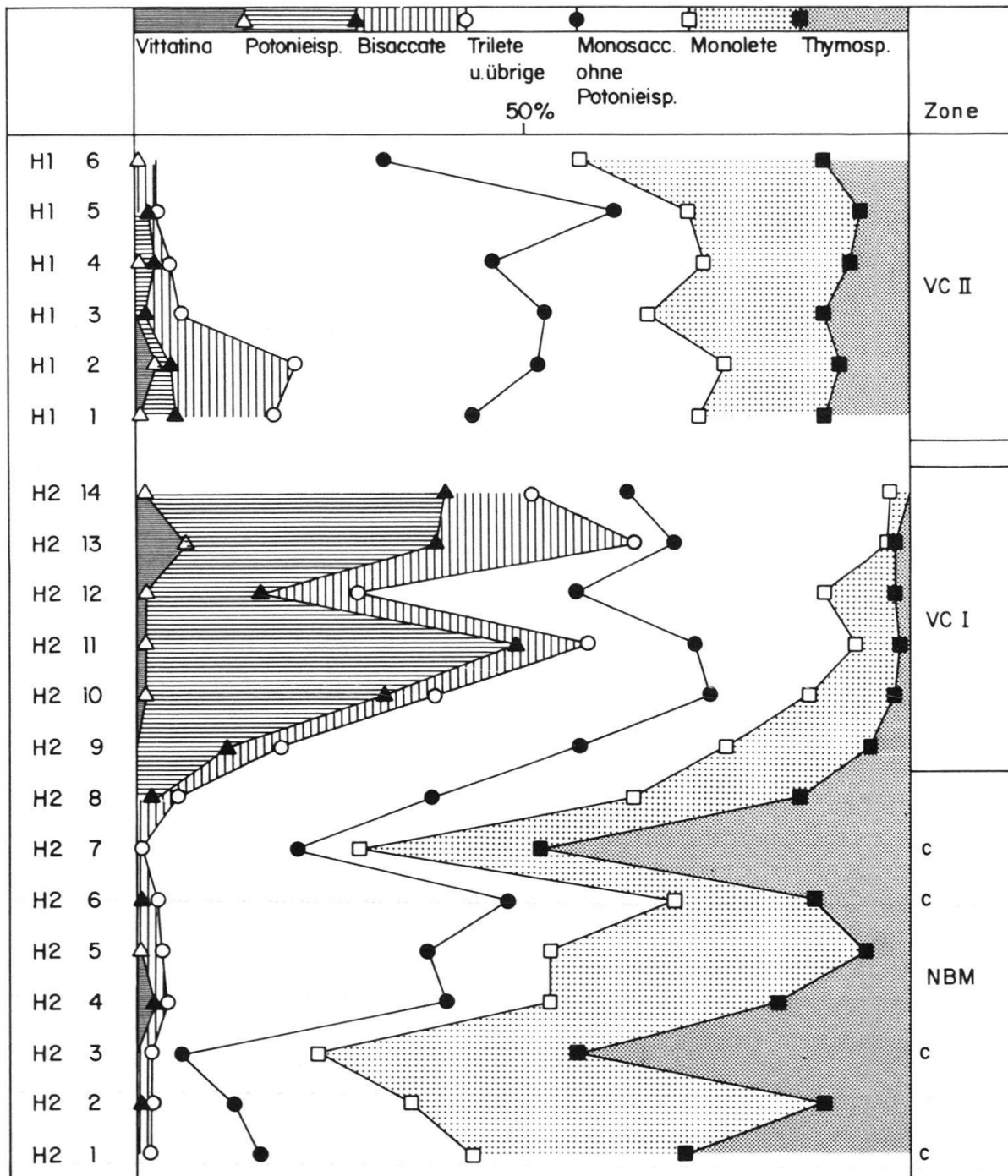
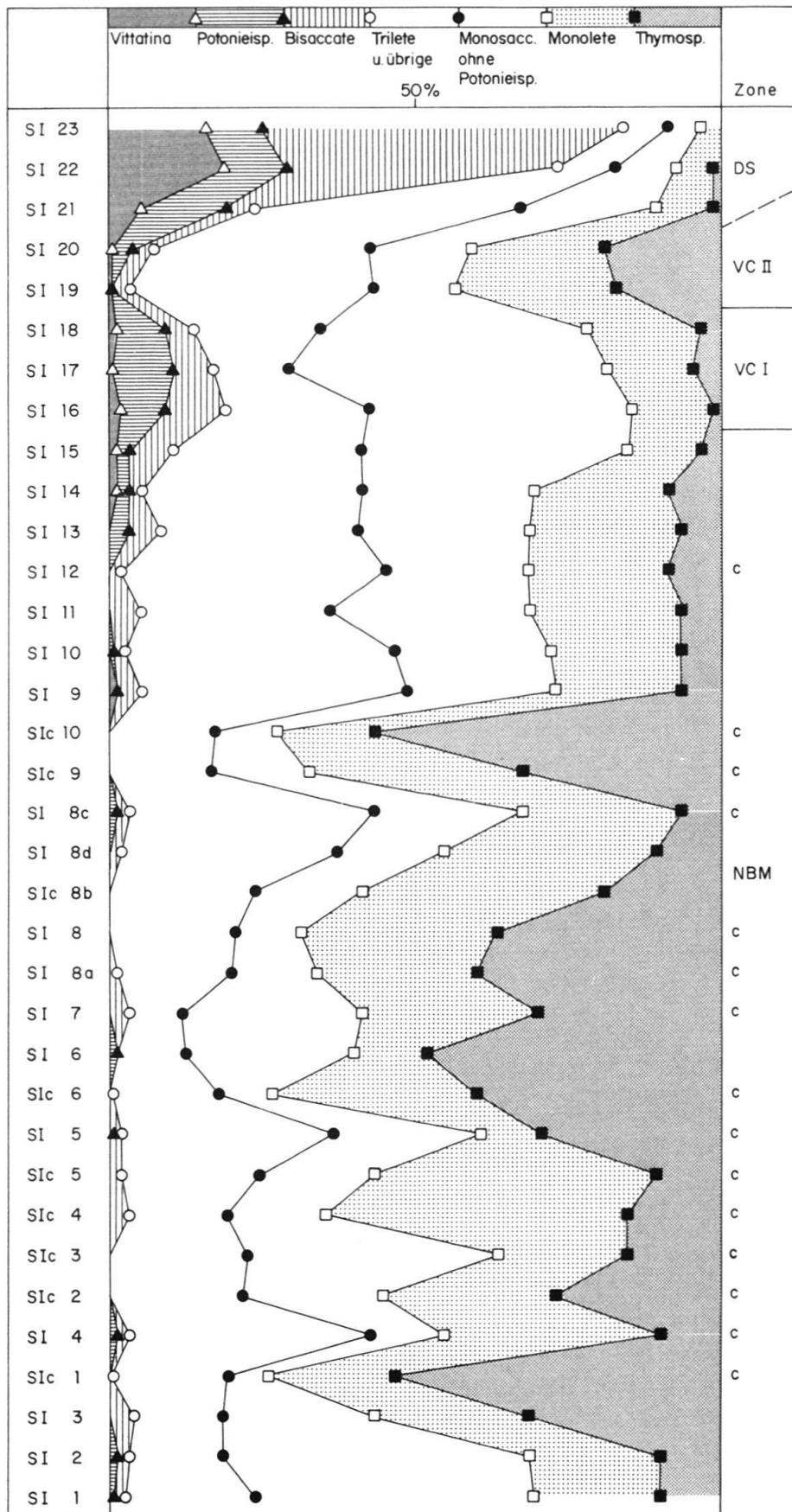


Fig. 11. Verteilung der Pollen und Sporengruppen im Profil «Découverte de Sainte-Hélène» (Assise de Montceau, le couche, veine et toit) des Beckens von Blanzky-Montceau (nach DOUBINGER 1983, Fig. 3). c = Proben aus Kohleflözen.

Die Verbreitung der Leitformen *Verrucosisporites elegans* und *Knoxisporites glomus* ist aus der Darstellung nicht ersichtlich. Beide Arten werden nur in der Florenliste erwähnt.

b) *Découverte de la Sorme* (Profile SI I und SI II), vgl. Figuren 12 und 13. – Die palynologischen Daten aus dem Profil SI wurden von DOUBINGER (1983, Fig. 2) darge-



stellt. Nach der Interpretation der Autorin ist das ganze Profil dem Stephanian zuzuordnen. Auch in der vorliegenden Arbeit wird der Hauptteil des Profils mit Ausnahme des obersten Abschnittes (Proben SI 16–SI 23) dem obersten Karbon (Zone NBM) zugeschrieben. Die Assoziationen der Florenzone VC I sind nicht sehr typisch ausgeprägt. Als Kriterium für die Abgrenzung wird ein Anteil der Gattung *Potonieisporites* von etwa 10% mit gleichzeitig nennenswerter Repräsentation der bisaccaten Pollen und einer wesentlichen Reduktion der monoleten Sporen angenommen. Infolgedessen werden die Proben SI 16–18 in Zone VC I gestellt. Atypisch für Assoziationen der Zone VC I ist die durchgehende Kurve von *Thymospora*. Möglicherweise ist in den drei Proben nur der basale Teil der Zone VC I erfasst. Aufschluss darüber könnten Angaben über das Vorkommen von *Verrucosisporites elegans* geben.

In den folgenden Proben SI 19 und SI 20 nimmt der Anteil von *Potonieisporites* und der bisaccaten Pollen markant ab. Die trileten und die monoleten Sporen sind wesentlich stärker vertreten. *Thymospora* erreicht gegen 20% der Pollensumme. Diese beiden Proben können der Zone VC II zugeordnet werden. Die abrupte Zunahme der Sporen lässt vermuten, dass zwischen den Proben SI 18 und 19 eine Beobachtungs- oder Schichtlücke liegt.

Die Proben SI 21–23 zeichnen sich durch eine sehr starke Zunahme der bisaccaten Pollen sowie der Gattungen *Vittatina* und *Potonieisporites* aus. Der Anteil der Sporen ist erheblich reduziert. Die Zusammensetzung der Sporomorphen-Spektren der Proben SI 22 und 23 entspricht der Definition der Zone DS nach CLAYTON et al. (1977). Die Probe SI 21 scheint eine Übergangsphase zwischen den Zonen VC II und DS zu repräsentieren. Jedenfalls erwecken die Assoziationen aus den obersten vier Proben des Profils den

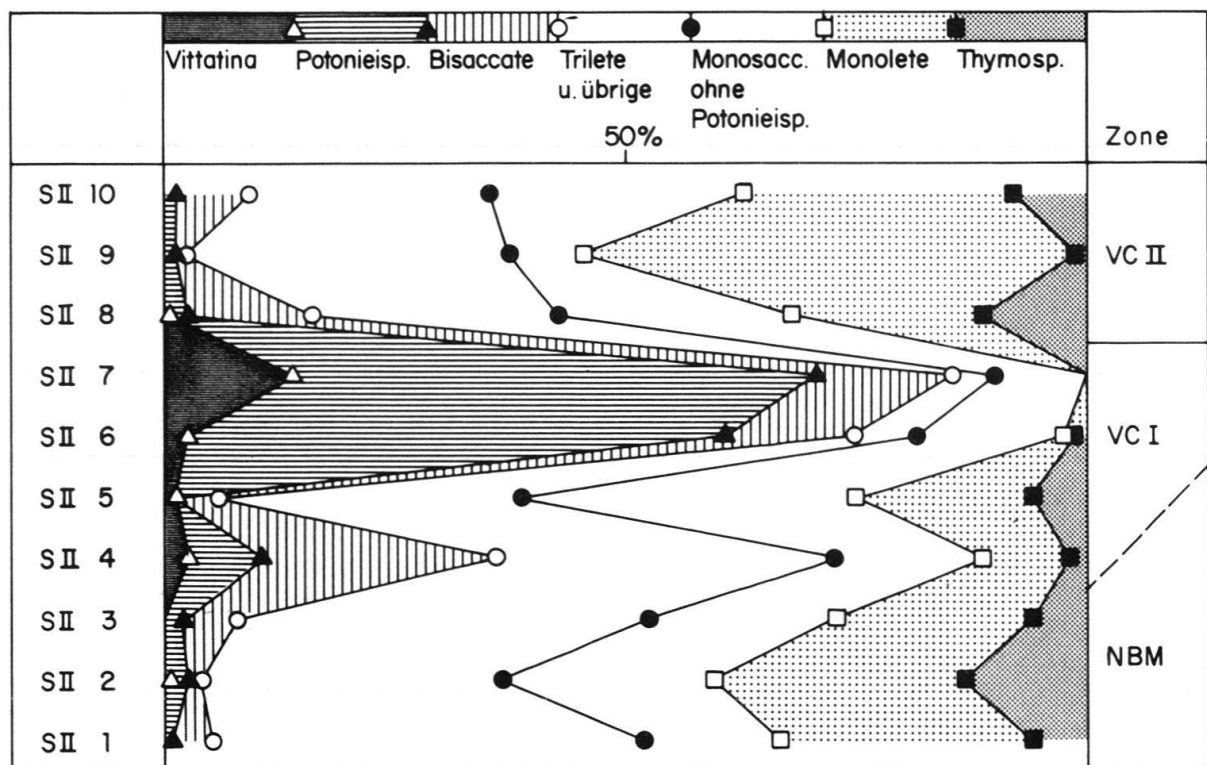


Fig. 13. Verteilung der Pollen- und Sporengruppen im Profil «Découverte de la Sorme» (Assise de Montceau, le couche, toit) des Beckens von Blanzey-Montceau (nach DOUBINGER 1983, Fig. 3). c = Proben aus Kohleflözen.

Eindruck einer kontinuierlichen Florenentwicklung. Es handelt sich dabei vorläufig um den einzigen bekannten Übergang zwischen den genannten Zonen.

Beim zweiten Profil (S II) aus der Découverte de la Sorme (DOUBINGER 1983, Fig. 3). zeigt sich ein recht unterschiedliches Bild der Florenentwicklung. Die tiefsten Proben (S II 1–3) sind in die Zonen NBM zu stellen. Die folgende Probe (S II 4) mit ihrem hohen Anteil von *Potonieisporites* und bisaccaten Pollen gehört der Zone VC I an. Allerdings fehlt in der darauffolgenden Probe (S II 5) *Potonieisporites* gänzlich, und der Anteil der Bisaccaten fällt von 25% auf unter 5%. Die monoleten Sporen weisen in dieser Probe einen markanten Gipfel auf. Die Proben S II 6 und 7 sind aufgrund der ausgeprägten Dominanz von *Potonieisporites*, *Vittatina* und der bisaccaten Pollen mit Sicherheit der Zone VC I zuzuordnen. Die enormen Sprünge in der Verteilung von *Potonieisporites* von 0 auf 55% zwischen den Proben S II 5 und 6 und von 50 auf 2% zwischen den Proben S II 7 und 8 sprechen für Beobachtungslücken oder Sedimentationsunterbrüche.

Die geringe Repräsentation von *Potonieisporites* und bisaccaten Pollen sowie die Dominanz der monoleten Sporen in den Proben S II 8–10 erlauben eine Einstufung in Zone VC II. Die Assoziationen aus diesem Abschnitt stimmen mit denjenigen der Proben S I 19 und 20 des ersten Profils überein. Im Gegensatz zum Profil S I ist in Profil S II, abgesehen von der Unstimmigkeit in Probe S II 5, die Zone VC I typisch ausgeprägt.

c) *Découverte de St-Louis (Profil L)*, vgl. Figure 14. – Die Florenassoziationen aus diesem Profil wurden von DOUBINGER (1983, Fig. 1) bearbeitet. Die Verteilung der Hauptflorenelemente des oberen Profilabschnittes sind in Figur 14 aufgezeichnet. Das gesamte Profil wird von DOUBINGER ins Stephanian gestellt. Im folgenden fasse ich die Argumente für die Neueinstufung des obersten Abschnittes zusammen. Bis und mit Probe L 29 kann die Abfolge dem Stephanian (Zone NBM) zugeordnet werden. Eine Komplikation ergibt sich aus der Zusammensetzung der Assoziation aus Probe L 6, die mit ihrem hohen Anteil von *Wilsonites* und *Potonieisporites* nicht ins Normalbild der Zone NBM passt.

Die Proben L 30–33 mit ihrer starken Repräsentation von *Potonieisporites*, *Vittatina* (Probe L 30) und bisaccaten Pollen sowie dem geringen Anteil von trileten Sporen entsprechen der Zone VC I. Die Assoziationen aus den nächstfolgenden Proben (L 32 und 26) zeichnen sich durch eine erneute Dominanz von monoleten und trileten Sporen aus und sind somit der Zone VC II zuzuordnen. In Probe L 4 verschwinden die monoleten Sporen fast vollständig, und *Potonieisporites* sowie die Bisaccaten nehmen stark zu. Es ergibt sich eine gute Übereinstimmung dieser Probe mit dem höchsten Profilabschnitt der Découverte de la Sorme (Profil S I, Fig. 12) und folglich mit der Zone DS. Nicht in dieses Konzept passt die Vergesellschaftung aus der obersten Probe des Profils L 27, die mit relativ hohen Prozentsätzen von Sporen, darunter auch *Thymospora*, völlig aus dem Rahmen fällt. Insgesamt belegen die abrupten Sprünge in der quantitativen Verteilung der Florenelemente eine lückenhafte Florenabfolge.

#### Becken von Aumance (Allier)

PAQUETTE et al. (1980) publizierten eine detaillierte palynologische Untersuchung aus den obersten Kohlehorizonten (couche du toit) der «Assise de Buxière». Die Abfolge

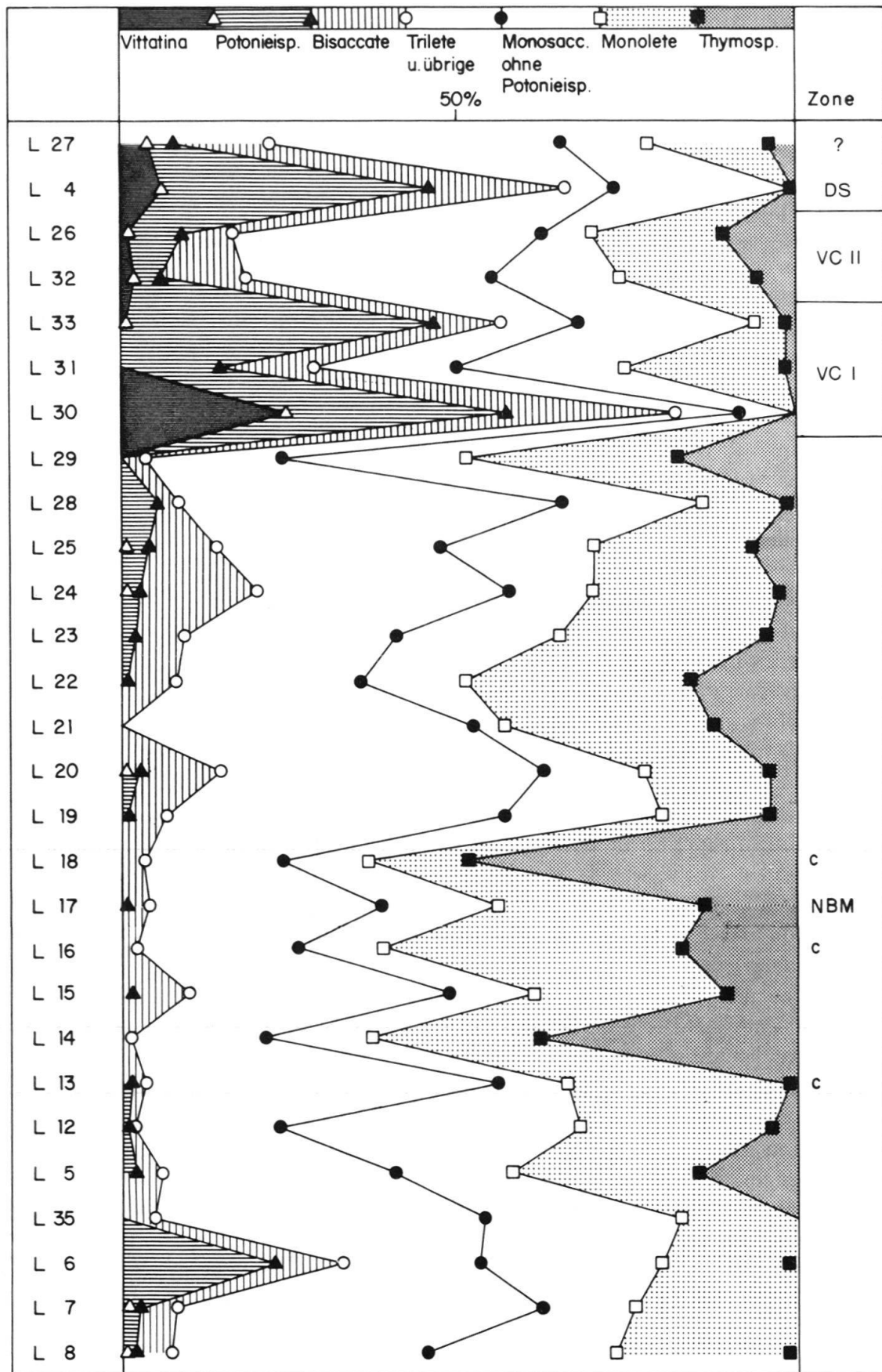


Fig. 14. Verteilung der Pollen- und Sporengruppen im Profil «Découverte de Saint-Louis» (Assise de Montceau, le couche, veine et toit) des Beckens von Blanzky-Montceau (nach DOUBINGER 1983, Fig. 1). c = Proben aus Kohleflözen.



wird dem unteren Autunian zugeschrieben. Die Autoren unterscheiden vier verschiedene Assoziationen (A–D), die in der Reihenfolge C, A, B, A, D nacheinander auftreten.

Die Assoziation C an der Basis des Profils (*couche du mur*) zeichnet sich durch die Vorherrschaft von *Punctatosporites* aus. Daneben treten *Laevigatosporites* und *Florinites* häufig auf. *Thymospora*, *Lycospora* und bisaccate Pollen werden als akzessorische Elemente genannt. In Assoziation A, die an der Basis und im obersten Abschnitt der Abfolge erscheint, dominieren *Florinites*, *Calamospora*, *Laevigatosporites* und *Punctatosporites* sowie die bisaccaten Pollen. Selten erscheinen u. a. *Potonieisporites*, *Vittatina* und *Thymospora*. Die Assoziation B aus dem mittleren Profilabschnitt unterscheidet sich von Assoziation A durch die ausgeprägte Dominanz von *Thymospora*. *Florinites* und *Laevigatosporites* sind darin weniger häufig, und *Lycospora*, *Punctatosporites*, *Calamospora* sowie die Bisaccaten stellen seltenere Begleitelemente dar. Assoziation D aus dem Dach der Abfolge hebt sich im wesentlichen durch die Dominanz der Gattung *Lycospora* von den andern Assoziationen ab.

Nach PAQUETTE et al. (1980) entspricht der Florencharakter der Assoziation A eher dem Autunian, während die übrigen Assoziationen mit den Floren des Stephanian zu vergleichen sind. Nach meiner Meinung stellt die Häufigkeit der monoleten Sporen (*Laevigatosporites*, *Punctatosporites*, *Spinisporites* und *Thymospora*) ein Hauptmerkmal aller Assoziationen dar. Selbst in Assoziation A ist ihr Anteil noch relativ hoch. Typisch scheint ausserdem die Seltenheit von *Potonieisporites* und der durchschnittlich eher geringe Prozentsatz bisaccater Pollen. Die Sporomorphen-Spektren entsprechen somit entweder der Zone NBM des oberen Stephanian oder der Zone VC II des unteren Autunian. Die summarische Darstellung der Mikroflora erlaubt keine genauere Korrelation.

#### Lodève-Becken (Hérault)

Das Becken von Lodève gilt wegen der Mächtigkeit der Sedimente, der guten Aufschlussverhältnisse und der reichen und gut erhaltenen Fossilassoziationen bei den französischen Autoren als klassisches Perm-Profil. Eine zusammenfassende Darstellung der Schichtfolgen der Becken des südwestlichen Zentralmassivs findet sich bei FEYS & GREBER (1972, Fig. 6). Im Becken von Lodève liegt das sogenannte «Autunien gris» transgressiv auf altpaläozoischen Schieferen oder auf Sedimenten des Oberkarbons. Das Profil des Autunian beginnt mit einem Basiskonglomerat, das von dunklen, bituminösen Schichten überlagert wird. Die bekannten und sehr gut erhaltenen Floren mit *Callipteris* und *Walchia* stammen aus den darüber folgenden grauen Peliten. Sie wurden von DOUBINGER (1956) im Detail bearbeitet. Die Autorin vergleicht diese Assoziationen mit jenen aus der «Assise de Millery» des Beckens von Autun und stellt sie somit ins obere Autunian. Aus wenigen Proben dieses Profilabschnittes (Tuilière, Usclas) sind Sporomorphen-Assoziationen bekannt. Sie werden von DOUBINGER (1974, Tab. II) aufgrund der ausgeprägten Dominanz der monosaccaten und bisaccaten Pollen sowie dem regelmässigen Nachweis von monoleten Sporen, u. a. auch *Thymospora*, in die Zone A 2 gestellt und mit den «Schistes de Muse» parallelisiert.

Über dem mächtigen «Autunien gris» wird die sogenannte «Zone de transition» ausgeschieden. Diese bis zu 60 m mächtige Schichtfolge nimmt aufgrund der Wechsellaagerung von grauen und roten Peliten und Sandsteinen eine Zwischenstellung zwischen dem «Autunien gris» und den roten Sedimenten des «Saxonien» ein. Die Grenzziehung

Tabelle 2: Palynostratigraphische Korrelation des untersuchten Materials mit den Stratotypen des Stephanian und des Autunian sowie mit weiteren Permo-Karbon-Becken.

Zonengliederung nach CLAYTON et al. 1977	Gliederung des Permo-Karbon der Bohrung Weiach	Gliederung des Perm der Bohrung Wintersingen	Loire, St-Etienne (LIABEUR & ALPERN 1969, CLAYTON et al. 1977)	Autun (DOUBINGER 1974, DOUBINGER & ELSSAS 1979)	Saar-Nahe-Becken (HELBY 1967)	Découverte de la Sorme (I) (DOUBINGER 1983)	Découverte de Sainte-Hélène (DOUBINGER 1983)	Découverte de Saint-Louis (DOUBINGER 1983)	Jura (LIABEUR et al. 1967)
DS				Formation de Millery		SI 22-23		L 4	
<i>Disaccites</i> <i>striatit-</i> Zone				Formation de Surmoulin					
VC		318.90			Lebacher Gruppe	SI 21 SI 19-20	SI II 8-10	H 1 3-6	L 32, 26
<i>Vittatina</i> <i>costabilis</i> - Zone	1254.90 1275.30							H 1 1-2	
VC I*	1283.55	359.10		Schistes de Muse Couches et grès de Lally		SI 16-18	SI II 4-7	H 2 10-14	L 30, 31, 33
	1443.00	392.00			Kuseler Gruppe			H 2 9	
NBM	1451.50		Faisceau de Bellevue						Assise de Villeneuve
<i>Potonieisporites novicus-</i> <i>bhardwajii-</i> <i>Cheiledonites</i> major- Zone			Assise d'Avaize	Schistes d'Igornay	Obere Breitenbacher Schichten	SI 1 1-15	SI II 1-3	H 2 1-8	L 8-29
	1816.85			II					Assise de Lons
ST	1827.00		Série de Treuil	Formation du Mont Pelé					Assise de Moiron
<i>Angulispores</i> <i>splendidus-</i> <i>Latensina</i>			Assise	Formation					

zwischen dem «Autunien» und dem «Saxonien» beruht ausschliesslich auf der Sedimentfärbung. Aus der «Zone de transition» untersuchten DOUBINGER (1963) und DOUBINGER & KRUSEMAN (1965) die Sporomorphen aus mehreren Probenserien. Die Assoziationen erwiesen sich als auffallend homogen, weshalb die Autorin nur die Mittelwerte der Zählungen angibt. Charakteristisch für dieses Spektrum ist die ausgeprägte Vorherrschaft der monoleten und trileten Sporen (73 bzw. 14%). Die monosaccaten Pollen erreichen mit den Gattungen *Florinites* und *Wilsonites* 10% der Pollensumme; *Potonieisporites* wird nicht erwähnt. Der Anteil der bisaccaten Pollen liegt unter einem Prozent. Bemerkenswert ist der Nachweis der trileten Sporen *Microreticulatisporites*, *Reticulatisporites* und *Triquitrites*. Diese Gattungen sind vor allem aus dem Oberkarbon bekannt. Ausserdem zeigen sich auch in der Häufigkeit der Gattung *Thymospora* (bzw. *Verrucosporites*), die nach *Punctatosporites* die zweithäufigste Form darstellt, starke Anklänge an die Florenassoziationen des Oberkarbon. Doubinger weist auf Beziehungen zu den Assoziationen des Stephanian und zu jenen aus den Kohleflözen des Autunian hin.

In Übereinstimmung mit der Interpretation von DOUBINGER (1974) wird die Assoziation aus dem «Autunien gris» hier der Zone VC 1 zugeordnet. Nach meiner Meinung entspricht das Spektrum aus der «Zone de transition» der Zone VC II.

#### Becken von Guadalcanal (Südspanien)

Im Rahmen einer detaillierten paläobotanischen Arbeit untersuchte BROUTIN (1981) auch die Sporomorphen einer Abfolge von 11 Proben aus dem Becken von Guadalcanal. Das Profil setzt sich aus 6 Proben einer Kernbohrung (Proben -25, -23, -18.50, -11, -9 m), von denen eine aus einem Kohleflöz stammt, und 5 Proben aus dem aufgeschlossenen, höheren Profilabschnitt zusammen. Dieser Abschnitt umfasst eine 5,5 m mächtige Abfolge von siltig-sandigen Gesteinen mit zwei Kohleflözen.

Aus der semiquantitativen Darstellung der palynologischen Resultate (BROUTIN 1981, Fig. 49) ergibt sich folgendes Bild: die drei Proben aus dem basalen Abschnitt («zone inférieure») sind durch eine ausgeprägte Vorherrschaft der trileten Sporen gekennzeichnet. Eine Art – *Crassispora plicata* – ist auf diesen Abschnitt beschränkt. Relativ häufig sind die monoleten Sporen, wobei BROUTIN auf das generell sporadische Vorkommen von *Thymospora* hinweist. Die bisaccaten und monosaccaten Pollen zeigen zunehmende Tendenz. Striate bisaccate Formen sind aus zwei Proben nachgewiesen. Diese Assoziationen werden von BROUTIN (1981, S. 160) mit einigen Vorbehalten dem oberen Stephanian zugeordnet.

In den nächsten drei Proben («zone supérieure») fällt der Anteil der Sporen, sowohl der monoleten wie der trileten, markant ab. Dominant erscheinen hier die monosaccaten Pollen, u. a. auch die Vertreter der Gattung *Potonieisporites*. Die bisaccaten, darunter auch die striaten Formen, sind bedeutend häufiger als im untersten Abschnitt. BROUTIN (1981, S. 162) vergleicht diese Assoziation mit jenen aus der «Assise de Muse» des Beckens von Autun.

Die Proben aus den zwei aufgeschlossenen Kohleflözen («Découverte de Charo de la Sal») führen eine Mikroflora, die mit ihrer ausgeprägten Dominanz der trileten Sporen (*Calamospora*) und dem wiederum häufigen Auftreten der monoleten Sporen Anklänge an die basale Zone zeigt. Bei den monosaccaten Pollen zeigt sich ein markanter Rückgang. In der Probe P. AZ. aus dem Bereich zwischen den beiden Kohleflözen zeigt sich

diese Tendenz in etwas weniger ausgeprägtem Mass. In dieser Probe fällt vor allem der hohe Anteil der bisaccaten Pollen auf. Im Vergleich zu den Proben aus dem oberen Abschnitt des Bohrprofils ist *Potonieisporites* relativ schwach vertreten, und die striaten bisaccaten Pollen sind sehr selten. Soweit sich nach den summarischen Daten von Broutin eine Interpretation vornehmen lässt, sind die Assoziationen aus diesem Bereich vergleichbar mit jenen aus der Zone VC II. Es handelt sich jedenfalls um eine ähnliche Rekurrenzphase einer sporendominierten Vergesellschaftung nach einer markanten Phase mit koniferendominierten Assoziationen.

In den beiden höchsten Proben des Profils («niveaux supérieurs clairs stériles») erreichen die monosaccaten und bisaccaten Pollen einen sehr ausgeprägten Gipfel. Die Sporen sind entsprechend selten. BROUTIN (1981, S. 165) stellt diese Proben in die Zone A 3 nach DOUBINGER (1974) und damit ins obere Autunian. Nach der Zonierung von CLAYTON et al. (1977) würden sie in die *Disaccites striatiti* (DS) Zone fallen. In dem kurzen Profil von Guadalcanal ist somit möglicherweise die ganze Abfolge der Zonen NBM, VC I, VC II und DS repräsentiert.

#### Saar-Nahe-Becken (Rheinl.-Pfalz, BRD)

Die Stratigraphie und Sedimentologie des Paläozoikums des Saar-Nahe-Beckens mit dem klassischen Profil des Rotliegenden wurden von FALKE (1974 u. a.) bearbeitet. Das Oberkarbon transgrediert hier über marines Devon. Es ist in limnisch-fluviatiler Fazies ausgebildet. Kohleflöze sind vor allem im Westphalian häufig; im Gegensatz dazu treten im Stephanian nur noch wenige Flöze auf. Generell wird die Basis der Kuseler Gruppe als Basis des Rotliegenden angenommen.

Mikrofloren aus dem Saar-Nahe-Becken wurden von BHARDWAJ & VENKATACHALA (1957), HELBY (1966), ALPERN et al. (1969) und von VISSCHER et al. (1974) publiziert. Die Daten wurden von CLAYTON et al. (1977) in ihrem Zonen-System integriert. Während in der Arbeit von ALPERN et al. (1969) die Mikrofloren des Westphalian und des Stephanian überblicksmässig dargestellt sind, liegt der Schwerpunkt der Arbeit von HELBY (1966) auf der Floren-Abfolge des Grenzbereichs zwischen Karbon und Perm (Breitenbacher, Kuseler und Lebacher Schichten). Die Resultate dieser Arbeit und die sich daraus ergebenden Korrelationen sind nachfolgend kurz zusammengefasst. Beim Vergleich mit anderen Mikrofloren bereitet vor allem die unterschiedliche Auffassung der Gattungen *Vesicaspora* und *Florinites* durch HELBY Schwierigkeiten. Die Anteile der bisaccaten Pollenformen insbesondere von *Vesicaspora* sind vergleichsweise sehr hoch; hingegen ist *Florinites* nur aus wenigen Proben erwähnt.

Nach den Daten von HELBY lassen sich drei Phasen der Florenentwicklung auseinanderhalten. In den Assoziationen des tiefsten Abschnittes (Breitenbacher Schichten und untere Kuseler Schichten) fallen die unterschiedlichen, im Durchschnitt jedoch hohen Anteile der monoleten Sporen auf. *Potonieisporites* kommt in den Proben aus den oberen Breitenbacher Schichten bereits regelmässig vor. Aus einzelnen Proben ist auch die Gattung *Vittatina* nachgewiesen. Diese Phase wird in Übereinstimmung mit CLAYTON et al. (1977) der Zone NBM zugeordnet. Eine Veränderung der Assoziationen zeichnet sich in den Proben aus den mittleren Kuseler Schichten ab. Die monoleten und triletten Sporen sind hier weniger häufig. *Potonieisporites* kommt durchgehend vor, und auch die Gattung *Vittatina* ist in fast allen Proben vorhanden. Als neuauftretende Formen sind *Nuskoisporites*



*rites* und *Strotersporites richterii* zu erwähnen. Diese Assoziationen werden der Zone VC bzw. VC I zugeordnet. CLAYTON et al. (1977) stellen die Assoziationen der oberen Kuseler Gruppe in die *Disaccites striatiti* (DS) Zone. Nach meiner Meinung ist die Zusammensetzung der Spektren in qualitativer wie quantitativer Hinsicht auffallend homogen. Die Zuordnung zu zwei verschiedenen Zonen scheint mir deshalb nicht gerechtfertigt.

Ein erneuter Wechsel stellt sich in der einen Probe aus den unteren Lebacher Schichten ein. Hier sind *Potonieisporites* und *Vittatina* nicht nachgewiesen. Die bisaccaten Luftsackpollen sind generell selten, die striaten Formen fehlen gänzlich. Ausserordentlich häufig sind dagegen die trileten Sporen, insbesondere *Punctatisporites*. HELBY (1966, S. 694) erwähnt die besondere Zusammensetzung der Assoziation aus dieser Probe, betrachtet sie aber als rein lokales Phänomen. Soweit sich aufgrund einer Probe eine Aussage wagen lässt, finden sich hier starke Anklänge an die Vergesellschaftung in Zone VC II. Allerdings fehlt in dieser Probe, wie im ganzen von HELBY bearbeiteten Material, die wichtige Gattung *Thymospora*. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass sich das höchste Kohleflöz im Saar-Nahe-Becken in den Lebacher Schichten findet.

Die Sporomorphen aus einer Probe aus der Waderner Gruppe von Sobernheim belegen nach VISSCHER et al. (1974) eine Einstufung ins Autunian. Bemerkenswert ist u. a. der Nachweis von *Thymospora*, *Triquitrites* und *Ahrensisporites* in einer von saccaten Pollen dominierten Assoziation. Das Arten-Spektrum der saccaten Formen ist vergleichbar mit jenem aus der Kuseler Gruppe. Aufgrund dieses Befundes lehnen die Autoren die traditionelle Einstufung der Waderner Gruppe ins Saxonian ab. Nach BOERSMA (1975) und KERP (1982) weist die Makroflora aus diesen Schichten, abgesehen vom Vorkommen von *Callipteris conferta*, starke Anklänge an den Florencharakter des obersten Karbon auf.

#### Döhler Becken (Sachsen, DDR)

Das Profil aus dem Rotliegenden des Döhler Beckens ist bei BARTHEL (1976, Abb. 2) dargestellt. Auf das Grundgebirge transgredieren hier die stark vulkanisch beeinflussten Gesteine der Unkersdorfer und Pottschappler Schichten. Darüber folgen mit deutlicher Diskordanz die basalen Konglomerate der Döhler Schichten, die in ihrem oberen Teil verschiedene Kohleflöze führen. Aus diesen Kohlen publizierte DOUBINGER (1974) eine Sporomorphen-Assoziation, welche mit ihrem auffällig hohen Anteil an monoleten und trileten Sporen gemeinsame Züge mit den Assoziationen der Zone A 1 bzw. NBM (CLAYTON et al. 1977) aufweist. Nach DOUBINGER unterscheiden sich die hygrophilen Assoziationen aus den Kohlen grundlegend von den meso-xerophilen Vergesellschaftungen aus detritischen Gesteinen. Die Autorin nimmt an, dass es sich bei dieser Assoziation «typiquement stephanienne» um eine Einschaltung innerhalb der Zone A 3 handelt. Die Makroflora werden aufgrund des Vorkommens von verschiedenen *Callipteris*-Arten (u. a. *C. conferta*), *Alethopteris schneiderii* und wegen des auffallend hohen Anteils von Charakterarten des Stephanian ins untere Autunian gestellt (BARTHEL 1976, S. 171 ff.). Allein nach den Resultaten von Doubinger kann das Spektrum ebensogut der Zone NBM (Clayton et al. 1977) wie der in dieser Arbeit vorgeschlagenen Zone VC II zugeordnet werden. Eine Parallelisierung der Döhler Schichten mit den «Schistes de Lally» und der «Assise de Muse» des Beckens von Autun, wie KOZUR (1980, S. 135) sie annimmt und die auch die Einstufung von Barthel (1976) impliziert, kommt aufgrund der palynologischen Daten nicht in Frage. Im Becken von Autun entspricht sie viel eher derjenigen des



liegenden «Faisceau d'Igornay». Die unzweifelhafte Zuordnung der Makroflora ins Autunian macht einen Vergleich der Sporomorphen-Assoziation mit Zone VC II durchaus möglich.

In diesem Zusammenhang ist auch auf eine Sporomorphen-Assoziation aus der Rattöder Formation des Thüringer Waldes hinzuweisen, die von KOZUR (1980, S. 105) erwähnt wird und die nach ihrem Gesamtaspekt in Zone A 1 (nach DOUBINGER 1974) gestellt werden müsste. KOZUR (1980, S. 137) vergleicht dieses Sporomorphen-Spektrum einerseits mit den Assoziationen aus dem «Autunien gris» des Lodève-Beckens, andererseits mit jenem aus der Waderner Formation des Saar–Nahe-Beckens.

## 6.2 Florenabfolge im oberen Karbon (*Moskovician–Gzhelian*) und unteren Perm (*Asselian*) des südwestlichen Ural

Eine palynostratigraphische Gliederung des oberen Karbon und des unteren Perm (*Moskovician–Asselian*) des Typusgebietes des Oberburgian im südwestlichen Ural wurde von DJUPINA (1979) publiziert. Die Autorin unterscheidet in diesem Zeitabschnitt fünf Florenzonen.

Das *Moskovician* wird in zwei Zonen unterteilt. Die tiefste (Zone 1) zeichnet sich durch eine starke Vorherrschaft von Sporen aus. Häufig sind vor allem die trileten Formen *Leiotriletes* und *Lycospora* sowie die monoleten Arten *Laevigatosporites vulgaris* und *Punctatosporites minutus*. *Potonieisporites* erreicht bereits Anteile von 3 bis 4%. In diesem Bereich setzen auch die striaten Luftsackpollen (*Striatopodocarpites* und *Striatodiplopinites*) ein. In den Assoziationen der Zone 2 dominieren die Vertreter der Gattung *Potonieisporites* (*P. rimosus* und *P. novicus*) mit Anteilen von über 40%. Sporen treten hier bedeutend seltener auf. Die Mikrofloren des *Kasimovian* und des *Gzhelian* (Zonen 3 und 4) sind durch eine starke Differenzierung und Häufigkeitszunahme bei den bisaccaten Pollen sowie durch das Einsetzen von *Vittatina* charakterisiert. Bemerkenswert ist ausserdem das Erscheinen von *Verrucosisporites elegans*. Im Unterschied zu den tieferen Zonen tritt die Gattung *Vittatina* im *Asselian* (Zone 5) sehr häufig auf. Typisch ist hier ausserdem die monocolpate Gattung *Entylissa*. *Potonieisporites* erscheint in dieser Zone sehr selten.

Verglichen mit den Resultaten aus dem Donetz-Becken sind hier erhebliche Unterschiede im Auftreten wie auch in der quantitativen Verteilung der Sporomorphen festzustellen (vgl. Kap. 4). So erscheint beispielsweise das Spektrum der monoleten Sporen im Material des Ural stark reduziert. Die für die zentrale euramerische Provinz typischen Gattungen wie *Torispora*, *Thymospora* und *Spinisporites* fehlen. Bedeutende Unterschiede sind auch aus der Verteilung von *Potonieisporites* ersichtlich. Nach DJUPINA (1979) erreicht diese Gattung ihre maximale Häufigkeit schon im *Moskovician*. Im Donetz-Becken wie auch im westeuropäischen Material ist die Dominanz von *Potonieisporites* typisch für die Assoziationen des unteren Perm (*Asselian* bzw. *Autunian*). Bezeichnenderweise setzen auch einzelne Formen wie die striaten Luftsackpollen oder *Verrucosisporites elegans* im Ural früher ein.

Diese Differenzen sind mit der unterschiedlichen paläogeographischen Lage zu erklären. In ihrer zusammenfassenden Darstellung der Biogeographie des Karbon und des Perm weisen CHALONER & MEYEN (1973) auf die relative Homogenität der Floren des Oberkarbon hin. Sie zählen die Karbon-Floren des Ural noch zur euramerischen Pro-

vinz. Nach diesen Autoren setzt eine stärkere Differenzierung erst im unteren Perm ein. Zu dieser Zeit gehören die Florenassoziationen des Ural eindeutig zur Angara-Provinz. Die unterschiedliche Entwicklung der Floren, wie sie sich aus dem Vergleich der Sporomorph-Spektren aus dem Donetz-Becken einerseits und dem südwestlichen Ural andererseits ergibt, ist nur dort fassbar, wo die Möglichkeit der unabhängigen biostratigraphischen Datierung besteht. Eine allein auf dem Floreninhalt beruhende Korrelation führt unweigerlich zu falschen Resultaten, wenn Assoziationen unterschiedlicher biogeographischer Herkunft gleichgesetzt werden.

### 6.3 Die Mikroflora der Council Grove Group von Kansas

CLENDENING (1974, 1975a, b) untersuchte im Zusammenhang mit der Alterseinstufung der Dunkard Group des Appalachen-Beckens West Virginias auch die Typsektionen des Gearyan in Kansas (Admire Group, Council Grove Group und Chase Group). Aufgrund der Beurteilung der Mikrofloren kommt CLENDENING zum Schluss, dass sich die Assoziationen aus der Council Grove Group derart eng an diejenigen des obersten Pennsylvanian anschliessen, dass eine Zuordnung zum Perm nicht zu rechtfertigen ist, und dass folglich das Erstauftreten der Foraminiferengattung *Pseudoschwagerina* in der Council Grove Group nicht als Argument für die Zuordnung zum Perm gelten kann.

Nach der Zusammensetzung der Florenassoziationen ist ein Vergleich mit den Mikrofloren des Stephanian, wie ihn CLENDENING vorschlägt, naheliegend. Allerdings ist aufgrund der nun vorliegenden Resultate auch ein Vergleich mit den Assoziationen der Zone VC II in Betracht zu ziehen. Als Hinweis in dieser Richtung kann das Vorkommen von *Knoxisporites glomus* (bzw. *Knoxisporites* sp. A), *Hamiapollenites tractiferinus* und *Nuskoisporites* sp. in den Proben aus der Council Grove Group gedeutet werden.

Diese Korrelation bedingt, dass zwischen der Wabaunsee Group und der Council Grove Group eine bedeutende Schichtlücke liegt. Leider sind aus der basalen Formation des Gearyan (Admire Group) keine palynologischen Daten bekannt. KOZUR (1980, S. 97) vermutet, dass diese ein Äquivalent des unteren Autunian im Sinne von DOUBINGER (1956) darstellt. Nach dem sedimentologischen Befund ist ein grösserer Sedimentationsunterbruch nicht auszuschliessen, sind doch im Profil (CLENDENING 1975a, Fig. 2) mehrere Erosionsrinnen erkennbar. Die Proben aus dem obersten Abschnitt des Gearyan (Chase Group) sind aufgrund der auffälligen Dominanz von bisaccaten Pollen, und darunter vor allem der striaten Typen, ohne weiteres mit den Assoziationen der *Disaccites striatiti* (DS) Zone nach CLAYTON et al. (1977) zu vergleichen. Eine Phase mit markanter Dominanz von *Potonieisporites* fehlt im Profil. Diese Gattung ist in den Mikrofloren der Council Grove Group zwar mehr oder weniger regelmässig nachgewiesen; häufiger tritt sie jedoch erst in den Proben aus der Chase und der Sumner Group auf.

Nach der Conodonten-Fauna kann die Council Grove Group im wesentlichen mit dem mittleren und oberen Asselian s.l. korreliert werden (KOZUR 1977, 1978, 1980). Die Einstufung der liegenden Admire Group ist unsicher. Möglicherweise gehört ihr unterer Teil noch ins Gzhelian (KOZUR 1978, S. 96). Die Basis des Sakmarien liegt im Bereich des Bader Limestone im obersten Abschnitt der Council Grove Group.

Diese Befunde bestätigen die Auffassung, dass die Florenassoziationen der Council Grove Group der Zone VC II entsprechen könnten und dass zwischen der Wabaunsee Group und der Council Grove Group ein Hiatus liegt, obwohl die Zusammensetzung der

Mikrofloren kaum Anzeichen dafür zeigt. Es besteht die Möglichkeit, dass die der Zone VC I entsprechenden Assoziationen fehlen. In diesem Falle würden die Mikrofloren der Council Grove Group direkt an jene des Oberkarbon anschliessen und eine homogene Abfolge vortäuschen. Schwierigkeiten bereitet die Zuordnung des obersten Abschnittes der Council Grove Group zum Sakmarian. Während sich im Donetz-Becken eine grundlegende Veränderung der Assoziationen im höheren Asselian abzeichnet (Zonen XIV–XVI), zeigen sich in Kansas keine Veränderungen der Floren bis ins untere Sakmarian. Die entsprechende Florenwende würde sich hier erst im Laufe des Sakmarian manifestieren. Die Chase Group umfasst nach KOZUR (1980, Fig. 13) den grössten Teil des Sakmarian und den untersten Abschnitt des Artinskian. Möglicherweise wirkt sich hier eine Differenzierung der Florenprovinzen aus, oder die auf den spärlichen Conodonten-Faunen beruhende Korrelation ist nicht richtig. Bisher sind jedenfalls aus dem Sakmarian keine hygrophilen Floren mit vergleichbarer Zusammensetzung bekannt. KOZUR (1980, S. 136) korreliert die Sporomorphen-Spektren von Kansas mit den Resultaten von Faddeeva (1976) aus dem Stratotyp des Orenburgian (südlicher Ural). Nach meiner Meinung unterscheiden sich diese Mikrofloren jedoch sehr deutlich, und die Mikrofloren aus dem Ural weisen viel eher Beziehungen zu jenen aus dem Autunian von Autun auf.

### 7. Rekurrenz – ein lokales oder überregionales Phänomen?

Charakteristisch für die Florenabfolge aus dem Profil von Weiach sind die kontinuierlichen Übergänge von einer Sporomorphen-Assoziation zur andern. Zwischen den typischen Vergesellschaftungen des oberen Stephanian (Zone NBM) und des tieferen Autunian (Zone VC I) liegen Assoziationen mit intermediärem Charakter. Eine Grenzziehung bleibt in diesem Fall eine Ermessensfrage. Ebenso fließend ist der Übergang zwischen der Zone des basalen Perm (VC I) und der darauffolgenden Rekurrenzphase mit karbonischem Florencharakter (Zone VC II). Daraus ergibt sich der Eindruck, dass die Florenabfolge relativ vollständig und weder durch Sedimentationsunterbrüche noch Beobachtungslücken oder katastrophale Ereignisse unterbrochen ist. Resultate aus verschiedenen Becken belegen den gleichartigen Verlauf der Florenentwicklung auch in andern Regionen (vgl. Kap. 6.1). Bisher wurde allerdings aus diesem Zeitabschnitt nur wenig ausreichend dokumentiertes Material publiziert. In vielen Fällen reicht die Proben-dichte nicht aus, um eindeutige Tendenzen der Florenentwicklung festzustellen; oder es wurden aus umfangreicheren Untersuchungen nur Mittelwerte publiziert. In den zum Vergleich herangezogenen Resultaten (Fig. 11–14) handelt es sich um relativ vollständige Abfolgen. Die extremen Sprünge in der Verteilung der Florenelemente werden als Beobachtungs- oder Sedimentationsunterbrüche interpretiert. Die überaus deutlichen Verschiebungen in der Zusammensetzung der Pollenspektren entsprechen drastischen Veränderungen der Pflanzengesellschaften. Ähnlich einschneidende Veränderungen sind vor allem aus der jüngsten Erdgeschichte bekannt. Aus diesem Grund werden die Daten in dieser Arbeit in einer Art dargestellt, die sich an die Pollendiagramme der Quartär-Palynologie anlehnt. Die biostratigraphisch orientierte Palynologie, in der die rein qualitative Verteilung der Arten das entscheidende Kriterium darstellt, hat zur Abgrenzung des Karbon und des Perm wenig beizutragen vermocht. Die ursprünglich als Leitformen betrachteten Gattungen wie *Triquitrites*, *Densosporites*, *Torispora* u. a. werden im obersten Karbon allmählich seltener und setzen im untersten Perm aus. An ihrer Verbrei-

tungsgrenze sind sie so selten, dass sie schon deswegen nicht als Indizien für die Grenzziehung gelten können. Das gleiche gilt für die neu einsetzenden Formen.

Bei der vorliegenden Beurteilung der Floren des späten Paläozoikums steht dagegen die ökostratigraphische Betrachtungsweise im Vordergrund. Die Ökostratigraphie hat zum Ziel, die Abfolge von Ökosystemen zu rekonstruieren und als Kriterium für die zeitliche Gliederung heranzuziehen. Diese Methode setzt allerdings möglichst detaillierte Kenntnisse der Ökosysteme und ihrer einzelnen Glieder voraus, eine Voraussetzung, die für den in Frage stehenden Zeitraum nicht erfüllt ist. Unsere Kenntnisse der Lebewelt des Paläozoikums bestehen grösstenteils aus indirekt abgeleiteten Indizien. Ausserdem setzt die Ökostratigraphie den Einbezug möglichst vollständiger paläontologischer und sedimentologischer Daten voraus; diese sind für die Bohrungen Weiach und Wintersingen zurzeit noch nicht genügend bekannt. Aus den genannten Gründen wird hier lediglich versucht, die Florensukzessionen als Folge der klimatischen und ökologischen Entwicklung zu verstehen. In der Ökostratigraphie wird grundsätzlich mit der Möglichkeit eines mehrfachen Auftretens der gleichen Vergesellschaftung oder des gleichen Ökosystems gerechnet. Entscheidende Fortschritte können von dieser Methode insbesondere in Zeitabschnitten erwartet werden, während derer sich die klimatische und ökologische Situation mehrfach und in einschneidender Art und Weise veränderte, so z. B. im späten Paläozoikum, im jüngeren Tertiär oder im Quartär.

Das Vorkommen von hygrophilen Florenassoziationen mit karbonischem Charakter im unteren Perm wurde bisher als fazielles Phänomen gedeutet. Die hygrophilen Assoziationen wurden als autochthon den allochthonen meso- oder xerophilen Assoziationen gegenübergestellt. Nach dieser Vorstellung repräsentieren die farndominierten Vergesellschaftungen die Vegetation der Sedimentationsgebiete, d. h. der relativ feuchten Niederungen, während die von Gymnospermenpollen beherrschten Assoziationen den Pflanzengesellschaften der Hochlagen entsprechen sollten.

DOUBINGER (1974) definiert in ihrer Charakterisierung der Florenzonen (A 1–A 3) des oberen Stephanian und des Autunian zudem noch eine für Kohlen typische Assoziation, die praktisch identisch ist mit der Zone A 1 aus dem obersten Karbon, jedoch in allen drei Zonen eingeschaltet auftreten kann. Nach LANGIAUX (1983), BROUTIN et al. (im Druck) und COUREL et al. (im Druck) wird die Zusammensetzung der Mikrofloren im wesentlichen durch die Sedimentationsmechanismen bestimmt. Konsequenterweise lehnen diese Autoren die Möglichkeit einer palynostratigraphischen Gliederung des oberen Stephanian und des Autunian ab und halten die Assoziationen des Autunian für spezielle fazielle Ausprägungen des Stephanian. Dieser Aussage stehen viele Beispiele gegenüber, die den homogenen Charakter der Assoziationen bei wechselnder Sedimentation belegen. Zwar fällt in vielen Assoziationen aus Kohleflözen des Oberkarbon insbesondere die Häufigkeit von Farnsporen auf, und ihre eigentümliche Zusammensetzung ermöglicht vielfach die Korrelation einzelner Flöze. Trotzdem unterscheiden sich die Assoziationen aus den Flözen nicht grundsätzlich von jenen aus detritischen Sedimenten (vgl. GREBE 1966, SMITH 1964). Mit Beispielen aus der «Assise de Montceau» des Blanzky–Montceau-Bekens soll dieser Sachverhalt illustriert werden (vgl. Fig. 12 und 14). Einige Flöze aus dieser Abfolge zeichnen sich durch einen ausserordentlich hohen Anteil von monoleten Sporen, darunter vor allem von *Thymospora* aus, so z. B. die Proben L 14 und L 18 aus der «Découverte de Saint-Louis» oder die Proben SIc 1, SIc 6 oder SIc 10 aus der «Découverte de la Sorme». In der gleichen Abfolge gibt es auch Kohleproben, in denen der Anteil



der monoleten Sporen nicht erhöht ist (Proben SIc 3, SI 8c oder L 13), oder aber Proben aus detritischen Sedimenten, in denen dieser Anteil einen auffälligen Gipfel erreicht (Probe SI 6).

Bei der Interpretation von palynologischen Daten gehe ich davon aus, dass die Sporomorphen-Assoziationen, bedingt durch Transportmechanismen und Erhaltungschancen, die Vegetation eines weiteren Umkreises repräsentieren. In der Zusammensetzung der Makrofloren spiegeln sich dagegen eher die lokalen Standortbedingungen. Wir können mit Sicherheit annehmen, dass auch die damalige Flora ökologisch gegliedert war, dass z. B. die Vegetation des Sedimentationsraumes ein anderes Gepräge hatte als diejenige der Hochflächen. Bei der kleinräumigen Gliederung der spätpaläozoischen Landschaft scheint aber doch wahrscheinlich, dass in den Pollenspektren die verschiedensten Pflanzengesellschaften repräsentiert sind. Nach der Vorstellung der erwähnten französischen Autoren hätten im späten Paläozoikum zwei Pflanzengesellschaften ganz unterschiedlichen Gepräges nebeneinander existiert, wären aber räumlich soweit getrennt gewesen, dass sie sich als weitgehend ungemischte Pollenspektren hätten erhalten können. Folgt man dieser Vorstellung, dann wären – je nach Art der Sedimentation – kurzzeitige oder eventuell sogar zyklische Variationen in den Spektren zu erwarten. Nach dem palynologischen Befund ist dagegen anzunehmen, dass die entsprechenden Pflanzengesellschaften für lange Zeit (in der Größenordnung von hunderttausend Jahren) auffallend stabil geblieben sind. Wie am Beispiel von Weiach sehr deutlich zu erkennen ist, ändern sich die Assoziationen nicht in Abhängigkeit vom Sedimentationstyp. Wie bereits erwähnt, treten die Veränderungen auch nicht abrupt ein, wie das beispielsweise als Folge einer Änderung im Einzugsgebiet eines Flusses zu erwarten wäre, sondern entwickeln sich offenbar über längere Zeit, so dass Übergangs-Assoziationen im Profil von Weiach über mehrere Meter verfolgt werden können. Die kontinuierliche Entwicklung der Florenasoziationen, die in verschiedenen Becken in gleicher Art und Weise beobachtet werden kann, ist das stärkste Argument dafür, dass die Veränderungen der Mikrofloren die klimatische Entwicklung widerspiegeln (HOCHULI & DOUBINGER 1984). Die beschriebene Rekurrenz stellt eine Phase in dieser Entwicklung dar und hat somit überregionale Bedeutung.

## **8. Bemerkungen zur Biogeographie und zum Klima des Permo-Karbon**

Die Florenwende des späten Paläozoikums manifestiert sich als progressive Differenzierung der Florenasoziationen. Während die Zusammensetzung der Floren im unteren Karbon noch weitgehend homogen erscheint und sich weltweit nur zwei Florenprovinzen unterscheiden lassen, treten die Unterschiede im Oberkarbon deutlicher hervor. Die Makrofloren dieser Zeit lassen sich auf der Nordhemisphäre in zwei, bzw. vier Florenprovinzen unterteilen. Nach der zusammenfassenden Darstellung von CHALONER & MEYEN (1973) können die Assoziationen der euramerischen Provinz vom mittleren Westen der USA über die Atlantik-Provinzen Kanadas, Westeuropa bis Kasachstan und China verfolgt werden. Allerdings zeigen die Floren der USA kleinere Abweichungen, und eine stärkere Differenzierung kündigt sich in den östlichsten Gebieten dieser Provinz an. Gleichartig erscheint auch die Zusammensetzung der Floren von Schottland und von Nordafrika (Atlas). Aufgrund der Auswertung von Sporomorphen-Spektren beginnt sich indessen eine viel feinere Gliederung abzuzeichnen. In neueren Arbeiten wird der



eigentümliche Charakter der Permo-Karbon-Floren aus den südlichen Gebieten (N-Afrika und S-Spanien) stärker hervorgehoben. In den Sporomorphen-Assoziationen und in weniger augenfälligem Mass auch in den Makrofloren zeigen sich klare Beziehungen zur Gondwana-Provinz (vgl. BROUTIN & DOUBINGER 1976, DOUBINGER & FABRE 1983).

Eindeutige Unterschiede ergeben sich aus dem Vergleich der Sporomorphen-Assoziationen aus dem Donetz-Becken einerseits mit jenen aus dem südlichen und mittleren Ural anderseits. Die Gleichaltrigkeit der verglichenen Assoziationen ist in diesem Fall mit marinen Faunen belegt. Die Unterschiede zwischen den genannten Gebieten äussern sich weniger in der Zusammensetzung des Arten-Spektrums als im heterochronen Einsetzen bestimmter Assoziationen. CHALONER & MEYEN (1973) zählen die Floren des Ural im Oberkarbon noch zur euramerischen Provinz. Da in den meisten Fällen die Möglichkeit einer unabhängigen Korrelation fehlt, existiert die Gleichartigkeit der Floren aus weit entfernten Gebieten möglicherweise nur scheinbar und unter der Voraussetzung, dass Floren gleicher Zusammensetzung auch gleichaltrig sein müssen.

Eine weitere, sehr viel deutlichere Differenzierung der Floren zeichnet sich im Perm ab. Auf der Nordhemisphäre sind vier Hauptprovinzen bekannt, die regional ganz unterschiedlich ausgeprägt sind (vgl. CHALONER & MEYEN 1973). Zu Recht vergleichen die Autoren die extreme Differenzierung dieser Floren mit derjenigen des späten Tertiärs.

Die palynologischen Daten aus dem Oberkarbon und dem unteren Perm von Ostkanada, West- und Mitteleuropa sowie aus dem Donetz-Becken belegen eine relative Homogenität der Floren dieser Gebiete. Die Zugehörigkeit zur gleichen Provinz kann damit vorausgesetzt werden. Die Floren-Assoziationen aus Kansas nehmen möglicherweise schon eine Sonderstellung ein. All die erwähnten Gebiete liegen nach den paläogeographischen Rekonstruktionen im Bereich des Äquators (vgl. HABICHT 1979, ZIEGLER et al. 1979). Die Mutmassungen über die klimatischen Bedingungen der äquatorialen Zone des späten Paläozoikums sind eng verknüpft mit der Diskussion über die klimatische Bedeutung von Kohlelagerstätten. Generell akzeptiert wird die Tatsache, dass sich Kohlen nur unter humiden Bedingungen bilden können, und zwar sowohl in hohen wie in niedrigen Breiten. Eine Übersicht über die Beziehungen zwischen Klimabedingungen und Kohleakkumulation findet sich bei SCHOPF (1973). Allgemein wird vorausgesetzt, dass sich die Kohlen des Karbon und des Perm aus den heute mittleren Breiten von N-Amerika und Europa unter humiden tropischen Bedingungen gebildet haben. Eine unabdingbare Voraussetzung für die Erhaltung von organischem Material unter tropischen Verhältnissen ist die permanente Wasserbedeckung. Schon bei geringer Wassersättigung findet ein enormer mikrobiologischer Abbau statt. Es ist anzunehmen, dass die Niederschlagsverteilung während Zeiten mit verbreiteter Kohlebildung keine grossen saisonalen Schwankungen aufwies. Ein weiterer ausschlaggebender Faktor für die Akkumulation grosser Mengen organischen Materials ist neben den klimatischen Bedingungen auch die tektonische Situation; die Absenkung der Becken musste mit der Sedimentation Schritt halten.

Nach der sedimentologischen und paläobotanischen Evidenz ändern sich die klimatischen Bedingungen in der euramerischen Provinz an der Wende vom Karbon zum Perm drastisch. Die intensive Kohlebildung setzt aus und die roten detritischen Sedimente werden zunehmend häufiger. Interessant ist in diesem Zusammenhang das Vorkommen einzelner Kohleflöze im Rotliegenden vieler Becken (Zentralmassiv, Saar-Nahe-Becken, Thüringer Wald und Döhler-Becken).

Die Tatsache, dass die Florenassoziationen aus dem Bereich dieser Kohleflöze ähnlich zusammengesetzt sind wie jene des Oberkarbon, bewog verschiedene Paläobotaniker zur Meinung, dass das Aussetzen der Kohlebildung weniger durch klimatische Bedingungen als durch die tektonische Situation bedingt sei (vgl. REMY & REMY 1977). Nach dieser Ansicht hätte die tektonische Aktivität und die Regression an der Karbon/Perm-Wende zur grundlegenden Umstrukturierung der Geomorphologie geführt, in dem Sinne, dass die grossflächigen Tieflandbiotope auf Kosten der Biotope mit mesophilem Charakter eingeschränkt wurden. Dem ist entgegenzuhalten, dass intensive tektonische Aktivität nicht im obersten Karbon eingesetzt hat und dass die ausgeprägten Regressionsphasen nicht mit der Karbon/Perm-Wende zusammenfallen, sondern im Namurian und dann wieder an der Grenze zwischen Sakmarian und Artinskian anzunehmen sind. Die Kohleakkumulation hat trotz der grundlegenden paläogeographischen Umstrukturierungen im Karbon der euramerischen Provinz nicht ausgesetzt (vgl. ZIEGLER 1982). Eine einschneidende Veränderung der Paläogeographie an der Karbon/Perm-Grenze kann für die kleinen Becken West- und Mitteleuropas nicht generell angenommen werden. Das Argument, dass die hygrophilen, kohlebildenden Pflanzenassoziationen keine geeigneten Standorte mehr fanden, wird durch die weite Verbreitung von limnischen Sedimenten entkräftet. Die primären Ursachen dieser Veränderung liegen nicht in der paläogeographischen oder ökologischen, sondern in der klimatischen Situation begründet. Die Fazies- bzw. Klimaabhängigkeit von Sporomorphen-Assoziationen wird in Kapitel 7 ausführlicher diskutiert.

Viele Untersuchungen belegen den kontinuierlichen Übergang von den Floren des Oberkarbon zu denjenigen des unteren Perm. Nach der rein qualitativen Beurteilung ändert sich tatsächlich sehr wenig. Betrachtet man hingegen die quantitative Zusammensetzung, so sind die Veränderungen augenfälliger. Dass auch hier nicht ein abrupter Wechsel vorliegt, sondern dass sich die neuen Vergesellschaftungen allmählich einstellen, geht aus dem Beispiel der Bohrung Weiach deutlich hervor. Leider liegen bisher aus dem gleichen Zeitabschnitt nur wenige Profile mit vergleichbarer Probedichte vor, so dass diese Übergangsphase in den seltensten Fällen erkennbar wird. Im Profil der «Découverte de Sainte-Hélène» und andeutungsweise auch im Profil von Autun ist die entsprechende Übergangsphase erfasst (vgl. Figuren 12 und 10). Für die Makrofloren des Permo-Karbon Westeuropas hat DOUBINGER (1956) dieses Phänomen beschrieben.

Das erneute Auftreten von hygrophilen Floren mit karbonischem Charakter im unteren Perm, das vielerorts mit Kohlebildung einhergeht, beweist nicht, dass die klimatischen Bedingungen seit dem Oberkarbon stabil geblieben sind. Vielmehr könnte es darauf hinweisen, dass zyklische Klimaveränderungen, wie sie aus der jüngeren Erdgeschichte vielfach belegt sind, auch im späteren Paläozoikum auftraten. Nach meiner Meinung entspricht die Veränderung der Floren an der Karbon/Perm-Wende einer klimatischen Veränderung im Sinne einer generellen Verminderung der Humidität oder einer ausgeprägten saisonalen Verteilung der Niederschläge. Die Rekurrenz der Oberkarbonflora im unteren Perm reflektiert danach einen erneuten Wechsel zu wiederum humiderem Klima. Übergangsassoziationen sprechen auch in diesem Fall für eine langsame, mit dem Konzept der Klimaveränderungen gut zu vereinbarende Entwicklung. Dass das Vorkommen des hygrophilen Florentyps häufig, wenn auch längst nicht immer mit Kohlebildung verbunden ist, beweist u. a., dass die paläogeographische Disposition zur

Akkumulation von organischem Material durchaus noch vorhanden war. Leider lässt sich im Material der Bohrung Weiach die weitere Entwicklung nicht mehr verfolgen, da die palynologische Dokumentation in dieser Phase aussetzt. Ein Spektrum aus der Bohrung Wintersingen (318.90) und weitere Beispiele («Découverte de la Sorme», Fig. 9, 12) lassen vermuten, dass zu den folgenden, wiederum mesophilen Assoziationen ebenfalls kontinuierliche Übergänge vorhanden sind. Diese Entwicklung ist bisher nirgends im Detail nachgewiesen.

Die geschilderte Abfolge von Sporomorphen-Assoziationen ermöglicht nach meiner Auffassung eine detaillierte palynostratigraphische Gliederung der Sedimente des unteren Perm. Für wirklich fundierte Korrelationen fehlen vorläufig noch entsprechend detaillierte palynologische Untersuchungen.

### **9. Bemerkungen zur Taxonomie, Stratigraphie und Verbreitung der nachgewiesenen Sporomorphen**

Die Gattungen sind in der nachfolgenden Zusammenstellung in der Reihenfolge des gängigen morphologischen Systems aufgeführt. Die wichtigsten morphologischen Merkmale der Arten werden erwähnt. Auf eine kritische taxonomische Bearbeitung und auf die Beschreibung von neuen Arten muss verzichtet werden. Formen, die mit keiner bekannten Art zu vergleichen sind, werden mit offener Nomenklatur bezeichnet (z. B. *Vittatina* sp. A). In diesen Fällen wird auf die Morphologie etwas genauer eingegangen. Bei den bekannten Arten ergänzen Hinweise auf die Probleme der Zuordnung und der Abgrenzung gegenüber anderen Arten die generellen Bemerkungen zur Morphologie. Gerade bei den häufigsten Formgruppen, den monosaccaten und bisaccaten Luftsackpollen, ergeben sich die grössten Schwierigkeiten bei der spezifischen Zuordnung. In vielen Fällen ist beim heutigen Stand der Taxonomie nicht einmal die Abgrenzung der Gattungen unproblematisch. Bei diesen Gruppen musste bei der quantitativen Auswertung auf die Unterscheidung von Arten verzichtet werden. Von der stratigraphisch wichtigen Gattung *Potonieisporites* ist beispielsweise eine grosse Zahl von Arten bekannt. Im untersuchten Material zeichnen sich ihre Vertreter durch eine enorme Variabilität aus, der die bisherigen Beschreibungen in keiner Weise gerecht werden. Welche Arten tatsächlich unterscheidbar sind und welche stratigraphische Bedeutung ihnen zukommt, kann erst eine kritische morphologische Bearbeitung zeigen. Auch die generische und spezifische Abgrenzung der bisaccaten Luftsackpollen ist sehr schwierig und nur bei vorzüglicher Erhaltung mit einiger Sicherheit durchzuführen. Im vorliegenden Material konnten diese Pollenformen in vielen Fällen nur den beiden Kategorien der striaten bzw. der nichtstriaten Luftsackpollen zugeordnet werden.

Die Angaben zur Stratigraphie der nachgewiesenen Arten beziehen sich im wesentlichen auf die Standardwerke des westeuropäischen Permo-Karbon und auf die zusammenfassende Arbeit von INOSSOVA et al. (1976) über die palynostratigraphische Gliederung des marinen Permo-Karbon im Donetz-Becken. Beobachtungen zur Häufigkeit und Verteilung der einzelnen Taxa in den untersuchten Profilen sind unter dem Stichwort «Verbreitung» zusammengefasst.

## Trilete Sporen

### *Calamospora* SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

*Botanische Zugehörigkeit.* – Eleutherophyllaceae, Sphenophyllaceae, Calamitaceae, Equisetaceae und Noeggerathiinae (vgl. POTONIÉ 1962 und WALTON 1957).

*Stratigraphie.* – Karbon; die Häufigkeit dieser Gattung ist im unteren Perm erheblich reduziert.

*Verbreitung.* – Die Gattung ist im vorliegenden Material regelmässig, doch selten mit mehr als 10% repräsentiert. Eindeutige Trends sind nicht nachweisbar. In den Proben aus der Bohrung Wintersingen sind sie eher selten. Wegen des Erhaltungszustandes sind die verschiedenen Arten nur in den seltensten Fällen zu unterscheiden. In der quantitativen Auswertung wird deswegen nur die Gattung erfasst.

### *Calamospora* cf. *breviradiata* KOSANKE 1950

Tf. 1, Fig. 1

Die Art ist charakterisiert durch das dunkle Zentralfeld im Bereich der trileten Marke. Grösse: 52–71  $\mu$ . Die abgebildete Form ist kleiner; sie entspricht dem von SMITH & BUTTERWORTH (1967) als *C. cf. breviradiata* bezeichneten Typ.

*Stratigraphie.* – Ab Namurian (SMITH & BUTTERWORTH 1967).

### *Calamospora mutabilis* (LOOSE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 1, Fig. 2

Zu dieser Art werden Formen des Grössenbereichs zwischen 65 und 130  $\mu$  gestellt, die kein dunkles Zentralfeld aufweisen.

*Stratigraphie.* – Ab Westphalian (SMITH & BUTTERWORTH 1967).

### *Leiotriletes* (NAUMOVA) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices (POTONIÉ 1962).

In dieser Arbeit werden aufgrund ihrer Grösse vier Formen unterschieden.

*Stratigraphie.* – Die Vertreter der Gattung erscheinen im Namurian. Ihre Hauptverbreitung liegt im Westphalian und Stephanian. Im unteren Perm sind sie bedeutend weniger häufig (vgl. CLAYTON et al. 1977).

*Verbreitung.* – Die Gattung ist im untersuchten Material regelmässig vertreten. Die verschiedenen Formen werden in der quantitativen Auswertung nicht differenziert.

### *Leiotriletes* sp. A (kleinste Form: Grösse bis 50 $\mu$ )

Tf. 1, Fig. 3

### *Leiotriletes* sp. B (kleine Form: grösste Ausdehnung 50–75 $\mu$ )

Tf. 1, Fig. 4

*Leiotriletes* sp. C (mittlere Form: Grösse zwischen 76 und 100  $\mu$ )

Tf. 1, Fig. 5

*Leiotriletes* sp. D (grösste Form: grösste Ausdehnung über 100  $\mu$ )

Tf. 1, Fig. 9

*Punctatisporites* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices, Psilophytopsida (POTONIÉ 1962).

*Verbreitung.* – Die Gattung ist im untersuchten Material mehr oder weniger regelmässig vorhanden. In vielen Fällen ist es schwierig, Arten auseinander zu halten. In der quantitativen Auswertung wird nur die Gattung erfasst.

*Punctatisporites aerarius* BUTTERWORTH & WILLIAMS 1958

Tf. 1, Fig. 6

Die Art ist gekennzeichnet durch ihre feine, granulate Skulptur. Der Vergleich mit anderen, ähnlichen Formen wird von SMITH & BUTTERWORTH (1967, S. 125) ausführlich diskutiert.

*Stratigraphie.* – Bisher ist die Art vor allem aus dem Namurian nachgewiesen.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Punctatisporites* cf. *obesus* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 2, Fig. 1

Nach den Angaben von POTONIÉ & KREMP (1955) misst *P. obesus* 100–130  $\mu$ . Die vorliegende Form ist bedeutend kleiner; sie stimmt aber in den übrigen Merkmalen mit dieser Art überein.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Punctatisporites* sp. A; aff. *Punctatisporites* sp. 5 (sensu PEPPERS 1964)

Tf. 1, Fig. 8

Die Spore weist einen runden Umriss auf. Die Strahlen der trileten Marke sind gerade und relativ kurz. Sie werden von schmalen, verdickten Lippen begleitet. Die Skulptur ist unregelmässig granulat. Der Sporenkörper ist mehrfach und unregelmässig verfaltet.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

?*Punctatisporites* sp. B; aff. *Calamospora obscura* PEPPERS 1964

Tf. 1, Fig. 7

Die vorliegende Form ist sehr gut vergleichbar mit *C. obscura*. Allerdings scheint die Zuordnung zur Gattung *Calamospora* nicht gerechtfertigt. Die Wand ist verhältnismässig dick und weist eine unregelmässige Struktur auf.



*Stratigraphie.* – Die von PEPPERS (1964) beschriebene Art stammt aus dem höheren Pennsylvanian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Acanthotriletes* (NAUMOVA) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Möglicherweise Filices (POTONIÉ 1962, S.91).

*Acanthotriletes aculeolatus* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 1, Fig. 10, 11

Die Abgrenzung der Gattungen *Acanthotriletes*, *Apiculatisporis* und auch *Lophotriletes* ist nicht klar fassbar. Die vorliegenden Formen stimmen sehr gut mit dem Typ von *A. aculeolatus* überein. Auf die generische Zuordnung kann in diesem Zusammenhang nicht weiter eingegangen werden.

*Stratigraphie.* – Westphalian.

*Verbreitung.* – Regelmässig tritt diese Form nur im tieferen Abschnitt der Bohrung Weiach auf. Sie fehlt in den Proben der Bohrung Wintersingen.

*Apiculatisporis* POTONIÉ & KREMP 1956

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Apiculatisporis aculeatus* IBRAHIM 1933, emend. SMITH & BUTTERWORTH 1967

Tf. 1, Fig. 12, 13

Die Skulptur besteht bei dieser Art aus schmalen, zugespitzten Coni. Die Skulpturelemente stehen isoliert. Die Zahl der im Umriss erkennbaren Elemente variiert zwischen 25 und 35.

*Stratigraphie.* – Westphalian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare im Karbon der Bohrung Weiach.

*Apiculatisporis setulosus* (KOSANKE) PIÉRAT 1962

Tf. 2, Fig. 14

Im Vergleich zum Typus weist die abgebildete Form einen abgerundet dreieckigen Umriss auf, was allenfalls auf die starke Kompression zurückzuführen ist. Die Skulpturelemente sind wie beim Typus etwas über 3  $\mu$  lang und an der Basis 1,5–2  $\mu$  breit. Grösse des Typusmaterials 68–79  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Cadiospora* (KOSANKE) VENKATACHALA & BHARDWAJ 1964

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Cadiospora magna* KOSANKE 1950

Tf. 2, Fig. 2

Die Skulptur ist bei der Mehrzahl der Exemplare fein granulat bis gemmat. Hie und da kommen Exemplare mit unregelmässig verteilten, groben Verrucae oder Gemmae vor.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon. Die Hauptverbreitung der Gattung liegt im Donetz-Becken im Kasimovian. Sie kommt auch im Asselian noch sporadisch vor (INOSSOVA et al. 1976). Im Pennsylvanian der Appalachen ist sie durchgehend nachgewiesen (CLENENING 1974). HELBY (1966) erwähnt sie aus der oberen Kuseler Gruppe (Autunian) der Pfalz.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Converrucosisporites* POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Converrucosisporites* cf. *armatus* (DYBOVÁ & JACHOWICZ) SMITH & BUTTERWORTH 1967

Tf. 2, Fig. 9

Im Gegensatz zu *Verrucosisporites* weisen die Arten der Gattung *Converrucosisporites* einen abgerundet dreieckigen Umriss auf. Hinsichtlich ihres Skulpturtyps stimmen die beiden Gattungen überein. Die von SMITH & BUTTERWORTH (1967, Tf. 4, Fig. 19–21) abgebildeten Formen weisen eine bedeutend stärkere Skulptur auf als das vorliegende Material. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass Formen mit weniger ausgeprägter Skulptur vorkommen.

*Stratigraphie.* – Namurian, Westphalian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Cyclogranisporites* POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unsicher; Psilophytopsida, Noeggerathiopsida, Filices (vgl. POTONIÉ 1962).

*Cyclogranisporites aureus* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 2, Fig. 5, 6

Die Art ist charakterisiert durch ihre Grösse, die sphärische Gestalt (sehr häufig stark verfaltet) und durch die feinen Skulpturelemente (Grana), deren Durchmesser im Bereich von 1  $\mu$  liegt.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon. Die Art dominiert in den Proben aus den oberen Breitenbacher Schichten und in der Kuseler Gruppe (Stephanian, Autunian) der Pfalz (HELBY 1966).

*Verbreitung.* – *C. aureus* kommt in beiden Profilen regelmässig vor. Ihr Anteil beträgt meist 1–2%.

*Cyclogranisporites minutus* BHARDWAJ 1957

Tf. 2, Fig. 3, 4

*C. minutus* zeichnet sich durch den runden Umriss, die geringe Grösse und durch die sehr feine trilete Marke aus. Die feine granulate bis gemmate Skulptur ist regelmässig über den ganzen Sporenkörper verteilt. Die meisten der vorliegenden Sporen liegen im oberen Grössenbereich des Typusmaterials.

*Stratigraphie.* – Die Art wurde aus dem Stephanian A beschrieben. Ähnliche Formen kommen schon im Namurian und Westphalian vor (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967, S. 143).

*Verbreitung.* – *C. minutus* ist meist seltener als *C. aureus*. Sie ist in beiden Profilen regelmässig nachzuweisen.

*Granulatisporites* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices (POTONIÉ 1962, GRAUVOGEL-STAMM & DOUBINGER 1975).

Die verschiedenen Arten der Gattung werden vor allem aufgrund ihrer Grösse abgegrenzt.

*Granulatisporites parvus* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 2, Fig. 7, 8

Charakteristisch für diese Art ist die feine granulate Skulptur (Elemente 1  $\mu$ ).

*Stratigraphie.* – *G. parvus* wird häufig aus Assoziationen des Westphalian erwähnt. Sie tritt im oberen Karbon und unteren Perm der Pfalz sporadisch, aber mehr oder weniger durchgehend auf (HELBY 1966).

*Verbreitung.* – Seltenes Begleitelement.

*Granulatisporites* sp. A

Tf. 2, Fig. 10

Der relativ kleine Sporenkörper dieser Form ist abgerundet dreieckig und hat stark konvexe Seiten. Die trilete Marke ist deutlich ausgebildet und weist einen feinen Margo auf. Die Skulptur besteht aus gleichmässig angeordneten Granae von weniger als 1  $\mu$  Durchmesser.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Lophotriletes* (NAUMOVA) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Möglicherweise Filices.

*Lophotriletes commissuralis* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 2, Fig. 11, 12

*L. commissuralis* zeichnet sich durch ihre relativ feinen Skulpturelemente aus. Charakteristisch ist zudem ihre verhältnismässig geringe Grösse (25–34  $\mu$ ).

*Stratigraphie.* – Oberkarbon.

*Verbreitung.* – Im Oberkarbon und im Bereich der Zone VC II ist diese Art z. T. recht häufig. Ein deutlicher Rückgang zeichnet sich in Zone VC I ab. In der Bohrung Wintersingen ist sie aus zwei Proben nachgewiesen.

*Lophotriletes gibbosus* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 2, Fig. 13

Im Unterschied zur vorigen Art ist *L. gibbosus* grösser (40–50  $\mu$ ), und die Skulptur ist entsprechend gröber ausgebildet.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon, unteres Perm.

*Verbreitung.* – Diese Art ist generell seltener als *L. commissuralis*; sie zeigt jedoch eine ähnliche Tendenz in ihrer Verbreitung.

*Lophotriletes ibrahimii* (PEPPERS) PI-RADONY & DOUBINGER 1968

Tf. 3, Fig. 1, 2

*L. ibrahimii* ist von den andern Arten der Gattung deutlich abgegrenzt durch die Verwachsung der Skulpturelemente auf der proximalen Seite. Diese bilden mehr oder weniger kontinuierliche Verdickungen, die parallel zur trileten Marke verlaufen.

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian, Stephanian A.

*Verbreitung.* – Im tieferen Abschnitt des Profils Weiach ist die Art mehr oder weniger regelmässig nachzuweisen. In einer Probe (1654.00) ist sie sogar sehr häufig (29%). Vereinzelt kommt sie auch im Bereich der Zone VC II vor (vgl. Fig. 5).

*Lundbladispora* BALME 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Lycopodiales.

*Lundbladispora gigantea* (ALPERN) DOUBINGER 1968

Tf. 3, Fig. 3, 4

*Stratigraphie.* – Westphalian C – oberes Autunian (vgl. CLAYTON et al. 1977).

*Verbreitung.* – Seltenes Begleitelement.

*Raistrickia* (SCHOPF, WILSON & BENTALL) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices, vgl. GRAUVOGEL-STAMM & DOUBINGER (1975).

*Stratigraphie.* – Die Gattung ist im ganzen Karbon verbreitet. Nach COQUEL et al. (1975) setzt sie an der Wende zum Autunian aus.

*Verbreitung.* – Vertreter der Gattung *Raistrickia* sind vor allem im tieferen Abschnitt des Profils Weiach regelmässig vertreten. Im Bereich der Zone VC I kommen sie nur noch sporadisch vor.

*Raistrickia saetosa* (LOOSE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 3, Fig. 7

Die bekannte Grösse dieser Art liegt zwischen 60 und 90  $\mu$ . Die Skulpturelemente sind bis zu 14  $\mu$  lang. Ihre distalen Enden sind z. T. verbreitert.

*Stratigraphie.* – Namurian–Stephanian (HELBY 1966); Pennsylvanian (CLENENING 1974).

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Raistrickia* cf. *rubida* KOSANKE 1950

Tf. 3, Fig. 5, 6

Die Formen, die hier mit *R. rubida* verglichen werden, sind relativ dickwandig und weisen eine dichte Skulptur mit gestutzten Enden auf (Länge der Elemente 3–5  $\mu$ ). Das Typusmaterial weist etwas grössere Abmessungen auf (61–69  $\mu$ ), und die Skulpturelemente sind entsprechend länger (4–6  $\mu$ ).

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Raistrickia* cf. *superba* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 3, Fig. 14

Diese Art ist charakterisiert durch ihre relativ dünne Wand sowie durch die locker angeordneten Skulpturelemente.

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian (CLENENING 1974).

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Verrucosisporites* (IBRAHIM) SMITH & BUTTERWORTH 1967

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices (REMY & REMY 1955a).

*Verrucosisporites sinensis* IMGRUND 1952

Tf. 3, Fig. 13

Im Unterschied zur folgenden Art ist *V. sinensis* feiner skulptiert. Die meisten Skulpturelemente messen um 2  $\mu$  im Durchmesser. Die Anordnung der Elemente erscheint zudem etwas regelmässiger. *Grösse*: 61–93  $\mu$  (vgl. HELBY 1966). Da zwischen den grob verrucaten Formen von *V. verrucosus* und den eher baculaten Formen von *V. sinensis* alle Übergänge existieren, scheint es wenig sinnvoll, *V. sinensis* einer andern Gattung zuzuordnen [vgl. *Cyclobaculisporites sinensis* (IMGRUND) BHARDWAJ 1957].

*Stratigraphie.* – Die aus dem Perm Chinas beschriebene Art tritt im Stephanian Westeuropas regelmässig auf. In der Pfalz ist sie regelmässig in den Breitenbacher Schichten (oberes Stephanian) und etwas seltener in den Kuseler Schichten (Autunian) vertreten.

*Verbreitung.* – *V. sinensis* und *V. verrucosus* sind im untersuchten Material z. T. recht häufig. In der Zone ST ist nur ein einziges Exemplar von *V. verrucosus* nachgewiesen. Im



mittleren und oberen Profilabschnitt der Bohrung Weiach kommen beide Arten mehr oder weniger regelmässig vor. In der Bohrung Wintersingen sind beide Arten in der höchsten Probe (318.90) häufig.

*Verrucosisporites verrucosus* (IBRAHIM) IBRAHIM 1933

Tf. 3, Fig. 10

Die Skulpturelemente messen bei dieser Art 3–4  $\mu$  im Durchmesser. Ihre Verteilung erscheint zudem unregelmässiger als bei *V. sinensis*. Grösse der Sporen: 50–100  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Vgl. *V. sinensis*. Nach INOSSOVA et al. (1976) reicht die Hauptverbreitung der Art im Donetz-Becken bis ins untere Perm. Sie verschwindet im Asselian.

*Verbreitung.* – Vgl. *V. sinensis*.

*Verrucosisporites elegans* INOSSOVA, in INOSSOVA et al. 1976

Tf. 3, Fig. 8, 9

Die Art ist von den übrigen Vertretern der Gattung abgegrenzt durch ihre geringe Grösse (um 30  $\mu$ ) sowie durch die lockere Verteilung der hohlen Verrucae. Die Zuordnung zur Gattung *Verrucosisporites* scheint fragwürdig.

*Stratigraphie.* – Unteres Perm des Donetz-Beckens (INOSSOVA et al. 1976); Autunian (DOUBINGER & ELSASS 1979).

*Verbreitung.* – *V. elegans* setzt in der Bohrung Weiach in Probe 1403.00 ein. Sie ist im höheren Profil-Abschnitt durchgehend vertreten. Den höchsten Anteil erreicht die Art mit 4% in Probe 361.60 der Bohrung Wintersingen (vgl. Fig. 5 und 7).

*Camptotriletes* (NAUMOVA) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices (cf. SMITH & BUTTERWORTH 1967, S. 199).

*Camptotriletes triangularis* PEPPERS 1970

Tf. 4, Fig. 8, 9

*C. triangularis* ist charakterisiert durch den abgerundet dreieckigen Umriss und die relativ schmalen, 3–4  $\mu$  breiten, zerstreut stehenden Skulpturelemente auf der distalen Sporenhälfte. Die Zuordnung der Art zur Gattung *Camptotriletes* ist fraglich, da bei Vertretern der Gattung normalerweise auch die proximale Seite skulptiert ist.

*Stratigraphie.* – Die Art wird aus dem Pennsylvanian von Illinois beschrieben.

*Verbreitung.* – Mehrere Exemplare dieser Art kommen in Probe 1283.55 der Bohrung Weiach vor.

*Convolutispora* HOFFMEISTER, STAPLIN & MALLOY 1955

*Botanische Zugehörigkeit.* – *Senftenbergia*, Schizaeaceae (SMITH & BUTTERWORTH 1967).

*Convolutispora clivosa* INOSSOVA, in INOSSOVA et al. 1976

Tf. 3, Fig. 11, 12

*C. clivosa* zeichnet sich durch eine dichte und relativ grobe Skulptur aus.

*Stratigraphie.* – Oberstes Karbon und unteres Perm.

*Verbreitung.* – Die Art ist im vorliegenden Material auf die Zone VC beschränkt (tiefster Nachweis in der Bohrung Weiach 1451.50). In einer Probe (1283.55 Bhg. Weiach) erreicht sie 7% der Pollensumme (vgl. Fig. 5 und 7).

*Convolutispora* sp. 2 (sensu PEPPERS 1970, S. 108)

Tf. 4, Fig. 3, 4

Mikrospore von rundlicher Form mit kurzer trileter Marke. Die relativ flache corrugate-verrucate Skulptur reicht bis gegen den proximalen Pol. Im Bereich der Y-Marke ist die Oberfläche mehr oder weniger glatt.

*Stratigraphie.* – Die Form wird aus dem Pennsylvanian von Illinois erwähnt.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Convolutispora* cf. *alpernii* PI-RADONY & DOUBINGER 1968

Tf. 4, Fig. 1, 2

Im Unterschied zur typischen *C. alpernii* erscheint die Skulptur bei der vorliegenden Form etwas dichter. Der Durchmesser der Luminae variiert ebenfalls zwischen 4 und 7  $\mu$ , und die Abmessungen der aufgesetzten Verrucae entsprechen dem Typmaterial.

*Stratigraphie.* – Die Art wird aus dem Stephanian A beschrieben. Eine entsprechende Form erwähnt PEPPERS (1964, S. 17) unter der Bezeichnung *Convolutispora* sp. 1 aus dem Pennsylvanian von Illinois.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare im Bereich des oberen Stephanian und des tieferen Autunian der Bohrung Weiach.

*Microreticulatisporites* (KNOX) POTONIÉ & KREMP 1954

Botanische Zugehörigkeit. – ?Filices.

*Microreticulatisporites nobilis* (WICHER) KNOX 1950

Tf. 4, Fig. 13, 14

Die Luminae des feinmaschigen Reticulums messen bei *M. nobilis* ca. 1  $\mu$  im Durchmesser. Die Zahl der Einbuchtungen entlang dem Äquatorumriss liegt über 25. Die distale Oberfläche der Muri ist abgerundet.

*Stratigraphie.* – Westphalian B (Zone NJ)–Stephanian B (Zone ST); siehe CLAYTON et al. (1977). Im Donetz-Becken kommt die Art im unteren Perm noch sporadisch vor (INOSSOVA et al. 1976, Fig. 3).

*Verbreitung.* – Im tieferen Abschnitt der Bohrung Weiach (Basis – 1689.00) z. T. häufig; im höheren Abschnitt und in der Bohrung Wintersingen sind Einzelkörner nachzuweisen (vgl. Fig. 5 und 7).

*Microreticulatisporites* cf. *microtuberosus* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1955

Tf. 4, Fig. 5

Im Unterschied zu *M. nobilis* oder *M. sulcatus* ist dieser Typ durch die auf den Muri sitzenden markanten Baculae oder Verrucae gekennzeichnet. Die vorliegenden Formen sind etwas kleiner als das Typusmaterial (40–50  $\mu$  gegenüber 55–85  $\mu$ ). Sie stimmen sehr gut mit den von HELBY (1966, Tf. 1, Fig. 13) unter cf. *Microreticulatisporites microtuberosus* zusammengefassten Formen überein.

*Stratigraphie.* – HELBY erwähnt diese Formen aus dem Stephanian der Pfalz.

*Verbreitung.* – *M.* cf. *microtuberosus* ist in ihrem Vorkommen auf den tieferen Abschnitt der Bohrung Weiach beschränkt (Basis – 1614.50, vgl. Fig. 5).

*Microreticulatisporites sulcatus* (WILSON & KOSANKE) SMITH & BUTTERWORTH 1967

Tf. 4, Fig. 6, 7

Im Gegensatz zu *M. nobilis* ist die Skulptur bei *M. sulcatus* deutlich gröber. Die Zahl der Einbuchtungen entlang des Äquators liegt zwischen 20 und 25.

*Stratigraphie.* – Die Art ist vor allem im höheren Westphalian verbreitet (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967).

*Verbreitung.* – Wie *M.* cf. *microtuberosus* (vgl. Fig. 5).

*Microreticulatisporites lacunosus* (IBRAHIM) KNOX 1950

Tf. 4, Fig. 10

Bei *M. lacunosus* handelt es sich um eine relativ grosse Form (um 80  $\mu$ ) mit feinmaschigem Reticulum.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon.

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Retitriletes* (VAN DER HAMMEN, in PIERCE 1961) emend. DÖRING, KRUTZSCH, MAI & SCHULZ 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Lycopodiales.

*Retitriletes* sp. A

Tf. 4, Fig. 16, 17

Diese Sporen weisen einen rundlichen bis abgerundet dreieckigen Umriss auf. Die zarten Strahlen der Y-Marke sind gerade und reichen fast bis zum Äquator. Die Skulptur der distalen Seite besteht aus einem mehr oder weniger regelmässigen Reticulum mit maximaler Maschenweite von etwa 6  $\mu$ . Die Muri sind schmal (unter 1  $\mu$ ) und etwa 1  $\mu$  hoch. In Aufsicht erscheinen sie etwas gewellt, in den Ecksektoren sind sie leicht verstärkt. Vom Äquator gegen den proximalen Pol nimmt die Maschenweite des Reticulums ab und wird unregelmässig. Der proximale Polbereich trägt eine feine granulate Skulptur.

Möglicherweise ist die Form mit *Dictyotriletes* sp. A aus der Dunkard Group zu vergleichen (CLENEDENING 1974).

*Verbreitung.* – Einzelkörner in den Zonen VC (vgl. Fig. 5 und 7).

*Ahrensisporites* POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Ahrensisporites* cf. *guerickei* (HORST) POTONIÉ & KREMP 1954

Tf. 4, Fig. 15

Für *A. guerickei* geben POTONIÉ & KREMP (1954) eine Grösse von 50–84  $\mu$  an. Die hier vorliegenden Formen sind alle kleiner. Abgesehen davon stimmen sie gut mit dem Typus überein.

*Stratigraphie.* – Ab Namurian (SMITH & BUTTERWORTH 1967).

*Verbreitung.* – *A. cf. guerickei* tritt als seltenes Begleitelement im Profil Weiach auf.

*Firmysporites* PI-RADONY & DOUBINGER 1968

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Firmysporites* cf. *irregularis* PI-RADONY & DOUBINGER 1968

Tf. 4, Fig. 11, 12

Die Art ist gekennzeichnet durch deutliche Leisten, welche die distale Seite der Spore in einem unregelmässigen Muster überziehen. Die in unserem Material festgestellten Formen sind mit 45–50  $\mu$  durchwegs etwas grösser als der Typus (35  $\mu$ ).

*Stratigraphie.* – *F. irregularis* wurde aus dem Stephanian A beschrieben. Im Profil von Montceau (DOUBINGER 1983) ist sie auch in den jüngsten Schichten, die in der vorliegenden Arbeit der Zone VC II zugeordnet werden, noch sporadisch vertreten.

*Verbreitung.* – Die Art kommt in beiden Profilen als relativ seltenes Begleitelement vor.

*Tripartites* (SCHEMEL) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Stratigraphie.* – Nach CLAYTON et al. (1977) ist die Gattung auf das tiefere Karbon (Visean, Namurian) beschränkt.

*Tripartites aductus* (ISCHENKO) SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. 1976

Tf. 5, Fig. 1, 2

*T. aductus* ist gekennzeichnet durch die mehr oder weniger durchgehende verrucate Skulptur, die an den Auriculae am stärksten entwickelt ist.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon des Donetz-Beckens.

*Verbreitung.* – Einzelkorn.

*Triquitrites* (WILSON & COE) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Stratigraphie.* – Visean-Perm (CLAYTON et al., 1977). Nach INOSSOVA et al. (1976) verschwindet die Gattung im Donetz-Becken im Gzhelian.

*Verbreitung.* – Vgl. Fig. 5 und 7.

*Triquitrites protensus* KOSANKE 1950

Tf. 5, Fig. 3

Die Ecksektoren sind bei dieser Art unregelmässig verdickt. Grösse: 33–39  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare in der Bohrung Weiach.

*Triquitrites spinosus* (KOSANKE) HELBY 1966

Tf. 5, Fig. 19

Die Art ist charakterisiert durch den abgerundet dreieckigen Umriss, durch die dicke Sporenwand und die lockere Anordnung der markanten Verrucae auf der distalen Seite und im Äquatorbereich.

*Stratigraphie.* – Westphalian und Stephanian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Triquitrites tribullatus* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 5, Fig. 5

Kennzeichen dieser Art sind die gestutzten bis zweilappigen Auriculae. Grösse: 40–70  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Namurian–Stephanian. Vergleichbare Formen sind auch aus dem Pennsylvanian der Appalachen nachgewiesen (CLENEDENING 1974).

*Verbreitung.* – Einzelexemplare im Material der Bohrung Weiach.

*Triquitrites tripartitus* ALPERN 1958

Tf. 5, Fig. 4

*T. tripartitus* zeichnet sich durch die unregelmässig echinate-verrucate Skulptur aus.

*Stratigraphie.* – Stephanian.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare in der Bohrung Weiach.

*Triquitrites* sp. 2 (sensu PEPPERS 1964)

Tf. 5, Fig. 6, 7

Diese relativ kleine Spore ist gekennzeichnet durch ihren abgestutzt dreieckigen Umriss mit konkaven Seiten. Die Ecksektoren sind nur leicht verdickt. Der ganze Spo-



renkörper ist von einer flachwarzigen Skulptur bedeckt. Entlang der Y-Marke erscheint die Wand etwas verdickt; im Phasenkontrast-Bild ist eine feine Lippenbildung zu erkennen.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon von Illinois.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Triquitrites* sp. 4 (sensu PEPPERS 1964)

Tf. 5, Fig. 8, 9

Abgesehen von der geringeren Grösse (36  $\mu$  gegenüber 48  $\mu$ ) ist die vorliegende Form sehr gut mit PEPPERS Material zu vergleichen. Charakteristisch ist das undeutliche und unregelmässige Reticulum, das in den Radialsektoren am stärksten ausgebildet ist.

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian von Illinois.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Knoxisporites* (POTONIÉ & KREMP) NEVES & PLAYFORD 1961

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Knoxisporites glomus* SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. 1976

Tf. 5, Fig. 10, 11

Die sehr charakteristisch gebaute Spore wurde von DOUBINGER (1974, Tf. 3, Fig. 4) als *Knoxisporites* sp. bezeichnet. CLENDENING (1974, Tf. 12, Fig. 14) erfasste die Art unter der Bezeichnung *Knoxisporites* sp. A.

*Stratigraphie.* – Nach INOSSOVA et al. (1976) erscheint die Art im Donetz-Becken im obersten Karbon. Regelmässig und als charakteristisches Element tritt sie dort im unteren Perm auf. Im Becken von Autun ist sie aus den Couches de Lally und Couches de Surmoulin nachgewiesen (DOUBINGER 1974, DOUBINGER & ELSASS 1979). CLENDENING (1974) erwähnt sie aus der Council Grove Group von Kansas.

*Verbreitung.* – *K. glomus* tritt im Profil von Weiach ausschliesslich im höheren Abschnitt (ab 1451.50) auf. Sie ist dann mehr oder weniger regelmässig nachzuweisen. In der Bohrung Wintersingen tritt sie mit Ausnahme einer Probe durchgehend auf (vgl. Fig. 5 und 7).

*Polymorphisporites* ALPERN 1958

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Stratigraphie.* – Die Gattung ist im Stephanian und im unteren Autunian (Zone VC) verbreitet (vgl. CLAYTON et al. 1977).

*Polymorphisporites laevigatus* ALPERN 1958

Tf. 5, Fig. 12

*P. laevigatus* zeichnet sich durch die abgerundet dreieckige Form und durch das Vorhandensein eines regelmässigen Cingulums aus. Die feine trilete Marke ist von deutlichen Lippen begleitet.

*Stratigraphie.* – Stephanian.  
*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Polymorphisporites reticuloides* ALPERN 1958

Tf. 5, Fig. 13, 14

*P. reticuloides* ist charakterisiert durch die unregelmässige corrugate Skulptur, die ein flaches, reticuloides Muster bildet. Das Cingulum wird von diesem Muster z. T. durchbrochen. Grösse: Holotyp 58  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Stephanian (ALPERN 1958).  
*Verbreitung.* – Einzelexemplar.

*Reticulatisporites* (IBRAHIM) NEVES 1964

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Reticulatisporites* cf. *reticulocingulum* LOOSE 1934

Tf. 5, Fig. 15, 16

Der Zuordnung dieser Art zu *Dictyotriletes* durch SMITH & BUTTERWORTH (1967) wird hier nicht gefolgt, da bei den von ihnen abgebildeten Formen (Tf. 11, Fig. 27–29) offensichtlich der ganze Sporenkörper vom Reticulum bedeckt ist. Hingegen ist das grobmaschige Reticulum bei der vorliegenden Form auf die Distalseite beschränkt. Die etwa 2  $\mu$  breiten und maximal 5  $\mu$  hohen Muri zeigen in der Aufsicht eine granulate Struktur, d. h. ihre distale Begrenzung ist granulat bis fein verrucate.

*Stratigraphie.* – Die typische *R. reticulocingulum* ist aus dem höheren Westphalian des Ruhrgebiets bekannt (POTONIÉ & KREMP 1955).

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Savitrissporites* BHARDWAJ 1955

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filices.

*Savitrissporites camptotus* (ALPERN) DOUBINGER 1968

Tf. 5, Fig. 17, 18

Die Vertreter der Gattung *Savitrissporites* erscheinen im Material aus der Bohrung Weiach sehr formenreich. Ob es sich um eine ausgesprochene Variabilität der Sporen oder um verschiedene Arten handelt, kann im Augenblick nicht entschieden werden. Die unter *S. camptotus* zusammengefassten Formen stimmen mit dem Typus in Grösse (60–100  $\mu$ ) und Skulptur überein. Die von SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. 1976, beschriebene Art *Callisporites herbarius* wird hier als Synonym von *S. camptotus* betrachtet.

*Stratigraphie.* – Oberstes Westphalian (Zone OT) und Stephanian (Zonen ST und NBM) nach CLAYTON et al. (1977). INOSSOVA et al. (1976, Fig. 3) geben *C. herbarius* aus den Zonen I–X (höheres Moskovian–höheres Gzhelian) an.

*Verbreitung.* – Die Art ist im tieferen Abschnitt der Bohrung Weiach (Basis – 1700.00) regelmässig vertreten. Im höheren Bereich sind noch einzelne Exemplare nachzuweisen. Die Art fehlt in den Proben aus der Bohrung Wintersingen (vgl. Fig. 5).

*Savitrisorites* aff. *camptotus* (ALPERN) DOUBINGER 1968

Tf. 6, Fig. 1, 2

Die als *S.* aff. *camptotus* zusammengefassten Formen liegen im Grössenbereich des Typusmaterials. Das Reticulum, das verhältnismässig schwach entwickelt ist, trägt in den Ecksektoren der Luminae deutliche Verrucae oder Baculae. Gegenüber diesen markanten Elementen tritt das Reticulum häufig stark zurück. Es ergibt sich dadurch eine gewisse Ähnlichkeit zu der von PI-RADONY & DOUBINGER (1968) beschriebenen Form *Schopfites vetterii*.

*Verbreitung.* – Diese Form ist auf den tieferen Bereich der Bohrung Weiach beschränkt (vgl. Fig. 5).

*Savitrisorites* sp. A

Tf. 6, Fig. 6, 7

Eine weitere Form dieser Gruppe ist gekennzeichnet durch ihre relativ geringe Grösse (um 50  $\mu$ ) und durch eine sehr stark ausgeprägte Leistenskulptur. Die Leisten der distalen Seite messen 4–8  $\mu$ . Sie werden von breiten Verrucae bis zu 4  $\mu$  überragt. Die Querverbindungen zwischen den Leisten sind wenig entwickelt, so dass insgesamt die Leistenskulptur über das Reticulum dominiert. Gegen den proximalen Pol zu werden die Elemente allmählich feiner. Die Form ist vergleichbar mit *S. varicosus* CHÂTEAUNEUF 1971.

*Verbreitung.* – Wie *S.* aff. *camptotus* (vgl. Fig. 5). *S. varicosus* reicht nach der Zonierung von CHÂTEAUNEUF (1971) bis in Zone 4 (unteres Stephanian).

*Secarisorites* NEVES 1961

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Secarisorites* cf. *crenatus* PEPPERS 1964

Tf. 6, Fig. 4, 5

Die Sporen weisen einen abgerundeten dreieckigen bis rundlichen Umriss auf. Die Strahlen der Y-Marke reichen bis zum Äquator. Sie sind von deutlichen Lippen begleitet. Die Skulptur der proximalen und der distalen Seite ist deutlich verschieden; distal ist sie unregelmässig flach verrucat, wobei der Durchmesser der Verrucae von 1 bis 8  $\mu$  variiert. Die proximale Seite ist von kleinen Verrucae (Durchmesser 1–2  $\mu$ ) unregelmässiger, oft zerfliessender Form besetzt. Hervorstechendes Merkmal aller Vertreter der Gattung *Secarisorites* ist das durch grosse Gemmae oder Lappen besetzte Cingulum. Im Unterschied zur typischen *S. crenatus* sind diese Lappen bei der vorliegenden Form in den Ecksektoren wenig differenziert. SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. (1976), beschreibt eine sehr ähnliche Form als *Lycospora pseudohirta*.

*Stratigraphie.* – *S. crenatus* wird aus dem Pennsylvanian von Illinois beschrieben. Die zweite mögliche Vergleichsform – *L. pseudohirta* – tritt nach sporadischen Nachweisen im Kasimovian und Gzhelian von Zone XI an (höchste Zone des Oberkarbon) regelmässig und z. T. häufig auf (INOSSOVA et al. 1976, Fig. 3).

*Verbreitung.* – Einzelkörner in Zone VC I von Weiach; in Probe 1443.00 erreicht die Form 13% der Pollensumme (vgl. Fig. 5).

*Westphalensisporites* ALPERN 1958

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

?*Westphalensisporites irregularis* ALPERN 1958

Tf. 6, Fig. 9, 10

Die vorliegende Form ist aufgrund ihres unregelmässig ausgebildeten Cingulums am ehesten mit *W. irregularis* zu vergleichen. Der Sporenkörper ist auf seiner distalen Seite von einem unregelmässigen Netzwerk von Leisten und Verrucae überzogen. Die proximale Seite erscheint mehr oder weniger glatt.

*Stratigraphie.* – Die Art reicht nach CLAYTON et al. (1977) vom Westphalian A (Zone RA) bis ins obere Stephanian (Zone NBM).

*Verbreitung.* – Mit Ausnahme des obersten Abschnittes (1374.30–1254.90) ist die Art in der Bohrung Weiach durch Einzelexemplare belegt.

*Crassispora* (BHARDWAJ) SULLIVAN 1964

*Botanische Zugehörigkeit:* Sigillariaceae; ähnliche Sporenformen wurden von RETTSCHLAG & REMY (1954) aus *Sigillariostrobus ciliatus* KIDSTON isoliert (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967).

*Crassispora kosankei* (POTONIÉ & KREMP) BHARDWAJ 1957

Tf. 6, Fig. 8

Die trilete Marke ist bei diesen Sporen kaum sichtbar. Im Äquatorbereich ist die Exine verdickt. Die distale Seite trägt zerstreute Verrucae von 1 bis 2 µ Durchmesser.

*Stratigraphie.* – Namurian bis Stephanian C; die Hauptverbreitung liegt zwischen Namurian B und Westphalian C (CLAYTON et al. 1977). Im Donetz-Becken tritt die Gattung im Gzhelian (Zone X) letztmalig auf (Inossova et al. 1976).

*Verbreitung.* – Im vorliegenden Material ist die Art mehr oder weniger durchgehend als seltenes Begleitelement nachzuweisen. In einer Probe (1700.00) aus der Bohrung Weiach erreicht sie 12% der Pollensumme.

*Cirratriradites* WILSON & COE 1940

*Botanische Zugehörigkeit.* – Lycopsida.

*Cirratriradites cf. annuliformis* KOSANKE & BROKAW, in KOSANKE 1950

Tf. 7, Fig. 10

Die abgebildete Form weist die typische radiale Struktur der Zona auf. Allerdings fehlt das distale Reticulum. Formen ohne die distalen Wandverdickungen liegen im Bereich der Variationsbreite von *C. annuliformis* (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967).

*Stratigraphie.* – Die Art wurde aus dem Pennsylvanian N-Amerikas beschrieben. In Europa ist sie ebenfalls im Oberkarbon nachzuweisen.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Cirratriradites annulatus* KOSANKE & BROKAW, in KOSANKE 1950

Tf. 6, Fig. 11, 12

Bei dieser Art ist die Zona in den Ecksektoren verbreitert. Die distalen Wandverdickungen bilden ein weitmaschiges Reticulum mit zentral gelegener Fovea.

*Stratigraphie und Verbreitung.* – Wie *C. cf. annuliformis*.

*Densosporites* (BERRY) BUTTERWORTH, JANSONIUS, SMITH & STAPLIN 1964

*Botanische Zugehörigkeit.* – Lycopsida (BHARDWAJ 1958).

*Stratigraphie.* – Die Gattung kommt bereits im Devon vor. Im Karbon ist sie durchgehend vorhanden. Nach CLAYTON et al. (1977) fehlt sie im Autunian. Im Donetz-Becken kommt sie noch im Perm vor (INOSSOVA et al. 1976).

*Verbreitung.* – Alle nachgewiesenen Vertreter der Gattung sind selten. Insgesamt sind sie aber mehr oder weniger durchgehend vorhanden (vgl. Fig. 5 und 7).

*Densosporites ruhus* KOSANKE 1950

Tf. 7, Fig. 4

Die äquatoriale Zone trägt bei dieser Spore eine grobe, unregelmässige verrucate Skulptur. Im distalen und proximalen Bereich ist die relativ dünne Sporenwand punctat. Grösse: 42–53  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian.

*Densosporites granulosus* KOSANKE 1950

Tf. 7, Fig. 3

*D. granulosus* ist charakterisiert durch kleine Skulpturelemente (Grana) im proximalen Bereich und kleine Echinae in der äquatorialen Zone.

*Stratigraphie.* – Pennsylvanian.

*Lycospora* (SCHOPF, WILSON & BENTALL) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Lycopsida, baumförmige Lepidodendren (vgl. CHALONER 1953b).



*Stratigraphie.* – Visean – unteres Autunian (CLAYTON et al. 1977). Die verschiedentlich vorgeschlagene Abgrenzung von karbonischen und permischen Assoziationen aufgrund des Auftretens oder Fehlens von *Lycospora* ist nicht stichhaltig (vgl. auch CLENDENING 1975a).

*Lycospora pusilla* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 6, Fig. 3

Die einzige in unserem Material vorkommende Art der Gattung *Lycospora* zeichnet sich durch eine granulate bis fein gemmate Skulptur aus.

*Stratigraphie.* – Nach INOSSOVA et al. (1976) tritt die Art im Moskovian häufig auf; sie zeigt dann einen markanten Rückgang und ist im Asselian während einer relativ kurzen Phase wieder stark repräsentiert (Zonen VII–XIII).

*Verbreitung.* – Die quantitative Verteilung von *L. pusilla* variiert stark. Ihr maximaler Anteil an der Pollensumme beträgt 16% (Weiach – 1614.50). Meistens liegt ihr Anteil im Bereich von wenigen Prozenten (vgl. Fig. 5 und 7).

*Vestispora* (WILSON & HOFFMEISTER) WILSON & VENKATACHALA 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Noeggerathiopsida?; Sphenopsida (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967, S. 295).

*Vestispora fenestrata* (KOSANKE & BROKAW) WILSON & VENKATACHALA 1963

Tf. 7, Fig. 1, 2

Die Art ist durch die foveolate Skulptur und durch das Operculum am proximalen Pol unverkennbar.

*Stratigraphie.* – Nach CLAYTON et al. (1977) reicht sie vom Westphalian C (Zone SL) bis ins Stephanian B (Zone ST). Im Donetz-Becken erscheint sie im Moskovian und reicht bis ins untere Kasimovian (Basis Zone V).

*Verbreitung.* – *V. fenestrata* ist im tiefsten Abschnitt der Bohrung Weiach (Basis – 1827.00) regelmässig nachzuweisen (vgl. Fig. 5).

*Endosporites* WILSON & COE 1940

*Botanische Zugehörigkeit.* – Lycopsida.

*Endosporites globiformis* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 7, Fig. 16

Diese cavate Sporenform weist einen relativ kleinen, jedoch deutlich differenzierten Zentralkörper auf. Die Strahlen der Y-Marke erstrecken sich bis zum Rand des Zentralkörpers.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon und unteres Perm. Nach INOSSOVA et al. (1976) liegt die Hauptverbreitung der Gattung im Kasimovian und im unteren Gzhelian. Sie setzt im Asselian aus.

*Verbreitung.* – Die Häufigkeit von *E. globiformis* liegt meist im Bereich von wenigen Prozenten.

### Monolete Sporen

#### *Laevigatosporites* IBRAHIM 1933

*Botanische Zugehörigkeit.* – Heterogen; Sphenopsida und Filicales (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967, S. 283).

*Stratigraphie.* – Die Vertreter der Gattung sind ab dem oberen Namurian verbreitet (vgl. CLAYTON et al. 1977). Sehr häufig sind sie insbesondere im Westphalian und im Stephanian. Ein markanter Rückgang der Häufigkeit ist im oberen Autunian (Zone DS) festzustellen.

*Verbreitung.* – Die Vertreter von *Laevigatosporites* kommen im untersuchten Material durchgehend mehr oder weniger häufig vor. In einzelnen Proben erreichen sie über 10 % der Pollensumme. Im Bereich der Zone VC I sind sie eher selten (vgl. Fig. 5 und 7).

#### *Laevigatosporites vulgaris* IBRAHIM 1933

Tf. 7, Fig. 5

Die Arten dieser Gattung werden im wesentlichen aufgrund ihrer Grösse unterschieden. Die Abgrenzung ist somit rein künstlich. Formen mit einer Grösse zwischen 65 und 100  $\mu$  werden zu *L. vulgaris* gestellt (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967, S. 281ff).

*Verbreitung.* – *L. vulgaris* ist gegenüber den beiden folgenden Arten relativ selten.

#### *Laevigatosporites minor* LOOSE 1934

Tf. 7, Fig. 7

Formen des Grössenbereichs zwischen 35 und 64  $\mu$  werden als *L. minor* bezeichnet.

*Verbreitung.* – Der grösste Teil der im untersuchten Material vorliegenden Formen ist *L. minor* oder *L. minimus* zuzuordnen.

#### *Laevigatosporites minimus* (WILSON & COE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

Tf. 7, Fig. 6

Sporen, deren grösste Ausdehnung unter 35  $\mu$  liegt, fallen in die Formgruppe von *L. minimus*.

#### *Latosporites* POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filicales.

Die Formen der Gattung *Latosporites* unterscheiden sich von der sehr ähnlichen Gattung *Laevigatosporites* durch ihren gedrungenen ovalen bis runden Umriss.

*Stratigraphie.* – Die Gattung hat ihre Hauptverbreitung im Oberkarbon (ab Westphalian C). Ihre Häufigkeit nimmt im unteren Perm markant ab.

*Verbreitung.* – Vgl. Fig. 4 und 6.

*Latosporites cf. latus* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1954

Tf. 7, Fig. 8

Monolete, relativ dickwandige Sporen von beinahe sphärischer Gestalt und einer Grösse zwischen 60 und 90  $\mu$  werden zu *L. latus* gestellt. Das abgebildete Exemplar und die meisten nachgewiesenen Formen dieser Gruppe sind kleiner. In der vorliegenden Arbeit werden Formen, deren grösste Ausdehnung über 30  $\mu$  misst, als *L. cf. latus* bezeichnet.

*Verbreitung.* – Diese Form lässt sich mehr oder weniger durchgehend nachweisen. Sie ist jedoch generell seltener als *L. globosus*.

*Latosporites globosus* (SCHEMEL) POTONIÉ & KREMP 1954

Tf. 7, Fig. 9

Monolete Sporen mit rundem oder breitovalen Umriss der Grösse 19–30  $\mu$  fallen in die Formgruppe von *L. globosus*.

*Verbreitung.* – Mit Ausnahme der Proben aus der Zone VC I ist *L. globosus* durchgehend und z. T. häufig vertreten.

*Punctatosporites* IBRAHIM 1933

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filicales, Pecopteridae.

*Stratigraphie.* – Hauptverbreitung der Gattung im Oberkarbon. Sie tritt im Westphalian erstmals auf und reicht bis ins obere Perm (vgl. ALPERN & DOUBINGER 1973).

*Verbreitung.* – Mit Ausnahme des Bereichs der Zone VC I ist die Gattung im untersuchten Material häufig bis dominant (vgl. Fig. 4 und 6).

*Punctatosporites granifer* (POTONIÉ & KREMP) ALPERN & DOUBINGER 1973

Tf. 7, Fig. 11

Diese Art unterscheidet sich von der ähnlichen *P. rotundus* durch ihre längere Dehisenzenmarke. Insgesamt erscheinen die Vertreter der Gattung *Punctatosporites* sehr variabel in Gestalt und Skulptur. Grösse: 14–42  $\mu$ .

*Punctatosporites rotundus* BHARDWAJ 1957, emend. ALPERN & DOUBINGER 1973

Tf. 7, Fig. 13, 14

*P. rotundus* unterscheidet sich von den andern Arten der Formgruppe (*P. granifer*, *P. granulatus*) durch ihren breitovalen bis runden Umriss. Grösse: 15–25  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – Oberkarbon; die Art ist vor allem im Stephanian häufig.

*Punctatosporites minutus* IBRAHIM 1933, emend. ALPERN & DOUBINGER 1973

Tf. 7, Fig. 15

In dieser Art werden kleine (längste Ausdehnung 15–30  $\mu$ ), feinskulptierte (mikrogra-

nulate) Formen mit ovalem bis rundlichem Umriss zusammengefasst. Die Dehiszenzmarke ist relativ kurz und erreicht den Äquator nicht.

*Stratigraphie.* – Westphalian und Stephanian (ALPERN & DOUBINGER 1973). Im Donetz-Becken ist die Art im Moskovian häufig (INOSSOVA et al. 1976). HELBY (1966) erwähnt sie aus dem Stephanian und aus dem Autunian der Pfalz.

### *Spinosporites* ALPERN 1958

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filicales, Pecopteridae; Sporen des Typs *S. spinosus* wurden in den Sporangien von *Pecopteris permica* gefunden (ALPERN & DOUBINGER 1973).

*Verbreitung.* – Die Vertreter der Gattung erscheinen im untersuchten Material regelmässig (vgl. Fig. 5 und 7). Die Differenzierung der Arten ist nicht in allen Fällen möglich. *S. spinosus* ist generell häufiger als *S. exiguus*.

### *Spinosporites spinosus* ALPERN 1958

Tf. 7, Fig. 12

Die Art zeichnet sich durch ihre feinechinete Skulptur aus. Die monolette Marke ist selten deutlich sichtbar. Grösse: 25–55  $\mu$ .

*Stratigraphie.* – *S. spinosus* tritt erstmals im Westphalian D auf. Sie verschwindet im Autunian. Ihr Hauptvorkommen erstreckt sich vom Stephanian B bis D (Zonen ST und NBM, nach CLAYTON et al. 1977).

*Verbreitung.* – Siehe oben.

### *Spinosporites exiguus* UPSHAW & HEDLUND 1967

Tf. 7, Fig. 17, 18

*S. exiguus* unterscheidet sich von der vorigen Art im wesentlichen durch ihre geringe Grösse (15–18  $\mu$ ).

*Stratigraphie und Verbreitung.* – Siehe oben.

### *Thymospora* WILSON & VENKATACHALA 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filicales, Pecopteridae.

*Stratigraphie.* – Die Gattung tritt im Westphalian D erstmals auf und reicht bis ins Autunian. Ihre grösste Häufigkeit erreicht sie im Stephanian (Zonen OT, ST und NBM, nach CLAYTON et al. 1977). Im Donetz-Becken ist sie bereits im oberen Moskovian sehr häufig. Sie setzt auch hier im unteren Perm aus (INOSSOVA et al. 1976).

### *Thymospora thiessenii* (KOSANKE) WILSON & VENKATACHALA 1963

Tf. 8, Fig. 1–3

*T. thiessenii* zeichnet sich durch eine relativ grobe rugulate Skulptur aus. Die Grösse dieser monoleten Spore schwankt zwischen 14 und 25  $\mu$ . Die Abgrenzung zu der sehr ähnlichen *T. obscura* scheint bei der beobachteten morphologischen Variabilität eher

willkürlich zu sein. Die Unterschiede sind nach ALPERN & DOUBINGER (1973, S. 71) möglicherweise auf unterschiedliche Erhaltung zurückzuführen. Die beiden Arten werden hier nicht getrennt aufgeführt.

*Stratigraphie.* – Siehe oben.

*Verbreitung.* – *T. thiessenii* ist im untersuchten Material mit Ausnahme des Bereichs der Zone VC I häufig und z. T. dominant (vgl. Fig. 5 und 7).

*Thymospora pseudothiessenii* (KOSANKE) WILSON & VENKATACHALA 1963

Tf. 8, Fig. 5

*T. pseudothiessenii* unterscheidet sich von den oben erwähnten Arten durch ihre Grösse (26–46  $\mu$ ).

*Stratigraphie.* – Wie *T. thiessenii*.

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Torispora* (BALME) DOUBINGER & HORST 1961

*Botanische Zugehörigkeit.* – Filicales, Pecopteridae.

*Stratigraphie.* – Die Gattung tritt im Westphalian C erstmals auf und kann bis ins Autunian nachgewiesen werden. Ihre Hauptverbreitung liegt im oberen Westphalian und im Stephanian (Zonen SL, OT und ST, nach CLAYTON et al. 1977). Im Donetz-Becken reicht sie vom Moskovian bis ins obere Ghzelian (INOSSOVA et al. 1976).

*Torispora securis* BALME 1952

Tf. 8, Fig. 4

Für diese Art ist die auffällige Verdickung der Sporenwand und die feine, granulate bis foveolate Skulptur typisch.

*Verbreitung.* – *T. securis* erscheint im tiefsten Abschnitt der Bohrung Weiach regelmässig. Im übrigen Material ist sie relativ selten (vgl. Fig. 5 und 7).

**Monosaccate Luftsackpollen**

*Candidispora* VENKATACHALA 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Candidispora candida* VENKATACHALA 1963

Tf. 8, Fig. 9

Die Gattung unterscheidet sich von den ähnlichen Formen wie *Potonieisporites* und *Guthoerlisporites* in der Ausbildung der Y-Marke. Ein Strahl der Marke steht ungefähr senkrecht auf den andern beiden. Der Zentralkörper hebt sich deutlich ab; er ist allerdings nicht dunkel wie bei *Guthoerlisporites*.



*Stratigraphie.* – Stephanian und unteres Perm (Zonen ST, NMB und VC, nach CLAYTON et al. 1977).

*Verbreitung.* – Im Bereich der Zonen VC der Bohrung Weiach regelmässig nachzuweisen. Im tieferen Abschnitt dieser Bohrung kommt sie nur sporadisch vor. Im Material der Bohrung Wintersingen wurde sie nicht gefunden (vgl. Fig. 5).

*Wilsonites* (KOSANKE) KOSANKE 1959

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Wilsonites vesicatus* (KOSANKE) KOSANKE 1959

Tf. 8, Fig. 8

Bei der vorliegenden Form sind die geraden Strahlen der Y-Marke gut erkennbar. Mehr oder weniger parallel dazu verlaufen Verfaltungen des Zentralkörpers.

*Stratigraphie.* – *W. vesicatus* wurde aus dem Pennsylvanian der USA beschrieben. Die Hauptverbreitung der Gattung liegt nach INOSSOVA et al. (1976) zwischen oberem Moskovian und Gzhelian. Sie setzt im Donetz-Becken im unteren Asselian aus. Nach HELBY (1966) stellt *W. vesicatus* einen bedeutenden Bestandteil der Mikroflora des Breitenbacher Flözes (Stephanian) dar. In den oberen Breitenbacher Schichten kommt sie gelegentlich vor, ebenso in den mittleren Kuseler Schichten (Autunian).

*Verbreitung.* – Im untersuchten Material regelmässig und z. T. häufig. In einer Probe aus der Bohrung Weiach (1331.20) erscheint sie dominant.

*Wilsonites* sp. A.

Tf. 8, Fig. 6, 7

Diese Form ist etwas kleiner (60–75  $\mu$ ) als die typische *W. vesicatus*. Sie ist charakterisiert durch die verrucate Skulptur auf der ganzen Oberfläche. Die einzelnen Elemente messen 1–4  $\mu$  im Durchmesser. Im Bereich des Zentralkörpers sind sie durchschnittlich etwas grösser und stehen dichter als auf dem Saccus.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Wilsonites* sp. B.

Tf. 8, Fig. 10

Diese im allgemeinen *W. vesicatus* sehr ähnliche Form zeichnet sich durch eine granulate bis feinverrucate Skulptur aus (Durchmesser der Elemente um 1  $\mu$ ), die regelmässig über Zentralkörper und Saccus verteilt ist. Ausserdem sind unregelmässig verteilte Gemmae von 2 bis 5  $\mu$  Durchmesser zu beobachten. Die deutlich erkennbaren Strahlen der trileiten Marke sind gerade; der Zentralkörper ist mehrfach verfaltet.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare.

*Latensina* ALPERN 1958

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

*Stratigraphie.* – Die Gattung tritt im Westphalian D erstmals auf. Regelmässig ist sie aus dem Stephanian (Zonen ST und NBM) und dem unteren Autunian (Zone VC) nachgewiesen (cf. CLAYTON et al. 1977).

*Latensina trileta* ALPERN 1958

Tf. 8, Fig. 11

*L. trileta* weist eine deutlich radiale Saccusstruktur auf. Die trilete Marke ist meist undeutlich ausgebildet und beim abgebildeten Exemplar kaum sichtbar.

*Verbreitung.* – Im tieferen Teil der Bohrung Weiach tritt die Art sporadisch auf. Im übrigen Material kommt sie als seltenes Begleitelement regelmässig vor.

*Florinites* SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944

*Botanische Zugehörigkeit.* – Cycadofilicales, Cordaitales (*Cordaianthus*), Coniferales (*Lebachia*, *Ullmannia*), vgl. POTONIÉ (1962).

*Stratigraphie.* – Die Gattung tritt an der Basis des Namurian erstmals auf und reicht bis ins Perm. Sie ist im Bereich zwischen Westphalian und Autunian sehr stark vertreten (CLAYTON et al. 1977).

In der quantitativen Auswertung des vorliegenden Materials wurden die verschiedenen Arten nicht differenziert. Die sichere Unterscheidung ist nur bei sehr gut erhaltenem Material möglich.

*Verbreitung.* – Vgl. Fig. 4 und 6.

*Florinites* cf. *junior* POTONIÉ & KREMP 1956

Tf. 9, Fig. 3

*F. junior* weist nach Diagnose eine Grösse zwischen 70 und 90  $\mu$  auf. Die beobachteten Formen mit vergleichbarer Morphologie sind im vorliegenden Material generell kleiner (60–70  $\mu$ ). Das spezifische Merkmal – Saccusrand an seiner breitesten Stelle breiter als der Durchmesser des Zentralkörpers – ist leicht erkennbar.

*Stratigraphie.* – Die Art erscheint nach CLAYTON et al. (1977) im Westphalian und verschwindet im obersten Stephanian. Ihre Hauptverbreitung liegt im Westphalian.

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Florinites mediapudens* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1956

Tf. 8, Fig. 14; Tf. 9, Fig. 1, 2

*F. mediapudens* ist gekennzeichnet durch die geringe Grösse (42–77  $\mu$ ; vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967), die rundlich ovale Gestalt und durch den verhältnismässig grossen Zentralkörper. Die Breite des umlaufenden Saccusstreifens entspricht mehr oder weniger dem Radius des Zentralkörpers. In vielen Fällen ist der Zentralkörper nur undeutlich abgegrenzt.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon.

*Verbreitung.* – *F. mediapudens* ist im vorliegenden Material die weitaus häufigste und meist dominierende Art.

*Florinites minutus* BHARDWAJ 1957

Tf. 8, Fig. 12, 13

Diese Art unterscheidet sich von der ähnlich gebauten *F. junior* durch ihre geringe Grösse ( $35\text{--}45\ \mu \times 25\text{--}35\ \mu$ ). Der Zentralkörper hebt sich durch seine dunklere Färbung klar vom Saccus ab.

*Stratigraphie.* – Oberkarbon.

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Florinites volans* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1956

Tf. 9, Fig. 4

Bei *F. volans* handelt es sich um eine verhältnismässig grosse Form ( $90\text{--}144\ \mu$ ) mit einem durch seine Struktur deutlich abgesetzten, dunkleren Zentralkörper. Die abgebildete Form scheint wie der Holotyp eine zarte Y-Marke aufzuweisen. Die Differenzierung gegenüber *F. similis* ist nicht klar (vgl. SMITH & BUTTERWORTH 1967).

*Stratigraphie.* – Oberkarbon.

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Potonieisporites* BHARDWAJ 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Die botanische Zuordnung von *Potonieisporites* ist nicht geklärt. Nach BHARDWAJ (1964) kann die Pollengattung der Gattung *Lebachia* bzw. der Art *Walchianthus crassus* zugeordnet werden. Formen mit gleicher Morphologie wurden auch aus *Cordaianthus* (Cordaitales) isoliert (vgl. POTONIÉ 1973, S. 97).

*Stratigraphie.* – Die Gattung erscheint im höchsten Westphalian C (Zone SL). Regelmässig kommt sie im höheren Stephanian (Zone NBM) vor; häufig wird sie im unteren Perm (CLAYTON et al. 1977). Im Donetz-Becken tritt *P. novicus* im Moskovian auf und ist im Kasimovian und Gzhelian regelmässig nachzuweisen. Ihre grösste Häufigkeit erreicht sie auch hier im unteren Perm (INOSSOVA et al. 1976). *P. novicus* bildet im Saar-Becken einen bedeutenden Anteil der Mikroflora der oberen Breitenbacher Schichten (Stephanian). Noch häufiger tritt sie in den Assoziationen aus der Kuseler Gruppe (Autunian) auf (vgl. HELBY 1966).

*Potonieisporites novicus* BHARDWAJ 1954

Tf. 9, Fig. 5

Diese grossen ( $90\text{--}140\ \mu \times 85\text{--}110\ \mu$ ), monosaccaten Formen unterscheiden sich von andern monosaccaten Gattungen durch die monolete oder dilete (geknickte) Suture, die sich mehr oder weniger parallel zur Längsachse erstreckt. Die distale Saccusbegrenzung schliesst ein ovales Feld ein, das senkrecht zur Längsachse steht.

*Stratigraphie.* – Siehe oben.

*Verbreitung.* – *P. novicus* setzt im Material der Bohrung Weiach im untersten Abschnitt (Zone ST) ein. In der folgenden Zone (NBM) wird sie zunehmend häufiger. Im Bereich der Zone VC I tritt sie häufig bis dominant in Erscheinung (vgl. Fig. 4–7).

*Potonieisporites bhardwajii* REMY & REMY 1961

Tf. 9, Fig. 6

Wie auch HELBY (1966, S. 676) erwähnt, scheint eine konsequente Trennung von *P. bhardwajii* von *P. novicus* schwierig und in nicht ideal erhaltenem Material nicht durchführbar zu sein. Formen mit einer geraden Suture werden hier zu *P. bhardwajii* gestellt. In der quantitativen Auswertung wird die Gattung als Ganzes erfasst.

*Stratigraphie.* – Die Art wird aus dem Autunian beschrieben. HELBY (1966) erwähnt sie aus dem Stephanian und als häufigeres Element aus dem Autunian der Pfalz.

*Verbreitung.* – Weniger häufig als *P. novicus*.

*Nuskoisporites* POTONIÉ & KLAUS 1954, emend. KLAUS 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales?

*Stratigraphie.* – Die Gattung ist bisher vor allem aus dem oberen Perm bekannt (vgl. VISSCHER & BRUGMAN 1981). Einzelne Exemplare werden von HELBY (1966) aus dem Autunian der Pfalz erwähnt. Die Gattung ist auch aus der Council Grove Group von Kansas nachgewiesen (CLENENING 1974).

*Nuskoisporites* aff. *dulhuntyii* POTONIÉ & KLAUS 1954

Tf. 9, Fig. 7

Die vorliegenden Formen sind meist deutlich kleiner als das Typusmaterial. Abgesehen davon stimmen sie mit dieser Art gut überein.

*Verbreitung.* – Einzelkörner im Autunian der Bohrung Weiach (vgl. Fig. 5 und 7).

*Crustaesporites* LESCHIK 1956, emend. JANSONIUS 1962

*Botanische Zugehörigkeit.* – Fraglich.

*Crustaesporites globosus* LESCHIK 1956

Tf. 9, Fig. 8, 9

Die Morphologie dieser bisher monotypischen Gattung ist nicht einwandfrei geklärt. JANSONIUS (1962, S. 52) hält den trisaccaten Holotyp für eine besondere Ausbildung eines monosaccaten Typs. Nach JANSONIUS (in JANSONIUS & HILLS 1976, S. 667) könnte es sich um eine aberrante Form der bisaccaten *striatiti*-Gruppe handeln. HART (1965) erwähnt, dass laterale Verbindungen zwischen den Sacci auftreten können. Im vorliegenden Material kommt neben der monosaccaten auch eine trisaccate Form vor.

*Stratigraphie.* – Die Art wurde aus dem Zechstein beschrieben. Weitere Nachweise liegen aus dem unteren Perm von Queensland (FORSTER 1975) und aus der unteren Trias von W-Kanada vor (JANSONIUS 1962). Die Art ist offenbar überall selten.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare im Autunian (vgl. Fig. 5).

### Bisaccate Luftsackpollen

#### *Nichtstriate Formen*

Der grösste Teil der bisaccaten Luftsackpollen lässt sich in unserem nicht ideal erhaltenen Material nicht spezifisch bestimmen. In der Mehrzahl der Fälle wird nur eine generische Zuordnung vorgenommen. In vielen Proben lassen sich lediglich die Kategorien striate und nichtstriate Luftsackpollen abtrennen.

*Stratigraphie.* – Die nichtstriaten Luftsackpollen sind in der Publikation von CLAYTON et al. (1977) zusammengefasst unter «*Disaccites non striatiti*». Diese Gruppe ist vom höheren Westphalian A (Zone RA) an nachzuweisen. Ab unterem Stephanian (Zone ST) kommt sie mehr oder weniger regelmässig vor. Häufig tritt sie im Autunian (Zonen VC und DS) auf.

*Verbreitung.* – Die nichtstriaten Luftsackpollen sind im untersuchten Material durchgehend vorhanden. Eine starke Häufigkeitszunahme ist im Bereich der Zone VC I festzustellen.

#### *Divarisaccus* VENKATACHALA & KAR 1966

*Botanische Zugehörigkeit.* – Unbekannt.

#### *Divarisaccus* cf. *leleii* VENKATACHALA & KAR 1966

Tf. 10, Fig. 1, 2

Abgesehen von der geringen Grösse ( $66 \times 40 \mu$ ) stimmen die aus dem Material der Bohrung Weiach stammenden Formen gut mit dem Typusmaterial überein (Grösse  $87\text{--}128 \mu \times 138\text{--}179 \mu$ ).

*Stratigraphie.* – *D. leleii* wird aus dem Perm von Indien beschrieben und gilt als typisches Element der Gondwana-Flora.

*Verbreitung.* – Einzelkörner im Autunian der Bohrungen Weiach und Wintersingen.

#### *Falcisporites* LESCHIK 1956, emend. KLAUS 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales.

*Stratigraphie.* – Die Gattung ist vor allem im Perm verbreitet.

*Verbreitung.* – Im Bereich der Zonen ST und NBM ist die Gattung durch Einzelkörner belegt. Regelmässig kommt sie in der Zone VC I vor.



*Falcisporites* cf. *zapfeii* (POTONIE & KLAUS) LESCHIK 1956

Tf. 10, Fig. 9, 10

*F. zapfeii* ist charakterisiert durch den runden bis ovalen Zentralkörper, die sich fast gerade gegenüberstehenden etwa halbkugeligen Sacci sowie durch den distalen Quersulcus (vgl. KLAUS 1963, S. 332).

*Vesicaspora* (SCHEMEL) WILSON & VENKATACHALA 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales.

*Verbreitung.* – Die Vertreter der Gattung *Vesicaspora* kommen regelmässig im Bereich der Zone VC I vor. Im tieferen Abschnitt der Bohrung Weiach sind sie selten (vgl. Fig. 5 und 7).

*Vesicaspora* cf. *wilsonii* (SCHEMEL) WILSON & VENKATACHALA 1963

Tf. 10, Fig. 5, 6

*Vesicaspora* sp.

Tf. 10, Fig. 7, 8

Im Gegensatz zu *Falcisporites* sind die Vertreter der Gattung *Vesicaspora* durch einen mehr oder weniger umfassenden Luftsack und durch den distalen Sulcus gekennzeichnet, der einen grossen Teil der distalen Partie des Zentralkörpers einnehmen kann. Die Form des Sulcus variiert zwischen schmal schlitzförmig und breit fusiform.

*Limitisporites* LESCHIK 1956, emend. KLAUS 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales.

*Limitisporites* sp.

Tf. 10, Fig. 3, 4; Tf. 11, Fig. 5, 6

Die Gattung weist auf der proximalen Seite des Zentralkörpers eine gerade monoletete Marke auf, welche von einem Bereich mit dichter und z. T. gröber strukturierter Exine begleitet ist. Die Ansätze der Luftsäcke sind durch markante Falten oder Wandverdickungen gekennzeichnet und dadurch sehr deutlich abgegrenzt. Die Struktur der Sacci erscheint als regelmässiges, feinmaschiges Reticulum.

*Stratigraphie.* – Vor allem im Perm verbreitet. Die Gattung tritt im Donetz-Becken erstmals im Asselian auf (INOSSOVA et al. 1976).

*Verbreitung.* – Einzelkörner in der Zone VC I (vgl. Fig. 5).

*Jugasporites* LESCHIK 1956, emend. KLAUS 1963

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales (*Ullmannia*).

*Stratigraphie.* – Die Gattung wird von HELBY (1966) aus dem Stephanian der Pfalz erwähnt. Sie erreicht aber erst im Autunian grössere Häufigkeit.

*Verbreitung.* – Wie *Vesicaspora* (vgl. Fig. 5 und 7).

*Jugasporites* sp.

Tf. 10, Fig. 11, 12, 15, 16; Tf. 11, Fig. 9

Im Gegensatz zu *Limitisporites* ist die monolete Marke bei *Jugasporites* dachförmig. Das Umfeld der Marke ist zudem glatt und weist keine Struktur auf. Die Struktur der Sacci erscheint unregelmässig.

*Illinites* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales.

*Stratigraphie.* – Die Gattung tritt erstmals im Oberkarbon auf. Sie ist vor allem im Perm und in der Trias verbreitet.

*Illinites* cf. *elegans* KOSANKE 1950

Tf. 10, Fig. 13

Die vorliegenden Formen sind charakterisiert durch ihre haploxyloide Gestalt. Die relativ kleinen, wenig abgesetzten Luftsäcke sind im distalen Bereich stark genähert. Sie weisen ein feines Reticulum auf. Die proximale Seite trägt eine kleine Y-Marke, deren Strahlen ungleich lang sind. Abgesehen vom Fehlen der Ansatzstreifen der Luftsäcke sind die Formen gut mit *I. elegans* vergleichbar.

*Stratigraphie.* – Die Art wird aus dem Pennsylvanian beschrieben.

*Verbreitung.* – Einzelkörner.

*Striate Formen*

Die striaten Luftsackpollen – bei CLAYTON et al. (1977) unter dem Begriff «*Disaccites striatiti*» zusammengefasst – erscheinen nach den nichtstriaten Formen im Westphalian C (Zone SL). Häufiger treten sie erst im Autunian auf.

*Verbreitung.* – Im tieferen Teil der Bohrung Weiach erscheinen diese Formen sporadisch. Regelmässig kommen sie nur im Bereich der Zone VC I vor.

*Hamiapollenites* WILSON, in JANSONIUS 1962

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales.

*Stratigraphie.* – Die Gattung ist aus dem Perm bekannt.

*Hamiapollenites* cf. *tractiferinus* (SAMOILOVICH) HART 1964

Tf. 10, Fig. 14; Tf. 11, Fig. 1, 2

Im Unterschied zu den andern Arten der Gattung weist diese Art relativ wenige Longitudinalrippen auf. Zudem besitzt sie nur eine Transversalrippe. Im Gegensatz zum Typus erscheint diese Rippe beim vorliegenden Material breiter.

*Stratigraphie.* – Die Art wurde aus dem oberen Perm beschrieben.

*Verbreitung.* – Einzelkörner im Bereich der Zonen VC (vgl. Fig. 5 und 7).

*Lunatisporites* LESCHIK 1955, emend. SCHEURING 1970

*Botanische Zugehörigkeit.* – Coniferales.

*Stratigraphie.* – Die Gattung wird aus dem Perm (vor allem mittleres und oberes Perm) und aus der Trias erwähnt.

*Lunatisporites* sp.

Tf. 11, Fig. 7, 8, 12–14; Tf. 12, Fig. 1, 2

Die Vertreter dieser Gattung sind charakterisiert durch breite, strukturierte Taeniae, die am Proximalpol durch eine breite Ektexinenläsur («Zentralstrasse») durchbrochen werden. Die Sacci weisen eine feinreticulate Struktur auf. Die Morphologie dieser Gattung und die Abgrenzung zu ähnlichen Formen werden bei SCHEURING (1970, S. 46ff.) ausführlich diskutiert.

*Verbreitung.* – Einzelkörner im Bereich der Zone NBM, mehr oder weniger regelmässig vertreten in den Zonen VC I und II (vgl. Fig. 5 und 7).

### Polylicate Pollen

*Vittatina* (LUBER) WILSON 1962

*Botanische Zugehörigkeit.* – Gnetales? (vgl. POTONIÉ 1967).

*Vittatina costabilis* WILSON 1962

Tf. 12, Fig. 3, 4

Bei *Vittatina costabilis* handelt es sich um rundliche bis ovale Pollenkörner, welche auf ihrer proximalen Seite von 10 bis 15 parallelen Längsstreifen überzogen sind. Senkrecht dazu verlaufen auf der distalen Seite drei Querbänder. Die Oberfläche der Exine ist glatt; ihre Struktur ist deutlich granulat. Nach KLAUS (1963, S. 341) schwankt die Grösse zwischen 60 und 65  $\mu$ . In unserem Material kommen viele Exemplare mit einer Grösse zwischen 45 und 50  $\mu$  vor.

*Stratigraphie.* – Die Gattung *Vittatina* tritt nach CLAYTON et al. (1977) erstmals im mittleren Stephanian auf (Zone ST). Regelmässig vertreten ist sie im unteren Perm. Im Donetz-Becken liegt der erste Nachweis von der Basis des Kasimovian vor (INOSSOVA et al. 1976). Regelmässig und häufig erscheint sie auch im untersuchten Material erst im unteren Perm.

*Verbreitung.* – Einzelkörner im Bereich der Zone NBM; regelmässig und z. T. recht häufig in Zone VC I (vgl. Fig. 5 und 7).

*Vittatina* sp. A

Tf. 11, Fig. 3, 4, 10, 11

Im Unterschied zu *V. costabilis* weist diese Form keine deutliche Struktur auf. Die Bänder der distalen Seite sind zudem schmaler (bis max. 5  $\mu$ ) und deutlicher abgesetzt.

*Verbreitung.* – Einzelkörner im Bereich der Zone VC I (vgl. Fig. 5 und 7).

**Präcolpate Pollen***Schopfipollenites* POTONIÉ & KREMP 1954

*Botanische Zugehörigkeit.* – Pteridospermen, Medullosaceae.

*Schopfipollenites* cf. *ellipsoides* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1954

Tf. 12, Fig. 9

Diese grossen (> 100  $\mu$ ), monocolpaten Formen zeichnen sich durch einen komplexen Wandbau aus (vgl. ABADIE et al. 1978). Im lichtmikroskopischen Bild fällt insbesondere die sponginöse Struktur auf.

*Stratigraphie.* – Die Gattung *Schopfipollenites* tritt erstmals an der Basis des Namurian auf und reicht bis ins Perm.

*Verbreitung.* – Im untersuchten Material ist die Form mehr oder weniger durchgehend repräsentiert.

**Monocolpate Pollen***Cycadopites* (WODEHOUSE) WILSON & WEBSTER 1946

*Botanische Zugehörigkeit.* – Cycadales, Bennettitales, Nilssoniales, Ginkgoales.

*Cycadopites* sp.

Tf. 12, Fig. 5–8

Im untersuchten Material treten selten monocolpate, glatte Pollenformen auf, die hier der Gattung *Cycadopites* zugeordnet werden. Der Colpus ist bei allen Exemplaren ungefähr so lang wie die Äquatorachse; im distalen Polbereich ist er verengt. Die weiteste Öffnung liegt an den beiden Enden. Die Exine weist eine glatte Oberfläche auf; ihre Struktur ist deutlich granulat.

DOUBINGER (1957) beschreibt monocolpate Pollen aus dem Oberkarbon als *Cheiledonites*. Wie POTONIÉ (1960, S. 90) feststellte, ist es schwierig, diese Gattung von andern monocolpaten Typen wie *Cycadopites* abzugrenzen. Eine Zusammenstellung von Synonymen der Gattung *Cycadopites* findet sich bei KRUTZSCH (1970).

*Stratigraphie.* – Erste Nachweise der Gattung liegen aus dem Stephanian vor (vgl. DOUBINGER 1983). Aus dem Perm wird sie vielfach erwähnt und beschrieben. Die Gattung *Cheiledonites* erscheint nach CLAYTON et al. (1977) im tieferen Stephanian und ist bis ins Perm nachgewiesen.

*Verbreitung.* – Einzelexemplare im Bereich der Zonen VC I und II (vgl. Fig. 5 und 7).

## 10. Ausblick

Die Zeit des späten Paläozoikums zeigt in biogeographischer und klimatischer Hinsicht viele Gemeinsamkeiten mit der jüngsten erdgeschichtlichen Vergangenheit. Kennzeichnend für diese Zeitabschnitte sind Vereisungen und damit zusammenhängend eine ausgeprägt zonale Gliederung von Klima und Biosphäre. Charakteristisch sind auch einschneidende klimatisch-ökologische Veränderungen, die sich selbst in den äquatorialen Zonen auswirken. Nach dem palynologischen Befund müssen wir für das untere Perm markante Klimaschwankungen annehmen; zeitweise war sogar eine Wiederausbreitung der karbonischen Flora möglich. Entsprechend unseren Kenntnissen vom Klimaverlauf in der jüngsten Erdgeschichte sind gleichmässige und lineare klimatische Veränderungen auch für das späte Paläozoikum höchst unwahrscheinlich.

Die subtile Abgrenzung von Ökosystemen und das Erfassen ihrer zeitlichen Abfolge stellen die Grundlage der stratigraphischen und paläoklimatischen Interpretation von quartären Pollendiagrammen dar. Die Anwendung dieser Methode ist nicht auf das Quartär beschränkt, sondern kann da angewendet werden, wo die klimatisch-ökologischen Veränderungen schneller erfolgen und besser fassbar sind als die evolutive Florentwicklung. Eine Voraussetzung für diese Art von Interpretation sind allerdings Kenntnisse über die botanische Zugehörigkeit der einzelnen Sporomorphen sowie über die klimatischen Ansprüche der entsprechenden Pflanzen. Erst damit wird eine eigentliche ökostratigraphische Interpretation möglich. Den Pollendiagrammen in dieser Arbeit fehlt grossenteils der konkrete botanische Bezug. Ein Teil der darin ausgeschiedenen Gruppen – die monoleten und die trileten Sporen sowie die monosaccaten Luftsackpollen – werden aufgrund ihrer Morphologie abgegrenzt. Sie weisen im Fall der trileten Sporen eine sehr heterogene botanische Herkunft auf. Die monoleten Sporen stammen zum grössten Teil von Farnen (Pecopteridae). Eine Ausnahme bildet die Gattung *Laevigatosporites*; diese Sporen wurden sowohl aus Sporangien sphenopsidischen Ursprungs wie auch aus Farnsporangien isoliert.

Das wechselnde Verhältnis zwischen den monoleten Farnsporen einerseits und Koniferen- und Cordaiten-Pollen andererseits kann als Indikator für die Humidität des Klimas gelten. Dieses Verhältnis ist aber insofern verfälscht, als die trileten Farnsporen darin nicht berücksichtigt sind. Es könnte sich somit in vielen Assoziationen noch ganz beträchtlich zugunsten der Farne verschieben. Auffällig ist jedenfalls, dass in den Phasen mit minimalem Anteil von monoleten Sporen, wie z. B. in den Zonen VC I oder DS, auch die trileten Formen selten sind.

Neben den eindeutigen und korrelierbaren Verschiebungen fallen in den Diagrammen auch noch kleinere und kürzere Schwankungen auf. Beispiele sind die zwei *Potonieisporites*-Gipfel in der Zone VC I in den Diagrammen von Autun, Weiach und aus dem Blanz-Montceau-Becken (Fig. 8, 10 und 11) oder die auffällige Häufigkeit von *Florinites*



in den Spektren von Weiach, Wintersingen und Autun (Fig. 8, 9 und 10). Im Augenblick betrachten wir sie als mehr oder weniger zufällige Variationen in den Assoziationen der Zone VC I. Es ist aber durchaus möglich, dass sich solche Veränderungen in Zukunft als stratigraphisch oder paläoökologisch relevant erweisen könnten. Vorläufig fehlen uns noch die Grundlagen für eine entsprechende Interpretation. Die heute vorliegende Gliederung des kontinentalen Permo-Karbon stellt nur einen sehr groben Raster dar, der sich nach meiner Meinung durch entsprechend detaillierte Bearbeitungen weitgehend verfeinern liesse. Fortschritte sind dabei einerseits von minutiösen palynologischen Untersuchungen möglichst vollständiger Profile zu erwarten; andererseits könnten paläobotanische Arbeiten die Grundlage für die Interpretation von Sporomorphen-Spektren entscheidend erweitern.

### Verdankungen

Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit war die Anfrage der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra), die kontinentalen Sedimente des Permo-Karbon der Bohrung Weiach palynologisch zu datieren. Der Nagra danke ich für den Zugang zum Kernmaterial der Bohrung Weiach, für finanzielle Unterstützung und für die Publikationserlaubnis. Für die Vermittlung des Materials und der Publikationserlaubnis bin ich vor allem Dr. W. H. Müller und M. Thury (Nagra) sowie Prof. Dr. A. Matter (Geologisches Institut der Universität Bern) zu Dank verpflichtet. Herrn Prof. Matter und Dr. H. R. Bläsi halfen mir bei der Probennahme und stellten mir ihre Profilaufnahmen und vorläufigen Resultate zur Verfügung. Für den Zugang zum Material der Bohrung Wintersingen, das sich im Archiv des Kantonsmuseums des Kantons Baselland in Liestal befindet, danke ich Dr. J. Ewald und Dr. W. Mohler. Zusätzliche Proben aus der Bohrung Wintersingen wurden mir von W. Blüm (Universität Bern) zugestellt. Frau Dr. H. Sturm und S. Frank danke ich für die sorgfältige Präparation der Kernproben. A. Uhr, U. Gerber und Ch. Wüthrich halfen bei der Anfertigung der Zeichnungen und der Tafeln. Für die Durchsicht des Manuskriptes und für anregende Diskussionen danke ich Prof. Dr. R. Trümpy, Prof. Dr. H. Rieber, Prof. Dr. R. Hantke, Dr. H. Bürgisser, Dr. M. Greller, Dr. U. Groner und Frau Dr. H. Oberhänsli. Dr. G. Lister korrigierte den englischen Text des Abstract. Frau Dr. J. Doubinger stellte mir freundlicherweise verschiedene unpublizierte Manuskripte zur Verfügung und half mir mit zahlreichen Literaturhinweisen.

### LITERATURVERZEICHNIS

- ABADIE, M., LACHKAR, G., MASURE, E., & TAUGOURDEAU-LANTZ, J. (1978): Observations nouvelles sur le G. *Schopfipollenites* R. POTONIE & KREMP 1954. – Ann. Mines Belg. 2, 125–132.
- ALPERN, B. (1958): Description de quelques microspores du Permo-Carbonifère français. – Rev. Micropaléont. 1/2, 75–86.
- ALPERN, B., CHOFFÉ, M., LACHKAR, G., & LIABEUF, J.-J. (1968): Synthèse des zonations palynologiques des bassins houillers de Lorraine et de Sarre. – Rev. Micropaléont. 11/4, 217–221.
- ALPERN, B., & DOUBINGER, J. (1973): Les miospores monolètes du Paléozoïque. In: Microfossils organiques du Paléozoïque. – Cent. natl. Rech. sci., Paris.
- BARSS, M. S., & HACQUEBARD, P. A. (1967): Age and stratigraphy of the Pictou group in the Maritime Provinces as revealed by fossil spores. – Geol. Ass. Canada, Spec. Pap. 4, 267–282.
- BARTHEL, M. (1976): Die Rotliegendflora Sachsens. – Abh. staatl. Mus. Mineral. Geol. 24, 1–190.
- BHARDWAJ, D. C. (1958): On *Porostrobis zeilleri* Nathorst and its spores with remarks on the systematic position of *P. bennholdi* BODE and the phylogeny of *Densosporites* BERRY. – Palaeobotanist 7/1, 67–75.
- BHARDWAJ, D. C. (1964): *Potonieisporites* BHARD., ihre Morphologie, Systematik und Stratigraphie. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 12, 45–54.
- BHARDWAJ, D. C., & VENKATACHALA, B. S. (1957): Microfloristic evidence on the boundary between the Carboniferous and Permian system in Pfalz (W. Germany). – Palaeobotanist 6/1, 1–11.
- BOERSMA, M. (1975): Die Makroflora von Sobernheim (Nahe-Gebiet). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 13, 132–136.

- BOUROZ, A., & DOUBINGER, J. (1977): Report on the Stephanian-Autunian boundary and on the contents of Upper Stephanian and Autunian in their stratotypes. In: HOLUB, V. M., & WAGNER, R. H. (Ed.): Symposium on Carboniferous stratigraphy (p. 145–169). – Ustřední ústav geol. Prag.
- BROUTIN, J. (1981): Etude paléobotanique et palynologique du passage Carbonifère-Permien dans les bassins continentaux du Nord de la zone d'Ossa-Morena (environs de Guadalcanal, Espagne du Sud). Implications paléogéographiques et stratigraphiques. – Thèse Univ. Paris.
- BROUTIN, J., DOUBINGER, J., LANGIAUX, J., & PRIMEY, D., (im Druck): Importance de la coexistence des flores à caractères stéphanien et autuniens dans les bassins limniques d'Europe occidentale.
- BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G., & ZIMDARS, J. (1965): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing. 32/82, 7–38.
- CADISCH, J. (1956): Über die Wiedererbohrung der Therme von Zurzach (Kt. Aargau). – Eclogae geol. Helv. 49/2, 313–316.
- CHALONER, W. G. (1953): On the megaspores of four species of *Lepidostrobus*. – Ann Bot. 17, 263–293.
- CHALONER, W. G., & MEYEN, S. V. (1973): Carboniferous and Permian floras of the northern continents. In: HALLAM, A. (Ed.): Atlas of palaeobiogeography (p. 169–186). – Elsevier, Amsterdam.
- CHÂTEAUNEUF, J.-J. (1973): Palynologie des faisceaux productifs du bassin central des Asturies (Espagne). – C.R. 7. Congr. Int. Strat. Géol. Carb. 2 (1971), 297–321.
- CHÂTEAUNEUF, J.-J., FARJANEL, G., FEYS, R., & MARTEAU, P. (1980): Sondages stratigraphiques dans le bassin d'Autun: étude préliminaire. – Bull. Soc. Hist. Nat. Autun 95, 61–84.
- CLAYTON, G., COQUEL, R., DOUBINGER, J., GUEINN, K. J., LOBOZIAK, S., OWEN, B., & STREEL, M. (1977): Carboniferous miospores of Western Europe: illustrations and zonations. – Meded. Rijks geol. Dienst 29, 1–71.
- CLENDENING, J. A. (1974): Palynological evidence for a Pennsylvanian age assignment of the Dunkard group in the Appalachian basin: part II. – West Virginian geol. econ. Surv. Coal-Geol. Bull. 3, 1–107.
- (1975a): Palynological evidence for the placement of the Pennsylvanian-Permian boundary in Kansas, USA. In: Permian exploration, boundaries, and stratigraphy. A Symposium. – West Texas geol. Soc. Permian, basin Sect. S.E.P.M., Midland Texas, Publ. 75–65, 91–97.
- (1975b): Palynological evidence for a Pennsylvanian age assignment of the Dunkard group in the Appalachian basin: part I. In: BARLOW, J. A. (Ed.): The age of the Dunkard (p. 195–221). – Proc. I. C. White Mem. Symposium. West Virginian geol. econ. Surv.
- COQUEL, R., DOUBINGER, J., & LOBOZIAK, S. (1975): Le miospores-guides du Westphalien à l'Autunien d'Europe occidentale. – Rev. Micropaléont. 18/4, 200–212.
- COUREL, L., DOUBINGER, J., GALL, J.-C., LANGIAUX, J., PAQUETTE, Y., & VETTER, P., (im Druck): Relations entre paléoenvironnement et associations végétales dans les bassins limniques carbonifères du Massif Central français.
- DIEBOLD, P. (1983): Der Permo-Karbon-Trog der Nordschweiz. – Nagra informiert 3/4, 10–15.
- DIJUPINA, G. V. (1979): Palynologische Charakterisierung des Moskovian des westlichen Ural. (russ.) – Akad. Nauk SSSR, Trudy Inst. Geol. Geochim. 141, 67–76.
- DOUBINGER, J. (1956): Contribution à l'étude des flores autuno-stéphanien. – Mém. Soc. géol. France (n.s.) 75, 1–180.
- (1957): Présence de pollens «monocolpates» dans un charbon du bassin de Decazeville (Aveyron). – Ann. Soc. géol. Nord 67, 120–139.
- (1963): Notes palynologiques du Permien de Lodève (Hérault). – C.R. Somm. Séance Soc. géol. France 6, 201–202.
- (1968a): Contribution à l'étude palynologique du Permo-Carbonifère de l'Autunois. – Bull. trimest. Soc. Hist. Nat. Amis Mus. Autun (n.s.) 45, 11–16.
- (1968b): Contribution à l'étude palynologique du Permo-Carbonifère de l'Autunois. – Bull. trimest. Soc. Hist. Nat. Amis Mus. Autun (n.s.) 48, 13–18.
- (1969): Etudes palynologiques dans le Permo-Carbonifère de l'Autunois: les schistes de Muse. – Bull. trimest. Soc. Hist. Nat. Amis Mus. Autun (n.s.) 50, 14–19.
- (1974): Etudes palynologiques dans l'Autunien. – Rev. Palaeobot. Palynol. 17, 21–38.
- (1983): Etudes palynologiques dans le bassin stéphanien de Montceau-les Mines (1e couche): aspects stratigraphiques et paléoécologiques. – Mém. géol. Univ. Dijon 8, 43–50.
- DOUBINGER, J., & BROUTIN, J. (1976): Premières études palynologiques dans le bassin autuno-stéphanien de Guadalcanal (Nord de la Province de Séville, Espagne du Sud). – Bull. Soc. géol. France (7), 18/4, 1033–1040.

- DOUBINGER, J., & ELSASS, PH. (1979): Le bassin Permo-Carbonifère d'Autun. – Bull. Soc. Hist. Nat. Autun. 91, 9–25.
- DOUBINGER, J., & FABRE, J. (1983): Mise en évidence d'un Autunien à «Flores mixtes» dans le bassin de Béchar-Abadla (Sahara occidentale Algérien). – Pollen & Spores 25/1, 91–116.
- DOUBINGER, J., & KRUSEMANN, G. P. (1965): Sur la flore du Permien de la région de Lodève («zone de transition» et Saxonien inférieur). – Bull. Soc. géol. France (7), 7, 541–548.
- DOUBINGER, J., & LANGIAUX, J. (1982): Un faux problème: la limite Stéphanien/Autunien. – C.R. Acad. Sci. (Paris) (2), 294, 394–398.
- FADDEEVA, I. Z. (1976): Miosporen Komplexe der Karbon/Perm-Grenzschichten der Typsektionen im südlichen Prä-Ural. (russ.) – Trudy VSEGEI, Leningrad [n.s.] 247, 158–171.
- FALKE, H. (1972): The continental Permian in North- and South Germany. In: FALKE, H. (Ed.): Rotliegend. – Int. sediment. petrogr. Ser. 15, 43–113.
- (1976): The continental Permian in Central, West and South Europe. – N.A.T.O. Adv. Stud. Inst. Ser. C, Math. Phys. Sci. 22, D. Reidel Publ. Co.
- FEYS, R., & GREBER, CH. (1958): Le bassin houiller de Blanzay et du Creusot. – BRGM, Publ. 21, 1–42.
- FEYS, R., & GREBER, CH. (1972): L'Autunien et le Saxonien en France. In: FALKE, H. (Ed.): Rotliegend. – Int. sediment. petrogr. Ser. 15, 114–136.
- FORSTER, C. B. (1975): Permian plant microfossils from the Blair Athol coal measures, Central Queensland, Australia. – Palaeontographica, Abt. B 154, 121–171.
- GRAND'EURY, F. C. (1877): Mémoire sur la flore carbonifère du département de la Loire. – Impr. natl. Paris.
- GRAUVOGEL-STAMM, L., & DOUBINGER, J. (1975): Deux fougères fertiles du Stéphanien du Massif Central (France). – Geobios 8/6, 409–421.
- GREBE, H. (1966): Die Sporenflora der Flöze Ägir, Erda und Hagen 2 (ZB) aus den Bohrungen Prosper 4 und 5. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 13/1, 705–730.
- HABICHT, J. K. A. (1981): Paleoclimate, paleomagnetism, and continental drift. – Amer. Assoc. Petroleum Geol., Stud. Geol. 9, 1–31.
- HACQUEBARD, P. A. (1972): The Carboniferous of Eastern Canada. C.R. 7. Congr. Int. Strat. Géol. Carb. 1 (1971), 69–90.
- HART, G. F. (1965): Systematics and distribution of Permian miospores. – Witwatersrand Univ. Press, Johannesburg.
- HELBY, R. (1966): Sporologische Untersuchungen an der Karbon/Perm-Grenze im Pfälzer Bergland. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 13/1, 645–704.
- HOCHULI, P. A. (im Druck): Palynologische Gliederung des Permo-Karbon der Bohrung Weiach.
- HOCHULI, P. A., & DOUBINGER, J. (1984): Palynological evidence for multiple climatic changes during late Carboniferous early Permian time. – 6. Int. palynol. Conf. (Abstract), 64.
- INOSSOVA, K. I., KRUSINA, A. C., & SHWARTSMAN, E. G. (1976): Atlas der Mikrosporen und Pollen des Karbon und des Perm des Donetz-Beckens. (russ.) – Trest Artemgeol.
- JANSONIUS, J. (1962): Palynology of Permian and Triassic sediments, Peace River area, Western Canada. – Palaeontographica, Abt. B 110, 35–98.
- JANSONIUS, J., & HILLS, L. V. (1976): Genera file of fossil spores and pollen. – Univ. Calgary, Dept. Geol., Spec. Publ.
- JONGMANS, W. J., & GOTHAN, H. (1937): Betrachtungen über die Ergebnisse des zweiten Kongresses für Karbonstratigraphie. – C.R. 2. Congr. Int. Strat. Géol. Carb. 1 (1935), 1–37.
- JONGMANS, W. J., & PRUVOST, P. (1950): Les subdivisions du Carbonifère continental. – Bull. Soc. géol. France 5/20, 335–344.
- KERP, H. (1982): New palaeobotanical data on the «Rotliegendes» of the Nahe area (F.G.R.). – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 56, 7–14.
- KLAUS, W. (1963): Sporen aus dem südalpinen Perm. – Jb. geol. Bundesanst. (Wien) 106, 229–363.
- KOSANKE, R. M. (1950): Pennsylvanian spores of Illinois and their use in correlation. – Bull. Illinois geol. Surv. 74, 1–128.
- KOZUR, H. (1977): Beiträge zur Stratigraphie des Perms. Teil I: Probleme der Abgrenzung und Gliederung des Perms. – Freiburger Forschh. C 319, 79–121.
- (1978a): Beiträge zur Stratigraphie des Perms. Teil II: Die Conodontenchronologie des Perms. – Freiburger Forschh. C 334, 85–159.
- (1978b): Bemerkungen zum Vorkommen der Gattung *Callipteris* BROGN. im Karbon. – Verh. geol. Bundesanst. (Wien) 1978/2, 11–22.

- (1980): Beiträge zur Stratigraphie des Perms. Teil III (2): Zur Korrelation der überwiegend kontinentalen Ablagerungen des obersten Karbons und Perms von Mittel- und Westeuropa. – *Freiberger Forschh. C* 348, 69–172.
- KRUTZSCH, W. (1970): Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferung VII. – VEB G. Fischer Verlag, Jena.
- LANGIAUX, J. (1983): Inventaire des restes organiques et traces de vie dans les formations sommitales productives du bassin de Blanzey-Montceau. – *Mém. géol. Univ. Dijon* 8, 31–41.
- LEMCKE, K. (1973): Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. – *Geol. Bavarica* 69, 5–48.
- LEMCKE, K., & WAGNER, R. (1961): Zur Kenntnis des vortertiären Untergrundes im Bodenseegebiet. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing.* 27/73, 9–14.
- LIABEUR, J.-J., & ALPERN, B. (1969): Etude palynologique du bassin houiller de St-Etienne, stratotype du Stéphanien. – *C.R. 6. Congr. Int. Strat. Géol. Carb.* 1 (1967), 155–169.
- LIABEUR, J.-J., DOUBINGER, J., & ALPERN, B. (1967): Caractères palynologiques des charbons du Stéphanien de quelques gisements français. – *Rev. Micropaléont.* 10/1, 3–14.
- MAYER-EYMAR, C. (1881): Classification internationale des terrains sédimentaires. – *Arch. Soc. géol. France*, 1–15.
- MUNIER-CHALMAS, E., & LAPPARENT DE, A. (1893): Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. – *Bull. Soc. géol. France* 3/21, 438–493.
- Nagra (1984a): Neue Erkenntnisse über die Geologie der Nordschweiz. – *Nagra aktuell* 4/2, 1–2.
- (1984b): Geologisches Profil der Sondierbohrung Böttstein. – *Nagra aktuell* 4/5: 3.
- (1984c): Geologisches Profil der Sondierbohrung Schafisheim. – *Nagra aktuell* 4/11, 3.
- NEFF (1980): Geothermische Energie und unterirdische Wärmespeicherung; Forschungsprojekt Geothermische Energie und unterirdische Wärmespeicherung; Teilprojekt I: Geothermische Prospektion im Raume Koblenz-Wildegge-Dielsdorf; Schlussbericht. – *Nat. Energie Forschungsfonds, Basel*.
- PAQUETTE, Y., DOUBINGER, J., & COUREL, L. (1980): Etude palynologique de la couche du toit du bassin Autunien de l'Aumance (Assise de Buxières); liaison avec les milieux sédimentaires. – *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun* 95, 85–101.
- PEPPERS, R. A. (1964): Spores in strata of late Pennsylvanian cyclothem in the Illinois Basin. – *Bull. Illinois geol. Surv.* 90, 9–89.
- (1970): Correlation and palynology of coals in the Carbondale and Spoon Formations (Pennsylvanian) of the Northeastern part of the Illinois Basin. – *Bull. Illinois geol. Surv.* 93, 1–173.
- PI-RADONY, M., & DOUBINGER, J. (1968): Spores nouvelles du Stéphanien (Massif Central français). – *Pollen & Spores* 10/2, 411–430.
- POTONIÉ, R. (1960): Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. Teil III. – *Beih. geol. Jb.* 39, 1–189.
- (1962): Synopsis der Sporae in situ. – *Beih. geol. Jb.* 23, 1–103.
- (1967): Versuch der Einordnung der fossilen Sporae dispersae in das phylogenetische System der Pflanzenfamilien. – *Forschber. Landes Nordrhein-Westfal.* 1761, 1–310.
- (1973): Phylogenetische Sporologie. – *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.* 22, 1–142.
- (1975): Beiträge zur Sporologie. – *Fortschr. Geol. Rheinl. Westf.* 25, 1–282.
- POTONIÉ, R., & KREMP, G. (1954): Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie. – *Geol. Jb.* 69, 111–194.
- POTONIÉ, R., & KREMP, G. (1955): Die Sporae dispersae des Ruhrkarbons, ihre Morphologie und Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte: Teil I. – *Palaeontographica, Abt. B* 98, 1–136.
- REMY, W., & REMY, R. (1957): Durch Mazeration fertiler Farne des Paläozoikums gewonnene Sporen. – *Paläont. Z.* 31, 55–65.
- REMY, W., & REMY, R. (1977): Die Floren des Erdaltertums. – Verlag Glückauf, Essen.
- RETTSCHLAG, R., & REMY, W. (1954): Beiträge zur Kenntnis einiger paläozoischer Fruktifikationen. – *Geol.* 3, 590–603.
- ROTAJ, A. P. (1975): The main features of the Carboniferous stratigraphy of the USSR. – *Publ. VSEGEI, Leningrad «Nedra», VIII Int. Congr. Carb. Stratigr. Geol.*
- SCHEURING, B. (1970): Palynologische und palynostratigraphische Untersuchungen des Keupers im Bölchentunnel (Solothurner Jura). – *Schweiz. paläont. Abh.* 88, 1–119.
- SCHMASSMANN, H., & BAYRAMGIL, I. O. (1946): Stratigraphie, Petrographie und Palaeogeographie der Perm-Formation im schweizerischen Tafeljura und die Steinkohlefrage der Nordschweiz. – *Tätber. natf. Ges. Basell.* 15 (1945), 114–136.
- SCHOPF, J. M. (1973): Coal, climate and global tectonics. In: TARLING, D. H., & RUNCORN, S. K. (Ed.): *Implications of continental drift to earth science* (Vol. 1, p. 609–622). – Academic Press, New York.

- SCOTT, A. C. (1979): The ecology of coal measure floras from northern Britain. – Proc. geol. Assoc. London 90/3, 97–116.
- SMITH, A. H. V. (1964): Zur Petrologie und Palynologie der Kohleflöze des Karbons und ihrer Begleitschichten. – Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 12, 285–302.
- SMITH, A. H. V., & BUTTERWORTH, M. A. (1967): Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. – Spec. Pap. Palaeont. 1, 1–324.
- Swisspetrol (1982): Tiefbohrung Herdern. – Sonderausstellung Dept. Erdwiss., ETH-Zürich, Kat. 4, 21.
- TRÜMPY, R., & DÖSSEGGGER, R. (1972): Permian of Switzerland. In: FALKE, H. (Ed.): Rotliegend. – Int. sediment. petrogr. Ser. 15, 189–215.
- VENKATACHALA, B. S., & KAR, R. K. (1966): *Divarisaccus* gen. nov., a new saccate pollen genus from the Permian sediments of India. – Palaeobotanist 15, 102–110.
- VISSCHER, H., & BRUGMAN, W. A. (1981): Ranges of selected palynomorphs in the Alpine Triassic of Europe. – Rev. Palaeobot. Palynol. 34, 115–128.
- VISSCHER, H., HUDDLESTON SLATER-OFFERHAUS, M. G., & WONG, T. E. (1974): Palynological assemblages from «Saxonian» deposits of the Saar–Nahe Basin (Germany) and the Dôme de Barrot (France). – An approach to chronostratigraphy. – Rev. Palaeobot. Palynol. 17, 39–56.
- WALTON, J. (1957): On *Protopitys* (GÖPPERT): with a description of a fertile specimen «*Protopitys scotia*» sp. nov. from the Calciferous Sandstone series of Dunbartonshire. – Trans. r. Soc. Edinburgh 63, 333–340.
- ZEILLER, R. (1890). Bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac. (Fasc. 2). Flore fossile 1. – Etud. Gîtes Minér. France, Paris.
- ZIEGLER, A. M., SCOTese, C. R., MCKERROW, W. S., JOHNSON, M. E., & BAMBACH, R. K. (1979): Palaeozoic paleogeography. – Annu. Rev. Earth planet. Sci. 7, 473–502.
- ZIEGLER, P. A. (1982): Geological atlas of Western and Central Europe. – Shell int. Petroleum Maatsch., Elsevier, Amsterdam.

Manuskript eingegangen 14. Februar 1985

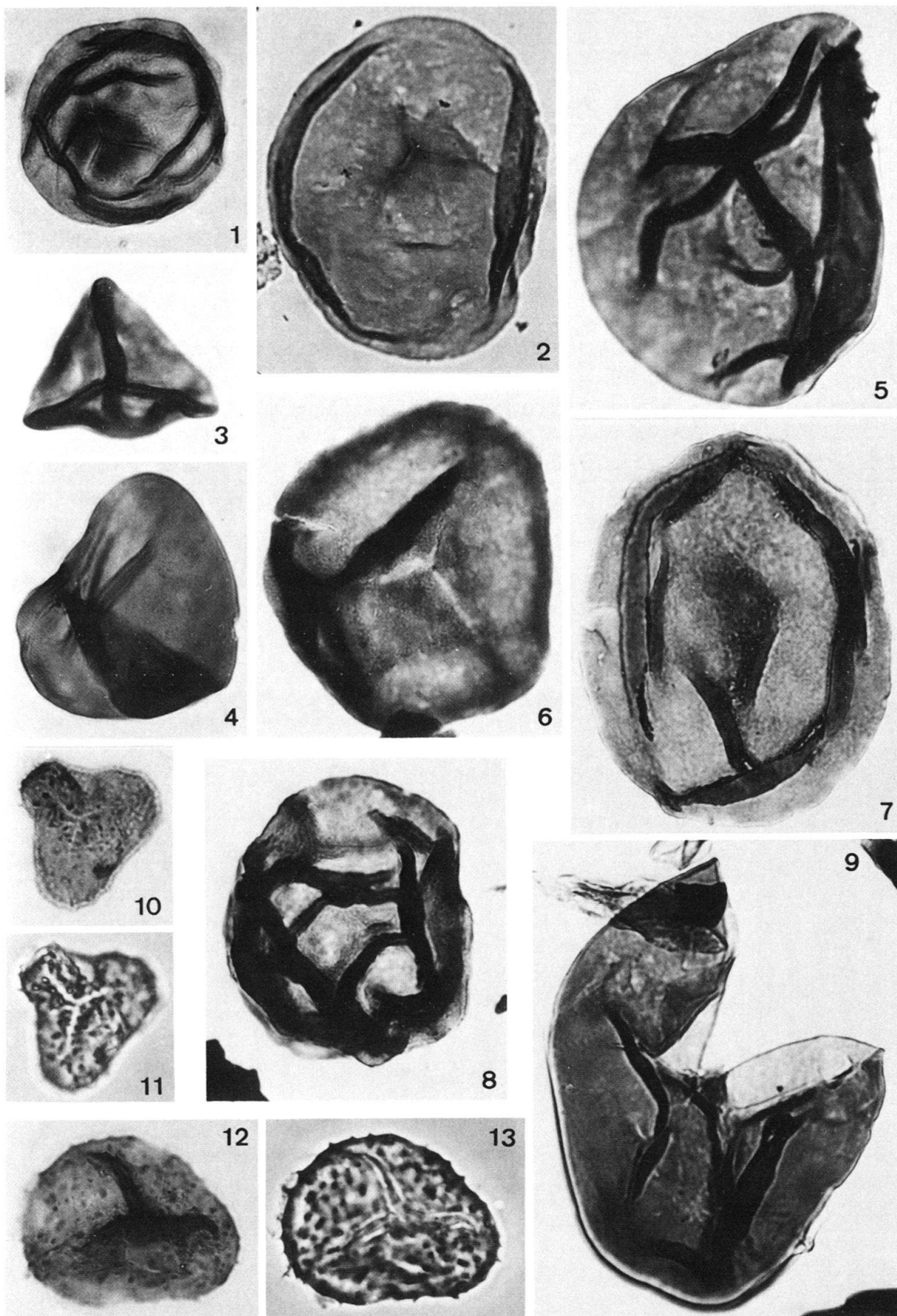
angenommen am 4. März 1985





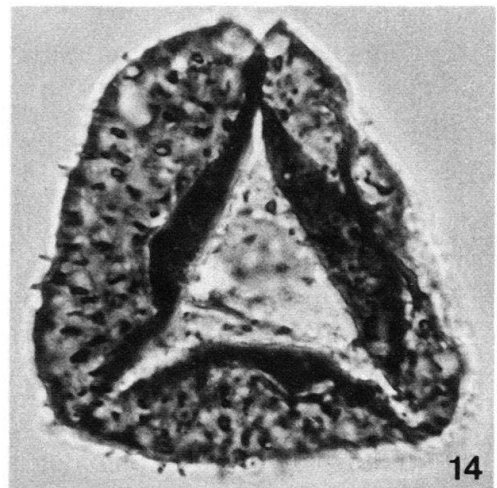
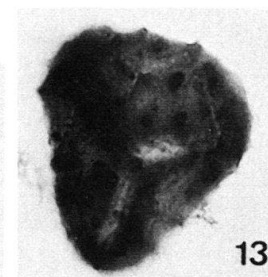
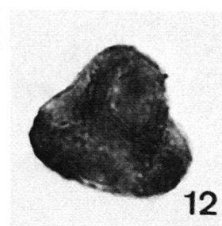
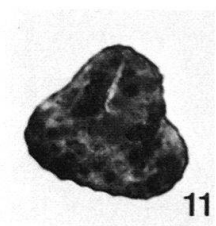
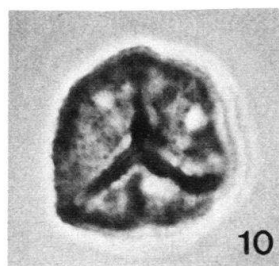
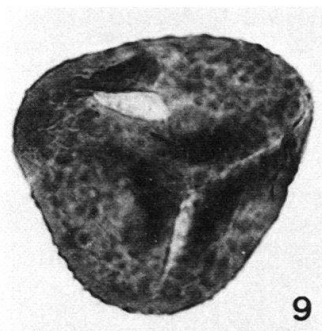
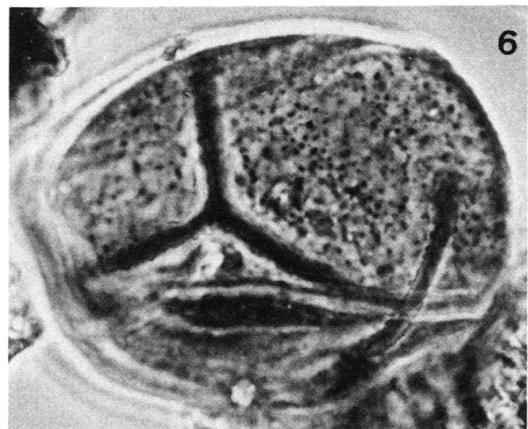
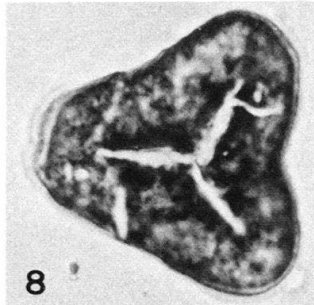
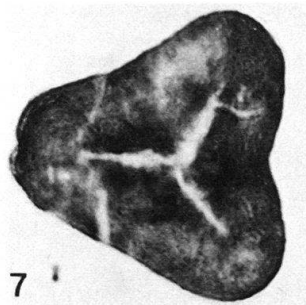
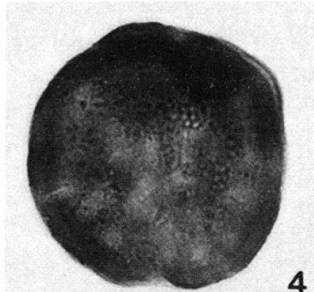
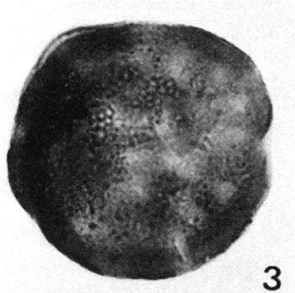
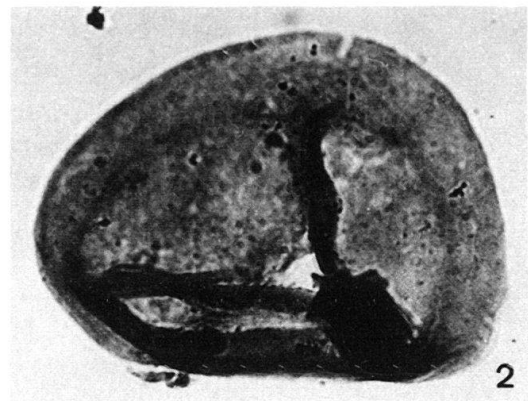
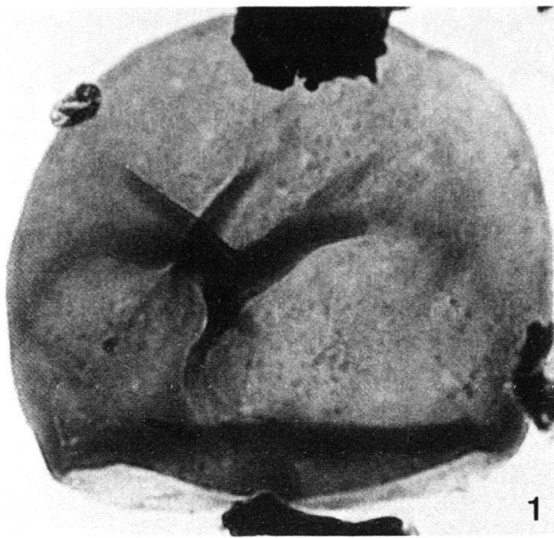
**Tafel 1**

- Fig. 1 *Calamospora* cf. *breviradiata* KOSANKE 1950; 43  $\mu$ , 1275.30/4 (43.8/84.7).
- Fig. 2 *Calamospora mutabilis* (LOOSE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 98  $\mu$ , 1478.00/3 (33.5/85.5).
- Fig. 3 *Leiotriletes* sp. A (kleinste Form); 40  $\mu$ , 1275.30/1 (40.5/94.1).
- Fig. 4 *Leiotriletes* sp. B (kleine Form); 51  $\mu$ , 1275.30 (36.5/92.8).
- Fig. 5 *Leiotriletes* sp. C (mittlere Form); 100  $\mu$ , 1275.30/5 (27.5/81.3).
- Fig. 6 *Punctatisporites aerarius* BUTTERWORTH & WILLIAMS 1958; 69  $\mu$ , 1633.50/1 (42.5/107.8).
- Fig. 7 ?*Punctatisporites* sp. B, aff. *Calamospora obscura* PEPPERS 1964; 80  $\mu$ , 1478.00/1 (30.3/113.2).
- Fig. 8 ?*Punctatisporites* sp. A, aff. *Punctatisporites* sp. 5 (sensu PEPPERS 1964); 58  $\mu$ , 1654.00/1 (28.3/85.4).
- Fig. 9 *Leiotriletes* sp. D (grösste Form); 150  $\mu$ , 1275.30/4 (38.6/90.1).
- Fig. 10–11 *Acanthotriletes aculeolatus* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1955; 21  $\mu$ , 1952.85/1 (33/88.4).
- Fig. 12–13 *Apiculatisporis aculeatus* IBRAHIM 1933 emend. SMITH & BUTTERWORTH 1967; 44  $\mu$ , 1275.30/1 (37/67.3).



**Tafel 2**

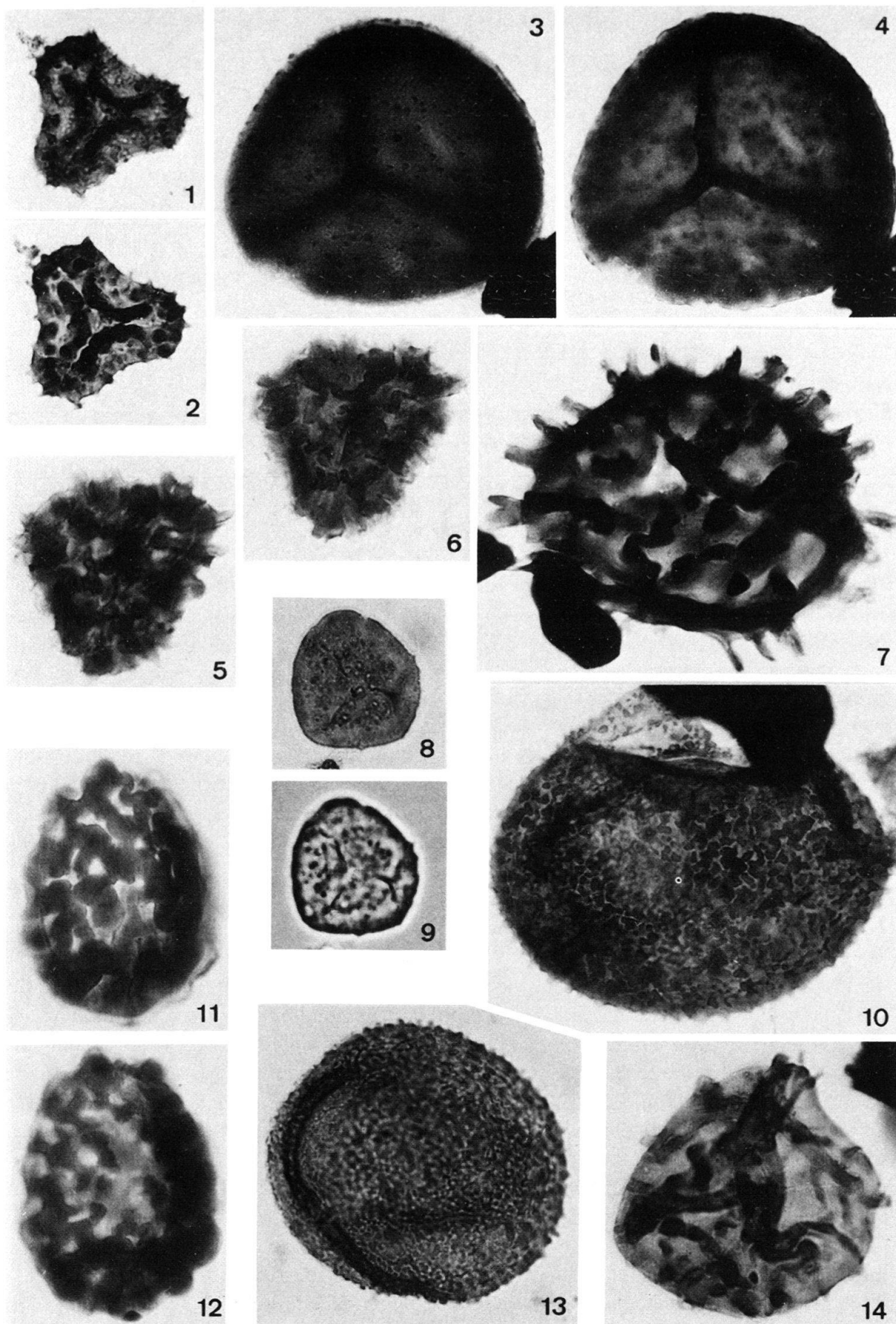
- Fig. 1 *Punctatisporites* cf. *obesus* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1955; 118  $\mu$ , 1275.30/3 (39.5/96.2).
- Fig. 2 *Cadiospora magna* KOSANKE 1950; 98  $\mu$ , 1478.00/1 (34/106.5).
- Fig. 3–4 *Cyclogranisporites minutus* BHARDWAJ 1957; 40  $\mu$ , 1275.30/4 (29/95.8).
- Fig. 5–6 *Cyclogranisporites aureus* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1955; 75  $\mu$ , 1275.30/4 (39.8/76.8).
- Fig. 7–8 *Granulatisporites parvus* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1955; 44  $\mu$ , 1689.00/1 (28.5/101.7).
- Fig. 9 *Converrucosisporites* cf. *armatus* (DYBOVÁ & JACHOWICZ) SMITH & BUTTERWORTH 1967; 46  $\mu$ , 1275.30 (27/81.9).
- Fig. 10 *Granulatisporites* sp. A; 20  $\mu$ , 1275.30/3 (32.3/97).
- Fig. 11–12 *Lophotriletes commissuralis* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1955; 26  $\mu$ , 1501.90/1 (36.3/114.4).
- Fig. 13 *Lophotriletes gibbosus* (IBRAHIM) POTONIÉ & KREMP 1955; 37  $\mu$ , 1478.00/1 (37.2/95.8).
- Fig. 14 *Apiculatisporis setulosus* (KOSANKE) PIÉRAT 1962; 69  $\mu$ , 1478.0/2 (39.7/75.7).





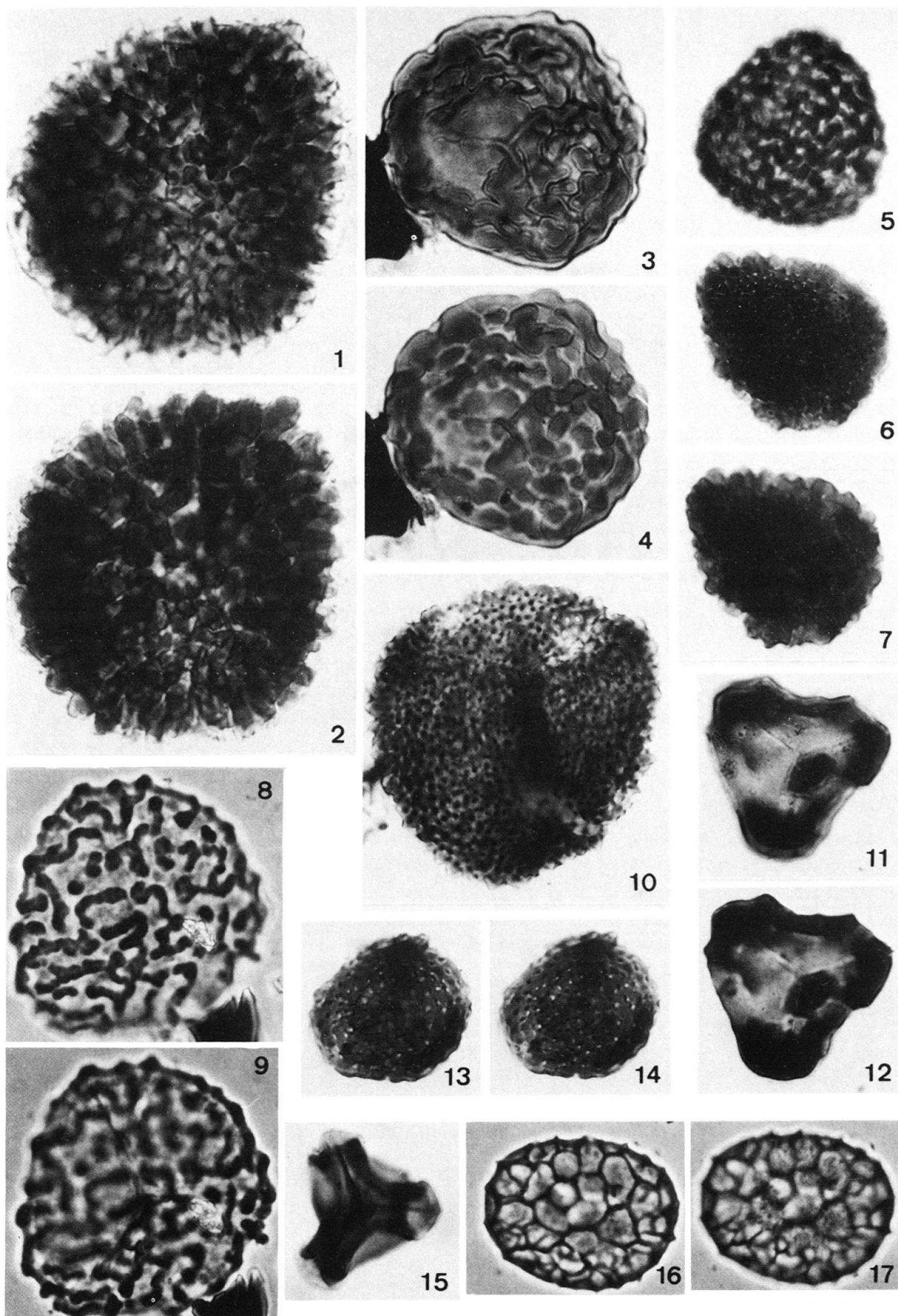
**Tafel 3**

- Fig. 1–2      *Lophotriletes ibrahimii* (PEPPERS) PI-RADONY & DOUBINGER 1968; 35  $\mu$ , 1654.00/1 (28.5/108.7).
- Fig. 3–4      *Lundbladispora gigantea* (ALPERN) DOUBINGER 1968; 67  $\mu$ , 1289.0/5 (33.7/70.8).
- Fig. 5–6      *Raistrickia* cf. *rubida* KOSANKE 1950; 46  $\mu$ , 1275.30/3 (34/95).
- Fig. 7        *Raistrickia saetosa* (LOOSE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 65  $\mu$  (Sporenkörper), 1827.00/2 (33.3/91.6).
- Fig. 8–9      *Verrucosisorites elegans* INOSSOVA, in INOSSOVA et al. 1976; 28  $\mu$ , 1289.00/1 (36/103.6).
- Fig. 10       *Verrucosisorites verrucosus* (IBRAHIM) IBRAHIM 1933; 78  $\mu$ , 1275.30/3 (43.8/103).
- Fig. 11–12    *Convolutispora clivosa* INOSSOVA, in INOSSOVA et al. 1976; 56  $\mu$ , 1258.50/1 (41/90.9).
- Fig. 13       *Verrucosisorites sinensis* IMGRUND 1952; 60  $\mu$ , 1275.30/4 (43.1/70.7).
- Fig. 14       *Raistrickia* cf. *superba* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 56  $\mu$ , 1275.30/4 (32.5/76.5).



**Tafel 4**

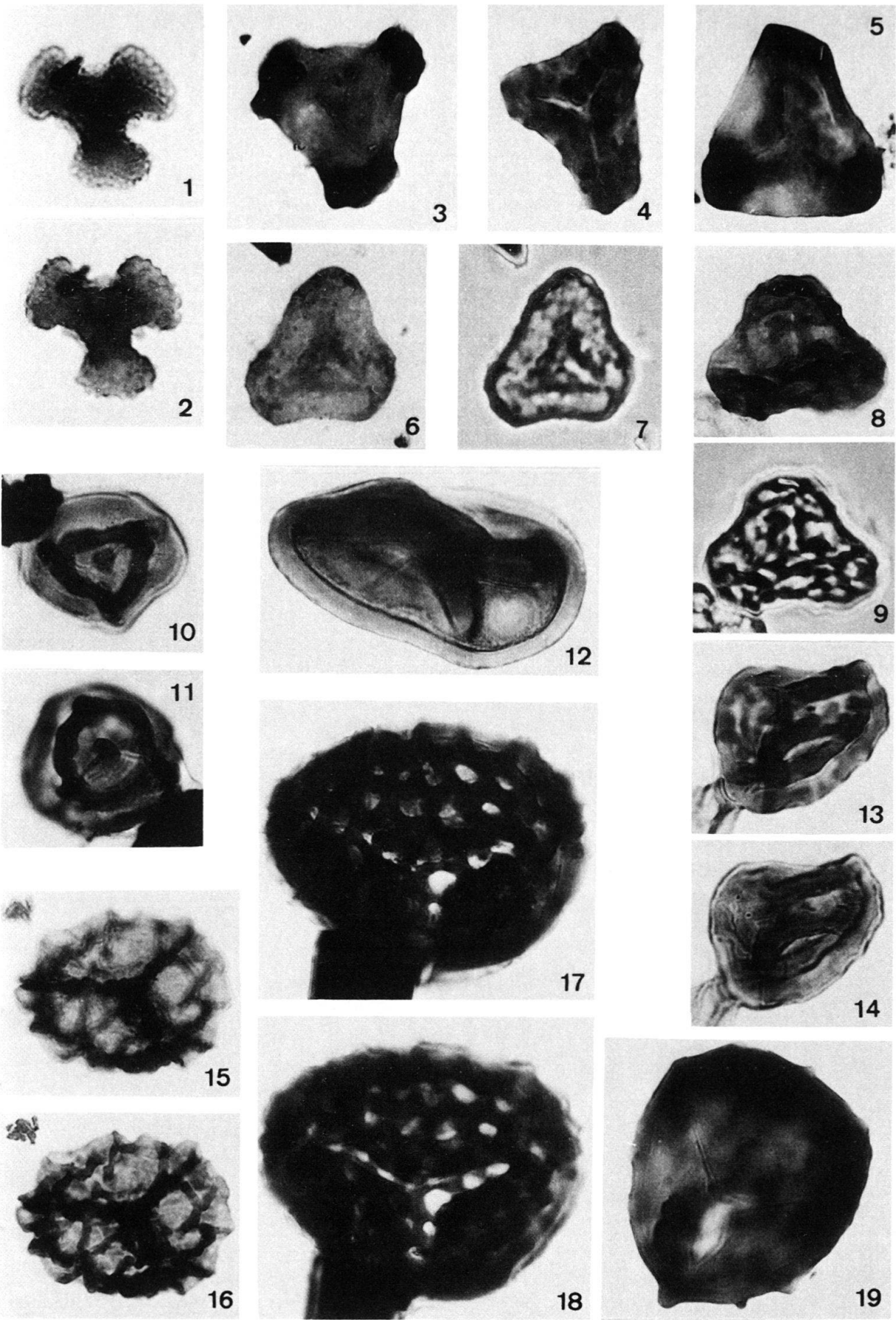
- Fig. 1–2                    *Convolutispora* cf. *alpernii* PI-RADONY & DOUBINGER 1968; 74  $\mu$ , 1403.00/1 (39.7/65.3).
- Fig. 3–4                    *Convolutispora* sp. 2 (sensu PEPPERS 1970); 50  $\mu$ , 1275.3/3 (33.5/82.7).
- Fig. 5                      *Microreticulatisporites* cf. *microtuberosus* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1955; 40  $\mu$ , 1689.00/1 (40.5/92.4).
- Fig. 6–7                    *Microreticulatisporites sulcatus* (WILSON & KOSANKE) BUTTERWORTH & WILLIAMS 1967; 43  $\mu$ , 1275.30/4 (31.2/87.7).
- Fig. 8–9                    *Camptotriletes triangularis* PEPPERS 1970; 52  $\mu$ , 1283.55/1 (35.4/87.8).
- Fig. 10                     *Microreticulatisporites lacunosus* (IBRAHIM) KNOX 1950; 80  $\mu$ , 1275.3/4 (30.5/87.5).
- Fig. 11–12                *Firmysporites* cf. *irregularis* PI-RADONY & DOUBINGER 1968; 39  $\mu$ , 1614.50/1 (48.7/101.4).
- Fig. 13–14                *Microreticulatisporites nobilis* (WICHER) KNOX 1950; 34  $\mu$ , 1350.30/1 (37.4/82.4).
- Fig. 15                     *Ahrensisorites* cf. *guerickei* (HORST) POTONIÉ & KREMP 1954; 33  $\mu$ , 1275.30/3 (40.1/100.8).
- Fig. 16–17                *Retitriletes* sp. A; 37  $\mu$ , 1283.55/2 (36/73.8).



**Tafel 5**

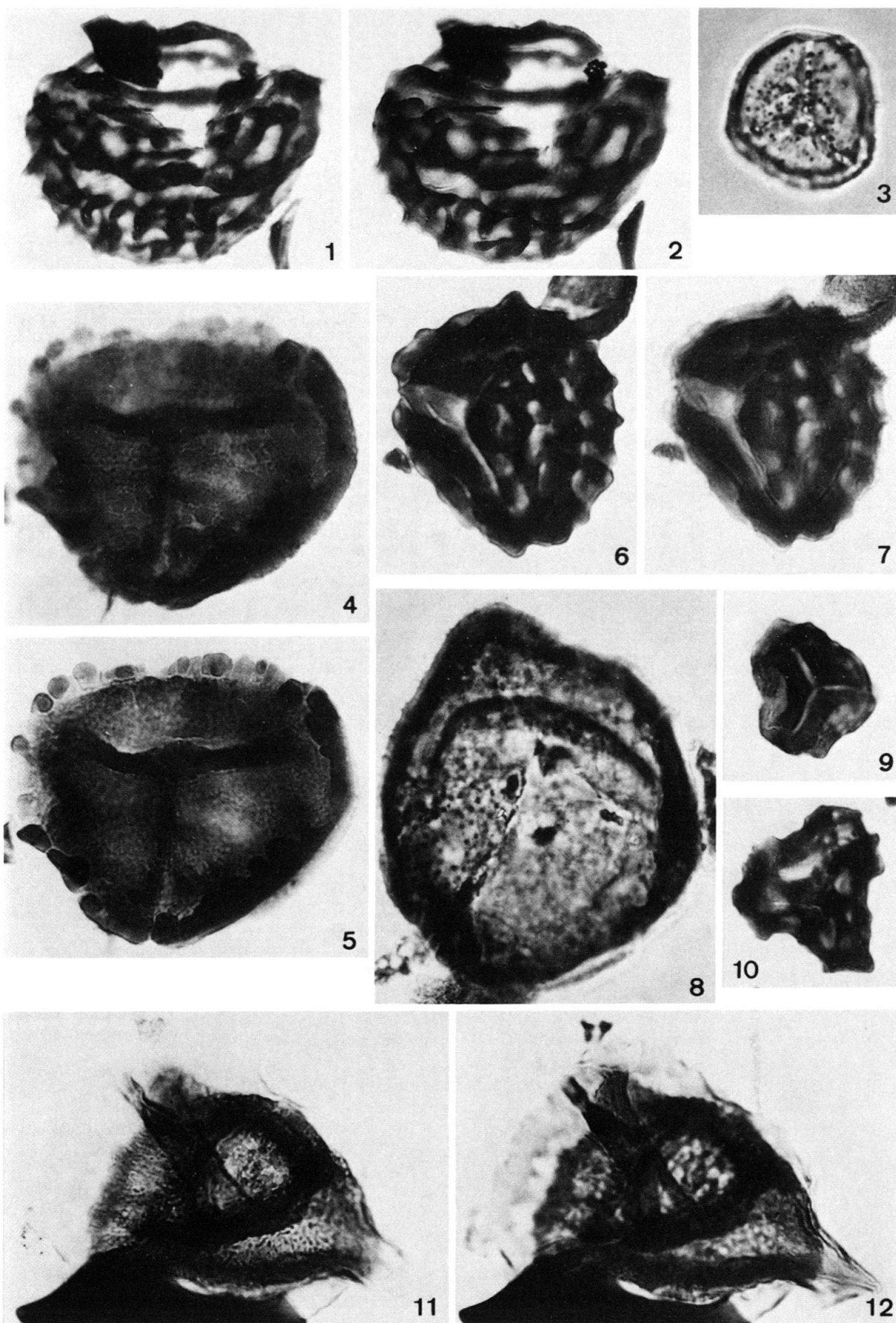
- Fig. 1–2      *Tripartites aductus* (ISCHENKO) SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. 1976; 32  $\mu$ , 1289.00/1 (39.2/106/8).
- Fig. 3      *Triquitrites protensus* KOSANKE 1950; 37  $\mu$ , 1478.0/2 (39.8/76.6).
- Fig. 4      *Triquitrites tripartitus* ALPERN 1958; 37  $\mu$ , 1289.0/5 (37/78).
- Fig. 5      *Triquitrites tribullatus* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 43  $\mu$ , 1275.30/3 (31.4/94.5).
- Fig. 6–7      *Triquitrites* sp. 2 (sensu PEPPERS 1964); 24  $\mu$ , 1654.00/1 (41.5/83.6).
- Fig. 8–9      *Triquitrites* sp. 4 (sensu PEPPERS 1964); 36  $\mu$ , 1275.30/1 (35.8/93.8).
- Fig. 10      *Knoxisporites glomus* SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. 1976; 34  $\mu$ , 1275.30/3 (29.4/65.8).
- Fig. 11      *Knoxisporites glomus* SHWARTSMAN, in INOSSOVA et al. 1976; 33  $\mu$ , 1275.30/1 (43.3/80).
- Fig. 12      *Polymorphisporites laevigatus* ALPERN 1958; 65  $\mu$ , 1275.30/3 (38.4/75.3).
- Fig. 13–14      *Polymorphisporites reticuloides* ALPERN 1958; 37  $\mu$ , 1289.0/5 (42.4/100.8).
- Fig. 15–16      *Reticulatisporites* cf. *reticulocingulum* LOOSE 1934; 44  $\mu$ , 1689.00/1 (34/93.2).
- Fig. 17–18      *Savitrissporites camptotus* (ALPERN) DOUBINGER 1968; 69  $\mu$ , 1586.80/1 (33.7/111).
- Fig. 19      *Triquitrites spinosus* (KOSANKE) HELBY 1966; 56  $\mu$ , 1586.8/1 30.6/100.7).





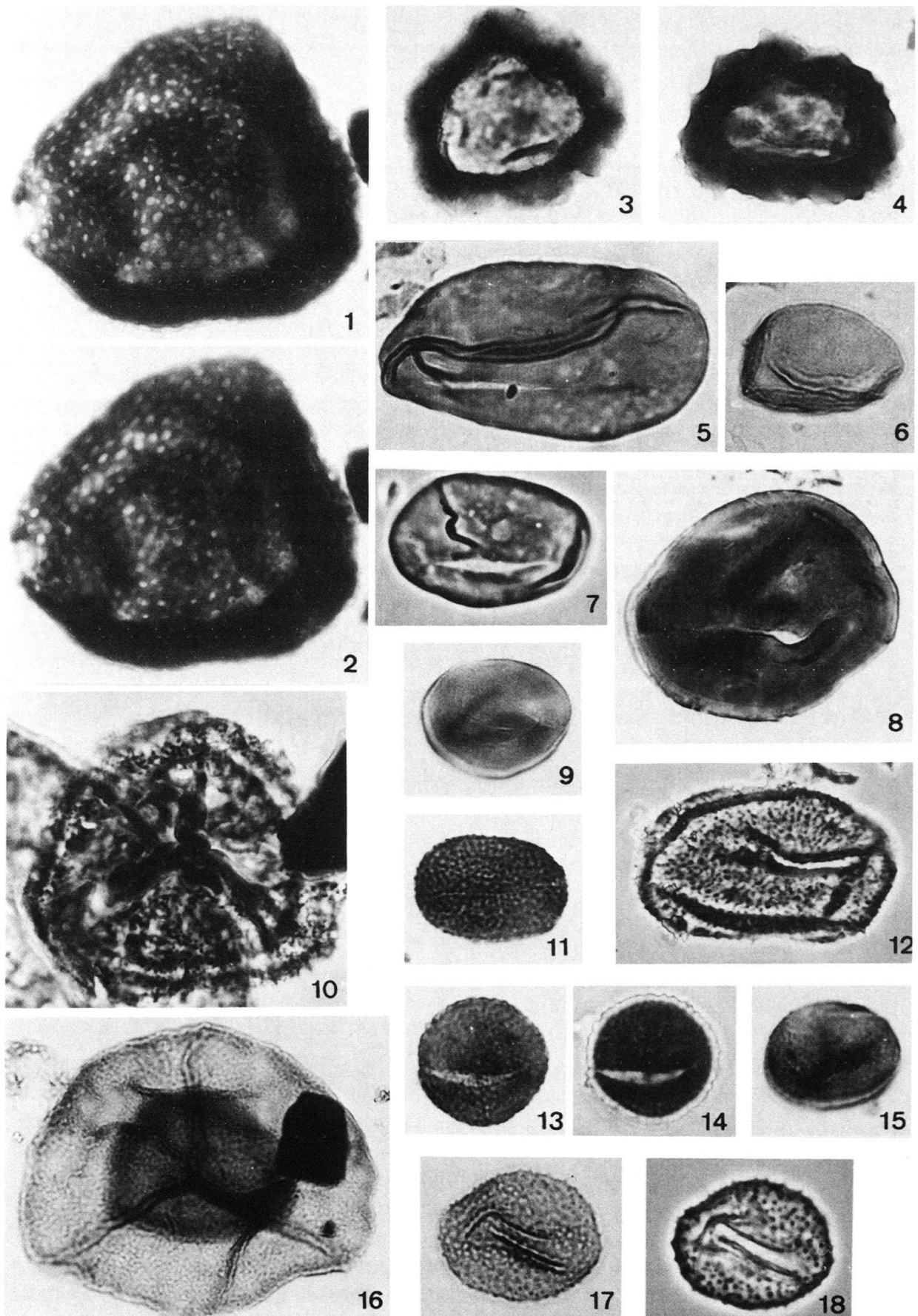
**Tafel 6**

- Fig. 1–2      *Savitrisorites* aff. *camptotus* (ALPERN) DOUBINGER 1968; 90  $\mu$ , 1586.80/1 (36/94.1).
- Fig. 3      *Lycospora pusilla* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 33  $\mu$ , 1478.00/2 (32.7/110).
- Fig. 4–5      *Secarisorites* cf. *crenatus* PEPPERS 1964; 71  $\mu$ , 1633.50/1 (32.5/90.4).
- Fig. 6–7      *Savitrisorites* sp. A; 53  $\mu$ , 1586.80/4 (35.5/74.8).
- Fig. 8      *Crassispora kosankei* (POTONÉ & KREMP) BHARDWAJ 1957; 81  $\mu$ , 1478.00/2 (46.2/95.3).
- Fig. 9      ?*Westphalensisporites irregularis* ALPERN 1958; 31  $\mu$ , 1501.90/1 (33.2/104.9).
- Fig. 10      ?*Westphalensisporites irregularis* ALPERN 1958; 34  $\mu$ , 1827.00/2 (33.3/91.6).
- Fig. 11–12      *Cirratriradites annulatus* KOSANKE & BROKAW, in KOSANKE 1950; 80  $\mu$ , 1275.30 (33.8/90.3).



**Tafel 7**

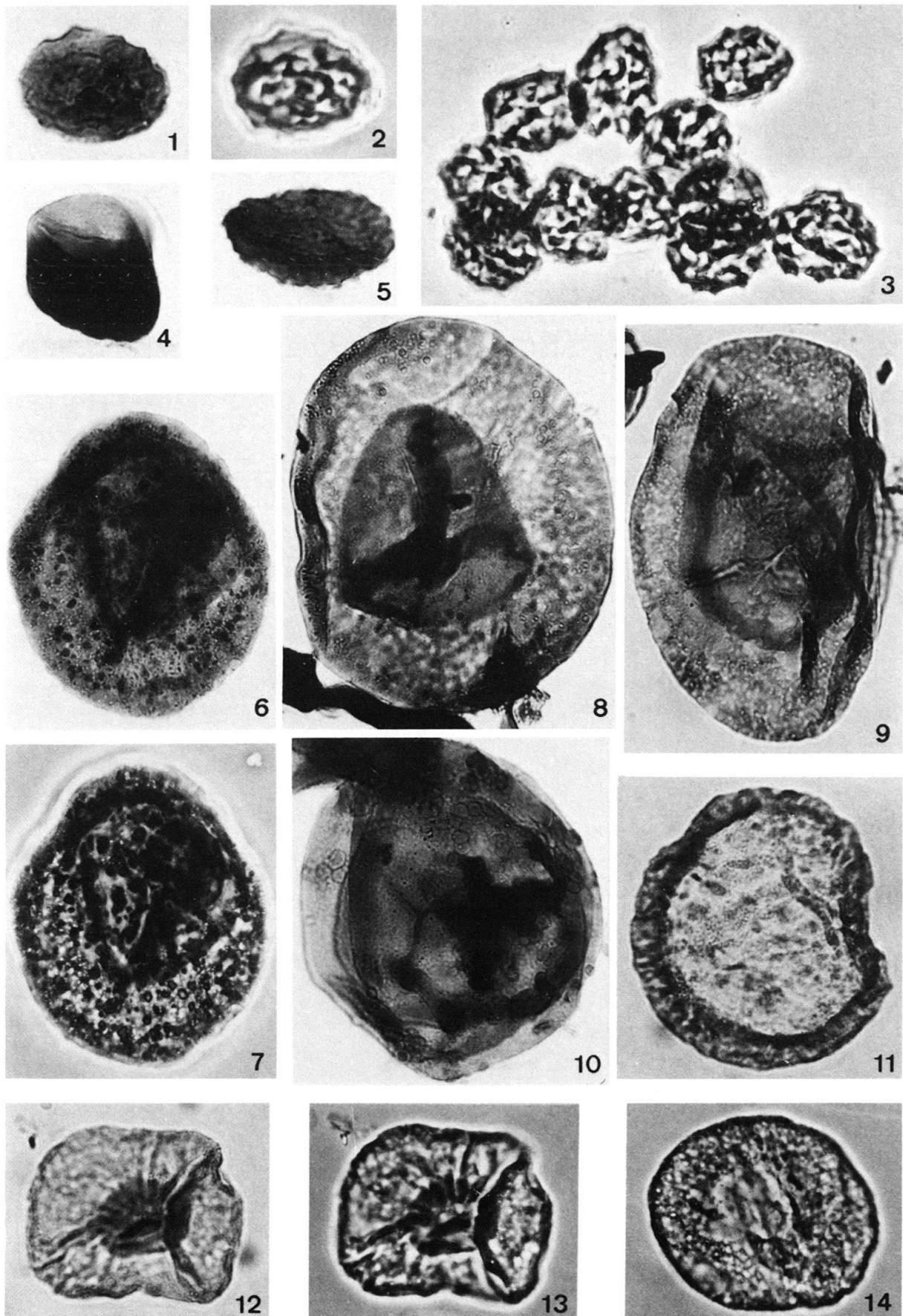
- Fig. 1–2      *Vestispora fenestrata* (KOSANKE & BROKAW) WILSON & VENKATACHALA 1963; 71  $\mu$ , 1827.00/2 (44.5/79).
- Fig. 3      *Densosporites granulosus* KOSANKE 1950; 46  $\mu$ , 1827.00/2
- Fig. 4      *Densosporites ruhus* KOSANKE 1950; 45  $\mu$ , 1275.30/3 (35.2/72.7).
- Fig. 5      *Laevigatosporites vulgaris* IBRAHIM 1933; 65  $\mu$ , 1275.30/4 (30.3/88.2).
- Fig. 6      *Laevigatosporites minimus* (WILSON & COE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 23  $\mu$ , 1262.10/4 (41.2/94.1).
- Fig. 7      *Laevigatosporites minor* LOOSE 1934; 40  $\mu$ , 1275.30/4 (45.3/81).
- Fig. 8      *Latosporites* cf. *latus* (KOSANKE) POTONIÉ & KREMP 1954; 56  $\mu$ , 1275.30/3 (29.4/78.2).
- Fig. 9      *Latosporites globosus* (SCHEMEL) POTONIÉ & KREMP 1954; 26  $\mu$ , 1275.30/3 (27.3/93.6).
- Fig. 10      *Cirratriradites* cf. *annuliformis* KOSANKE & BROKAW, in KOSANKE 1950; 63  $\mu$ , 1289.00/5 (42.3/73.5).
- Fig. 11      *Punctatosporites granifer* (POTONIÉ & KREMP) ALPERN & DOUBINGER 1973; 23  $\mu$ , 1586.80/1 (31.2/107.2).
- Fig. 12      *Spinoporites spinosus* ALPERN 1958; 54  $\mu$ , 1478.0/2 (41/100).
- Fig. 13–14      *Punctatosporites rotundus* BHARDWAJ 1957, emend. ALPERN & DOUBINGER 1973; 19  $\mu$ , 1586.80/3 (38/105.1).
- Fig. 15      *Punctatosporites minutus* IBRAHIM 1933 emend. ALPERN & DOUBINGER 1973; 19  $\mu$ , 1827.00/1 (44.8/90).
- Fig. 16      *Endosporites globiformis* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944; 102  $\mu$ , 1501.90/1 (38.5/97.7).
- Fig. 17–18      *Spinoporites exiguus* UPSHAW & HEDLUND 1967; 22  $\mu$ , 1275.30/4 (45.8/88.3).





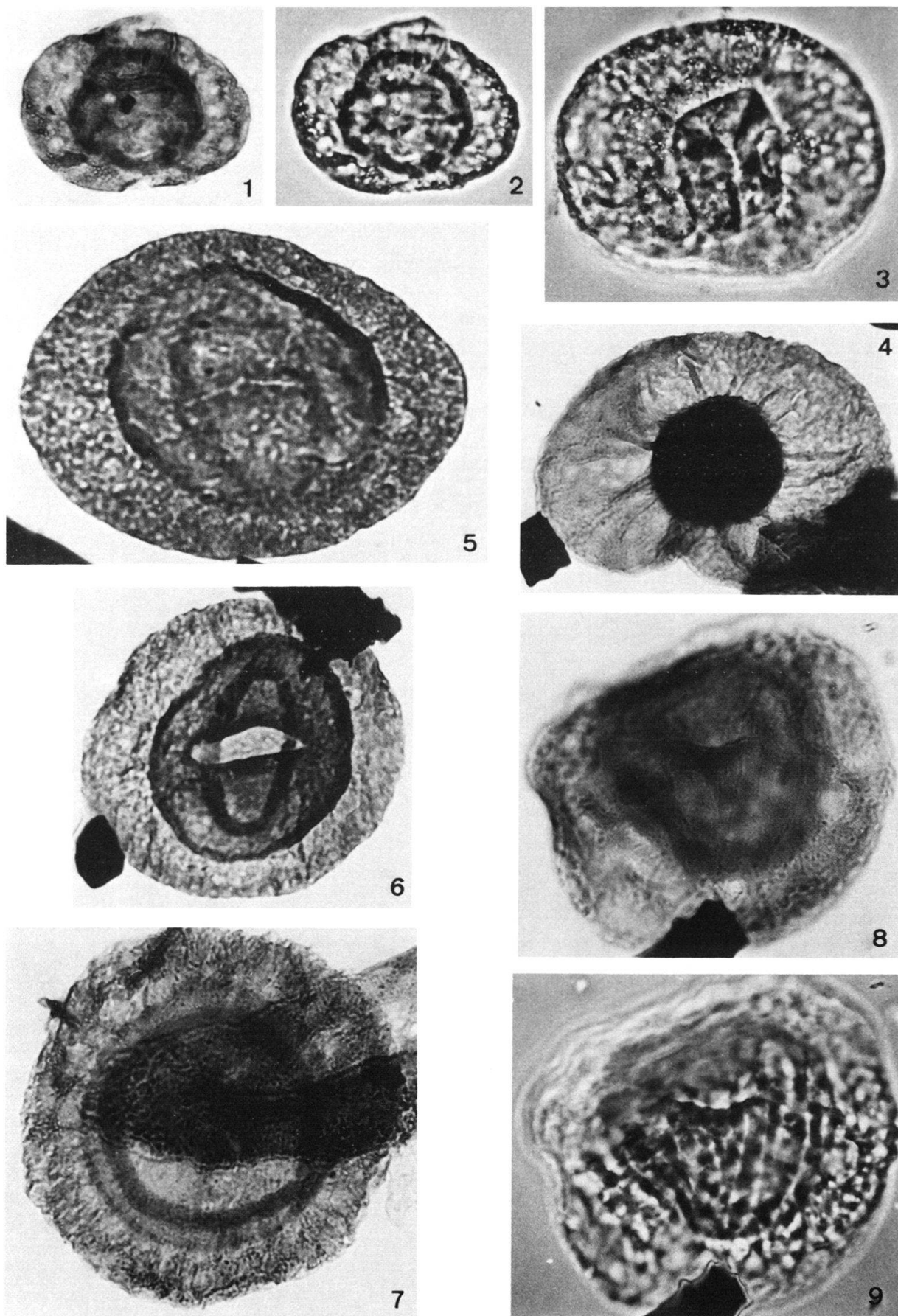
**Tafel 8**

- Fig. 1–2      *Thymospora thiessenii* (KOSANKE) WILSON & VENKATACHALA 1963; 22  $\mu$ , 1275.30/4 (41.3/86.6).
- Fig. 3      *Thymospora thiessenii*; 1478.00/2 (45.1/112.2); Ansammlung von mehreren Sporen.
- Fig. 4      *Torispora securis* BALME 1952; 33  $\mu$ , 1275.3/4 (38.97.2).
- Fig. 5      *Thymospora pseudothiessenii* (KOSANKE) WILSON & VENKATACHALA 1963; 34  $\mu$ , 1275.3/4 (37.3/98.4).
- Fig. 6–7      *Wilsonites* sp. A; 62  $\mu$ , 1275.30/5 (38.3/64.7).
- Fig. 8      *Wilsonites vesicatus* (KOSANKE) KOSANKE 1959; 79  $\mu$ , 1275.30/4 (29/79.6).
- Fig. 9      *Candidispora candida* VENKATACHALA 1963; 116  $\mu$ , 1275.30/3 (47/84.3).
- Fig. 10      *Wilsonites* sp. B; 69  $\mu$ , 1275.30/4 (37/96.8).
- Fig. 11      *Latensina trileta* ALPERN 1958; 56  $\mu$ , 1275.3/4 (36.4/67).
- Fig. 12–13      *Florinites minutus* BHARDWAJ 1957; 45  $\mu$ , 1275.30/4 (41.3/82.2).
- Fig. 14      *Florinites mediapudens* (LOOSE) POTONIE & KREMP 1956; 46  $\mu$ , 1275.30/3 (38.8/87.6).



**Tafel 9**

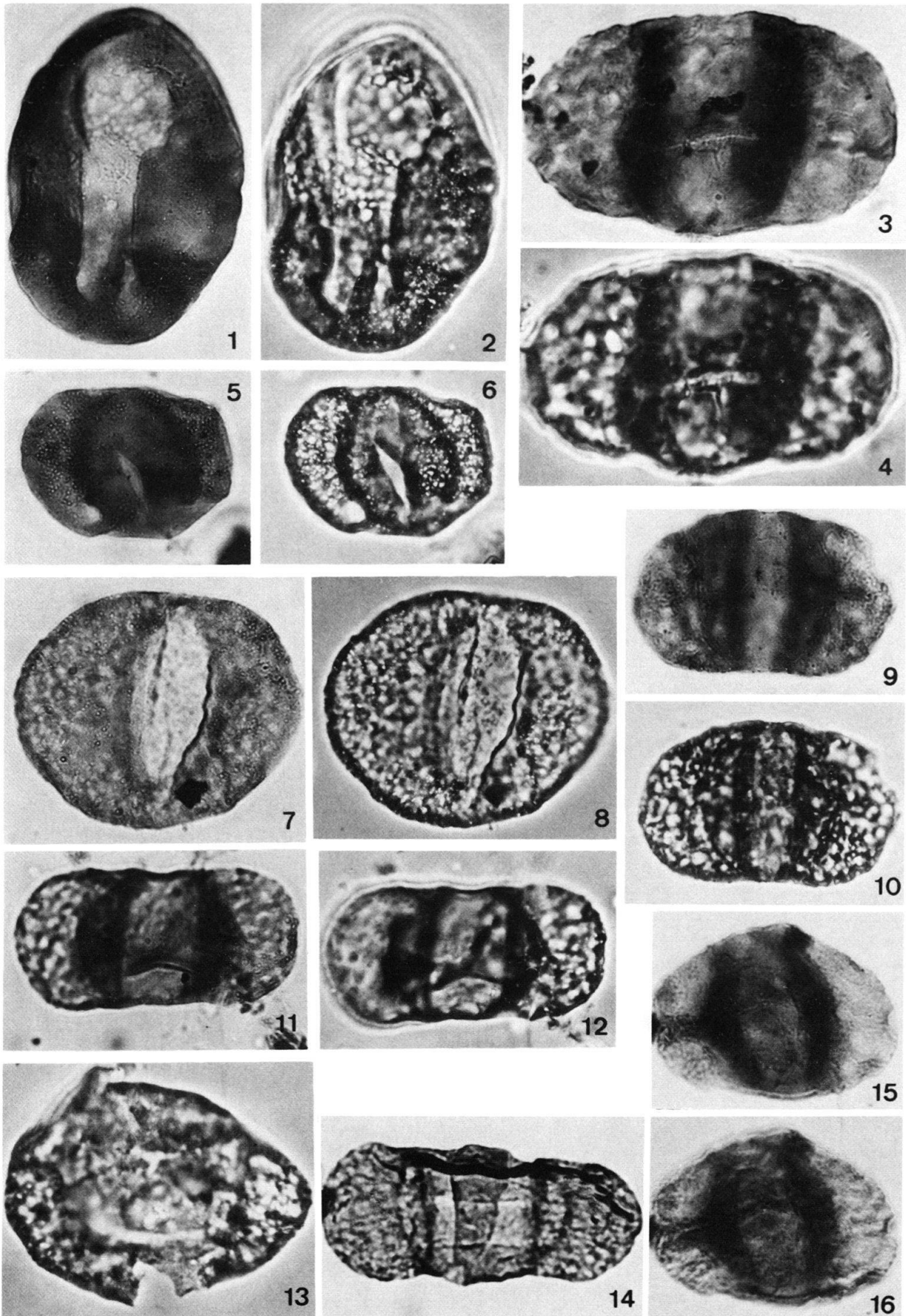
- Fig. 1–2      *Florinites mediapudens* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1956; 46  $\mu$ , 1289.0/5 (32/102.2).
- Fig. 3      *Florinites* cf. *junior* POTONIÉ & KREMP 1956; 65  $\mu$ , 1275.3/3 (27.5/103.5).
- Fig. 4      *Florinites volans* (LOOSE) POTONIÉ & KREMP 1956; 104  $\mu$ , 1289.0/5 (42.5/87.2).
- Fig. 5      *Potonieisporites novicus* BHARDWAJ 1954; 130  $\mu$ , 1289.0/5 (26.5/72.7).
- Fig. 6      *Potonieisporites bhardwajii* REMY & REMY 1961; 92  $\mu$ , 1289.00/1, (32.5/97).
- Fig. 7      *Nuskoisporites* aff. *dulhuntyii* PONTONIÉ & KLAUS 1954; 74  $\mu$ , 1289.00/1 (28.4/89.4).
- Fig. 8–9      *Crustaesporites globosus* LESCHIK 1956; 108  $\mu$ , 1350.30/1 (47.8/104.7).



**Tafel 10**

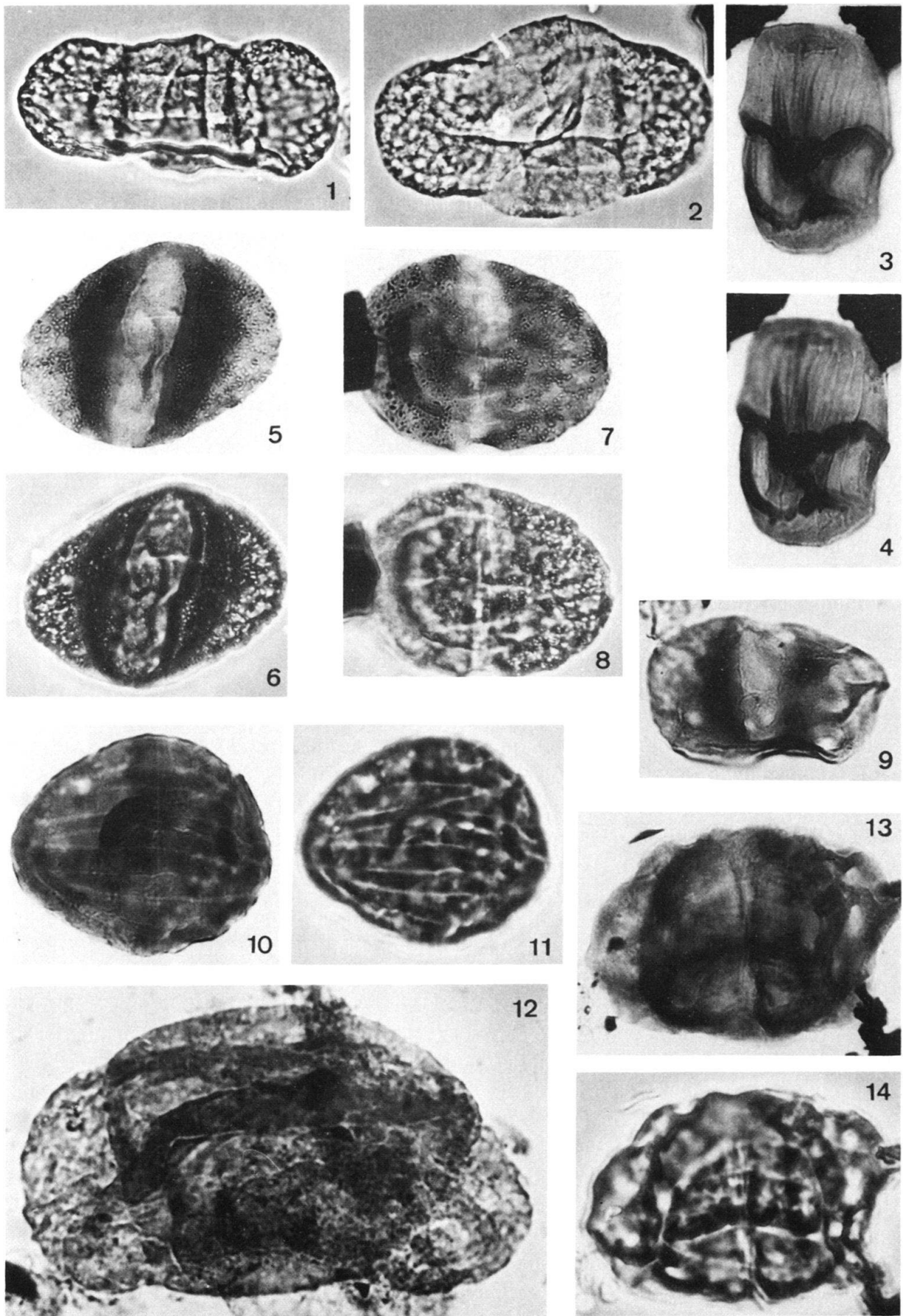
- Fig. 1–2                    *Divarisaccus* cf. *leleii* VENKATACHALA & KAR 1966; 66  $\mu$ , 1275.30/1 (37/95).
- Fig. 3–4                    *Limitisporites* sp., 72  $\mu$ , 1451.50/5 (48/103.9).
- Fig. 5–6                    *Vesicaspora* cf. *wilsonii* (SCHEMEL) WILSON & VENKATACHALA 1963; 44  $\mu$ , 1275.30/4 (43.2/83).
- Fig. 7–8                    *Vesicaspora* sp.; 58  $\mu$ , 1275.3/3 (27/75).
- Fig. 9–10                   *Falcisporites* cf. *zapfeii* (POTONÉ & KLAUS) LESCHICK 1956; 52  $\mu$ , 1689.00/1 (40.5/104).
- Fig. 11–12                 *Jugasporites* sp.; 58  $\mu$ , 1275.3/4 (44/94).
- Fig. 13                     *Illinites* cf. *elegans* KOSANKE 1950; 58  $\mu$ , 1283.55/1 (38.2/103.6).
- Fig. 14                     *Hamiapollenites* cf. *tractiferinus* (SAMOILOVICH) HART 1964; 95 $\mu$ , 1289.00/5 (42/79.5).
- Fig. 15–16                 *Jugasporites* sp.; 51  $\mu$ , 1383.55/2 (40.3/85.5).





**Tafel 11**

- Fig. 1 *Hamiapollenites* cf. *tractiferinus* (SAMOILOVICH) HART 1964; 95  $\mu$ , 1289.00/5 (42/79.5).
- Fig. 2 *Hamiapollenites* cf. *tractiferinus*; 98  $\mu$ , 1283.55/3 (31.3/76).
- Fig. 3–4 *Vittatina* sp. A; 45  $\mu$ , 1289.00/5 (43.4/94.4).
- Fig. 5–6 *Limitisporites* sp.; 53  $\mu$ , 1289.0/5 (36.4/71.7).
- Fig. 7–8 *Lunatisporites* sp.; 53  $\mu$ , 1289.0/5 (36.7/72.5).
- Fig. 9 *Jugasporites* sp.; 48  $\mu$ , 1275.30/4 (42.8/68.2).
- Fig. 10–11 *Vittatina* sp. A; 50  $\mu$ , 1274.30/3 (45/100.2).
- Fig. 12 *Lunatisporites* sp.; 145  $\mu$ , 1313.35/1 (32.3/84.7).
- Fig. 13–14 *Lunatisporites* sp.; 58  $\mu$ , 1350.30/4 (32.8/108).



**Tafel 12**

- Fig. 1–2                    *Lunatisporites* sp.; 79  $\mu$ , 1374.30/2 (31.5/105.8).
- Fig. 3–4                    *Vittatina costabilis* WILSON 1962; 46  $\mu$ , 1275.30/4 (35.2/72.3).
- Fig. 5–6                    *Cycadopites* sp.; 48  $\mu$ , 1403.00/2 (36.5/91.8).
- Fig. 7–8                    *Cycadopites* sp.; 60  $\mu$ , 1443.00/4 (40.5/70.8).
- Fig. 9                      *Schopfipollenites* cf. *ellipsoides* (IBRAHIM) POTONÉ & KREMP 1954; 203  $\mu$ , 1633.50/1 (37/66.5).
- Fig. 10                    *Botryococcus* sp.; 42  $\mu$ , 1331.20/1 (31.8/94.3).
- Fig. 11                    Pilz-Spore; 34  $\mu$ , 1256.09/5 (39.2/89.5).
- Fig. 12                    Pilz-Spore; 10  $\mu$ , 1778.00/4 (34.2/87.3).

