

Zur Mikroflora des Unter-Sarmat am Alpen-Südostrand

A Middle-Miocene (Lower Sarmatian) Microflora from the southeastern border of the Alps.

von
Wilhelm KLAUS, Wien*

KLAUS, W., 1984. Zur Mikroflora des Unter-Sarmat am Alpen-Südostrand. — Beitr. Paläont. Österr. 11:289–3 Wien.

Inhaltsübersicht

Zusammenfassung	289
Summary	290
Einleitung	291
Lage der Fundstelle	293
Altersstellung der Fundschichten	295
Probenmaterial	304
Präparation	359
Erhaltung	363
Dokumentation	363
Interpretation	366
Mikrofloren-Katalog; Nr. (1) – (133)	368
Florenliste	374
Bisherige Florenfunde	376
Quantitative Verteilung der Florenelemente	380
Stratigraphie	388
Phytozönosen	300
Klima	300
Phytogeographie	301
Literatur	302
Tafelerklärungen	302
Phototafeln	

Zusammenfassung

Aus dem fossilbelegten Unter-Sarmat (13,5 Mill. a) von St. Stefan im Lavanttal (Ostkarnten) werden Begleitschichten der Braunkohlenflözserie palynologisch untersucht. Eine gut erhaltene Mikroflora kommt auf 19 Phototafeln mittels 306 Licht- und Rasterelektronenphotos zur Dokumentation. Der Fossil-Katalog enthält 133 verschiedene Florenelemente. Davon konnten 127 morphologisch unterscheidbare Formen botanisch-taxonomischen Einheiten zugeordnet werden, und zwar Algae (2 Familien), Fungi (1), Bryophyta (1), Pteridophyta (4), Gymnospermae (40), Gnetatae (1) und Angiospermae (37). Von letzteren entfallen 31 Familien auf Dikotyledonae und 6 Familien auf Monokotyledonae. Bei zwei Pollenformen blieb die botanische Familienzuordnung offen (*Tricolporites wackersdorfensis* TH.-PFEIFF. 1980 und „*Juglanspoll.*“ *versus* RAATZ 1937). Bei vier weiteren Formen blieb die Familienzugehörigkeit unsicher. Eine Fossilart der Gattung *Ca-thaya* wurde als *C. antiqua* n. sp. neu beschrieben. Alle angeführten taxonomischen Einheiten wurden mit Katalognummern versehen. Bei 25 verschiedenen Mikroflorenelementen wurden neue botanische Zuordnungen teilweise bis zur Art vorgenommen. *Zamiaceae*, *Cedrus*, *Pseudotsuga*, *Pinus grif-*

* O. Univ. Prof. Dr. Wilhelm Klaus, Institut für Paläontologie der Universität Wien, Universitätsstraße 7/II, A-1010 Wien, Austria.

fithii, *P. gerardiana*, *P. cembroides*, *P. roxburghii*, *Cathaya* und *Keteleeria* sowie zahlreiche weitere Pinaceae, unter den Angiospermae besonders *Firmiana* und *Reevesia* (Sterculiaceae) sowie *Toddalia* (Rutaceae), *Ludwigia*, *Morus* und *Bumelia* (Sapotaceae) wurden neben weiteren stratigraphisch, klimatisch und ökologisch wesentlichen Formen beschrieben. Aus der Makroflora des gleichen Untersuchungsgebietes wurden bisher nur 9 Arten (BERGER 1955) gefunden. Die Pollenspektren umfassen durchschnittlich 44 Arten, welche mindestens mit 1 % am Spektrum beteiligt sind. Die übrigen Formen liegen in der Häufigkeit unter diesen Werten. Pinaceae dominieren mit über 30 %, wobei die Gattung *Cathaya* und *Pinus* die häufigsten Anteile liefern. Sumpf-taxodiaceae treten hingegen stark zurück. Angiospermae sind durch bedeutende Anteile der Fagaceae (*Fagus* und *Quercus*) sowie Juglandaceae vertreten. *Podocarpus* konnte nicht nachgewiesen werden. Stratigraphisch erwähnenswert scheint die hohe Frequenz und Diversifikation der Pinaceae, wobei jedoch der *Picea abies*- und *Picea orientalis*-Habitus fehlen. Ebenso tritt *Quercoidites henrici*, *Platycarya*, *Engelhardia* sowie diverse Vitaceae und *Pollenites edmundi* nicht in Erscheinung. Sehr vereinzelt kommen die sogenannten „Rhus“-Formen vor. Reichlich dagegen findet sich *Tsuga canadensis* (vel *caroliniana*), *Juglanspollenites verus* RAATZ, und auch regelmäßig, aber mit geringen Prozentsätzen die mexikanische *Engelhardia* (*Oreomunnea*). Einzelformen wie Hamamelidaceae (*Hamamelis*, *Liquidambar macrophylla*, *Liquidambar formosana* und *L. orientalis*), *Oxalax*, *Reevesia*, *Firmiana*, *Cyrilla*, *Bumelia*, *Toddalia*, *Palmae*, *Podostemum*, *Ludwigia* und *Symplocos* runden das mittelmiozäne Pollenbild ab. Ein stratigraphischer Vergleich mit dem Unter-Sarmat von Carnuntum bei Wien ergibt ähnliche Mikroflorenverhältnisse mit Pinaceendominanz, offenbar ein Unter-Sarmat-Charakteristikum am Südostrand der Alpen, dem Ufer der zentralen Paratethys. Ökologisch divergierende Phytozönosen liegen im Pollenbild als Thanatozönosen besonders im Phosphathorizont vor. Eine stark gegliederte Gebirgsumrahmung des Beckens als Folge präarmatischer Hebungsphasen führt zu folgenden Pflanzengesellschaften: Littoralzone, Fluß- und Auengesellschaften, kaum Sumpfbildungen, mediterrane Küstenwälder (*P. halepensis*, *P. pinea*), sommergrüne temperate Hangwälder vom Typus Vera Cruz–Golf von Mexiko (*Oreomunnea*–*Liquidambar*–*Fagus*–Assoziation) sowie Mixed Mesophytic Forest Chinas (Oberer Yangtse mit *Cathaya argyrophylla* 1000–2000 m Höhe), darüber die Himalaya-Assoziation bis 2500 m hinauf zum niederschlagsreichen, gemäßigten, subalpinen Koniferengürtel. Landeinwärts im Hochland trockene Assoziationen mit Kiefern (*Pinus cembroides*, *P. gerardiana*) und *Cedrus*. Ein humid-subtropisches Klima der Niederungen (See und Flußauen) wechselt mit mediterran beeinflussten Küstenregionen. Warm temperate Berghänge 1000–1500 mm Jahresniederschlag, 14–17°C Jahresdurchschnittstemperatur, kältester Monat + 5°C, hohe saisonale Sommer- und Herbstniederschläge, trockenes Klima der Hochebenen der Leeseite (700 mm, 18°C Durchschnittstemperatur). Ein Klima golfseitiger Gebirge um den Wendekreis oder südlich davon. Sechs Monate des Jahres über 22°C Durchschnittstemperatur. Phytogeographisch lassen sich im Rezentvergleich mediterrane Komponenten, asiatische Elemente (sino-malayisch, Himalaya und Japan) sowie amerikanische Elemente (Mexiko, Südost-USA und Kalifornien) unterscheiden. Das ostasiatische Element überwiegt deutlich.

Summary

Fossilproofed Middle-Miocene (Lower Sarmatian 13,5 m. y.) shales overlaying brown coal seams from St. Stefan (Lavanttal Basin, Carinthia) have been palynologically investigated. A well preserved microflora is documented. 133 different plant entities are presented on 306 photomicrographs (SEM and LIM). Thereof 127 different botanic-taxonomic units have been determined. Algae are represented by two families, Fungi by two, Bryophyta one, Pteridophyta four, Gymnospermae four, Gnetatae one and Angiospermae 37. 31 families of Dikots and six families of Monocots have been encountered. Two morphologic pollentypes remained of unknown affinity (*Tricolporites wackersdorfensis* TH.-PFEIFF. 1980 and *Juglanspollenites verus* RAATZ 1937). The family assignement of four pollentyps is uncertain. All microfloral units received a catalogue number for further reference. One fossil species of the chinese genus *Cathaya* has been newly described as *C. antiqua* n. sp. 25 pollentyps received new botanical determination, partly down to species level. Zamiaceae,

Cedrus, *Pseudotsuga*, *Pinus griffithii*, *P. gerardiana*, *P. roxburghii*, *P. cembroides*, *Cathaya*, *Keteleeria* and many other members of Pinaceae are observed. Among angiospermous pollen grains, those of Sterculiaceae (*Firmiana*, *Reevesia*), Sapotaceae (*Bumelia*), Juglandaceae (*Oreomunnea*), Rutaceae (*Toddalia*) are especially remarkable. From the same locality only 9 Megaflorespecies have been discovered so far since 1872. A statistical counting of fossil pollen reveals 44 species which are represented by more than 1 %. The majority of grains, however, occurs much less frequent. Pinaceae are predominant with about 30 %. The genera *Cathaya* and *Pinus* reveal significance as major components. Taxodiaceae of swamp environment are almost absent. Among Angiosperms, Fagaceae (*Fagus*, *Quercus*) and Juglandaceae (*Oreomunnea*) share with equal frequencies. Pollengrains of *Podocarpus* have not been met with. For stratigraphy high percentages of Pinaceae with a remarkable species diversification appear to be an important feature of the Lower Sarmatian. Only the *Picea abies*- and *P. orientalis*-type is missing. At the same time no true *Engelhardia* or *Platycarya* pollen grain as well as no *Quercoidites henrici* and certain Vitaceae, Araliaceae and Cornaceae (e. g. *Pollenites edmundi*) is present. Also the so called "Rhus" type occurs extremely seldom. On the other hand, *Tsuga canadensis* (vel *caroliniana*)-type, *Juglanspollenites verus* RAATZ and *Oreomunnea* are constant components of all slides. As rare components do occur Hamamelidaceae (*Hamamelis*, *Liquidambar marcophylla*, *L. formosana*, *L. orientalis*), *Ola*x, *Reevesia*, *Firmiana*, *Cyrilla*, *Bumelia*, *Toddalia*, *Podostemum*, *Ludwigia* and *Symplocos*. A stratigraphic comparison with Lower Sarmatian shale samples from the vicinity of Vienna (Carnuntum) reveal great similarity, especially concerning the predominance of Pinaceae.

Very different plant communities are gathered in the samples, especially in the phosphorite layers. They indicate a 'Thanatozönose'. A high mountain ridge is supposed as surrounding of the former Lavanttal Basin. On the sea shore, river and lake area, the mountain slopes exposed to the Paratethys-sea, the high mountain conifer belt and the dry highland produce different floral communities. The main ones are those of the mixed mesophytic deciduous forest, example China, upper Yangtze valley and the Vera Cruz type of the Gulf of Mexico with temperate forest of high precipitation, but dry winter periods. Especially in the highland pine forests (*P. cembroides*, *P. gerardiana*) a more dry climate can be assumed.

A humid subtropical climate is expected in sea and river swamps of the lowlands. Humid temperate forests occur at the mountain slopes with precipitation of 1000–1500 mm/year, 14–17°C medium temperature. No lower temperature than +5°C and during 6 month of the year more than 22°C. The dry highland might receive a precipitation of about 700 mm/18°C. Similar climatic conditions do occur at 20 – 23° n. L. mainly around the Gulf coast. Mediterranean floral components do occur besides american humid elements in the lowland and slopes (mexican, californian, southeast-USA) and east-asiatic floral elements (China, Japan, Himalaya) in higher northern zones. The sino-malayan elements apparently clearly dominate all others:

Einleitung

Aus mehreren Gründen bieten sich die Sedimente der Kohlenserie des in Ostkärnten gelegenen Lavanttales als Grundlage für eine Bilddokumentation von Mikroflorenelementen des Neogen besonders an.

Die sichere stratigraphische Einstufung der Braunkohlenschichten wäre wohl an erster Stelle anzuführen. Die Einschaltung in fossilführende marine bis brackische Schichtfolgen des unteren Sarmat ermöglicht im Rahmen der modernen Paratethys-Stratigraphie eine zweifelsfreie und allgemein anerkannte Einstufung. Es gibt nicht viele fossile Floren in Europa, wo das geologische Alter mit ähnlicher Sicherheit noch vor der Pollenuntersuchung festgelegt werden konnte. Braunkohlengebieten mit guter Florenerhaltung haftet oft der Mangel fossilbelegter Datierungsmöglichkeiten an. Umgekehrt enthalten gut datierte marine Schichtfolgen selten gleichzeitig reichhaltige und wohlerhaltene Florenelemente. Eine weitere Besonderheit der Mikroflora des Lavanttales wäre damit auch schon angedeutet. Nämlich ihre schichtenweise ausgezeichnete Erhaltung. Sie ermöglicht es, über künstliche Formbezeichnungen hinausgehend Bestimmungen im botanischen Sinne, d. h. Zurückführung

auf bestimmte Familien, Gattungen, ja manchmal sogar auch Arten anzustreben. Damit kann die Illustration der Mikroflora einen repräsentativen Querschnitt des Unter-Sarmat aus dem Raum der zentralen Paratethys, besonders aber südlich des Alpenhauptkammes im Mediterrangebiet vermitteln. Zahlreiche Arbeiten der Rezent-Botanik auf dem Gebiete der Pollenmorphologie von subtropischen Sumpfwaldfloraen, wie z.B. aus Louisiana (LIEUX 1980–82) und China, sowie eigene Rezentensammlungen anlässlich von acht Exkursionen nach Kalifornien, Mexico, San Domingo, in den karibischen Raum und östliches Nordamerika, sowie in den Mittelmeerraum, lassen das Ziel einer botanischen, vielleicht sogar biospezifischen Identifizierung der Pollenkörner näherrücken. Auch die Vervollkommung der mikroskopischen Ausrüstung kommt diesen Bemühungen zugute. In diesem Zusammenhang soll die Installation eines institutseigenen Rasterelektronenmikroskopes, welches seinerzeit auf Initiative von Prof. Thenius, Papp und Verfasser mit Unterstützung des Österreichischen Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung angeschafft wurde, Erwähnung finden. Oft zeigen sich die Pollenexinen noch in räumlicher Erhaltung, wie besonders in den phosphatreichen Sedimenten. Ihr Studium kann in Analogie zu den rezenten Pollenkörnern durch Serien sukzessiver optischer Schnitte durchgeführt werden und ermöglicht eine Rekonstruktion der räumlichen Gestalt mit allen Feindetails von Struktur und Skulptur. Auch die rasterelektronische Untersuchung zur Abbildung von Skulpturen der Oberfläche, welche für mancherlei Bestimmungen sogar ausschlaggebend sein könne, wie z. B. bei der Identifizierung der Gattung *Cathaya*, sind am vorliegenden Material in einigen Fällen zur Anwendung gelangt.

Ein dritter, nicht unwesentlicher Grund zur Vorlage dieser Mikroflora liegt in der Tatsache begründet, daß seit dem Jahre 1950 laufend die Ergebnisse der Tertiärpollenanalysen des Verfassers lediglich in Form von Fossillisten festgehalten wurden, wobei die Bilddokumentation meist zu kurz kam. Der große Umfang, die Reichhaltigkeit der vorliegenden Flora des Sarmat im Lavanttal ermöglicht es, fast alle in den Fossillisten von 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1959, gegebenen Formgattungs- und Formartnamen, welche hauptsächlich von R. POTONIE und Mitarbeiter seinerzeit begründet wurden, nun durch Bildbelege zu ergänzen, sodaß auch die seinerzeitigen Fossillisten nun eine Ergänzung und Aufwertung erfahren. Nicht zuletzt stellt die Bearbeitung der Mikroflora des Lavanttales auch ein besonderes persönliches Anliegen nach mehr als 30-jähriger palynologischer Tätigkeit in Österreich dar. Bald nach Beendigung der Dissertation über die Pollenflora der pannonischen Braunkohlen von Neufeld an der Leitha ergab sich durch die freundliche Vermittlung von Univ. Prof. H. ZAPFE die Möglichkeit, als Paläobotaniker bei einer Kohlenbohrung (W 3) im Lavanttal, nämlich einer Kontrollbohrung zur Errichtung des Zentralschachtes in Wolkersdorf (1951) die Kohlenserien und Begleitschichten profilmäßig aufzunehmen. Dabei war es auch möglich, pollenhöfliche Proben für spätere Untersuchungen sicherzustellen. Nach der freundlichen Einführung in die lokalen geologischen Verhältnisse durch Chefgeologen Hofrat Dr. P. BECK-MANNAGETTA, Dr. FISCHAK, Dir. SCHÄRINGER und besonders Obermarkscheider Ambros MAGERLE erhielt ich viele Hinweise auf die faziellen Gegebenheiten der Flözentwicklungen, sodaß ich nach Beendigung der Bohrarbeiten und Ausarbeitung der Profile (vgl. BECK-M. 1952) mit zahlreichen Proben nach Wien zurückkehren konnte. Im Laufe der Zeit haben sich diese Pollengesellschaften stets als gute Vergleichsbasis erwiesen. Die Foraminiferenbearbeitungen der marinen Einschaltungen erfolgten durch A. PAPP 1950 und R. GRILL 1952 und stellten das Unter-Sarmat sicher. Im Laufe der Zeit erhielt ich noch weiteres Probenmaterial aus dem Phosphorithorizont, welche in weiter Verbreitung von St. Stefan bis Wolkersdorf reicht und das Hangende des St. Stefaner Oberflözes repräsentiert. Mit der Problematik der Phosphoritaufarbeitung und -bearbeitung in diesem Zusammenhang konfrontiert (KLAUS 1971), konnte auch deren Verwendung für palynologische Auswertung nichts mehr im Wege stehen. In der Tertiärpollenforschung haben sich in den letzten Jahrzehnten gewisse Auffassungsveränderungen durchgerungen. Es scheint die Zeit gekommen, wo Quartärbotaniker ihr Arbeitsgebiet auf das Jungtertiär ausdehnen und somit in gleicher Weise die botanischen Bestimmungen und pflanzensoziologischen Auswertungen vorantreiben, wie dies in den Interglazialen bis zum Holozän bisher üblich war (MENKE 1970). Die Pollenanalyse der Subtropen der USA und Chinas beginnt sich abzuzeichnen.

Wenn auch die vereinzelte frühere Betrachtung von Pollenkörnern als quasi „marine Leitfossilien“ wohl als überholt anzusehen ist, so bieten wohl auch die tertiärbotanischen Bestimmungsbestrebungen gewisse, diskussionswürdige Schwierigkeiten. Wie sich zeigt, tragen die Veröffentlichungen rezenten pollenmorphologischer Ergebnisse aus den Subtropen, welche uns nun als wichtige Vergleichsgrundlagen zur Bestimmung der Tertiärpollenkörner zur Verfügung stehen, gelegentlich uneinheitlichen Charakter. Herbarmaterial ist grundsätzlich in letzter Linie für Vergleichsuntersuchungen geeignet, besonders, wenn es aus mehreren jahrzehnte- bis jahrhundertealten Herbarbögen entnommen wird. Die Pollenkörner waren meist schon im Aufsammlungsstadium unreif, sind beim Ablagern gereift und stellen meist Mißbildungen dar oder sie waren vor der Aufsammlung schon größtenteils ausgestäubt. Bei vielen Blüten zeigt sich, daß die Pollenreste in den trockenen Herbarblüten vorwiegend teratologische Formen enthalten, welche wegen mangelnder Verbreitungstauglichkeit in den Blüten verbleiben. Aber auch am Standort aufgesammelte Blüten bieten mancherlei Schwierigkeiten in der Auswertung und erfordern ein gewisses Maß an Aufsammlungserfahrung. Es kann nicht übersehen werden, daß es auch im rezentbotanischen Bereich Bestimmungsschwierigkeiten gibt und man sich wohl in den Subtropen bei einer stäubenden Pflanze befinden kann, deren systematische Zugehörigkeit jedoch auch bei Standortkennern gewissen Problemen unterworfen sein konnte. Diese Unsicherheiten machen aber auch nicht vor den alten Bestimmungen auf den Herbarbögen halt und Verwechslungen sind immer möglich.

Die Fülle von Problemen bei dem Versuch, unsere fossilen Pollenkörner rezenten taxonomischen Einheiten zu nähern, sollte man bei der Bewertung unserer Bestimmungen im Auge behalten.

Die mikrofotographischen Belege zu vorliegender Arbeit sind im Laufe der Jahre gleichzeitig mit den stratigraphischen Arbeiten entstanden. Es findet sich eine meiner ersten Mikrofotographien aus dem Jahre 1952, welche noch ohne Mikrofotographenapparatur lediglich durch Anbringen einer Fotoplatte über dem Strahlengang eines Mikroskopes in einem völlig verdunkelten Raum angefertigt wurde (vgl. Taf. 17, Fig. 1, 2, 3) sowie meinen letzten persönlich durchgeführten rasterelektronischen Aufnahmen im Jahre 1977. Alle abgebildeten Pollenkörner und Sporen wurden mit Katalognummern versehen, sodaß Fragen, welche sich künftig bei der botanischen Beurteilung ergeben können, auf diese Nummern zu beziehen sind.

Bedankungen

Vielfach war die Unterstützung von Beginn bis zur Fertigstellung des Forschungsvorhabens. Eine erste Einführung in die geologische Problematik der Braunkohlenschichten des Lavanttales in den Jahren 1951–52 verdanke Herrn em. o. Univ. Prof. Dr. H. Zapfe. Wertvolle Unterstützung während der bohrgeologischen Tätigkeit und Auswertung bei der Bohrung W3 Wolkersdorf–Zentralschacht wurde von Seiten des St. Stefaner Kohlenbergbaubetriebes gewährt, und zwar besonders durch Herrn Bergdirektor Dipl. Ing. Schäringer (+) und Herrn Obermarkscheider Ambrosius Magerle sowie Herrn Dr. Fischak.

Die Beibringung wertvollen Probenmaterials, Diskussion vieler Detailfragen der Lokalstratigraphie und Flözlagerung sowie die Überschau über einen größeren geologischen Rahmen des Tertiärs in Kärnten verdanke ich besonders Herrn Hofrat Dr. P. Beck-Mannagetta. Sein stetiges Interesse hat zur Fortführung der Untersuchungen nach längerer Unterbrechung wesentlich beigetragen.

Substantielle Unterstützung verdanke ich meinen bewährten Mitarbeitern, Herrn Univ. Ass. Dr. R. Zetter, welcher die Präparation des rezenten Vergleichsmaterials durchführte und umfassende, wertvolle Literaturhinweise lieferte. Bei der Endfassung und Reinschrift des Manuskriptes erfreute ich mich der tüchtigen Mitarbeit von Frau. B. Glock. Ihnen allen schulde ich besonderen Dank.

Lage der Fundstelle

Die vorgelegte Mikroflora stammt aus Proben der Braunkohlenserie des unteren Lavanttales in Ostkärnten. Die Miozänsenke liegt zwischen den Kristallinerhebungen des nordsüdverlaufenden Koralpenzuges im Osten (KIESLINGER 1928) und der parallel dazu verlaufenden altkristallinen Saualpe im Westen. Diese weist in der Südhälfte auflagerndes Mesozoikum (Trias und Ober-Kreide) auf.

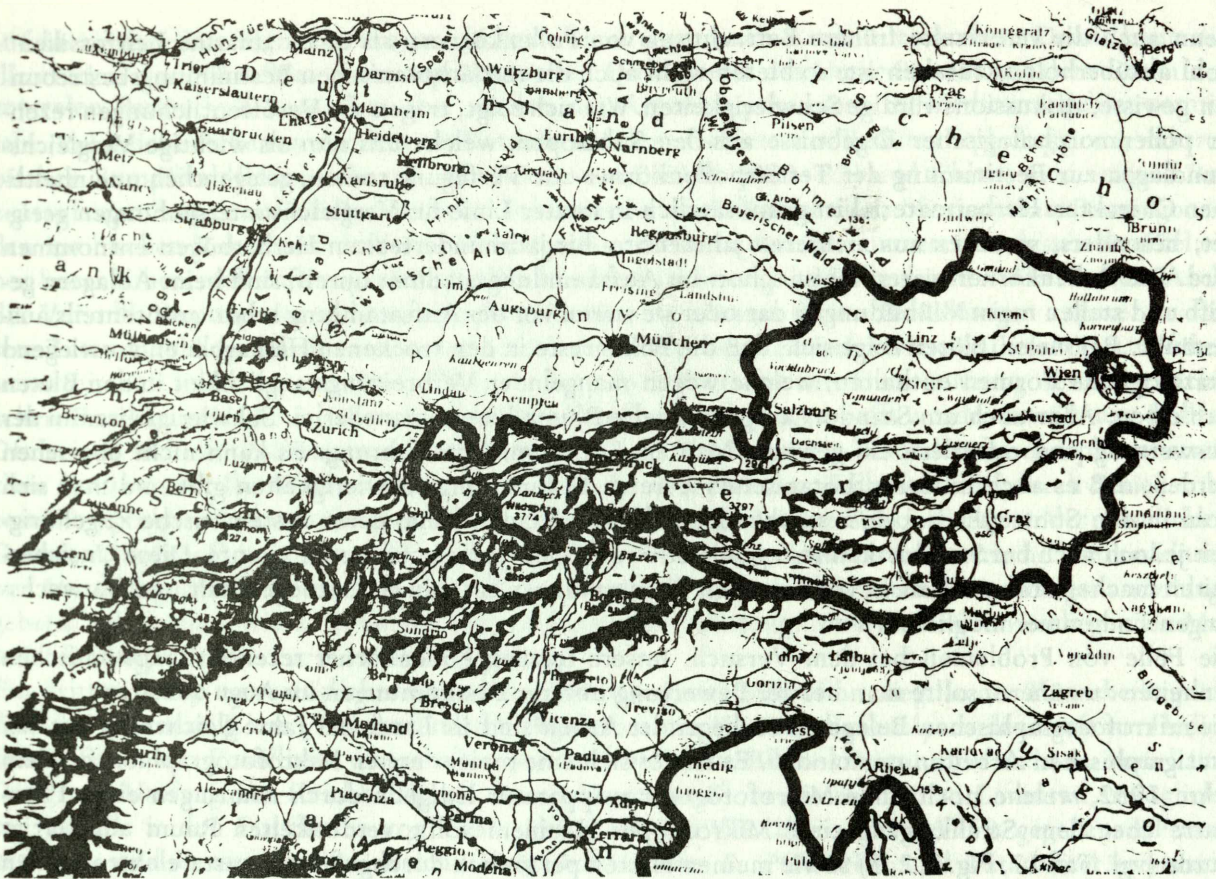


Abb. 1. + Fossilfundstelle von St. Stefan im unteren Lavanttal.
+ Fundstelle des Unter-Sarmat von Carnuntum.

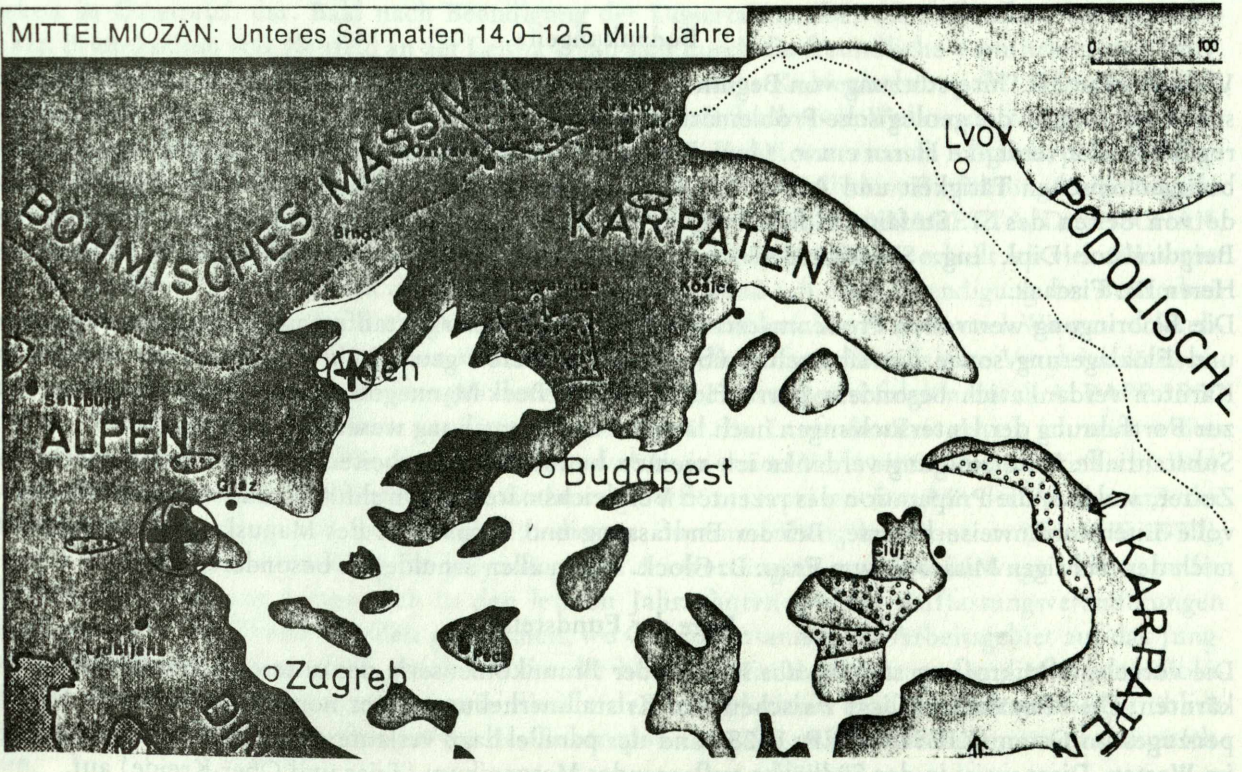


Abb. 2. Zentrale Paratethysküsten (Landmassen grau) (Nach RÖGL & STEININGER 1983).

Im Südteil verengt sich die Senke. Die Lavant entwässert das Tal südwärts entlang einer alten Bruchlinie und mündet bei Lavamünd in die Drau. Weiter im Süden ziehen die hohen Kalkgebirgsketten der Karawanken in westöstlicher Richtung um allmählich in das südöstliche Streichen der Dinariden einzuschwenken. Abgesehen von dieser Kalk-Kulisse im Süden wird das Lavanttal ringsum von Kristallgebirgen eingerahmt. Dies ist zum Verständnis der fossilen Flora von Bedeutung, da Pflanzen empfindlich auf Bodenverhältnisse, besonders auf Kalk reagieren. Im Norden über die Seetaler Alpen hinweg findet sich das ostweststreichende Tauernkristallin. Das Lavanttal ist lediglich nach Süden in den illyrisch-mediterranen Florenraum mit den tannen-buchenreichen Wäldern der Montanstufe (Abietofagetum) geöffnet. Für die Beurteilung der Florenfunde dürfte sicher die Lage südlich der großen Ostwestaufaltung der Alpen, nämlich der Tauern, und damit die Separierung von der nördlichen außeralpinen Molasse mit dem großen, im Nordwesten anschließenden germanischen Braunkohlentertiär von Bedeutung sein. Paläogeographisch zählt das Lavanttaler Tertiär zum mediterranen Paratethysraum und liegt unweit nördlich jenes Dinaridenabschnittes, welcher die mediterrane Tethys von der Paratethys abschnürte. Im Großen gesehen beginnt die Südostabdachung der Alpen etwa im Raum der Koralpe und endet am Alpenostrand bei Wien. Die Lage unserer Probenfundstelle am Südostrand der Alpen ist einer Betonung wert, weil noch eine weitere dank Marinfossilien gut belegte Unter-Sarmatflora in ähnlicher paläogeographischer Position aufgefunden wurde (Carnuntum bei Wien, KLAUS 1955), deren Zusammensetzung zur Beurteilung der Varietät der Flora des Unter-Sarmat im alpinen Bereich herangezogen werden kann.

In tektonischer Hinsicht entspricht nach WINKLER-HERMADEN 1937 der Lavanttaler Bruch der markantesten jungen vertikalen Querstörung der östlichen Zentralalpen, weil er sich nicht nur bis tief hinein in diesen Gebirgszug geltend macht, sondern auch nach Südosten in die Südalpen (nördliche Savefalten) bis nach Kroatien hinein fortsetzt. In morphologischer Hinsicht entspricht die Miozän-senke des unteren Lavanttales einem ausgeprägten, tektonisch bedingten, durch Ausräumung herausgearbeiteten inneralpinen Senkungsfeld.

Altersstellung der Fundschichten

Die untersuchten Pollenproben gehören dem höheren U n t e r – S a r m a t (Mittel-Miozän) an und entsprechen einem absoluten Alter von etwa 13 Millionen Jahren (vgl. Abb. 3).

Es kommt im mikrofloristischen Untersuchungsbereich nicht häufig vor, daß Süßwasserserien mit Braunkohlen aus dem Tertiär so präzise und sicher eingestuft werden können wie vorliegende Proben aus dem Bereich der St. Stefaner Flöze im Lavanttal. Verantwortlich hierfür ist die paläogeographische Situation am Westrand der zentralen Paratethys (vgl. Abb. 3), wo fossilführende marine Schichten mit Aussüßungsphasen und Vermoorungen im mehrfachen Wechsel stehen. Die langjährigen geologischen Feldarbeiten (A. WINKLER-HERMADEN 1937, W. PETRASCHECK 1926/29, P. BECK-MANNAGETTA 1952) sowie die paläontologischen Untersuchungen (A. PAPP 1950/52, R. GRILL 1952) führten zu einer wertvollen Gesamtdarstellung über dieses Kohlengebiet durch P. BECK-MANNAGETTA 1952 sowie WEBER & WEISS 1983).

Die Entstehungsgeschichte des Lavanttaler Beckens setzt mit einer Absenkung und Transgression im unteren Badenien ein. Grobschotter im Norden, feines Material im Süden bezeugen die Entstehung beachtlicher Höhenunterschiede. Vom Murbecken aus schien das Meer in das Lavanttaler Becken eingedrungen zu sein. Die marine Sedimentation wurde durch Gebirgshebungen im Südosten und damit eine Abschnürung der offenen See im mittleren Badenien unterbrochen, wodurch eine Aussüßung der Serie die Folge war. Für das Verständnis der sich herausbildenden Reliefunterschiede, welche wohl auch die Höhenzonenbildung der Floren im Miozän bedingten, ist die bedeutende Schotterlieferung der Flüsse aus dem Süden (BECK-M. 1952) wesentlich. Später erfolgte die erste Bildung kleiner Moore. Infolge des hohen Reliefunterschiedes waren die Ablagerungsbedingungen für langanhaltende Moore noch zu unruhig.

Auch im Unter-Sarmat setzte sich die rasche Beckensetzung fort, welche zum Teil zur Ablagerung von Schottern im Süden führte. Nach BECK-M. 1952 erfolgten drei weiträumige Regressionen, welche zu ausgedehnten Vermoorungen und der Bildung der Lavanttaler Flöze (von St. Stefan), und

GEOCHRONOMETRISCHE SKALA IN MILLIONEN JAHREN	MAGNETISCHE EPOCHEN	EPOCHEN	CHRONOSTRATIGRAPHISCHE STUFEN - SYSTEME MEDITERRAN UND PARATETHYS			BIOSTRATIGRAPH. ZONIERUNGEN			EUROPÄISCHE SÄUGETIERALTER ALBERDI & AGUIRRE, 1979								
			MEDI- TERRAN	ZENTRALE PARATETHYS	ÖSTLICHE PARATETHYS	Plankton. Foraminiferen BLOW, 1969	Kalkiges Nannoplankton MARTINI, 1971	Europäische Säugetierzonen MEIN, 1979									
2	2	PLIOZÄN GILBERT GAUSS MATUYAMA	PLEISTOZÄN			N 22	NN 19	MNQ 19	VILLANYIEN oder VILLAFRANCHIEN								
3	3		PIACENZIIEN	ROMANIIEN	AKTSCHAGYLIEN	N 21	NN 18 ▲	MN 17 ▲									
4	4					N 20	NN 16	MN 16									
5	5		ZANCLEAN	DACIEN	KIMMERIEN	N 19	NN 15 ▲	MN 15	RUSCINIEN								
6	6					N 18	NN 12	MN 14									
7	7	OBER	MESSINIEN	PONTIEN	PONTIEN	N 17	NN 11	MN 13	TUROLIEN								
8	8					TORTONIEN		PANNONIEN		MAEOTIEN	N 16	NN 10	MN 12				
9	9		CHERSONIEN	N 15	NN 9		MN 11						MN 10				
10	10								O B/ A U. BESSARABIEN					N 14	NN 8	MN 8 MN 7	
11	11		SARMATIEN	VOLHYNIEN	N 13	NN 7	MN 6										
12	12	MITTEL						SERRAVALLENIEN	BADENIEN	KONKIEN	N 12	NN 6	MN 5	ASTARACIEN			
13	13		O. M. U.	KARAGANIEN	N 11	NN 5	MN 4 b a										
14	14														TSCHOKRAKIEN	N 10	NN 3
15	15													TARCHANIEN			
16	16		UNTER	BURDIGALIEN	EGGENBURGIEN	KOZACHURIEN	N 8								NN 4	MN 2	ORLEANIEN
17	17	KARPATIEN						N 7	NN 1	MN 1							
18	18										OTTNANGIEN	N 6	NN 1	MN 1			
19	19																
20	20	AQUITANIEN						EGERIEN	CAUCASIEN	N 4	NN 1	MN 2 a	AGENIEN				
21	21		CHATTIEN	N 3	NN 1	MN 1											
22	22						P 22							NN 1	MN 1		
23	23	OLIGOZÄN	CHATTIEN	EGERIEN	CAUCASIEN	P 22		NN 1	MN 1	AGENIEN							
24	24						OBER				CHATTIEN	EGERIEN	CAUCASIEN	P 22	NN 1	MN 1	AGENIEN

Abb. 3. Stratigraphische Korrelationstabelle der Stufen des zirkum-mediterranen Raumes.

■ ■ Stratigraphische Position des untersuchten Probenmaterials (Unter-Sarmat von St. Stefan i. Lavanttal und von Carnuntum b. Wien). (Nach RÖGL & STEININGER 1983).

zwar im Liegenden die Totzerbank, darüber das Liegendflöz und abschließend das Hangendflöz führen. Die limnotelmatischen Sedimente wurden von charakteristischen, in den Bohrserien und Grubenbauen weit verfolgbaren, grauen bituminösen Diatomeenschiefern mit vereinzelt eingeschlossenen

Phosphoritknollen überlagert. Darüber folgen wiederum marine Einschaltungen des Unter-Sarmat. Nach BECK-M. 1952 umfassen die Sedimente des Unter-Sarmat 110–225 m und sind der Rissoen- bzw. Elphidienfazies zuzuordnen.

Mittleres Sarmat ist nach BECK-M. 1952 nicht ausgebildet. Im Ober-Sarmat stellen sich nördlich Flözbildungen ein (Kuchler-Horizont). Es erfolgen nun Einschüttungen von Kristallinmaterial, Zeugen einer Heraushebung der Koralpe und Abschnürung vom steirischen Becken.

Stratigraphie der St. Stefaner Flöze mit Pollenfundstellen.

Sarmat	Oberes	Kuchler Horizont, Oberbank, Tone, Sande, Mergel, Unterbank, 16–18 m mächtig, Süßwasserfazies			
	Mittleres	Diskordanz			
	höheres	Pirenellenfazies zirka 30–40 m mächtig			
	Unteres	• • • tieferes	Mergel und Sande, wenig Schotter (kalkig) mit Normalbrack- und Süßwasserfaunen, Phosphorite (Wolf) und Diatomeenschiefer Hangendflöz 3–0 m mächtig Mergel usw. 30–34 m mächtig Liegendflöz, 2,2–1,7 m mächtig Mergel usw. 30–45 m mächtig Totzer Flöz 0,15–1,00 m mächtig.	} St. Stefaner Flöze	225 m bis 110 m mächtig
				Rissoen – Elphidienfazies	

Abb. 4. Stratigraphische Einstufung des Mikroflorenhorizontes im Unter-Sarmat (Tab. nach BECK-MANNAGETTA 1952). • Horizont der vorliegenden Mikroflora.

Nach A. PAPP 1952 stammen die fossilführenden Sarmatproben sowohl aus dem Hangenden als auch aus dem Liegenden der Kohleflöze. Die Untergrenze des Sarmat liegt unterhalb des tiefsten Flözes (Totzer Bank). Vor allem Foraminiferenfund (Rissoen und Elphidien) belegen das Alter.

Über dem geringmächtigen Totzer Bänkchen folgen 30–45 m untersarmatische Mergel. Das folgende Liegendflöz enthielt nach SCHÄRNIGER 1949 aufrechte Wurzelstöcke von 1 m Höhe und 1,3 m Durchmesser (Beweis für Autochthonie).

Stellenweise kommt Verzahnung mit Schottern vor. 32–35 m mächtige Süßwassermergel bilden das Zwischenmittel zum etwa 3 m mächtigen Hangendflöz. Unmittelbar im Hangenden setzt ein bräunlich grauer, blättriger, auffallend leichter Schiefertone ein, welcher über 4 m Mächtigkeit erreichen kann. Dieser Horizont führt die meisten Phosphoritknollen (BECK-M. 1952, WEBER & WEISS 1983, WOLF 1875), aus welchen ein großer Teil der hier beschriebenen Mikroflora stammt. Darüber folgen im Wechsel Süßwasser-, brackische und marine Sedimente mit Unter-Sarmatfossilien (Rissoen und Elphidien nach R. GRILL 1952, S. 34 und A. PAPP 1952, S. 26). Die Phosphorite finden sich als Knollen oder seltener als kantengerundete Bruchstücke zu mehreren in Agglomeraten mit tonig-sandigem Bindemittel. In seltenen Fällen werden sie als Einzelknollen von tonigen schichtigen Bindemitteln stromlinienförmig umgeben. Nach einer chemischen Analyse bei WOLF 1875, S. 147 ent-

halten sie 63,8 % Kalziumphosphat und 14,8 % organische Substanz. Nach BECK-M. 1952 findet man Phosphorite auf sekundärer Lagerstätte zusammengeschwemmt, von Fischknöchelchen und zerbrochenen Süßwasserschnecken begleitet.

Die Mächtigkeit kann bis 75 cm anwachsen. PAPP 1952 berichtet über eine kleine Fauna aus dieser Schieferschicht: „Zahlreiche Splitter von großen Landschnecken (*Helicidae* indet) und *Pupidae* (auch Mündungsteile), *Limax* sp., *Chara escheri* (AL. BROWN) UNGER ? *Gobia* sp. zahlreiche Zähne und Bruchstücke von Gräten. Charakteristische Süßwasserfazies“.

Der begleitende Schieferton wurde von A. RUTTNER (in BECK-M. 1952) auf Diatomeen untersucht. Er fand *Melosira* und Spongiennadeln. Im Lichte unserer mikrofloristischen Untersuchungen scheint der Befund über einen hohen Bitumengehalt dieser Schichten von Interesse (vgl. *Botryococcus*, S.306). Nach BECK-M. 1952 besteht der Ton fast zur Hälfte aus Bitumen, welches als Sapropelbildung bei ausklingender Vermoorung angesprochen wird. Der Diatomeenschiefer kann zu einem weitverbreiteten Leithorizont werden, wovon ich mich selbst in der Bohrung W 3 Wolkersdorf (BECK-M. 1952, S. 65) überzeugen konnte. Hier zeigte sich auch deutlich im Hangenden die zyklische Folge von Mergel zu Sand, zu Braunschiefer, zu Kohle und dann wieder zu Ton und zu bituminösen Schichten. Der rasche Wechsel von Brack- und Süßwasser auf einem Streifen von mehreren km Länge beweist eine breite flache Küste. Weit über diesen Horizont findet sich noch ein Kohlenflöz, nämlich das Kuchler Flöz, aus dessen Hangenden Proben zur Untersuchung gelangten. Und zwar fand W. BERGER 1955 eine Flora mit *Osmunda*, *Glyptostrobus europaeus* (BRGN.) HEER, *Alnus* cf. *kefersteini* UNG. und *Büttneria aequalifolia* (GÖPP.) F. MEY. Verfasser isolierte aus diesen obersarmatischen Proben auch einige Pollenkörner (KLAUS 1956):

Taxodioipoll. (*Taxodiaceae*)

Tsugapoll. macroserratus major WOLFF (*Tsuga* cf. *canadensis*)

Piceapoll. sp. (*Picea*)

Abietinaepoll. microalatus minor R. POT. (*Pinus* sp. — *Haploxydon*-Gruppe)

Abietinaepoll. labdacus minor R. POT. (*Pinus sylvestris*)

Abietinaepoll. labdacus maximus R. POT. (*Abietineae*)

Zelkovidites sp. THIERG. (*Zelkova*)

Ulmoidites undulosus WOLFF (*Ulmus* sp.)

Liquidambarpoll. stigmosus R. POT. (*Liquidambar* sp.)

Carayapoll. simplex R. POT. (*Carya* sp.)

Pterocaryapoll. stellatus R. POT. (*Pterocarya* sp.)

Engelhardtioipoll. sp. (*Juglandaceae*)

Juglanspoll. verus RAATZ

Alnuspoll. sp. (*Alnus* sp.)

Tiliaepoll. kleine Form (*Tiliaceae*)

Betulaceoipoll. sp. (*Betulaceae*)

Coryloipoll. sp. (*Corylus*?)

Compositoipoll. sp. (*Compositae*)

Nyssoipoll. rodderensis THIERG. (*Nyssa* ?)

Sapotaceoipoll. cf. manifestus (*Sapotaceae*)

Lygodioipoll. solidus R. POT. (*Lygopodium flexuosum*)

Osmundaspor. primarius WOLFF (*Osmunda* sp.)

Markierung der stratigraphischen Stellung der Mikroflor-horizonte des Lavanttales im Vergleich zur europäischen Mio-zängliederung.

Anlässlich der Veröffentlichung früherer Mikroflorenlisten sowohl aus dem Lavanttal als auch von anderen österreichischen Tertiärlagerungen wurden naturgemäß noch die älteren Begriffe der Mio-zängliederung verwendet. Auf beigefügter Tabelle wird neben der neuen Miozängliederung nach

Stratigraphische Übersicht der oberen Süßwassermolasse nach THIELE-PFEIFFER 1980.

Jetzige und ältere Stufengliederung (fett umrandet) der Zentralen Paratethys (leicht schematisiert; nach BRINKMANN 1966; STEININGER, RÖGL & MARTINI 1976; RÖGL & MÜLLER 1978).

Epochen (neue Gliederung)	Stufen (neue Gliederung)	Epochen (ältere Gliederung)	Stufen (ältere Gliederung)	lithologische Gliederung
Unter - Pliozän	Pont	Unter - Pliozän	Pont	Obere Süßwasser - molasse
Ober -	Pannon		Pannon	
	Sarmat	Ober -	Sarmat	Süßbrackw. - Mol
Mittel -	Baden		Torton	
Unter -	Karpat	MIOZÄN	„Helvet“	Obere Meeres - molasse
	Oftnang		„Burdigal“	
	Eggenburg		„Aquitän“	
Ober - Oligozän	Eger	Ober - Oligozän	Chatt	Untere Süßwasser - molasse

Stratigraphie der niederrheinischen Braunkohlenformation und ihres Deckgebirges nach HAGER (1981).

geochronometrische Skala in Mio. Jahren	Chrono-stratigraphie	nieder-landische Chrono-stratigraphie	palynologische Gliederung	Lithostratigraphie der Kölner Scholle
Epöche	Pleistozän	Stufen und Reichweite der Stratotypen (MARTINI 1971, MARTINI & MÜLLER 1971, ROTH 1970, ROTH et al 1971)	Pliozän	Praetegelen und jüngere Schichten
	Pliozän	Pliozän/Grenze Zandium		
5	Obermiozän	Messinium	Pliozän	Reuver-Serie
10		Tortonium		Rotton-Serie
				Hauptkies-Serie
				Indener Schichten (Oberfloz-Gruppe)
15	Mittel Miozän	Serravallium	Miozän	Ville-Schichten (Hauptfloz-Gruppe)
		Langhium		
20	Untermiozän	Burdigalium	Untermiozän	Kölner Schichten (Unterfloz-Gruppe)
		Aquitanium		
25		Chattium	A	

Abb. 5. Stratigraphische Position der palynologisch untersuchten Braunkohle Bayerns und NW-Deutschlands im Vergleich zu vorliegenden Unter-Sarmat-Palynoköinen (nach THIELE-PFEIFFER 1980 und MOHR 1984).

RÖGL & STEININGER 1983 auch noch die alte Gliederung zum Vergleich angeführt. THIELE-PFEIFFER 1980 fügte in einer übersichtlichen Tabelle die lithofaziellen Begriffe der bayrischen und oberösterreichischen Süßwassermolasse hinzu, sodaß die neogenen Sedimente nördlich der zentralen Paratethys verglichen werden können. Für palynologische Vergleiche nützlich erweist sich auch die bei MOHR 1984 gegebene Gliederung der niederrheinischen Braunkohle und deren Deckschichten. Aus der Hauptflözgruppe der niederrheinischen Braunkohle stammen die wesentlichen Pollenpublikationen von R. POTONIE und seinen Mitarbeitern (1931–1960) sowie von VON DER BRÉLIE und U. REIN 1958, und nun aus den Deckschichten die neue Arbeit von MOHR 1984.

Probenmaterial

Aus der großen Zahl untersuchter Unter-Sarmatproben der Bohrung Wolkersdorf im unteren Lavanttal W 3, bei welcher Verfasser während der Abteufung im Jahr 1951 zur Probengewinnung und Erstellung der Bohrprofile gemeinsam mit Dr. Fischak tätig war, wurden einige mit bester Fossilhaltung zur Illustration verwendet. Sie stammen vorwiegend aus dem limnischen Bereich des St. Stefaner Flözhorizontes (KLAUS 1956).

Ferner verdanke ich der Werksdirektion St. Stefan (Herrn Dir. Schäringer und Obermarkscheider A. Magerle), aber ganz besonders Herrn Hofrat Dr. Beck-Mannagetta Proben von verschiedenen Lokalitäten und Ausbildungen des Diatomeen (Phosphorit)horizontes. Und zwar wurden verwendet: Bohrung W 3 St. Stefaner Flözhorizont bis Kuchler Flöz und auch 80 m darüber.

Diatomeenschiefer aus dem Hangenden des St. Stefaner Hangendflözes mit Phosphoriteinschlüssen. Fundort B-Anlage, ca. 200 m Ost, Hangend des Hangendflözes (erhalten Oktober 1956).

Kantig-polygonales Phosphatstück, St. Stefan Ostfeld (erhalten P. Beck-Mannagetta 1956).

Großes Handstück aus Muldenmitte Wolkersdorf mit Schneckenbruchstücken und Xylitresten (1966). Fundstück aus dem Querschlag Nordostteil des Bergbaues St. Stefan im Lavanttal (Dir. Schäringer 1949).

Tonstück aus dem Phosphorithorizont mit Hohlraum nach Zahn (1. 6. 1966 Dr. Beck-Mannagetta). Die untersuchten Proben variieren, was den Mikrofossilinhalt betrifft, wenig. Lediglich die ganz seltenen akzessorischen Bestandteile finden sich einmal nur in der einen oder anderen Probe.

Präparation

Der Vorteil der gesicherten stratigraphischen Position der Proben aus dem Lavanttal sollte dazu ausgenutzt werden, jene Mikroflorenhorizonte zu dokumentieren, welche weitreichende stratigraphische Vergleiche ermöglichen. Daher wurde bewußt auf Kohlenproben, welche ökologisch stark an die konservative Sumpfwaldnatur der Flora gebunden sind, verzichtet und in erster Linie die phosphoritführenden Diatomeenschieferhorizonte aus dem Hangenden der St. Stefaner Flözserie verwendet. Die Präparation dieser Tone erfolgte in der üblichen Weise mit Salzsäure und Flußsäure, um vom Karbonatanteil und Silikatanteil zu befreien. Der beträchtliche organische Rückstand wurde in der üblichen Weise acetyliert und mit schwerer Flüssigkeit nach einer bereits jahrzehntelang erprobten Methode (KLAUS 1973) von weiteren mineralischen Bestandteilen befreit. Die Präparation des stark phosphathältigen Materials erfolgte nach der bei KLAUS 1971 beschriebenen Methodik.

Es ließen sich bei schonender Behandlung klare, sehr pollenreiche Präparate mit bestem Erhaltungszustand gewinnen. Diese wurden in Glycerin und Glyceringelatine mit Phenolzusatz in üblicher Weise aufgenommen. Bei reichem Algengehalt mußte die HF-Behandlung stark eingeschränkt werden, denn es zeigten sich zum Beispiel an den Grünalgen Lösungserscheinungen in den Zellwänden. Dies deutet auf eine Kieselsäureeinlagerung hin. Beträchtliche Schwierigkeiten bereitet manchmal die Schwefelkiesanreicherung im Inneren der Pollenkörner. Bei oft sehr guter Erhaltung der Exine behindert die tiefschwarze völlig undurchsichtige Ausfüllung der Pollenkörner die lichtmikroskopische Beobachtung beträchtlich. Gerade jene Exinen, welche räumlich gut erhalten sind, weisen solche opake Inhaltskörper auf. Bei widerstandsfähigen Exinen ließ sich durch kurzzeitige Zugabe von konzentrierter HNO_3 eine teilweise bis vollständige Lösung dieses undurchsichtigen Zellinhaltes erreichen. Es handelt sich offenbar um Schwefelkiesverbindungen. In solchen Proben zeigt sich auch im

Rasterelektronenmikroskop, daß fast jedes Pollenkorn an irgendeiner Stelle der Oberfläche, bei Luft-sackpollenkörnern besonders auffällig an der distalen Keimstelle, eine große lochartige ungleichmäßige Öffnung aufweist. Die überwiegende Zahl der Abbildungen stammt von Einzelkornpräparaten (vgl. KLAUS 1953), welche das Auffinden der Pollenkörner erleichtern.

Erhaltung

Plattgedrückte Exinen

Normalerweise finden sich im Tertiär völlig flachgedrückte Pollenexinen. Der Überlagerungsdruck der Sedimente bewirkt eine allmähliche, meist recht schonungsvolle Abplattung der im lebenden Zustand körperlich runden Pollenkörner. Der Vorgang wird durch die Auflösung des Zellkernes und sonstigen Zellinhaltes nach der Einbettung eingeleitet. Die dünnwandige Exinhülle widersteht dem Sedimentdruck nicht lange und wird allmählich immer mehr abgeflacht. In allen Tönen, besonders ausgeprägt bei Sandbeimengungen, konnten vorwiegend nur abgeflachte Exinen gefunden werden. Leider erfolgt die Abflachung meist in keiner geometrisch ausgewählten Lage. Das Korn wird auseinandergepreßt, Keimstellen klaffen unnatürlich weit auseinander. Zentralkörper von saccaten Pollenkörnern scheinen hochgestellt statt ursprünglich quergestreckt, es entstehen auch zusätzliche Sekundärfalten, welchen gelegentlich bei Beschreibungen Keimfunktionen irrtümlich zugeschrieben wurden. Strukturen von Ober- und Unterseite von Pollenkörnern werden einander so stark genähert, daß spezifische Details kaum mehr mit dem Lichtmikroskop auseinandergehalten werden könnten. Bei saccaten Pinaceae wird bei geringstem Druck die ursprüngliche an sich wichtige Alveolenstruktur der Luftsäcke zu irreführenden Zerrbildern, ja bis zur völligen Unkenntlichkeit verunstaltet. Dasselbe gilt auch für weitere wichtige Bestimmungsmerkmale, wie die subacalen Nodula, die infratectaten Cappanodula oder die wichtige Distalornamentation gewisser Pinoideae. Dadurch wird bei abgeplatteten Exinen eine biospezifische Bestimmung meist problematisch und eine detaillierte Formbezeichnungsnomenklatur wegen der großen Variabilitätsmöglichkeit der Abplattungszustände irreführend. Der einzige „Vorteil“ flacher Pollenexinen besteht in der einfach durchführbaren mikrophotographischen Wiedergabe, da bezüglich der Tiefenschärfe bei Aufnahmen keinerlei Probleme bestehen. Der Pollenkornrand kann in einem Foto genauso scharf wiedergegeben werden wie die Zentralfläche. Für übersichtliche Aufnahmen ohne spezifische Bestimmungsansprüche sind solche Darstellungen brauchbar. Auch für REM-Aufnahmen sind abgeflachte Pollenkörner noch geeignet.

Räumlich erhaltene Pollenexinen

Für eine detaillierte Pollenbestimmung benötigt man räumlich erhaltene, also noch runde, völlig unversehrte und nicht abgeplattete oder gar aufgeplatzte oder gequollene Exinen. Strukturdetails werden dort kaum verdeckt. Die LIM- und REM-Untersuchung ist wie bei rezenten acetylierten Körnern, oft noch besser möglich.

Dieser Erhaltungszustand kommt bedauerlicherweise recht selten vor. Verfasser konnte solche Pollenkörner im Steinsalz (KLAUS 1968) oder auch in Phosphaten (KLAUS 1971) beobachten.

Die vorliegenden Proben aus dem Lavanttal beinhalten in gewissen Horizonten öfters noch räumlich unversehrte Pollenkörner. Diese wurden in vorliegender Arbeit vorwiegend für die Dokumentation verwendet. Allerdings bereiten solche Pollenkörner abbildungstechnisch größere Probleme. Denn runde Körner können kaum in allen Ebenen gleichzeitig scharf abgebildet werden, da höhere auflösende Mikroskopobjektive eine zu geringe Tiefenschärfe aufweisen. Wie die Literatur zeigt, können auch solche Pollenkörner anlässlich der mikrophotographischen Dokumentation zu völlig unkenntlichen und zur Bestimmung untauglichen Objekten werden. Darstellungen in verschiedenen Fokalebene wie in vorliegender Arbeit vielfach verwendet, stellen eine raumaufwendige Kompromißlösung dar. Die verschiedensten Darstellungsversuche, wie zum Beispiel Pollenkörner in verschiedenen optischen Darstellungsebenen wiederzugeben und die Sektoren, Quadrate oder Dreiecke oder Ähnliches nachträglich einzusetzen wirkt eher störend und vermittelt bei einer morphologischen Beurteilung einen ungenügenden Gesamteindruck. Darstellungen, wo die Unschärfen dominieren, vermitteln,

teln, auch wenn sie oftmals wiederholt werden, keine geeignete Bestimmungshilfe. Höchstaufauflösende Mikroskopobjektive, wie zum Beispiel besonders bei Phasen- oder Interferenzkontrastarbeiten, kann man bei räumlich erhaltenen Pollenexinen noch am wenigsten für eine Gesamtdarstellung einsetzen. Daher sind leider auch solche Arbeiten trotz der großen Verdienste in der Mikroskopie für Vergleiche bedauerlicherweise nicht geeignet. Wenn man sich nur mit der Darstellung der Kornoberfläche begnügt und damit nur einen Teil der Bestimmungsmerkmale erfaßt, kann das Rasterelektronenmikroskop bei runden Körpern gute Dienste leisten. In vorliegender Arbeit wurden aus diesem Grund in Einzelfällen ergänzende REM-Fotos beigegeben.

Dokumentation

Der Vergrößerungsmaßstab beträgt bei LIM-Abbildungen einheitlich 750 x. Der Grund für diese Begrenzung nach oben liegt in der numerischen Apertur des verwendeten Mikroskopobjektives. Das Objektiv 63 x (Luft) weist eine numerische Apertur von 0,75 auf. Die optischen Gesetze schreiben nun vor, daß die numerische Apertur des Objektives bei Vergrößerungen und Verwendung polychromatischen Lichtes nicht mehr als das 1000-fache überschritten werden darf. Darüber hinaus erfolgt keine rationelle Vergrößerung mehr, sondern lediglich eine Verzerrung. Größenangaben von Pollenkörnern zum Zweck der Bestimmung besitzen in der Palynologie nur sehr begrenzten Wert. Es zeigt sich immer wieder, daß nach jahrelanger Lagerung der Präparate oder bei bestimmten Fossilisationszuständen, die von Fall zu Fall wechseln können, die Größen der Pollenkörner sehr starken Schwankungen unterworfen sind. Besonders die Präparation und Konservierung führt zu Quellungen und Quetschungseffekten, sodaß nur sehr krasse Größenunterschiede als Kriterien für eine Bestimmung Verwendung finden können. Im besonderen Maß trifft dies für die Präparation rezenter Vergleichspollen zu, wo sich manchmal schon innerhalb weniger Wochen im Präparat eine Größenzunahme von mehr als 50 % einstellen kann.

Ich habe bei 20 Jahre alten Präparaten ein Ansteigen auf das Doppelte des ursprünglichen Ausmaßes feststellen können, und zwar leider nicht nur bei Rezentpräparaten sondern auch bei solchen mit fossilen Pollenkörnern aus dem Tertiär. Es müßten also die Messungen immer sofort nach der Präparation durchgeführt werden. Auf den Fototafeln ist wie schon bei der Tafelerklärung angegeben, neben dem hauptsächlich 750-fachen Maßstab auf den rasterelektronenmikroskopischen Abbildungen noch extra die Vergrößerung angegeben, außerdem bei vielen Tafeln ein Vergleichsmaßstab am Fuß der Tafel. Retuschierungen wurden tunlichst vermieden. Sie können zu Irrtümern Anlaß geben. Zum Beispiel läßt sich bei den Papillen der Taxodiaceae, wo es auf eine genauere Erkennung der Papillendicke ankommt, diese nicht immer feststellen, da die Retuschierränder meistens eine wesentlich breitere Papille vortäuschen als deren tatsächliche Dimension auf dem Foto. Auch können oft Doppelränder vorgetäuscht werden und zur völligen Unkenntnis über die tatsächlichen Konturen der Pollenränder führen.

Interpretation

Da vorwiegend räumlich gut erhaltene Pollenkörner als Bestimmungsgrundlage Verwendung fanden, schien es nicht notwendig, den Schwerpunkt auf jene künstlichen Formbezeichnungen zu legen, welche an Hand von plattgedrückten oder sonst ungenügend gut erhaltenen Exinen mit starker Variabilität begründet wurden. Es wird daher in erster Linie versucht, Bestimmungen entsprechend dem botanischen System durchzuführen und je nach Kenntnis des vorliegenden Vergleichsmaterials, sei es aus eigenen Rezentuntersuchungen oder aus Vergleichen der bestehenden Literatur die Bestimmungen bis zur Ebene der Ordnung, meist Familie, Gattung, ja gelegentlich auch Art durchzuführen. Im Anhang werden dann die künstlichen Formbezeichnungen, die bisher verwendet wurden, erwähnt. Nur dort, wo keinerlei oder geringfügige Kenntnisse über die Rezentflora vorliegen, werden auch im Titel der Taxa die Gattungs- oder Formspeziesnamen angeführt. Vielleicht ist es auf diese Weise möglich, auch für den Fachbotaniker lesbare Florenlisten zustandezubringen. Letzten Endes sollen die Taxa, wenn sie dem botanischen System nahegebracht werden, die Möglichkeit bringen, klimatische und ökologische Schlußfolgerungen zu ziehen.

Bei den gelegentlich vorgekommenen Bemühungen auch an weniger gut erhaltenem Fossilmaterial subtile Unterschiede, welche etwa auf Artniveau liegen würden, herauszuarbeiten, gerät man leicht an den Abgrund lawinenartiger Vermehrung von künstlichen Bezeichnungen, den sogenannten Formspeziesnamen, welche unter Umständen nichts anderes als sehr variable Fossilisationsformen oder sonst geschädigte Exinen darstellen und die an sich schon große, meist nicht untersuchte Variationsbreite der Pollengestalt exponentiell vergrößern. Die solcherart entstandene Namensflut kann Ursache verheerender Verwirrung werden (vgl. Kritik MENKE 1976), welche viele interessierte Palynologiestudenten von Tertiärarbeiten zurückschrecken läßt und auch stratigraphisch in Wahrheit nichts bringt. Besonders fragwürdig, wenn solche Fossilisationsbezeichnungen unbekannter botanischer Herkunft dann noch in „warme, gemäßigte und sonstige“ Gruppen gegliedert werden und bei völliger Verkenntnis der synchronen und ökologisch veränderlichen Verhältnisse zur sogenannten Klimastratigraphie Verwendung finden. Die Grenzen der gegenwärtigen botanischen Zuordnungsmöglichkeit und die möglichen Schlußfolgerungen sollten in der Folge bei den Beschreibungen erkennbar sein. Die botanische Interpretation der pollenmorphologischen Erkenntnisse hat durch wesentliche Bereicherung der Literatur mit Vergleichsobjekten neue Möglichkeiten geschaffen, besonders auch der Einsatz des Rasterelektronenmikroskopes. So sind besonders die neueren pollenmorphologischen Arbeiten aus den Floren der Sumpfgebiete der südlichen USA (z. B. LIEUX 1980–1982) oder die neueren pollenmorphologischen Arbeiten aus China für unsere Vergleiche von besonderer Bedeutung. Dabei lassen sich neue diskussionswürdige Schwierigkeiten erkennen, welche nun auf einer Ebene fachbotanischer Arbeiten sicherlich unschwer zu überwinden sein werden. Einmal zeigt sich, daß die Verwendung von Herbarmaterial für unsere Vergleichsfloren mit größter Sorgfalt und Vorsicht vorzunehmen ist. Wenn jahrzehntealte ausgetrocknete Blüten auch aus einem noch so renommierten Herbarium nur in kleinster Menge entnommen werden können, ergeben sich meist teratologische Formen. Das heißt völlig vom morphologischen Mittelwert abweichende Mißbildungen, welche in ausgestäubten oder künstlich im Herbar ausgetrockneten unreifen Blüten als Rest in den Antheren sitzenbleiben. Diese sind für Vergleiche völlig ungeeignet. Damit sind Herbarbelege überhaupt nur sehr beschränkt brauchbar. Denn reifes Material ist beim Herbarisieren bereits ausgestäubt und enthält nur mehr aberrante Formen und unreifes Material wird bei der Herbarisierung und Lagerung dann erst künstlich gereift und zeigt völlig inadäquate Strukturen.

Als Beispiel sei hier etwa die Pollenmorphologie des für das Jungtertiär so wichtigen *Glyptostrobus* und *Taxodiumpollens* anzuführen. VAN CAMPO 1951 hat in ihrer wichtigen Pionierarbeit über den *Taxodiaceenpollen* bereits eindeutig die Papille von *Glyptostrobus* als besonders breit und kurz geschildert. Damit wäre eigentlich von vornherein eine Abhebung gegenüber allen anderen *Taxodiaceenpollen* möglich. Dieser Befund wird auch in neuerer Zeit von chinesischen Pollenanalytikern besonders beweiskräftig bestätigt. Dort wurde nämlich nicht aus Herbarmaterial, sondern aus einem Torfmoor in China, wo im Holozän sicher nur *Glyptostrobus* vorkam, Pollenkörner abgebildet, die eine kurze und extrem breite Papille zeigen (WANG, 1974). Damit sollte eigentlich die *Glyptostrobus*morphologie geklärt und in unseren Ablagerungen eindeutig zu bestimmen sein. Nun zeigen aber die ebenso wichtigen Herbarbearbeitungen von WODEHOUSE 1935 und TRAVERSE 1955 im völligen Gegensatz zu diesem Befund dünne kurze hakenförmige Papillen. Es wird angegeben, daß auch deren Pollenkörner von *Glyptostrobus*material stammen, das in China aufgesammelt wurde. Es wäre durchaus möglich, daß diese Verwechslung schon in China beim Aufsammeln vorkam, wo *Taxodium* künstlich angepflanzt wurde, und zwar jenes *Taxodium*, das dem *Glyptostrobus* am ähnlichsten ist, nämlich *Taxodium ascendens*. Und dieses besitzt zum Unterschied sowohl von *Glyptostrobus* als auch von *Taxodium distichum* und *T. mexicanum* dünne kurze gekrümmte Papillen und weicht daher vom *Taxodium*–*Glyptostrobus*komplex ab. Man wird solchen Fragestellungen zweifellos in Zukunft bei den Rezentvergleichen besonderes Augenmerk zuwenden. Bei eigenen Aufsammlungen von Pollenmaterial der Gattung *Pinus* in verschiedenen Erdteilen wie Mexico, San Domingo und Kalifornien, USA und Mittelmeerraum zeigte sich immer wieder, daß verlässliches Vergleichsmaterial nur unmittelbar am Standort, und zwar am Tag des Stäubens, nicht durch Abnahme der Blüte direkt sondern durch Auffanggeräte unterhalb der Blüte gewonnen werden kann. Man muß also den

Zeitpunkt der V o l l b l ü t e abwarten und das Material selbständig ausstäuben lassen. Ansonst mehren sich aberrante Formen ganz beträchtlich und führen zu weitreichenden Bestimmungsirrtümern.

Mikroflora – Katalog

Systeme:

Niedere Pflanzen: BRESINSKI, A. 1983, ENGLER, A. I + II 1954, 1964.

Samenpflanzen: EHRENDORFER, F. 1983, HIGHWOOD, V. H. 1982, WILLIS, J. C. 1957.

Jedes beschriebene Pflanzenfossil wird mit einer Katalognummer versehen, ungeachtet der Tatsache, ob beim gegenwärtigen Kenntnisstand eine botanische Zuordnung möglich erscheint oder eher eine Formbezeichnung als Mikrofossil erforderlich wird oder auch die Bestimmung vollständig offen gelassen werden muß. Besonders für letzteren Fall können die Katalognummern wertvoll sein.

Eukaryotische Algen

Chlorophyta, Grünalgen

Familie: Hydrodictyaceae

Pediastrum MEYEN

Taf. 1, Fig. 1, 2, 3

Scheibenförmige, einschichtige Cönobien mit polygonalen Mittelzellen, welche z. T. verwachsen (Fig. 2), z. T. Lücken dazwischen aufweisen (Fig. 1) können. Die Zelloberfläche kann granuliert oder in sehr variabler Form auch gestreift sein. Größe zwischen 40–150 μ schwankend.

Pediastrum-Cönobien leben freischwimmend in stehenden Gewässern zwischen anderen Wasserpflanzen als auch als Planktonten. Einige Arten sind sphagnophil. Sie bewohnen Süßwasser, gelegentlich auch Brackwasser. Wegen der beachtlichen Variabilität ist die Artabgrenzung schwierig. *Pediastrum* findet sich in tonigen Lagen im Holozän als häufige Frischwasseralge (*Pediastrum boryanum*). Im Holozän und auch noch im R/W-Interglazial (vgl. JUNG/BEUG/DEHM 1972). Selten im Präquartär. Das Vorkommen ist dort nicht absolut auf limnische Schichten beschränkt, wobei zu beachten ist, daß eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen Umlagerungen besteht und daher nicht gesagt werden kann, ob die Pediastrum in brackischen und marinen Schichten tatsächlich gelebt haben. BORGE & ERDTMAN 1954 berichten über ein Eozän/Oligozänvorkommen gemeinsam mit Chara von der Isle of Wight, WILSON & HOFMEISTER 1953 über einen Paläogenfund aus Sumatra. Der älteste Fund stammt aus der Unter-Kreide (EVITT 1963). PACLTOVA 1960 fand *Pediastrum*-Cönobien in miozänen Braunkohlenbegleitschichten des Beckens von Budweis (CSSR). Auch NAGY 1969 erwähnt ein Fragment aus dem ungarischen Neogen. Im Hangenden des St. Stefaner Flözes im Lavanttal, im Verbande der Bitumentone findet sich diese Grünalge massenhaft, vergesellschaftet mit Diatomeen (BECK-MAN-NAGETTA 1952, *Melosira*) und *Botryococcus* sowie Pollenkörnern. Die Flußsäurebehandlung übersteht diese Alge nicht sonderlich gut, da offenbar Kieselsäure in den Zellwänden eingelagert wird.

Die systematische Gruppierung der etwa 35 rezenten Arten erfolgt auf Grund von Cönobieneigenschaften, deren Zellen verwachsen oder durchbrochen sein können, ferner mittels der Beschaffenheit der Randzellen und der Oberflächenornamentation.

(1) *Pediastrum duplex* – Habitus

Tafel 1, Fig. 1

Das abgebildete Cönobium stellt die durchschnittliche Größe von etwa 150 μ im Scheibendurchmesser dar. Es gibt jedoch auch sehr viel kleinere Cönobien, etwa bis 35 μ Durchmesser und auch ganz selten größere. Die Anzahl der Mittelzellen beträgt etwa 16, schwankt jedoch beträchtlich mit der Größe. Randzellen etwa 15, Gesamtzahl bis 31 Zellen. Mittelzellen etwa quadratisch ausgebildet und nur an den Eckpunkten aneinandergeheftet, sonst bedeutende Lücken an den Längsseiten dazwischen

belassend (Bestimmungsmerkmal von *Pediastrum duplex*).

Randzellen deutlich tief gelappt mit zwei Fortsätzen, welche schmal, aber nicht ganz zugespitzt endigen. Die Seitenlänge der quadratischen Mittelzellen beträgt etwa 25–30 μ . Jene der Randzellen einschließlich der Fortsätze etwa 35 μ . Die Zellwände erweisen sich als unregelmäßig fein punktiert bis granuliert, wobei hier eine große Variationsbreite zu verzeichnen ist. Und zwar von grobgranuliert bis fein punktiert bis fast ganz glatt. Die erwähnten Eigenschaften zeichnen nach LEFEVRE & BOURRELLY 1939 sowie PASCHER 1915 die *Pediastrum duplex*-Gruppe mit ihren vielen Varietäten und Formen aus. Abgesehen vom systematischen Interesse dieses seltenen Fundes belegt er doch ein charakteristisches Süßwasserbiotop, welches reich an Diatomeen (*Melosira*), Pediastron und *Botryococcus*-Kolonien eine ausgezeichnete Nahrungsgrundlage für verschiedene filtrierende Organismen dieser Süßwasserseen gewesen sein könnte.

In den Präparaten finden sich gelegentlich Cönobien, deren Mittelzellen sich offenbar loszulösen beginnen. Diese dispergierten, etwa quadratischen Zellen mit den vier Anheftungsstellen an den Eckpunkten entsprechen ziemlich genau den von mir seinerzeit unter der künstlichen Formgattung *Tetrapidites* (KLAUS 1950, S. 329) beschriebenen Formen.

Tetrapidites KLAUS 1950

Taf. 1, Fig. 3

Der Gattungstypus *Tetrapidites psilatus* aus den pannonischen Braunkohlen von Neufeld besitzt keinerlei Granulation sondern vollkommen glatte Zellen. In den vergangenen 34 Jahren wurden nun von mehreren Autoren derartige Formen beschrieben und zum Teil auch der von mir geschaffene Formname verwendet. Daß es sich um keine Pollenkörner handelt, hatte ich schon damals auf Grund der rezenten Vergleiche vermutet. Nun zeigt sich jedoch, daß diese Formen im Verband als Mittelzellen von Grünalgencönobien auftreten und damit wird wahrscheinlich, daß es sich bei *Tetrapidites* um eine Grünalgenzelle handelt. In diesem Zusammenhang sind die alten paläozoischen Funde von *Tetraporina* NAUMOVA von Interesse, da sie den hier beschriebenen Algenzellen prinzipiell recht ähnlich sind. Dies würde auf ein hohes Alter pediastrumähnlicher Grünalgen schließen lassen. Auch in neueren chinesischen Schriften (KONG Zhao-Chen & DU Nai-Qin 1980) werden ähnliche Formen unter den Grünalgen, allerdings bei *Mougeotia* eingeordnet. Auf Taf. 1, Fig. 3 ist eine sich ablösende Mittelzelle eines *Pediastrum*-Cönobiums festgehalten. Nach vollständiger Ablösung besitzt sie die Form von „*Tetrapidites*“ KLAUS 1950.

(2) *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* REINSCH.

Taf. 1, Fig. 2

Kleine, wenigzellige Cönobien mit lückenloser Verwachsung der Mittel- und Randzellen. Letztere zweizipfelig ausgezogen mit schmalen, langen Zipfelenden. Das abgebildete Exemplar mißt etwa 45 μ im Durchmesser. Zellenbreite beträgt etwa 10 μ . Das Cönobium besteht aus 2 Mittelzellen und 6 Randzellen. Es gibt je nach Größe (30 und 70 μ Durchmesser) Cönobien mit viel mehr Zellen, jedoch bleibt die Zellgröße selbst eher konstant. Membran fein punktiert. Mesosaprob. Weniger häufig als die große (1) *Pediastrum duplex*-Form. Taf. 1, Fig. 2 stellt ein eher kleineres Exemplar dar.

Familie Botryococcaceae

Botryococcus KÜTZING

Die rezente ölbildende Gattung *Botryococcus* KÜTZING bildet in Binnenseen eigentümliche Faulschlammablagerungen, da die Zellen in ölhaltigen Gallertkolonien wachsen. Becherförmige Zellen sind mit Stielchen übereinander angeordnet und verwachsen. Sie verzweigen sich mehrfach und bilden handförmig verästelte, größere Kolonien. Die Farbe der Becher und Stielchen ist im Präparat dunkelbraun bis schwarz. Bechergröße im Durchschnitt bei 8–10 μ , Kolonien bis über 100 μ groß.

(3) *Botryococcus braunii* KÜTZING – Habitus

Taf. 1, Fig. 4

Die rezente Art *Botryococcus braunii* KÜTZING ist im Süß- und Brackwasserplankton weit verbreitet und hinterläßt nach dem Absterben der Zellen ausgedehnte ölhaltige Ablagerungen an den Seeufern. Die paläozoischen Vorläufer waren die kohlebildenden Gattungen *Pila* und *Reinschia*. Im fossilen Zustand bilden die paraffinhaltigen Becher das tragende Skelett für die im Becher befindlichen ölhaltigen abgestorbenen Zellen. Die Alge findet sich in wechselnder Zahl annähernd in jedem Pollenpräparat des Hangenden des Oberflöz von St. Stefan. Sie findet sich ebenso in den Phosphoriten. Auf den hohen Ölgehalt dürfte der beschriebene Bitumengehalt des Hangendschiefers zurückzuführen zu sein (BECK-MANNAGETTA 1952, PETRASCHECK 1926/29).

Botryococcus wird relativ selten aus dem Tertiär beschrieben. PACLTOVA 1960 erwähnt aus dem Miozän von Budweis *Botryococcus braunii*. Sehr schöne Abbildungen gibt TRAVERSE 1955 von einer *Botryococcus*-Art aus dem oligozänen Brandonlignit aus USA (*Botryococcus luteus* TRAVERSE). Die Form besitzt gewisse Ähnlichkeit mit unseren Funden aus dem Lavanttal. Auch aus Indien und Australien werden von COOKSON 1953 *Botryococcus*salgen erwähnt. NAGY 1969 beschreibt aus dem Neogen der Meczek-Berge in Ungarn die gleiche Art. Der Bitumengehalt der Hangendschiefer geht sicher auf das reiche Vorkommen dieser Alge zurück.

Fungi, Pilze

Pilzreste kommen in vorliegenden Pollenproben relativ selten vor. Es gibt die üblichen kleinen ovalen Dauersporen, welche schon an der dunkleren braunen Farbe zu erkennen sind, als auch gelegentlich Hyphenreste. Als große Seltenheit fand sich ein gut erhaltener Rest eines Blattpilzes, und zwar einer

Fam.: Microthyriaceae

Die Familie umfaßt Blattparasiten tropischer und subtropischer Gebiete. Fruchtkörper mit ausgesprochener Radialstruktur, flach schildförmig, ursprünglich subkutikular angelegt, später frei. Epithecien am Scheitel mit präformiertem Porus. Fruchtkörper und Mycelien vollkommen oberflächlich und braun gefärbt. An Koniferen kutikulen wurden im Tertiär mehrfach *Phragmothyrites eoecenicus*-Entwicklungsstadien gefunden.

(4) *Phragmothyrites*-, „Fruchtformen“

Taf. 1, Fig. 5

Dieser Einzelfund zeigt ein unvollkommen entwickeltes Fruchtkörperstadium, bei welchem das charakteristische Zentralloch durch Mycelfäden ausgefüllt erscheint. Ganz ähnliche Formen wurden aus dem Neogen Polens durch ZIEMBIENSKA & NIKLEWSKI 1966, Taf. 1, Fig. 1 und MACKO 1957, Taf. 73, Fig. 9 beschrieben.

Bryophyta, Moossporen

Fam.: Sphagnaceae

(5) *Sphagnum*

Taf. 1, Fig. 6

Die Sporen besitzen die, jedem Quartärpollenanalytiker geläufige Gestalt. Besonders in Mooren mit reichem Bewuchs von *Sphagna* der *Fuscum*-Gruppe häufig. Außenkonturen im Mittelteil der Dreiecksseiten wenig und schwach gekerbt. Dreieckig runder Äquatorumriß. Ecken nicht verdickt. Exospor deutlich zweischichtig, nicht extrem dünn. Helle, stark lichtdurchlässige Membranen, welche sich auch mit kräftiger Acetolyse nicht bräunen lassen. Distal drei im Dreieck stehende undeutlich begrenzte Verdickungen, proximal kurzstrahlige, kaum erkennbare Tetradenmarke.

Größe: Relativ groß, Durchmesser 35–40 µ.

Vorkommen: Äußerst selten.

Formengruppe: *Sphagnumsporites* RAATZ 1937 ex R. POTONIE 1956
Stereisporites TH. & PFL. 1953
 U.G. *Distancoraesporis* KRUTZSCH 1963

Ökologie Moose der Gattung *Sphagnum* kommen nicht nur in den gemäßigten Zonen, sondern auch in den tropischen Gebirgen vor. Standorte entweder feuchte Waldstellen, versumpfte Wälder oder Moore aller Art. Im Holozän besonders hochmoorbildend. Die extreme Seltenheit dieser Spore im Hangenden des St. Stefaner Flözes bedeutet, daß Vermoorungen in diesem Sedimentationsstadium kaum noch vorkommen.

Pteridophyta

Filicales

Farnsporen

Fam.: Polypodiaceae

Monolete Formen

(6) *Polypodium vulgare* – Habitus
 Taf. 2, Fig. 4

Große monolete Farnspore mit grobem, eher flachhöckrig-gewarztem Perispor.

Größe: Um 90 μ lang, ca. 75 μ breit.

Die Form zeigt gute Übereinstimmung mit den Sporen von *Polypodium vulgare*, besonders jenen, welche KREMP & KAWASAKI 1972 aus Kaukasus-Material herauspräparierten und abbildeten.

Ökologie *Polypodium* ist die einzige Gattung, welche heute in die nördlichen gemäßigten Breiten vordringt. Dieser Farn bevorzugt den Boden schattiger Wälder, kann aber auch epiphytisch gedeihen. Die Sporen kommen in den Präparaten recht selten vor, was auf Grund der geringen Sporenproduktion und schlechten Verbreitungsmöglichkeit nicht überraschen kann.

Formenbezeichnungen: *Polypodiisporites favus* R. POT.

Verrucatosporites megafavus KRUTZSCH

Lit.: KREMP & KAWASAKI 1972, S. 11, Fig. 218.

Obwohl die Größe dieser Spore auffällig ist, wäre die starke Variabilität der *Polypodium*sporen zu berücksichtigen und demnach solchen Größenvarianten kaum artspezifische Bedeutung beizumessen.

Weitere monolete Polypodiaceae-Formen:

(7) *Verrucatosporites alienus* (R. POTONIE 1931, THOMSON & PFLUG 1953)
 Taf. 2, Fig. 3

Bohnenförmige Gestalt, Warzen besonders am proximalen Abschnitt, höher, etwa kuppelförmig.

Größe: 60–70 μ Länge.

Außer den Gattungen *Polypodium* kommen nach den Abbildungen von KREMP & KAWASAKI 1972, S. 59, Fig. 116 *Trogostolon falcinellus*, aus den Gebirgen der Philippinen und *Davallia canariensis* in Frage.

Vorkommen: In allen Präparaten äußerst selten.

Perisporlose, monolete Farnsporen
 (*Polypodiaceasporites haardtii* THIERGART 1938)
 (o. Abb.)

Glatte, monolete, bohnenförmige Sporen mittlerer Größe sind wie im ganzen Tertiär und Quartär auch hier gelegentlich anzutreffen. Im Tertiär erhielten die Formen Namen. Zum ersten Mal bei R. POTONIE & VENITZ 1934 wurden sie als *Sporites haardtii* bezeichnet.

Wo solche Sporen zahlreich vorhanden sind, zeigen die Pollenkörner meist Schädigungen und sind selektiert. In Proben mit gut erhaltenen Pollenkörnern tritt *Sporites haardtii* seltener auf. Dort finden sich vereinzelt Sporen mit gut erhaltenem Perispor.

Trilete Sporenformen

Fam.: Pteridaceae

(8) *Polypodiaceoisporites speciosus* R. POTONIE 1951

Taf. 2, Fig. 1

Trilete, cingulate Sporen, Äquator mehr oder weniger dreieckig mit abgerundeten Ecken. Rugae distal und proximal.

Wurde morphologisch von SELLING 1946 mit Dicksoniaceae in Beziehung gesetzt (*Cibotium*).

Von NAGY 1969 im ungarischen Miozän (Meczek-Gebirge) gefunden. In vorliegenden Proben selten. Ansonsten im gesamten Mittel-Miozän der Steiermark und Kärntens weit verbreitet. Die Häufigkeit steigt mit dem Sandgehalt der Proben. Sehr widerstandsfähig (KLAUS 1956).

Fam.: Schizaeaceae

(9) *Lygodium flexuosum* – Habitus*Lygodioisporites solidus* R. POT.

(o. Abb.)

In vorliegenden Proben fanden sich einige Exemplare der sogenannten „rauh“ Lygodiumsporen, wie sie bei POT., THOMSON & THIERGART 1950, Taf. A, Fig. 5 abgebildet wurden.

Die Gattung *Lygodium* ist im tropischen Amerika und Ostasien in Wäldern zum Teil als Schlingpflanze beheimatet. Es wurde angenommen, daß die Art nicht höher als Chatt-Aquitane reicht. In Kärnten wird die Spore im Miozän regelmäßig gefunden (KLAUS 1956, S. 250). Im Profil der St. Stefaner Tertiärmulde findet sich die Spore verstreut fast in jeder Probe, sogar auch im stratigraphisch höher liegenden Kuchler-Horizont. *Lygodium* scheint demnach im südlichen Alpenraum im Sarmat noch weit verbreitet.

Fam.: Osmundaceae

(10) *Osmunda*

(o. Abb.)

Sporen dieser Gattung treten gelegentlich als Einzelformen auf. Die Warzenanordnung an der Oberfläche erscheint jedoch etwas dichter als dies bei dem aus dem deutschen Miozän beschriebenen *Sporites primarius* WOLFF 1934 der Fall ist. Im Lavanttal wesentlich seltener anzutreffen als beispielsweise in den Ablagerungen nördlich der Alpen, wo die Spektren im Hausruckgebiet oft bis zu 30 % *Osmunda*-Sporen führen. Die Form reicht im nördlichen Alpenvorland sogar regelmäßig bis ins letzte Interglazial (Mondsee, KLAUS 1975). Der Königsfarn tritt auf Moorböden und in Eichenwäldern in temperierten bis subtropischen Gebieten auf.

(11) *Pteris* L. – Habitus

Taf. 2, Fig. 2

Pterissporen sind vorwiegend trilet und cingulat. Cingulum an den Ecken unterbrochen. Tetradenstrahlen reichen bis zum Sporenrand. Distal und proximal grob rugulat. Vorliegende Formen liegen etwa in der Variationsbreite der von SELLING 1946 abgebildeten *Pteris cretica* L.-Sporen.

Diese Pflanze kommt oft auf trockenen Standorten, aber auch im Regenwald vor. In Gebirgen zwischen 1000–2000 m. Das nördlichste Vorkommen der einzigen europäischen Art der Gattung liegt im Gebiet der oberitalienischen Seen.

Größe: 40–45 μ Formbezeichnung: *Polypodiaceoisporites miocaenicus* NAGY 1969.(12) *Verrucingulatisporites* fsp. B.

Taf. 1, Fig. 7

Kleine, trilete cingulate Sporen mit Tetradenstrahlen, welche bis an den Rand reichen. Das Cingu-

lum befindet sich nur an den Längsseiten der Dreieckskante. Gesamtumriß dreieckig rund. Zahlreiche Rugae distal, wenige auch proximal.

Größe: etwa $28\ \mu$

Eine formverwandte Art gibt MOHR 1984, Taf. 4, Fig. 11 aus den Niederrheinischen Deckschichten und bezeichnet sie als Formspezies A. Unsere Form unterscheidet sich von der dort abgebildeten durch vollkommen glatten (nicht gewellten) Cingulumrand.

Vorkommen: Äußerst selten.

Gymnospermae

U. Abteilung: Coniferophytina

Coniferae (= Pinidae)

Fam.: Pinaceae

U. Fam.: Abietoideae

Abies

Taf. 5

Tannenpollen ist in den Proben des Lavanttales deutlich, in größerer Zahl und mehreren Formen, welche wahrscheinlich Arten repräsentieren, vertreten. Es ist eingangs zu betonen, daß Pollenkörner der rezenten Art *Abies alba* nicht vorkommen. Dies beweist die durchgehend vorhandene Distalgranulation an der Cappula, welche der rezenten *Abies alba* fehlt. Es dürfte sich somit um mediterrane, ostasiatische, zum Teil aber auch kalifornische Arten mit extrem großen Pollenkörnern handeln. Nach der Ansatzstelle der Luftsäcke, der Höhe des sogenannten Abies-„Kammes“, der Größe der Sacci, der Cappastruktur und dem Alveolenmuster lassen sich Formen unterscheiden. Allen ist gemeinsam, daß sie eine bedeutende Größe aufweisen (um $170\ \mu$). Dank der Untersuchungen von VAN CAMPO 1970, aber auch SIVAK 1975 lassen sich auf Grund verschiedener morphologischer Details die etwa 40 bestehenden Arten der Gattung *Abies* in gewisse geographische Gruppen gliedern.

(13) *Abies grandis* – Habitus

Taf. 5, Fig. 1, 2, 3

Corpus mit dickem proximalem Cappakamm. Bezeichnend ist der tiefe Ansatz der Sacci am Zentralkörper unterhalb des Äquators. Die Sacci sind vergleichsweise klein. In diesem morphologischen Material besteht eine Ähnlichkeit zu den Pollenkörnern der Gattung *Keteleeria*. Die Distalkeimstelle ist deutlich aber locker granuliert. Das Cappa-Alveolum (Fig. 2) erscheint englumiger als bei der holozänen *Abies alba*. Das Saccus-Alveolum ist zwar mit den typisch dünnwandigen *Abies*-Muri ausgestattet, jedoch engmaschiger als bei *Abies alba*.

Größe: Corpus $115\ \mu$, Saccusdurchmesser nur $35\ \mu$, Gesamthöhe $170\ \mu$.

Nach der Gruppierung der Tannenpollenkörner von VAN CAMPO 1950, S. 108 finden sich Formen mit kleinen Sacci im Vergleich zum großen Corpus bei der kalifornischen Artengruppe *A. concolor*, *A. grandis*, *A. lobiana*.

Ökologie *Abies concolor* kommt in den kalifornischen Gebirgen, in den Rocky Mountains südlich bis nach Mexico vor und verträgt viel Trockenheit, ist aber frosthart. Die verwandte *Abies grandis*, eine der größten Tannen, findet sich ebenso in Kalifornien, reicht bis Oregon, verlangt aber viel Feuchtigkeit und wächst praktisch von der Küste bis etwa 1500 m ins Gebirge. Sie gehört zu den feuchtigkeitsbeanspruchenden Tannen.

(14) *Abies firma* – Habitus

Taf. 5, Fig. 4, 5, 6

Relativ dünner, niedriger Kamm, dagegen sehr große Sacci. Distal granuliert Keimstelle. Grobmaschige Saccus-Alveolen. Nicht perfekte Corpus-Alveolen relativ grobmaschig.

Größe: Corpus 125 μ , Gesamtlänge 175 μ , Saccus 60 μ .

Der dünne Kamm spricht nach VAN CAMPO 1950 für die japanische Artengruppe *Abies firma* (*A. homolepis*).

Ökologie Die Momo-Tanne besiedelt in SüdJapan die Ebenen und steigt waldbildend bis 2000 m Höhe. Sie benötigt speziell viel Sommerfeuchte, leidet aber ebenso unter Spätfrösten.

(15) *Abies cephalonica* – Habitus

Taf. 5, Fig. 7, 8, 9

Sehr großes Pollenkorn mit dickem proximalen Kamm und großen Luftsäcken. Distale Keimstelle granuliert. VAN CAMPO 1950 charakterisiert die mediterrane Artengruppe als „groß, mit stark verdicktem Kamm und großen Luftsäcken“. Diese morphologische Charakteristik trifft auf unsere vorliegende Form gut zu. Es handelt sich um die Artengruppe *A. nordmanniana*, *A. cephalonica*, *A. bornmülleriana*, *A. numidica*, *A. pinsapo* und *A. cilicica*. Nach den Umrissen und Strukturelementen kommt zu einem Vergleich am ehesten *A. cephalonica* in Betracht.

Ökologie *Abies cephalonica* findet sich in den Gebirgen von ganz Griechenland, in der subalpinen Stufe etwa von 900–1800 m. Die Tanne ist mit der spanischen Art *Abies pinsato* nahe verwandt. Sie verträgt zum Unterschied von den anderen Tannenarten kalkreiche, feuchte, aber gut entwässerte Böden.

Von den drei abgebildeten Arten ist der *A. cephalonica*-Habitus am häufigsten. Es handelt sich bei den drei Bäumen um Formenkreise der montanen bis subalpinen Stufe mit hohen Feuchtigkeitsansprüchen (*Abies firma*) jedoch auch Trockenstandortsverträglichkeit und bei einer Form (*A. cephalonica*-Habitus) Kalktoleranz. Bestehende Formbezeichnungen lassen sich kaum anwenden, da nach den gründlichen Nachprüfungen und Neufotographien des Typusexemplares THIERGART's 1938 (*Abiespollenites absolutus* THIERGART 1937) durch KRUTZSCH 1971 dieses Pollenkorn nach der morphologischen Beschaffenheit der Gattung *Abies* überhaupt nicht angehören kann. Die photographisch gezeigten Merkmale sprechen eher dafür, daß *Abiespollenites absolutus* der Gattung *Pinus*, und zwar der Sektion *Strobus* angehört.

Ökologie Die deutliche Vertretung der *Abiespollen*körner in den reichen Pinaceenspektren des Unter-Sarmat sprechen für gebirgige Küstenlandschaft mit genügenden Sommerniederschlägen aber möglicherweise auch Trockenperioden. Auch eine Florendifferenzierung in Gebirgshänge mit verschiedenen Witterungseinflüssen und Bodenbeschaffenheit (Kalk, Kristallin, Nord und Süd) würden die Voraussetzungen für die Vergesellschaftung so verschiedener Tannenarten in den gleichen Proben darstellen.

(16) *Keteleeria* CARR.

Taf. 6, Fig. 1–5

Bisaccate große Pollenkörner vom *Abies*habitus, jedoch ohne die kammartige Verdickung der Proximalseite der Cappa (BEUG 1961). Bezeichnend für die Pollenkörner der Gattung sind neben der geringen Verdickung der Cappa der tiefe Ansatz der Proximalwurzel der Luftsäcke (annähernd subäquatorial, vgl. Fig. 1). Die distale Keimarea zeigt geringe Granulation, ähnlich den ostasiatischen *Abies*arten. In Distalansicht zeigen die Sehnen der überhalbkugelförmigen Sacci einen wesentlich ge-

ringeren Durchmesser als der Corpus. Saccusalveolum ähnlich *Abies*, weitleumige Alveolen – dünne Muri (Fig. 2, 3, 4). Deutlich verschiedene Alveolenstockwerke, daher dickes ($10\ \mu$) Alveolum (Fig. 5). Da bisher kaum morphologische Untersuchungen vorliegen, welche über *Keteleeria davidiana* hinausgehen, können Artenzuordnungen nicht vorgenommen werden. Dies ist aber insofern kein schwerwiegender Nachteil, als die Gattung *Keteleeria* als typisch ostasiatisches Florenelement auf das chinesische Festland und die Insel Taiwan beschränkt ist. Zum Unterschied von *Abies* bevorzugt *Keteleeria* trockene Gebirgsstandorte Süd- und Westchinas und selbst die widerstandsfähigste Art, *Keteleeria davidiana*, erleidet im Herbst und Frühjahr in England Frostschäden. Die Artunterschiede sind gering.

Pollenmorphologie: VAN CAMPO 1950, ERDTMAN 1965, BEUG 1961 (mit typischer Zeichnung). Fossile Pollenkörner des Neogen wurden wiederholt erwähnt (NAGY 1958, 1969, S. MACKO 1957, J. MAMCZAR 1960, ZIEMBIENSKA & NIKLEWSKI 1966).

NAGY 1958 begründet eine Formbezeichnung: *Keteleeria pollenites*. In den Proben des Unter-Sarmat sowohl im Lavanttal als auch Carnuntum regelmäßig vorhanden, jedoch selten.

Klimaansprüche: Trockene Gebirgsstandorte des subtropischen Südostasiens. Kaum frosthart. Verträgt Kalk.

Picea

Bei Erwähnung der Gattung *Picea* denkt man in der europäischen Palynologie gewöhnlich an die typische *Picea abies*-Form des Quartärs. Es sei vorausgeschickt, daß sich diese Form im Unter-Sarmat als eine der ganz wenigen Coniferen so gut wie nicht oder äußerst selten in Bruchstücken vorfindet. Obwohl eine negative Erkenntnis, mag sie von klimatischer und stratigraphischer Bedeutung sein. Denn im gesicherten Obermiozän tritt diese Form bereits gelegentlich auf. Jüngere tektonische Hebungsphasen im alpinen Raum scheinen die Verbreitung der *Picea abies*-Artengruppe zu fördern (vgl. KLAUS 1951). In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß in den pinaceenreichen subtropischen Gebirgen Mexicos heute über der Pinusstufe sehr wohl *Abies* an wetterbeeinflussten Hängen auftritt, zum Beispiel *Abies religiosa* am Popocatepetl über 3000 m, nicht jedoch *Picea* erscheint. Diese ist in subtropischen Gebirgen südlich des 20. Breitengrades eine große Seltenheit. *Picea* bevorzugt feuchtes, gemäßigtes Klima, befindet sich vorwiegend in der alpinen Stufe der Gebirge und verträgt wenig Trockenheit. Obwohl *Picea abies*-Formen ebenso wie *Picea orientalis* und *Picea omorica* im Lavanttal fehlen, gibt es jedoch dort eine im Miozän weit verbreitete Form, welche mit gewissen Vorbehalten auch der Gattung *Picea* zugezählt werden könnte.

(17) *Piceapollenites zaklinskaiana* NAGY 1969

Taf. 6, Fig. 6–11

Kleine bisaccate Pollenformen mit deutlich distal versetzter, also mit den Proximalwurzeln unterhalb des Äquators ansetzenden Luftsäcken (Fig. 8, 9). Corpus proximal nicht verdickt. Distale Keimarea (Fig. 11) deutlich granuliert wie typisch für die Gattung *Picea*. Corpusstrukturen ebenso wie bei *Picea*. Luftsäcke sehr klein; alle Varietäten von etwas abgesetzt (Fig. 9) bis ganz flach und klein (Fig. 8) mit zahllosen Übergängen kommen vor. In aspectu distalis (Fig. 6) Luftsäcke sehr breit, den ganzen Querdurchmesser des Corpus deckend. Alveolum vorwiegend imperfekt. Saccusnodula nur wenig und dann extrem klein ausgebildet (Fig. 10). Das Pollenkorn besitzt zahlreiche Eigenschaften der Gattung *Picea*, weist jedoch neben den kleinen Luftsäcken auch noch weitere Abweichungen auf.

Größe: 70–80 μ Länge, 50 μ Höhe.

Formbezeichnung: *Picea-Pollenites zaklinskaiana* NAGY 1969

Syn.: *Piceapollis praemarianus* KRUTZSCH 1971

Stratigraphisch scheint die Form im Alpenraum von Bedeutung. Bis Mittelmiozän seltenes aber regelmäßiges Auftreten. Im Obermiozän (Pannon von Niederösterreich, KLAUS 1950) nicht mehr anzutreffen. Dort erscheint die große *Picea abies*-Pollenform. Gelegentlich kommen auch kleinere dazu, welche dem *P. omorica*–*orientalis*-Formenkreis (VAN CAMPO 1950) angehören und morphologisch unterschieden sind.

Tsuga CARR.

Taf. 4

Fossile Pollenkörner der Hemlockstanne treten im Lavanttal regelmäßig in jeder Probe mit mehreren Exemplaren und mindestens drei verschiedenen Arten auf. Die absolut vorherrschende Art entspricht

(18) *Tsuga canadensis*-Form RUDOLPH

Taf. 4, Fig. 1–5

Pollenkörner im Äquatorumriß etwa zirkulär, oft ein wenig zur Dreiecksform neigend (Fig. 1). Sehr geringe Randkrausenbildung, jedoch Sexine in warzenähnliche Falten zerlegt (vgl. REM Fig. 4). Einen optischen Schnitt zeigt Fig. 5. Daran ist zu erkennen: Distalseite nicht verdünnt und zentral höher als an den Rändern. VAN CAMPO 1950 finden den Terminus „Operculum“ für die Tsugakeimstelle unrichtig. Dem ist vollinhaltlich beizupflichten. Denn es handelt sich bei *Tsuga* um eine zentrale, dickere Keimstelle, welche lediglich an den Rändern rundherum eine Verdünnung aufweist.

Das Charakteristikum eines Operculums ist jedoch primär ein deutlich berandeter Porus oder Colpus oder eine sonst ähnliche Durchbrechung, welche sozusagen als Pfropfen mit Exinenmaterial ähnlich einem Deckel ausgefüllt wird. Solche Verhältnisse finden sich bei *Tsuga* keineswegs, wie man am abgebildeten optischen Schnitt eines fossilen Pollenkornes (Taf. 4, Fig. 5) unschwer erkennen kann.

Die Cappa zeigt im Äquator eine stärkere Zerlegung in Exinenlappen, welche wohl eine stark reduzierte Randkrause repräsentiert. Gegen den proximalen Pol zu erfolgt dann auf kurzer Strecke eine Reduktion, eine Eindellung; danach proximalwärts wiederum eine leichte Verdickung und darüber dann eine allmähliche Reduktion bis zum proximalen Pol hin. Die distalwärts gelegene Randkrause dürfte eine Homologie zu den Luftsäcken der bisaccaten Pinaceae darstellen. Die darüberliegende nochmalige Krausendeutung scheint identisch zu sein mit der sogenannten „marginal crest“, welcher über den Luftsäcken proximalwärts bei den bisaccaten Pinaceae oft als Verdickung des Zentralkörpers auftritt. Das heißt man kann an *Tsuga* ähnliche morphologische Tendenzen wie bei den bisaccaten Abietoideae feststellen, nur scheint anstelle der Sacci hier lediglich ein stärker reduziertes Velum bis zu warzenähnlichen Bildungen vorzuliegen. Exinenstruktur distal (Fig. 2) eine sehr feine, jedoch regelmäßige Punktierung ohne erkennbare Spinae. Exinenstruktur proximal (Fig. 3) aus etwas größeren, unregelmäßigen warzenähnlichen Faltungen bestehend (vgl. auch REM-Bild, Fig. 4).

Größe: 80–90 μ im Durchmesser.

Formenbezeichnung: *Tsugaepollenites macroserratus* WOLFF 1934.

Tatsächlich besitzt vorliegende Fossilform von allen untersuchten rezenten Arten (VAN CAMPO 1950, SIVAK 1973) noch die größte Ähnlichkeit mit *Tsuga canadensis* und der nahe verwandten Art *Tsuga caroliniana*, welche von manchen Fachleuten als Varietät von *Tsuga canadensis* aufgefaßt wird. Minutiöse Haarbildungen, welche allen anderen Tsugaarten Ostasiens und Westamerikas eigen sind, fehlen bei *Tsuga canadensis* so wie auch bei vorliegender Fossilform des Lavanttales. Aber auch einige morphologische Eigenschaften von *Tsuga caroliniana* sind festzustellen. Nämlich die Neigung Dreiecksformen auszubilden und gelegentlich zeigen sich auch sehr kleine kurze und locker gestreute Haare auf der Verdünnung des distalen Keimringes. Ich würde unsere Tertiärform als Ausgangsform beider ostamerikanischer Arten ansprechen. Es liegt damit ein Florenelement des heutigen Nordamerika vor.

Ökologie Alle Tsugaarten meiden Kalkboden (am ehesten toleriert noch *Tsuga canadensis* Kalk) und sind ausgesprochen schattenverträglich, können also dichte Waldbestände auch als Unterwuchs besiedeln. *Tsuga canadensis* und einige andere Arten sind froshart. Die ostasiatischen Taxa weniger. Stratigraphisch erscheint *Tsuga* im ausgehenden Neogen von Bedeutung, da nach der deutlichen Zunahme von *Tsuga canadensis*-Formen im Badenien (Mittel-Miozän) der zentralen Paratethys im Ober-Sarmat und dann im Pannon noch weitere, meist ostasiatische Arten hinzutreten.

Im Unter-Sarmat des Lavanttales, aber auch von Carnuntum sind als ausgesprochene Seltenheiten noch einige weitere Arten anzutreffen, welche mit Randkrause und Haarverzierungen versehen sind. Sie werden in der Literatur seit RUDOLPH zusammengefaßt unter der Gruppenbezeichnung:

Tsuga diversifolia-Formen

Taf. 4, Fig. 6–9

Tsugapollenformen mit deutlicher breiter Randkrause und minutiösen Haarbildungen treten im Unter-Sarmat des Lavanttales äußerst selten auf. Diesem deutlich unterscheidbaren „*diversifolia*“-Formenkreis gehören alle asiatischen Arten (Himalaya, China, Japan) und eine westamerikanische Art (*Tsuga heterophylla*) an. Nach Struktur und Skulptur der proximalen Cappa als auch der distalen Keimstelle sowie der Ausbildung der Lappen der Randkrause, ferner Haaransatztypen auf Proximal- und Distalseite (vgl. SIVAK 1973) lassen sich weitere Vergleiche mit Rezentarten herbeiführen.

Und zwar

(19) *Tsuga yunnanensis* – Habitus

Taf. 4, Fig. 6, 7, 8

Randkrause breit, auf weite Strecken wenig gelappt oder gekerbt mit wenig dichten längeren Haaren locker besetzt. Distalornamentation deutlich gefeldert (Fig. 7), proximal ist das Muster der Cappa in grobe gewundene Leisten aufgelöst (Fig. 8). Dazwischen Haarbasen als Punkte zahlreich erkennbar. Größe: 9–110 μ im Durchmesser.

(20) *Tsuga diversifolia* – Form RUDOLPH

Taf. 4, Fig. 9, 10, 11

Ähnliche Form wie *Tsuga yunnanensis*-Habitus, jedoch proximal wesentlich engere Ornamentation (Fig. 11), distal dagegen kaum feiner ornamentiert (Fig. 10).

Größe: um 100 μ Durchmesser.

Als Einzelexemplar wurde eine Form mit etwas schmalerer Randkrause aber wesentlich zahlreichen Haaransätzen vorgefunden.

Formbezeichnung der *diversifolia*-Gruppe RUDOLPH: *Tsugaepollenites igniculus* R. POT.

Eine weitere unterscheidbare Form tritt noch wesentlich höher, und zwar etwa 80 m über dem Kuchler Horizont auf. Sie besitzt eine deutliche, sehr breite Randkrause mit dichter und langer Haarbildung.

Ökologie Bei der Gattung *Tsuga* liegt der phytogeographisch interessante Fall vor, daß sowohl heute in Ostasien beheimatete Arten gemeinsam mit einem ostamerikanischen Florenelement am gleichen Standort vorkommen, wobei sogar letztere an Zahl deutlich überwiegt. In jüngeren Schichten (hangend, Kuchler Horizont) beginnt sich das Verhältnis zugunsten der ostasiatischen Arten umzukehren. Ob beide Formenkreise am gleichen Standort und in der gleichen Höhenlage zusammen vorkamen ist äußerst fraglich. Alle ostasiatischen Arten sind kalkunverträgliche Gebirgsbäume und eher frostempfindlich. Nur *Tsuga canadensis* trägt ein wenig Kalk, gedeiht aber darauf schlecht. Die nahe verwandte *Tsuga caroliniana*, welche heute in den USA südlicher vorkommt und bis nach Georgia herunterreicht, ist absolut kalkfeindlich und besiedelt auch Niederungen und Moorböden. Der vorliegende fossile *Tsuga canadensis*-Typ ist dieser Form am ähnlichsten. Er scheint schon im Unter-Sarmat ein Relikt aus einer älteren Zeit, nämlich jener der reichen Niederungsmoore des Badenien gewesen zu sein. Dagegen zeichnen sich in den neu aufgewölbten Bergwäldern offenbar an der Monsunseite *Tsuga*-Formenkreise des Himalaya und Ostasiens immer deutlicher ab. Die stratigraphische Beobachtung dieser Formen scheint für das Miozän und Pliozän von Bedeutung. Tsugapollen in großer Zahl werden aus dem Mittel-Miozän Polens von S. MACKO 1957 abgebildet.

KIRCHHEIMER 1934/35 berichtet eingehend über das Verhalten der Gattung *Tsuga* im deutschen Tertiär und zeigt, daß die Entwicklung zum Pliozän die Formengruppe *diversifolia* fördert. Im allgemeinen scheint in alpinen Ablagerungen die Gattung häufiger vertreten zu sein.

(21) *Pseudotsuga* – Habitus

Taf. 3, Fig. 18

Inaperturate, in unversehrtem Zustand in Kugelform auftretende Pollenformen. Dicke, deutlich zweischichtige Exine. Es ist bezeichnend, daß die Nexine bei dieser Gattung dicker ist als die Sexine

(zum Unterschied zu *Larix*, wo die Dickenverhältnisse umgekehrt liegen). In Proximalansicht gelegentlich dreieckige Marke erkennbar. Vorwiegend aufgeplatzte Pollenexinen, Sekundärfalten seltener und nicht sehr zahlreich wegen der größeren Exinendicke. Auch finden sich die wanddünnen Exinpartien, welche bei *Larix* oft den Eindruck der Dünnwandigkeit des gesamten Kornes hervorrufen, hier nur auf so engem Distalfeld begrenzt, daß sie meistens kaum in Erscheinung treten. Daraus ergibt sich auch bei Fragmenten ein Bild allgemeiner Dickwandigkeit. Davon rührt wohl auch die dunkelgelbe bis braune Farbe nach Acetolyse her, während *Larix*-pollen eher hellgelb erscheinen.

Größe: etwa 100 μ Durchmesser.

Fossilbezeichnung: *Pseudotsugoidites* R. POT. THOMSON THIERG. 1950

Pseudotsugoidites cf. *mecsekensis* NAGY 1969.

Fossilvorkommen: Im Lavanttal ist diese Pollenform in den pinaceenreichen Spektren mitanzutreffen, jedoch meist in sehr geringer Zahl. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß *Pseudotsuga* ähnlich wie der *Larix*-pollen wegen des Fehlens von Luftsäcken nur geringe Verbreitungsfähigkeit besitzt, also unterrepräsentiert erscheint.

Re z e n t e s V o r k o m m e n d e r G a t t u n g : Ein typisch circumpazifisches Florenelement. Fehlt heute im östlichen Nordamerika und Europa. Drei Arten finden sich in Ostasien (China, Japan und Formosa) im Gebirge. Zwei Arten in Kalifornien. Die kalifornischen Arten benötigen kalkfreien Boden, viel Luftfeuchtigkeit und Niederschläge. Von keiner Art werden Moore besiedelt, auch finden sie sich niemals in Niederungen waldbildend. Die kalifornischen Arten sind vollkommen winterhart. Anders die asiatischen. *Pseudotsuga japonica* gedeiht in Japan in Mischwäldern zwischen 300 und 1000 m Seehöhe, kommt aber auch dort selten vor. *Pseudotsuga sinensis*, auch ein seltener Baum in China gedeiht ausnahmsweise auf Kalk, und zwar in höheren Gebirgslagen in 2500 m. *Pseudotsuga wilsoni*, die Formosaform der chinesischen *Pseudotsuga* geht im Gebirge auf 3000 m, gedeiht ebenso auf Kalk. Die beiden chinesischen Arten sind frostempfindlich. *Pseudotsuga macrocarpa* ist eine kalifornische Art, welche aber im Süden bis nach Mexico in die trockenen Gebirge Niederkaliforniens hineinreicht. Pollenmorphologische Literaturhinweise: BEUG 1961, ERDTMAN 1957, VAN CAMPO 1950.

Fossilnachweis: STUCHLIK 1967, Miozän von Polen; MACKO 1957 Miozän von Polen.

U. Fam. Laricioideae

Cedrus

Taf. 7, Fig. 1–7

Die morphologisch gut abgegrenzten Pollenkörner der artenarmen (4) Gattung *Cedrus* zeichnen sich in den Unter-Sarmat Proben in gleicher Weise wie die rezenten Vertreter durch folgende Merkmale aus:

Bisaccate Pollenkörner mittlerer Größe mit wenig über den Zentralkörper vorragenden, in diesen auch allmählich übergehenden, also wenig abgesetzte Luftsäcke. Bezeichnend ist die in Seitenansicht deutlich verdickte Cappa bis zu den Flügelwurzeln, in Proximalansicht die charakteristischen, radialstrahlig verlaufenden Alveolenwände der Saccus-Struktur (Fig. 1, 6), die extreme Dicke des Alveolum, welche fast kein Saccuslumen übrigläßt, die dichte, feinkörnige Granulation der distalen Keimstelle (Fig. 2, 3) und die sehr dichte feinkörnige Ausbildung des subsaccalen Nodulummusters (Fig. 2, 6). Man könnte sie in die Nodulummusterskala Nr. VI (Anzahl größer als 50 und sehr feinkörnig) nach KLAUS 1977, S. 194, einreihen. In diesem Merkmal deutet sich eine Verwandtschaft zur Gattung *Cathaya* an. Zweifellos kann die radialstrahlige Saccusalveolenstruktur als das wichtigste Erkennungsmerkmal der Gattung *Cedrus* bezeichnet werden. In dieser Hinsicht bestehen Ähnlichkeiten zu saccaten Pollenkörnern des Mesozoikums (z. B. *Parvisaccites* COUPER 1958 aus der Unterkreide, jedoch auch zu Trias und Perm). Sicher eine der ältesten Pinaceentypen neben *Cathaya*. Pollenmorphologisch unterscheiden sich die vier rezenten Arten nur wenig. VAN CAMPO & SIVAK 1972 zeigen allerdings ein eher geschlossenes Alveolenmuster bei *Cedrus brevifolia* (Zypern-Zeder), welche sich damit wohl von den anderen Arten unterscheiden würde. Die Libanon-Zeder (*Cedrus*

libani) zeigt nach eigenen Untersuchungen (allerdings von Pollenkörnern einer Baumschulzeder), daß das Alveolenmuster wohl auch grobe Netzmaschen aufweist, aber doch wesentlich imperfekter ausgebildet ist.

Die Himalayazeder zeigt nach eigenen Untersuchungen das offenste, imperfekteste Alveolenmuster, wo die Muri eher radialstrahlige Anordnung aufweisen. AYTUG 1961 bildet halb aufbereitete Exinen ab, wo der noch vorhandene quellungsfähige Zellinhalt teilweise die Sicht verdeckt, aber man kann doch zur Not das radialstrahlige Muster des Alveolums bei *Cedrus deodara* (Abb. 4 a, Abb. 4 b) erkennen. Unser Vergleichsmaterial weist ähnliche morphologische Eigenschaften auf. Überträgt man diese Befunde auf vorliegendes Fossilmaterial, so lassen sich zwei Formenkreise erkennen.

(22) *Cedrus deodara* – Habitus, Himalaya-Zeder

Taf. 7, Fig. 3, 6, 7

Pollenkörner von allgemeiner Cedrusmorphologie. Saccusalveolum jedoch ausgesprochen offen, extrem imperfekt, radialstrahlige Tendenz der Muri (Taf. 7, Fig. 7, 6). Sehr dickes Alveolum, fast kein Saccuslumen. In dieser Hinsicht wohl die ursprünglichste Zeder.

Größe: ca. 95 μ lang, 55 μ breit.

(23) *Cedrus libani* – Habitus, Libanon-Zeder

Taf. 7, Fig. 1–5

Über die allgemeine Cedrusmorphologie hinausgehende Merkmale: Alveolenmuri eher einem Netzmuster zuneigend (Taf. 7, Fig. 6), wenig vorragende, sehr flache schmale Saccussäume (Fig. 1, 2), sehr enge radialstrahlige Muri (Fig. 1), kleiner Saccushohlraum. Cappamuster (Fig. 5) wohl kaum Unterscheidungsmerkmale der *Cedrus*-Arten, da bei allen sehr ähnlich.

Größe: etwa 90 μ lang, 60–65 μ breit.

Fossilbezeichnung: *Cedroidites* POT., THOMSON, THIERGART 1950.

Ist zu streichen, da es sich beim Typus um ein Abiespollenkorn mit kontrahiertem Zentralkörper handelt.

NAGY 1969 bildet zahlreiche wichtige Cedruspollenfunde aus dem ungarischen Miozän unter der Gattungsbezeichnung *Cedripites* WODEHOUSE ab.

Z. B.: *Cedripites crassus* n. sp. NAGY 1969

Cedripites deodaraeformis n. sp. NAGY 1969 (beides nur Seitenansichten)

Dacrydiumites taxoidiformis n. sp. NAGY 1969

Dacrydiomites balansaeformis n. sp. NAGY 1969

Häufigkeit: In reichen Pinaceenspektren der Lavanttaler Proben und auch von Carnuntum tritt *Cedrus* in jedem Präparat aber nur mit wenigen Exemplaren auf. Zwischendurch kommen auch Präparate vor, wo *Cedrus* vollkommen fehlt. Von den beiden besprochenen Formen tritt der Habitus der Himalayazeder häufiger auf.

Ökologie *Cedrus* repräsentiert ein ausgeprägt mediterranes Florenelement mit größerer Trockenheitsverträglichkeit und Kalkfreundlichkeit im Boden, aber auch einer gewissen Winterhärte. *Cedrus* ist ein Gebirgsbaum, der in lichten Beständen bis etwa 2000 m Seehöhe im Mittelmeerraum auftritt. Im ökologischen Verhalten fällt lediglich die Himalayazeder etwas aus dem Rahmen. Sie ist zwar auch in den Vorgebirgen des Himalaya beheimatet, steigt jedoch bis auf eine Höhe von 4000 m an. Die Himalayazeder verlangt höhere Luftfeuchtigkeit in Form von Monsunniederschlägen bei hohen Sommertemperaturen. Sie zeigt bei uns größere Frostempfindlichkeit und liebt keinen Kalk im Boden, bevorzugt kristallinen Untergrund und Lehmreichtum oder saure Böden. Die Gattung *Cedrus* weicht nicht nur pollenmorphologisch von den übrigen Pinaceen ab. Sie zeigt auch in ihrer Biologie des Blühverhaltens weitgehende Verschiedenheit. Die Arten der Gattung *Cedrus* blühen abweichend von den meisten übrigen Pinaceen nicht im Frühjahr sondern ausnahmsweise im Herbst, zu einer Zeit, wo in der Nordhemisphäre die Natur das Wachstum einstellt.

Rezentmorphologie der Pollenkörner: VAN CAMPO 1950, VAN CAMPO & SIVAK 1972, AYTUG 1961.

Fossilverbreitung: Sehr deutlich und umfangreich sind Funde von *Cedrus* bei NAGY 1969 aus dem ungarischen Miozän der Meczek-Berge dokumentiert. Vom dortigen Sarmat erwähnt auch ANDRE-ANSKY 1959 Großfossilien. Aus Rumänien berichtet GIVULESCU 1960 über *Cedrus*-Funde. Auch aus Rußland sind solche in weiterer Verbreitung bekannt (KOZYAR 1957, ABUZIAROVA 1955). Die meisten Funde im Norden und nordwestlichen Europa sollten erst nach Neuuntersuchung zitiert werden. Selbst bei MACKO 1957, wo wohl die größte Auswahl an Pinaceen geboten wird, verlangen die Befunde einer weiteren Bestätigung – gänzlich zu streichen sind die bei FERGUSON 1967 angeführten Fossilfunde aus Island (PFLUG 1956). Ebenso erwarten die amerikanischen Funde eine neue Bestätigung. Die besten Nachweise der Gattung *Cedrus* finden sich im italienischen und französischen Alt-Pleistozän (LONA 1950 et al. sowie LEROI-GOURHAN 1961). PONS 1964 behandelt *Cedrus* aus dem Pliozän Südfrankreichs. Als beweiskräftig nachgewiesen kann *Cedrus* nur in ehemaligen Tethys- und Paratethysregionen (Südrußland, Rumänien, Ungarn, Österreich, Frankreich, Italien) gelten.

Bei schlechtem Erhaltungszustand kann in Seitenlage bei Pollenkörnern eine Verwechslung mit *Picea* oder umgelagerten Pollenkörnern der Trias vorkommen.

U. Familie: Pinoideae

Cathaya CHUN & KUANG

Taf. 7, Fig. 8–11; Taf. 8, Fig. 1–13

VAN CAMPO & SIVAK 1972, CARATINI et al. 1972, sowie SIVAK 1975 haben Pollenkörner der Gattung *Cathaya* erstmals morphologisch erkannt und aus dem Tertiär Frankreichs beschrieben. KLAUS 1975 wies darauf hin, daß der *Pinus* Haploxylontyp RUDOLPH, welcher in den meisten Neogenablagerungen der Nordhemisphäre zu finden ist, in Wahrheit weder das Pollenkorn einer Haploxylonkiefer noch der Gattung *Pinus* überhaupt darstellt, sondern die von VAN CAMPO & SIVAK morphologisch klargestellte Gattung *Cathaya* repräsentiert. Als Gattungscharakteristikum diene die Beschreibung der Pollenkörner von *Cathaya argyrophylla* CHUN et KUANG, welche aus den Originalpräparaten der Sammlung ERDTMAN stammen. Auch mir standen diese Präparate zum Studium zur Verfügung. Photographische Abbildungen davon finden sich bei KLAUS 1975, 1977. Eingehende morphologische Beschreibungen finden sich bei den eingangs zitierten Autoren.

Gattungscharakteristisch für *Cathaya* sind folgende pollenmorphologische Details (rezent und fossil): Gesamtumriß meist oval (Taf. 8, Fig. 2, 5, 7, 8). Das heißt Luftsäcke nur allmählich in den Zentralkörper übergehend. Abweichend können auch teratologische Formen mit deutlich kontrahierten (Taf. 8, Fig. 9) bis extrem verkleinertem Zentralkörper (Taf. 8, Fig. 13) vorkommen. Letztere werden wohl aus Gewohnheit gerne als *Podocarpus* bezeichnet.

In aspectu distalis finden sich zum Unterschied zu *Pinus* auf jeder Saccusseite drei Konturen, und zwar

1. Begrenzung der distalen Keimstelle
2. Distaler Saccusansatzrand
3. Begrenzungskontur des Zentralkörpers (Taf. 8, Fig. 1, 8, 9).

Das Saccusalveolum zeigt sich am distalen Saccusansatz besonders dick. Dieses morphologische Detail wird in der Seitenansicht deutlich.

Corpus: Meist queroval bis rhombisch (bei *Pinus* Sect. Haploxylon nur dann, wenn das Pollenkorn im Präparat oder bei der Fossilisation gedrückt wurde). Proximal schwach ornamentiert, distale Keimstelle glatt (bei rezenten Formen), bei einer fossilen Unterart des Sarmat auch ornamentiert (vgl. Taf. 8, Fig. 11).

Sacci: Gattungscharakteristisch ist das dünn ausgebildete, daher als klares Netz erkennbare Alveolum (Taf. 8, Fig. 2, 6, 12). Die Alveolenstruktur ist viel einfacher aufgebaut als bei *Pinus*, da die oberen engmaschigen Alveolenstockwerke fehlen oder sehr stark reduziert sind.

Nodulummuster: Besonders gattungscharakteristisch und damit gut von *Pinus* unterscheidbar, findet sich subsaccat eine sehr dichte und feine Punktierung (vgl. Taf. 8, Fig. 11, 5, 13; Taf. 7, Fig. 9).

Nach KLAUS 1977, S. 194 Nodulummuster Gruppe VI. Eine Zusammenstellung der Unterschiede zu den Pollenkörnern der Gattung *Pinus* findet sich bei KLAUS 1975. SIVAK 1975 fand im Tertiär Frankreichs einige Pollenformen, welche er morphologisch von der rezenten *C. argyrophylla* als eigene Arten absonderte. Auch im Lavanttal finden sich innerhalb der gattungsspezifischen Merkmale noch Gruppierungen, die möglicherweise auf das Vorhandensein verschiedener Varietäten oder Arten dieser Gattung hinweisen und daher Erwähnung finden sollen.

(24) *Cathaya argyrophylla* CHUN & KUANG – Habitus

Form A

Taf. 8, Fig. 1, 3, 5, 6

Im Umriß ovale mittelgroße bis eher kleine Formen (70–80 μ) mit dem typischen *Cathaya*-Alveolum. Entspricht recht genau der rezenten Art (vgl. KLAUS 1975, Taf. 5, Fig. 3, 5). Die häufigste fossile Form (Fig. 6 zeigt das Alveolenmuster).

Manchmal treten Corpusmißbildungen in allen Übergängen bis zu sogenannten „libelloiden“ Formen (Fig. 13) auf. Das dichte Nodulummuster (Fig. 13), das dünne Alveolum mit den charakteristischen klaren Netzmaschen (da die oberste Schicht fehlt) lassen auch hier sogleich die Zugehörigkeit zur Gattung *Cathaya* erkennen. Diese Form wird seit langem in der Literatur als „*Podocarpus*“ (sogar gelegentlich mit Artbegründungen) geführt.

SIVAK 1975 hat eindeutig klargelegt, daß *Podocarpus*-pollen im europäischen Tertiär nicht vorkommt. Ein Vergleich mit einem Rezentpräparat von *Podocarpus* klärt wegen der völlig verschiedenen *Podocarpaceae*-Alveolenstruktur sofort über alle Zweifel auf. Es handelt sich bei den *Podocarpus*-Zitaten fast immer um im Zentralkörper kontrahierte *Cathaya*-Pollenkörner. Aber auch *Abies*- und *Picea*-Zentralkörper können sich zusammenziehen, dabei verdicken und wurden dann auch irrtümlich bereits als cedroid oder podocarpoid bezeichnet.

Größe: Etwa 60–75 μ lang.

Fossilbezeichnungen: *Pinus* Haploxylon Tap RUDOLPH oder
Abietinaepollenites microalatus R. POT. oder
 p. p. *Pini-pollenites libellus* R. POT. 1931

Fossilverbreitung: In allen Proben gleichmäßig stark vertreten. Etwa gleich häufig oder noch häufiger als die Gattung *Pinus*.

Klima und Ökologie *Cathaya argyrophylla* kommt in den Gebirgen der Provinzen Szechuan und Kwangsi in China verstreut als seltene Konifere in immergrünen Hartlaubwäldern vor, und zwar in feuchtem und warmem Klima. Durchschnittstemperatur des kältesten Monats im Jahr liegt dort über + 5°C, während sie fünf oder sechs Monate lang über 22°C liegt.

(25) *Cathaya* – Habitus

Form B

Taf. 8, Fig. 2

Ähnlich den Pollenformen von *Cathaya argyrophylla* (Form A), jedoch wesentlich größer – bis zur doppelten Größe – mit weitlumigem Alveolum. Gesamtlänge etwa 110 μ . Es wäre möglich, daß sich hier nur extrem große Varianten der kleineren *Cathaya*-Form finden. In den Pollenpräparaten des Rezentmaterials fanden sich jedoch keine so großen Körner. Im Unter-Sarmat regelmäßig, aber in ganz geringen Mengen.

(26) *Cathaya* – Habitus

Form C

Taf. 7, Fig. 8–11; Taf. 8, Fig. 7

Durch Form, Keimstelle und Alveolenmuster von *Cathaya argyrophylla* abweichend. Ausgesprochen oval im Umriß, distale Keimstelle deutlich breiter und eher streifenförmig (Taf. 7, Fig. 8, Taf. 8, Fig. 7). Alveolenmuster in Tiefeinstellung durch klare, gleichdicke Muri und regelmäßige polygonale Netzmaschen ausgezeichnet. Größe: Etwa 75 μ lang.

Es kommen von dieser charakteristischen Ausbildungsform auch sehr große Körner gelegentlich vor, welche ein noch klarer gezeichnetes Alveolum aufweisen, da die oberste, stärker verzweigte Alveolenschicht offenbar vollkommen fehlt (Taf. 8, Fig. 7).

(27) *Cathaya antiqua* n. sp.

Taf. 8, Fig. 8, 11, 12

H o l o t y p u s Taf. 8, Fig. 11, EKP Nr. 1373

S t r a t u m t y p i c u m Unter-Sarmat

L o c u s t y p i c u s Phosphorithorizont im Hangenden des Hangendflözes von St. Stefan im Lavanttal.

D e r i v a t i o n o m i n i s „*antiqua*“ wegen der heute offenbar erloschenen Distalornamentation der Keimstelle bei *Cathaya*. Ähnliche Formen wurden bis in den Ober-Jura beobachtet.

D i a g n o s e Bisaccate Pollenformen. In aspectu distalis oval. Sehr dünnes Alveolum. Nur eine Alveolenschicht deutlich ausgebildet. Geschlossene Muri, mit polygonalem Muster (Taf. 8, Fig. 12). Subsaccale Nodula sehr zahlreich, klein und gleichmäßig gestreut (Muster VI, KLAUS 1977). Artbezeichnend ist die Ornamentation der distalen Keimstelle. Sie ist maculiert, ähnlich wie bei *Pinus* Haploxylon-Kiefern, im Ornament jedoch feinkörniger als in der Skala von SIVAK & RAZ 1976 aufgezeigt.

Größe: etwa 80 μ lang und 60 μ breit.

Vorkommen: Selten, aber gleichmäßig.

Bemerkungen: Die Distalornamentation der Keimstelle hebt diese Pollenform deutlich von allen anderen bisher bekannten *Cathaya*-Formen ab. Dagegen scheint sie stratigraphisch sehr weit zurückverfolgbar zu sein. In einer gut erhaltenen Probe des Ober-Jura von Norddeutschland konnte Verfasser solche Formen vereinzelt vorfinden.

U n r e i f e P o l l e n k ö r n e r Abweichend von den übrigen Sedimenten fand sich in einem Phosphorit ein unreifes Pollenkorn der Gattung *Cathaya* (Taf. 8, Fig. 4). Die Abmessungen (46 μ Länge) betragen etwa die Hälfte eines reifen Pollenkornes (Taf. 8, Fig. 1). Wenn man die Ontogenese der Pinuspollenkörner als ungefähren Vergleich heranziehen darf – Verfasser hat Pollenkornreifungsvorgänge jahrelang beobachtet – stammt dieses kleine Pollenkorn aus einer unreifen Blüte etwa vier Wochen vor dem Ausstäuben. Hierfür kann wohl nur tierische Verbreitung, etwa nach vorherigem Anbohren oder Anfressen der unreifen Blüte in Frage kommen. In Phosphorithorizonten finden sich unreife Pollenkörner auch anderer Gattungen gelegentlich. Auch Ansammlungen von zusammenhängenden Pollenaggregaten kommen vor (vgl. DRAXLER 1972).

Pinus L.

Im alpinen Bereich gehört der Pinuspollen sowohl im Quartär, als auch im Neogen zu den arten- und individuenreichsten Spektrenanteilen. Dabei wird die Bestimmung an Hand von rezentem Vergleichsmaterial zu einem Schlüsselproblem der Pollendiagnose. Im Spätglazial und Holozän bringt die Unterscheidung von *Pinus mugo* Aggregaten gegenüber *Pinus sylvestris* vorrangige Probleme der Morphologie in Hinblick auf Klimarekonstruktion und Waldgeschichte. In den Interglazialen greift dieser Fragenkomplex bereits auf die Arten *Pinus nigra*, *Pinus sibirica* sowie die nicht hybridisierten *Pinus uncinata*-Formen über. Und im Sarmat des Lavanttales findet sich wohl die denkbar umfangreichste Pinusbestimmungsproblematik. Es kommen für Rezentvergleiche die Himalayaregion, ja sogar Ostasien, Kalifornien und zum geringen Teil auch das östliche Nordamerika in Frage, wo heute auf der Nordhemisphäre über hundert Pinusarten anzutreffen sind. Vor allem ist auch die Frage zu prüfen, ob man die vorliegenden Miozänformen tatsächlich alle mit rezenten Arten vergleichen kann oder ob sich darunter auch heute völlig erloschene befinden.

Um diesen Fragenkomplex zu klären begann Verfasser vor etwa 20 Jahren mit der Aufsammlung von rezenten Vergleichspollen in den genannten Ländern und Regionen, zum geringen Teil auch in Herbarien. Aus der mikroskopischen Beobachtung resultierte ein vorläufiger Bestimmungsschlüssel

zunächst für den internen Gebrauch. Teile daraus kamen auszugsweise zur Veröffentlichung (KLAUS 1975, 1977).

Glücklicherweise hat sich die rezente Vergleichsbasis auf Grund umfangreicher pollenmorphologischer Arbeiten damit beschäftigter Autoren (z. B. VAN CAMPO und Mitarbeiter, SIVAK und RAZ, CARATINI, D. AROBBA, C. A. ACCORSI, TING, BAGNELL, AMANN und viele andere) sehr vermehrt. In systematischer Hinsicht ist man heute in der angenehmen Lage, den klaren Grundzügen von LITTLE & CRITCHFIELD 1966, MIROV 1967 und V. D. BURGH 1973 folgen zu können.

Während für Angiospermenpollen viele entscheidende Artbestimmungsmerkmale in der Skulptur zu finden sind und daher das Rasterelektronenmikroskop entscheidende Vorteile bringt, liegen die besonderen Differenzierungen der Arten der Gattung *Pinus* jedoch vorwiegend im Strukturbereich, also unterhalb der Oberfläche des Pollenkornes, wie z. B. der Alveolenaufbau, Cappa und Cappulastrukturen und vieles mehr. Auch geht es um die Unterscheidung der Pollenkörner der Gattung *Pinus* als Ganzes gegenüber weiteren Gattungen der Pinaceen. Die pollenmorphologischen Differenzierungen lassen sich kurz etwa folgendermaßen umreißen:

1. Keine starke proximale Cappaverdickung bei *Pinus* (Unterschied zu *Abies* und *Cedrus*).
2. Distale Cappulaornamentation befindet sich innen (statt außen wie bei *Picea*, *Cedrus*, z. T. *Abies*).
3. Saccusvalveolen sind mehrschichtig und dick zum Unterschied von *Cathaya*.
4. Subsaccale Nodula vorhanden, oft sehr große und deutlich aber nie extrem zahlreich (zum Unterschied zu *Picea*, *Abies*, wo sie fehlen; *Cedrus*, *Cathaya* mit extrem zahlreichen Nodula).
5. Distaler Saccusansatz nicht extrem verdickt (zum Unterschied von *Cathaya* und manchen *Abies*-arten).
6. Keine Oberflächengranulation (zum Unterschied von *Cathaya*).

Genus *Pinus* L.

Sub-Genus *Strobus* LEMM.

(Syn. *Haploxylon* KOEHNE)

Subsect. *Cembrae* LOUD.

(28) *Pinus pumila* REGEL – Habitus

Japanische Zirbelkiefer

Taf. 9, Fig. 2

Bisaccates Pollenkorn mit flachem Übergang der Sacci in den Corpus. Distale Innenmaculation (Subgenus *Strobus*, KLAUS 1975, SIVAK & RAZ 1976).

Artcharakteristika: Extrem große, ovale subsaccale Nodula mittlerer Zahl (Gruppe III–IV, KL 1977). Distale Maculation weit auseinandergezogen (SIVAK & RAZ 1976, Taf. 1, Fig. 11–13). Die Distalornamentation weist in der U. G. *Haploxylon* auf *Cembrae*. Innerhalb dieser zeichnet sich lediglich *Pinus pumila* durch kräftige subsaccale Nodula, bei welchen einige bohnenförmig ausgestattet sind, aus. Die Anzahl der Nodula ist eine mittlere bis größere, d. h. etwa 20–30 pro Saccus. Die Überprüfung weiterer Eigenschaften, wie zum Beispiel nur schwache Marginalkrause, Alveolum mittlerer Stärke mit hoher Alveolenzahl (engmaschig), bestätigt die Zuordnung.

Größe: Länge etwa 100–110 μ .

Vorkommen: Nur sporadisch in einigen Proben.

Ökologie *Pinus pumila* REGEL, eine fünfnadelige Kriechkiefer, besiedelt die Gebirge Japans und reicht weit nach Norden bis Kamtschatka. Die Kiefer verlangt hohe Luftfeuchtigkeit (Wolken) und erhöhte Niederschläge, ist absolut frosthart und extrem kalkfeindlich. Sie gedeiht am besten in feuchten, sauren Böden hoher Gebirgslagen. Obwohl zu den Zirbenkiefern gehörig, wird neuerdings eher die Verwandtschaft zu den japanischen Stroben (*Pinus parviflora*) erwogen (de FERRE 1960). Obwohl im Tertiär nicht genau dieselbe ökologische Anpassung vorauszusetzen ist, weist doch die Ausbildung der großen bohnenförmigen Nodula auf höhere, feuchte Gebirgsstandorte bei kräftiger Sonnenbestrahlung zur Zeit der Anthese hin.

Subsect. Strobi LOUD.

(29) *Pinus griffithii* Mc. CLELLAND – Habitus
Himalaya-Tränenkiefer
Taf. 8, Fig. 10

Bisaccate Pollenkörner mit flachem Saccusansatz und bedeutender Randkrause, welche etwa äquatorial um den Corpus (Merkmal von Subsect. Strobi) verläuft. Distale Maculation dicht (vgl. SIVAK & RAZ 1976, plate 1, fig. 38–40). Subsaccale Nodula groß, z. T. bohnenförmig. Saccusalveolum relativ dick, deutlich unterscheidbare Stockwerkbildungen. Die mikroskopische Tiefeinstellung zeigt polygonale, teilweise imperfekte Netzmaschen in großer Zahl mit deutlichen kräftigen Querwänden. Unter den Stroben zeigt sich diese Art durch die angeführten Merkmale gut bestimmbar.

Größe: Länge 90–100 μ .

Vorkommen: Tritt in den meisten Präparaten des Unter-Sarmat auf, in einigen sogar die häufigste Strobipollenform. In manchen Proben fehlt sie allerdings auch vollständig.

Ökologie *Pinus griffithii* (syn. *Pinus excelsa*, *Pinus wallichiana*) findet sich in der ganzen Himalayagebirgskette von Westyunnan und Burma bis Afghanistan. In Tibet in 2400 m im „Temperate evergreen forest“ mit Eiche, Ahorn und *Ilex* vergesellschaftet. In Simla zusammen mit *Cedrus deodara* und *Pinus roxburghii*. In Höhen von 1700–2300 m. In Afghanistan tritt noch *Pinus gerardiana* zu dieser Waldgesellschaft. *Pinus griffithii* toleriert Kalkböden, gedeiht jedoch am besten in feuchten Monsunlagen, wo sie auch geringe Winterfröste überstehen kann.

Sect. Parrya MAYR

Subsect. Gerardianae LOUD.

(30) *Pinus gerardiana* WALL. – Habitus
Taf. 9, Fig. 1, 3, 5, 6, 7, 8

Bisaccate Pollenkörner der Strobiform. Randkrause deutlich ausgebildet. Distal maculation ähnlich dicht wie bei Formen der Subsect. Strobi, jedoch etwas engmaschiger, subsaccale Nodula sehr klein und zahlreich, eine Eigenschaft der Subsect. Gerardianae, Balfourianae und Cembroides.

Vorliegende Pollenkörner messen über 100 μ Größe, somit deutlich die Subsect. Cembroides an Größe übertreffend. Es verbleiben demnach zum Vergleich lediglich Pollenkörner der Balfourianae und der Gerardianae. Saccusalveolum relativ niedrig (Fig. 9, 7, 8) mit zwei Stockwerken. Tiefeinstellung dünne, nicht perfekte Netzmaschen. Cappanodula parietal vorhanden.

Die genannten Eigenschaften engen die Vergleichsmöglichkeit auf *Pinus gerardiana* ein.

Größe: 100–200 μ Länge.

Fossilvorkommen: Häufigste „Haploxylon“-Pollenform so gut wie in allen Präparaten.

Ökologie *Pinus gerardiana* ist eine dreinadelige Haploxylonkiefer, welche heute nur mehr auf einem begrenzten Areal in Ostafghanistan, Pakistan und Nordindien in trockenen Gebirgslagen von 2100–3350 m vorkommt. In Nordafghanistan vergesellschaftet mit *Pinus griffithii* und *Cedrus deodara* und einigen breitlaubigen Baumarten. Trockenheit und Kalkboden kennzeichnen die meisten Standorte dieser Kiefer. Verträgt auch leichte Fröste. Im botanischen Garten der Universität Cambridge existiert ein schönes Exemplar dieser Art, welches männliche Blüten, jedoch bisher keine weiblichen Zapfen ausbildete (bei den alten Zapfenabbildungen der Literatur handelt es sich durchwegs um Verwechslungen mit *Pinus roxburghii*!).

Subsect. Cembroides ENGELM.

(31) *Pinus cembroides* ZUCC. – Habitus
Taf. 9, Fig. 9, 9a

Kleine bisaccate Pollenkörner der S. G. Strobis-Morphologie. Auffälligstes Merkmal dieser Artengruppe: Besonders kleine Pollenkörner. Normalerweise alle Arten der Untergattung Strobis besitzen

Pollenkörner von einer Länge um $100\ \mu$ und darüber. Nur die Subsect. *Cembroides* bildet extrem kleine Pollenkörner von $60\text{--}80\ \mu$ aus. Weiters findet sich eine charakteristische Distalornamentation (vgl. SIVAK & RAZ, 1976, plate 1, fig. 41–43) und kleine aber zahlreiche subsaccate Nodula. Zusätzlich findet sich ein engmaschiges Alveolum (Fig. 9 a). Auch sind die Ansatzlinien der Sacci etwas kürzer als bei den übrigen Stroben, also schon eher zur Morphologie der Diploxylon-Kiefern neigend. Pollenkörner dieser Gestalt finden sich bei keiner anderen Haploxylonkiefer.

Größe: Etwa $80\ \mu$ Länge.

Fossilvorkommen: Sehr selten, im Lavanttal nur in reichen Pinaceenspektren vereinzelt.

Ö k o l o g i e Das Vorkommen ist außergewöhnlich. Denn *Pinus cembroides* ist ein rein mexikanisch-kalifornisches Florenelement. Diese, durch eßbare Nüsse sich auszeichnende Kiefer, besitzt eine besonders große Zahl von Varietäten und es ist sicher anzunehmen, daß die vorliegende Pollenform nicht die typische mexikanische *Cembroides* repräsentiert. Diese Kiefern der Sect. *Cembroides* besitzen eine große Anzahl von Nadelausbildungen. Meist drei, jedoch auch fünf, gelegentlich zwei und im Ausnahmefall eine Nadel im Bündel. Die Kiefer besiedelt ausnahmslos sehr trockene Gebirgsstandorte, welche vorwiegend im Herbst eine kräftigere Regenperiode durchmachen. Weit verbreitet in den mexikanischen Sierras südlich bis etwa Mexico City und Oaxaca reichend und nördlich bis weit hinein nach Texas, Arizona und Kalifornien in den Gebirgslagen vorkommend. Nahe verwandt sind die noch weiter nördlich reichenden Arten *Pinus monophylla*, *Pinus edulis*, *Pinus quadrifolia*, welche in Kalifornien, Utah, Nevada in höheren Gebirgen in Trockenlagen auftreten. Kalkbodenverträglich, doch auch auf vulkanischem Gestein vorkommend, die mexikanischen Arten kaum winterhart. Das Auftreten im Miozän südlich des Alpenhauptkammes ist auch von phylogenetischem Interesse, da die diploxylen Mittelmeerkiefer *Pinus pinea* L. nicht zuletzt wegen der nußförmigen Samen Verwandtschaftsmerkmale zu den hyploxylen *Cembroides* aufweist. Offenbar ist vorliegender Fund der erste *Pinus cembroides*-Nachweis im mediterranen Tertiär.

U n r e i f e s S u b g e n u s S t r o b u s - P o l l e n k o r n (Taf. 9, Fig. 4)

Ganz vereinzelt fanden sich in den Präparaten des Phosphorithorizontes im Lavanttal völlig unreife Pollenkörner. Die Formen sind vom Studium der Reifungsstadien der Pinusblüten erinnerlich. Bei dem abgebildeten Pollenkorn handelt es sich um ein Stadium etwa drei Wochen vor der Anthese. Zweifellos muß Tierverbreitung für diesen Fund verantwortlich sein.

Subgenus *Pinus*

(Syn.: Subgen. Diploxylon KOEHNE)

Sect. *Pinus*

Subsect. *Sylvestres* LOUD.

Pollenmorphologie: Kleine (unter $70\ \mu$) bis mittelgroße ($70\text{--}90\ \mu$) bisaccate Pollenkörner, deren Zentralkörper (Corpus) an der Cappa keine oder jedenfalls nur geringfügige Verdickungen aufweist.

Typische Form: *Pinus sylvestris* L.

Morphologie: ACCORSI et al. 1978, KLAUS 1977.

Pollenmorphologisch sind von dieser Gruppe abgesondert: *P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. luchuensis*, *P. taiwanensis*, *P. tabulaeformis*.

(32) *Pinus insularis* ENDL. – Habitus

Taf. 10, Fig. 1, 2, 3, 8

Kleine ($> 70\ \mu$) Pollenkörner mit deutlich überhalbkugelförmig abgesetzten Sacci.

Corpus: Cappa sowohl seitlich wie auch an den Flügelwurzeln dünnwandig, in der Regel keine nennenswerten Verdickungen aufweisend. Cappula (Keimstelle) distal glatt, ohne oder nur mit geringfügiger Granulation oder Punktierung.

Sacci: Alveolum-Muri dicht und von mittlerer Höhe (ca. $4\ \mu$). Ohne Immersionsobjektiv nur ein Alveolumstockwerk zu erfassen. Besonders engmaschiges Alveolum (vgl. Taf. 10, Fig. 8). Alveolendurchmesser etwa $2\ \mu$ oder weniger.

Nodulummuster: Gruppe II (KL. 1977). Anzahl: 5–10 (mittel). Größe: klein bis mittelgroß (um $1\ \mu$, Sylvestrismuster). Form: rund bis polygonal.

Diese Pollenform kommt in den meisten Präparaten am häufigsten von allen Pinusarten vor.

Rezentes Vergleichsmaterial: *Pinus insularis* von Luzon (Philippinen). Die allseits dünnwandige Cappa und geringe sowie glatte Keimstelle und Nodula vom Sylvestrismuster engen die Artzugehörigkeitsmöglichkeiten bedeutend ein, und zwar auf die Gruppe *Pinus sylvestris*, *P. yunnanensis*, *P. merkusii* und *P. insularis*. Jedoch nur letztere Art besitzt ein sehr englumiges Alveolum, wie es auch die fossile Form recht konstant aufweist. *Pinus merkusii* und *Pinus sylvestris* sind die nächst ähnlichen Arten, besitzen jedoch ein weitleumigeres Alveolum (vgl. KLAUS 1977). Zum Pollen von *Pinus insularis* finden sich gegenüber der Fossilform keine nennenswerten Unterschiede. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Funde kleiner Pinuszapfen aus dem alpinen Mittel-Miozän (St. Kathrein in der Steiermark) hingewiesen, welche F. UNGER 1847 als *Pinus hampeana* bezeichnete. Die Morphologie der Zapfen besitzt Beziehungen zu *Pinus merkusii* aber auch etwas zu *Pinus sylvestris*.

Ökologie *Pinus insularis* ENDL. ist in Südostasien in trockenen Gebirgslagen zwischen 900–2400 m am häufigsten zwischen dem 20. und 25. nördlichen Breitengrad anzutreffen. Und zwar in den Gebirgen von Assam, in den Tälern des südöstlichen Tibet, Südwest-Yünnan, Hochland von Vietnam, Burma, sowie in den Gebirgen von Nord-Luzon auf den Philippinen. Die Art überlappt sich mit dem Vorkommen von *Pinus yunnanensis*, wo Hybridisierungen stattfinden.

WU 1956 betrachtet sie als eine einheitliche Art. HANDEL-MAZETTI 1929–1936 dagegen denkt an verschiedene Arten. Pollenmorphologisch sind die Arten auch durch das Alveolum und vor allem durch das Nodulummuster unterscheidbar. In anderen Merkmalen jedoch sehr ähnlich. Auch mit *Pinus merkusii* soll im Grenzbereich Hybridisierung stattfinden (PERKINS 1904). Diese Gruppe ist auch mit *Pinus sylvestris* in einigen Merkmalen pollenmorphologisch verwandt (vgl. KLAUS 1977), sodaß unsere Pollenform wohl *Pinus insularis* am nächsten steht, auf Grund ihres miozänen Vorhandenseins im zentralen Paratethysbereich jedoch auch als Vorläufer von *Pinus sylvestris* im Meditteranraum betrachtet werden könnte. Da diese Pollenform die häufigste Pinusart unserer Präparate ist, handelt es sich offenbar um eine beständige, gruppen- bis waldbildende Art.

(33) *Pinus halepensis* MILL. – Habitus

Taf. 10, Fig. 4–7

Bisaccate Pollenkörner der allgemeinen Diploxylonmorphologie.

Artcharakteristische Merkmale: Corpus-Cappa schwach verdickt (Fig. 7). Saccusalveolum in Hoch-einstellung englumig, unregelmäßig verzweigt (Fig. 6), in Tiefeneinstellung mit polygonalen größeren Netzmaschen versehen (Fig. 5).

Subsaccates Nodulummuster: Mischtypus kleiner und mittelgroßer Nodula in mittlerer Anzahl in Randzonen gesondert (Taf. 10, Fig. 4, 7).

Größe: Etwa 70–80 μ lang.

Literatur: AROBBA, D. 1979

Vorkommen: Pollen in den meisten Unter-Sarmatpräparaten vorhanden, jedoch nie häufig. Zapfen-funde sind im alpinen Neogen nicht selten (KLAUS 1977, 1984, 1985).

Ökologie Die Aleppokiefer bildet ein typisch mediterranes Küstenkiefernelement. Sie entfernt sich nur wenig ins Landesinnere, steigt in den Küstengebirgen bis zu mittleren Höhen an, bevorzugt Kalk und marine Küsten. Sie fruchtet nur dort, wo keine Spätfröste vorkommen. Die Aleppokiefer stellt ein Relikt aus dem älteren Mittel-Miozän dar, wo noch eine Verbindung der Tethys mit dem Paratethysraum gegeben war.

Formbezeichnung: *Abietinaepollenites labdacus* R. POT.

(34) *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. – Habitus

Japanische Rotföhre

Taf. 10, Fig. 9, 10, 11

Bisaccate Pollenkörner geringer bis mittlerer Größe. Schwach verdickte Cappa. Cappula eher glatt.

Saccus mit einem artcharakteristischen völlig imperfekten Alveolensystem (Fig. 9, 10). Subsaccule Nodula bohnenförmig, von mittlerer Zahl, gelegentlich relativ groß (Mischtyp mit strichförmigen Zwischennodula). Alveolen und Nodula sprechen für die Zuordnung zur Artengruppe einschließlich *Pinus funebris*.

Größe: Etwa 75 μ lang.

Unsere Fossilform stimmt mit dem Rezenttypus so gut wie vollkommen überein.

Ö k o l o g i e : *Pinus densiflora* ist eine stark variable Art, welche vorwiegend in Japan, Korea und zum Teil auch in China (Provinzen Kwangsi und Shantung) vorkommt. Von Meeresküste bis 2300 m. *Pinus densiflora* ist nur bedingt frosthart und meidet Kalk.

Subsect. Pineae SHAW

(35) *Pinus pinea* L. – Habitus

Taf. 10, Fig. 12, 13, 14, 15

Bisaccate mittelgroße Pollenkörner mit sylvestroid angesetzten Sacci. Cappa wenig verdickt (Fig. 15). Cappula deutlich granuliert (Fig. 12–14). Dickes Saccusalveolum mit engmaschigen, zum Teil imperfekten Muri. Subsaccate Nodula stark verdickt, mittel- bis zahlreich (Gruppe III, KLAUS 1977). Nodula rund, manchmal kegelförmig.

Größe: Etwa 80 μ lang.

Artcharakteristisch sind die besonders deutlich verdickten Nodula, die distal deutliche Keimstellengranulation fast ähnlich einer Haploxyton-Kiefer und das Saccusalveolum.

Verbreitung: Sporadisch in allen Präparaten. Der seltene Fossilnachweis dieser Art im mediterran-alpinen Sarmat dürfte für die Rekonstruktion des Herkunftsgebietes im Mittelmeerraum einige Indizien liefern.

(36) Pollenform der Subsect. Oocarpae LITTLE & CRITCHFIELD

Taf. 10, Fig. 16, 17

Sylvestroider Großpollen von durchschnittlich 150 μ Länge. Sacci überhalbkugelförmig angesetzt. Cappa unverdickt. Cappaskulptur pinoid. Cappula schwach granuliert. Saccusalveolum dick. Alveolen breitlumig. Subsaccate Nodula klein und zahlreich.

Verbreitung: Sehr selten in einzelnen Präparaten. Pollenkörner dieser Form kommen nur bei den Oocarpae und Macrocarpae vor. Letztere scheiden für einen näheren Vergleich wegen des Vorhandenseins einer verdickten Cappa und deutlicher Nodula aus. Von den Oocarpae verbleibt nur *P. radiata* und *P. attenuata* wegen der enormen Größe für einen Vergleich. *Pinus radiata* scheidet wegen der bei dieser Art sehr dicken Nodula aus. Gemessen an den heute vorhandenen Arten könnte es sich lediglich um Verwandte von *Pinus attenuata*, vielleicht noch *Pinus radiata* var. *binata* handeln. Jedenfalls liegt hier eine kalifornische Insel- und Küstenkiefer vor. In diesem Zusammenhang sei an das Fossilvorkommen von Zapfen kalifornischer Kiefern im Pliozän Japans erinnert (*Pinus trifolia* MIKI). Diese sehr großen Zapfen erinnern nach dem Autor an *Pinus sabiniana*, nach einer persönlichen Beurteilung eher an *Pinus attenuata*. Auch im deutschen Mittel-Miozän finden sich *Pinus attenuata*-ähnliche Zapfen abgebildet aus den Deckschichten des rheinischen Hauptflözes (KILPPER 1968). Man könnte an ein miozänes, circumpazifisches Areal der heute auf Kalifornien beschränkten Arten denken, welches sich über das asiatische Tethysgebiet bis in den Mittelmeerraum fortsetzte.

Fossilbezeichnung: ? *Abietinaepollenites labdacus maximus* R. POT.

(37) *Pinus radiata* DON. – Habitus

Taf. 11, Fig. 1–5

Extrem große bisaccate Pollenkörner mit deutlich sylvestroid abgesetzten Sacci (Fig. 1). Corpus nur an den Saccusansätzen schwach verdickt (Fig. 2). Saccusalveolum dick, große polygonale Lumina der Alveolen (Fig. 3). Cappastruktur engmaschig retikuliert (Fig. 4). Distale Keimstelle schwach granuliert (Fig. 5). Subsaccule Nodula groß, kräftig, zum Teil bohnenförmig, jedoch gering an Zahl (Fig. 1. Unterschied zu *P. sabiniana*).

Größe: Über 150 μ lang.

Die erwähnten Eigenschaften der fossilen Pollenkörner finden sich bei der kalifornischen Art *Pinus radiata* DON. in sehr ähnlicher Ausbildung. Vielleicht ist der rezente Pollen etwas kleiner (um 130 μ). Fossilvorkommen: Kommt nur in einigen Präparaten des Phosphorithorizontes des St. Stefaner Hangendflözes vor, dort aber gleich mit mehreren Körnern.

Ökologie *Pinus radiata* findet sich an der kalifornischen Pazifikküste in der Monterrey-Bay und reicht von der Meeresküste bis in Mittelgebirgslagen. Verlangt viel Niederschläge, dauernd erhöhte Luftfeuchtigkeit, verträgt keine Winterfröste und keinen Kalk. Winterwarmes Klima.

In diesem Zusammenhang seien die großen Zapfen von *Pinus timmleri* ENGELH. & KINKELIN (Deutschland) erwähnt, deren Morphologie jener von *Pinus radiata* sehr ähnlich ist, jedoch sind die Zapfen größer.

(38) *Pinus tabulaeformis* CARR. — Habitus

(Syn.: *Pinus sinensis*)

Taf. 11, Fig. 6, 7, 8

Bisaccate Pollenkörner mit sylvestroidem Saccusansatz, geschlossener schmaler Randkrause um den Zentralkörper (Fig. 8) und granulierter distaler Keimarea (Fig. 6). Saccusalveolen relativ dick, in Tiefeneinstellung eher grobmaschig (Fig. 7). Nodula von mittlerer Dicke, gering an Zahl.

Größe: Etwa 90 μ lang.

Fossilvorkommen: Regelmäßig in den meisten Präparaten des Unter-Sarmat in geringer Zahl.

Ökologie und Verbreitung: Die Vergleichskiefer *Pinus tabulaeformis* CARR. findet sich in China von Setschuan, Yunnan bis in den Nordosten von Shantung. Im Süden in etwa 2000–2500 m Höhe, sinkt ihre Verbreitung im Norden bis fast auf Meereshöhe herab. An der mandschurischen Grenze hybridisiert die Kiefer mit *Pinus sylvestris* und meidet ausgesprochene Trockengebiete der Steppe. Die Art verträgt sowohl Kalk im Boden als auch Trockenheit und ist absolut frostverträglich.

Subsect. Canarienses LOUD.

(39) *Pinus roxburghii* SARG. — Habitus

Taf. 11, Fig. 9, 10, 11, 12, 13

Relativ große, bisaccate Pollenkörner mit sylvestroidem Saccusansatz. Cappa an den Saccusenden deutlich, an der Seite wenig verdickt. Distale Keimarea fein granuliert. Saccusalveolen beachtlich dick, ca. 8 μ , dementsprechend mehrere Stockwerke mit verschiedener Retikulation feststellbar. Die Tiefeinstellung zeigt relativ kleine, eher imperfekte Netzmaschen (Fig. 11). Saccusnodula deutlich vorhanden (Fig. 12, 13) von mittlerer Dicke und unregelmäßiger Verteilung (Mischtyp).

Größe: 110 μ lang. Sacci 70 μ breit.

Die großen, für die Subsect. Canarienses bezeichnenden Pollenkörner unterscheiden sich von *Pinus canariensis* durch das engmaschigere Alveolum und dickere als auch zahlreichere Nodula.

Fossilverbreitung: Stetig aber nicht häufig in den meisten Präparaten.

Ökologie Die dreinadelige *Pinus roxburghii* (Syn. *Pinus longifolia* ROXBURGH) wächst im Monsungürtel des äußeren Himalaya von Bhuten bis Pakistan in geringen Höhen, gewöhnlich unter 2000 m. Sie verlangt hohe Niederschlagsmengen, absolut frostfreie milde Winter und hohe Sommer-temperatur.

Die angeführten Pinuspollenformen wurden aus einer viel größeren Streuung von morphologisch verschiedenen Formen herausgegriffen, um einen repräsentativen Querschnitt zu erzielen. Die Darstellung weiterer Pinusformen des Unter-Sarmat, welche in noch größerer Zahl hier vorhanden sind, würde den Charakter einer übersichtlichen Gesamtdarstellung der Mikroflora wesentlich überschreiten.

Fam. *Taxodiaceae*

Taf. 2, Fig. 9–16: Taf. 3, Fig. 1–17

Bestimmungsgrundlagen: ERDTMAN 1954, 1957, 1965; HO & SZIKLAI 1973; KLAUS 1950; LIEUX 1980; SIMPSON 1949, 1967; VAN CAMPO 1951; WANG 1974.

Runde Pollenkörner mittlerer Größe ohne Saccus oder ähnliche Differenzierungen. Distale, verdünnte Keimarea entweder glatt (*Sciadopitys*) oder eine zentrale fingerförmige Ausstülpung (Papille) tragend. Danach läßt sich die Familie pollenmorphologisch in zwei Gruppen gliedern:

- A) Pollenkörner ohne Papille
mit glatter distaler Keimarea *Sciadopitys verticillata* SIEB. & ZUCC.
- B) Pollenkörner mit Papille
im Zentrum der distalen Keimstelle . . . *Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Cryptomeria*, *Taiwania*, *Metasequoia*, *Athrotaxis*, *Cunninghamia*

Diese Gruppe läßt sich nach der Papillenmorphologie weiter gliedern in Pollenkörner folgender Gestalt:

- B.1.) Kurze Papille (1 μ)
extrem niedrige Papille *Cunninghamia*
- B.2.) Dicke Papille (Basis 4–6 μ breit)
a) kurz *Glyptostrobus*, *Taxodium*
b) lang . . . *Sequoiadendron giganteum*
- B.3.) Dünne Papille (Basis um 2 μ breit) . . . *Sequoia*, *Metasequoia*, *Cryptomeria*, *Taiwania*, *Athrotaxis*
- a) lange Papille (5–8 μ)
Kleine Pollenkörner (< 30 μ)
Papille im Ansatz gerade oder schief.
Ende nicht hakig gekrümmt . . . *Cryptomeria*, *Taiwania*
- b) Hakig gekrümmte Papille
Am Ende scharf hakig gebogen,
Pollenkörner größer als 30 μ (30–40 μ) . . . *Sequoia sempervirens*
- c) Sonstige, bisher wenig bekannte,
papillenmorphologische Ausbildungen . . . *Athrotaxis*, *Metasequoia*

Pollenkörner ähnlicher Papillenbeschaffenheit lassen sich noch nach der Exinengranulation (REM) und vielleicht auch nach Größe weiter differenzieren. Zum Beispiel in Gruppe

- B.3.) nach der Granulation: Sehr feine Exinengranulation . . *Cryptomeria*, *Taiwania*
Größere Exinengranulation . . *Sequoia sempervirens*
Mittlere Körnigkeit der Granulation . . *Taxodium distichum*
- nach Größe: Über 30 μ (30–40) . . . *Sequoia sempervirens*
Unter 30 μ (20–30) *Cryptomeria*
- Verhältnis von Papille zu Körper: Kleiner Körper,
dicke, lange Papille . . . *Sequoiadendron*

Zusätzliche Exinendifferenzierungen:

Orbiculae (HO & SZIKLAI 1973): Die noch über der Exinengranulation vorhandenen, locker gestreuten *Orbiculae* können offenbar losgelöst werden und sind bei den Fossilien seltener oder nur in geringer Zahl zu finden.

Beurteilung der Papillennlänge: Diese kann bei der mikroskopischen Beobachtung problematisch werden, da schon die geringste, kaum wahrnehmbare Drehung des Pollenkornes eine Verkürzung simuliert (Taf. 3, Fig. 9, 10, 11. Die gezeigten Bilder stellen jeweils das gleiche Korn in verschieden gedrehten Lagen dar).

Klaffen der Exinenhälfte (Taf. 2, Fig. 14–16): Durch Quellung in feuchtem Substrat platzen die Exinen aller papillösen Taxodiaceen auf. Diagnostisch sind daher diese zweiteilig aufgeklappten Exinen nicht verwertbar. *Pollenites hiatus* R. POT. und *Pollenites dubius* R. POT. sind Bezeichnungen von zufälligen Erhaltungszuständen von Taxodiaceae, Cupressaceae und vielleicht auch Taxaceae. Einbettungs-lagen: Je nach Lage bei der Einbettung kann die Papille in Draufsicht nur als Verdünnung der Exine, nach THIERGART 1940 sogar nur als kreisrunde, etwas umwallte Pseudopore (Taf. 2, Fig. 10, 11, 12) sichtbar werden.

Bei KLAUS 1950 wurden Erhaltungszustände und alle möglichen Formen der Faltenbildung und des Aufplatzens bei einigen Arten statistisch erfaßt und auf einer Tabelle zusammengestellt (vgl. Abb. 6).

	I	II	III	IV	V	VI	μ	Pollen-größe	Exinen-ornamentation	
Sequoia <i>sempervirens</i>							36			Taxodiaceae Taxineae + Libocedrus ³⁾
Cryptomeria <i>japonica</i>							52			
Sequoiadendron <i>giganteum</i>							28			
Taxodium <i>distichum</i>							24			
Taxodium <i>mexicanum</i>							24			
Taxus <i>baccata</i>							24			
Cunninghamia <i>sinensis</i>							40			
Libocedrus <i>decurrens</i>							40			
Torreya <i>nucifera taxifolium</i>							28			Cupressineae
Juniperus <i>communis</i>							28			
Cupressus <i>macnabiana</i>							32			
Thuja <i>occidentalis</i>							28			

Abb. 6. Taxodiaceae, Cupressaceae, Taxaceae. Pollenmorphologische Bestimmungsmöglichkeiten tabellarisch erfaßt. Aus KLAUS 1950 (unverändert).

Pollenkörner ohne Papille

(40) *Sciadopitys verticillata* SIEB. et ZUCC. – Habitus

Taf. 3, Fig. 13–17

Im Umriß etwa runde, mittelgroße Pollenkörner mit deutlich warzig gelappter Oberfläche, welche keinerlei morphologische Beziehungen zu *Tsuga* aufweisen. Das heißt, keine äquatoriale Krausenbildung vorhanden. Proximal stark lappig gewarzt (Fig. 14), distal glatte unregelmäßig berandete aber eher runde Keimstelle (Fig. 13). Die Lappung der Oberfläche ist außerordentlich variabel bei Pollenkörnern des gleichen Präparates. Sie kann extrem grobwarzig ausfallen (Fig. 13, 14) oder feiner ausgebildet sein (Fig. 15, 16, 17). Letzteres ist sogar der häufigere Fall.

Größe: Etwa 50 μ im Durchmesser.

Rezentvergleich: Pollen von *Sciadopitys verticillata* SIEB. et ZUCC., der Japanischen Schirmtanne, entsprechen in der gesamten Variationsbreite unserem Fossilmaterial. Überraschend ist die überaus starke Variabilität der Warzengröße. Es gibt sehr grobe neben fast vollkommen glatten Körnern in der gleichen Blüte. Daher wäre es völlig verfehlt, aus der verschiedenen Warzengröße Arten abzuleiten.

Fossilbezeichnung: *Sciadopityspollenites serratus* R. POT.

Fossilvorkommen: Sehr seltenes Element in den Lavanttaler Proben, aber so gut wie in jedem Präparat mit 1–2 Pollenkörnern vorzufinden.

Sonst weit verbreitet im Neogen der Nordhemisphäre, jedoch stets in geringer Zahl. Ähnlich wie an gegenwärtigen Standorten handelt es sich stets um wenige Bäume, welche in den Wäldern integriert sind. Lediglich im deutschen Miozän wurde über lagenweises Vorkommen von Nadeln von *Sciadopitys*, aber auch von sogenannten *Sciadopityspollenhorizonten* (THIERGART 1937) berichtet.

Ökologie Die Japanische Schirmtanne wächst in den feuchten Wäldern Japans zwischen 600 m und 1200 m an geschützten Felsschluchten. Seltener frei exponiert. Der Baum benötigt stets viel Luft- und Bodenfeuchtigkeit, verträgt aber auch Schatten. Absolut kalkfeindlich. Bevorzugt saure lehmige Böden mit gewissem Torfgehalt. Pollenproduktion stark. Windblütig.

Pollenkörner mit Papille

(41) *Cunninghamia* (Chinesische Spiesstanne) Taf. 2, Fig. 9, 10

Runde Pollenkörner mittlerer Größe mit dicker, etwas runder Keimstelle. Dünne Nexine und deutlich unregelmäßig granulierte Sexine erkennbar. Gattungsscharakteristisch am Rande der distalen Keimstelle (Fig. 9). Im Zentrum der Keimstelle findet sich die sehr flache Papille, eher nur eine Verdickung, Durchmesser 2–3 μ (Fig. 10).

Größe: Durchmesser ca. 40 μ .

Fossilvorkommen: Das erste Pollenkorn der Gattung fand Verfasser 1950 im Pont F von Neufeld a. d. L. Die fossilen Körner sind auch im Lavanttal außerordentlich selten, aber recht gut diagnostizierbar. KOVAR 1982 fand Großfossilien von *Cunninghamia* im Ober-Oligozän von Linz und gibt im Zusammenhang damit eine Zusammenstellung der bisherigen Funde von ETTINGSHAUSEN, ANDREANSKY und GIVULESCU.

Fossilbezeichnung: *Cunninghamia concedipites* WODEHOUSE 1933.

Ökologie *Cunninghamia* ist mit drei Arten am chinesischen Festland (Setschuan) und Formosa vertreten. Bevorzugte Standorte sind Gebirgsschluchten höherer Feuchtigkeit und geringer Höhe (800–1300 m). Kalkfeindlich. Bevorzugt Humusböden mit rotem Sandstein im Untergrund. Schattenverträglich.

Pollenkörner mit dicken Papillen

(42) *Glyptostrobus* – Habitus (Chinesische Wasserfichte) Taf. 2, Fig. 16

Die Papille dieser Pollenkörner zeigt in charakteristischer Weise eine besonders dicke Basis (6–7 μ) und ist relativ kurz, manchmal auch etwas zur Seite gebogen. Die Sexine meist ziemlich dick, deutlich gröber granuliert und an manchen Stellen unregelmäßig verdickt. Gelegentlich zweiklappig aufgeplatzt (Fig. 16). Ein bezüglich Taxonomie und Morphologie völlig zweifelsfreies Pollenkorn bildet WANG KAI-FA 1974, Taf. 1, Fig. 9 aus dem Holozän Chinas ab.

Fossilvorkommen: Im Phosphorithorizont des Lavanttales äußerst selten anzutreffen. Aus dem übrigen Tertiär gibt es einige gute Abbildungen, zum Beispiel bei NAGY 1969, Taf. 35, Fig. 4, 5 aus dem ungarischen Miozän, aber auch bei SIMPSON 1967, Taf. 1, Fig. 5 finden sich ausgezeichnete Darstellungen.

Fossilbezeichnung für aufgeplatzte Exinen: *Taxodioipollenites hiatus* R. POT. 1934.

Ökologie *Glyptostrobus lineatus* wächst ähnlich wie *Taxodium mexicanum* an Flußufern und an Versumpfungsmäandern, also an Stellen, wo niemals Brackwasser hingelangt. Der Baum ist nicht nur an Süßwasser gebunden, sondern meidet auch Kalk im Boden. Heute ist *Glyptostrobus* in China fast vollkommen ausgestorben. Er befand sich in Südchina in der Provinz Kanton. Obwohl entsprechend den ursprünglichen Standorten in Südchina ein subtropisches Klima vorausgesetzt werden kann, ist *Glyptostrobus lineatus* in Anpflanzungskulturen im milden England bedingt winterhart.

(43) *Taxodium mexicanum* – Habitus

Taf. 2, Fig. 15

Taxodium besitzt ebenso breite Papillen wie *Glyptostrobus* und ist dadurch von allen anderen Taxodiaceae gut unterscheidbar. Wenigstens durch die Pollenkörner wird eine enge Verwandtschaft zwischen *Taxodium mexicanum* und *Glyptostrobus lineatus* dokumentiert. Die Gattung *Taxodium* besitzt stets nur gerade Papillen, sowohl vom Kornaustritt weg als auch am Ende. Die beiden *Taxodium*-arten unterscheiden sich kaum. Lediglich die Papillen von *Taxodium mexicanum* sind bei der Mehrzahl der Körner extrem kurz. Bei *Taxodium distichum* hingegen etwas länger aber stets in gerader Streckung (bis 6 μ). Fig. 15 zeigt eine zweiklappig klaffende Pollenexine, wo eine noch dicke aber sehr kurze Papille ähnlich dem rezenten *Taxodium mexicanum* erkennbar bleibt.

Größe: Etwa 35 μ .

Fossilbezeichnung: *Taxodioipollenites hiatus* R. POT.

Ökologie *Taxodium mexicanum* wächst bis südlich des Wendekreises in Mexico entlang einzelner meanderartig gewundener Flußläufe, und zwar am Rande, meist noch im Flußwasser stehend. Blüht im Herbst und wirft nur jedes zweite Jahr die Kurztriebe im Winter ab. Zwischen Guadalajara und Mexico City, wo dieser Baum hauptsächlich anzutreffen ist, sind die Winter außerordentlich mild. Es kommen kaum jemals Minusgrade vor. Dagegen sind die Sommer trocken heiß. Die Flüsse durchschneiden teilweise Steppengebiete.

Pollenkörner mit dünnen Papillen:

(44) *Sequoia sempervirens* – Habitus

Taf. 2, Fig. 13, 14; Taf. 3, Fig. 5, 6, 7, 8

Mit einer distalen Papille versehene Pollenkörner über 30 μ Größe, meist um 35 μ . Exine deutlich zweischichtig, im Proximal- und Äquatorialbereich. Sexine etwas gröber granuliert. Distal wird die Sexine auf einer etwa 25–30 μ Durchmesser aufweisenden $\pm$ kreisrunden Area stark reduziert und die Nexine formiert sich zu einer mehr oder weniger langen Papillenausstülpung, deren Charakteristikum es ist, am Ende hakenförmig umgebogen zu sein, sich dagegen aber vom Korn senkrecht absetzt. Papilllänge sehr variabel (Taf. 3, Fig. 5–6). Einzelne Exinengrana bedecken auch die Nexinenpapille bis zur hakenförmigen Umbiegung. Artcharakteristisch scheint die Größe über 30 μ , die hakenförmige Umbiegung der Papille am letzten äußersten Ende und im REM die grobe Granulation der Oberfläche des Kornes.

Fossilvorkommen: Im Lavanttal von den Taxodiaceae die zweithäufigste Pollenform. In jedem Präparat sind mehrere Körner anzutreffen. Auch in der Literatur des europäischen Tertiärs wird die Pollenform des öfteren abgebildet.

Fossilbezeichnung: *Sequoiapollenites polyformosus* THIERGART 1940.

Ökologie *Sequoia sempervirens* wächst in den Coast Ranges von Kalifornien um San Francisco und noch etwas nördlich. Benötigt hohe Luftfeuchtigkeit, warme Sommer, viele Niederschläge und extrem milde Winter. Absolut frostempfindlich! Beginnt schon im Jänner mit dem Wachstum, blüht auch schon im Jänner und verträgt daher nicht die geringsten Frühjahrsfröste. In den mildesten Gegenden Englands gibt es einige Kultivare. Verträgt keinen Kalk im Boden sondern benötigt torfähnlichen, tiefgründigen Waldboden. Bei der Keimung oder in feuchtem Substrat platzt der Pollen zweiklappig auf (Taf. 2, Fig. 14) (*Poll. hiatus*-Erhaltungszustand). An der hakig gebogenen Papille sind aber auch solche Formen zu erkennen.

(45) *Cryptomeria japonica* – Habitus

(Japanische Sichelanne)

Taf. 2, Fig. 11 (45 a); Taf. 3, Fig. 1–4 (45 b, c, d)

Der *Cryptomeria*-pollen besitzt große Ähnlichkeit zu *Sequoia sempervirens*. Unterschiede finden sich einmal in der Größe – *Cryptomeria*-pollen ist etwas kleiner, und zwar meist unter $30\ \mu$ – sowie in der eher runden Gestalt und in der glatteren Oberfläche der Sexine. Aber auch die Papille zeigt nicht so deutlich die hakenförmige Umbiegung an ihrem Ende. Beim Austritt aus dem Pollenkorn verläuft sie nicht immer senkrecht, sondern eher schräg. Im REM erscheint die Oberfläche (Taf. 3, Fig. 4) feiner granuliert als bei *Sequoia* (vgl. HO & SZIKLAI 1973).

Fossilvorkommen: Im Lavanttal die absolut häufigste Pollenform aller Taxodiaceae. In zählbaren Prozentsätzen vorhanden.

Formbezeichnung: *Sequoiapollenites polyformosus* THIERGART

Ökologie *Cryptomeria japonica* wächst in der Montanzone Japans von 600–1300 m Seehöhe, verträgt etwas mehr Trockenheit als andere Taxodiaceae und manche Varietäten sind auch winterhart. Im Boden bevorzugt *Cryptomeria* saure Humusböden, ist jedoch auch bedingt kalkverträglich. Sie wächst in Japan zusammen in Wäldern mit *Fagus crenata*.

(46) *Taiwania* – Habitus

Taf. 3, Fig. 9–11

Pollenkörner von *Cryptomeria*-Habitus mit langen, ziemlich geraden Papillen, jedoch wellig verlaufender, schwach granulierter, relativ dicker Sexine. ERDTMAN 1954 zeigt eine ähnliche Exinenform bei *Cryptomeria*. Verfasser konnte sich an Rezentmaterial überzeugen, daß diese Abbildungen jedoch für *Cryptomeria* völlig untypisch sind. Auch bei *Cunninghamia* zeigt ERDTMAN 1954, Fig. 401, eine ähnlich wellige Exinenhülle. *Taiwania* verbindet im Habitus als auch in der Biologie allgemeine Eigenschaften von *Cryptomeria* und *Cunninghamia*.

Fossilvorkommen: Äußerst selten. GIVULESCU 1980 berichtet über ein *Taiwania*-vorkommen in Rumäniens Neogen.

Ökologie: *Taiwania* gedeiht auf Formosa an den Hängen des Mount Morrison in 2000–2200 m Seehöhe und auch vereinzelt auf dem chinesischen Festland (Yunnan) und reicht sogar bis Nordburma. *Taiwania* zeigt einen ähnlichen Keimapparat wie *Sequoia sempervirens*. Die Pflanze ist in Europa ohne Schutz nicht winterhart und verträgt keinerlei Kalk.

Mißbildungen von Taxodiaceenpollenkörnern

Taf. 3, Fig. 12

Selten kommt es vor, daß die Papille eines Pollenkorns zu abnormer Dicke und Größe anwächst (Fig. 12). Solche Mißbildungen lassen sich bei Rezentpräparaten fast immer beobachten. Verfasser fand solche Pollenkörner bei *Cryptomeria japonica* aber auch bei *Taxodium ascendens* und *Sequoia sempervirens*. Das Fossilvorkommen dieser Mißbildungen ist sicherlich überraschend, wenn man die geringe Frequenz der Taxodiaceenpollenkörner in den Präparaten bedenkt. Es ist offenbar das Vorkommen dieser Mißbildungen auf den Blütenbesuch durch Tiere zurückzuführen.

Familie Cupressaceae

(47) *Juniperus* – Habitus

Taf. 2, Fig. 7, 8

Die aufgeplatzen Exinen weisen einige charakteristische Eigenschaften auf, die jedem Quartärpalynologen bekannt sind. Die Innenwände der zweiklappig aufgeplatzen Gestalt rollen sich seitlich ein, sodaß sich Parallelfalten zu den glatten Rändern bilden. An den Enden verläuft die Form meistens zugespitzt. Bezeichnend ist die fleckenweise auftretende sehr lockere Exinengranulation, die sich außerordentlich leicht und unregelmäßig von der Exine ablöst (vgl. Abb. 6).

Größe: Etwa 40–50 μ lang.

Fossilvorkommen: Sehr selten.

Fossilbezeichnung: *Pollenites dubius* R. POT.

Ökologie Wacholderarten der Subtropen bevorzugen eher trockene Standorte (z. B. *Juniperus*, Sect. *Oxycedrus*, Mittelmeergebiet), doch gibt es auch einige Arten, die Moore bewohnen. An den Boden stellt *Juniperus* nur geringe Ansprüche.

(48, 49) Weitere Cupressaceae

Taf. 2, Fig. 5, 6

Die übrigen Cupressaceengattungen *Cupressus*, *Thuja*, *Chamaecyparis* und *Calocedrus* bilden runde, oft in Sekundärfalten gelegte mittelgroße schwach granulierte Pollenformen aus, deren nähere Bestimmung aus Mangel an Detaildifferenzierungen bisher auf Schwierigkeiten stößt. Bilder vom Habitus der Taf. 2, Fig. 5 und 6 können bei den obgenannten Gattungen vorkommen.

Fossilverbreitung: Sehr selten und meistens schlecht erhalten.

Unterabt. Cycadophytina

Klasse: Cycadatae

Ord. Cycadales

(50) Zamiaceae – Habitus

Taf. 12, Fig. 1

Monosulcate Pollenkörner von etwa bootförmiger Gestalt. Zentraler Sulcus an den Enden eher rund als zugespitzt. Exine zweischichtig. Sexine in Pollenmitte dicker als an den zulaufenden Enden. Die auf der Mikrophotographie Taf. 12, Fig. 1 sichtbare Streifung ist ein lichtoptischer Effekt, welcher sich bei Immersionsbetrachtung in eine ungerichtete Mikrogranulation auflöst.

Größe: 40 μ , 30 μ breit.

Fossilvorkommen: Äußerst selten. Die Deformation des Sulcus auf unserem Bild führt von einem Druck des Deckglases auf das Präparat während der Einzelkornpräparation her. Im natürlichen Zustand ist der Distalsulcus völlig gerade und die beiden Ränder parallel zueinander.

Bei den Bestimmungen zeigt sich, daß einige Gattungen, wie zum Beispiel *Cycas*, *Dioon* und andere wegen der größeren Exinendicke (*Dioon*) und größeren Granulation (*Cycas*) aus den Betrachtungen auszuscheiden sind.

Zum Vergleich verbleibt lediglich die Familie der Zamiaceae, welche von Florida bis weit südlich in den gesamten zentral- bis südamerikanischen Raum reicht.

Anlässlich von Gebirgsexkursionen in Mexico fand Verfasser Cycadeen mehrfach als Unterwuchs in dichten Hartlaubbeichenwäldern der Sierra Madre Oriental in etwa 1500–1800 m Seehöhe in Kreidekalkfesspalten, welche mit Eichenlaubhumus gefüllt waren. Es handelt sich dort um die ersten Trokengebiete des Hochlandes, welche am Rande des Golfes von Mexico liegen und besonders im Frühsommer und Herbst kräftigen Niederschlägen ausgesetzt sind.

Fossilbezeichnung: WODEHOUSE 1933 führte die Gattung *Cycadopites* ein. WILSON & WEBSTER 1946 haben dann die Spezies *Cycadopites follicularis* geschaffen, welche jedoch mit den vorliegenden, eher kürzeren und breiteren Cycadeenpollenkörnern nichts gemeinsam hat. NAGY 1969 bildet Zamiaceenpollenkörner unter der Formbezeichnung *Cycadopites miocaenica* n. sp. NAGY (Taf. XXVIII, Fig. 1, 3) ab. Diese Pollenformen unterscheiden sich von den vorliegenden aus dem Unter-Sarmat des Lavanttales durch die zugespitzten Enden, die verdickte Sulcuswand und die offenbar glatte Oberfläche. NAGY 1969 fand dazu auch in den Präparaten Cycadales-Kutikulen.

Ökologie Zamiaceae finden sich in den Subtropen bis Tropen Amerikas vielfach auf periodisch trockenen Standorten.

Temperaturansprüche: Milde Winter, warme Sommer, keinerlei Frost.

Klasse: *Gnetatae*
Fam. *Ephedraceae*

(51) *Ephedra distachya* – Habitus
Taf. 12, Fig. 2

Spindelförmige, polylicate Pollenformen mit stark verzweigtem Längsfurchenmuster. Die Verzweigungen anastomisieren, sodaß es zur Ausbildung eines Zickzacklinienmusters kommt (BEUG 1961, S. 21, Taf. 8 d). Geringe Rippenzahl.

Größe: Länge 65 μ , Breite 35 μ .

Morphologisch ist die Pollenform des *Ephedra distachya*-Types aus dem Quartär besonders aus den Diagrammlagen der lichten Kiefernwälder des Spätglazials und älteren Holozän aus Mitteleuropa gut bekannt. Die Tertiärpollenformen sind lediglich etwas größer und vielleicht auch geringer an Rippenzahl.

Fossilvorkommen: Im Hangenden der St. Stefaner Flözserie. Äußerst seltenes Pollenkorn. Bei der Durchsicht von über 1000 Präparaten bisher nur zweimal gefunden.

Fossilbezeichnung: Vielerlei Namen wurden für diese Pollenform geschaffen, wie zum Beispiel *Ephedrepites* BOLCH 1953 ex R. POT 1958, *Distachyapites* und zahlreiche Namen für Formarten. Im Quartär wird der Typ *Ephedra distachya* genannt.

Ökologie Rutenstraucharten besiedeln gegenwärtig die Mittelmeergebiete bis nach Norden in die Schweiz, Ostasien, Nord- und Zentralamerika. Sie bewohnen trockene, offene Standorte und sind extrem lichtbedürftig. Interessanterweise finden sich Ephedrapollen in geringer Zahl in den meisten Braunkohlenbegleitschichten des europäischen Tertiär vom Eozän bis zum Pliozän.

Angiospermae (= *Magnoliophytina*)

Klasse: *Dikotyledonae*
Fam.: *Chenopodiaceae*

Chenopodiaceae – Habitus
Taf. 19, Fig. 8, 9

Pantoporate meist relativ kleine, der Kugelform genäherte Pollenkörner mit einer großen Anzahl kleiner Poren über die gesamte Oberfläche gleichmäßig verteilt. Exinen glatt bis fein punktiert, verhältnismäßig dick (2,5 μ) und hell (stärker lichtbrechend), zweischichtig.

Nach Größe und Porenzahl lassen sich die vorliegenden Präparate in mindestens 2 Formen unterscheiden.

(52) *Chenopodiaceae* – Form A
Taf. 19, Fig. 8

Mit etwa 35 μ Größe, über 60 Poren und glatter Exine läßt sich diese Form eher als Großform unter den *Chenopodiaceae*pollen bezeichnen. Sie ist die in den Präparaten normalerweise vorzufindende Form.

(53) *Chenopodiaceae* – Form B
Taf. 19, Fig. 9

Mit etwa 25 μ Durchmesser, etwa 36 Poren und granuliert-strukturierter Exine läßt sich diese Kleinform von der größeren Form A deutlich unterscheiden.

Fossilvorkommen: Form A ist ein steter Begleiter aller Proben, jedoch meist nur als Einzelkörner. Form B tritt außerordentlich selten auf.

Fossilbezeichnung: *Pollenites multistigmatus* R. POT. 1934 (Eozän)
Chenopodipollis multiplex WEYLAND & PFLUG 1957 (Pliozän)
Salicornites Pappi KLAUS 1950 (Ober-Miozän)

GAMS versuchte auf Grund der Porenzahl einen kurzen Bestimmungsschlüssel für *Chenopodiaceae*

(Übersetzung aus dem Russischen). Die bei KLAUS 1950 aus dem Pannon von Neufeld beschriebenen Formen sind kleiner ($25\ \mu$) als die hier vorgefundenen.

Rezentvergleiche: Nach WODEHOUSE 1935 handelt es sich um Chenopodiaceae oder Amaranthaceae oder Alsinoideae.

An Gattungen besitzt besonders große Ähnlichkeit: *Salicornia*, *Chenopodium* und *Atriplex*.

In der Literatur wird darauf verwiesen, daß Pollenformen der Chenopodiaceae brackisch-marine Verhältnisse aufzeigen, nämlich nahe der Meeresküste vorkommen und Salzstandorte in Trockengebieten (V. D. BRELIE 1963, AVERDIECK 1958, THIELE & PFEIFFER 1980) bevorzugen. In der Tat läßt sich dies an zahlreichen Proben des Mittel-Miozäns des Wiener Beckens, wo Chenopodiaceae in deutlichen Prozentsätzen auftreten, gut belegen.

Salicornia kommt heute an den Küsten des Schwarzen Meeres aber auch am Neusiedler See in großen Beständen vor. Im Unter-Sarmat des Lavanttales sind die beiden Chenopodiaceen-Formen viel seltener als im Unter-Sarmat von Carnuntum (KLAUS 1955).

Fam.: Plumbaginaceae

(54) *Statice* – Habitus

Taf. 14, Fig. 22, 23

Große, tricolpate, oblate Pollenkörner mit langen dichten Bacula (Fig. 22), welche sich zu einem lockeren Netzmuster anordnen (Fig. 23).

Größe: Etwa $55\text{--}60\ \mu$ Durchmesser, die Polachse ist kürzer.

ERDTMAN 1940, 1952, 1954 und STRAKA 1975, beschreiben den Pollendimorphismus bei *Statice* und *Armeria*. Die beiden Gattungen weisen ähnliche Pollenmorphologie auf.

Ökologie Sowohl *Armeria maritima* als auch *Statice* sind Meeresstrandpflanzen. Letztere Gattung ist zum Beispiel von den Stränden der Kanarischen Inseln mit mehreren Arten beschrieben (SCHENK 1907).

ST. MACKO 1957 bildet ähnliche Pollenformen aus dem schlesischen Miozän ab.

Fam.: Hamamelidaceae

Liquidambar – Habitus

Taf. 19, Fig. 1–7, 10–14

Pantoporate Pollenkörner mit mikoretikulater Struktur und sphaeroidischer Form. Durchmesser $40\text{--}50\ \mu$, Poren vorwiegend rund, an vielen Körnern verschieden groß, oval. Skulpturelemente sowohl die ganze Kornoberfläche als auch die Porenfläche bedeckend. Porendurchmesser zwischen 4 und $11\ \mu$. Die vorliegenden fossilen Pollenkörner sind nicht ganz einheitlich ausgebildet. Porenrand, Mikoretikulation der Struktur, Porenform und auch die Skulpturelemente zeigen Verschiedenheiten, auf welche KUPRIANOVA 1960 sowie CHANG 1958 aufmerksam machten und welche sich auch an unserem Fossilmaterial verfolgen lassen.

Im Vordergrund steht der morphologische Vergleich mit *Liquidambar styraciflua* L. CHANG 1958 und KUPRIANOVA 1960 heben übereinstimmend hervor, daß vom Porenrand bei dieser Art unregelmäßige Einrisse über kurze Distanz allseitig wegziehen, somit auch der Rand selbst zerfurcht erscheint. Die Mikrophotographien lassen dieses Merkmal deutlich erkennen (KUPRIANOVA 1960, Pl. I, Fig. 2, 4). TRAVERSE 1955 bestätigt diese *Liquidambar styraciflua*-Morphologie mittels seiner ausgezeichneten Bildbelege (Fig. 62). Auch in dem wohl gelungenen Bildkatalog über die Niederlausitzer Braunkohlenserie von ERIKA SONTAG 1966 finden sich die von KUPRIANOVA betonten *Liquidambar styraciflua*-Merkmale deutlich wieder. Ebenso auch bei KREMP 1949 aus den Posener Flammentonen.

In den vorliegenden Proben des Lavanttales fanden sich diese Artmerkmale bisher nicht. Damit steht man vor dem überraschenden Ergebnis, daß dieses heute amerikanische Florenelement im mediterranen Unter-Sarmat der Ostalpen offenbar fehlt. Bestätigt wird diese Annahme, wenn man die

REM-Aufnahmen unseres Fossilmaterials (Fig. 10, 11, 12) mit jenen von LIEUX 1980, Taf. 25 (*Liquidambar styraciflua*) aus den Südstaaten der USA vergleicht. Die Mikrogranulation der Kornoberfläche erscheint bei *Liquidambar styraciflua* weniger dicht als bei vorliegendem Fossilmaterial. Ebenso die Inselbildungen in den Poren. Es stellt sich nun die Frage, welche weiteren Arten bessere morphologische Vergleichbarkeit erlauben. Nach den zitierten Untersuchungen von KUPRIANOVA und CHANG gelangt man zu den Arten des Ostens, und zwar zu *Liquidambar formosana* und *Liquidambar orientalis* und auch zum mexikanischen *Liquidambar macrophylla*, welcher sich vom nordamerikanischen *L. styraciflua* deutlich unterscheidet und pollenmorphologisch eher der Formosa-Art entspricht.

(55) *Liquidambar formosana* – Habitus

Taf. 19, Fig. 1, 2, 10, 13

Poren vorwiegend rund, manchmal auch zu ovaler Form neigend, in der Größe stark variabel von 11–4 μ Durchmesser schwankend. Rand der Poren nie unterbrochen oder eingerissen, etc. (wie bei *L. styraciflua*), sondern deutlich ganzrandig gezeichnet (Fig. 2). Microretikulatte Struktur relativ weitlumig (vgl. KUPRIANOVA Pl. 1, Fig. 9 mit unserem Bild, Taf. 19, Fig. 2). Im REM zeigt sich eine dichte, grobkörnige Mikrogranulation und Microforamina im Tectum.

Größe: 40–45 μ Durchmesser.

Fossilvorkommen: In jeder Probe mit mehreren Pollenkörnern vertreten.

Fossilbezeichnung: *Liquidambarpoll. stigmosus* R. POT.

Ökologie *Liquidambar formosana* kommt mit einer Unterart sowohl in Formosa als auch in China vor, und zwar in den eher feuchteren Bergwäldern des Mittelgebirges. Kalkfeindlich. Frostempfindlich (Zone 7). Blätter meist dreilappig. Liebt Bodenfeuchtigkeit, aber keine stehende Nässe, also keine Sumpfböden.

(56) *Liquidambar macrophylla* – Habitus

Taf. 19, Fig. 3, 4, 5, 6

L. macrophylla-Pollen ist dem von *L. formosana* außerordentlich ähnlich, besitzt lediglich eine engere Retikulumstruktur und vielleicht auch kleinere Poren. Es kann auch sein, daß die geringere Korngröße allgemein ein durchgehendes Merkmal ist (vgl. KUPRIANOVA 1960). *Liquidambar macrophylla* bewohnt auch in Südmexico und Guatemala Schluchten der Bergwälder mittlerer Feuchte.

(57) *Liquidambar orientalis* – Habitus

Taf. 19, Fig. 7, 11, 12, 14

Ähnlich wie KUPRIANOVA 1960 kennzeichnet, kommt Pollen vom *Liquidambar*-Habitus gelegentlich auch mit deutlich ovalen unregelmäßig gestreckten Poren in den Präparaten vor. Auch die REM-Aufnahmen dieser Form zeigen wesentlich dichtere Granulation (Fig. 14) sowohl an der ganzen Kornoberfläche als auch im ovalen Porusfeld. Dies deutet auf einen Artunterschied sowohl gegenüber der oben beschriebenen Art als auch gegenüber *Liquidambar styraciflua*.

Porenlänge etwa 10–12 μ , Breite etwa 4–5 μ . Unsere Bilder (Fig. 7) decken sich recht genau mit jenen von *Liquidambar orientalis* aus dem Mittleren Orient und Kleinasien.

Größe: Um 40 μ .

Fossilbezeichnung: *Liquidambarpoll. stigmosus* R. POT.

Fossilvorkommen: In den Lavanttaler Schichten viel seltener als die vorhergehende Form. STUCHLIK 1964 gibt die Art aus dem Miozän Polens an.

Ökologie *Liquidambar orientalis* MILL. ist ein kleiner, eher buschförmiger Vertreter der Gattung und bewohnt Schluchten der Küsten und Mittelgebirge Kleinasiens. Winterhärter (Zone 6) als *Liquidambar formosana*, aber noch immer empfindlicher als *Liquidambar styraciflua*. Zum Teil kalkverträglich. Auch die Gattung *Altingia* besitzt ähnliche Pollenkörner wie *Liquidambar*, jedoch regelmäßig gleich große Poren (CHANG 1958).

Zum Vergleich wäre auch noch *Matudaea* aus Mexico heranzuziehen, da sich deren Pollenform durch

extrem ungleich große Poren auszeichnet (ENDRESS 1977). Die Gattung wurde fossil von WALTHER 1980 im deutschen Tertiär nachgewiesen.

(58) *Hamamelis* – Habitus

Taf. 16, Fig. 14

Die Polansicht des Pollenkorns verläuft annähernd kreisrund, ohne daß die Colpen einen Einschnitt zeigen. Reticulum deutlich und regelmäßig. Offenbar besitzen die Colpen eine Sexinensculptur, so daß sie aus diesem Grund nicht einsinken.

Größe: Ca. 25–28 μ Durchmesser.

Fossilvorkommen: Äußerst selten.

Ökologie *Hamamelis* ist auf Amerika und Ostasien beschränkt. *Hamamelis mollis* z. B. in China (Kwangsi, Hupeh); *Hamamelis japonica* besiedelt die Bergwälder Japans. Es existiert auch eine *Hamamelis*art an den Flußufern in Louisiana.

Fam.: Platanaceae

(59) *Platanoidites gertrudae* R. POT.

Taf. 16, Fig. 13

Ausgesprochen oblate, tricolporate Pollenkörner, welche fast immer nur in Polansicht vorliegen. Fein reticulierende Exoexine. Durchmesser etwa 25 μ . Dieser altbekannte Pollentypus *Pollenites gertrudae* R. POT. tritt im Lavanttal nur äußerst selten in Erscheinung. Im alpinen Gebiet findet sich diese Form jedoch im älteren Mittel-Miozän bis Unter-Miozän wesentlich häufiger (vgl. OBRITZHAUSER-TOIFL 1954).

Fam.: Fagaceae

(60) *Castanea* – Habitus

Taf. 13, Fig. 16

Sehr kleine, tricolporate Pollenkörner, an den Polen nicht konisch zulaufend. Poren im Äquator nur sehr undeutlich ausgebildet. Exine zweischichtig, weitgehend glatt.

Größe: 10–15 μ lang, 6–9 μ breit.

Fossilvorkommen: Ganz geringe Promillesätze, jedoch in zahlreichen Präparaten vorhanden.

Die Morphologie der Pollenform deckt sich weitgehend mit *Castanea sativa* L., welche auch als Subfossil in Torfmooren die gleiche Gestalt wie der Rezentpollen behält. Auch in Blütenhonigproben öfters beobachtet. Obwohl die vorliegende tricolporate Gestalt bei zahlreichen anderen Gattungen etwa ähnlich auftritt, spricht doch die Kleinheit und relativ glatte Exine sowie die runden Pole weitgehend für *Castanea*. Kastanienblätter wurden wiederholt im Miozän gefunden.

Ökologie *Castanea* bevorzugt kalkfreie Böden und temperierte, nicht zu trockene Standorte. Fossilbezeichnung: *Castaneoidites exactus* R. POT.

Fagus L.

Taf. 14, Fig. 1–21; Taf. 15

Pollenkörner der Arten dieser Gattung besitzen recht einheitlichen Bau. Artunterscheidungen können in Skulptur (REM) und Strukturverschiedenheiten (LIM), zum Teil auch im Porenbau zu finden sein.

Morphologie Tricolporate, sphaeroidale mittelgroße Pollenkörner, Colpen schmal, meist ohne Randbildung, etwa 2/3 des Pollenkörpers meridional durchlaufend; die Länge ist innerhalb der Gattung, ja sogar auch innerhalb einer Art verschieden. Endoporus meist kreisrund, gelegentlich auch in Äquatorebene gestreckt. Bei einigen Arten nur undeutlich berandet. Der Durchmesser des runden Endoporus ist verhältnismäßig groß und liegt um etwa 8 μ (Taf. 14, Fig. 18).

Fossilbezeichnung: *Faguspollenites verus* RAATZ 1937.

O r n a m e n t a t i o n Die deutlich zweischichtige Exine erweist sich im Lichtmikroskop granuliert. Und zwar entweder ziemlich fein, unregelmäßig verteilt, auch im Porus vorhanden (Taf. 14, Fig. 1–6). Öfters erscheint die Ornamentation auch etwas gröber, wobei an den Polen die Granulation eher zu unregelmäßigen mäanderförmigen Feldern zusammenläuft (Taf. 14, Fig. 10). Es gibt jedoch auch eine große Zahl von Pollenkörnern (etwa 30 %), wo die Granulation noch wesentlich gröber ausgebildet sein kann (Taf. 14, Fig. 11–21). Dabei zeigen sich im Pol grobe Mäander (Fig. 15) oder polygonal größere Fleckenbildungen (Fig. 17, 19). Ganz vereinzelt kommen auch Körner mit groben Rugae vor (Taf. 20, Fig. 21). Gelegentlich finden sich aber auch völlig glatte Pollenkörner und es ist nicht klar, ob dies einen Erhaltungszustand darstellt oder ob es sich um glatte Spezies handelt. Es wurde nämlich bei den fossilen Körnern beobachtet, daß sich das Tectum mit den darüberliegenden Vermiculae teilweise ablösen kann (vgl. Taf. 15, Fig. 5, linker Rand).

S k u l p t u r (REM) Auch im Rasterelektronenmikroskop ergeben sich deutlich Skulpturverschiedenheiten der Exine bei den vorliegenden Fossilien. Nach diesbezüglichen Untersuchungen (PRAGLOWSKI 1982, LIEUX 1980, HORAK & JÄGER 1979, VAN BENTHEM, CLARK & PUNT 1984) weisen die tectaten Pollenkörner „angular–rugulate“ Skulptur mit oberflächlichen „Nannoverrucae“, welche unregelmäßig auf den Rugulae liegen, auf (vgl. auch PRAGLOWSKI 1980, S. 5). Diese meist knieförmig verwachsenen Vermiculae überlagern sich gegenseitig. Können je nach Art Freiräume unregelmäßig zwischeneinander offenlassen (Taf. 15, Fig. 4) oder inselförmig verwachsen sein (Taf. 15, Fig. 5–8) (LIEUX 1980, Pl. 38, Fig. 1).

Vermiculae können entweder als lange Stäbchen etwa haarförmig enden (Taf. 15, Fig. 1–2) oder kürzer sein und dann über die Kornoberfläche kaum absteigen. Im Colpus finden sich Sexinenreste als Inseln, ebenso durch Vermiculae verziert (Taf. 15, Fig. 5, 6).

Die morphologische Differenzierung der Faguspollenkörner ermöglicht eine Gruppierung nach Skulpturdetails, zum Teil auch nach Porenbau, Form und Größe. Soweit bisher rezente Arten mit diesen Bestimmungsdetails beschrieben und dokumentiert wurden, lassen sich auch unsere fossilen Pollenkörner vergleichen und zumindest zu geographischen Artengruppen zusammenfassen.

(61) *Fagus cf. mexicana* – Habitus

Taf. 14, Fig. 1, 2

Pollenkörner meist prolat (= Polachse länger als Äquator). Größe etwa $46 \times 40 \mu$. Colpus relativ lang, bis weit in das Polfeld reichend. Endoporus kreisrund, groß (ca. 8μ). Die Ornamentation in der Umgebung des Porus scheint bezeichnend: Die granulate Strukturierung weist Längsreihenbildungen auf, welche parallel dem meridionalen Exoexinen-Colpus verläuft (Taf. 14, Fig. 2). Auf dem REM-Bild PRAGLOWSKI's (Fig. 1, E) lassen sich Furchenanordnungen der Vermiculae-Skulptur erkennen, welche im Lichtmikroskop möglicherweise als meridional gestreckte Parallelstrukturen erscheinen. Da nur für *Fagus mexicana* und *Fagus grandifolia* die prolate Pollenform als charakteristisch angeführt wird, letztere Art nach den eindrucksvollen LIM- und REM-Bildern von LIEUX 1980 sicher nicht für einen gelungenen Vergleich in Frage kommt, verbleibt als Hinweis auf eine Artzugehörigkeit für unsere Fossilform lediglich *Fagus mexicana* MARTINEZ. Etwa 30 % des vorhandenen Faguspollen entspricht obgenannter Morphologie.

Ö k o l o g i e (vgl. ZETTER, R., 1982, 1984): Nach MARTINEZ 1940 findet sich *Fagus mexicana* MART. in den südlichen golfseitigen Hängen der Sierra Madre Oriental, südlich des 23. Breitengrades in Mexico in Höhen zwischen 1200 m und 1800 m eingestreut in dichtem Breitlaubmischwald (Tamaulipas, Hidalgo, Puebla). In der Golfregion herrscht trotz allgemeiner Trockenheit des mexicanischen Hochlandes oft Wolkennebel, Nieselregen und dichte Urwaldvegetation mit Epiphyten. Pollenmorphologisch, besonders im REM, unterscheidet sich der nordamerikanische *Fagus grandifolia* deutlich vom *Fagus mexicana*, sodaß die Artabgrenzung MARTINEZ' in dieser Hinsicht bestätigt werden kann.

Folgende Formen entsprechen hingegen rein ostasiatischen Artengruppen:

(62) *Fagus longipetiolata* – Habitus

Taf. 14, Fig. 16–21

Pollenkörner mit sphaeroidischer Gestalt, etwa $45 \times 45 \mu$ Durchmesser, Colpen relativ kurz (vgl. Fig. 17 und 19). Endoporus eher queroval (Fig. 16). Grobfleckige Exinenornamentation, besonders ausgeprägt an den Polen (Fig. 18, 19).

Pollenkörner von Rezentpräparaten von *Fagus longipetiolata* zeigen diese auffällige Exinenfleckung an vielen Körnern, aber nicht an allen. Auch PRAGLOWSKI 1982 bildet ein grob ornamentiertes Pollenkorn dieser Art ab. Die Fleckung scheint recht variabel zu sein, und zwar von extrem grob regulaten Körnern (Taf. 14, Fig. 20, 21) bis granulierten Formen (Fig. 11, 12, 13). Letztere könnten aber auch von anderen chinesischen Arten aus dem Verwandtschaftskreis von *Fagus longipetiolata* stammen. Die Art gehört zu den weitverbreitetsten Buchen Chinas (Yünnan, Setschuan, Kweichow, Hupeh und Chekiang).

Weitere, gröber granuliert Pollenformen der Gattung *Fagus* (cf. *F. hayatae*, *F. lucida*, *F. crenata*): An der Exinenkerbung des Pollenrandes läßt sich die Größe und Dicke der Ornamentationsdetails abschätzen. Taf. 14, Fig. 11–15 zeigt ein noch sehr deutlich und unregelmäßig ornamentiertes Pollenkorn. Fig. 7–8 weniger intensiv ornamentierte Form. Allen ist die Kugelgestalt sowie die Randkerbung gemeinsam. Sie dürften zur Formengruppe *Fagus lucida*, *Fagus hayatae* und *Fagus crenata* gehören. Aus den Rezentuntersuchungen ergibt sich, daß mit Sicherheit folgende Arten auszuschließen sind: *F. sylvatica* (auch *F. taurica*), *F. orientalis*, *F. engleriana* und *F. japonica*.

REM Bilder (Taf. 15) der fossilen *Fagus*pollenkörner des Unter-Sarmat Wie eingangs erwähnt, können sich die Skulpturelemente mit dem Tectum von der Nexine stellenweise oder ganz während der Fossilisation ablösen (vgl. linker Rand des Pollenkornes Taf. 15, Fig. 5). Es entstehen dann vollkommen glatt aussehende Körner.

Die Oberflächenbilder unserer fossilen *Fagus*pollenkörner stimmen mit keiner der bisher untersuchten Rezentarten überein. Es ist daher wahrscheinlich, daß sie in jene Gruppe gehören, die noch nicht untersucht wurde, nämlich die chinesischen Arten *F. longipetiolata*, *F. hayatae* und *F. lucida*. Durch die lichtmikroskopischen Befunde würde diese Auffassung bestätigt, wo man wegen der groben Ornamentation zu den chinesischen Arten gelangt.

In den REM-Bildern ließen sich zwei Formen unterscheiden, welche durch recht charakteristische Skulpturen gekennzeichnet sind.

Folgende Rezentarten wurden zum REM-Vergleich herangezogen:

Art	Autor	Besondere morphologische Kennzeichen					
		V e r m i c u l a e					
		glatt	pustulat	Enden			zu Inseln verwachsen
				kurz	mittel	lang	
<i>F. grandifolia</i>	LIEUX 1980	■		■			■
<i>F. grandifolia</i>	PRAGLOWSKI 1980						
<i>F. mexicana</i>	PRAGLOWSKI 1980	■			■		
							in Furchen angeordnet
<i>F. sylvatica</i>	HORAK & JÄGER 1979		■	■			
<i>F. sylvatica</i>	MOHR 1984, Taf. 18, Fig. 5		?	■	■		
<i>F. taurica</i>	PRAGLOWSKI 1980		■		■		
<i>F. orientalis</i>	PRAGLOWSKI 1980		■		■		
<i>F. engleriana</i>	PRAGLOWSKI 1980		■	■			
<i>F. japonica</i>	PRAGLOWSKI 1980		■		■		
<i>F. crenata</i>	PRAGLOWSKI 1980	■		■			schwache Inselbildungen
<i>F. longipetiolata</i> , <i>F. lucida</i> , <i>F. hayatae</i>	nicht untersucht						

(63) *Fagus* – Form A

Taf. 15, Fig. 1, 2, 3

Pollenkorn mit kurzen Colpen. Apocolpium groß. Vermiculae an den Enden *extrem* lang, zu haarähnlichen Fortsätzen ausgezogen (Fig. 1–2). Die Oberfläche der Vermiculae ist glatt (Fig. 4). Sie sind knieförmig abgewinkelt und sehr locker gestreut, also wenig dicht. Inselbildungen oder seitliche Verwachsungen sind nicht zu beobachten.

(64) *Fagus* – Form B

Taf. 15, Fig. 3, 5, 6, 7, 8

Pollenkorn mit kurzen Colpen. Apocolpium groß. Colpusflächen mit inselförmigen sexinösen Tectumresten locker besetzt (Fig. 5 und 6). Vermiculae glatt, zu Inselgruppen seitlich verwachsen. Die Enden der Vermiculae stehen nur wenig von der Pollenkornoberfläche ab. REM-Bilder deuten auf die chinesische Artengruppe *F. longipetiolata*, *F. hayatae*, *F. lucida*, welche sich auch mit den lichtmikroskopischen Befunden einigermaßen deckt. Zusätzlich muß noch betont werden, daß außer der chinesischen Artengruppe auch Hinweise auf *Fagus mexicana* als einziges amerikanisches Florenelement zutreffen. Die mitteleuropäischen, kleinasiatischen, japanischen und nordamerikanischen Arten konnten nicht gefunden werden.

Ökologie *Fagus* ist eine windblütige Art. Nach WODEHOUSE's Beobachtungen 1935 streut die Buche trotz Windblütigkeit weniger Pollen aus als insektenblütige Pflanzen. Da im Unter-Sarmat des Lavantales die Buche mit beachtlichen 6–8 % am Gesamtspektrum vertreten ist und wenn man berücksichtigt, daß sie durch das Pollenbild noch immer stark unterrepräsentiert erscheint, so läßt sich wohl annehmen, daß ein dichter Buchenbestand, gemischt mit Tannen und Eichen zwischen 1500–2000 m vorhanden war. Die Buchen erreichen offensichtlich im alpinen Sarmat einen Höhepunkt ihrer Entfaltung.

Die Hauptverbreitung der chinesischen Arten liegt im "Mixed Mesophytic Forest", das heißt in warmgemäßigtem feuchtem Klima dicht bestandener Bergwälder. *Fagus hayatae* in Taiwan wächst in etwa 1300–1500 m, ebenso in feuchten Bergwäldern. Es ist allen Fagusarten gemeinsam, daß sie hohe Luftfeuchtigkeit als auch gut entwässerte Humusböden auf Kalk oder Kristallin verlangen. Die mexicanische Art besitzt im Prinzip ein ähnliches Biotop und wächst auf den golfseitigen Hängen der Sierra Madre Oriental, allerdings ganz vereinzelt und recht selten im dichten subtropischen Bergwald in Höhen zwischen 1500–1800 m.

Fossilvergleich: *Faguspollenites verus* RAATZ wird im Miozän gelegentlich als seltenes Element in den mitteleuropäischen Braunkohlenbegleitschichten des öfteren registriert. MOHR 1984 bringt schöne REM-Aufnahmen von fossilem Faguspollen aus den Deckschichten der niederrheinischen Braunkohle, welcher zwar in Details zeigte, daß er mit dem hier angetroffenen nicht völlig übereinstimmt, jedoch durchaus eine Herkunft Ostasiens offenbar morphologisch rechtfertigen könnte.

Quercus L.

Die Gattung *Quercus* erweist sich in den untersuchten Proben als artenreich vertreten und in deutlichen Frequenzen (bis zu 5 %) vorhanden. Da im Vergleich zu den zahlreichen Arten dieser Gattung in der Nordhemisphäre nur wenige genaue morphologische Pollenstudien vorliegen, ist eine Artenzuordnung noch schwer möglich. Nur Pollenkörner mit markanten morphologischen Unterscheidungsmerkmalen lassen sich herausfassen. Zunächst ist zu bemerken, daß die große Cupuliferenform *Quercoidites henrici* R. POT. in vorliegenden Proben so gut wie vollkommen fehlt. Auch in Deutschland setzt diese Formart im jüngeren Miozän allmählich aus. Es dürfte sich daher um eine stratigraphisch bedeutsame Formengruppe handeln. Die zweite sehr bekannte, fossile Eichenpollenform, *Quercoidites microhenrici* R. POT. ist dagegen noch recht deutlich vorhanden. Daneben treten bereits in ebenso großer Zahl Pollenformen auf, welche den rezenten Quercusarten, die aus dem Quartär bekannt sind, recht nahe kommen. Diese lassen sich in ihrer Morphologie, der Abflachung der Pole, der Colpenbeschaffenheit und besonders in der Exinengranulation (REM) in einige Formkreise gliedern, welche Arten entsprechen können.

(65) *Quercoidites microhenrici* R. POT.

Taf. 12, Fig. 15, 16, 17

Kleine, prolate, tricolpate Pollenkörner mit langen Colpen ohne Knick oder sonstige Differenzierungen im Äquator. Bezeichnend sind die rundlich zulaufenden Pole und die längsovale Gestalt. Die Granulation der Oberfläche ist zwar quercoid ausgebildet, d. h. unregelmäßig verteilte Grana, welche sich an der Kontur als körnig erkennen lassen, jedoch finden sich diese nicht dicht gepackt, sondern punkt- und inselförmig an der Oberfläche unregelmäßig verstreut. Die rundliche Gestalt der zulaufenden Längspole kann variabel, zum Teil eher spitz zulaufend (Fig. 15) sein oder eher rundlich kuppenförmig ausgebildet werden.

Größe: Länge etwa 32 μ , Breite etwa 20 μ .

Fossilvorkommen: Regelmäßig in jedem Präparat mit einigen Exemplaren, jedoch viel weniger an Zahl als in den tieferen mittelmiozänen Proben. Unter dieser Fossilbezeichnung werden über die ursprüngliche Artfassung hinausgehend (vgl. R. POT., THOMSON & THIERGART 1950, V. D. BRELIE 1961, E. SONTAG 1966) neuerdings alle kleinen Eichen verschiedenster Form und Granulation zusammengefaßt. Es ist daher anzunehmen, daß mehr als eine Art unter diesem Formnamen vereinigt werden.

Quercusformen ohne Geniculus und Porenbildungen.

(66) *Quercus* – Form A*Quercus cerris* – Habitus

Taf. 12, Fig. 13, 14

Quercuspollenform geringer Größe, breitonnenförmig mit deutlich abgeflachten Polen. Colpen gerade, ohne Geniculus oder Porus. Granulation weniger dicht und niedrig.

Die rezente Vergleichsart entspricht nicht genau der Fossilform, zeigt jedoch niedrige und locker angeordnete Verrucae, eine Tendenz, die sich bei *Quercus cerris* beobachten läßt.

Größe: 33 x 25 μ .

Arten aus der südlichen USA (LIEUX) scheiden zum Vergleich aus.

Ökologie Diese flache Granulation scheint bei Eichen trockenen Standortes zur Ausbildung zu kommen.

(67) *Quercus* – Form B

Taf. 12, Fig. 19, 20

Längliche, mittelgroße Eichenpollenform mit geraden langen Colpen, keinerlei Geniculus oder Porus. Dichte Verrucae-Anordnung (Unterschied zu Form A). Ähnlichkeit mit den bei LIEUX abgebildeten Eichen aus den südlichen USA (*Quercus phellos*).

(68) *Quercus* – Form C

Taf. 12, Fig. 21

Breit-tonnenförmige Form. Gerade Colpen. Pole deutlich abgeflacht. Sehr geringe Granulation. Die glatteste Exinenausbildung der vorgefundenen Eichenpollenkörner.

Größe: 32 μ – 28 μ .

(69) *Quercus* – Form D

Taf. 12, Fig. 18

Größere, breite tonnenförmige Gestalt, gerade lange Colpen. Sehr dichte, aber feinkörnige Granulation.

Größe: 35 μ – 30 μ .

(70) *Quercus* – Form E

Taf. 12, Fig. 25, 26

Großform mit deutlich abgeflachten Polen und gröberer Granulation (Verrucae). Gestalt breit spin-

delförmig (Fig. 25) bis tonnenförmig (Fig. 26). Colpusdurchbrechung oben und unten deutlich begrenzt (Fig. 26).

Größe: 45 μ hoch, 30–40 μ breit.

(71) *Quercus* – Form F

Taf. 12, Fig. 24

Tonnenförmige Gestalt mit deutlich abgeflachten Polen, relativ dicke Exine mit extrem langen geraden Colpen ohne jegliche Geniculus-Andeutung.

Auch die Polansicht des Eichenpollen unterscheiden sich durch die Granulation und die Colpeneinschnitte (vgl. Taf. 12, Fig. 22, 23).

Da sich die Mittelmeereichen durch Geniculusausbildung und eher runde Gestalt auszeichnen (PLANCHAIS 1962), scheiden sie für einen Vergleich ebenso aus wie die meisten amerikanischen Arten (LIEUX), obwohl dort eine Anzahl mit deutlich abgeflachten Polen vorkommt. Es verbleiben daher zum Vergleich nur asiatische Arten, über deren Morphologie bisher kaum etwas bekannt geworden ist.

Fossilbezeichnung: *Quercoidites asper* TH. & PFL. als Sammelbezeichnung für alle Eichen mit abgeflachten Polen.

Eine repräsentative Auswahl fossiler Miozänformen gibt E. SONTAG 1966 sowie MACKO 1957.

Fam.: Betulaceae

(72) *Betula* L.

Taf. 17, Fig. 4, 6, 7, 8

Die Morphologie entspricht in den typischen Unterscheidungsmerkmalen den europäischen Quartärpollenformen. Triporat, suboblat, Sexine an den äquatorialen Poren deutlich vorgezogen. Nexine reicht bis unter das Porenfeld. Vestibulumbildung. Bei vorliegenden Pollenformen extrem deutliche Sexinenvorwölbung an den Poren. Relativ dicke Sexine. Großes Vestibulum.

Größe: Etwa 30 μ Durchmesser.

REM-Bilder: Skulpturelemente striat-microspinos bis in die Pore (Fig. 6, 8, 14). Bei 10.000-facher Vergrößerung zeigen sich längere Leisten (Striae), welche einzelne Spinule tragen. Der Porusinnenrand (Fig. 14) erscheint dadurch unregelmäßig konturiert. Gegenüber einheimischen Betulaarten erscheint vorliegende Form in Seitenansicht wesentlich höher, kugelförmiger (Fig. 6).

Rezentvergleich: *Betula pendula* zeigt andere Striae in der Skulptur (HORAK & JÄGER 1979) und auch verschiedene Porenmembran. *Betula nana*, *Betula pubescens* und *Betula tortuosa* besitzen andere Skulpturelemente und verschiedenen Porenbau. *Betula nigra* (LIEUX 1980) zeichnet sich durch wesentlich reduziertere Skulpturleisten aus. Von asiatischen Arten sind die morphologischen Details bisher nicht bekannt.

Formbezeichnungen: *Betulaceoipoll. bituitus* R. POT. 1931

Trivestibulopoll. fsp. 1 E. SONTAG 1966

Trivestibulopoll. betuloides PF.

Fossilverbreitung: Äußerst selten, jedoch in allen Proben vorhanden.

Ö k o l o g i e Als holarktisches Florenelement besiedelt *Betula* feuchte Böden, zum Teil auch Moore, Flußufer, etc. Die südliche Verbreitungsgrenze reicht nicht bis in die Trockengebiete der Wendekreise (fehlt in Mexico und Nordafrika). Dagegen in China (Yunnan, Setschuan), Japan, Korea, Mandschurai, in feuchten Gebirgsschluchten und an Flußläufen vorhanden. Etwa 40 Arten der temperierten nördlich-gemäßigten und arktischen Zone.

(73) *Ostrya* SCOP.

Hopfenbuche

Taf. 17, Fig. 5

Pollenmorphologisch von *Betula*, *Corylus* und *Myrica* verschieden. Suboblate Pollenform, in Polan-

sicht eher runde Konturen. Sexine an den Poren vorgezogen, jedoch Nexine *n i c h t* unter Sexinenpore reichend.

Größe: Ca. 35 μ Durchmesser.

Fossilvorkommen: Selten, jedoch etwas öfters als *Betula*. Wird als Fossil selten erwähnt. E. SONTAG 1966 gibt gute Abbildungen aus dem deutschen Miozän (Taf. 35, Fig. 6 a).

Fossilbezeichnung: *Ostryapoll. graniferrhenanus* P. W. THOMSON 1950

Tricolporopoll. rhenanus TH. & PFL. 1953 (Miozän, Niederrheinische Braunkohle).

Ökologie: Verbreitung der artenarmen Gattung im Mittelmeerraum (Italien bis Kleinasien), Ostasien (China, Japan) und im östlichen Nordamerika. Sommergrüne, wärmeliebende Arten mittlerer Berghanglagen. Die nahe verwandte Gattung *Ostryopsis* (nur in China) wurde palynologisch bisher nicht untersucht.

(74) *Corylus* L.

(ohne Abb.)

Äußerst selten treten in manchen Präparaten Pollenkörner der Morphologie dieser Gattung auf.

Alnus EHRH.

Taf. 17, Fig. 10, 12, 13, 15, 16

Bogenlinien (Arcusbildungen) von Pore zu Pore zeichnen die Gattung pollenmorphologisch aus. 3, 4 und 5-porige Pollenkörner (selten auch 3- und 6-porige) mit Vestibulumporen finden sich in jeder Blüte, doch gibt es im Unter- und älteren Mittel-Miozän eine auffällige Anhäufung 6-poriger Formen (*Pollenites hoellingi* R. POT.).

Nach Porenbau und Skulptur (REM) lassen sich zum Teil Artbestimmungen durchführen. Entsprechend den Skulpturelementen (REM) finden sich in unseren Präparaten zwei deutlich verschiedene Formen, welche doch mit keiner europäischen bisher bekannten Art verglichen werden kann.

(75) *Alnus* – Form A

Taf. 17, Fig. 10, 12, 15, 16

4- und 5-porige Pollenformen mit deutlichen Arcusbildungen und Vestibulumporen. Oberfläche schwach *r u g u l a t* (Fig. 10, 12, Vergr.: 1500 x). Porus rund bis schwach längs oval.

Größe: Etwa 25 μ Durchmesser.

Fossilbezeichnungen: *Alnuspoll. verus* R. POT. 1931

Polyvestibulopoll. verus R. POT. (TH. PL.)

Alnus kefersteinoide Typen THOMSON 1950

Ökologie Die zahlreichen, in vier Subgenera gegliederten Arten besitzen holarktische Verbreitung, reichen wesentlich südlicher als *Betula* und sind zum Teil bis Mexico, ja sogar bis in die südamerikanischen Anden bekannt. Durchwegs feuchtigkeitsliebende Gehölze.

Die Skulptur weicht vollkommen von den europäischen und amerikanischen bisher bekannten Arten ab. Möglicherweise handelt es sich um Pollen von *Alnus kefersteini*.

(76) *Alnus* – Form B

Taf. 17, Fig. 13

Meist 5-porige Pollenkörner, etwas kleiner als Form A. Poren meist rund. Skulptur microspinulos. Ganz vereinzelt mit schwach angedeuteten verbindenden Leisten (Striae). In der Skulptur deutlich von Form A verschieden. LIEUX 1980 bildet *Alnus serrulata* aus den südlichen USA mit ähnlichen Skulpturelementen ab, jedoch besitzen die beschriebenen Pollenkörner ovale Porenschlitze zum Unterschied von vorliegender Form mit runden Poren.

(77) *Carpinus* L.

Hainbuche

Taf. 18, Fig. 1, 2, 3

Relativ große (3-), 4-, 5- und 6-porige Pollenkörner mit meist dünner zweischichtiger Exine und ei-

nem bezeichnenden Porenbau. Sexine schwach vorgewölbt, Nexine reicht *n i c h t* bis unter die Pore. Meist tritt das 4-porige Pollenkorn auf, aber auch 5-porige finden sich gelegentlich. Sehr selten 6-porige Formen.

Größe: 42–50 μ Durchmesser.

Fossilvorkommen: In jedem Präparat, jedoch als seltene Einzelkörner.

Fossilbezeichnungen: *Carpinuspollenites* THIERGART 1937

Carpinuspollenites carpinoides (PFLUG 1953) NAGY 1969

Aus zahlreichen Miozänablagerungen Europas, besonders aus Ungarn (NAGY 1969) bekannt.

Die 5- und 6-porigen, relativ großen Formen gehören wahrscheinlich einer ostasiatischen Artengruppe (*Carpinus tschonoskii*) an.

Ökologie Feuchte Bergwälder gemäßigter bis temperater Zonen des holarktischen Raumes.

Fam.: Myriaceae

(78) *Myrica* L.

Taf. 17, Fig. 9

REM-Vergr.: 1300 x

Triporate Pollenkörner von ähnlicher Größe wie *Corylus*, jedoch im Porenbau verschieden. Die Skulptur der Kornoberfläche weicht deutlich von *Betulaceae* ab. Die seltenen Pollenkörner ähneln etwa den REM-Bildern bei LIEUX 1980 von *Myrica indora* aus den südöstlichen USA.

Größe: 25–28 μ .

Zum Vergleich käme auch *Comptonia* in Frage.

Fam.: Juglandaceae

(79) *Engelhardia* (*Oreomunnea*) – Habitus

Taf. 18, Fig. 5, 5a

Tricolpate Pollenkörner mittlerer Größe. Oblat. Poren an den Ecken eines sphärischen Dreieckes eingesenkt. Nexine dünn (etwa halbe Tectumdicke), endet weit vor dem Porenfeld. Skulptur microspinulos (Fig. 5 a). Die Unter-Gattung *Oreomunnea* besitzt Pollenkörner gleicher Morphologie jedoch dickere Sexine und fast doppelte Größe wie Pollenkörner der ostasiatischen Gattung *Engelhardia*.

Größe: Ca. 30 μ Durchmesser.

Fossilvorkommen: Regelmäßig in allen Proben mit mehreren Exemplaren vertreten (bis zu 2 %).

Formbezeichnungen: *Engelhardtioipoll. punctatus* R. POT. 1934.

Der echte Engelhardiapollen ist wesentlich kleiner als jener von *Oreomunnea* (etwa halb so groß wie die vorliegende Form. Besitzt tiefer eingesenkte Poren und eher gerade Seitenkanten. Er weist die gleiche Größe wie *Platycarya* auf. Der kleine Engelhardiapollen wie auch *Platycarya* fehlt in vorliegenden Unter-Sarmat-Proben so gut wie vollkommen.

Ökologie Die Untergattung *Engelhardia* (*Oreomunnea*) ist auf Mexico und Zentralamerika beschränkt, während *Engelhardia* Ostasien und Himalaya besiedelt. RZEDOWSKI & PALACIOS 1975 beschreiben Standort und Klima eines *Engelhardia* (*Oreomunnea*) *mexicana*-Waldes von Oaxaca (Valle Nacional). Extrem hohe Niederschlagswerte, Luftfeuchte und temperates Bergklima kennzeichnen dieses Vegetationsprofil (vgl. Abb. 14). A. GOMEZ-POMPA schildert in A. GRAHAM 1973, S. 105 einen sommergrünen Laubwald mit *Engelhardia* (*Oreomunnea*) *mexicana* STAND.-Dominanz vom Cerro de San Cristobal nahe Orizaba aus einer Höhe von 1200 m an den dem Golf zugekehrten Nordosthängen zusammen mit *Liquidambar macrophylla* OERST und *Ostrya virginiana* (MILL.) WILLD. Hohe Humidität das ganze Jahr und etwas niedrigere Wintertemperaturen, als auch tiefgründiger Humusboden. *Oreomunnea* verlangt auf den isolierten Standorten des zentralen amerikanischen und mexikanischen Hochlandes Sommerregen, konstante hohe Luftfeuchtigkeit und ein warmes Klima das ganze Jahr hindurch. Die Winter sind warm und trocken.

(80) *Carya* NUTT.

Taf. 18, Fig. 6, 9, 10

Große, triporate, suboblate Pollenkörner mit subäquatorial angeordneten Poren und Äquatorumriß eines gerundeten Dreieckes. Sexine relativ dick, besonders in Porennähe. Nexine kräftig, etwa 2/3 des Tectums an Dicke messend und weit vor den Poren aussetzend. Das Porenfeld erscheint subtectat granuliert. Distal großflächige Verdünnung der Exine im zentralen Feld (vgl. Fig. 9). Immersions- und REM-Bilder zeigen übereinstimmend die charakteristischen Juglandaceae-Microgranulationen über die gesamte Oberfläche.

Größe: Etwa 55 μ .

Fossilbezeichnung: *Caryapoll. simplex* R. POT. 1960.

Fossilvorkommen: Häufigste Juglandaceae. Kommt in allen Präparaten regelmäßig mit einigen Prozentsätzen vor.

Im REM- und LIM (Öl + Phase) fällt die extrem dichte Microgranulation (oft auch als Nannospinulae bezeichnet) auf. Zwischen den groben regelmäßigen Skulpturelementen finden sich noch unregelmäßig verstreut wesentlich kleinere Micrograna. Die bei LIEUX 1980 gezeigten amerikanischen Arten weisen andere Skulpturen auf. In der Monographie von STONE & BROOME 1975 finden sich auch ostasiatische Arten, doch es scheint die Vergrößerung dort für einen Vergleich unzureichend.

Ökologie Arten der Gattung *Carya* NUTT kommen sowohl in Amerika als auch in Ostasien in warmtemperierten bis subtropischen Zonen vor, z. T. im Sumpf, vorwiegend jedoch im Flachland und Mittelgebirge. Einige Arten sind winterhart. Alle bevorzugen kalkfreien Boden.

(81) *Pterocarya* KUNTH

Taf. 18, Fig. 7

Suboblate, vorwiegend 6- bis 7-porige Pollenkörner. Manche davon mit abweichender Porenzahl. Die Aperturen liegen vorwiegend im Äquator. Porenbau: Sexine etwas über die Kontur des Kornes an den Aperturstellen vorragend. Nexine kurz, weit vor dem Porenfeld aussetzend. Skulptur: Juglandaceae-Microgranulation. Distal großflächige Zentralexinenverdünnung.

Größe: Ca. 42 μ Durchmesser.

Formbezeichnung: *Pterocaryapollenites stellatus* (R. POT.) THIERGART 1937.

Fossilvorkommen: In allen Proben regelmäßig vorhanden, jedoch nicht häufig. Geringere Frequenz als *Carya*.

Der Porenbau und die Sexinenskuulptur sollten in den älteren Interglazialen eine eindeutige Unterscheidung gegenüber den oberflächlich auch als ähnlich zu bezeichnenden Gestalten der ostasiatischen *Carpinus*-arten ermöglichen.

Ökologie Die Arten der Gattung *Pterocarya* sind auf Asien beschränkt. Eine Art im Kaukasus, die weiteren in den sommergrünen Breitlaubwäldern Ostchinas und Japans. Feuchte Bergwälder mit Sommerregen und subhumiden Verhältnissen werden bevorzugt. Dort tolerieren die Arten auch geringere Niederschläge. Die mittlere Temperatur von 13°C–15°C entspricht etwa Zentralkalifornien. Obwohl gegenwärtig im gesamten amerikanischen Raum ausgestorben, finden sich *Pterocarya*-fossilien in der gesamten Holarktis. So auch in Alaska bis Island und Sibirien. *Pterocarya* kann im Tertiär kurzfristig zu häufigen Werten ansteigen, wie zum Beispiel im Hangenden der Köflacher Flöze (KLAUS 1954) und auch im Oligozän der Rocky Mountains (Florissant).

In den europäischen Interglazialen (CROMER Forest bed) als eine der wenigen Tertiärelemente noch vorhanden. In den südlichen Gebieten kam die Gattung später zum Erlöschen (KLAUS 1965).

(82) *Juglans* L.

Taf. 18, Fig. 8

Relativ große, pantoporate Pollenkörner etwa sphaeroidischer Gestalt. Meist mehr als 6 Poren, etwa 8–10, welche sich in unregelmäßiger Verteilung, nie genau im Äquator, sondern unsymmetrisch auf einer Hemisphäre anordnen (Fig. 8). Poren über die Oberfläche etwas hochgezogen, Nexine im optischen Schnitt weit vor dem Porusbeginn endigend. In der Draufsicht ergibt sich dadurch das Bild ei-

ner behöften Pore (Taf. 18, Fig. 8, Mitte) ähnlich einem Hoftüpfel in der Holzanatomie. Oberflächen-skulptur wie alle Juglandaceae – microspinulos.

Größe: Etwa 50–60 μ Durchmesser.

Fossilbezeichnung: *Multiporopollenites maculosus* (R. POT.) THOMSON & PFLUG 1953.

Fossilvorkommen: In vorliegenden Präparaten äußerst selten. Von allen Juglandaceae-Formen die seltenste. *Juglans nigra* aus USA (LIEUX 1980) weist kleine und vielporige Pollenkörner auf, *Juglans cinerea* (R. POT., THOMSON, THIERGART 1950) kleinere Gestalt und größere Poren.

Vorliegende Form erinnert an *Juglans regia* des Mittelmeerraumes und Ostasiens. *Juglans* bevorzugt warm temperierte Zonen, verträgt Trockenheit, jedoch keine Spätfröste.

Fam.: Ulmaceae

(83) *Ulmus laevis* – Habitus

Taf. 18, Fig. 19

Vorwiegend 5-porige Pollenkörner mit relativ dicker Exine, schwach vorgezogenen Sexinenporen und nicht bis unter die Poren reichender Nexinenlamelle. Bezeichnend ist die grob rugulate Skulptur. Oft sind die Abstände zwischen den im Äquator liegenden Poren nicht gleich groß (vgl. *Ulmus americana* – Morphologie von WODEHOUSE 1935). Bei vorliegender Art erweisen sich die zentralen Rugulae als polygonal abgegrenzte Inseln. Bei *Ulmus laevis* PALL. treten derartige Skulpturen auf (vgl. HORAK & JÄGER 1979, S. 74).

Größe: Etwa 45 μ Durchmesser.

Formbezeichnung: *Ulmoidites undulosus* WOLFF 1934.

Fossilvorkommen: Selten. Aber in den meisten Proben als Einzelkörner. Gelegentlich kommt auch eine triporate Form als Ausnahme vor. Sie besitzt auch eine andere rugulate Skulptur (Taf. 18, Fig. 14).

Ökologie Die Arten der Gattung *Ulmus* treten holarktisch in der nördlich gemäßigten Zone auf (Europa, Mittelmeerraum, Kaukasus, China, Japan, östliche USA), in den Subtropen im Gebirge. *Ulmus laevis*, die Flatterulme, unsere Vergleichsart, besiedelt den Mittelmeerraum bis zum Kaukasus.

(84) *Zelkova* – Habitus

Taf. 18, Fig. 18

Allgemeine Morphologie des Ulmuspollens, jedoch nach THOMSON 1950 gerade bis konkave Seiten zwischen den Poren, außerdem vorwiegend 4-porig (Fig. 18). Rugulat-vermiculate Skulpturen mit Puncta (Fig. 18 oben).

Größe: Durchmesser 35–40 μ .

Formbezeichnung: *Zelkovoidites* THOMSON in R. POT., THOMSON, THIERGART 1950.

Zelkovaepollenites thiergarti NAGY 1969.

Fossilvorkommen: Die häufigste Ulmaceae-Pollenform der Lavanttalpräparate. Stets in den Präparaten mit einigen Exemplaren vorhanden.

Ökologie und Verbreitung: *Zelkova* ist eine mediterran-ostasiatische Gattung. In den Bergwäldern der Insel Kreta (*Zelkova cretica*) und des Kaukasus als auch in Japan, China und Formosa in feucht temperierten Gebirgszonen. Verträgt Kalk.

(85) *Planera aquatica* – Habitus

Taf. 18, Fig. 20

Nach WODEHOUSE 1935 zeichnet sich der Planerapollen durch Bogenlinien, welche ähnlich wie bei *Alnus* von Pore zu Pore ziehen, aus (Fig. 20). Auch sind die Pollenkörner kleiner als vorige Art. Seiten gerade bis konkav wie bei *Zelkova*.

Größe: 25–30 μ Durchmesser.

Fossilvorkommen: Selten. Fehlt in vielen Präparaten vollkommen.

Ökologie *Planera aquatica*, die Wasserulme, ist auf die östlichen USA beschränkt und besiedelt vermoorte Flußufer des Südostens (Florida, Georgia).

(86) Weitere Ulmaceae – Pollen
(ohne Abb.)

Manchmal treten noch etwas kleinere Ulmenpollen mit eher runder Kontur als die hier abgebildeten und mit kleineren Poren auf. Sie tragen keinerlei Bogenlinien.

(87) *Celtis* – Habitus
Taf. 17, Fig. 17

Triporates Pollenkorn, schwach granuliert. Poren mit geringer Anulusbildung. Suboblat.

Größe: 32–29 μ Durchmesser.

Fossilbezeichnung: *Celtipollenites intrastructurus* (KR. & VAMH.) THIELE-PFEIFFER 1980.

Fossilverbreitung: Äußerst selten.

Morphologie: THIELE-PFEIFFER vergleicht mit *Celtis formosana* und *Celtis occidentalis* (USA). LIEUX 1980, S. 219, gibt anschauliche Bilder von *Celtis laevigata*, USA, welche morphologisch mit der Fossilform allgemein gute Übereinstimmung zeigen.

Ökologie Trotz des Charakters eines temperierten Florenelementes besitzt *Celtis* in Mexico xerische Eigenschaften und kommt in den "Low deciduous Selvas" (A. GOMEZ-POMPA in GRAHAM 1973) vor.

Celtis ?
(88) *Juglanspollenites verus* RAATZ 1937
Taf. 18, Fig. 11–16

Pantoporate, sphaeroidale bis suboblate Pollenkörner; meist 6 bis 9 Poren. Diese sind unsymmetrisch, etwa subäquatorial (Fig. 11, 12, 13) bis unregelmäßig über dem Äquator auf einer Hemisphäre angeordnet. Poren nur sehr schwach randverdickt, meist rund bis eher oval, im Porenfeld *g r a n u l i e r t* (Fig. 14, 15). Exine sehr schwach granuliert, in der REM-Oberfläche deutlicher, ähnlich einer Querskulptur.

Größe: Meistens um 40 μ Durchmesser, ganz selten auch unvermittelt größere Körner (bis 60 μ Durchmesser, Fig. 16).

Formbezeichnung: *Juglanspollenites verus* RAATZ 1937.

Fossilvorkommen: Regelmäßig und in zählbaren Prozentsätzen in allen Proben. Eines der konstantesten Florenelemente des Lavanttales.

In den Zangtaler Kohlen (Badenien) zum erstem Mal gemeinsam mit erhöhten Tsugawerten auftretend. Stratigraphisch gut verfolgbar im oberen Badenien der meisten Braunkohlenablagerungen der Ostalpen. Dagegen in tieferen Horizonten, wie etwa im Köflacher Hauptflöz (Karlsschacht) noch kaum vertreten. In jüngeren Schichten (Pannon) wird die Form immer häufiger. Ein typisch mittel- bis obermiozänes Florenelement von stratigraphischer Bedeutung in den Ostalpen.

Botanische Zugehörigkeit: Auf Grund des Porenbaues sicher keine Juglandaceae. *Celtis* wird gelegentlich (GRAHAM 1965) als Mutterpflanze angenommen, wobei jedoch zahlreiche Celtisarten vorwiegend triporate Pollenkörner und stärkere Granulation als die vorliegende Fossilform aufweist. Neben *Celtis* kommen vielleicht auch noch Hamamelidaceae wegen der Porengranulation in Frage. Die Form wird aus der Oberlausitz von RAATZ 1937 und aus der Niederlausitz 1966 von E. SONTAG gut dokumentiert. In Polen (OSZAST 1960) und Rußland (POKROVSKAJA & GLADKOVA 1956) ist die Form aus dem Mittel- bis Obermiozän angeführt worden. In USA wird diese pantoporate Pollenform sogar schon aus dem Eozän angeführt, in Japan vom Mittelmiozän an. So scheint sich in stratigraphischer Hinsicht vom Eozän Nordamerikas über das Miozän in Japan bis zu unserem Mittel- bis Obermiozän in den Ostalpen offenbar von Osten her kommend eine allmähliche Einwanderung feststellen zu lassen.

Fam.: Eucommiaceae

(89) *Eucommia* OLIV.

Taf. 13, Fig. 8, 9

Völlig glatte, tricolpate bis tricolporate mittelgroße, prolate Pollenformen. Gestalt in Seitenansicht breit-tonnenförmig. Exine zweischichtig. Mittels der offenbar stärker lichtbrechenden völlig glatten Exine unschwer zu identifizieren.

Größe: Polachse 32–40 μ , Breite 28–32 μ .

Fossilbezeichnungen: *Tricolporopollenites parmularius* R. POT.

Eucommia bei ZAGWIJN 1960

Eucommia bei MENKE 1976

Fossilvorkommen: In allen Proben, jedoch selten. In so gut wie allen pollenreichen Braunkohlenbegleitschichten des österreichischen Miozän anzutreffen. Nach ZAGWIJN 1960 und MENKE 1976 reicht die Art bis ins norddeutsche Pliozän. In Oberitalien bis in die Interglaziale (LONA 1971).

Ökologie Die Gattung *Eucommia* umfaßt heute nur eine einzige Art, nämlich *Eucommia ulmoides* OLIV. Sie ist auf die Gebiete Zentralchinas beschränkt (allerdings wurde noch nie ein Baum dort in der Wildnis gefunden!). Der chinesische Guttaperchabaum liefert einen guttaperchaähnlichen Stoff sowie die in China als Heilmittel geschätzte Rinde (TU-CHUNG, Aphrodisiakum, Tonicum, Diureticum).

Fam.: Moraceae

(90) *Morus* – Habitus

Taf. 17, Fig. 18

Rund bis subtriangulär im Äquatorumriß. Triporat. Poren ohne Anulus, eben oder schwach eingesenkt. Exine relativ dünn, zweischichtig. Schwach granuliert.

Größe: Etwa 30 μ .

Nach Abbildung und Bestimmungsschlüssel bei PUNT & MALOTAUX 1984 betreffend Urticaceae und Moraceae gelangt man auf Grund der Pollengröße, Membranbau und Porenbau zu Moraceae, nach der Porenzahl am ehesten zu *Morus nigra*. Die Gattung *Parietaria* besitzt sehr ähnlich gebaute Pollenkörner (ACCORSI & MAZANTI 1980), jedoch wesentlich kleiner (20 μ). *Broussonetia* und *Maclura* besitzen entweder meist nur 2-porige oder viel kleinere Pollenkörner (LIEUX 1980). Humulus hat zwar auch ähnliche Pollenformen, zeichnet sich jedoch durch vorstehende Poren aus (JÄGER & HORAK 1979).

Fossilvorkommen: Sehr selten in vorliegenden Proben. Kaum bisherige sonstige Hinweise in der Literatur erkennbar.

Fam.: Podostemaceae

(91) *Podostemum* – Habitus

Taf. 19, Fig. 17

D y a d e n ; Größe 42 μ x 21 μ . Einzelkörner undeutlich tricolpat. Exine schwach granuliert (ERDTMAN 1952, S. 228).

Fossilvorkommen: Äußerst selten in vorliegenden Proben.

Ökologie Podostemaceae (Blütentange) sind untergetaucht lebende Süßwasserkrauter in tropischen rasch fließenden Gewässern. Sie verhalten sich wie Tange, untergetaucht und an Felsen und Steine angeheftet. Samen werden in der Trockenzeit ausgestreut und keimen erst, wenn sie in der Regenzeit wieder überflutet werden. Aus den Samen wächst ein „Thallus“ mit Haftorganen. Die Blüten entwickeln sich beim Absinken des Wasserspiegels in der Trockenzeit. Der „Thallus“ kann nach dem Fruchtausatz absterben. *Podostemum* weist mit 17 Arten pantropische Verbreitung auf (Asien, Amerika).

Fam.: Onagraceae

(92) *Ludwigia* – Habitus

Taf. 17, Fig. 19

Große, triporate, suboblate, im Äquatorumriß dreieckige Pollenkörner mit außäquatorial schwach distal geneigtem, kompliziert gebautem Porenapparat. Exine relativ dick zweischichtig, tectat. Distal oft große, trianguläre Sekundärfalten zu beobachten. Ringförmig umwallter Porus. Viscinfäden in sehr geringer Zahl vielleicht vorhanden (vgl. HESSE & ZETTER 1984).

Größe: 75 μ Durchmesser.

Formbezeichnungen: *Corsinipollenites oculis noctis* (THIERGART) NAKOMAN

Onagraceapollenites oculis noctis (THIERGART) KEDVES & ADORJAN

Jussiaea champlainensis TRAVERSE 1955, Fig. 104

Ludwigia oculis noctis (THIERGART) FREDERIKSEN 1980

THIERGART gibt erstmalig aus dem Oligozän Deutschlands diese Form an (*Pollenites oculis noctis*). TRAVERSE deutet seine hervorragend abgebildeten Formen aus dem Brandon-Lignit (Oligozän-Miozän) als *Jussiaea* und gibt eine exakte Diagnose mit neuen Speziesbezeichnungen. Er beschreibt 1955, S. 66 Haarbildungen an der Oberfläche. "There are few ektexinous hairs attached to the ektexine near poles. Hairs are ca. 25 μ long and ca. 1,2 μ wide at the widest point". In der Folge wurden Haarbildungen bei fossilen Pollenkörnern kaum von Autoren angegeben. Erst neuerdings wird das Problem von HESSE & ZETTER 1984 aufgegriffen. NAGY 1969 verwendet die amerikanische Artbezeichnung für Formen aus dem Miozän des ungarischen Meczek-Gebirges.

Nach WILLIS 1966, p. 594 ist *Jussiaea* L. ein jüngeres Synonym von *Ludwigia* L. N. FREDERIKSEN (USA), kombiniert danach *Ludwigia* mit der THIERGART'schen Spezies „*oculis noctis*“, um seine Eozän-Onagraceenpollen zu benennen.

Die besten Vergleichsphotos finden sich bei THIELE-PFEIFFER 1980.

Fossilvorkommen: Sehr selten. Nur in wenigen Proben.

Ökologie *Ludwigia* (*Jussiaea*) ist an untergetauchte Lebensweise im Wasser gebunden. Eine Art kommt in Südeuropa vor, ein weiterer Schwerpunkt in USA und Mexico. Aus Panama (Lowland tropical rain forest) gibt A. GRAHAM 1973 *Ludwigia octovalvis* ssp. *semiflora* aus der „Sedge Association“ der Kanalzone, *Ludwigia helminthoria* MART. (= *Jussiaea natans* HUMB & BONPLANT) von dort aus den "Floating Aquatic Association" sowie "Water Lily Association" an. Ebenso aus dem "Freshwater Riparae Forest" (Häufig).

Fam.: Haloragaceae

(93) *Myriophyllum* – Habitus

Taf. 18, Fig. 4

4-porige Pollenkörner mittlerer Größe. Porenanordnung etwa im Äquator. Stark vorgezogener Sexiniporus mit Verdickungen. Nexine weit unter die Pore reichend, ähnlich wie bei *Alnus*. Poren unregelmäßig am Äquator verteilt. Exine schwach ornamentiert. Etwas rugulat.

Größe: Ca. 40 x 45 μ .

Die unregelmäßige Porenanordnung, deren starke Vorziehung über die Kontur, die Exinenstruktur und das Fehlen von Arcusbildungen schließen Verwechslungen mit anderen ähnlichen Pollenkörnern aus.

Fossilvorkommen: sehr selten. Nur in einigen Präparaten.

Ökologie *Myriophyllum* besitzt kosmopolitische Verbreitung. Untergetauchte Wasserkräuter. Die vorliegende Form ähnelt *Myriophyllum heterophyllum* aus dem Südosten der USA.

Fam.: Anacardiaceae ?

(94) *Rhoipites pseudocingulum* R. POT. 1960

Taf. 13, Fig. 12

Tricolporate Pollenform mit costal verdickten Colpusrändern, äquatorialer Querruga, eher konisch

zulaufenden Polen, dicker zweischichtiger Exine von grober, nicht sehr starker Granulation. Sexine ziemlich dick und tectat.

Größe: 45 x 35 μ .

Wurde von den meisten Autoren auf Grund der Vergleiche bei den Erstbeschreibungen zu der Familie der Anacardiaceae gestellt. Nach den neueren Untersuchungen von MAMCZAR 1962 zeigt sich jedoch, daß diese Interpretationen äußerst unsicher sind und daher es derzeit offenbar noch nicht möglich erscheint, diese stratigraphisch äußerst wichtige Pollenform eindeutig botanisch zuzuordnen (vgl. auch die Schlußfolgerungen bei THIELE-PFEIFFER 1980). Stratigraphisch stellt *Rhoipites pseudocingulum* eine der wichtigsten Pollenformen des Neogen dar. Die Formart besitzt ähnliche Verbreitung wie *Pollenites henrici*, das heißt hauptsächlich im Unter-Miozän und älteren Mittel-Miozän. In vorliegenden Proben nur als seltenste Einzelexemplare noch vorhanden. Reicht mit wenigen Individuen etwas höher als *Pollenites henrici*. In zählbaren Prozentsätzen, jedoch im Badenien, etwa im Köflacher Hauptflöz noch vorhanden. *Pollenites pseudocingulum* stellt offenbar eine Sammelart dar, denn es gibt sehr ähnliche Formen, die in die gleiche Artengruppe für gewöhnlich gestellt werden, jedoch geringe Unterschiede aufweisen.

(95) *Rhoipites cf. pseudocingulum* R. POT.

Taf. 13, Fig. 13

Ähnlich *R. pseudocingulum*, jedoch eher ovaler Umriß. Nicht „zugespitzt“ an den Enden und die Quergerminalien im Äquator nicht so deutlich angelegt.

Größe: Wie *R. pseudocingulum*, etwa 45 μ lang und 30 μ breit.

Fossilvorkommen: Wie *R. pseudocingulum*, in vorliegenden Proben äußerst selten.

(96) *Pollenites dolium* R. POT. 1931 (2. Mitt.)

Taf. 13, Fig. 14

Ähnlich wie *R. pseudocingulum*, jedoch breite Seitencolpen flacher verlaufend. Im Äquator stärker angewinkelt. Sexine sehr schwach granuliert.

Größe: Ca. 32–28 μ .

Fossilvorkommen: Ebenso selten wie *R. pseudocingulum*. Granulation und Colpen ähneln Cupuliferen.

(97) *Tricolporopollenites cingulum villensis* (R. POT.) THOMSON 1950

Taf. 13, Fig. 10

Tricolporate, in Seitenansicht ovale Pollenkörner geringer Größe. Colpen berandet und deutlich im Äquator unterbrochen. Sexine schwach granuliert.

Größe: 28 x 18 μ .

Fossilvorkommen: Äußerst selten in vorliegenden Proben. Im tieferen Mittel-Miozän in den alpinen Braunkohlen häufiger. Die Granulation spricht für Cupuliferenzugehörigkeit (*Castanopsis*?).

Fam.: Cyrillaceae

(98) *Cyrilla* – Habitus

Taf. 13, Fig. 11

Suboblat bis sphaeroidal, tricolporate Pollenkörner mit im Äquator deutlich quergestelltem Porus. Colpen kaum berandet; im Äquator deutlich angewinkelt. Sexinenoberfläche fast glatt.

Größe: Ca 25 μ hoch und 75 μ breit.

Formbezeichnungen: *Tricolporopollenites cingulum brühlensis* THOMSON 1950

Tricolporopollenites megaexactus brühlensis (R. POT.) THOMSON & PFLUG 1953.

Fossilvorkommen: Äußerst selten in vorliegenden Proben. Auch im tieferen Mittel-Miozän der Alpen selten. Im Niederrheinischen Hauptflöz (Miozän) häufiger und für die Flözgliederung dort von

großer Bedeutung (G. v. BRELIE 1961). Auch im Mittel-Miozän der oberpfälzischen Braunkohle selten vorkommend (THIELE-PFEIFFER 1980).

Ökologie Als ein rein neotropisches Florenelement auf südliche USA (Mississippi-Sümpfe) Mexico und besonders Kuba beschränkt. Eine Gattung reicht bis Südamerika. Zum Vergleich kann *Cyrilla* und *Cliftonia* am ehesten in Betracht gezogen werden. *Cyrilla* (Lederholz) ist ein sommergrüner Strauch, in südlichen Gegenden auch immergrüner Baum. *Cyrilla racemiflora* L. in Auen und sumpfigen Bruchwäldern des Tieflandes, mit Kiefern vergesellschaftet, von südlichen USA (Mississippi, Texas, Florida, Georgia) bis Westindien, wo die dichteste Verbreitung zu verzeichnen ist. P. W. THOMSON 1950 und M. TEICHMÜLLER 1958 haben auf die wichtige Rolle der Cyrillaceae als Bestandteil der Braunkohlenbruchwälder in Deutschland im niederrheinischen Miozän hingewiesen.

Fam. Rutaceae

(99) *Toddalia* – Habitus
Taf. 16, Fig. 11, 12

Tricolporate, prolate Pollenkörner von konisch-ovaler Gestalt in Seitenansicht. Colpen bis hoch hinauf zum Apocolpium reichend, etwas berandet. Porus im Äquator queroval. Ein hochmuriges Reticulum (Fig. 12) überzieht das Pollenkorn mit Ausnahme der Germinalien.

Größe: 38 x 28 μ .

Formbezeichnungen: TRAVERSE 1955 schuf für Pollenkörner des *Toddalia*-Habitus die künstliche Pollengattung *Horniella* mit dem Typus *Horniella clavaticostata* n. sp. THIELE-PFEIFFER 1980 kommt bei Rezentpollenstudien auf dieselbe Vergleichsgattung (*Toddalia*) wie TRAVERSE, wodurch dessen Untersuchungen und Bestimmungen bestätigt erscheinen. Für Europa dokumentiert THIELE-PFEIFFER 1980 erstmals die Gattung (Oberpfalz, Mittel-Miozän).

Fossilvorkommen: Vorliegende Pollenform ist größer und in den Äquatorgerminalien etwas abweichend. Offenbar Unterschiede auf Artniveau. Das Pollenkorn kommt äußerst selten in nur wenigen Präparaten des Lavanttales vor.

Ökologie Die Gattung *Toddalia* umfaßt tropisch-asiatische Klettersträucher (Philippinen, Java).

Fam.: Aceraceae

Acer L.
Taf. 13, Fig. 1–6

Pollenkörner der Gattung *Acer* erweisen sich wie im Quartär durch die klare Nexinen-Sexinengrenze sowie die auffällig dunkel erscheinende Nexinenlamelle, meist tricolporater Keimstellenausbildung und weiterer besonderer Sexinendifferenzierungen als klar bestimmbar.

Fossilvorkommen: Die Pollenkörner finden sich in den Präparaten genauso wie im Quartär niemals häufig. Im Lavanttal jedoch regelmäßig in jedem Präparat mit einigen Körnern vorhanden. Die Gattung *Acer* reicht als holarktisches Florenelement von Alaska bis Guatemala und besitzt einen Verbreitungsschwerpunkt in Ostasien, und zwar in Japan, China und reicht bis Java.

Mittels Exinenskulptur und Struktur wie auch Größe, Gestalt und Keimstellendifferenzierungen lassen sich Arten unterscheiden (BIESBOER 1975, CLARK & JONES 1978).

(100) *Acer franchetti* – Habitus
Taf. 13, Fig. 1, 2

Striate, prolate, extrem große tricolpate Pollenformen. Colpi vollkommen gerade, keinerlei Porenandeutungen. Die eher längliche Pollengestalt an den Polen konisch zulaufend, jedoch dort abgeflacht. Die Striae lassen sich schon im LIM bei geringer Vergrößerung erkennen (Fig. 2). Striate Skulpturelemente besonders deutlich im REM. An den Polen und im Äquator quer verflochtene Striae. Queranastomosen sehr zurücktretend, tiefliegend und gering an Zahl. Vereinzelte Verrucae auf den Leisten. Colpusexine vollkommen glatt.

Größe: 65 μ Länge, 38 μ Breite.

Nach BISBOER 1979 in die Gruppe der Striaten *Acer* Pollenkörner zu stellen (I). Auf Grund des Fehlens eines Porus im Äquator, der geringen Anzahl der Queranastomosen zwischen den Leisten und der beträchtlichen Größe verbleibt als Vergleichsart *Acer franchetti* PAX.

Ökologie Die Art ist in Mittelchina, und zwar in Yunnan, Setschuan, Hupeh, Honan, auf kalkfreien Böden in Gebirgswäldern zwischen 1600 m und 3500 m heimisch.

Formbezeichnung: *Aceripollenites* NAGY 1969

Aceripollenites striatus (PFLUG 1959) THIELE-PFEIFFER 1980

Diese Form ist allerdings kleiner als das vorliegende Fossil und dürfte eine Sammelbezeichnung für mehrere rezente Ahornarten darstellen.

(101) *Acer saccharinum* – Habitus

(*Acer* Sect. *Rubra*)

Form A

Taf. 13, Fig. 5

Microrugulate Acerpollenformen mittlerer Größe mit 3 Colpen (ohne Poren). Nach BISBOER 1978 Gruppe II.

Größe: Etwa 38 μ lang, 30 μ breit.

(102) *Acer saccharinum* – Habitus

Form B

Taf. 13, Fig. 4

Große, microrugulate Acerpollenform. Sehr deutlich zweischichtige Exine.

Größe: Etwa 50 x 35 μ .

Fossilbezeichnung: *Aceripollenites microgranulatus* THIELE-PFEIFFER 1980.

(103) *Acer* – Habitus

Form C

Extrem kleine, suboblate Acerpollenform. Sexine granuliert. Tricolpat.

Größe: Polachse 25 μ , Äquatorachse 28 μ .

Für diese recht ungewöhnliche Ahornart fand sich bisher keine Pollenart zum Vergleich.

Fossilvorkommen: Regelmäßig in den meisten Präparaten bis zu 2 % vorhanden.

Der *Acer saccharinum*-Habitus und die kleine Form C finden sich am häufigsten.

Fam.: Olacaceae

(104) *Olaxipollis matthesi* KRUTZSCH 1962 b

Taf. 17, Fig. 11

Triporate oblate Pollenform triangulären Äquatorumrisses mit bogigen Seitenkanten. Der besonders auffällige und gegenüber ähnlichen Dreiecksformen unterschiedliche Porenbau besteht aus einer Vorstülpung der Nexine durch das Sexinen-Os. Oberfläche schwach granuliert.

Größe: Ca. 35 μ Durchmesser.

Bei Fig. 11 sind zwei randlich verklebte Pollenkörner dargestellt. Sicher zoophil.

Fossilvorkommen: Sehr selten und unregelmäßig in wenigen Proben. Erstmals fand ich diese Pollenform 1952 in den Zwischenmitteln der Hausruck-Braunkohlen zusammen mit Sapotaceae-Pollen (KLAUS 1952, 1953). Weitere Vorkommen in Österreich bisher nicht bekannt. In Deutschland im Mittel-Miozän sporadisch (Niederlausitz SONTAG 1966, Oberpfalz THIELE-PFEIFFER 1980).

KRUTZSCH 1962 b stellt diese Pollenform morphologisch zu den Olacaceae, in erster Linie zu der Gattung *Olax*.

Ökologie: Olacaceae repräsentieren meist pantropische, zum Teil parasitierende Kletterpflanzen mit Früchten und nach Knoblauch riechenden Blättern (Philippinen, Java, Indien). Wurzelparasit.

Fam.: Loranthaceae

(105) *Arceuthobium* – Habitus
Taf. 16, Fig. 19–22

Morphologisch sehr charakteristische kleine tricolpate, oblate bis suboblate Pollenkörner mit locker verteilten Spinae auf der Exine. Das Polbild (Taf. 16, Fig. 19) zeigt hexagonalen Umriß. Die Spinae verteilen sich in meridionale Reihen, die Colpen in einem gewissen Abstand an beiden Colpusrändern begleitend. Im Mesocolpium etwa äquatorial Sexinenverdünnung. Spinae auch an den Polen (Fig. 20). Exine deutlich zweischichtig.

Größe: Durchmesser etwa 25 μ , Polachse nur 15 μ .

Fossilbezeichnung: *Spinulaepollis arceuthobioides* KRUTZSCH 1962 b.

Fossilvorkommen: Selten und nur sporadisch in einigen Proben, wo besondere Pollendichte herrscht. Im deutschen Tertiär vom Oligozän bis zum Pliozän mehrfach gefunden. MENKE 1976 erwähnt aus dem Pliozän sogar größere Mengen und hält *A. oxycedri* für die Mutterpflanze des Pollens.

Ökologie: *Arceuthobium oxycedri*, die Wacholdermistel, parasitiert auf Juniperusarten des Mittelerrangebotes bis zum westlichen Himalaya. *A. minutissimum*, die kleinste Dikotylenpflanze, Sproß nur wenige Millimeter lang, wächst auf *Pinus griffithii* im Himalaya (vgl. Seite 320).

Fam.: Eleagnaceae

(106) *Eleagnus* L.
(ohne Abb.)

MOHR 1984 gibt eine gute Abbildung der Pollenform (Taf. 14, Fig. 10). In vorliegenden Proben wurde nur ein einziges Pollenkorn dieser Form gesehen.

Formbezeichnung: *Slowakipollis eleagnoides* KRUTZSCH 1962 a.
ZAGWIJN 1960 – *Eleagnus*.

Wird von den Autoren zur Gattung *Eleagnus* gestellt. Die Ölweide ist im Mittelmeerraum, Asien bis Japan und Nordamerika verbreitet. MOHR bildet die Form aus den Deckschichten der Niederrheinischen Braunkohlen (Ober-Miozän) ab.

Fam.: Araliaceae

(107) *Hedera* – Habitus
Taf. 16, Fig. 6–10

Tricolporate, prolate Pollenformen mit deutlichen Colpusrändern und Porusbildungen im Äquator, welche sich als Querrugae äquatorial verbreitern. Charakteristisch erweist sich die Sexinenreticulation. An den Polen deutlich weitmaschiger (Fig. 8) und höher (Fig. 6) als am Äquator ausgebildet. Polbild dreieckig mit tief eingesenkten Colpuschlitzten (Fig. 10). Allgemein an den Habitus des quartären Hederapollen erinnernd, nur größer.

Größe: Länge 37 μ , Breite 30 μ .

Formbezeichnung: cf. *Araliaceipollenites reticuloides* THIELE-PFEIFFER 1980.

Fossilvorkommen: Selten in nur wenigen Präparaten. Weiters im Miozän und Pliozän Europas sporadisch vorkommend. Im Pliozän Deutschlands (MENKE 1976), Miozän (SONTAG 1966), Miozän Oberpfalz (THIELE-PFEIFFER 1980).

Zum Vergleich kommt weiters noch die Gattung *Aralia*, *Acantopanax* und *Tetrapanax* in Frage. *Hedera canariensis* erreicht in sonnigen Lagen bis 5 m Höhe.

Fam.: Apiaceae (Umbelliferae)

(108) *Anthriscus* – Habitus
Taf. 13, Fig. 21, 22

Tricolporat, Gestalt länglich oval mit runder Polkuppe. Seiten im Umriß geradlinig, Innenkante der

Colpen im Äquator etwas nach innen vorgewölbt. Colpen nicht bis zu den Polen reichend. Nur etwa 2/3 der Kornhälfte bedeckend. Sexinengranulation an den Polen kräftiger als im Äquator. Porus im Äquator querverlaufend (Fig. 21), schwach granuliert.

Größe: 35 μ lang, 18 μ breit.

Nach dem Bestimmungsschlüssel von PUNT 1984 etwa *Anthriscus sylvestris*-Type.

Fossilvorkommen: Sporadisch in wenigen Proben.

Fam.: Tiliaceae

(109) *Tilia caroliniana* – Habitus

Taf. 16, Fig. 26, 27, 28

Brevi-tricolporate Pollenkörner von abgerundet dreieckigem Äquatorumriß, wobei die Germinalien in der M i t t e der Dreiecksseiten angeordnet sind.

Porenbau: Kurzer Sexinencolpus, darunter in der Nexine quergestellte schlitzförmige Ruga. Die Poren werden von einer ovalen „Mesexinenfüllung“, welche dunkel erscheint, ringförmig umrandet. Bezeichnend erscheint das Sexinenornament. Ein sehr engmaschiges Reticulum (Fig. 28) überzieht distal und proximal in gleicher Weise das Pollenkorn. Europäische und zahlreiche ostasiatische Arten sind dadurch gekennzeichnet, daß sie proximal und distal v e r s c h i e d e n e Maschennetzweiten des Reticulums aufweisen (z. B. *Tilia platyphyllos*).

Größe: Ca. 50 μ Durchmesser.

LIEUX 1982 Taf. LX bildet ähnliche Pollenkörner aus den südöstlichen USA ab.

Fossilbezeichnungen: *Tiliaepollenites instructus* R. POT. 1931 b

Intratrirporopollenites instructus (R. POT.) THOMSON & PFLUG

Fossilvorkommen: In jedem Präparat einige wenige Körner. THIELE-PFEIFFER 1980 stellt diese Pollenkörner auf Grund eingehender Rezentuntersuchungen zur Gattung *Tilia* und diskutiert die Ergebnisse von MAI 1961 über die Pollenkörner einer fossilen Tiliaceenblüte. Die bei SONTAG 1966 abgebildeten Pollenkörner aus dem Miozän der Lausitz dürften mit unseren vorliegenden Fossilien morphologisch nahe verwandt sein (E. SONTAG 1966, Taf. 42, Fig. 2 b). Auch die REM-Aufnahmen bei MOHR 1984 zeigen das engmaschige Reticulum von *Tilia caroliniana*.

Fam.: Sterculiaceae

(110) *Reevesia* LINDL.

Taf. 17, Fig. 1, 2, 3

3-, 4-, 5-porate suboblate Pollenformen. Am häufigsten 4-porat vorkommend. Poren im Äquator angeordnet. Der Äquatorumriß entspricht etwa einem Quadrat mit konvex gebogenen Seiten oder tendiert zu einer rechteckigen Gestalt (Fig. 1). Porus tilioide. Sexine deutlich reticulat (Fig. 2).

Größe: 20–23 μ Durchmesser.

Die mikrophotographischen Abbildungen von *Reevesia* gehören zu meinen ältesten Mikrophotographien überhaupt und stammen aus dem Jahre 1952. Sie wurden ohne Kamera durch bloßes Fixieren einer Fotoplatte über dem Strahlengang des Mikroskopes in einem verdunkelten Raum hergestellt. Das Reticulum der Pollenkornoberfläche von *Reevesia* wurde auf 5000 x nachvergrößert (Perutz-Silber Eosin Platte).

Formbezeichnung: *Reevesiapollis triangularis* (Mamczar) KRUTZSCH 1970.

Fossilvorkommen: In jeder Probe mit 1–2 Körnern. Fast alle 4-porig. 1953 bildete ich erstmals für Österreich diese Pollenform aus der Hausruckbraunkohle (Oberösterreich) ab. Und zwar fanden sich 5-porige, 4-porige und 3-porige Formen.

KRUTZSCH 1970 sowie PETROV & DRAZHEVA-STAMATOVA 1972 machten Angaben über die botanische Zugehörigkeit dieser Pollenform zur Gattung *Reevesia* aus der Familie der Sterculiaceae. Zwei bzw. drei rezente ostasiatische Arten wurden verglichen und stimmen mit der allgemeinen Morphologie unserer Fossilien gut überein. Am ehesten wohl stimmt die Gestalt von *Reevesia longipetiolata* MERR. et CHUN der Insel Hainan mit den Pollenkörnern des Lavantales überein.

Ökologie Die Gattung stellt ein rein ostasiatisches Florenelement dar und reicht von Nepal über Burma, Yunnan, Setschuan bis zur Insel Hainan. Ein Vorkommen reicht südlich bis Java. Es handelt sich um Bäume mit ganzrandigen, ledrigen Blättern. Nach CHEN YUNG 1953 wächst *Reevesia sinica* von 1650–2080 m in der Provinz Setschuan und Yunnan. *Reevesia wallichia* R. BR. über 1425 m in der Provinz Kwangtung. Zwei Arten auf Java in Mischwald zwischen 750 m und 1500 m. Auch heute stellt *Reevesia* ein seltenes Florenelement der ostasiatischen humiden Bergwälder dar.

(111) *Firmiana* MAR.

Taf. 16, Fig. 16, 17

Sphaeroidale bis subprolate tricolporate Pollenkörner. Colpen und Poren unberandet und wenig deutlich. Exine zweischichtig. Sexine mit charakteristischem Reticulum. Bei diesem finden sich zum Unterschied von vielen anderen ähnlichen Familien große Netzmaschen in ständigem unregelmäßigen Wechsel mit wesentlich kleineren. Keine Pila oder sonstige Verzierungen auf den Muri erkennbar. Größe: Ca. $38 \times 28 \mu$.

Vorliegende Pollenkörner stimmen mit der Morphologie von *Firmiana simplex* W. (LIEUX 1982) gut überein, sind lediglich geringfügig kleiner. Auf Grund der Reticulumausbildung scheiden für einen Vergleich die Salicaceae, Oleaceae, Caprifoliaceae und Hamamelidaceae aus.

Fossilvorkommen: Sehr selten in wenigen Präparaten.

Ökologie *Firmiana* MAR., der Stinkbaum, ist mit 10 Arten in Asien beheimatet. *Firmiana platanifolia* SCHOTT & EDL. (= *F. simplex*) kommt in China vor und findet sich sowohl in Japan als auch in Florida in Kultur. Nicht winterhart.

Fam.: Sapotaceae

(112) *Bumelia* – Habitus

(Kleine Sapotaceae-Pollenform)

Taf. 13, Fig. 23, 24

Tetracolporate mittelgroße Pollenkörner. Prolat, oval in Seitenansicht, Pole breit gerundet. Die Colpen erscheinen nur in Seitenansicht konturiert und reichen nicht bis an die Pole. Poren im Äquator queroval (Fig. 24). Exine glatt bis sehr schwach ornamentiert.

Größe: Polachse ca. 35μ , Äquatordurchmesser ca. 20μ .

Formbezeichnung: Die wesentlich größere Sapotaceenform der niederrheinischen Braunkohle (Unter–Mittel-Miozän) wurde von R. POT 1951 als *Sapotaceoidapollenites manifestus* bezeichnet. Vorliegende Form ist regelmäßig viel kleiner, aber sicher zur gleichen Familie gehörig.

Auch *Sapotaceoidapollenites magadolium* R. POT. 1934 (niederrheinische Braunkohle) ist größer, obwohl der Form nach ähnlich.

Fossilvorkommen: Nur sporadisch in einzelnen Proben. Die im deutschen Miozän auftretende *Pollemites manifestus*-Form ist wesentlich größer. LIEUX 1982, Taf. LXXIII, Fig. 1–15, bildet kleine Sapotaceae-Pollenkörner der Gattung *Bumelia* ab.

Ökologie Das Eisenholz ist von Mexico über die östlichen USA bis Virginia an feuchten Flußufern und zum Teil Flußlandschaften mit immergrünen insektenblütigen, milchsaftführenden, fleischige Beeren tragenden Bäumen und Sträuchern mit 25 Arten verbreitet. Auch in Ostasien (Taiwan) wie überall in den Tropen und Subtropen der alten und neuen Welt finden sich Vertreter der Sapotaceae. TRAVERSE 1955 gibt eine ausgezeichnete Sapotaceae-Dokumentation (rezent und fossil) der USA. Unsere Formen stimmen wegen der geringen Größe eher mit jenen von LIEUX gezeigten Pollenkörnern der Gattung *Bumelia* überein.

Noch aus dem Pliozän Deutschlands bringt MENKE 1976 *Bumelia*-ähnliche Pollenkörner zur Abbildung.

Fam.: Symplocaceae

(113) *Symplocos* L.

Taf. 16, Fig. 25

Brevitricolpate, porate, oblate Pollenform von Dreiecksgestalt. Germinalien an den Eckpunkten. Exoexinencolpus kurz und schmal, Nexinenporus relativ klein und queroval. Exine deutlich zweischichtig, tectat. Sexine gröber granuliert, besonders im Bereich des Mesocolpium.

Größe: 42 μ Durchmesser.

Fossilbezeichnung: *Symplocoipollenites vestibulum* R. POT. 1951

Fossilvorkommen: Stetiger Begleiter der meisten Proben. Jedoch immer selten. Manchmal treten die Pollenkörner als Klumpen verklebt zu mehreren auf. Im europäischen und amerikanischen Miozän regelmäßig durch verschiedene Arten, welche sich in der Skulptur unterscheiden, nachgewiesen. Nach den Untersuchungen MENKE's 1976 reichen Symplocaceae bis ins Pliozän Deutschlands. Offenbar sogar mit mehreren Arten. LIEUX 1982 gibt gute REM-Bilder von *Symplocos tinctoria* aus den USA. Die Gestalt stimmt mit unserer Fossilform gut überein, jedoch ist die Granulation hier gröber. TRAVERSE 1955 bringt die ersten Bilder der rezenten *Symplocos tinctoria* wobei zu beobachten ist, daß die Granulation der gleichen Art, welche LIEUX untersuchte, auf den Abbildungen TRAVERSE's gröber erscheinen.

Ö k o l o g i e Die Familie Symplocaceae besteht aus einer einzigen Gattung, nämlich *Symplocos* (die Rechenblume, 290 Arten). Verbreitung fast ausschließlich tropisch bis subtropisch, vor allem in den Gebirgen Indomalayas reichlich vertreten. Fehlt in Afrika und Vorderasien. *Symplocos tinctoria* im atlantischen Nordamerika. *Symplocos paniculata* (TUNB.), die Saphierbeere (Japan, China bis Himalaya) ist ein sommergrüner, bei uns beschränkt winterharter Strauch und fällt durch die saphierblauen, erbsengroßen Früchte, welche in großen Fruchtständen auftreten, auf.

Fam.: Aquifoliaceae

(114) *Ilex aquifolium* – Habitus

Taf. 16, Fig. 23)

Tricolpate, prolate Pollenformen. Mesocolpium dicht mit beträchtlich dicken Clavae, deren Größe sich zum Colpusrand allmählich verringert, besetzt. Clavae-Durchmesser etwa 2 μ .

Dieser Habitus kommt bei mehreren rezenten Arten vor.

Größe: Polachse etwa 35 μ , Äquator 30 μ .

Fossilbezeichnung: *Ilexpollenites iliacus* (R. POT.) THIERGART 1937.

Fossilvorkommen: Selten in einigen Proben. In Proben des tieferen Badenien existieren Formen mit noch wesentlich größeren Clavae.

(115) *Ilex canariensis* – Habitus

Taf. 16, Fig. 24

Prolate, tricolpate, locker mit dünnstieligen, längeren Clavae besetzt. Durchmesser der Clavae etwa 1–1,5 μ .

Größe: 40 x 25 μ .

Fossilbezeichnung: *Ilexpollenites margaritatus* (R. POT.) THIERGART 1937.

Fossilvorkommen: Selten, jedoch etwas häufiger als die grobwarzige Form.

Ö k o l o g i e Blüten von *Ilex canariensis* wurden vom Verfasser auf der Insel Teneriffa aufgesammelt. *Ilex canariensis* findet sich öfter als Unterholz in dichten *Pinus canariensis*-Wäldern tieferer Lagen (900–1200 m), und zwar auf der Passatseite der Insel, wo Farne Feuchtestellen dicht besiedeln. *Ilex aquifolium* kommt auch in Wäldern der Ostalpen vereinzelt natürlich vor, leidet jedoch offenbar wegen ätherischer Öle in den Blättern ganz außerordentlich unter Wildverbiß. In den Interglazialen stets zu finden.

Fam.: Nyssaceae

(116) *Nyssa thompsoniana* TRAVERSE 1955

Taf. 13, Fig. 20

Mittelgroße, tricolporate, sphaeroidale Pollenkörner. Colpen speziell im Porusbereich berandet. Porus im Äquator schwach quergestellt, manchmal Bildung einer liegenden Achse. Fein granuliert.

Größe: Etwa $28 \times 30 \mu$.

Formbezeichnungen: *Nyssa thompsoniana* TRAVERSE 1955

Nyssapollenites kruschi accessorius R. POT.

Auf Grund von Form und Granulation mit den Pollenkörnern von TRAVERSE übereinstimmend. Die Formen der deutschen Braunkohlen besitzen gleiche Größe, sind nur etwas glatter.

Fossilvorkommen: Ein regelmäßiges Element der Kohlenbegleitschichten des Lavanttales, jedoch nicht häufig. Sonst finden sich die Formen in allen Miozän- und Pliozänproben Europas und der USA.

Ökologie Die Gattung *Nyssa* (*Tupelo*) umfaßt 6 Arten der Subtropen (4 in USA, 2 in Asien). Die amerikanischen Arten besiedeln mit Ausnahme von *Nyssa sylvatica* die Sümpfe des Mississippi-deltas und Floridas (*Nyssa aquatica*) sowie sumpfige Flußufer der Niederungen. *Nyssa sylvatica* gedeiht auch auf trockenen Böden. In Asien reichen Arten dieser Gattung vom Osthimalaya bis Java und eine (*Nyssa sinensis*) bis Mittelchina. Alle Arten tragen eßbare Früchte.

(117) *Nyssa* sp. – Großform

Taf. 13, Fig. 18, 19

Nyssoidites rodderensis THIERGART

Typische *Nyssa*-Morphologie. Tricolporat, subprolat, berandete Colpen, im Porusbereich besonders kräftig, die Poren zum Teil umschließend. In Seitenansicht manchmal im Zentralteil der Pore ein Punkt sichtbar (Fig. 18, optischer Effekt?). In Seitenansicht leichte Ausbuchtung des Mesocolpium im Äquator (besonders Fig. 17). Sexine deutlich fein granuliert.

Größe: $45 \mu \times 40 \mu$.

Fossilvorkommen: Im Lavanttal in den meisten Proben besonders im Verband der Kohlenschichten. Im Hausruck massenhaft. Fig. 25 zeigt die Polansicht mit deutlicher Granulation des Apocolpium.

Fam.: Ericaceae

(118) *Arbutus* – Habitus

Taf. 19, Fig. 19

Pollentetraden mit tricolporaten Einzelkörnern. Colpen in ihrer Symmetrie so verschoben, daß in der Contur der äußeren Pollenkörner keine senkrechten Schlitze (wie Fig. 18, 20), sondern Seitenkonturen sichtbar werden. Sexine zweischichtig, fein granuliert. Einzelkörner im Äquatorumriß nur undeutlich colporat (Fig. 19, rechts oben).

Größe der Gesamttetrade: Ca. 45μ Durchmesser.

Fossilbezeichnung: *Arbutus* sp. KUPRIANOVA 1960

Ericaceoipollenites sp. R. POT.

Fossilvorkommen: Selten in einzelnen Proben.

Ökologie Der immergrüne Erdbeerbaum entwickelt fleischige Früchte und kommt mit etwa 20 Arten im Mittelmeerraum, den Canarischen Inseln, Kleinasien, Nord- und Mittelamerika sowie Mexico (Jalapa) vor. Er verträgt auch Trockenheit, ist nicht winterhart und mit Ausnahme von *Arbutus unedo* kalkfeindlich wie alle Ericaceae.

(119) *Rhododendron* – Habitus cf. *arboreum*

Taf. 19, Fig. 18

Große Tetraedertetrade. Tricolpate Einzelkörner mit exakt geometrischer Colpusanordnung nach

Fischer's Gesetz. Im Umriß Körner weniger stark abgesetzt. Exine deutlich zweischichtig.
Größe: 55 μ .

Formbezeichnung: *Ericaceipoll. roboreus* R. POT.

Fossilvorkommen: Diese besonders seltene Ericaceentetrade findet sich nur in wenigen Präparaten. In der Hausruckbraunkohle fand der Verfasser 1952 die gleiche Tetradenform.

Sonstige Ericaceae (alle sehr selten)

(120) *Ericaceipoll. cf. acastus* R. POT. 1934

Taf. 19, Fig. 20

Mittelgroße Tetraedertetrade mit tief eingeschnittenen Colpi der Einzelkörper nach Fischer's Gesetz angeordnet.

Größe: Durchmesser ca. 38 μ .

Fossilvorkommen: Häufiger als alle anderen Ericaceentetraden.

(121) *Ericaceipoll. cf. ericius* R. POT. 1931

Taf. 19, Fig. 21

Kleine Tetraedertetraden, wo der Gesamtumriß weniger stark abgesetzte Einzelkörner erkennen läßt. Colpen verhältnismäßig kurz.

Größe: Etwa 30–35 μ Tetradendurchmesser.

Ökologie Baumförmige Ericaceae im Himalaya und im Mittelmeergebiet erfordern mediterran bis subtropisches Klima und meiden Kalkböden.

Fam.: Oleaceae

(122) *Fraxinus floribunda* – Habitus

Taf. 16, Fig. 17, 18

Prolate bis subsphaeroidale tricolpate Pollenkörner mit charakteristischer Sexinenreticulation. Diese besteht aus lockerer Aneinanderreihung von Pila. In Draufsicht (Fig. 18) ergibt sich das Bild einer unregelmäßig polygonalen aneinandergereihten Perlenkette.

Größe: Ca. 22–20 μ .

Formbezeichnung: *Tricolporopollenites microreticulatus* THOMSON & PFLUG 1953.

Fossilvorkommen: Sehr selten in einzelnen Präparaten. In stratigraphisch tiefen Horizonten im deutschen Miozän häufiger (Oberpfalz THIELE-PFEIFFER 1980, Lausitz SONTAG 1966, Ungarn NAGY 1969 und Polen STUHLIK 1962).

Rezentvergleich: *Salix* scheidet wegen des völlig verschiedenen Reticulums für einen Vergleich aus. *Sambucus* und *Viburnum*arten zeigen zwar ein ähnliches Reticulum, unterscheiden sich jedoch nach den Befunden von THIELE-PFEIFFER 1980 von der Fossilform durch Gestalt und Colpusbau. Mit *Fraxinus floribunda* fand sie gute Übereinstimmung.

Ökologie *Fraxinus floribunda* besiedelt dichte Bergwälder Nepals.

(123) *Fraxinus americana* – Habitus

Taf. 13, Fig. 7

Vorwiegend tetracolpate Pollenkörner. Gestalt in Seitenansicht tonnenförmig. Colpen eher kurz (etwa 15 μ) und vollkommen unberandet, und zueinander nie parallel sondern eher leicht schräg gestellt (Fig. 7). Engmaschig reticuliert.

Größe: 35 x 33 μ .

Fossilvorkommen: Selten.

Ökologie Der Pollentyp entspricht den meisten amerikanischen Tiefland-Sumpfeschen (zum Beispiel auch *Fraxinus tomentosa*). Sie kommen in den Cypress-Swamps wie auch an vermoorten Flußufern vor. Das südlichste Vorkommen reicht bis Mexico (*Fraxinus schiedeana*).

Dicotyledonae incertae sedis:

(124) *Tricolporites wackersdorfensis* THIELE-PFEIFFER 1980

Taf. 16, Fig. 1–5

Tricolporate, sphaeroidale Pollenformen. Deutlich größere Exinenstrukturierungen, Columellae in den Mesocolpien besonders hoch. Das heißt dort findet sich eine besonders dicke Exine (Fig. 2). Colpus-Porus-Komplex entfernt ähnlich *Fagus* (Fig. 3). Polansicht dreieckig mit gerundeten Kanten. Die Pole sind von mehr oder weniger dreieckigen Sexinenverdickungen bedeckt, welche eine Fortsetzung der mesocolpialen Verdickungen darstellt (Fig. 1–6). Rugulate Oberfläche (vgl. LI-WEN-YIE & LIANG 1981).

Größe: Etwa 45 μ Durchmesser.

Fossilbezeichnung: Tricolpate rugulates LI-WEN-YIE & LIANG 1981 ist ein Junior-Synonym der oben angeführten Bezeichnung.

Fossilvorkommen: Im Unter-Sarmat des Lavanttales in jeder Probe 2–3 Körner regelmäßig vorhanden. In persischen miozänen Salzablagerungen fand Verfasser diese Pollenkörner regelmäßig in Einzelstücken. Auch im Pliozän von China (Hebai-Plain) durch LI WEN-YIE und LIANG YU-LIAN 1981 detailreich und mit REM-Aufnahmen sorgfältig abgebildet. Aus dem Pliozän des Schwarzen Meeres (KORONEVA & KARTASHOVA 1978), dann weiters aus dem Pleistozän des Mittelmeeres (ROSSIGNOL-STRICK 1973) und aus dem ungarischen Miozän der Mecsek-Berge (NAGY 1969). Das offenbar nördlichste Vorkommen in Europa bebildert THIELE-PFEIFFER 1980 aus der Oberpfalz. Über die botanische Verwandtschaft gibt es kaum reale Hinweise. Jedenfalls wird durch den Pliozänfund in China ein geschlossenes mediterran-vorderasiatisch-chineasisches Areal gekennzeichnet, welches im europäischen Raum offenbar den Konturen der Paratethys und im Orient den Tethysrändern folgt.

Monocotyledonae (= Liliae)

Fossile Pollenkörner dieser Klasse finden sich ganz allgemein in den Präparaten der Kohlebegleitschichten des Unteren Sarmat relativ selten. Es handelt sich hauptsächlich um Wasserpflanzen, Bewohner der Littoralzone und Gräser. Palmen kommen nur sporadisch vor.

Fam.: Butomaceae

(125) *Butomus* – Habitus

Taf. 19, Fig. 15, 16

Monocolpate, feinreticuliert (Fig. 16) Pollenkörner zu Dyaden vereinigt. Sowohl der distal unberandete Colpus als auch das Reticulum nur schwach angedeutet. Exine zweischichtig, relativ dick. Größe: Länge der Dyaden ca. 38 μ , Breite 28 μ .

Fossilvorkommen: Nur in wenigen Präparaten als einzelne Körner.

Ökologie Rezent gibt es nur eine Art, nämlich *Butomus umbellatus*, die Schwanenblume. Da sich die Reticulation der Pollenkörner nicht ganz genau mit der fossilen Form deckt, dürfte es sich hier wohl um eine ausgestorbene Art handeln. In Sümpfen, Seen und Flüssen des gemäßigten Asien verbreitet. Rhizomstände mit linealen Blättern.

Fam.: Cyperaceae

(126) Cyperaceae – Habitus

Taf. 12, Fig. 4

Pollenkörner von konischer Form und dünner, leicht verfaltbarer, schwach granulierter Exine. Vier Tenuitatae. Drei kreisförmige Exinenverdünnungen – Durchmesser etwa 12–15 μ – finden sich im breiten Abschnitt der konischen Gestalt des Kornes (Fig. 4 – eine dünne Stelle in Bildmitte). Die vierte Tenuitas im Zentrum der flachen Konusbasis (Fig. 4, oben). Die Pollenform unterscheidet

sich von jener des Quartärs kaum. Meist sind die Exinen stark verfaltet und schwer diagnostizierbar. Cyperaceae-Pollen sind, wie aus der Literatur bekannt, im Verband verbliebene Tetraden und haben daher grundsätzlich nur vier verdünnte Stellen.

Größe: 60 x 50 μ .

Fossilbezeichnung: *Cyperaceapollis* KRUTZSCH 1970

Cyperaceapollis piriformis THIELE-PFEIFFER 1980 dürfte durch die birnenförmige Gestalt unterscheidbar sein.

Fossilvorkommen: Sehr selten. STUCHLIK 1962 berichtet über häufiges Vorkommen bis 27 % im Miozän von Rypin.

Ökologie Cyperaceen sind unter anderem auch in subtropischen und tropischen Sümpfen der alten und neuen Welt verbreitet.

Fam.: Sparganiaceae

(127) *Sparganium* – Habitus

Taf. 12, Fig. 5

Monoporate, sphaeroidale Pollenkörner mit feinreticulierter Exine. Das Reticulum ist bei dem abgebildeten Korn ziemlich engmaschig und bei der optischen Scharfeinstellung auf die Pollenkontur wegen der Rundung der Zentralfläche nur undeutlich sichtbar. Reticulum weicht vom quartären bis zum rezenten *Sparganium*pollen durch die Engmaschigkeit etwas ab.

Größe: Ca. 26 μ .

Formbezeichnungen: *Sparganiaceapollenites* THIERGART 1937

Monoporopollenites sparganioides MEYER 1956

Fossilvorkommen: *Sparganium* tritt sporadisch nur in einigen Proben in ganz wenigen Exemplaren auf. In den meisten miozänen Braunkohlenschichten Europas vorhanden.

Ökologie In Sümpfen und Verlandungszonen der gemäßigten Zonen der alten und neuen Welt. Zwei Arten sind in Südasien und Australasien heimisch.

Fam.: Typhaceae

(128) *Typha angustifolia* L.

Taf. 12, Fig. 6, 7

Monocolpate, feinreticulierte, kegelförmig bis sphaeroidale Pollenkörner. Porus nicht umrandet, jedoch deutlich markiert. Ca. 5 μ Durchmesser. Parallel zu einer Geradseite der Kegelform findet sich eine Sekundärfalte (Fig. 6), die sich bei vielen Körnern wiederholt. Exine deutlich zweischichtig. Sexine engmaschig, gleichmäßig retikuliert.

Größe: Ca. 30 x 25 μ .

Formbezeichnung: Bisher offenbar keine künstliche Formbezeichnung erlitten.

Fossilvorkommen: *Typha angustifolia* findet sich mit mehreren Pollenkörnern in jeder Probe. STUCHLIK 1962 berichtet über Miozänfunde aus Polen (Pl. XXIV, Fig. 13, 14).

Ökologie: *Typha* wächst in seichtem Süßwasser, in Röhrichten, Seen, Flüssen und Teichen der gemäßigten und tropischen Breiten vom Polarkreis bis zum südlichen Südamerika.

Fam.: Gramineae (= Poaceae)

Durch die Einzelpore und etwas höhere Lichtbrechung der mehr oder weniger glatten Exine sind Gramineenpollenkörner gut gekennzeichnet. Sie finden sich in jeder Probe in einigen Exemplaren. Nach Größe, Porenbau und Exinenornamentation lassen sich die Pollenkörner nur mit großem Aufwand, REM- und Rezentvergleich botanisch-taxonomischen Einheiten zuordnen.

(129) *Phragmites*

Taf. 12, Fig. 8

Kleines, monoporates Pollenkorn, sphaeroidale Gestalt. Porus mit schmalem Wallring. Durchmesser

etwa 3 μ . Exine sehr fein ornamentiert (granuliert bis reticuliert).

Größe: 28 μ .

Morphologie: ERDTMAN 1954, BEUG 1961.

Fossilbezeichnungen: p. p. *Monoporopollenites gramineus* WEYLAND & PFL.
Graminidites COOKSON 1947

Fossilvorkommen: In den meisten Proben nur wenige Pollenkörner.

Ökologie *Phragmites* bildet kosmopolitisch einen wichtigen Bestand des Verlandungsgürtels.

(130) *Phalaris* – Habitus

Taf. 12, Fig. 9

Monoporate längsovale Pollenkörner mit kräftiger schwach strukturierter Exine, ca. 3 μ Porendurchmesser und kräftigem Anulus.

Größe: Über 40 μ lang und ca. 30 μ breit.

Nach den morphologischen Studien von BEUG 1961 und ERDTMAN 1954 kommt *Phalaris arudinaria* als auch *Phalaris canariensis* für einen Vergleich in Frage. Unsere Fossilpollenkörner zeigen etwas zu große Ausmaße. Dies könnte aber auch durch die jahrelange Lagerung in Glyzerin-Gelatine-Präparaten verursacht sein.

(131) „*Bambusa*“ – Habitus

Taf. 12, Fig. 10

Große Pollenkörner der typischen Gramineenmorphologie. Glatte bis nur sehr fein punktierte Exine. Große Poren (5–6 μ) plus breiter Anulus (4 μ breit).

Größe: 55 x 45 μ .

Formbezeichnung: STUCHLIK 1962 „*Bambusa*“ type (S. 76, Pl. XXIV, Fig. 1, 2). Miozän von Ry-pin in Polen. Dort in einzelnen Horizonten ziemlich häufig. Der Autor vergleicht mit *Oryza*, *Cidonia* und *Dendrocalamus*.

Fossilvorkommen: In den Lavanttaler Proben regelmäßig in fast jeder Probe, jedoch nur in Einzel-exemplaren. Durch die beachtliche Größe und rund-ovale Form mit dem besonders kräftigen Porus gut bestimmbar.

(132) *Secale* – Habitus

Taf. 12, Fig. 11, 12

Sehr große ovale Gramineenpollenkörner mit großer Pore (8 μ Durchmesser) und etwa 4 μ breit im Anulus.

Größe: 72 μ lang, 43 μ breit.

Nach BEUG 1961 müssen folgende Kriterien für die Zurechnung zum Getreidetyp erfüllt sein.

Größter Durchmesser des Pollenkornes	> 37,0 μ
Porendurchmesser	> 2,7 μ
Anulusbreite	> 2,7 μ
Anulusdicke	> 2,0 μ (meist mehr als 3,0 μ)

Die vier Bedingungen werden vom vorliegenden Pollenkorn vollinhaltlich erfüllt. Außerdem bezeichnen BEUG und ERDTMAN 1954 übereinstimmend für *Secale* die ovale Pollengestalt mit seitlicher Anordnung der Pore als typisch. Auch diese Kriterien finden sich bei vorliegender Form zweifelsfrei. Fossilbezeichnung: Gramineae type 2 STUCHLIK 1962.

Auch ZAGWIJN 1960 berichtet über derart große Gramineenpollen aus dem Neogen Hollands.

Möglicherweise gehen diese getreideähnlichen Pollenkörner bereits auf die Herausbildung polyploider Rassen im Mediterranklima zurück.

Fam. Arecaceae

(133) Palmenpollen

Taf. 12, Fig. 13

Große monocolpate Pollenform mit ovalem Umriß und zugespitzten Enden. Deutlich zweischichtige

reticulerte Exine. Colpus fast so lang wie das Pollenkorn, an den Enden deutlich spitz zulaufend.
Größe: 55 μ lang, 31 μ breit.

Formbezeichnung: *Arecipites longicarpatus* KRUTZSCH 1970.

Fossilvorkommen: Äußerst selten. Fig. 3 gibt das einzige Pollenkorn, welches in den Lavanttalproben gefunden wurde, wieder. Weitere Fossilvorkommen von Palmenpollen werden wiederholt aus dem Miozän und auch aus dem Pliozän Europas angegeben.

Florenliste

Um einen repräsentativen Querschnitt der fossilen Mikroflora des Lavanttales zu vermitteln, wurden 133 Florenelemente beschrieben. Davon konnten 127 morphologisch unterscheidbare Formen botanisch-taxonomischen Einheiten zugeordnet werden. Sie verteilen sich auf 2 Familien der Algen, 1 Familie der Fungi, 1 Familie der Bryophyta, 4 Familien der Pteridophyta, 4 Familien der Gymnospermen, 1 Familie der Gnetatae und 37 Familien der Angiospermae. Davon entfallen auf Dikotyledonae 31 Familien, auf Monokotyledonae 6 Familien. Bei nur 2 Pollenformen mußte die botanische Zugehörigkeit vollkommen offen bleiben (*Tricolporites wackersdorfensis* TH.-PF. 1980 und *Juglanspollenites verus* RAATZ 1937) und bei 4 weiteren Formen erscheint die Familienzugehörigkeit (*Anacardiaceae* ?) unsicher.

Eine Art der Gattung *Cathaya* wurde neu beschrieben.

Neue botanische Zuordnungen erfolgten bei folgenden Katalognummern: 21, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 42, 58, 59, 63, 76, 87, 88, 97, 98, 106, 108, 112.

Algae	Seite
Chlorophyta	
Hydrodictyaceae	
(1) <i>Pediastrum duplex</i> —Habitus	304
(2) <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> REINISCH.	305
Botryococcaceae	
(3) <i>Botryococcus braunii</i> KÜTZING—Habitus	306
Fungi	
Microthyriaceae	
(4) <i>Phragmothyrites</i> —„Frucht“-formen	306
Bryophyta	
Sphagnaceae	
(5) <i>Spagnum</i>	306
Pteridophyta	
Polypodiaceae	
(6) <i>Polypodium vulgare</i> —Habitus . .	307
(7) <i>Polypodiaceae</i> , <i>Verrucatosporites alienus</i> R. POT	307
Schizaeaceae	
(9) <i>Lygodium flexuosum</i> —Habitus .	308
Osmundaceae	
(10) <i>Osmunda</i>	308
Pteridaceae	
(8) <i>Polypodiaceoisporites speciosus</i> R. POT	308
(11) <i>Pteris</i> —Habitus	308
(12) <i>Verrucingulatisporites</i> fsp. B.	308
Gymnospermae	
Pinaceae	
Abietoideae	
(13) <i>Abies grandis</i> —Habitus	309
(14) <i>Abies firma</i> —Habitus	310

	Seite
(15) <i>Abies cephalonica</i> —Habitus	310
(16) <i>Keteleeria</i>	310
(17) <i>Piceapollenites zaklinskaiana</i>	311
(18) <i>Tsuga canadensis</i> -Form RUDOLPH	312
(19) <i>Tsuga yunnanensis</i> —Habitus	313
(20) <i>Tsuga diversifolia</i> -Form RUDOLPH	313
(21) <i>Pseudotsuga</i> —Habitus	313
Laricioideae	
(22) <i>Cedrus deodara</i> —Habitus	315
(23) <i>Cedrus libani</i> —Habitus	315
Pinoideae	
(24) <i>Cathaya argyrophylla</i> —Habitus Form A	317
(25) <i>Cathaya</i> — Form B	317
(26) <i>Cathaya</i> — Form C	317
(27) <i>Cathaya antiqua</i> n. sp.	318
(28) <i>Pinus pumila</i> R.—Habitus	319
(29) <i>Pinus griffithii</i> Mc CLELLAND—Habitus	320
(30) <i>Pinus gerardiana</i> WALL.—Habitus	320
(31) <i>Pinus cembroides</i> ZUCC.—Habitus	320
(32) <i>Pinus insularis</i> ENDL.—Habitus	321
(33) <i>Pinus halepensis</i> MILL.—Habitus	322
(34) <i>Pinus densiflora</i> SIEB. & ZUCC.—Habitus	322
(35) <i>Pinus pinea</i> L.—Habitus	323
(36) <i>Pinus</i> Sub.-Sect. <i>Oocarpae</i>	323
(37) <i>Pinus radiata</i> DON—Habitus	323
(38) <i>Pinus tabulaeformis</i> CARR.—Habitus	324
(39) <i>Pinus roxburghii</i> SARG.—Habitus	324
Taxodiaceae	
(40) <i>Sciadopitys verticillata</i> SIEB. & ZUCC.	326
(41) <i>Cunninghamia</i>	327
(42) <i>Glyptostrobus</i> —Habitus	327
(43) <i>Taxodium mexicanum</i> —Habitus	328
(44) <i>Sequoia sempervirens</i> —Habitus	328
(45) <i>Cryptomeria japonica</i> —Habitus	329
(46) <i>Taiwania</i> —Habitus	329
Cupressaceae	
(47) <i>Juniperus</i> —Habitus	329
(48) Cupressaceae—Habitus	330
(49) Cupressaceae—Habitus	330
Cycadophytina	
Zamiaceae	
(50) Zamiaceae—Habitus	330
Gnetatae	
Ephedraceae	
(51) <i>Ephedra distachya</i> —Habitus	331
Angiospermae	
Dikotyledonae	
Chenopodiaceae	
(52) Chenopodiaceae — Form A	331
(53) Chenopodiaceae — Form B	331

	Seite
Plumbaginaceae	
(54) <i>Statice</i> —Habitus	332
Hamamelidaceae	
(55) <i>Liquidambar formosana</i> —Habitus	333
(56) <i>Liquidambar macrophylla</i> —Habitus	333
(57) <i>Liquidambar orientalis</i> —Habitus	333
(58) <i>Hamamelis</i> —Habitus	334
Platanaceae	
(59) <i>Platanoidites gertrudae</i> R. POT.	334
Fagaceae	
(60) <i>Castanea</i> —Habitus	334
(61) <i>Fagus</i> cf. <i>mexicana</i> —Habitus	335
(62) <i>Fagus longipetiolata</i> —Habitus	336
(63) <i>Fagus</i> — Form A .	337
(64) <i>Fagus</i> — Form B	337
(65) <i>Quercoidites microhenrici</i> R. POT.	338
(66) <i>Quercus cerris</i> —Habitus	338
(67) <i>Quercus</i> sp. — Form B	338
(68) <i>Quercus</i> sp. — Form C	338
(69) <i>Quercus</i> sp. — Form D	338
(70) <i>Quercus</i> sp. — Form E	338
(71) <i>Quercus</i> sp. — Form F	339
Betulaceae	
(72) <i>Betula</i> L.	339
(73) <i>Ostrya</i> SCOP.	339
(74) <i>Corylus</i> L.	340
(75) <i>Alnus</i> — Form A .	340
(76) <i>Alnus</i> — Form B	340
(77) <i>Carpinus</i> L.	340
Myricaceae	
(78) <i>Myrica</i> L.	341
Juglandaceae	
(79) <i>Engelhardia (Oreomunnea)</i> —Habitus	341
(80) <i>Carya</i>	342
(81) <i>Pterocarya</i>	342
(82) <i>Juglans</i>	342
Ulmaceae	
(83) <i>Ulmus laevis</i> —Habitus .	343
(84) <i>Zelkova</i> —Habitus	343
(85) <i>Planera aquatica</i> —Habitus	343
(86) Weitere Ulmaceae-Pollen	344
(87) <i>Celtis</i> —Habitus	344
(88) <i>Juglanspollenites verus</i> RAATZ	344
Eucommiaceae	
(89) <i>Eucommia</i> OLIV.	345
Moraceae	
(90) <i>Morus</i> —Habitus	345
Podostemaceae	
(91) <i>Podostemum</i> —Habitus	345

	Seite
Onagraceae	
(92) <i>Ludwigia</i> —Habitus	346
Haloragaceae	
(93) <i>Myriophyllum</i> —Habitus	346
Anacardiaceae ?	
(94) <i>Rhoipites pseudocingulum</i> R. POT.	346
(95) <i>Rhoipites</i> cf. <i>pseudocingulum</i> R. POT.	347
(96) <i>Pollenites dolium</i> R. POT.	347
(97) <i>Tricolporopollenites cingulum villensis</i> (R. POT.)	347
Cyrillaceae	
(98) <i>Cyrilla</i> —Habitus	347
Rutaceae	
(99) <i>Toddalia</i> —Habitus	348
Aceraceae	
(100) <i>Acer franchetti</i> —Habitus	348
(101) <i>Acer saccharinum</i> —Habitus — Form A	349
(102) <i>Acer saccharinum</i> —Habitus — Form B	349
(103) <i>Acer</i> —Habitus — Form C	349
Olacaceae	
(104) <i>Olaxipollis matthesi</i> KR.	349
Loranthaceae	
(105) <i>Arceuthobium</i> —Habitus	350
Eleagnaceae	
(106) <i>Eleagnus</i> L.	350
Araliaceae	
(107) <i>Hedera</i> —Habitus	350
Apiaceae (Umbelliferae)	
(108) <i>Anthriscus</i> —Habitus	350
Tiliaceae	
(109) <i>Tilia caroliniana</i> —Habitus	351
Sterculiaceae	
(110) <i>Reevesia</i> LINDL.	351
(111) <i>Firmiana</i> MAR.	352
Sapotaceae	
(112) <i>Bumelia</i> —Habitus	352
Symplocaceae	
(113) <i>Symplocos</i>	353
Aquifoliaceae	
(114) <i>Ilex aquifolium</i> —Habitus	353
(115) <i>Ilex canariensis</i> —Habitus	353
Nyssaceae	
(116) <i>Nyssa thompsoniana</i> TRAVERSE	354
(117) <i>Nyssa</i> sp. Großform	354
Ericaceae	
(118) <i>Arbutus</i> —Habitus	354
(119) <i>Rhododendron arboreum</i> —Habitus	354
(120) <i>Ericaceae</i> (<i>Poll. acastus</i> R. POT.)	355
(121) <i>Ericaceae</i> (<i>Poll. ericius</i> R. POT.)	355
Oleaceae	
(122) <i>Fraxinus floribunda</i> —Habitus	355

	Seite
(123) <i>Fraxinus americana</i> —Habitus	355
Dikotyledonae	
incertae sedis	
(124) <i>Tricolporites wackersdorfensis</i> TH.-PF.	356
Monokotyledonae	
Butomaceae	
(125) <i>Butomus</i> —Habitus	356
Cyperaceae	
(126) Cyperaceae —Habitus	356
Sparganiaceae	
(127) <i>Sparganium</i> —Habitus	357
Typhaceae	
(128) <i>Typha angustifolia</i> L.	357
Gramineae	
(129) <i>Phragmites</i> .	357
(130) <i>Phalaris</i> —Habitus	358
(131) „ <i>Bambusa</i> “—Habitus	358
(132) <i>Secale</i> —Habitus	358
Arecaceae	
(133) Palmenpollen	358

Bisherige Florenfunde aus dem Lavanttal:

Schon im vorigen Jahrhundert wurden Pflanzenreste aus dem Lavanttal in Ostkärnten beschrieben (ZWANZIGER 1872, 1876, 1881, 1882). Darüber hinaus berichtet HOFMANN 1929, 1938 über zahlreiche Blattfossilien von sehr verstreut liegenden und verschiedenaltigen Einzelfundpunkten des unteren Lavanttales. BERGER 1955 beschreibt nochmals kritisch und ausführlich Großreste und neue Aufsammlungen BECK-MANNAGETTA's. KLAUS 1956 bringt eine kleine Mikroflora aus Wolkersdorf und nimmt zu den stratigraphischen Schlußfolgerungen BERGER's Stellung. Aus sarmatischen Schichten geben BERGER 1955 und HOFMANN 1929 folgende Fundliste an:

BERGER 1955

- Osmunda* sp. (Wolkersdorf)
- Glyptostrobus* (St. Stefan und Wolkersdorf)
- Alnus* cf. *kefersteini* (Wolkersdorf)
- Quercus parlatori* (St. Stefan)
- Ulmus plurinervia* (St. Stefan)
- Platanus aceroides* (St. Stefan)
- Büttneria aequalifolia* (Wolkersdorf und St. Stefan)

Insgesamt lagen von St. Stefan 5 und Wolkersdorf 4 bestimmbare Arten vor.

HOFMANN 1929

- Glyptostrobus europaeus* (St. Stefan)
- Callitris Brongniarti* ENDL. (St. Stefan)
- Cupressites freneloides* ETT. (St. Stefan)
- Ulmus* sp. (St. Stefan)
- Cissus platanifolia* ETT.

Quantitative Verteilung der Mikroflorenelemente.

Die Ausführungen betreffen Durchschnittswerte der Pollenspektren aus dem Phosphorithorizont im

Hangenden des St. Stefaner Hangendflözes im Lavanttal.

In der Zähltablette wurden nur jene Formen aufgenommen, welche bei Durchmusterung von 500 Pollenkörnern mindestens 1 x vorkommen (= 0,2 %). Auf diese Weise verbleiben von den insgesamt 133 beschriebenen taxonomischen Einheiten nur 44 zur quantitativen Auswertung (vgl. Abb. 7).

Abb. 7 Regelmäßig auftretende Florenelemente des Unter-Sarmat im Lavanttal:

	%	44 Arten		
<i>Abies</i>	0,5	31,2 % Pinaceae	50 % Coniferae	
<i>Keteleeria</i>	0,5			
<i>Tsuga canadensis</i> -Typ	2,0			
<i>Piceapollis zaklinskaiana</i>	1,0			
<i>Pseudotsuga</i>	0,2			
<i>Cathaya</i>	10,0			
Pinus Subgen. Strobilus	7,0			
Pinus Subgen. Pinus	10,0			
<i>Sequoia sempervirens</i> —Habitus	3,0	8,0 % Taxodiaceae		
<i>Cryptomeria japonica</i> —Habitus	2,0			
<i>Taiwania</i> —Habitus	1,0			
<i>Taxodium</i> - <i>Glyptostrobus</i> —Habitus	2,0			
Cupressaceae	2,0	11,0 % Cupressaceae		
<i>Juniperus</i>	9,0			
<i>Liquidambar</i>	1,0			
<i>Platanoidites gertrudae</i>	0,5			
<i>Castanea</i> —Habitus	2,5	15,0 % Fagaceae		
<i>Fagus</i>	5,0			
<i>Quercus</i>	7,0			
<i>Quercoidites microhenrici</i>	1,0			
<i>Betula</i>	1,5	6,5 % Betulaceae		
<i>Carpinus</i>	1,0			
<i>Myrica</i>	0,5			
<i>Ostrya</i>	1,5			
<i>Alnus</i>	2,0			
<i>Engelhardia (Oreomunnea)</i>	1,0	12,0 % Juglandaceae	50 % Angiospermae	
<i>Carya</i>	9,0			
<i>Pterocarya</i>	1,5			
<i>Juglans</i>	1,0			
<i>Ulmus</i>	3,0	5,0 % Ulmaceae		
<i>Zelkova</i>	1,5			
<i>Planera</i>	0,2			
<i>Juglanspollenites verus</i> RAATZ	3,0	9,0 % Sonstige Dikotyledonae		
<i>Eucommia</i>	0,5			
<i>Rhoipollenites pseudocingulum</i>	0,2			
<i>Cyrilla</i>	1,0			
<i>Acer</i>	1,5			
<i>Tilia</i>	0,2			
<i>Sapotaceae</i> -Klein	0,2			
<i>Ilex</i>	0,2			
<i>Nyssa</i>	1,0			
<i>Fraxinus</i>	1,0			
<i>Typha</i>	0,2	0,5 % Monokotyledonae		
Graminae	0,4			

Wie eindeutig aus der statistischen Auswertung hervorgeht, beherrschen die *P i n a c e a e* das Spektrum mit absoluter Dominanz (31 %), wobei die Gattung *Pinus* mit 17 % und die Gattung *Cathaya* mit 10 % für diese hohen Anteile hauptverantwortlich erscheinen. Die Gattung *Tsuga* ist nur mit dem *T. canadensis*-Typ RUDOLPH in zählbaren Prozentsätzen zu registrieren. Innerhalb der Gattung *Pinus* stehen Arten des Subgenus *Strobus* (= *Haploxylon*) mit 7 % dem Subgenus *Pinus* (= *Diploxylon*) mit 10 % kaum nach. Für den ungewohnt hohen Anteil der Cupressaceae (7 %) ist vor allem die Gattung *Juniperus* mit 9 % verantwortlich.

Die Taxodiaceae stellen den kleinsten Prozentsatz der Coniferae. Bemerkenswert scheint der Pollen vom *Sequoia* und *Cryptomeria*-Habitus (zusammen 5 %) häufiger vertreten als jener der eigentlichen Sumpfyazypressen (*Taxodium* und *Glyptostrobus*), wobei beide Gattungen eher als Flußufergewächse zu verstehen sind.

Die *A n g i o s p e r m a e* beanspruchen mit etwa 50 % am Spektrum einen im Vergleich zu älteren Ablagerungen eher niedrigen Anteil. Fagaceae mit 15 % und Juglandaceae mit 12 % sind dabei die bemerkenswertesten Anteile.

Die Gattung *Carya* ist der absolute Dominator (mit 9 % innerhalb der Juglandaceae) ähnlich wie *Quercus* mit 7 % und *Fagus* mit 5 % bei den Fagaceae die wichtigsten Komponenten stellt. Dahinter rangieren Betulaceae, hier besonders *Alnus* mit 2 % und Ulmaceae (mit 3 %). Auch *Juglanspollenites verus* RAATZ, eine Formbezeichnung mit unklarer botanischer Zugehörigkeit, erreicht bis zu 3 %.

Daraus wird ersichtlich, daß die Mehrzahl der übrigen Arten (89) nur in so geringen Mengenanteilen vertreten ist, daß sie in zählbaren Prozentsätzen nicht aufscheint.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß die Gattung *Pinus* mit den höchsten Prozentwerten vertreten ist. Dahinter bilden *Cathaya*, *Juniperus*, *Carya*, *Quercus* und *Fagus* noch gut zählbare Bestandteile. Mit Ausnahme von *Cathaya* werden die Gattungen durch mehrere, in ihren ökologischen Bedürfnissen recht verschiedene Arten aufgebaut. Es ist daher trotz der hohen Prozentwerte der Gattungen unwahrscheinlich, daß es zu monospezifischen Waldbildungen kommen konnte.

Abb. 8. Pollenformen, welche mit Frequenzen über 1 % auftreten

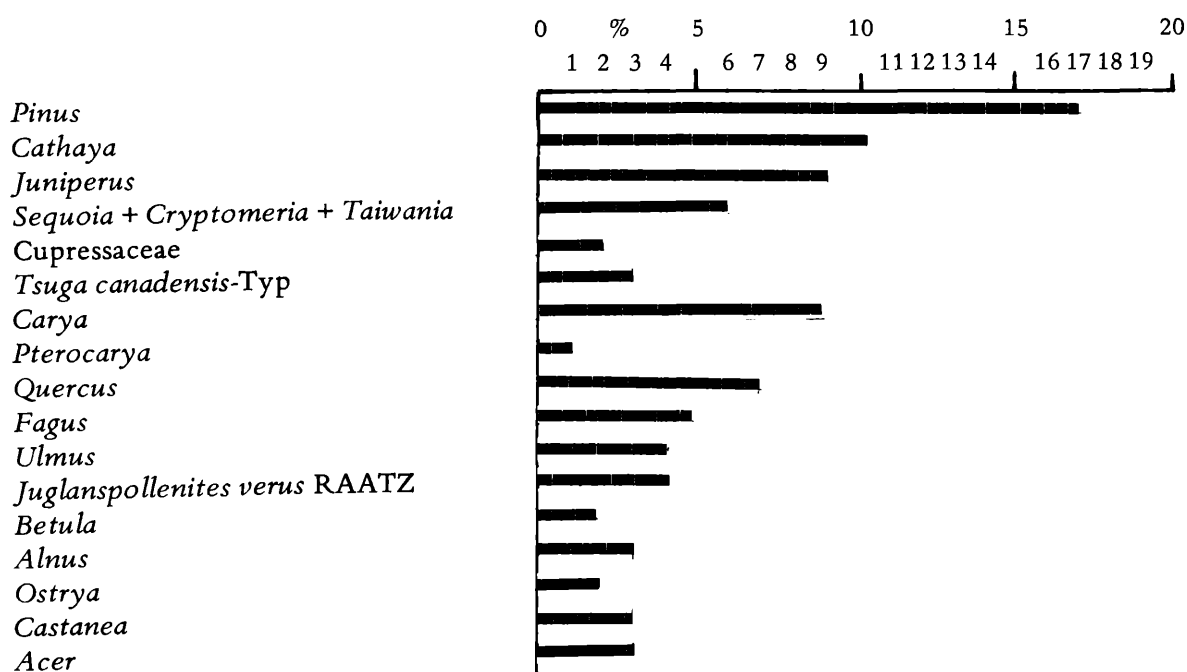
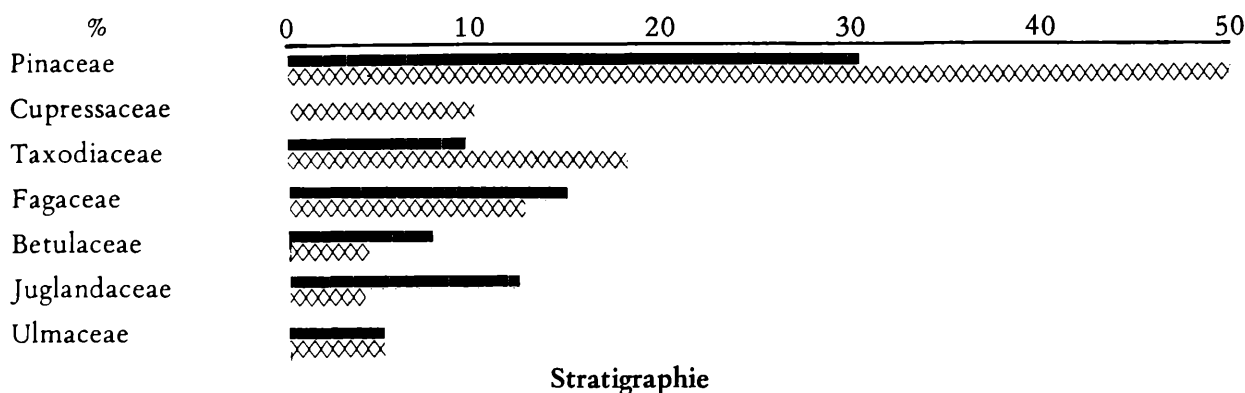


Abb. 9. Prozentueller Anteil der Familien am Pollenspektrum des Unter-Sarmat.

■ = U-Sarmat des Lavanttales; ◇◇ = U-Sarmat von Carnuntum.



Die pollenreichen Palynokoinen des Unter-Sarmat im Lavanttal, besonders im Phosphorithorizont mit seiner guten Pollenerhaltung erlauben auch quantitative stratigraphische Beurteilungen. Obwohl das Fehlen von gewissen Florenelementen in den Pollenspektren im allgemeinen kein gutes stratigraphisches Kriterium sein kann, so lassen sich doch in einer artenreichen Mikroflora gewisse Schlußfolgerungen ziehen, wenn bezeichnende Florenelemente darin nicht enthalten sind; so ist auf das Fehlen folgender Florenelemente besonders hinzuweisen:

1. *Picea*

Piceapollen vom Habitus *Picea abies* und *Picea orientalis (omorica)* fehlt so gut wie vollständig in allen Präparaten. Dies überrascht umso mehr, als das gesamte arten- und gattungsreiche Pinaceenspektrum in zahlenmäßiger Überfülle vorhanden ist. Auch im fossilmäßig gut abgesicherten Unter-Sarmat von Carnuntum bei Wien fanden sich nur wenige Piceapollenkörner. Dagegen tritt diese Gattung im Pont F (Pliozän) von Neufeld a. d. L. (KLAUS 1950) mit einigen Prozenten schon recht deutlich hervor. Als Ursachen für das auffällige Aussetzen der Gattung *Picea* vom Typ *Picea abies* könnten zweierlei Ursachen in Frage kommen. 1. Die Hebungstektonik der Alpen im Unter-Sarmat bringt noch zuwenig hohe Gebirgslagen der Subtropen, welche ein feucht gemäßigtes Klima in der subalpinen und alpinen Höhenzone bieten könnten.

Verfasser brachte (1952) besondere Aspekte der alpinen Mikroflorastratigraphie zur Diskussion (GRANA 1952). Gebirgsbildungsphasen (steirische, z. B.) lassen orographisch höhere Florenzonen mit neuen charakteristischen Phytozönosen entstehen. Von diesen werden die Pollenkörner in ein Tieflandsediment getragen, welches vom eher konservativen subtropischen Sumpf- und Auwaldelementen bestanden wird. So zeigen manche alpinen Sedimente nach Hebungsphase eine Abkühlung an. In Wahrheit betrifft dies nur neu entstandene höhere Gebirgslagen. Ein Beispiel ist die rapide Ausbreitung der Gattung *Pterocarya* und *Tsuga* sowie der in seiner botanischen Zugehörigkeit noch unklare Pollentyp „*Juglanspollenites verus* RAATZ“ nach der steirischen Phase (KLAUS 1954, 1959). Das Unter-Sarmat im Lavanttal wurde noch vor der attischen Phase des Obermiozän abgelagert. Erst nachher tritt *Picea* offenbar in größerer Zahl in die Spektren ein.

2. Nicht nur die noch unzureichende Höhenlage sondern vor allem auch die trockenen Verhältnisse der Gebirgslagen dürften der Ausbreitung der Gattung *Picea* abträglich gewesen sein. Für die Anwesenheit trockener Gebirgslagen im Unter-Sarmat spricht das Auftreten von *Pinus gerardiana*-Pollen – heute in den trockenen Gebirgswäldern Afghanistans beheimatet – zusammen mit einer *Pinus cembroides*-ähnlichen Form. Letzte Art besiedelt eher trockene Gebirgslagen in Mexico und Kalifornien. In Mexico kommt auch *Picea* nur äußerst selten vor, obwohl dort die artenreichsten Pinaceenwälder der Erde beheimatet sind. Lediglich *Abies* (z. B. *Abies religiosa*) ist in beträchtlichen Höhen waldbildend anzutreffen (z. B. Popocatepetl).

Das Fehlen von feuchten Hochgebirgslagen dürfte die Anwesenheit von *Picea* im Unter-Sarmat verhindert haben. In jüngeren Straten wird die Prüfung des ersten Einsatzes von *Picea* in zählbaren Pro-

zentsätzen zu einem der wichtigsten stratigraphischen Kriterien der alpinen Pollenanalyse des Neogen. Die kleine *Piceapollis*-Form (*Piceapollis zaklinskaiana*) ist ein von *Picea abies* völlig verschiedener Typ und zeigt auch anderes stratigraphisches Verhalten.

Ist *Picea* ein Element, welches noch vor dem Einsatz steht, so sind andere Elemente hingegen fast schon ausgestorben. Und zwar: Vollkommen fehlt:

1. *Engelhardia* (Pollenform ostasiatischer Arten). Hingegen tritt *Oreomunnea*, das mexikanische Pendant zur ostasiatischen *Engelhardia* regelmäßig auf. Doch diese Gattung reicht nach MENKE (1976) sogar bis ins norddeutsche Pliozän.

2. *Platycarya* – fehlt vollkommen

3. *Quercoidites henrici* R. POT. Im Badeni in Köflach noch wesentlich häufiger vorhanden, tritt diese Pollenform im Lavanttal nur mehr als größte Seltenheit auf.

4. *Pollenites edmundi* R. POT. und verschiedene Pollenformen der Vitaceae (z. B. *Pollenites marcodurensis* THOMSON & PFLUG). Diese Formen finden sich in den gleichaltrigen Ablagerungen nördlich der Alpen (z. B. im Hausruck) regelmäßig und nicht selten. Während sie im Lavanttal nur äußerst selten oder so gut wie gar nicht zu finden ist. Offenbar verlangen die Vitaceae, vielleicht auch die Cornaceae (*Poll. edmundi*) höhere Feuchtigkeitsanteile, als dies hier im Unter-Sarmat gegeben war. Denn sie finden sich nördlich der Alpen im Miozän und weit bis ins Pliozän. Es müßten also ökologische und pflanzengeographische Bedingungen vorliegen, die von dem Sedimentationsraum nördlich der Alpen stark abweichen. Nun zu jenen, zum Unterschied von anderen Ablagerungen sehr deutlich und in großer Zahl vorhandenen Florenelementen. Abgesehen vom Fehlen „älterer“ sowie ökologisch und Paläogeographisch anders verteilter Florenelemente (Vitaceae) findet sich im Lavanttal eine Palette bemerkenswerter Unter-Sarmat Elemente.

1. **Hohe Frequenz und Diversifikation der Pinaceae** (50 %). Bemerkenswert der bedeutende Anteil der Gattung *Cathaya* (10 %), jedoch absolut dominant wird das Pollenbild von der Gattung *Pinus* (17 %) beherrscht. Wobei sich die Unter-Gattungen *Strobus* (= *Haploxylon*) mit 7 % und U. G. *Pinus* mit 10 % annähernd die Waage halten. Sie sind jedoch so stark in verschiedene Arten aufgegliedert, daß kaum eine in einem nennenswerten Prozentsatz verbleibt. Am deutlichsten wohl bei der Unter-Gattung *Strobus* ist *Pinus gerardiana* und *Pinus griffithii* vertreten. In der Unter-Gattung *Pinus* wohl *Pinus insularis*.

Die Gattung *Tsuga*, welche stratigraphisch im alpinen Raum sicherlich eine gewisse Bedeutung besitzt, tritt in Prozentsätzen nur mit der Pollenform *Tsuga „canadensis“* Typ RUDOLPH hervor. Der Anteil der ostasiatischen *Pinus „diversifolia“* Arten liegt weit außerhalb der prozentuellen Zählmöglichkeiten. Dagegen ist die kleine *Piceapollis zaklinskaiana* regelmäßig und deutlich vorhanden.

Unter den Angiospermen, welche im Vergleich zu älteren Ablagerungen eher zurücktreten, werden die beachtlichen Anteile der Fagaceae und Juglandaceae erwähnenswert. *Quercus* ist mit etwa 7 % und vielen Arten, *Fagus* mit 5 % und sicherlich auch mit 2 Arten, jedoch eher mehr, besonders deutlich vertreten. Artenreich zeigt sich auch die Gattung *Acer* und *Fraxinus*. Einen besonderen Hinweis verdient die Pollenform „*Juglanspollenites verus* RAATZ“ in stratigraphischer Hinsicht. Denn sie zeigt den ersten deutlichen Einsatz der steirischen Hebungsphase im Hangenden der Köflacher Kohlenflöze. Mit wenigen Prozenten im Lavanttal in jeder Probe sehr deutlich vorhanden, steigt sie bis zum Pont noch mehr in ihrer Frequenz an. *Quercoidites microhenrici* und morphologisch verwandte Formen (*Pollenites liblarensis*) sind noch in geringer Menge etwa um 1 % vorhanden.

Einzelemente

Außerhalb der zählbaren Prozentsätze liegt die größere Zahl der Pollenformen, von welchen einigen stratigraphische Bedeutung zugemessen wird. So zum Beispiel

1. *Olex* (*Olexipollis matthesi* KR.) mit Einzelkörnern mehrfach zu finden.
2. *Cyrrilla* (*Tricolporopollenites brühlensis* THOMS.) regelmäßig.
3. Sapotaceae (kleine Form, *Bumelia*-Habitus) regelmäßig vorhanden.
4. *Platanoidites gertrudae* mit sehr wenigen Pollenkörnern noch vorhanden.
5. *Lygodium flexuosum*-Form. Ein sehr seltenes Element, gelegentlich in den Präparaten zu finden.
6. *Toddalia* (Rutaceae). Seltenes Einzelvorkommen.

Die oben erwähnten Einzelemente sowie die hohe Frequenz der Pinaceae sind im Pliozän (Pont F) nicht mehr anzutreffen. Die große Zahl weiterer „miozäner“ Elemente findet sich in den Florenlisten von MOHR 1984 und MENKE 1976 sogar noch im Pliozän von Nord- und Nordwestdeutschland. Ihr stratigraphischer Wert für unser Miozän scheint daher äußerst gemindert (Palmenpollenfunde, Symplocaceae, Sapotaceae, Eleagnaceae, Sterculiaceae, etc.).

Pollengehalt der Proben des Unter-Sarmat von Carnuntum bei Wien (KLAUS 1955, S. 131, 134).

Es wurden aus einer Serie von Pollenproben von einem stratigraphisch durch Foraminiferenfunde gut gesicherten Profil des Unter-Sarmat bei Wien (Carnuntum) eine Probenserie untersucht und zwei Proben davon durch KLAUS 1955 veröffentlicht. Obwohl die Bestimmungen weit zurückliegen und in der Zwischenzeit wesentliche Fortschritte in der Pollendeterminierung gemacht wurden, so kann man doch diesen Ausführungen etwa folgende Mengenverteilung entnehmen, die als Grundlage zu einem Vergleich mit dem Unter-Sarmat des Lavanttales herangezogen werden kann. Und zwar lagen dort 2 Proben vor, die tiefere, welche noch an der „Torton“-grenze liegt (C10 und C2), die höhere des Unter-Sarmat. Und zwar ergibt sich hier in C2:

Pinaceae	48 %	Fagaceae	11 %	Juglandaceae	6 %
Taxodiaceae	18 %	Betulaceae	5 %	Ulmaceae	6 %

Es zeigt sich, daß in der Gegend von Wien im Unter-Sarmat prinzipiell Übereinstimmung mit jenem des Lavanttales besteht. Die noch höhere Frequenz der Pinaceen kann eher faziell bedingt sein oder ein Zufall in einigen Proben. Im Prinzip bestätigt sich, daß die Pinaceen auch hier außerordentlich dominant in den Proben vorhanden sind. Die Taxodiaceae sind ein klein wenig häufiger, Fagaceae, Betulaceae und Ulmaceae stimmen so gut wie vollkommen überein, nur die Frequenz der Juglandaceae ist etwas geringer. Es zeigt sich also, daß etwa die prinzipielle Tendenz des Unter-Sarmat am gesamten Alpensüdostrand als Einflußgebiet der zentralen Paratethys etwa ähnlich war.

Phytozönosen

Die in den Präparaten des Phosphorithorizontes im Hangenden der St. Stefaner Flöze vorgefundene reiche Pollenflora ergibt in ihrer Vielfalt jedoch ein uneinheitliches Bild, ja sogar gegensätzliche ökologische Indikationen. So kommen in Palynoköinen mit Pollenkörnern der extrem niederschlagsbedürftigen mexikanischen *Oreomunnea* gleichzeitig Elemente des trockenen Hochlandes wie *Pinus cembroides*, *Pinus gerardiana* oder *Cedrus* vor. Demnach handelt es sich bei vorliegender Pollenflora um eine typische **Thanatozönose**.

Um Pflanzenassoziationen, Landschaftsbild und Klima zu rekonstruieren, besonders aber auch um zu stratigraphischen Vergleichen entlang des Alpenostrandes bis in den Raum von Wien zu gelangen, erweist sich die Trennung der verschiedenen Florenelemente und Gruppierung in Biozönosen erforderlich. Auch für Vergleiche mit den nördlich des Alpenhauptkammes gelegenen Pollenfloren erweist sich eine Aufgliederung als notwendig.

Wertvolle Anhaltspunkte über die Höhenstufengliederung der heutigen Bergwelt Chinas ermöglichen die Arbeiten von WANG 1961, sowie von WOLFE 1979. Über die Florenzonierung an der golfseitigen Gebirgsabdachung in Mexico unterrichten die gut fundierten Studien von RZEDOWSKI & PALACIOS 1975. Klima und Vegetation von Vera Cruz, für das Unter-Sarmat des Lavanttales als naheliegender Vergleich außerordentlich wichtig, beschreibt A. GOMEZ-POMPA in A. GRAHAM 1973. Folgende Florenassoziationen lassen sich aus der Bestimmung des Pollenniederschlags separieren:

A) Küstenvegetation

(129) *Phragmites communis* (vgl. BREEDLOVE 1973: Küstenlandschaft von Chiapas)

(128) *Typha angustifolia*

(54) *Statice* (z. B. Canarische Inseln; SCHENCK 1907)

(126) Cyperaceae

(52, 53) Chenopodiaceae (z. B. *Salicornia* und *Atriplex*)

(130) *Phalaris* (Canarische Inseln, Mediterranraum)

Temperate Küsten des Mediterranraumes sowie Canarische Inseln.

B) Vegetation seichter, stehender Gewässer (Wasserpflanzen)

- (92) *Ludwigia* (BREEDLOVE 1973, S. 163: Shallow Marshes of Chiapas Highland, Zentralpanama, subtropisch; GRAHAM 1973).
- (125) *Butomus*, Asien temperat.
- (93) *Myriophyllum*, Kosmopolit, temperat–gemäßigt.

C) Vegetation fließender Gewässer

- (91) *Podostemum* (Blütentang). Tropisch bis subtropisch. Periodische Absenkung des Wasserspiegels zum Blühvorgang mit Fruchtausatz erforderlich (Sommerregen).

D) Ufer- und Auenvegetation

- (43) *Taxodium mexicanum*, Flußufer, subtropisch, zum Teil semiarid, Mexico.
- (42) *Glyptostrobus lineatus*, Flußufer, subtropisch, China.
- (85) *Planera aquatica*, Flußufer und Sümpfe, Ost-USA, temperat.

E) Sumpfvvegetation

- (116, 117) *Nyssa*, Sümpfe und Auen, Ost-USA, zum Teil im Wasser wurzelnd.
- (123) *Fraxinus americana*, Swamp-Vegetation, Ost-USA.
- (98) *Cyrilla*, Sumpf-Bruchwälder, Ost-USA.
- (72) *Betula*,
- (75, 76) *Alnus*.

F) Immergrüne, breitblättrige Laubwälder (800–1100 m)

Gebiete mit Sommerregen und Trockenperioden. Darin als Koniferen

- (16) *Keteleeria*, China, Taiwan.
- (65 -71) *Quercus*-Arten.
- (60) *Castanea*, immergrüne Arten.

G) Küsten Koniferengürtel

Zum Teil Mediterranelemente, z. T. temperat.

- (33) *Pinus halepensis*
- (35) *Pinus pinea*
- (32) *Pinus insularis* (Philippinen bis Burma, dort auch im Gebirge, häufigste Form) subtropisch.
- (34) *Pinus densiflora*, Japan, ganzjährig hohe Feuchtigkeit beanspruchend.
- (36) *Pinus* Sect. *Oocarpa*, Californien, Mexico.
- (37) *Pinus radiata* (-*attenuata*), südkalifornische Küstenkonifere bis ins Mittelgebirge steigend, erfordert höhere Humidität.
- (44) *Sequoia sempervirens*, bis ins Mittelgebirge steigend, Humidität, sehr frostempfindlich.

H) Montan bis subalpine Himalaya – Elemente (700–3000 m)

Periodische Niederschläge, Monsunhänge.

- (39) *Pinus roxburghii*. Die langen Nadeln sind Nebelkämmer. Subtropisch, sehr frostempfindlich, nie unter 0°C (700–1800 m).
- (29) *Pinus griffithii*. Himalaya-Tränenkiefer (1500–3000 m). Feuchte Gebirgslagen mit periodischen Niederschlägen, warm temperat.
- (22) *Cedrus deodara*, bis 4000 m. Hohe Humidität, nicht winterhart.
- (122) *Fraxinus floribunda*, Nepal. Subtropisch.

I) Vera Cruz Typus der mesischen sommergrünen Laubwälder

(1000–2000 m). Temperat. RZEDOWSKI et al. 1975 sowie A. GOMEZ-POMPA 1973 zeichnen von den golfseitigen Hängen und Gebirgslagen ein Vegetationsbild, in welchem typische Elemente unseres Unter-Sarmat in bestimmten Zonen dominieren (vgl. Abb. 10, 14, 15). So z. B. *Engelhardia* (*Ore-munnea*) in 1300–2000 m. Valle Nacional, Oaxaca. Jahresniederschläge 5000–6000 mm ohne deutliche Unterbrechung. Nebelwälder. 14–17°C Jahresmittel. Cfb Klimazone. Weniger niederschlagsreich in 1200 m, ein sommergrüner Laubwald mit *Engelhardia* (*O.*) *mexicana* an den Hängen des

Cerro de San Cristobal in der Nähe von Orizaba. Vergesellschaftet mit:

- (73) *Ostyra (virginiana)*
- (56) *Liquidambar macrophylla*, dominante Art im Eichenmischwald. Mittlere Jahrestemperatur 16°C. Jahresniederschläge etwa 1800 mm.
- (61) *Fagus mexicana*, 1000–2000 m. Sierra de Chiconquico. Zusammen mit *Ilex*, *Carpinus*, *Juglans* (vgl. Klimadiagramme, Abb. 11, 12).

K) S o m m e r g r ü n e L a u b m i s c h w ä l d e r C h i n a s u n d J a p a n s (vgl. WANG 1961, Abb. 10). Mixed mesophytic deciduous forests.

Besonderes Kennzeichen ist der Artenreichtum dieser Wälder, wobei jedoch keine Art zur Dominanz gelangt. Beispiele: Flora des oberen Yangtse mit Höhenlagen von 1100–1900 m.

In den tiefsten Zonen kommt *Bambus* bestandsbildend vor [(131) *Bambusa*-Typ], in den Wäldern findet sich *Polypodium* sowie zahlreiche Kletterpflanzen.

(104) *Ola*x, (9) *Lygodium flexuosum*, (99) *Toddalia*.

Typische Vertreter: (24) *Cathaya argyrophylla*, (45) *Cryptomeria*, (41) *Cunninghamia*, (46) *Taiwan*ia, (47) *Juniperus*, (21) *Pseudotsuga*, (55) *Liquidambar*, (100) *Acer franchetti*, (111) *Firmiana*, (110) *Reevesia*, (89) *Eucommia*, (62) *Fagus longipetiolata*, (65–71) *Quercus*, (80) *Carya*, (38) *Pinus tabulaeformis* (an der Obergrenze), (58) *Hamamelis*, (119–121) *Rhododendron* mit 300 Arten.

In japanischen Bergwäldern noch (81) *Pterocarya* und (40) *Sciadopitys verticillata*.

Warmfeuchtes Biotop der temperaten Zone. Kein Monat des Jahres unter 0°C Mitteltemperatur. Vier Monate über 22°C Mitteltemperatur, 8–9 Monate über 10°C. Jahresniederschläge 1000–1500 mm.

L) K o n i f e r e n w a l d (1900–3000 m)

(Montan Conifer forest WANG).

(19) *Tsuga yunnanensis*, 2400–3000 m. Mit Laubmischwaldelementen gemischt.

(28) *Pinus pumila*, Japan. Niederschlagsreiche Waldgrenze.

(14) *Abies*, über 2800 m reine Waldbestände bildend.

M) K i e f e r n t r o c k e n w a l d . Montan-alpin.

(31) *Pinus cembroides*. Semi-arides Hochland. Nähe der humiden Berghänge zum Golf (z. B. Perote), 2500 m.

(30) *Pinus gerardiana*. Wintertrockene Wälder. Westlicher Himalaya. 1700–3000 m.

(15) *Abies cephalonica*. Über 1800 m. Griechenland. Mittlere Feuchtigkeitsansprüche.

(23) *Cedrus libani*. Trockene Gebirgslagen im vorderen Orient. Über 2000 m.

R e k o n s t r u k t i o n d e r F l o r e n z o n e n d e s U n t e r - S a r m a t i m L a v a n t t a l .

Aus den ökologischen Ansprüchen angeführter Florenelemente wird klar, daß es sich bei den Palynokoinen um ausgesprochene Thanatozönosen handeln muß, um Pollenspektren, welche durch Fossilisationsvorgänge aus völlig verschiedenen Einzugsgebieten und Höhenzonen aufgebaut wurden.

Schon allein die hohe Artenzahl vieler Gattungen findet sich heute kaum irgendwo auf der Erde auf engem Areal realisiert. Von einer Entstehung durch Weit-, Fern- und Fernstrtransport als Zusatz zum Ortsniederschlag kann man getrost absehen. Wie die Erfahrung zeigt, setzten sich unsere Pollenniederschläge, welche in quantitativ erfaßbaren Prozentsätzen vorliegen, viel eher, ja fast ausnahmslos aus dem Orts- und Umgebungsniederschlag zusammen. Dies gilt für die Dokumentation der Quartärmoorvegetation genauso wie für die präquartären See-, Strand- und Sumpfniederschläge. Der Mengenanteil des Ferntransportes ist kaum in Prozentwerten anzugeben.

Und für lokale Florengesellschaften scheint die Artenzahl der Gattungen zu hoch. Am Beispiel der Gattung *Pinus*, wo allein acht Arten des Subgenus *Pinus* (= *Diploxylon*) in vorliegender Arbeit dokumentiert werden und sicher noch einige weitere Arten vorhanden sind, läßt sich unschwer zeigen, daß heute nirgendwo auf der Erde auf derart begrenztem Areal ein so hoher Artenreichtum existiert. Selbst in Mexico, dem artenreichsten Pinusland der Erde, gibt es keine Gebirgsgegend mit mehr als 5–6 Arten auf engem Areal. Dies läßt sich nur erklären, wenn auf einer Fläche, welche etwa dem

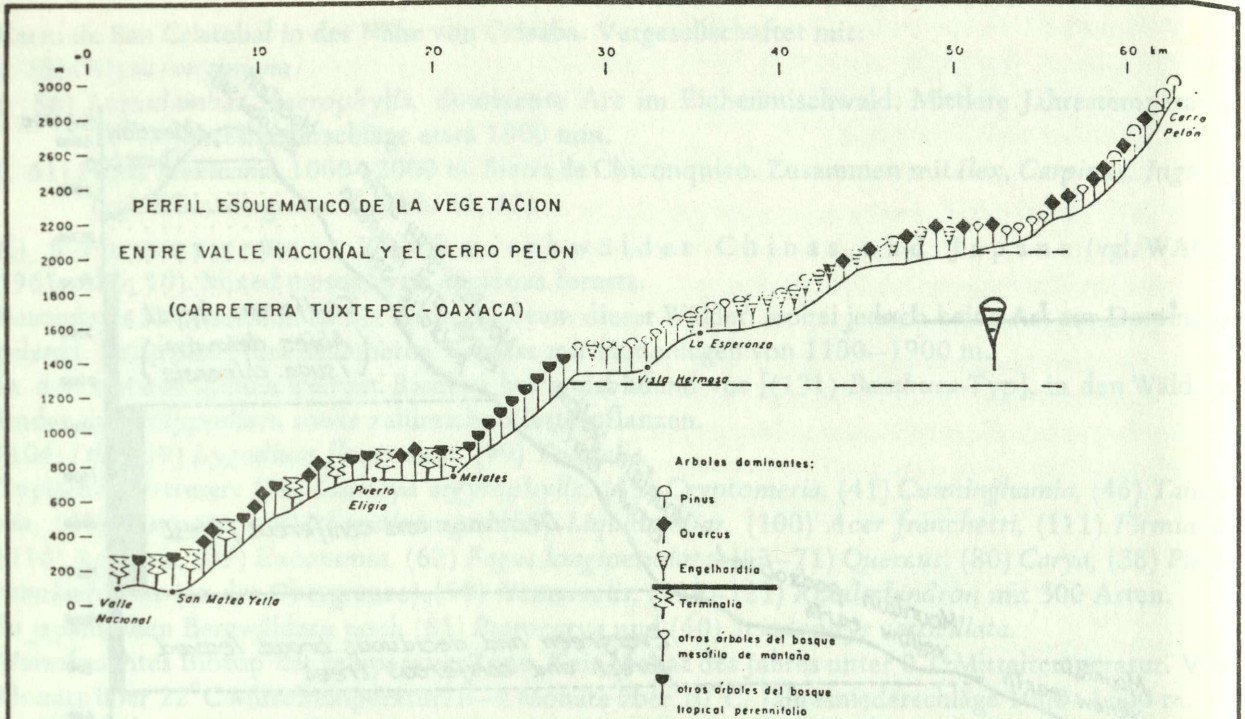
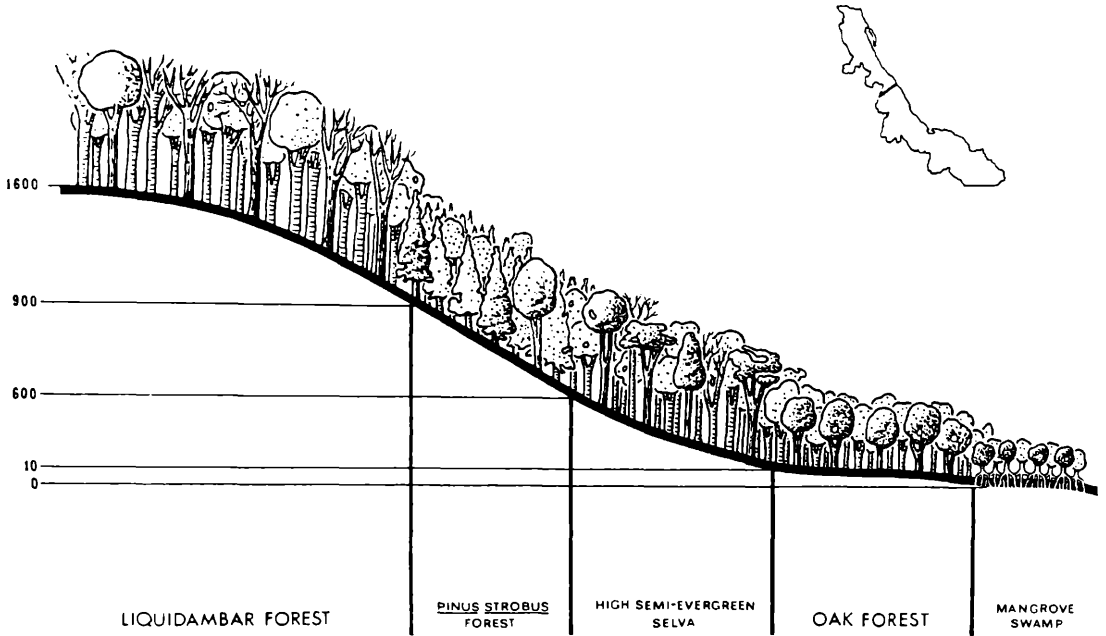


Abb. 14. Vegetationsprofil von Süd-Mexico (Oaxaca, Valle Nacional) mit *Engelhardia* (*Oreomunnea*) zwischen 1300–2000 m. Das untenstehende Bild zeigt den dichten Bestand des *Engelhardia* (*Oreomunnea*)-Waldes. Aus: RZEDOWSKI & PALACIOS, 1975.



Bosque de *Engelhardia mexicana* al S de Valle Nacional, Oaxaca; vista panorámica.

TEZIUTLAN ~ TLAPACOYAN ~ NAUTLA



JALAPA ~ VERACRUZ

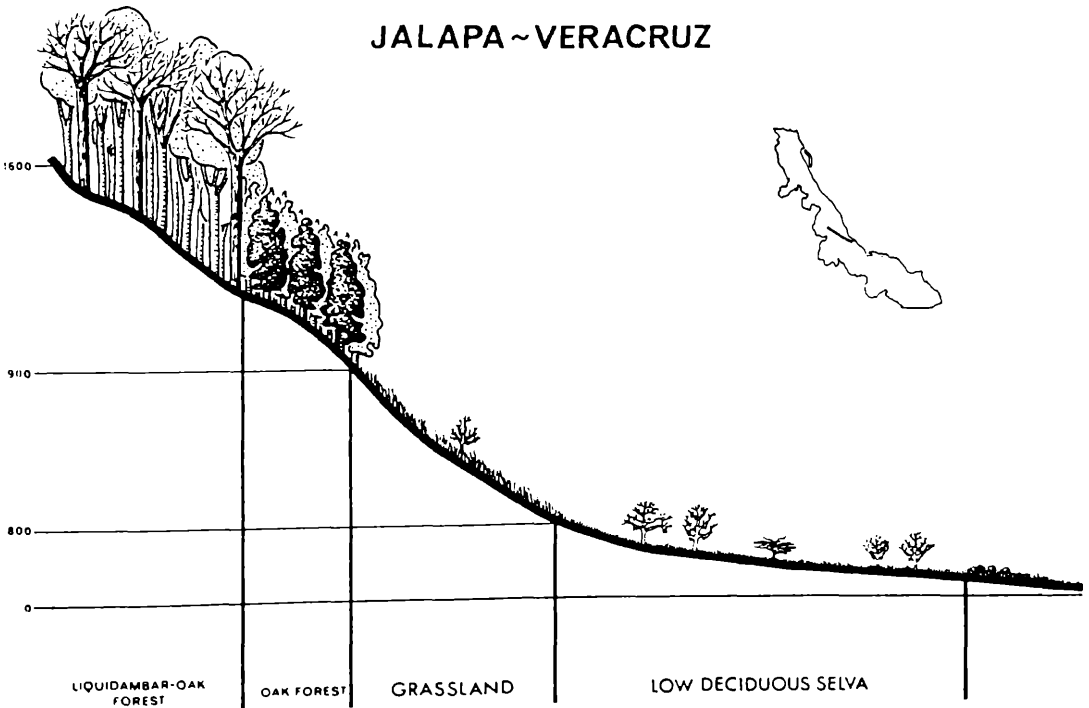


Abb. 15. Vegetationsprofile von der mexikanischen Golfküste (Vera Cruz). Liquidambar-Wald in 900–1600 m. (Nach A. GOMEZ-POMPA, 1973).

heutigen Lavanttal entspricht, eine Abfolge von verschiedenen Floren nach Höhenzonen angenommen werden kann. Dazu würde ein bedeutendes Gebirgsrelief die Voraussetzung sein mit Höhenstufenzonierungen vom Meeresstrand über Seen und Flußauen, Gebirgstäler bis hinauf in jene Gebirgszonen, wo heute noch in Subtropen vergleichbare Floren bis über 2500 m existieren. Überdies werden die im Spektrum gemeinsam erfaßten Florenelemente trockener Gebirgslagen zusammen mit subtropisch-humiden mesophytischen Bergwäldern wohl am besten mit Luv- und Leeseite an steilen Gebirgshängen der Meeresküsten (vgl. Golf von Mexico) zu erklären sein. Jedenfalls muß die Pollenflora von weiter her als nur einem Gebirgshang, von zertalten Bergkegeln mit verschiedenen, dem Wetter ausgesetzten Hängen und hoch gelegenen trockenen Ebenen als Einzugsgebiet in Frage kommen.

Nimmt man die zentrale Paratethys am Rande vielleicht mit einer Seenlandschaft über die Koralpe hinweg in Südostrichtung an, so wird wohl eine NNO-verlaufende Strandlinie mit einem im Westen bzw. Nordwesten gelegenen beträchtlichen Gebirge vorzugsweise mit Kristallinbedeckung und eher sauren Böden bis zu Höhen von etwa 2500 m anzunehmen sein.

Der hohe Pinaceenanteil stammt sicher nicht von einem geschlossenen, einheitlichen Koniferengürtel. Etwa 30 % kommen von mediterran-ostasiatischen Küstenkiefern, der hohe Cathayaanteil aus den mesophytischen Berghanglaubwäldern (1000–2000 m und darüber). Das trockene Hinterland um 2000 m wird durch einen semiariden Koniferenbestand dokumentiert (*P. cembroides*, *P. gerardiana*). Im Tiefland zeigen einige Taxodien sowie Glyptostrobus die Anwesenheit von fließendem Gewässer an. Der hohe Gehalt von Pedastren am Standort weist auf stehende, wenig bewegte Seen, welche zum Teil am Rande geringfügige Versumpfung aufweisen können (Nyssa). Eine breite Littoralzone vermittelt zu den offenen Gewässern regionaler Verbreitung.

Klima

(vgl. Abb. 11, 12, 13)

Wie die deutlich differenzierten Pflanzenassoziationen nahelegen, führten praesarmatische Orogenphasen (Steirische Phase, Leitha Phase) zu einer gegliederten Gebirgslandschaft am West- bzw. Nordwestrand der zentralen Paratethys im Gebiete des heutigen Lavanttales. Subtropische, humide See-, Strand- und Flußlandschaften der Niederungen werden von humiden, seeseitigen Hängen vom Vera Cruz- oder Oaxaca-Typus (vgl. S. 369), in höheren Lagen vom Charakter der saisonalen Niederschlagsmenge der Himalayavorgebirge umrahmt. Die höchsten Erhebungen konsumieren beträchtliche Niederschlagsmengen (*Pinus pumila*). Durch das Ausregnen der Niederschläge an der Luvseite der Küstenhänge (Monsun und Passatwolken) beginnt unmittelbar dahinter eine trockenere, z. T. semiaride Gebirgslandschaft (*P. cembroides*, *P. gerardiana*, etc.). Die Frage, ob das Klima des Untersarmat nun trocken oder eher feucht war, kann im Ostalpengebiet und darüber hinaus wahrscheinlich im ganzen Mediterranraum nur dahingehend beantwortet werden, daß es gleichzeitig beide Klimate, jedoch in verschiedenen Höhenlagen und Gebirgsregionen gab. Aber auch in den felsigen Seerandlagen herrschten bereits beginnende Mediterranbedingungen, wie die Anwesenheit von *P. halepensis*, *P. pinea* neben *Phalaris* sp. anzeigt.

Gleichzeitig fehlten fast vollständig die humid-temperaten Vitaceae (*Pollenites marcodurensis* etc.), Cornaceae, Araliaceae, der west- und nordwesteuropäischen Miozängebiete nördlich des Alpenhauptkammes.

Die Zirkulation der Luftmassen erzeugte ähnlich wie im Golf von Mexico und der südlichen Sierra Madre Oriental ein Westseitenklima mit starken periodischen Niederschlägen im Sommer und Herbst. An den Niederschlagshängen von zum Teil Monsunlandschaftscharakter fanden sich *P. griffithii*, *P. roxburghii*, *Fraxinus floribunda*, etc. Den mediterranen Klimaanteil der vorliegenden Pollenflora zeigen deutlich *Arbutus*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Juniperus* Sect. *Oxycedrus* (mit *Arceuthobium*) *Quercus* (cf. *cerris*) sowie *P. halepensis*, *P. pinea* und *Abies cephalonica*.

Die hohen Niederschlagswerte, welche in den mexikanischen *Oreomunnea*-Bergwäldern gemessen wurden, sollten nicht zur Annahme auch nur annähernd so hoher Niederschläge in unserem Unter-

Sarmat führen. Dankenswerter Weise haben RZEDOWSKI & PALACIOS 1975 in den Bergwäldern von Oaxaca zwischen 1400 m und 2000 m auch quantitative Pollenniederschlagsmessungen durchgeführt und dabei festgestellt, daß *Engelhardia* (*Oreomunnea*) offenbar sehr stark produziert und streut und im Durchschnitt mit 25 bis 55 % am Pollenspektrum beteiligt sein kann.

Die Niederschläge liegen an den gleichen Stellen bei etwa 5000–6000 mm pro Jahr. Es handelt sich dort das ganze Jahr über um nebelig feuchte Bergwälder. Im Lavanttal hingegen beträgt der Anteil von *Oreomunnea* in unseren Spektren maximal nur 1 %. Danach kann man wohl ein derart extrem humides Klima, wie es sich in Mexico bei bis zu 50 % Pollenanteil ergibt, ausschließen. In Allem läßt sich eine klimatische Situation ins Auge fassen, welche einer Gebirgsküstenlandschaft unmittelbar um oder südlich des Wendekreises entspricht (20°–23° nördlicher Breite), mit wenigen Sümpfen in den Niederungen, jedoch Seen und Flußlandschaften von subtropischem Charakter (Panama) mit Küsten von mediterraner Flora, niederschlagsreichen seeseitigen Gebirgshängen, mit humid-temperaten, sommergrünen Mischwäldern (Mixed Mesophytic Forests von China) oder auch Wälder vom Vera Cruz-Typus mit *Liquidambar*, *Fagus*, *Oreomunnea*-Gesellschaften bis hinauf zum kühlt temperaten subalpinen Koniferengürtel. Eine Xerophytisierung der Vegetation wird landeinwärts im Gebirgshochland deutlich bemerkbar (*Pinus cembroides*, *Pinus gerardiana*, *Ephedra*, etc.).

Einige Klimaaussagen, welche von den Pollenelementen abgeleitet werden können:

A) N i e d e r u n g e n

Subtropisch-feucht: *Ludwigia* (bis Panama-Kanalzone)

Symplocos

Cyrilla

Bumelia

Podostemum

Periodische Niederschläge (gelegentlich mit trockenen Wintern).

B) S u b t r o p i s c h - t e m p e r a t e H a n g w ä l d e r

Sequoia semperivrens

Toddalia

Cunninghamia

Olax

Keteleeria

C) W a r m t e m p e r a t e u n d h u m i d e B e r g w ä l d e r (Cfa-Klima) 1000–1200 m

(zum Beispiel oberer Yangtse, Vera Cruz, Himalaya-Region).

Cathaya argyrophylla. Durchschnittstemperatur des kältesten Monats über + 5°C. 6 Monate über 22°C.

Niederschlag: Jahresmittel 1000–1500 mm.

Engelhardia (*Oreomunnea*). 14–17°C Jahresmittel, 5000–6000 mm (siehe oben).

Liquidambar–*Quercus*-Wald von Vera Cruz (Höhe 1340 m). Jahresniederschläge 1745 mm. Jahresmitteltemperatur 15,7°C. Es handelt sich überwiegend um saisonale Sommer- und Herbst-Niederschläge. Die Temperatur sinkt hier selten oder gar nicht unter den Gefrierpunkt.

K i e f e r n t r o c k e n w ä l d e r d e r H ö h e n l a g e n (1600 m)

Jahresniederschlag: 723 mm.

Durchschnittstemperatur: 17,4°C.

Die Heraushebung des Alpenhauptkammes bewirkte offenbar eine deutliche Klimadifferenzierung in eine südliche und südöstlich gelegene (Mediterranraum) Flora mit bereits separierter Paratethys und starker asiatisch-mediterraner Florenkomponente im Gegensatz zu einer nördlich des Alpenkammes gelegenen humideren west- und nordwesteuropäischen Miozänflora, die schon im Hausruck deutlich beginnt und höhere Anteile ostamerikanischer Elemente des tieferen Mittel-Miozän noch weiterhin aufweist (Vitaceae, Cornaceae, Araliaceae, etc.). Die verschiedenen Klimate verlangen natürlich bei einem stratigraphischen Vergleich besondere Beachtung.

Das Lavanttal am Westrand der untersarmatischen zentralen Paratethys (vgl. Abb. 2) befand sich offenbar in einer ähnlichen klimatischen Situation wie heute die Golfküste von Mexico südlich des Wendekreises. Die östlichen Sierras begrenzen dort den Golf etwa im Nord-Südverlauf mit dem warmen offenen Meer im Osten und der Gebirgslandschaft, den golfseitigen Hängen und Hochflächen des Hinterlandes im Westen und Nordwesten. Eine ähnliche Konfiguration könnte im Unter-Sarmat

das Tauernkristallin und ein Vorläufer der Saualpe im Westen bewirkt haben. Wobei noch anzufügen wäre, daß die überwiegende Zahl der Pflanzen, von welchen die fossilen Pollenkörner stammen, saure Böden, Kristallin oder torfähnlichen Waldhumus bevorzugen und nur ein verschwindend kleiner Teil Kalk toleriert. Es scheint daher so, daß die Südalpen als Einzugsgebiet für die fossile Mikroflora nur zu einem geringen Teil in Frage kommen.

Phytogeographie

Die fossilen Phytozönosen beinhalten Florenelemente, welche im Miozän noch holarktische Verbreitung aufwiesen, heute jedoch auf bestimmte Reliktstandorte sowohl in Amerika als auch im Mittelmeerraum und Ostasien beschränkt sind. Ihre Anteile bilden bei den Analysen fossiler Floren auch in stratigraphischer Hinsicht eine wichtige Beurteilungsbasis (SZAFFER 1961, PLANDEROVA 1974). Während die Konturierung der Fossilareale des Miozän noch mit vielen Unsicherheiten behaftet ist, lassen sich die Rezentareale besonders auf Grund der neueren botanischen Geländeuntersuchungen in China (Fund von *Cathaya*, *Metasequoia*, usw.) ungleich genauer ermitteln. Am Beispiel holarktischer Fossilverbreitung der Gattung *Cedrus*, *Podocarpus* und *Cathaya* läßt sich abschätzen, mit welchen Unsicherheiten man bei der Beurteilung von Zitaten über Fossilfunde konfrontiert wird. Es gibt zahlreiche ältere und neueste Abbildungen von Pollenkörnern der Gattung *Cathaya* in amerikanischen Arbeiten, ohne daß dies irgendwo im Text erwähnt wird. Umgekehrt existieren eine größere Zahl von Zitaten über das fossile Vorkommen der Gattung *Cedrus* sowohl in Amerika als auch in Island und im nördlichen Europa, ohne daß eine morphologisch überzeugende Abbildung geboten werden konnte. In noch größerem Ausmaß gilt dies für die europäischen *Podocarpus*-Funde. SIVAK 1975. wies pollenmorphologisch eindeutig nach, daß *Podocarpus* in Europa im Jungtertiär fehlt und bisherige Bestimmungen Fehlinterpretationen darstellen. Alle Pollenkörner mit kontrahiertem Zentralkörper und große, schmetterlingsflügelartig ausgebreitete Luftsäcke wurden seit THIERGART 1937 bis in die neueste Zeit als *Podocarpus* bezeichnet. *Cathaya*, *Abies*, *Picea* und *Pinus* neigen hingegen zu derartigen teratologischen Formen. Solche Elemente werden daher in den folgenden Arealdarstellungen nicht miteingeschlossen. Folgende Pflanzengesellschaften, welche fossil im Unter-Sarmat des Lavanttales pollenmorphologisch erwähnt wurden, finden sich ausschließlich in angeführten Arealen (vgl. Abb. 16, 17).

Holarktis

Amerikanische Elemente

I) Südöstliches Nordamerika

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. <i>Tsuga canadaensis</i> (vel. <i>caroliniana</i>) | Virginia bis New York, collin—montan |
| 2. <i>Planera aquatica</i> | Südoststaaten, Flußufer |
| 3. <i>Cyrilla</i> | Südoststaaten, Sumpfbuchwälder |
| 4. <i>Bumelia</i> | Südoststaaten, Sümpfe, Flüsse |
| 5. <i>Tilia caroliniana</i> | Carolina, Virginia, collin |
| 6. <i>Fraxinus americana</i> | Südoststaaten, Sümpfe, Auen. |

II) Mexikanische Golfküste (Vera Cruz, Oaxaca)

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Fagus</i> cf. <i>mexicana</i> | Vera Cruz, Hidalgo, S. L. Potosi, montan |
| 2. <i>Liquidambar macrophylla</i> | Vera Cruz, Tamaulipas, montan |
| 3. <i>Engelhardia</i> (<i>Oreomunnea</i>) | Vera Cruz, montan |
| 4. <i>Zamiaceae</i> | Bis Kuba, montan |
| 5. <i>Taxodium mexicanum</i> | An Flußufern vom Pazifik bis zum Golf |
| 6. <i>Ludwigia</i> -Arten | ... Bis Panama |

Die genannten Baumformen finden sich vorwiegend an den feuchten Berghängen der Golfseite. Nur *Taxodium mexicanum* wächst entlang von Flußläufen quer durch den mexikanischen Kontinent vom Rio Grande im Norden bis Oaxaca im Süden und von Mazatlan an der Pazifikküste bis nach Ta-

maulipas. Die Zuzählung zum mexikanischen Golfküstenelement ist sicher problematisch. Der Pollen besitzt die größte Ähnlichkeit zum chinesischen *Glyptostrobus*. Es ist daher eher an ein Reliktareal aus der circumpazifischen Verbreitung zu denken. *Taxodium distichum* erscheint mit den längeren Papillen eher abgeleitet.

III) Kalifornisches Florenelement

Die Arten weisen kaum Beziehungen zum ostamerikanischen Florenanteil auf. Eher handelt es sich um Relikte einer circumpazifischen Verbreitung. So ist z. B. *Pinus trifolia* MIKI aus dem Neogen Japans sicher eine nahe Verwandte einer kalifornischen Küstenkiefer (*Pinus attenuata*, *Pinus sabiniana*). Da ähnliche Zapfen auch im deutschen Jungtertiär festgestellt wurden (vgl. KILPPER 1968), so ist die eher überraschende Anwesenheit kalifornischer Florenelemente aus unserem Unter-Sarmat als eine holarktische Verbreitung am Rande der Tethys und Paratethys über Kalifornien, Japan, China, Vorderer Orient bis in unseren Raum vorstellbar. Dies gilt besonders auch für *Sequoia sempervirens*, welche fossil in Japan und China mehrfach nachgewiesen wurde.

Folgende Vergleichsformen unserer fossilen Pollenkörner sind heute auf Kalifornien beschränkt.

1. *Abies grandis*
2. *Pinus* Subsect. *Oocarpae*
3. *Pinus radiata*
4. *Sequoia sempervirens*

Das amerikanische Element umfaßt somit insgesamt 16 verschiedene Taxa, mit Ausnahme von *Tsuga* sind die Pollenspektrenanteile jedoch niedrig.

IV) Mediterran – vorderasiatisches Element

1. *Arbutus*
2. *Cedrus* cf. *libani*
3. *Pinus halepensis*
4. *Pinus pinea*
5. *Juniperus* Sect. *Oxycedrus* (m. *Arceuthobium*)
6. *Abies cephalonica*
7. *Liquidambar orientalis*
8. *Quercus* cf. *cerris*
9. *Phalaris* sp.

Asiatische Elemente

V) Himalaya-Region

Auf Grund der Florenverwandtschaft vieler Elemente (*P. roxburghii* – *P. canariensis*, *P. griffithii* – *P. peuce*, *Cedrus deodara* – *Cedrus libani*) könnte diese Region eher als ein verlängertes Mittelmeergebiet zu betrachten sein. Prozentuell ist der Anteil der Himalayaflora in unseren Proben höher als jener der Mittelmeerelemente s. str. Es finden sich

1. *Pinus griffithii*
2. *Pinus roxburghii*
3. *Pinus gerardiana*
4. *Cedrus deodara*
5. *Fraxinus floribunda*
6. *Reevesia* (auch in China)
7. *Arceuthobium* (wie im Mittelmeergebiet, jedoch hier auf *P. roxburghii* epiphytisch)

VI) Sinomalayisches Element

Diese Florenelemente sind sowohl an Arten als auch mengenmäßig im Spektrum am stärksten vertreten.

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. <i>Cathaya argyrophylla</i> |China, Oberer Yangtse |
| 2. <i>Pinus insularis</i> | Burma bis Philippinen |
| 3. <i>Pinus tabulaeformis</i> | Mittelchina |

4. <i>Keteleeria</i>	China, Taiwan
5. <i>Tsuga yunnanensis</i>	China, Setschuan
6. <i>Cunninghamia</i>	China
7. <i>Glyptostrobus</i>	...China
8. <i>Taiwania</i>	Taiwan
9. <i>Liquidambar formosana</i>	Taiwan
10. <i>Fagus longipetiolata</i>	China
11. <i>Toddalia</i>	..(nur Philippinen)
12. <i>Acer franchetti</i>	China
13. <i>Firmiana</i>	China
14. <i>Olax</i>	..Philippinen
15. <i>Eucommia</i>	China
16. <i>Pterocarya</i>	China-Japan-Kaukasus

VII) J a p a n i s c h e s E l e m e n t

1. *Pinus densiflora*
2. *Pinus pumila*
3. *Sciadopitys verticillata*
4. *Cryptomeria japonica*
5. *Tsuga diversifolia*

Insgesamt 28 asiatische Elemente stehen 12 amerikanischen und 9 mediterranen Elementen gegenüber. Bei den restlichen Florenanteilen handelt es sich meistens um arktotertiäre-holarktisch verbreitete Gattungen und Arten, wie *Betula*, *Alnus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*, *Ulmus*, *Quercus*, etc. (vgl. Florenliste).

Projiziert man die stark differenzierte rezente Arealgruppierung kumulativ in unser Fossilareal des Unter-Sarmat am Südostrand der Ostalpen oder besser am Westrand der zentralen Paratethys, so scheint eine Differenzierung nach der Höhenlage und Pflanzenassoziation wahrscheinlich (vgl. Abb. 16)

1. Das Element des östlichen Nordamerika beinhaltet vorwiegend Formen des Tieflandes, der Sümpfe, Flußufer und Auen und scheint schon damals ein Relikt aus einer Zeit gewesen zu sein, wo die westliche Paratethys noch im Westen und Norden die niedrigen Mittelgebirge der Alpen umrahmte. Damit konnte die Flora an den Rändern in den zentralen Mittel- und Nordeuropäischen Raum übergreifen. Mit der Abschnürung und dem Austrocknen dieses nördlichen Paratethysrahmens sowie auch später der Unterbrechung zur eigentlichen Tethys persistierte im Bereich der restlichen zentralen Paratethys eher das mexikanische Element, welches in den Niederungen zwar noch höhere Temperaturen erforderte, jedoch periodischen Trockenzeiten eher angepaßt erscheint.

2. Im Bereich der Zentralen Paratethys tritt das Mediterran-Element deutlich in Erscheinung (*Cedrus*, *Arbutus*, *P. halepensis*, *P. pinea*).

3. Das asiatische Element dominiert deutlich, auch wenn man es um die Himalayaanteile reduziert und diese eher dem Mediterranelement zuzählt.

Zum letzteren erscheinen die Beziehungen bei der Mehrzahl der Arten begründeter als nach China.

Das chinesische Florenelement erfuhr offenbar in den Randgebirgen der Paratethys eine Erweiterung und Ausbreitung, wobei zum Beispiel *Fagus longipetiolata* nur deshalb gleichzeitig mit dem amerikanischen bzw. mexikanischen *Fagus* vorkommen konnte, weil erstere Art aus China in die neu entstandenen höheren Gebirgslagen vordrang.

Das japanische Element fand sich nur an eher seltenen gemäßigten niederschlagsreichen zertalten Höhenlagen mit tiefgründigen sauren Böden.

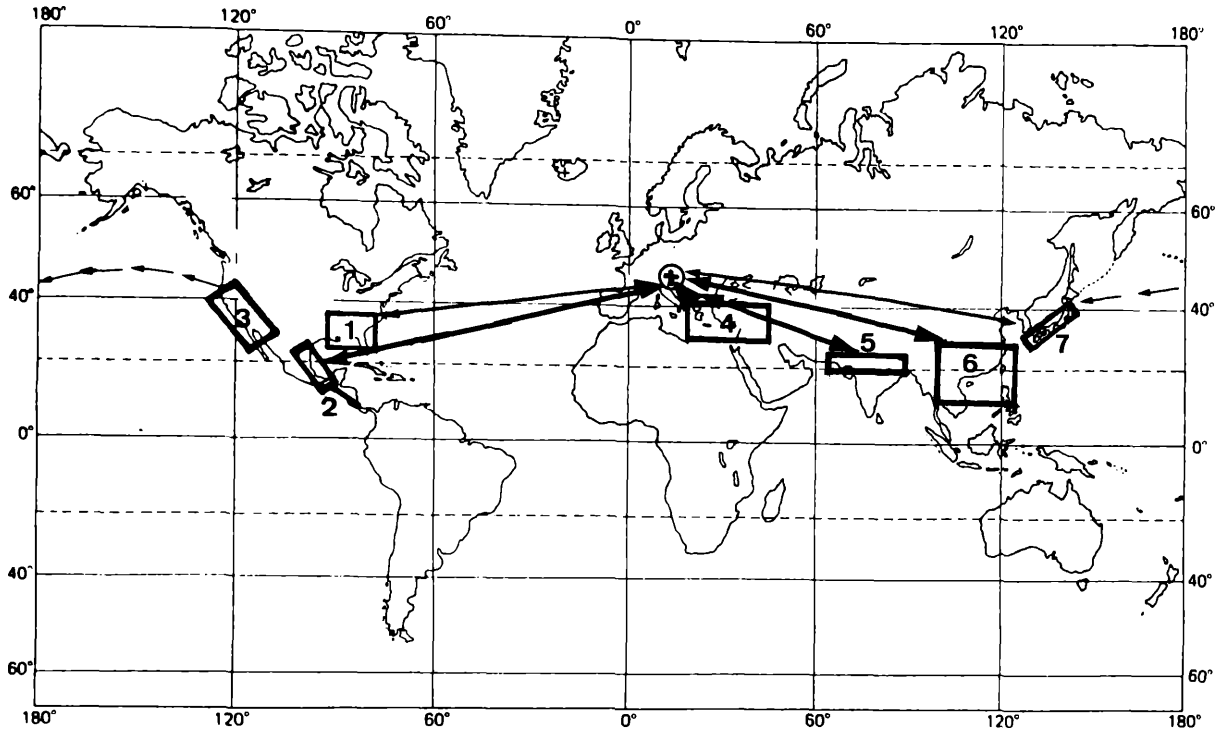


Abb. 16. Areale rezenter Vergleichsformen zu den Pollenfunden des Unter-Sarmat im Lavanttal (Austria).

+ Fossilfundstelle des Unter-Sarmat im Lavanttal.

Amerikanisches Florenelement: 1) Südöstliches Nordamerika, 2) Mexikanische Golfküste (Vera Cruz, Oaxaca), 3) Kalifornisches Element. Mediterranes Element: 4) Mediterran-vorderasiatisches Element. Asiatisches Element: 5) Himalaya-Region, 6) Sinomalayisches Element, 7) Japanische Anteile.

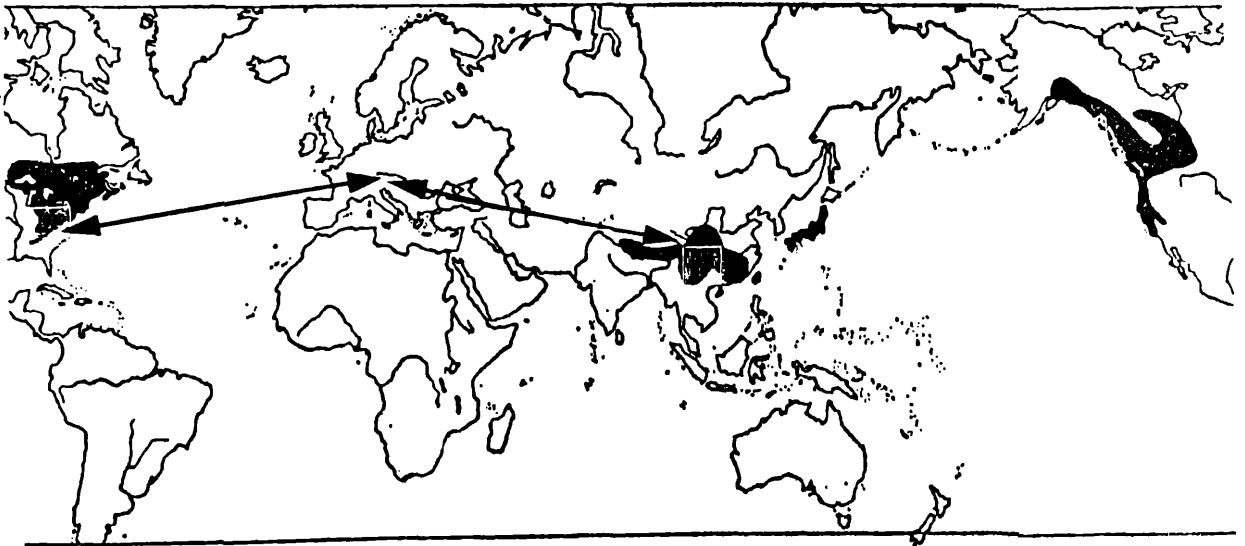


Abb. 17. Rezentareale der Gattung *Tsuga* (schwarz). Heutige Verbreitung der *Tsuga*-Fossilien aus dem Unter-Sarmat der Ostalpen. 1. *Tsuga canadensis* (vel. *caroliniana*), 2. *Tsuga yunnanensis*.

Literatur

- ABUZIAROVA, R. Y. 1955. Rezul'taty sporovo-pyl'tse-
vykh issledovaniy oligotsenovykh ot lozheniy Shintu-
zsaya (Turgay). — Akad. Nauk. Kaz. S. S. R., Inst.
Zool. Materialy Istor. Fauny Flory Kazakhst., 1:126
–137, Taschkent.
- ACCORSI, C. A., 1977. Flora e vegetatione dell Emilia-
Romagna. — Bologna.
- ACCORSI, C. A., BANDINI, M. A., FORLANI, L. 1978.
Modello di schede palinologiche di Pini italiani (*Pinus*
cembra L., *Pinus pinea* L., *Pinus silvestris* L. subsp.
silvestris L., ecotipo emiliano). — Estratto dall'Archivio
Botanico e Biogeografico Italiano, 54(3/4), Forli.
- ACCORSI, C. A. et al., 1979. Il giacimento paleolitico di
Serino (Avellino): stratigrafia, ambienti e paleontologia.
— Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., A, 86:435–487,
Firenze.
- ACCORSI, C. A., FORLANI, L., BANDINI-MAZZAN-
TI, M., 1982. Paleoambiente collegati a reperti roma-
ni nell'area di Budrio e Castenaso (Bologna) in base
ad analisi attuo- e paleopalinologiche. — Comune di
Budrio. Bologna.
- AMANN, B. R., 1977: A pollenmorphological distinction
between *Pinus banksiana* Lamb. and *P. resinosa* Ait.
— Pollen et Spores, vol. XIX (4):521–529, Paris.
- ANDREANSZKY, G., 1959. Die sarmatische Stufe in
Ungarn. — 360 S., Budapest.
- AROBBA, D., 1979. Determinazione di „*Pinus halepen-
sis*“ Miller e „*Pinus pinaster*“ Aiton sulla base di dif-
ferenze palinologiche. — Estratto dall'Archivio Bot.
e Biogeografico Italiana, 55, 3, Forli.
- AVERDIECK, F. R., 1958. Pollen vom Chenopodiaceen-
Typ im Flöz Frimmersdorf — ein Hinweis auf seine
strandnahe Entstehung. — Fortschr. Geol. Rheinld.
Westf., 1:101–112, Krefeld.
- AYTUG, B., 1961. Etude des pollens du genre *Cèdre*
(*Cedrus* Link.). — Pollen et Spores, vol. III(1):47–
54, Paris.
- BAGNELL Jr., R. C., 1975: Species distinction among
pollen grains of *Abies*, *Picea* and *Pinus* in the Rocky
Mountain area (a Scanning Electron Microscope stu-
dy). — Rev. Palaeobot. Palynol., 19:203–220, Am-
sterdam.
- BARTH, O. M., 1979: Pollen morphology of Brazilian
Symplocos Species (Symplocaceae). — Grana 18:99–
107, Stockholm.
- BECK-MANNAGETTA, P., 1952: Zur Geologie und Pa-
läontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales. —
Jb. Geol. Bundesanst., H. 1, Wien 1952.
- BENDA, L., 1971: Grundzüge einer pollenanalytischen
Gliederung des türkischen Jungtertiärs (Känozoikum
und Braunkohlen der Türkei. 4.). — Beih. geol. Jb.,
113, 46 S., Hannover.
- BERGER, W., 1953: Die obermiozäne (sarmatische) Flo-
ra von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana. —
Sitz.-ber. Österr. Akad. Wiss., 162, Wien.
- BERGER, W., 1955: Jungtertiäre Pflanzenreste aus dem
unteren Lavanttal in Ostkärnten. — N. Jb. Geol. Pal.
Abh., 100:402–430, Stuttgart.
- BERGER, W. & ZABUSCH, F., 1953: Die obermiozäne
(sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. — N.
Jb. Geol. Paläont. Abh., 98(2):226–276, Stuttgart.
- BERTOLANI-MARCHETTI, D., ACCORSI, C. A.,
BANDINI-MAZZANTI, M. & FORLANI, L., 1980.
Le ricerche palinologiche nell'illustrazione dell'am-
biente naturale bolognese. — Natura e montagne 27
(3):33–57, Bologna.
- BEUG, H. J., 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung für
Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. — Fischer
Verl., 63 S., Stuttgart.
- BIESBOER, D. D., 1975. Pollen morphology of *Acera-
ceae*. — Grana, 15(1–3):19–27, Stockholm.
- BORGE, O. & ERDTMAN, G., 1954. On the Occurrence
of *Pediastrum* in Tertiary Strata in the Isle of Wight.
— Botaniska Notiser, H. 2, Lund.
- BREEDLOVE, D., 1973. The phytogeography and vege-
tation of Chiapas (Mexico). — In: A. Graham, 1973,
Elsevier Verl., New York.
- BRELIE, G. v. D., 1958 a. Sporen und Pollen im mari-
nen Tertiär der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr.
Geol. Rheinld. u. Westf., 1:185–204, Krefeld.
- BRELIE, G. v. D., 1961. Pollenstratigraphische Gliede-
rung und fazielle Entwicklung des jüngeren Tertiärs
(Oberoligozän bis Pliozän) in der niederrheinischen
Bucht. — Meyniana, 10:75–88, Kiel.
- BRELIE, G. v. D., 1967. Quantitative Sporenuntersu-
chungen zur stratigraphischen Gliederung des Neogens
in Mitteleuropa. — Rev. Paleobot. Palynol., 2(1–4):
147–162, Amsterdam.
- BRELIE, G. V. D. & REIN, U., 1958. Die stratigraphi-
sche Einstufung der Braunkohlenflöze im Tagebau
Düren. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 2:555–
562, Krefeld.
- BRESINSKY, A., 1983. Niedere Pflanzen. — In: Strass-
burger, Lehrbuch der Botanik, 32. Aufl., Fischer
Verl., Stuttgart.
- CARATINI, C., VAN CAMPO, M. & SIVAK, J. 1972.
Pollen de *Cathaya* (Abietaceae) au Tertiaire en Fran-
ce — Pollen et Spores, 14(2):169–172, Paris.
- CERCEAU, M. T., 1959. Clé de détermination d'Ombellifères
de France et d'Afrique du Nord d'après leurs
grains de pollen. — Pollen et Spores, 1(2):145–190,
Paris.
- CERCEAU-LARRIVAL, M. T., 1980. Umbelliferae Juss.,
Hydrocotyloideae Drude/Hydrocotyleae Drude. —
World Pollen and Spore Flora 9:1–33, Stockholm.
- CHANG, S. T., 1958. The morphologic characteristics of
the recent and of some fossil species of Liquidambar.
— Acta Botanica Sinica VII(4):215–229, Peking.
- CHEN, S. H. & HUANG, T. C., 1974. Spore Morphology
of Formosan Pteridaceae. — Taiwaniana 19(2):179–229,
Taipei.
- CHRISTENSEN, E. F., 1975. The Soby Flora: Fossil
plants from the Middle Miocene delta deposits of the
Soby Fastingholt area, Centr. Jutland, Denm., Part 1.
— Geol. Surv. Denmark II/103, 41 S., Copenhagen.
- CLARK, G. C. S. & JONES, M. R. 1978. *Aceraceae*.
(NEPF 17). — Rev. Paleobot. Palynol. 26(5):181–
193, Amsterdam.

- COOKSON, I. C., 1953. Records of the occurrence of *Botryococcus braunii*, *Pediastrum* and the Hystri-chosphaeridae in Cainozoic deposits of Australia. — Mem. Nat. Mus. Melbourne, 18:107–123, Melbourne.
- COUPER, R. A., 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. A systematic and stratigraphic study. — *Paläontographica* B, 103:75–179, Stuttgart.
- CZECZOTT, H., 1951. The middle-miocene flora of Zalesce near Wisnowiec (Volhynia). — *Acta Geol. Polon.*, 2:349–446, Warschau.
- DE FERRE, Y., 1952. Les formes de jeunesse des abiéta-cées, ontogénie et phylogénie. — *Trav. Lab. For. Toulouse* 2, Sect. 1(3):1–284, Toulouse.
- DEAK, M. H., 1959. Observations concernant le change-ment de forme des spores trilètes. — *Rev. Micropalé-ont.*, 2(1):28–30, Paris.
- DEHM, R., GALL, H., HÖFLING, R., JUNG, W. & MALZ, H., 1977. Die Tier- und Pflanzenreste aus den obermiozänen Riessee-Ablagerungen in der For-schungsbohrung Nördlingen. — *Geol. Bav.* 75:91–109, München.
- DRAXLER, I., 1972: Palynologische Untersuchungen an Sedimenten aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. — *Ann. Nat. Mus. Wien*, 76:161–186, Wien.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKA, J., 1954: Pollen Analy-sis of Brown Coal from the Region of Zary (Lower Si-lesia). — *Inst. Geol. Biul.* 71:41–92, Warschau.
- DOKTOROWICZ-HREBNICKA, J., 1961: Paleobotanical Basis for the correlation of Brown Coal Seams from the Rogozno deposit near Lodz. Part I + II. — *Inst. Geol. Biul.*, Warschau.
- EHRENDORFER, F., 1983. Samenpflanzen. — In: Strass-burger, Lb. d. Botanik, 32. Aufl., Fischer-Verl., Stutt-gart.
- ELSIK, W. C., 1974. *Nothofagus* in Northern America. — *Pollen et Spores*, XVI(2):285–299, Paris.
- ENGLER, A., 1954. Syllabus der Pflanzenfamilien. I. Band. Allgemeiner Teil, Bakterien bis Gymnospermen. — Gebr. Borntraeger, Berlin Nikolasee.
- ENGLER, A., 1964. Syllabus der Pflanzenfamilien. II. Band. Angiospermen, Übersicht über die Florengebiete der Erde. — Gebr. Borntraeger, Berlin Nikolasee.
- ENDRESS, P. K., 1977. Evolutionary Trends in the Ha-mamelidales-Fagales-Group. — *Plant Syst. Evol. Suppl.* 1:321–347, Wien.
- ERDTMAN, G., 1952. Pollen Morphology and Plant Ta-xonomy. Angiosperms. — Almquist and Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN, G., 1957. Pollen and Spore Morphology/Plant Taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (Illustrations). — Almquist and Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN, G., 1965. Pollen and Spore Morphology/Plant Taxonomy. Gymnospermae, Bryophyta (Text). — Almquist and Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN, G., 1969. Handbook of Palynology. — Munksgaard, Kopenhagen.
- ERDTMAN, G., BERGLUND, B. & PRAGLOWSKI, J. 1961. An introduction to a Scandinavian Pollen Flo-ra. — *Grana Palynologica* 2(3):1–92, Stockholm.
- ERDTMAN, G., PRAGLOWSKI, J. & NILSSON, S., 1963. An Introduction to a Scandinavian Pollen Flo-ra II. — Almquist and Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN, G. & SORSA, P., 1971. Pollen and Spore Morphology/Plant Taxonomy. Pteridophyta (Text and Additional Illustrations). — Almquist and Wiksell, Stockholm.
- ETTINGSHAUSEN, C. v., 1894. Die Formenelemente der europäischen Tertiärbuche (*Fagus Feroniae* Ung.). — *Denkschr. kaiserl. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl.*, 61:1–16, Wien.
- EVITT, W. R., 1963. A discussion and proposals concern-ing fossil Dinoflagellates, Hystri-chospheres and Acrit-archs I–II. — *Proc. Nat. Acad. Sci.* 49(2, 3):158–164, 298–302.
- FERGUSON, D. K., 1967. On the phytogeography of Coniferales in the European Cenozoic. — *Palaeogeogra-phy, Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 3:73–110, Amster-dam.
- FLORIN, R., 1966. The distribution of Coniferales and Taxad Genera in Time and Space. — *Act. Horti Berg.* 20(4):121–312, Uppsala.
- FREDERIKSEN, N. O., 1980. Sporomorphs from the Jackson Group (Upper Eocene) and Adjacent Strata of Mississippi and Western Alabama. — *Geol. Surv. Paper* 1084:1–71, Washington.
- GAUSSEN, H., 1960. Les Gymnospermes actuelles et fossiles. 6. Genus *Pinus*. — 272 S., Toulouse.
- GIVULESCU, R., 1960. Die fossile Flora Rumäniens. — *Ber. Geol. Ges. DDR* 5, 4:382–434, Berlin.
- GIVULESCU, R., 1980. Die Gattung *Taiwania* Hayata im Pliozän Rumäniens. — *Argumenta Palaeobotanica* 6:165–168, Münster.
- GIVULESCU, R. & NICORICI, E., 1960. Das Sarmat von Fizes (Rumänien) und seine fossile Flora. — *N. Jb. Geol. Paläont.*, 110(2):180–185, Stuttgart.
- GOMEZ-POMPA, A., 1973. Ecology of the vegetation of Vera Cruz. — In: GRAHAM 1973, Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America, S. 73–148, Elsevier Verl., Amsterdam.
- GRAHAM, A., 1965. The Sucker Creek and Trout Creek Miocene Floras of Southeastern Oregon. — *Kent State Univ. Bull.*, 153(12):9–103, Kent, Ohio.
- GRAHAM, A., 1972. Floristics and Palaeofloristics of Asia and Eastern North America. — Elsevier, Amster-dam.
- GRAHAM, A., 1973. Vegetation and Vegetational Hi-story of Northern Latin America. — Elsevier Verl., Amsterdam.
- GRAY, J., 1964. Northwest American tertiary palyno-logy: the emerging picture. — In: L. M. CRANWELL, Ancient Pacific Floras, The Pollen Story, Univ. Hawai.
- GREBE, H., 1955. Die Mikro- und Megaflora der plio-zänen Ton- und Tongyttjaline in den Kieseloolith-Schichten von Swisterberg/Weilerswist (Blatt Sech-tem) und die Altersstellung im Tertiär der Nieder-rheinischen Bucht. — *Geol. Jb.* 70:535–574, Hanno-ver.
- GREGOR, H. J., 1977. *Zanthoxylum wemdigense* nov.

- spec. aus untersarmatischen Riessee-Ablagerungen. — Mitt. Bayr. Staatssammlung Paläont. hist. Geol. 17: 249–256, München.
- GREGOR, H. J., 1980. Ein neues Klima- und Vegetationsmodell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. — Verh. Geol. B.-A., 1979/3:337–353, Wien.
- GREGOR, H. J., 1982. Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. — Enke Verl., Stuttgart.
- GREGOR, H. J. & JUNG, W., 1977. Die paläobotanische Erforschung der Oberpfälzer Braunkohle. — Bayer. Braunkohlen-Bergbau, 102, 12 S., Schwandorf.
- GRILL, R., 1952. Zur Mikrofauna der Mühldorfer Schichten. — In: BECK-MANNAGETTA, P. Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales. — Jb. Geol. Bundesanst., 95(1):35–37, Wien.
- GUGGENHEIM, R., 1975. Rasterelektronenmikroskopische und morphometrische Untersuchungen an Tilia-Pollen. — Flora, 164:287–338, Berlin.
- GUINET, PH., 1962. Pollen d'Asie tropicale. — Trav. Sect. Techn. 5(1), 112 S., Pondichery.
- HANDEL-MAZETTI, H., 1927. Naturbilder aus Südwest-China. — Springer Verl., Wien und Leipzig.
- HANKS, S. L. & FAIRBROTHERS, D. E., 1976. Palynotaxonomic investigation of *Fagus* L. and *Nothofagus* Bl.: Light microscopy, scanning electron microscopy and computer analysis. — Botanical Systematics 1, New York.
- HANTKE, R., 1954. Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle Schrotzburg. — Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges., 80(2):31–118, Zürich.
- HESSE, M. & ZETTER, R., 1984. Viscin threads of a miocene species of the Onagraceae. — Pollen et Spores, 26(1):95–100, Paris.
- HEYWOOD, V. H., 1982. Blütenpflanzen der Welt. — Birkhäuser Verl., Basel.
- HO, R. H. & SZIKLAI, O., 1973. Fine structure of pollen surface of some Taxodiaceae and Cupressaceae species. — Rev. Palaeobot. Palynol., 15(1):17–26.
- HOCHULI, P. A., 1978. Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. — Beitr. Paläont. Österr. 4:1–132, Wien.
- HOFMANN, E., 1929. Fossile Pflanzenreste aus dem Tertiär des Lavanttales in Kärnten. — Verh. geol. Bundesanst., 4:101–120, Wien.
- HOFMANN, E., 1938. Über die Pflanzenreste von Kollnitz. — Zbl. Min. usw., B, 11, Stuttgart.
- HOFMANN, E. & KAHLER, F., 1938. Entstehung und Alter des inneralpinen Basaltes von Kollnitz im Lavanttal (Ostkärnten). — Zbl. Min. usw., Abt. B, 11, Stuttgart.
- HUANG, T. C., 1972. Pollen Flora of Taiwan. — National Taiwan Univ., Bot. Dept. Press. Taipei.
- HUNGER, R., 1953. Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchungen der Braunkohlen der südlichen Oberlausitz und die Pollenanalyse als Mittel zur Deutung der Flözgenese. — Freib. Forsch.-H., C, 8:1–38, Berlin.
- JÄGER, S., 1959. Die Erreger des Heufiebers. — In: HORAK & JÄGER, Urban & Schwarzenberg, München-Wien.
- JUNG, W., 1972. Neue paläobotanische Untersuchungen an den Braunkohlen der Oberpfalz. — Ber. Bayer. Bot. Ges., 43:97–108, München.
- JUNG, W., BEUG, H. J. & DEHM, R., 1972. Das Riß-Würm-Interglazial von Zeifen, Landkreis Laufen a. d. Salzach. — Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abh. N. F. 151, 131 S., München.
- JUNG, W. & MAYR, H., 1980. Neuere Befunde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung. — Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., 20:159–172, München.
- KAHLER, H., 1933. Über die Verbreitung des kohleführenden Jungtertiärs in Kärnten. — Verh. Geol. Bundesanst., 1933:125–129, Wien.
- KIESLINGER, A., 1928. Die Lavanttaler Störungszone. — Jb. Geol. Bundesanst., 78:499–528, Wien.
- KILPPER, K., 1968 a. Koniferenzapfen aus den tertiären Deckschichten des niederrheinischen Hauptflözes 1. — Palaeontographica, B, 121:159–168, Stuttgart.
- KILPPER, K., 1968 b. Koniferenzapfen aus den tertiären Deckschichten des niederrheinischen Hauptflözes, 2. Pinus L. — Palaeontographica, B, 123:213–220, Stuttgart.
- KIRCHHEIMER, 1934 b. Über Tsuga-Pollen aus dem Tertiär. — Planta 22, Berlin.
- KIRCHHEIMER, F., 1935. Tsuga meonana n. sp. aus dem Tertiär von Groß-Steinheim a. M. — Beih. Bot. Cbl., B, 53:432–439, Dresden.
- KIRCHHEIMER, F., 1950. Das Vorkommen von Sciadopitys im mitteleuropäischen Tertiär und die Bedeutung ihres Pollens für die Stratigraphie der Braunkohlenschichten. — N. Jb. Geol. Paläont., 1950(2):59–64, Stuttgart.
- KLAUS, W., 1950. Palynologische (pollenanalytische) Untersuchungen an der Ober-Pannonen Braunkohle von Neufeld a. d. L. — Diss. Phil. Fak. Univ. Wien.
- KLAUS, W., 1951. Entwicklung und Bedeutung der Präquartär-Palynologie (Pollen- und Sporenanalyse) in Österreich. — Zeitschr. Erdöl, H. 6, Wien.
- KLAUS, W., 1951. Tertiär-Palynologie in Österreich. — Svensk. bot. Tidskrift 45(1):137–241, Uppsala.
- KLAUS, W., 1952. Bemerkungen zur Palynologie der Hausruck-Kohlen. — Anz. Österr. Akad. Wiss., 1952, Nr. 9:1–9, Wien.
- KLAUS, W., 1953. Zur Einzelkornpräparation fossiler Sporomorphen. — Mikroskopie 8(112):1–14, Wien.
- KLAUS, W., 1953. Palynology of Coal, Salt and Oil in Austria. — The Micropalaeontologist, VII(4):28–30, New York.
- KLAUS, W., 1954. Braunkohlenpalynologie einiger weststeirischer Lagerstätten. — Verh. Geol. Bundesanst., 1954(3):170–179, Wien.
- KLAUS, W., 1954. Bau und Form von *Sporotrapoidites illingensis* n. g. et sp. sporomorpharum. — Botaniska Notiser, H. 2:124–131, Lund.
- KLAUS, W., 1954. Laboratorium für Palynologie, Ber. 1953. — Verh. Geol. Bundesanst. 1, Wien.
- KLAUS, W., 1955. Über die Sporendiagnose des deutschen Zechsteinsalzes und des alpinen Salzgebirges. —

- Z. dt. geol. Ges., Jg. 1953, 105:776–788, Hannover.
- KLAUS, W., 1955. Die Bedeutung anorganischer Sedimente für die Sporenstratigraphie in der angewandten Geologie. – Erdöl-Zeitung, Jg. 71, H. 5/6:51–52, Wien.
- KLAUS, W., 1955. Pollenanalytisch-stratigraphische Betrachtungen zur Altersstellung einer Blattfossilien führenden Schicht aus Wolkersdorf im unteren Lavanttal (Ostkärnten). – Verh. Geol. Bundesanst., H. 4:239–242, Wien.
- KLAUS, W., 1955. Bericht aus dem Laboratorium für Palynologie. – Verh. Geol. Bundesanst., H. 1:95–97, Wien.
- KLAUS, W., 1955. Bemerkungen zum palynologischen Befund der Proben C2 und C10 Carnuntum. – In: KÜPPER, H., Exkursion im Wiener Becken südlich der Donau mit Ausblicken in den pannonischen Raum. Verh. Geol. 1955, D:127–136, Wien.
- KLAUS, W., 1956. Kohle- Salz- und Erdöllager im Lichte der Sporenmikroskopie. – Österr. Bergmannskalender, 1956, S. 53–57, Montan Verl. Wien.
- KLAUS, W., 1956. Mikrosporenhorizonte in Süd- und Ostkärnten. – Verh. Geol. Bundesanst. 1956(3):250–255, Wien.
- KLAUS, W., 1956. Bericht aus dem Laboratorium für Palynologie. – Verh. Geol. Bundesanst., H. 1, Wien.
- KLAUS, W., 1959. Die Palynologie als stratigraphische Methode im Tertiär. In: PAPP, A. & THENIUS, E., Handb. d. stratigr. Geologie, Bd. III(1):359–384, Enke Verl. Stuttgart.
- KLAUS, W., 1960. Sporen der karnischen Stufe der ostalpinen Trias. – Jb. Geol. Bundesanst., Sonderband 5:107–183, Wien.
- KLAUS, W., 1965. „Pterocarya“-Pollen im Quartärsalz aus Israel. – Pollen et Spores, 7(3):529–531, Paris.
- KLAUS, W., 1968. State of preservation of fossil spores as an aid to saline stratigraphy. – UNESCO 1972. Proc. Hannov. Symp. (Earth Science 7):129–130, Hannover.
- KLAUS, W., 1971. Über Form und Erhaltungszustand fossiler Pollenkörner in Koprolithen und Phosphoriten. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 9:537–551, Stuttgart.
- KLAUS, W., 1972. Saccusdifferenzierungen an Pollenkörnern ostalpiner *Pinus*-Arten. – Österr. Bot. Z., 120:93–120, Wien.
- KLAUS, W., 1973. Zur Aufbereitungstechnik und Stratigraphie von Trias-Sporen. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustudenten, 21:427–435, Innsbruck.
- KLAUS, W., 1975. Über bemerkenswerte morphologische Bestimmungsmerkmale an den Pollenkörnern der Gattung *Pinus* L. – Linzer biol. Beitr., 7(3):329–369, Linz.
- KLAUS, W., 1975. Das Mondsee-Interglazial, ein neuer Florenfundpunkt der Ostalpen. – Jb. O. Ö. Musealver., 120(I):315–344, Linz.
- KLAUS, W., 1977. Forschungsschwerpunkte der Paläobotanik und Palynologie an der Universität Wien. – Rev. Paläobot. Palynol., 23:303–330, Elsevier Verl., Amsterdam.
- KLAUS, W., 1977. Der Fund einer fossilen Aleppo-Kiefer (*Pinus halepensis* MILL.) im Pannon des Wiener Beckens. – Beitr. Paläont. Österr. 2:59–69, Wien.
- KLAUS, W., 1977. Zur Pollendiagnose der Rotkiefer (*Pinus sylvestris* L.). – Sitzber. Österr. Akad. Wiss. math. naturw. Kl., Abt. I, 186(4–5):126–218, Wien.
- KLAUS, W., 1977. Zur Bestimmung und Interpretation der Pollendichte in Sedimenten. – Jb. Oberösterreich. Mus. ver., 122(1):171–182, Linz.
- KLAUS, W., 1978. On the taxonomic significance of tectum sculpture characters in alpine *Pinus* species. – Grana 17:161–166, Stockholm.
- KLAUS, W., 1977. Neue fossile Pinaceen-Reste aus dem österreichischen Jungtertiär. – Beitr. Paläont. Österr., 3:105–127, Wien.
- KLAUS, W., 1979. Zum Naturstandort der nordamerikanischen Weihrauchkiefer (*Pinus taeda* L.). Vergleichsstudie für die fossilen Hausruckkiefern. – Jb. O. Ö. Musealver., 124(1):177–192, 5 Taf., Linz.
- KLAUS, W., 1980. Neue Beobachtungen zur Morphologie des Zapfens von *Pinus* und ihre Bedeutung für die Systematik, Fossilbestimmung, Arealgestaltung und Evolution der Gattung. – Pl. Syst. Evol., 134:137–172, Wien.
- KLAUS, W., 1980. Über eine bemerkenswerte fossile *Pinus*-Art aus dem Untermiozän von Niederösterreich. – Ann. Naturhist. Mus., 83:169–180, Wien.
- KLAUS, W., 1982. Ein *Pinus canariensis* SMITH-Zapfendfund aus dem Ober-Miozän (Pannon) des Wiener Beckens. – Ann. Naturhist. Mus., 84, A:79–84, Wien.
- KLAUS, W., 1982. Die Kanarenkiefer (*Pinus canariensis* SMITH ssp. *prisca* n. ssp.) und weitere Kiefernreste aus dem Jungtertiär von Stöb im Burgenland (Austria). – Biol. Station Neusiedler See, BFB-Bericht 44:1–11, Illmitz.
- KLAUS, W., 1984. *Pinus brutia* TEN. ssp. *vindobonensis* n. ssp. und weitere fossile Mediterrankiefern aus Österreichs Miozänablagerungen. – Ann. Naturhist. Mus., 86, A:41–45, Wien.
- KLAUS, W., 1985. Ein fossiler Zapfen der Aleppokiefer aus dem Mittel-Miozän der Steiermark (Austria). – Ann. Naturhist. Mus. Wien, 1985 (in Druck).
- KNAPP, R., 1965. Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln. Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume (Hrsg. H. Walter), I. – Fischer Verl., 373 S., Stuttgart.
- KORENEVA, E. V. & KARTASHOVA, G. G., 1978: Palynological Study of Samples from Holes 379 A, 380 A, LEG 42 B. – Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 42, 2:951–992, Washington. und ephedroide (polylicate) Pollenformen. – 175 S.,
- KOVAR, J., 1979. Pflanzenreste aus dem Pannon (Ober-Miozän) von Rohrbach bei Ziersdorf (Niederösterreich). – Beitr. Paläont. Österr., 6:107–117, Wien.
- KOVAR, J., 1982. Einer Blätter-Flora des Egerien (Ober-Oligozän) aus marinen Sedimenten der Zentralen Paratethys im Linzer Raum (Österreich). – Beitr. Paläont. Österr., 9:1–209, Wien.
- KREMP, G., 1949. Pollenanalytische Untersuchung des miozänen Braunkohlenlagern von Konin an der War-

- the. — *Paleontographica*, B, 90:53–93, Stuttgart.
- KREMP, G. & KAWASAKI, I., 1972. The Spores of the Pteridophytes. Illustrations of the Spores of the Ferns and Fern Allies. A guide to the type species of the extant spore genera. — Hirokawa Publishing Company, 398 S., Tokyo.
- KRUTZSCH, W., 1963. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferg. III: Sphagnaceoide und selaginellaceoide Sporenformen. — 128 S., Berlin.
- KRUTZSCH, W., 1968. Zur Kenntnis der dispersen Oenotheraceen-(Onagraceen) Pollens insbesondere aus dem mitteleuropäischen Tertiär. — *Paläont. Abh.* B, 2(4):765–788, Berlin.
- KRUTZSCH, W., 1970. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferg. VII: Monoporate, monocolpate, longicolpate, dicolpate und ephedroide (polylicate) Pollenformen. — 175 S., Berlin.
- KRUTZSCH, W., 1970. *Reevesiapollis*, ein neues Pollengenuss der Sterculiaceen aus dem mitteleuropäischen Tertiär. — *Fedd. Repert.*, 81:371–386, Berlin.
- KRUTZSCH, W., 1971. Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen- sowie Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas. Lieferg. VI: Coniferenpollen (*Saccites* und „*Inaperturates*“). — 234 S., Berlin.
- KRUTZSCH, W. & MAJEWSKI, J., 1967. Zur Methodik der pollenstratigraphischen Zonengliederung im Jungtertiär Mitteleuropas. — *Abh. zentr. geol. Inst.*, H. 10: 83–98, Berlin.
- KUPRIANOVA, L. A., 1960. Palynological Data contributing to the History of Liquidambar. — *Pollen et Spores* 2(1):71–88, Paris.
- LEROI-GOUHAN, A., 1973. Les cèdres „Villagranchiens“ de Saint-Vallier (Isère). — *Bull. Ass. fr. Quat.*, 1(73) (1):25–30, Paris.
- LEFEVRE, M. M. & BOURRELLY, P., 1939. Sur la stabilité de l'ornementation chez les espèces du genre *Pediastrum* Meyen. — *Compte rend. Acad. Sci.*, Séance 30. Jan. 1939, Paris.
- LI, WEN-YI & LIANG, YU-LIAN, 1981. The Pliocene Spore-Pollen Assemblage of Huang Hua in Hebei Plain and its Significance in Palaeobotany and Palaeogeography. — *Acta Bot. Sinica*, 23(6):478–486, Peking.
- LIEUX, M. H., 1980 a. An atlas of trees, shrubs and woody vines of Louisiana and other states, part i. *Gingkoaceae* to *Lauraceae*. — *Pollen et Spores*, 22 (1):17–57, Paris.
- LIEUX, M. H. 1980 b. An atlas of pollen of trees, shrubs and woody vines of Louisiana and other southeastern states, part 2. *Platanaceae* to *Betulaceae*. — *Pollen et Spores*, 22(1):191–243, Paris.
- LIEUX, M. H., 1982. An atlas of pollen of trees, shrubs and woody vines of Louisiana and other southeastern states, part 4. *Sapotaceae* to *Fabaceae*. — *Pollen et Spores*, 24(3–4):331–368, Paris.
- LIEUX, M. H. & GODFREY, W. M., 1982. An atlas of pollen of trees, shrubs and woody vines of Louisiana and other southeastern states, part 3. *Polygonaceae* to *Ericaceae*. — *Pollen et Spores* 24(1):21–64, Paris.
- LITTLE, E. L. & CRITCHFIELD, W. B., 1969. Subdivision of the genus *Pinus*. — U. S. Dept. Agric. Forest Serv. Misc. Publ. 1144, Washington.
- LONA, F., 1950. Contributi alla storia della vegetazione e del clima nella Val Padana. Analisi pollinica del giacimento Villafranchiano di Leffe (Bergamo). — *Atti Soc. Ital. Sc. Naturali*, 89:123–178, Mailand.
- LONA, F., 1971. Correlazioni tra alcune sequenze micropaleobotaniche plio-pleistoceniche continentali e marine dell'Italia centro-settentrionale de Europa centro-occidentale con riferimento al Limite Tiberiano. — *Acta Naturalia* 7(2):145–157, Parma.
- LONA, F. & BERTOLDI, R., 1972. La storia del Plio-Pleistocene italiano in alcune sequenze vegetazionali lacustri e marine. — *Atti Ac. Naz. Lincei*, Rome.
- MACKO, S., 1959. Pollen Grains and Spores from Miocene Brown Coals in Lower Silesia. I. — *Prace Wroc. Tow. Nauk.*, B, 96:1–177, Wroclaw.
- MACKO, S., 1957. Lower Miocene pollen flora from the valley of Klodnica, near Gliwice (Upper Silesia). — *Prace Wroc. Tow. Nauk.*, B, 88:5–313, Wroclaw.
- MÄDLER, K., 1939. Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main. — *Abh. Senckenberg. naturf. Fes.* 446:1–202, Frankfurt.
- MAI, D. H., 1961. Über eine fossile Tiliaceenblüte und tiloiden Pollen aus dem deutschen Tertiär. — *Geologie* 10, Beih. 32:54–93, Berlin.
- MAI, D. H., 1967. Die Florenzonen, der Florenwechsel und die Vorstellungen über den Klimaablauf im Jungtertiär der Deutschen Demokratischen Republik. — *Abh. zentr. geol. Inst.* 10:55–81, Berlin.
- MAI, D. H., 1981. Die Entwicklung und klimatische Differenzierung der Laubwaldflora Mitteleuropas im Tertiär. — *Flora*, 171:525–582, Berlin.
- MAMCZAR, J., 1960. Standard Section of the Middle Miocene for Central Poland. — *Inst. Geol. Biul.*, 157: 13–68 (poln.), S. 193–222 (engl. summary), Warschau.
- MAMCZAR, J., 1962. The Botanical Assignment of the Fossil Pollen Grains of *Rhooidites*, *Pollenites edmundi* R. POT. and *Pollenites euphorii* R. POT. and their Stratigraphic Significance. — *Inst. Geol. Biul.* 162:7–54 (poln.), S. 88–124 (engl. summary), Warschau.
- MANIKEN, S. S., 1966. Pollen der oberoligozänen und neogenen Ablagerungen Weißrußlands und ihre stratigraphische Bedeutung. — *Paläont. Strat. BSSR* 5: 144–297, Minks.
- MANTEN, A. A., 1958. Palynology of the miocene Browncoal mines at Haanrade (Limburg, Netherlands). — *Acta bot. Neerl.*, 7:445–488, Amsterdam.
- MARTINEZ, M., 1940. Una nueva especie forestal (*Fagus mexicana* sp. nova). — *Mex. Inst. Biol. An.*, 11: 85–89 (Reprinted in: *Mex. Bol. Forestal y de Caza* 1(4):9–11, Mexico City).
- MEUSEL, H., 1965. Die Reliktvegetation der kanarischen Inseln in ihren Beziehungen zur süd- und mitteleuropäischen Flora. — In: Gersch, M., *Gesammelte Vorträge über moderne Probleme der Abstammung*

- mungslehre, Jena 1965.
- MEJDEN, R. v. d., 1970. A Survey of the Pollenmorphology of the Indo-Pacific Species of *Symplocos* (Symlocaceae). — Pollen et Spores, 12(4):513–551, Paris.
- MENKE, B., 1976. Pliozäne und ältestquartäre Sporen- und Pollenflora von Schleswig-Holstein. — Geol. Jb. A, 32:3–197, Hannover.
- MEON-VILAIN, H., 1970. Palynologie des Formations Miocènes supérieures et Pliocènes du Bassin du Rhône (France). — Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 38, 167 S., Lyon.
- MEYER, B. L., 1952. Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. — Diss. Univ. München, 75 S., München.
- MEYER, B. L., 1956. Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. — Geol. Bav., 25:100–128, München.
- MICHAUX, J., SUC, J. P. & VERNET, J. L., 1979. Climatic inference from the history of the Taxodiaceae during the Pliocene and the Early Pleistocene in Western Europe. — Rev. Palaeobot. Palynol. 27(2):185–192, Amsterdam.
- MIROV, N. T., 1967. The Genus *Pinus*. — Ronald Press, New York.
- MOHR, B., 1984. Die Mikroflora der obermiozänen bis unterpliozänen Deckschichten der niederrheinischen Braunkohle. — Palaeontographica 191 B:29–133, Stuttgart.
- MÜRRIGER, F. & PFLANZL, G., 1955. Pollenanalytische Datierungen einiger hessischer Braunkohlen. — Notizbl. hess. L.-amt Bodenforsch., 83:71–89, Wiesbaden.
- MÜRRIGER, F. & PFLUG, H., 1952. Über eine palynologische Untersuchung des Braunkohlenlagers der Grube Emma bei Marxheim (Untermaingebiet). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. VI, 3:56–66, Wiesbaden.
- NAGY, E., 1958. Palynologische Untersuchung der am Fusse des Matra-Gebirge gelagerten oberpannonischen Braunkohle. — Földt. Int. Evköyv, 47(1):1–354, Budapest.
- NAGY, E., 1969. Palynological investigation of the Miocene in the Mecsek Mountains. — Magy. all. földt. Intez. Evk., 52(2):235–649, Budapest.
- NAKOMAN, E., 1965. Description d'un nouveau genre de forme: Crosinipollenites. — Ann. Soc. Géol. Nord., 85:155–158, Lille.
- OBRITZHAUSER-TOIFL, H., 1954. Pollenanalytische (palynologische) Untersuchungen an der untermiozänen Braunkohle von Langau bei Geras, NÖ. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 163 (4–5):325–374, Wien.
- OLDFIELD, F., 1959. The pollen morphology of some of the west european Ericales. — Pollen et Spores 1 (1):19–48, Paris.
- OSZAST, J., 1960. Pollen analysis of Tortonian Clays from Stare Gliwice in Upper Silesia, Poland. — Monographiae Botanicae, 9(1):1–48, Warschau.
- PACLTÖVA, B., 1960. Plant microfossils (mainly Sporomorphae) from the lignite deposits near Mydlovery in Ceske Budjovice Basin (South Bohemia). — Sb. ustred. Ust. geol., 25:109–176, Prag.
- PAPP, A., 1950. Über die Einstufung des Jungtertiärs im Lavanttal. — Anz. Österr. Akad. Wiss., 2:28–31, Wien.
- PAPP, A., 1951. Über die Altersstellung der Tertiärschichten von Liescha bei Prävali und Lobnig. — Car. II, Jg. 1951:62–64, Klagenfurt.
- PAPP, A., 1952. Die Altersstellung der fossilführenden Schichten. — In: BECK-MANNAGETTA, P., 1952: Zur Geologie und Paläontologie des Tertiärs des unteren Lavanttales. — Jb. Geol. Bundesanst., 1952, XCV (1):5–28, Wien.
- PASCHER, A., 1915. Die Süßwasser-Floren Deutschlands, Österreich und der Schweiz. — H. 5, Chlorphyceae, Jena 1915.
- PERKINS, J., 1904. Fragmenta Florae Philippinae. Contributions to the Flora of the Philippine Islands. — Gebr. Borntraeger, Leipzig.
- PETRASCHECK, W., 1922/25. Kohlengologie der österreichischen Teilstaaten. Teil I. — Katowice/Wien.
- PETRASCHECK, W., 1926/29. Kohlengologie der österreichischen Teilstaaten. Teil II. — Katowice/Wien.
- PETROV, S. & DRAZHEVA-STAMATOVA, T. 1972. Reevesia LINDL. fossil pollen in the tertiary sediments of Europe and Asia. — Pollen et Spores, 14(1):79–95, Paris.
- PFLUG, H. D., 1959. Beiträge zur Klimageschichte Islands. VIII. Sporenbilder aus Island und ihre stratigraphische Deutung. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 107 (2):141–172, Stuttgart.
- PLANCHAIS, N., 1962. Palynologie méditerranéenne et occidentale 1. Le Pollen de quelques chênes du domaine méditerranéen occidental. — Pollen et Spores, 4(1):87–93, Paris.
- PLANDEROVA, E. & CIESARIK, M., 1965. Geologicka Pozicia Limnokvarciov Loziska Stara Kremnicka. — Geol. prace, Zpravy, 87–97, Bratislava.
- PLANDEROVA, E., 1970. Palynological Characteristics of Neogene Sediments in the Area of the West Carpathians, Slovakia (CSSR). — Paläont. Abh. B, 3(3/4):641–650, Berlin.
- PLANDEROVA, E., 1972. Pliocene Sporomorphs from the West Carpathian Mountains and their stratigraphic Interpretation. — Geol. Prace, Zpravy, 59:209–283, Bratislava.
- PLANDEROVA, E., 1974. Palynologische Charakteristik des Sarmatien s. str. — In: Chronostratigraphie und Neostatotypen M₅-Sarmatien, IV, Bratislava.
- PLANDEROVA, E., 1978. Microflorizones in Neogene of Central Paratethys. — Zapadne Karpaty, ser. geol., 3:7–34, Bratislava.
- PLANDEROVA, E., KLAUS, W. & NAGY, E., 1975. Palynologische Charakteristik des Egerien und mikrofloristische Korrelation der Schichtengruppen in der Tschechoslowakei, Ungarn und Österreich. — In: Chronostratigraphie und Neostatotypen, Bd. V, Miozän, Egerien, Bratislava.
- PLANDEROVA, E. et al., 1978. Palynological Characteristics of the Badenien. — In: Chronostratigraphie und Neostatotypen, VI, Miozän M₄ Badenien, Bratislava.
- PONS, A., 1964. Contribution palynologique à l'étude

- de la flora et de la végétation pliocène de la région rhodanienne. — Ann. Sci. Nat. Bot. Paris, 12. Ser. 5: 499–722, Paris.
- POKROVSKAJA, I. M. et al., 1956. Atlas miozäner Sporen- und Pollenkomplexe verschiedener Gebiete der UdSSR. — Mat. VSEGEI, N. S., 13, 416 S., Moskau.
- POTONIE, R., 1931 a. Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Blütenstaubformen. — Z. Braunkohle 30(16):325–333, Halle.
- POTONIE, R., 1931. Pollenformen der miozänen Braunkohle (2. Mitteilung). — Sitz. Ber. Ges. Naturf. Fr. Berlin, Nr. 1–3:24–29, Berlin.
- POTONIE, R., 1931. Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Sporen und Blütenstaubformen (4. Mitteilung). — Z. Braunkohle 30(27):554–556, Halle.
- POTONIE, R., 1951. Revision stratigraphisch wichtiger Sporomorphen des mitteleuropäischen Tertiärs. — Palaeontographica, B, 91:131–151, Stuttgart.
- POTONIE, R., 1960. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. 3. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites. — Beih. Geol. Jb. 39, 189 S., Hannover.
- POTONIE, R., THOMSON, P. & THIERGART, F., 1950. Zur Nomenklatur und Klassifikation der neogenen Sporomorphae (Pollen und Sporen). — Geol. Jb. 65: 35–69, Hannover.
- POTONIE, R. & VENITZ, H., 1934. Zur Mikrobotanik des miozänen Humodils der rheinischen Bucht. — Arb. Inst. Paläobot. Petr. Brennst. Preuss. Geol. L. A., 5:5–58, Berlin.
- PRAGLOWSKI, J., 1982. Fagaceae L.: Fagoideae. — World Pollen and Spore Flora 11:1–28, Stockholm.
- PUNT, W., 1975. The Northwest European Pollen Flora, 5. Sparganiaceae and Typhaceae. — Rev. Palaeobot. Palynol. 12(2):75–88, Amsterdam.
- RAATZ, G. V., 1937. Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchung der Braunkohle des Muskauer Bogens. — Abh. Preuß. Geol. L. A., 183:3–48, Berlin.
- RAUKOPF, K., 1959. Pollenanalytische Untersuchungen zur Feinstratigraphie der Tertiärkohlen von Mecklenburg, Berlin und der Lausitz. — Abh. deutsch. Akad. Wiss., Berlin, Nr. 8.
- REIN, U., 1950. Die Bedeutung der Flözgliederung für den rheinischen Braunkohlenbergbau und ihre Anwendung in der Praxis. — Z. Braunkohle, 2:72–78, Düsseldorf.
- REIN, U., 1950. Die Anwendung der Pollenfeinstratigraphie in der Praxis des rheinischen Braunkohlenbergbaues. — Geol. Jb. 65:127–144, Hannover/Celle.
- REIN, U., 1956. Pollenanalytische Untersuchungen an mitteleuropäischen Braunkohlenvorkommen des Miozän. — Grana Palynologica, 1(2):108–114, Stockholm.
- RICHARD, P., 1970. Atlas pollinique des arbres et de quelques arbustes indigènes du Québec. — Le naturaliste Canadien, 97:1–306, Québec.
- RÖGL, F. & MÜLLER, C., 1978. Middle Miocene Salinity Crisis and Paleogeography of the Paratethys (Middle and Eastern Europe). — Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 42(1):985–990, Washington.
- RÖGL, F. & STEININGER, F. F., 1983. Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, 85/A:135–163, Wien.
- ROSSIGNOL-STRICK, M., 1973. Pollen Analysis of some Sapropel Layers from the Deep Sea Floor of the Eastern Mediterranean. — Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 13(2):971–991, Washington.
- RUDOLPH, K., 1935. Mikrofloristische Untersuchungen tertiärer Ablagerungen im nördlichen Böhmen. — Beih. Bot. Cbl., 54/B:244–328, Prag.
- RZEDOWSKI, J., 1973. The flora of Mexican dry regions. In: A. GRAHAM 1973: Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America, S. 61–72, Elsevier, Amsterdam.
- RZEDOWSKI, J. & PALACIOS, R., 1975. El Bosque de Engelhardtia (Oreumnea) mexicana en la región de la Chinanthia (Oaxaca, México) una reliquia del Cenozoico. — VI. Congreso Mexicano de Botánica, 1975, 93–123, Jalapa.
- SAPORTA, G. d., 1865. Etudes sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. — Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 5, 4, Marseille.
- SAPORTA, G. d., 1873. Révision de la Flore fossile des gypses d'Aix. — Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 5, 18, Paris.
- SCHÄRINGER, W., 1949. Notizen aus dem Lavanttaler Braunkohlentertiär. — Der Karinthin, Folge 6:97–98, Knappenberg.
- SCHENK, H., 1907. Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Canarischen Inseln. — Deutsche Tiefsee-Expedition 1898–1899, Bd. II, Teil 1.
- SCHLOEMER-JÄGER, A., 1959. Keine Funde von *Metasequoia*-Zapfen in der Braunkohle von Düren und Züllich im Rheinland. — Palaeontographica, B, 105: 158–159, Stuttgart.
- SCHMIDT, R., 1975. Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raum Bozen. — Linzer biol. Beitr. 7(2): 225–247, Linz.
- SELLING, O., 1946. Studies in Hawaiian Pollen statistics I. — B. P. Bishop Museum, Special Publication 37:5–79, 7 Tafeln, Göteborg, Schweden.
- SHIKAMURA, M., 1973. Palynomorphs of Japanese plants. — Spec. Publ. Mus. Hist., 5(1):1–60, Osaka.
- SIMPSON, J. B., 1949. Fossil Pollen of *Metasequoia*-Type. — Nature 163:771.
- SIMPSON, J. B., 1961. The Tertiary Pollen-Flora of Mull and Ardnamurchan. — Transact. Roy. Soc. Edinburgh, 64:421–468, 20 Tafeln, Edinburgh.
- SIVAK, J., 1973. Observations nouvelles sur les grains de pollen de *Tsuga*. — Pollen et Spores XV: 3(4):397–457, Paris.
- SIVAK, J., 1975. Les caractères de diagnose des grains de pollen à ballonnets. — Pollen et Spores XVII:3, Paris.
- SIVAK, J., 1976. Nouvelles espèces du genre *Cathaya* d'après leurs grains de pollen dans le Tertiaire de sud de la France. — Pollen et Spores, 18(2):243–288, Paris.
- SIVAK, J. & CARATINI, C., 1973. Déterminations de pollens de *Pinus* Américains dans le Miocène Inférieur

- des Landes (France), d'après la structure de l'ectexine de leurs ballonets. — Grana palynol. 13(1):1–17, Stockholm.
- SIVAK, J. & RAZ, Ph., 1976. Le critère de détermination des *Pinus* haplostellés et diplostellés d'après les grains de pollen. — Rev. Micropaleontologie, 18, 4, Paris.
- SMIT, A., 1973. A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus *Quercus*. — Acta Bot. Neerl., 22(6):655–665, Amsterdam.
- SOHMA, K., 1973. Pollen morphology of the Nyssaceae. 1, *Nyssa* and *Camptotheca*. — Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 4, 29:389–392, Sendai.
- SONTAG, E., 1966. Mikrobotanische (palynologische) Untersuchungen am 2. Niederlausitzer Flözhorizont. — Geologie, Beih. 54:1–141, Berlin.
- STACHURSKA, A., 1961. Morphology of Pollen Grains of the Juglandaceae. — Monographiae botanicae 12: 121–143, Warschau.
- STEININGER, F. & RÖGL, F., 1979. The Paratethys history — a contribution towards the Neogene geodynamics of the Alpine Orogene (an abstract). — Ann. Geol. Pays Hellen. T. hors ser. 1979(3):1153–1165, Athen.
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E., 1976. Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — Newsl. Stratigr. 4(3):174–202, Stuttgart.
- STONE, D. E. & BROOME, C. R., 1975. World Pollen and Spore Flora 4. Angiospermae. Juglandaceae A. RICH ex KUNTH. — Almquist & Wiksell, Stockholm.
- STRAKA, H., 1975. Pollen- und Sporenkunde. Eine Einführung in die Palynologie. — Grundbegr. modern. Biol., 13, Fischer Verl., Stuttgart.
- STUCHLIK, L., 1964. Pollen Analysis of the Miocene Deposits at Rypin (N. W. of Warsaw). — Acta Palaeobot., 5, 2:1–111, Krakow.
- SZAFER, W., 1958. The Genus *Cunninghamia* R. BR. in the European Miocene. — Act. Biol. Cracoviensia Ser. Bot., 1:7–13, Krakau.
- SZAFER, W., 1961. Miocene Flora from Stare Gliwice in Upper Silesia. — Prace geol. Inst. Warschau, 33:1–205, Warschau.
- TEICHMÜLLER, M., 1958. Rekonstruktion verschiedener Moortypen des Hauptflöz der niederrheinischen Braunkohle. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 2: 599–612, Krefeld.
- TEICHMÜLLER, M. & THOMSON, P. W., 1958. Vergleichende mikroskopische und chemische Untersuchungen der wichtigsten Fazies-Typen im Hauptflöz der niederrheinischen Braunkohle. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf. 2:573–598, Krefeld.
- THENIUS, E., 1951. Die jungtertiäre Säugetierfauna des Wiener Beckens in ihrer Beziehung zur Stratigraphie und Ökologie. — Erdöl-Zeitg., 67:52–54, Wien.
- THENIUS, E., 1951. Ergebnisse paläontologischer Untersuchungen an den Boviden (Mammal.) des Wiener Beckens. — N. Jb. Geol. usw., Mh., 1951:272–282, Stuttgart.
- THENIUS, E., 1959. Wirbeltierfaunen. — In: Lotze, F., Handbuch der stratigraphischen Geologie, Bd. III, Tertiär, 2. Teil, 328 S., Enke Verl., Stuttgart.
- THIELE-PFEIFFER, H., 1980. Die miozäne Mikroflora aus dem Braunkohletagebau Oder bei Wakersdorf/Oberpfalz. — Palaeontographica, B, 174: 95–224, Stuttgart.
- THIERGART, F., 1937. Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle. — Jb. preuß. Geol. L. A., 58: 282–351, Berlin.
- THIERGART, F., 1938. Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle, besonders im Profil der Grube Marga bei Senftenberg. — Jb. Preuß. Geol. L. A., 58:282–348, Berlin.
- THIERGART, F., 1940. Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung. — Schr. Brennstoffgeol., 13, 50 S., Stuttgart.
- THIERGART, F., 1949. Die *Sciadopitys*-zone und der *Sciadopitys*-Vorstoß in der niederrheinischen Braunkohle, Wärme u. Energie, Jg. 1949:153–156, Düsseldorf.
- THIERGART, F., 1950. Pollenfloren aus den tertiären Braunkohlen vom Niederrhein. — Geol. Jb., 65:81–106, Hannover/Celle.
- THOMSON, P. W., 1950. Grundsätzliches zur tertiären Pollen- und Sporenmikrostratigraphie auf Grund einer Untersuchung des Hauptflöz der rheinischen Braunkohle in Liblar, Neurath, Fortuna und Brühl. — Geol. Jb., 65:113–126, Hannover/Celle.
- THOMSON, P. W. & PFLUG, H., 1953. Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs. — Palaeontographica, B, 94:1–138, Stuttgart.
- THOMSON, P. W. & REIN, U., 1950. Mikropaläontologische Untersuchung eines Standardprofils der rheinischen Braunkohle in der Grube Liblar/Bezirk Köln. — Geol. Jb., 65:107–112, Hannover/Celle.
- TING, W. S., 1966. Pollen morphology of Onagraceae. — Pollen et Spores, 8:9–36, Paris.
- TING, W. S., 1966. Determination of *Pinus* species by pollen statistics. — Univ. Cal. Publ. Geol. Stn., 58, 182 S.
- TRAVERSE, A., 1955. Occurrence of oil-forming alga *Botryococcus* in lignites and other Tertiary sediments. — Micropaleontology 1(4):343–349, New York.
- TRAVERSE, A., 1955. Pollen Analysis of the Brandon Lignite of Vermont. — Bureau of Mines, Report of Investigations, Dept. of the Interior 5151:1–107, Washington D. C.
- TREVISAN, L., 1967. Pollini fossili del Miocene nei Tripoli del Gabbro (Toscana). — Paleontographica Italica, 62:1–78, Pisa.
- UNGER, F., 1847. Chloris protogaea. — Leipzig.
- VAN BENTHEM, F., CLARKE, G. C. S. & PUNT, W., 1984. Fagaceae. — Rev. Palaeobot. Palynol., 42:87–110, Amsterdam.
- VAN CAMPO, M., 1950. Recherches sur la phylogénie des Abiétinées d'après leurs grains de pollen. — Trav. Lab. For. Toulouse, 4(1):1–177, Toulouse.
- VAN CAMPO, M., 1951. Recherches sur la phylogénie des Taxodiacees d'après leurs grains de pollen. — Trav. Lab. For. Toulouse, II(IV):1–14, Toulouse.

- VAN CAMPO, M., 1971. Précisions nouvelles sur les structures comparées des pollens de Gymnospermes et d'Angiospermes. — C. R. Acad. Sc. D., 16:2071–2074, Paris.
- VAN CAMPO, M. & SIVAK, J., 1972. Structure alvéolaire de l'ectexine des pollens à ballantes des Abiétacées. — Pollen et Spores, 14(2):115–141, Paris.
- VAN DER BURGH, J., 1973. Hölzer der niederrheinischen Braunkohlenformation, 2. Hölzer der Braunkohlengruben „Maria Theresia“ zu Herzogenrath, „Zukunft West“ zu Eschweiler und „Viktor“ (Zülpich Mitte) zu Zülpich. Nebst einer systematisch-anatomischen Bearbeitung der Gattung *Pinus* L. — Rev. Paleobot. Palynol., 15(2–3):73–275, Amsterdam.
- WALTHER, H., 1972. Studien über tertiäre *Acer* Mitteleuropas. — Abh. Staatl. Mus. Miner. Geol., 19:1–309, Dresden.
- WALTHER, H., 1980. *Matudaea menzelii* WALTHER ein neues neotropisches Geoelement in der Tertiärflora Mitteleuropas. — Flora, 170:498–516, Jena.
- WANG, C. W., 1961. The Forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. — Maria Moors Cabot Foundation Publ. Ser. 5, Harvard Univ., Cambridge, Mass.
- WANG, F. H. & CHEN, N. F., 1960. Morphology of Pollen of Chinese Plants. — Peking.
- WANG, K. F., 1974. Palynological analysis peat bogs of Siyao-Lake, Mount Hsishan, Nynchang, Kiangse Province. (*Glyptostrobus*). — Acta Bot. Sinica 16:80–93, Peking.
- WEBER, L. & WEISS, A., 1983. Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. — Archiv f. Lagerstättenforschung, Bd. 4, 317 S., Wien.
- WHITEHEAD, D. R., 1965. Pollen morphology in the Juglandaceae, II. Survey of the family. — J. Arnold. Arbor., 46(4):369–410, Lancaster, Jamaica Plain.
- WILLIS, J. C., 1957. A dictionary of the Flowering Plants and Ferns. — Cambridge.
- WILSON, L. R. & HOFFMEISTER, W. S., 1953. Four new species of fossil *Pediastrum*. — American J. Science, 251, New Haven.
- WILSON, L. R. & WEBSTER, R. M., 1946. Plant microfossils from a Fort Union Coal of Montana. — Americ. J. Bot., 33:271–278, Brooklyn.
- WINKLER-HERMADEN, A., 1937. Das Miozänbecken des unteren Lavanttales (Ostkärnten). — Zbl. Min. usw., Abt. B (2):101–108 u. 113–129, Stuttgart.
- WODEHOUSE, R. P., 1933. Tertiary pollen. II. The oil shales of the Green River Formation. — Bull. Torrey Bot. Club 60, 7, Menasha.
- WODEHOUSE, R. P., 1935. Pollen grains. — New York.
- WOLF, H., 1875. Die Phosphorite des Lavantthales. — K. k. geol. Reichsanst., Nr. 8:145–146, Wien.
- WOLFE, J. A., 1979. Temperature parameters of humid to mesic forest of Eastern Asia and relation of forest of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. — Geol. Surv. Prof. Pa., 1106:1–37, Washington.
- WOLFF, H., 1934. Mikrofossilien des pliozänen Humdils der Grube Freigericht bei Dettingen a. M. — Arb. Inst. Paläobot. Petr. Brennst. 5:55–88, Berlin.
- WU, Chung-Iwen, 1956. The taxonomic revision and phytogeographical study of Chinese pines. — Acta Phytotaxonom. Sinica, 5, Peking.
- ZAGWIJN, W., 1960. Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene Vegetation in the Netherlands. — Meded. geol. Sticht., CIII, 1, 5, Maastricht.
- ZAKLINSKAJA, E. D., 1957. Stratigraphische Bedeutung von Gymnospermen-Pollen in den Känozoischen Ablagerungen des Pavlodar-Irtisch- und nördlichen Aral-Gebietes. — Acad. Nauk. SSR., Trudy Geol. Inst., 6, 219 S., Moskau.
- ZAPFE, H., 1956. Die geologische Altersstellung österreichischer Kohlelagerstätten nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis. — Berg- und Hüttenmänn. Mh., 101:71–81, Wien.
- ZEIDLER, H., 1938. Pflanzenreste aus der obermiozänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg. — Paleontographica, B, 83:196–211, Stuttgart.
- ZETTER, R., 1982. Die Gattung *Fagus* L. — Ein blattmorphologischer und histologischer Vergleich rezenten und fossiler Arten. — Diss. Phil. Fak. Univ. Wien.
- ZETTER, R., 1984. Morphologische Untersuchungen an *Fagus*-Blättern aus dem Neogen von Österreich. — Beitr. Paläont. Österr., 11:000–000, Wien.
- ZIEMBIENSKA, M. & NIKLEWSKI, J., 1966. Stratigraphy and Correlation of Brown Coal Beds in the Scinawa Deposits on the Basis of Spore-Pollen Analysis. — Inst. Geol. Biul., 202:27–48 (poln.), 54–58 (engl. summ.), Warschau.
- ZIEMBIENSKA-TWORZYDLO, M., 1974. Palynological Characteristics of the Neogene of Western Poland. — Acta Paleont. Pol., 19, 3:309–432, Warschau.
- ZWANZIGER, G. A., 1872. Die urweltliche Pflanzendecke Kärntens. — Carinthia, 4, Klagenfurt.
- ZWANZIGER, G. A., 1876. Die urweltlichen Pflanzen Kärntens. — Jb. naturhist. Landesmus. Kärnten, 12, Klagenfurt.
- ZWANZIGER, G. A., 1881. Eine neue Fundstätte von Tertiärpflanzen zu Siegeldorf im Lavanttal. — Carinthia, 71, Klagenfurt.
- ZWANZIGER, G. A., 1882. Neue Funde von Tertiärpflanzen aus dem Cypridinenschiefer von Siegeldorf im Lavanttal. — Carinthia, 72, Klagenfurt.

Nachtrag:

- PUNT, W. & MALOTAUX, M., 1984. NEPF. 31. Cannabaceae, Moraceae and Urticaceae. — Rev. Palaeobot. Palyn., 42:23–44, Amsterdam.

TAFELERKLÄRUNGEN

Die Mehrzahl der lichtmikroskopischen Abbildungen (LIM) weisen 750-fache Vergrößerung auf ($7,5 \text{ mm} = 10 \mu$). Einige Ölimmersionsaufnahmen wurden in 1500-facher Vergrößerung abgebildet. Wo es notwendig erschien, wurde auf der Unterseite der Tafeln ein Vergrößerungsmaßstab eingezeichnet. Bei einigen rasterelektronenmikroskopischen Abbildungen (REM) wurde der Vergrößerungsmaßstab durch Einzeichnung eines Meßbalkens am linken Bildrand ersichtlich gemacht. Als REM-Standardvergrößerungsmaßstab bot sich bei Übersichtsaufnahmen 1500-fach, bei Skulpturdetails 5000-fach und 10.000-fach an. Spezialaufnahmen der Lichtmikroskopie in verschiedenen Focusebenen wurden an der rechten Seite des Übersichtsbildes angebracht. Alle Aufnahmen LIM wie auch REM wurden vom Verfasser von der Herstellung des Negativs bis zur Tafelmontage persönlich durchgeführt.

Tafel 1

Algae, Fungi, Bryophyta, Pteridophyta

Vergr. 750 x

			Seite
Fig. 1	Kat. Nr. (1)	<i>Pediastrum duplex</i> -Habitus. Vollständiges Coenobium durchschnittlicher Größe .	. 304
Fig. 2	(2)	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> REINISCH Kleines Coenobium	. 305
Fig. 3		Loslösung einer Mittelzelle aus einem <i>Pediastrum duplex</i> -Verband. Die Gestalt der Mittelzelle entspricht der Formbezeichnung „Tetrapidites“ KLAUS 1950	. 305
Fig. 4	(3)	<i>Botryococcus braunii</i> KÜTZING. Dreigliedriger Teil einer Zellkolonie. Becherzellen außen ersichtlich .	. 306
Fig. 5	(4)	Blattpilz. Entwicklungsstadium einer Microthyriaceae (<i>Phragmothyrtes</i>), Zentralöffnung durch Hyphen verdeckt	. 306
Fig. 6	(5)	Moospore der Gattung <i>Sphagnum</i>	. 306
Fig. 7	(12)	Pteridophytenspore vom Habitus einer Pteridaceae <i>Verrucingulatisporites</i> fsp. B)	. 308

Tafel 2

Pteridophyta, Gymnospermae (Taxodiaceae, Cupressaceae)

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (8)	Pteridaceae-Spore. <i>Polypodiaceoisporites speciosus</i> R. POT.	. 308
Fig. 2	(11)	<i>Pteris</i> L.-Habitus. <i>Polypodiaceoisporites miocaenicus</i> NAGY	. 308
Fig. 3	(7)	Polypodiaceae; <i>Verrucatosporites alienus</i> (R. POT. 1931) .	. 307
Fig. 4	(6)	<i>Polypodium vulgare</i> -Habitus <i>Verrucatosporites megafavus</i> KR.	. 307
Fig. 5	(48)	Cupressaceae, wenig granulierte Form .	. 330
Fig. 6	(49)	Cupressaceae, deutlich granuliert	. 330
Fig. 7	(47)	<i>Juniperus</i> -Habitus .	. 329
Fig. 8		<i>Juniperus</i> -Habitus	. 329
Fig. 9	(41)	<i>Cunninghamia</i> . Optische Einstellung auf Radialfalten der distalen Keimarea sowie Granulation mit Exinenkontur	. 327
Fig. 10	(41)	dtto. Optische Einstellung auf zentrale Papillenverdünnung (heller, kreis- runder Fleck im Kornzentrum)	. 325
Fig. 12		Taxodiaceae	. 328
Fig. 13	(44 a)	<i>Sequoia sempervirens</i> -Habitus. Distalansicht mit hakig gebogener Papille	. 328

		Seite
Fig. 14	Kat. Nr. (44 b) <i>Sequoia sempervirens</i> -Habitus. Zweiklappig aufgeplatzt Korn („Poll. hiatus“-Erhaltungszustand)	. 328
Fig. 15	(43) <i>Taxodium mexicanum</i> -Habitus. Dicke, kurze Papille. Aufgeplatzt Korn („Poll. hiatus“- Erhaltungszustand)	. 328
Fig. 16	(42) <i>Glyptostrobus</i> -Habitus. Dicke, kurze, schwach gebogene Papille. Zweiklappig aufgeplatzt Korn („Poll.hiatus“-Erhaltungszustand)	. 327

Tafel 3

Taxodiaceae, Pinaceae

LIM Vergr.: 750 x

REM Vergr.: 1500 x

Fig. 1	Kat. Nr. (45 a) <i>Cryptomeria japonica</i> -Habitus. Pollenkorn mit schräg auftretender, dünner Papille	. 329
Fig. 2	(45 b) <i>Cryptomeria japonica</i> -Habitus. Pollenkorn mit dünner, langer, wenig gekrümmter Papille.	
Fig. 3	(45 c) <i>Cryptomeria japonica</i> -Habitus. Pollenkorn so gedreht, daß Papillenkrümmung nicht sichtbar	. 329
Fig. 4	(45 a) <i>Cryptomeria japonica</i> -Habitus. REM; Feinkörnig granuliert. Mehr oder weniger glatte Keimstelle, wenig gekrümmte Papille	. 329
Fig. 5	(44 a) <i>Sequoia sempervirens</i> -Habitus. Extrem lange, gerade, am Ende hakig gebogene Papille . .	. 328
Fig. 6	(44 b) <i>Sequoia sempervirens</i> -Habitus. Kurze, hakig gebogene Papille	
Fig. 7	(44 c) <i>Sequoia sempervirens</i> -Habitus	. 328
Fig. 8	(44 d) <i>Sequoia sempervirens</i> -Habitus. Gedrehtes Pollenkorn, sodaß die hakig gebogene Papille fast in die Kontur übergeht und extrem kurz erscheint.	
Fig. 9	(46) <i>Taiwania</i> -Habitus. Wellige, dicke Exoexine, lange gerade Papille	. 329
Fig. 10	(46) <i>Taiwania</i> -Habitus. Gleiches Korn wie Fig. 9, jedoch gedreht .	. 329
Fig. 11	(46) <i>Taiwania</i> -Habitus. Gleiches Korn wie Fig. 9, weitergedreht (vgl. Papillenverkürzung)	. 329
Fig. 12	Fossiles Taxodiaceenpollenkorn mit extrem breiter Papille als seltene Miß- bildung auch in diversen rezenten Taxodiaceenblüten zu finden	. 329
Fig. 13	(40) <i>Sciadopitys verticillata</i> -Habitus. Distalansicht mit etwa runder verdünnter Keimarea	. 326
Fig. 14	(40) Proximalansicht des gleichen Pollenkorns wie Fig. 13	
Fig. 15	<i>Sciadopitys verticillata</i> -Habitus. Oval eingefaltetes Pollenkorn. Variante mit etwas feinerer Ornamentation, distal	
Fig. 16	<i>Sciadopitys verticillata</i> -Habitus. Proximalseite, Focus auf Warzenlappung	. 326
Fig. 17	<i>Sciadopitys verticillata</i> -Habitus. Gleiches Pollenkorn wie Fig. 16, Focus auf Ornamentation der Proximalseite	
Fig. 18	(21) <i>Pseudotsuga</i> -Habitus	. 313

Tafel 4

P i n a c e a e

Tsuga CARR.

LIM Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (18)	<i>Tsuga canadensis</i> -Form RUDOLPH	Seite . 312
Fig. 2		<i>Tsuga canadensis</i> -Form RUDOLPH. Distale Exinenornamentation	
Fig. 3		dtto. Proximalornamentation	
Fig. 4		REM-Aufnahme der fossilen <i>Tsuga canadensis</i> -Form RUDOLPH Vergr. 800 x	
Fig. 5		Optischer Schnitt durch ein fossiles Pollenkorn vom Habitus <i>Tsuga canadensis</i> -Form RUDOLPH	
Fig. 6	(19)	<i>Tsuga yunnanensis</i> -Habitus. Vereinzelt Haarbildungen am Ober- und Unterrand des Pollenkornes erkennbar	. 313
Fig. 7	(19)	<i>Tsuga yunnanensis</i> -Habitus. Distalornamentation gefeldert	
Fig. 8	(19)	<i>Tsuga yunnanensis</i> -Habitus. Proximalseite des gleichen Kornes wie Fig. 6, 7.	
Fig. 9	(20)	<i>Tsuga diversifolia</i> -Form RUDOLPH. Form A. Haarbildungen am linken oberen Pollenkornrand	. 313
Fig. 10	(20)	Distalornamentation des gleichen Pollenkornes wie Fig. 9	
Fig. 11	(20)	Proximalornamentation des gleichen Pollenkornes wie Fig. 10.	

Tafel 5

P i n a c e a e

Abies MILL.

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (13)	<i>Abies grandis</i> -Habitus	. 309
Fig. 2		dtto. Cappastruktur costal	
Fig. 3		dtto. Saccusalveolum am Saccusansatz	
Fig. 4	(14)	<i>Abies firma</i> -Habitus	. 310
Fig. 5		dtto. Cappastruktur costal	
Fig. 6		dtto. Saccusalveolum am Saccusansatz	
Fig. 7	(15)	<i>Abies cephalonica</i> -Habitus	. 310
Fig. 8		dtto. Cappastruktur costal	
Fig. 9		dtto. Saccusalveolen am Saccusansatz	

Tafel 6

P i n a c e a e

Keteleeria „*Piceapollenites*“

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (16)	<i>Keteleeria</i>	310
Fig. 2	(16)	dtto. Alveolenmuster der Sacci des gleichen Pollenkornes (Mittel-Focus)	
Fig. 3	(16)	dtto. Alveolenmuster der Sacci (Höchster Focus)	
Fig. 4	(16)	dtto. Alveolenmuster der Sacci (Tiefster Focus)	
Fig. 5		<i>Keteleeria</i> . Distalseite mit typischem Saccus-Ansatz	

		Seite
Fig. 6	Kat. Nr. (17) <i>Piceapollenites zaklinskaiana</i> (NAGY 1969) Distalseite	. 311
Fig. 7	dtto. Mittelstellung zwischen Distal- und Seitenansicht	
Fig. 8	<i>Piceapollenites zaklinskaiana</i> , Seitenansicht, Variante mit extrem kleinen Sacci	
Fig. 9	<i>Piceapollenites zaklinskaiana</i> , Seitenansicht, Normalform	
Fig. 10	Geringe, extrem feinkörnige Saccusnodula am gleichen Korn wie Fig. 9	
Fig. 11	Piceoide Distalgranulation (gleiches Pollenkorn wie Fig. 9)	

Tafel 7

P i n a c e a e

Cedrus TREW, *Cathaya* CHUN & KUANG

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (23) <i>Cedrus libani</i> -Habitus. Focus auf radialstrahlige Muri der Saccusalveolen eingestellt	. 315
Fig. 2	dtto. Distalgranulation der Cappula (Bildmitte) sowie subsaccate Nodula. Sehr dicht und zahlreich.	
Fig. 3	(22) <i>Cedrus deodara</i> -Habitus	. 315
Fig. 4	<i>Cedrus libani</i> -Habitus. Focuseinstellung: Saccusalveolen	
Fig. 5	dtto. Cappa-Ornamentation	
Fig. 6	<i>Cedrus deodara</i> -Habitus. Focussierung auf radialstrahlige Saccusalveolen sowie subsaccate Nodulummuster.	
Fig. 7	dtto. Saccus-Alveolum und Distalgranulation	
Fig. 8	(26) <i>Cathaya</i> -Habitus, Form C	. 317
Fig. 9	(26) dtto. Dichte, feine Körnung des subsaccaten Nodulum-Musters	
Fig. 10	(26) dtto. Saccusalveolen. Focus-Hocheinstellung	
Fig. 11	(26) dtto. Saccusalveolen. Focus-Tiefeinstellung	

Tafel 8

P i n a c e a e

Cathaya CHUN & KUANG

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. <i>Cathaya argyrophylla</i> -Habitus, Seitenansicht	. 317
Fig. 2	(25) <i>Cathaya</i> -Habitus, Form B	. 317
Fig. 3	(24) <i>Cathaya argyrophylla</i> -Habitus Unreifes <i>Cathaya</i> -Pollenkorn (Seitenansicht)	. 318
Fig. 5	<i>Cathaya argyrophylla</i> -Habitus	
Fig. 6	dtto. Saccusalveolum	
Fig. 7	<i>Cathaya</i> -Habitus. Extrem großes Pollenkorn mit deutlich gezeichnetem Alveolum	
Fig. 8	(27) <i>Cathaya antiqua</i> n. sp. Holotypus	. 318
Fig. 9	<i>Cathaya</i> mit etwas kontrahiertem Zentralkörper. <i>Cathaya</i> -Nodula links und rechts des inneren Saccusrandes sichtbar.	. 317
Fig. 10	dtto. <i>Cathaya</i> -Alveolum	

Fig. 11 Kat. Nr.	<i>Cathaya antiqua</i> n. sp. <i>Cathaya</i> -Saccusnodula und im zentralen Mittelstreifen Reste der Distalgranulation.	Seite
Fig. 12	dtto. Saccus-Alveolenmuster	
Fig. 13	<i>Cathaya</i> mit stark kontrahiertem Zentralkörper	. 317

Tafel 9

P i n a e c e a

Pinus L.

LIM Vergr.: 750 x

REM Vergr.: 1000 x

Fig. 1	Kat. Nr. (30)	<i>Pinus gerardiana</i> -Habitus. REM 1000 x	. 320
Fig. 2	(28)	<i>Pinus pumila</i> -Habitus. Am rechten Bildrand: Cappastruktur und Saccusansatz	. . . 319
Fig. 3	(30)	<i>Pinus gerardiana</i> -Habitus. Seitenansicht .	. . . 320
Fig. 4		Unreifes Pollenkorn des Subgenus <i>Strobus</i> .	. . . 321
Fig. 5	(30)	<i>Pinus gerardiana</i> -Habitus. Distalansicht mit Cappula-Maculation.	
Fig. 6	(30)	<i>Pinus gerardiana</i> -Habitus. Corpus-Krause. Sehr feine Nodula-Granulation.	
Fig. 7	(30)	<i>Pinus gerardiana</i> . Saccus-Alveolum. Focus-Hocheinstellung	
Fig. 8	(30)	dtto. Focus-Tiefeinstellung	
Fig. 9	(31)	<i>Pinus cembroides</i> -Habitus .	. 320
Fig. 9a	(31)	dtto. Einstellung auf Saccus-Alveolum	
Fig. 10	(29)	<i>Pinus griffithii</i> -Habitus. Distal maculation grob und eng. Saccus-Nodula z. T. bohnenförmig, dick	. 320

Tafel 10

P i n a c e a e

Pinus L.

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (32)	<i>Pinus insularis</i> -Habitus. Seitenansicht	. 321
Fig. 2	(32)	<i>Pinus insularis</i> -Habitus. Distalansicht. Keimstelle, Saccusnodula. Alveolum-Dicke.	
Fig. 3	(32)	dtto. Schwache Cappaverdickung des Corpus	
Fig. 4	(33)	<i>Pinus halepensis</i> -Habitus. Distalansicht. Alveolum-Dicke	. 322
Fig. 5	(33)	dtto. Saccus-Alveolum. Focus-Tiefeinstellung.	
Fig. 6	(33)	dtto. Saccus-Alveolum. Focus-Hocheinstellung.	
Fig. 7	(33)	dtto. Saccus-Nodula und Corpus-Rand.	
Fig. 8	(32)	<i>Pinus insularis</i> -Habitus. Engmaschiges Saccus-Alveolum.	
Fig. 9	(34)	<i>Pinus densiflora</i> -Habitus .	. 322
Fig. 10	(34)	dtto. Extrem imperfektes Saccus-Alveolum.	
Fig. 11	(34)	dtto. Bohnenförmige Saccus-Nodula.	
Fig. 12	(35)	<i>Pinus pinea</i> -Habitus. Distalansicht mit granulierter Keimstelle und Alveolum	. 323
Fig. 13	(35)	dtto. Besonders kräftige Saccus-Nodula.	
Fig. 14	(35)	<i>Pinus pinea</i> -Habitus. Saccus-Alveolum-Muster.	

		Seite
Fig. 15	Kat. Nr. (35) dtto. Verdickter Corpus-Rand.	
Fig. 16	(36) <i>Pinus</i> — Subsect. <i>Oocarpae</i> -Habitus	. 323
Fig. 17	(36) dtto. Cappa-Struktur und Saccus-Reticulum	

Tafel 11

P i n e a c e a e

Pinus L.

Vergr.: 750 x

Fig. 1	Kat. Nr. (37) <i>Pinus radiata</i> -Habitus. Distalansicht. Saccus-Nodula	. 323
Fig. 2	(37) dtto. Corpus-Rand	
Fig. 3	(37) dtto. Extrem weitmaschiges Saccus-Alveolum	
Fig. 4	(37) dtto. Cappa-Struktur feinkörnig	
Fig. 5	(37) dtto. Geringe Distalgranulation. Extrem kräftige Alveolenbildung am Saccusansatz.	
Fig. 6	(38) <i>Pinus tabulaeformis</i> -Habitus. Distalansicht. Keimstellengranulation, Alveolum-Dicke und Saccus-Nodula . .	. 324
Fig. 7	(38) dtto. Saccus-Alveolum	
Fig. 8	(38) dtto. Cappa-Verdickung am Corpus-Rand	
Fig. 9	(39) <i>Pinus roxburghii</i> -Habitus. Distalansicht	. 324
Fig. 10	(39) dtto. Saccus-Alveolum. Focus-Hocheinstellung	
Fig. 11	(39) dtto. Saccus-Alveolum. Focus-Tiefeinstellung	
Fig. 12	(39) dtto. Subsaccates Nodulum-Muster	
Fig. 13	(39) dtto. Cappa Verdickung.	

Tafel 12

C y c a d a l e s , C h l a m y d o s p e r m a e , A n g i o s p e r m a e ,

(Dikotyledonae, Monokotyledonae)

LIM Vergr.: 750 x

REM Vergr.: 1500 x

Fig. 1	Kat. Nr. (50) Cycadales, Zamiaceae-Habitus	. 330
Fig. 2	(51) <i>Ephedra distachya</i> -Habitus	. 331
Fig. 3	(133) Palmae, Arecaceae	. 358
Fig. 4	(126) Cyperaceae	. 356
Fig. 5	(127) <i>Sparganium</i> -Habitus	. 357
Fig. 6	(128) <i>Typha angustifolia</i> -Habitus .	. 357
Fig. 7	<i>Typha angustifolia</i> mit sichtbarem Porus	
Fig. 8	(129) <i>Phragmites</i>	. 357
Fig. 9	(130) <i>Phalaris</i> -Habitus	. 358
Fig. 10	(131) „Bambusa“-Habitus	. 358
Fig. 11	(132) <i>Secale</i> -Habitus	. 358
Fig. 12	(132) dtto. Porus 7 μ Durchmesser	
Fig. 13	(66) <i>Quercus</i> Form A. cf. <i>Quercus cerris</i> -Habitus. REM 1500 x	. 338
Fig. 14	(66) dtto. Durchlichtphoto 750 x	
Fig. 15	(65) <i>Quercoidites microhenrici</i> R. POT. .	. 338

			Seite
Fig. 16 Kat. Nr.	cf. <i>Quercoidites microhenrici</i> R. POT.		
Fig. 17	dtto. Intercolpium-Granulation		
Fig. 18	(69) <i>Quercus</i> Form D		. 338
Fig. 19	(67) <i>Quercus</i> Form B. REM 1500 x. Dichte Verrucae .		. 338
Fig. 20	(67) <i>Quercus</i> Form B. Durchlicht		
Fig. 21	(68) <i>Quercus</i> Form C. Schwächste Granulation		. 338
Fig. 22	Polansicht von <i>Quercus</i> . Dichte Granulation, enge Colpen		
Fig. 23	Polansicht einer weniger granulierten <i>Quercus</i> -Form mit klaffenden Colpen		
Fig. 24	(71) <i>Quercus</i> Form F. Größere Form mit abgeflachten Polen und langen geraden Colpi		. 339
Fig. 25	(70) <i>Quercus</i> Form E. Großform, stark granuliert		. 338
Fig. 26	dtto. Großform mit deutlicher Colpusbegrenzung		

Tafel 13

Aceraceae, Oleaceae, Eucommiaceae, Fagaceae,
Nyssaceae, Sapotaceae, Apiaceae, Cyrillaceae

LIM Vergr.: 750 x
REM Vergr.: 1500 x

Fig. 1 Kat. Nr. (100)	<i>Acer franchetti</i> -Habitus. REM, 1500 x. Pollenkorn erscheint durch Kippung der Polachse zu kurz	. 348
Fig. 2	(100) <i>Acer franchetti</i> -Habitus. LIM 750 x. Extreme Größe, Striae auch bei geringer Vergrößerung sichtbar	. 348
Fig. 3	(103) <i>Acer</i> -Habitus Form C. Extrem kleine, suboblate Form	. 349
Fig. 4	(102) <i>Acer</i> Form B	. 349
Fig. 5	(101) <i>Acer saccharinum</i> -Habitus. Rechts im Bild Focussierung auf Intercolpium-Struktur	. 349
Fig. 6	<i>Acer</i> -Polansicht	
Fig. 7	(123) <i>Fraxinus americana</i> -Habitus	. 355
Fig. 8	(89) <i>Eucommia</i>	. 345
Fig. 9	<i>Eucommia</i> . Kleinere Form	. 345
Fig. 10	(97) <i>Tricolporopollenites cingulum villensis</i> (R. POT.) THOMSON 1950	. 347
Fig. 11	(98) <i>Cyrilla</i> -Habitus .	. 348
Fig. 12	(94) <i>Rhoipites pseudocingulum</i> R. POT.	. 346
Fig. 13	(95) <i>Rhoipites</i> cf. <i>pseudocingulum</i> R. POT	. 347
Fig. 14	(96) <i>Pollenites dolium</i> R. POT	. 347
Fig. 15	<i>Tricolporopollenites</i> sp.	
Fig. 16	(60) <i>Castanea</i> -Habitus. Zwei aneinanderhaftende Pollenkörner	. 334
Fig. 17	(117) <i>Nyssa</i> sp. Großform	. 354
Fig. 18	(117) dtto. Focussierung auf Seitencolpen	
Fig. 19	(117) dtto. Focussierung auf Mittelcolpus	. 354

		Seite
Fig. 20 Kat. Nr. (116)	<i>Nyssa thompsoniana</i> TRAVERSE	. 354
Fig. 21	(108) Apiaceae	. . 350
Fig. 22	(108) dtto. Gleiches Korn wie Fig. 21, in andere Colpuslage gedreht.	
Fig. 23	(112) Sapotaceae. Kleine Form. <i>Bumelia</i> -Habitus	. 352
Fig. 24	(112) dtto. Gleiches Korn wie Fig. 23, in andere Colpuslage gedreht.	
Fig. 25	Polansicht der <i>Nyssa</i> -Großform.	

Tafel 14

F a g a c e a e

Fagus L.

Vergr.: 750 x

Fig. 1 Kat Nr. (61)	<i>Fagus</i> cf. <i>mexicana</i> MARTINEZ-Habitus. Optische Einstellung auf $\pm$ glatte Exinenkonturen und Zweischichtigkeit. Längsovale Form	. 335
Fig. 2	(61) dtto. Optische Einstellung auf Colpus, Porus und meridionale Längsreihen der Exinenornamentation im Intercolpium.	
Fig. 3	Sphaeroidische Form mit schwacher Granulation. Colpus setzt im Porenfeld aus. Einstellung auf $\pm$ glatte Konturen.	
Fig. 4	dtto. Granulation im Intercolpium	
Fig. 5	dtto. Sexinencolpus im Endporus unterbrochen. Keine Längsreihung der Exinenornamentation.	
Fig. 6	dtto. Sexinengranulation im kreisrunden, gut konturierten Endporus.	
Fig. 7	Schwach gekerbte Pollenkontur einer sphaeroidalen Form.	
Fig. 8	dtto. Unregelmäßige Granulation. Porus mit leichter Queroval-Tendenz.	
Fig. 9	Polbild. Kontur mit Colpen und opt. Porusschnitt.	
Fig. 10	dtto. Granulation unregelmäßig polygonal im Apocolpium. Colpen kurz.	
Fig. 11	C h i n e s i s c h e A r t e n g r u p p e . Sphaeroidales, deutlich am Rand gekerbtes Pollenkorn mit relativ kurzen Colpen. Optische Einstellung auf Kontur.	. 336
Fig. 12	dtto. Optische Einstellung auf Intercolpiumgranulation	. 336
Fig. 13	dtto. Optische Einstellung auf Colpus und Porus. Colpen kurz, Endporus nur undeutlich berandet	. 336
Fig. 14	Polbild. Optischer Schnitt des Porenbaues. Schwach gekerbte Kontur.	
Fig. 15	dtto. Granulation des Apocolpium. Mäanderförmig	
Fig. 16	(62) <i>Fagus longipetiolata</i> -Habitus. Sphaeroidal. Gekerbte Kontur	. 336
Fig. 17	(62) dtto. Unregelmäßige Fleckung als Ornamentation. Endporus queroval, Colpen kurz.	
Fig. 18	Polbild. Optischer Schnitt des Porenbaues.	
Fig. 19	dtto. Unregelmäßige Fleckung im Apocolpium.	
Fig. 20	Extrem grob rugulat-geflecktes Pollenkorn. Endporus an der Querseite nicht berandet, in eine schwach äquatorial angedeutete Querruga übergehend. Kontur gekerbt.	
Fig. 21	dtto. Einstellung auf große Fleckung und kurzen Colpus	
Fig. 22	<i>Statice</i> -Habitus. Polbild	
Fig. 23	dtto. Reticulate Anordnung der Pila im Apocolpium	

Tafel 15

F a g a c e a e

Fagus L.

Vergrößerungen:

1500 x Fig. 1, 3, 5, 7

5000 x Fig. 2

7500 x Fig. 6

10.000 x Fig. 4, 8

Der Vergrößerungsmaßstab ist auch durch Balken am linken Bildrand abzulesen.

			Seite
Fig. 1	Kat. Nr. (63)	Form A. Polbild mit Apocolpium und kurzen Colpen. Am Kornrand sind die haarförmigen Ansätze der Vermiculae gut erkennbar .	. 337
Fig. 2	(63)	dtto. Stark über die Kontur ragende Fortsätze der Vermiculae.	
Fig. 3	(64)	Form B. Polbild einer anderen Art mit kurzen Vermiculae und kurzen Colpen. .	. 337
Fig. 4	(63)	Form A. 10.000-fache Vergrößerung der Vermiculae aus dem Apocolpium von Fig. 1. Glatte Vermiculae, knieartig abgewinkelt, locker gestreut, einzelne lange Fortsätze	. 337
Fig. 5	(64)	Form B. Seitenansicht mit Colpus. Colpusfeld einige Sexineninseln mit verwachsenen Vermiculae. Im Intercolpium seitlich Skulpturelemente zu Inseln verwachsen. Gesamtform eher suboblat-queroval.	
Fig. 6	(64)	Colpusvergrößerung aus Fig. 5, Inseln von seitlich verwachsenen Vermiculae im Colpus. Fortsätze der Vermiculae allgemein kurz, Inselbildungen durch seitliche Verwachsung.	
Fig. 7	(64)	Pollenkorn wie Fig. 5, jedoch zum Intercolpium gedreht. Colpen zeigen im Äquator einen Knick.	
Fig. 8	(46)	Stärkere (10.000 x) Vergrößerung von Fig. 6. Inselbildungen durch Verwachsung deutlich.	

Tafel 16

Araliaceae, Rutaceae, Platanaceae, Hamamelidaceae, Oleaceae,
Loranthaceae, Aquifoliaceae, Symplocaceae, Tiliaceae, Sterculiaceae
Vergr.: 750 x

			Seite
Fig. 1	Kat. Nr. (124)	<i>Tricolporites wackersdorfensis</i> TH.-PFEIF.	. 356
Fig. 2	(124)	dtto. Focussierung auf Intercolpium-Struktur.	
Fig. 3	(124)	dtto. Germinalbau	
Fig. 4	(124)	dtto. Polansicht	
Fig. 5	(124)	dtto. Polansicht. Focussierung auf Struktur differenzierung	
Fig. 6	(107)	<i>Hedera</i> -Habitus. Focussierung auf Pollenkontur	
Fig. 7	(107)	<i>Hedera</i> -Habitus. Intercolpium-Reticulation und Seitencolpen	. 350
Fig. 8	(107)	dtto. Reticulationsunterschiede – Pol–Äquator	
Fig. 9	(107)	dtto. Polbild	
Fig. 10	(107)	dtto. Polreticulation	
Fig. 11	(99)	<i>Toddalia</i> -Habitus	. 348
Fig. 12	(99)	dtto. Reticulation des Intercolpium	
Fig. 13	(59)	<i>Platanoidites gertrudae</i> R. POT. .	. 334
Fig. 14	(58)	<i>Hamamelis</i> -Habitus, Polbild	. 334
Fig. 15	(111)	<i>Firmiana</i> . Kontur nach Colpen	. 352

		Seite
Fig. 16	Kat. Nr. (111) <i>Firmiana</i> . Reticulum	
Fig. 17	(122) <i>Fraxinus floribunda</i> -Habitus	. . . 355
Fig. 18	(122) dtto. Reticulation des Mesocolpium	
Fig. 19	(105) <i>Arceuthobium</i> . Polansicht	. 350
Fig. 20	(105) <i>Arceuthobium</i> . Spinae	. 350
Fig. 21	(105) dtto. Seitenansicht	
Fig. 22	(105) dtto. Seitenansicht	
Fig. 23	(114) <i>Ilex aquifolium</i> -Habitus. Seitenansicht	. 353
Fig. 24	(115) <i>Ilex canariensis</i> -Habitus. Seitenansicht	. 353
Fig. 25	(113) <i>Symplocos</i> . Polansicht .	 353
Fig. 26	(109) <i>Tilia caroliniana</i> -Habitus	. 351
Fig. 27	(109) <i>Tilia caroliniana</i> -Habitus. Porenbau	
Fig. 28	(109) dtto. Englumige Reticulation	

Tafel 17

Sterculiaceae, Betulaceae, Myricaceae, Olacaceae,
Ulmaceae, Moraceae, Onagraceae

LIM Vergr.: 750 x (1500, 5000)

REM Vergr.: 1500 x (10.000)

Fig. 1	Kat. Nr. (110) <i>Reveesia</i> . 4-poriges Pollenkorn (750 x)	. 351
Fig. 2	(110) <i>Reveesia</i> -Reticulum. 5000 x	
Fig. 3	(110) <i>Reveesia</i> . Öl-Immersion 1500 x	
Fig. 4	(72) <i>Betula</i> . LIM 750 x	. 339
Fig. 5	(73) <i>Ostrya</i>	. 339
Fig. 6	<i>Betula</i> . REM 1500 x. Seitenansicht. Interporus-Skulptur	
Fig. 7	<i>Betula</i> . REM 5000 x. Skulpturelemente	
Fig. 8	<i>Betula</i> . REM 1500 x. Polansicht	
Fig. 9	(78) <i>Myrica</i> . REM 1500 x. Polansicht	. 341
Fig. 10	(75) <i>Alnus</i> Form A. REM 1500 x. Polansicht eines 5-porigen Pollenkornes .	. 340
Fig. 11	(104) Olacaceae. <i>O laxipollis matthesi</i> KRUTZSCH	. 349
Fig. 12	(75) <i>Alnus</i> Form A. REM 1500 x. Polansicht eines 4-porigen Kornes	. 340
Fig. 13	(76) <i>Alnus</i> Form B. REM 1500 x. Polansicht eines 5-porigen Kornes .	. 340
Fig. 14	(72) <i>Betula</i> . REM 2000 x. Porenskulptur	. 339
Fig. 15	(75) <i>Alnus</i> Form A. LIM 750 x. 5-poriges Korn	. 340
Fig. 16	(75) dtto. Form A. LIM 750 x. 4-poriges Korn	
Fig. 17	(87) <i>Celtis</i> -Habitus. 3-poriges Pollenkorn. Seitenansicht	. 344
Fig. 18	(90) <i>Morus</i> -Habitus. 3-poriges Pollenkorn. Polansicht	. 345
Fig. 19	(92) <i>Ludwigia</i> -Habitus. LIM 750 x. Polansicht	. 346

Tafel 18

Betulaceae, Juglandaceae, Ulmaceae, Haloragaceae

LIM Vergr.: 750 x (1500 x)

REM Vergr.: 10.000 x

Fig. 1	Kat. Nr. (77)	<i>Carpinus</i> . Polansicht eines 4-porigen Pollenkornes .	Seite . 340
Fig. 2		<i>Carpinus</i> . 5-poriges Korn	
Fig. 3		<i>Carpinus</i> . 6-poriges Korn	
Fig. 4	(93)	<i>Myriophyllum</i> -Habitus .	. 346
Fig. 5	(79)	<i>Engelhardia (Oreomunnea)</i> -Habitus	. 341
Fig. 5a	(79)	dtto. Granulation der Sexine (1000 x LIM)	
Fig. 6	(80)	<i>Carya</i> . Polansicht	. 342
Fig. 7	(81)	<i>Pterocarya</i> . Polansicht	. 342
Fig. 8	(82)	<i>Juglans</i>	. 342
Fig. 9	(80)	<i>Carya</i> . Granulation der Distalarea, 1000 x LIM	
Fig. 10	(80)	<i>Carya</i> . REM 10.000 x. Granulation Distalarea	
Fig. 11	(88)	<i>Juglanspollenites verus</i> RAATZ. Poren etwa äquatorial	. 344
Fig. 12		<i>Juglanspollenites verus</i> RAATZ. Poren subäquatorial verteilt.	
Fig. 13		dtto. Porenrand unregelmäßig konturiert	
Fig. 14		dtto. Porenfeld granuliert	
Fig. 15		<i>Juglanspollenites verus</i> RAATZ. Extrem großes Pollenkorn. Pore granuliert.	
Fig. 16		dtto. Porenverteilung unsymmetrisch	
Fig. 17		<i>Ulmus</i> . 3-poriges Pollenkorn	. 343
Fig. 18	(84)	<i>Zelkova</i> -Habitus. Am oberen Bildrand rugulate Skulptur des Pollenkornzentrums .	. 343
Fig. 19	(83)	<i>Ulmus laevis</i> -Habitus	. 343
Fig. 20	(85)	<i>Planera aquatica</i> -Habitus	. 343

Tafel 19

Hamamelidaceae, Chenopodiaceae, Podostemaceae, Ericaceae

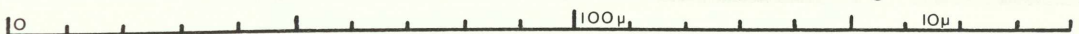
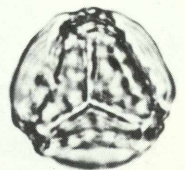
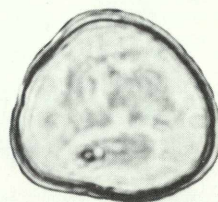
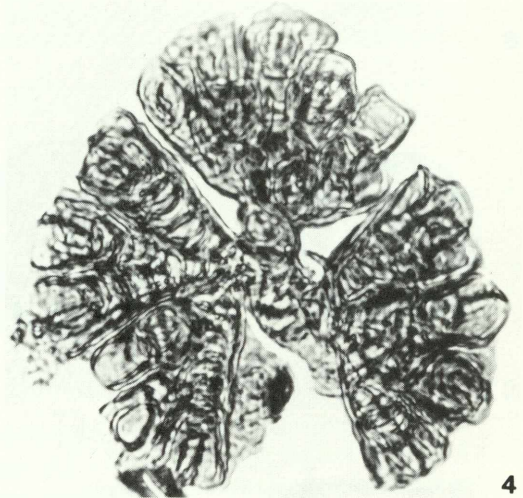
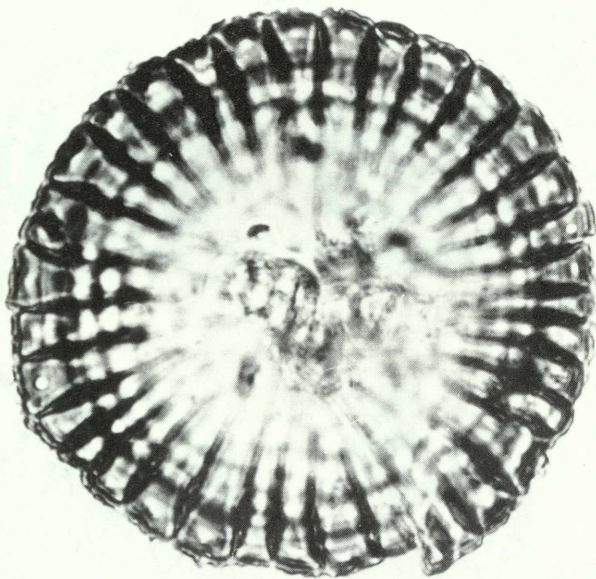
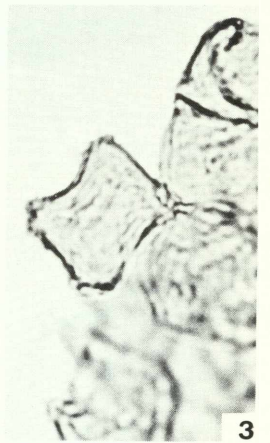
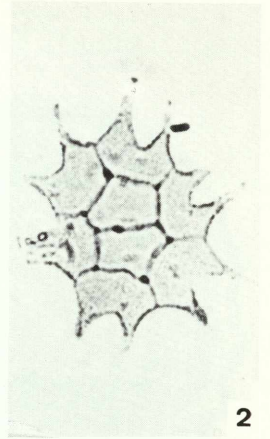
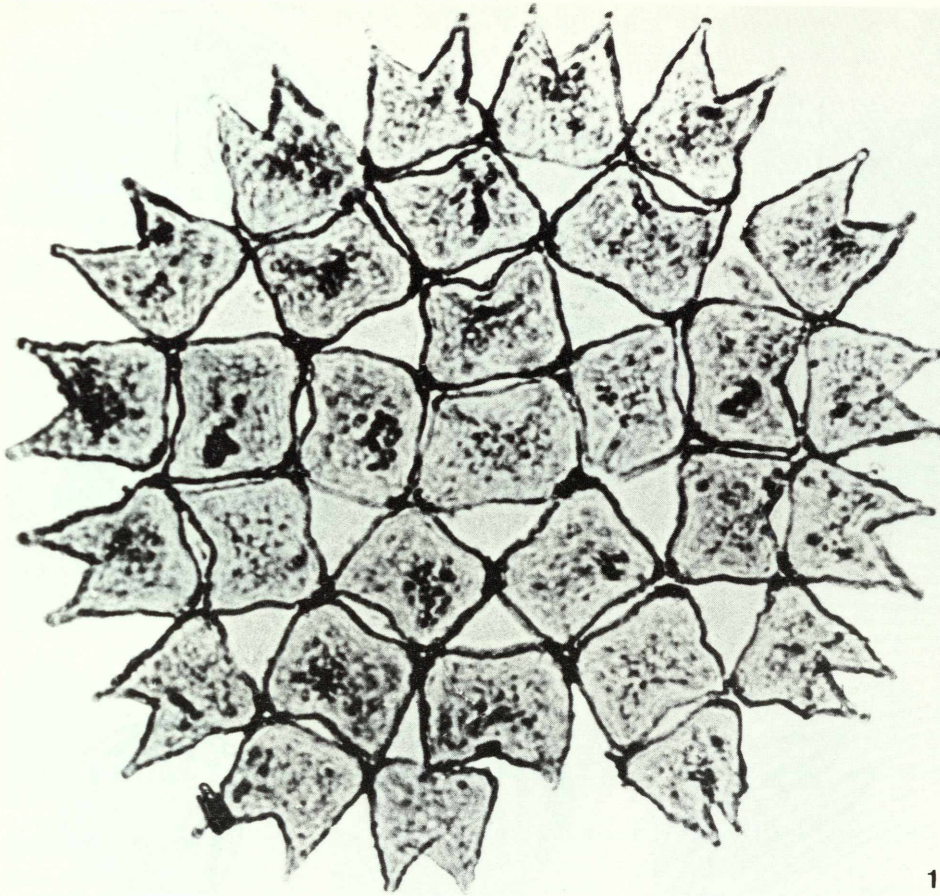
Monocotyledonae: Butomaceae

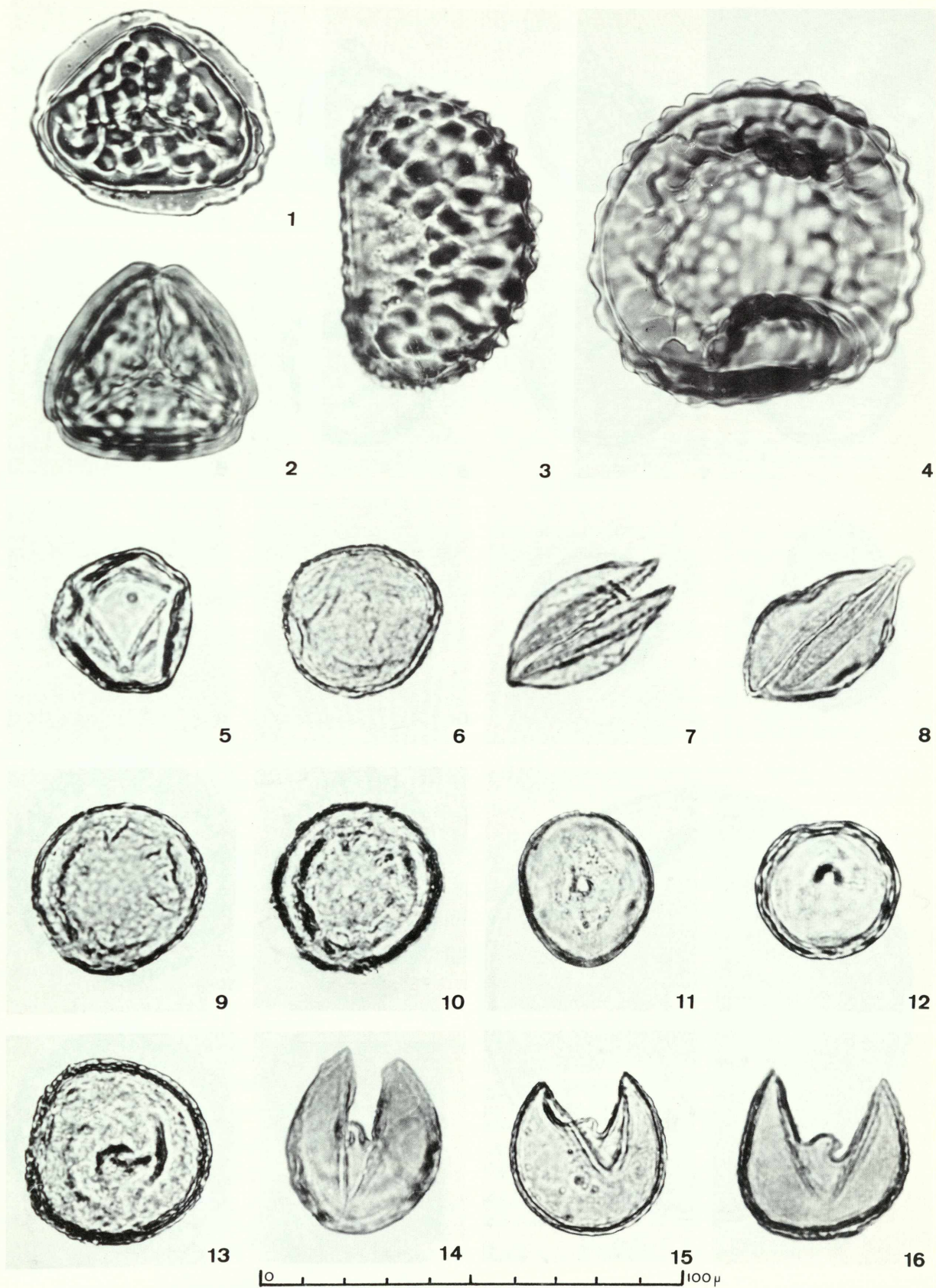
LIM Vergr.: 750 x

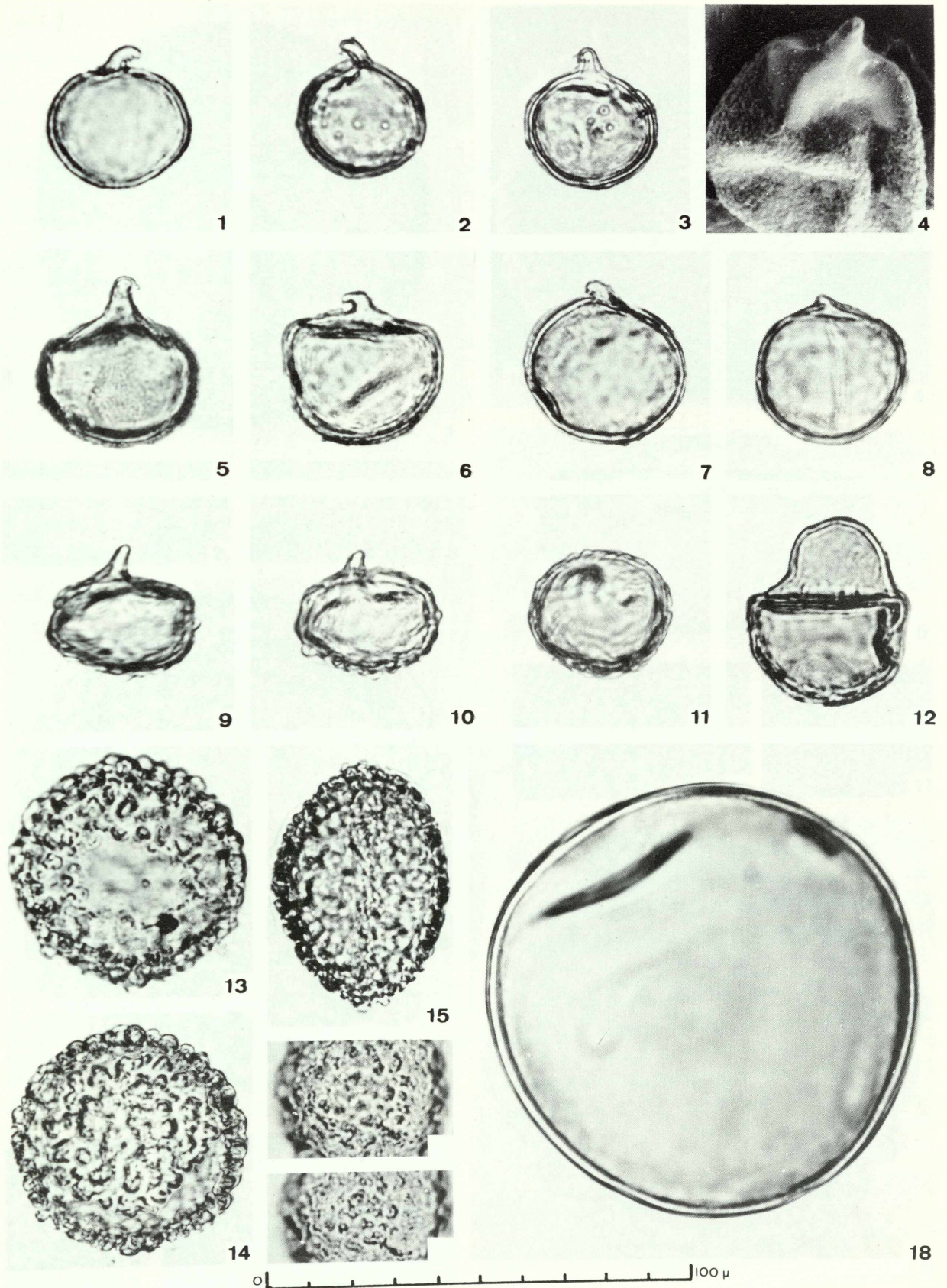
REM Vergr.: 1500 x, 5000 x

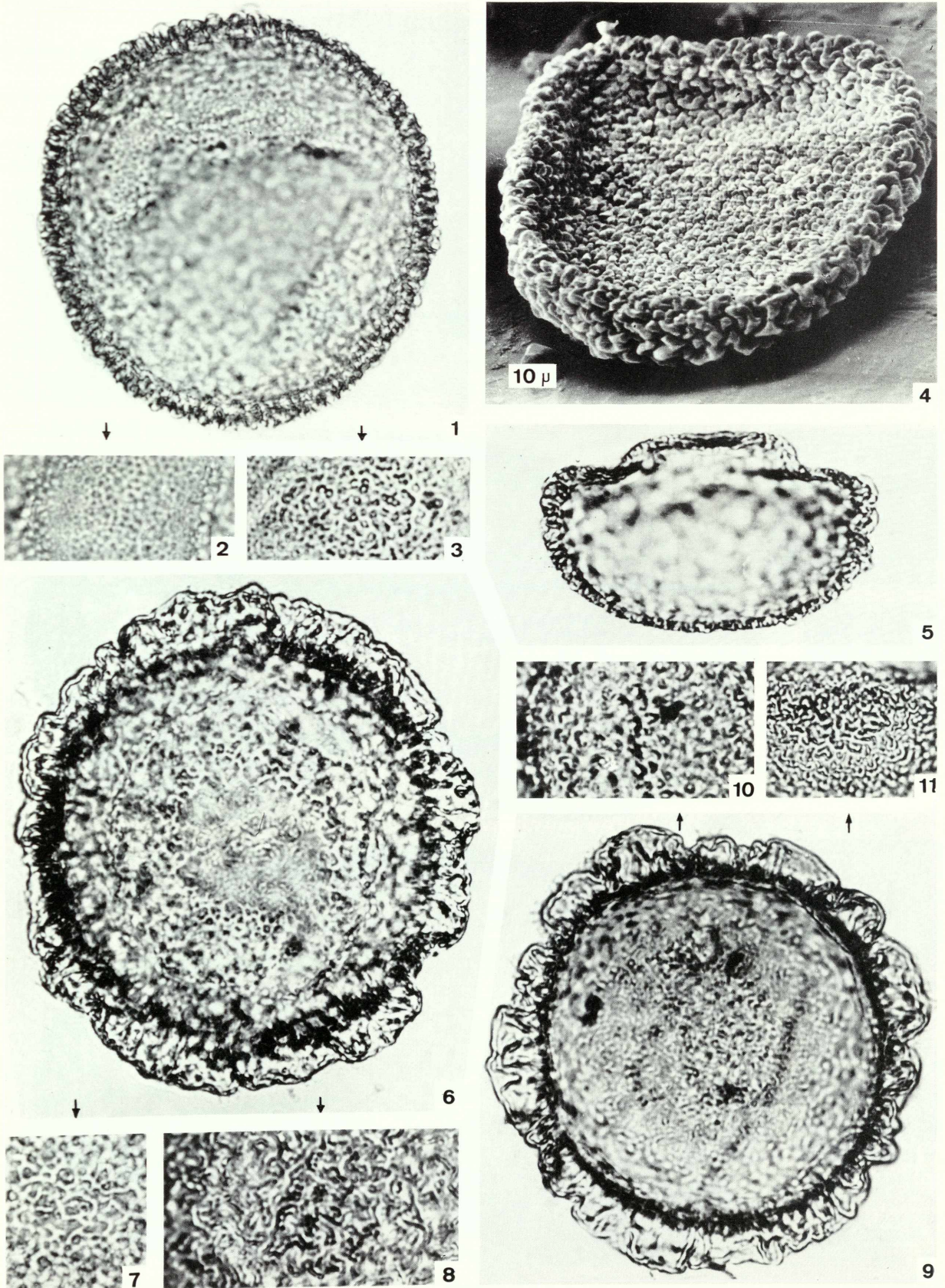
Fig. 1	Kat. Nr. (55)	<i>Liquidambar formosana</i> -Habitus	. 333
Fig. 2	(55)	dtto. Exinenstruktur	
Fig. 3	(56)	<i>Liquidambar macrophylla</i> -Habitus	. 333
Fig. 4	(56)	dtto. Exinenstruktur	
Fig. 5		dtto. Pollenkorn mit großen Poren	
Fig. 6		dtto. z. T. ovale Poren	
Fig. 7	(57)	<i>Liquidambar orientalis</i> -Habitus	. 333
Fig. 8	(52)	Chenopodiaceae Form A	. 331
Fig. 9	(53)	Chenopodiaceae Form B	. 331
Fig. 10		<i>Liquidambar formosana</i> -Habitus. REM 1500 x. Ungleich große Poren	. 333
Fig. 11		<i>Liquidambar orientalis</i> -Habitus. REM 1500 x .	. 333

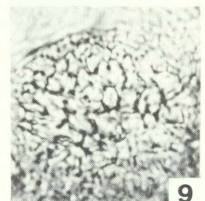
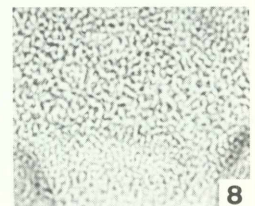
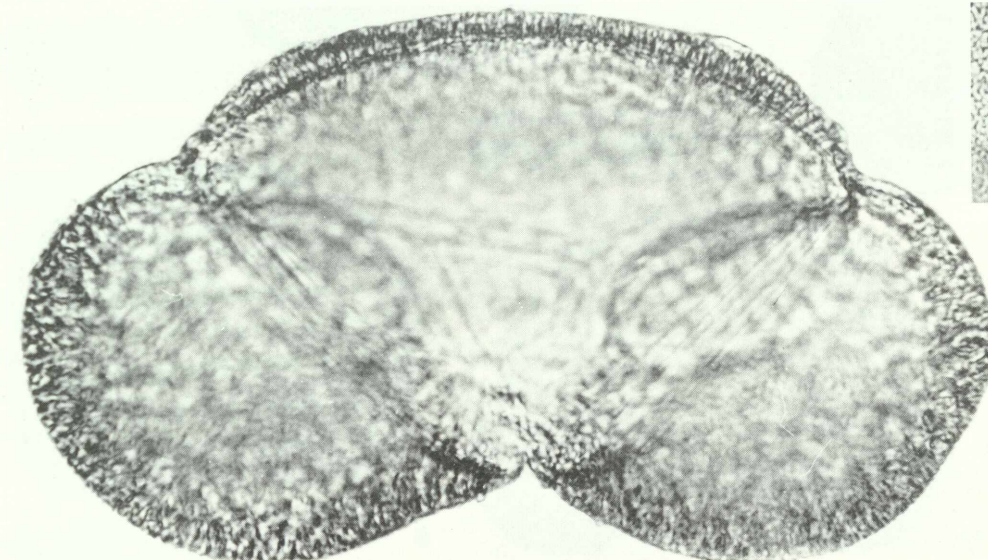
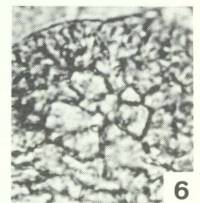
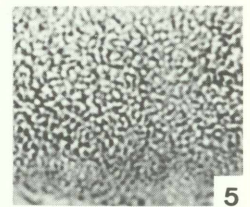
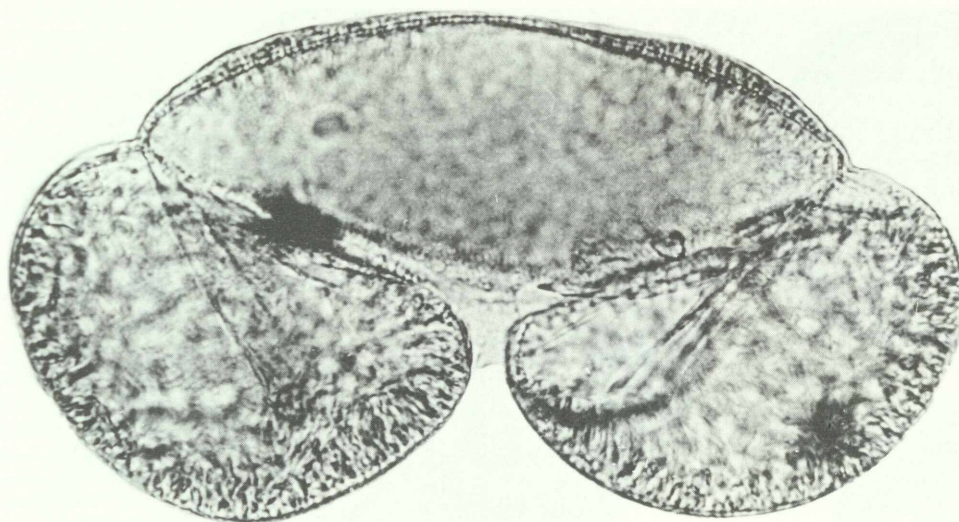
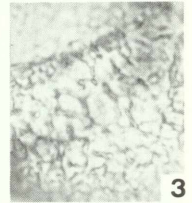
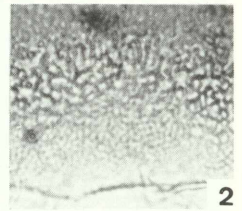
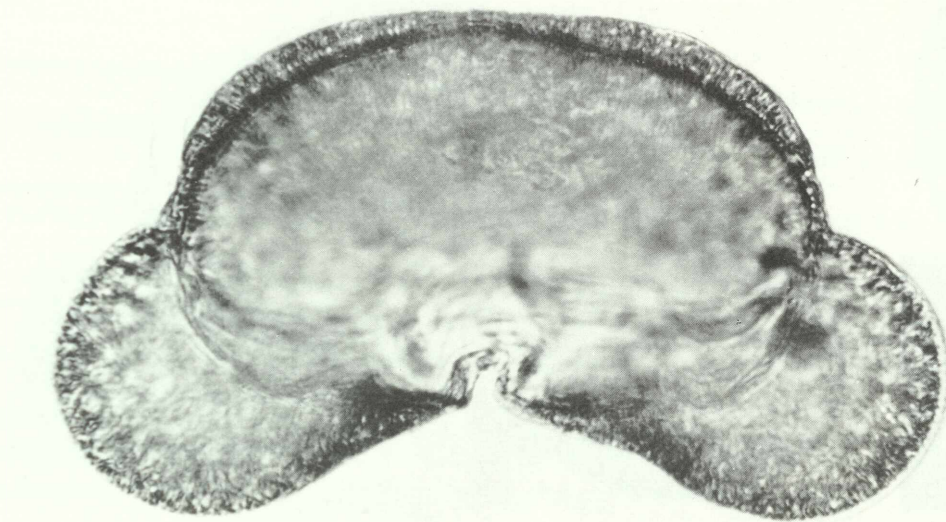
		Seite
Fig. 12 Kat. Nr.	<i>Liquidambar orientalis</i> -Habitus (REM 1500 x)	
Fig. 13	<i>Liquidambar formosana</i> -habitus. REM 5000 x. Porus-Granulation	
Fig. 14	<i>Liquidambar orientalis</i> -Habitus. REM 5000 x. Dichte Porengranulation	
Fig. 15	(125) <i>Butomus</i> . Dyade mit Distalsulcus der Körner.	. 356
Fig. 16	(125) dtto. Reticulation der Oberfläche	
Fig. 17	(91) <i>Podostemum</i> -Habitus. Dyade. Tricolpate Einzelkörner	 345
Fig. 18	(119) Ericaceae, <i>Rhododendron arboreum</i> -Habitus	. 354
Fig. 19	(118) <i>Arbutus</i> -Habitus	. 354
Fig. 20	(120) Ericaceae – <i>Ericaceoipoll. cf. acastus</i> R. POT.	. 355
Fig. 21	(121) Ericaceae	. . 355



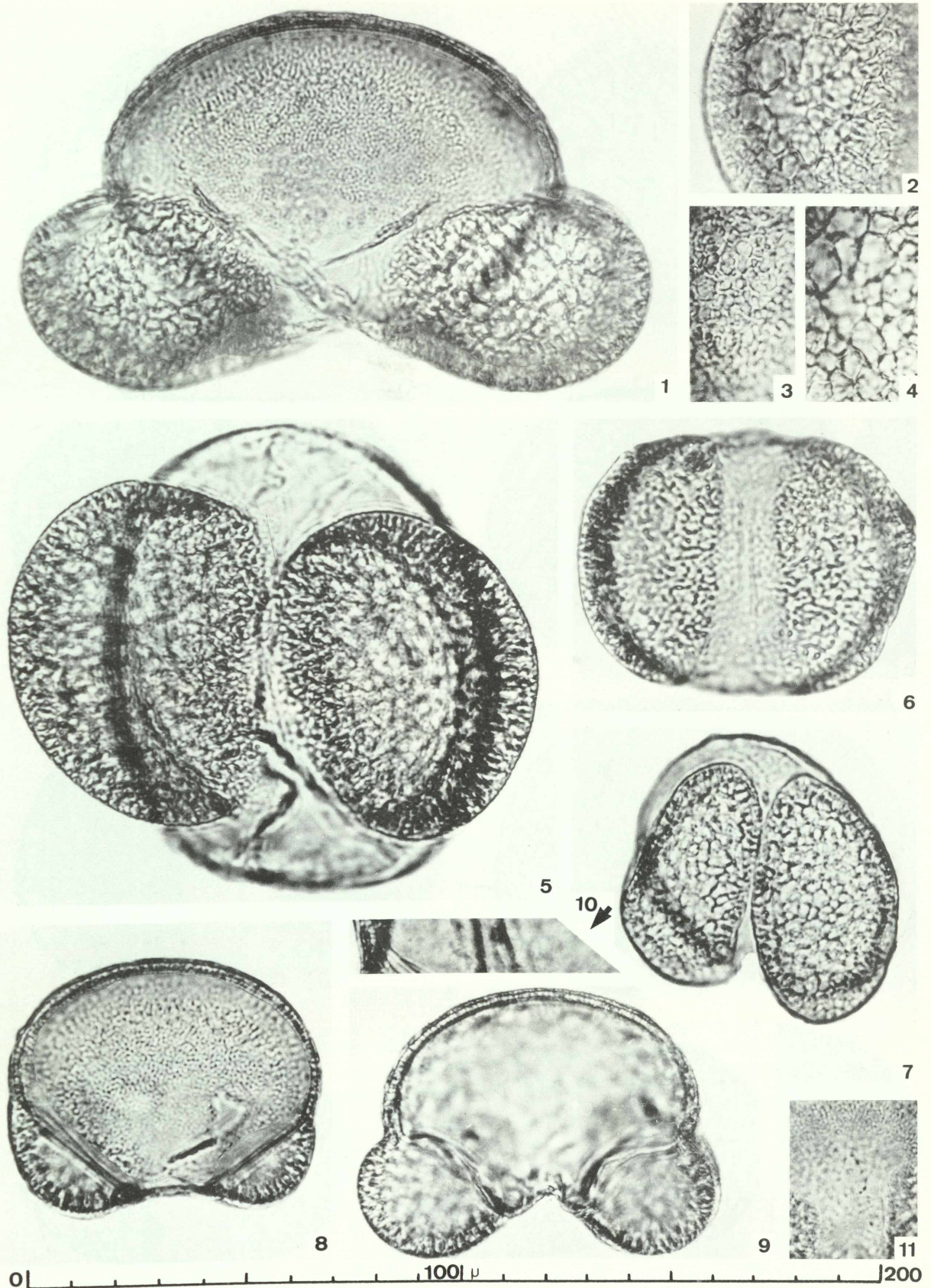


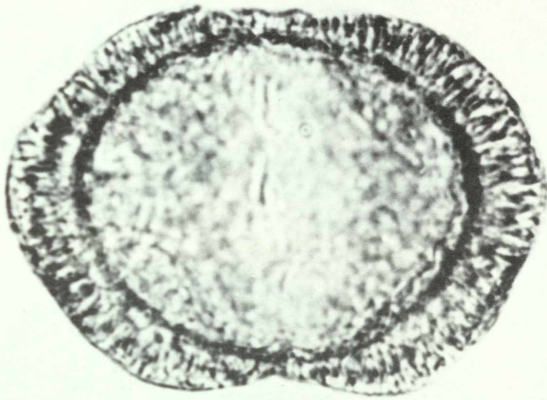




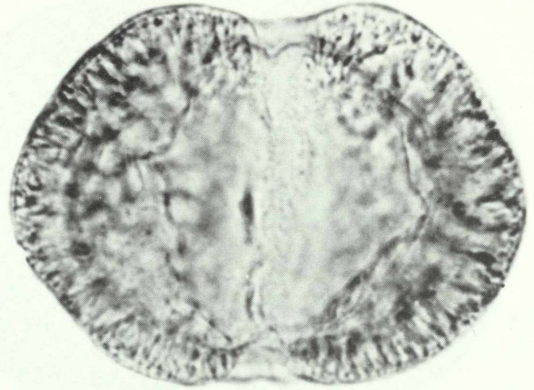


0 | 100 | 200 μ

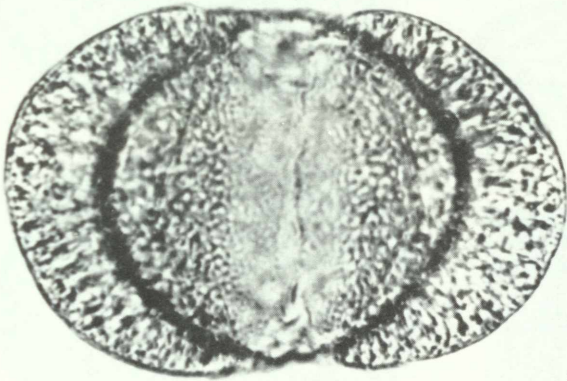




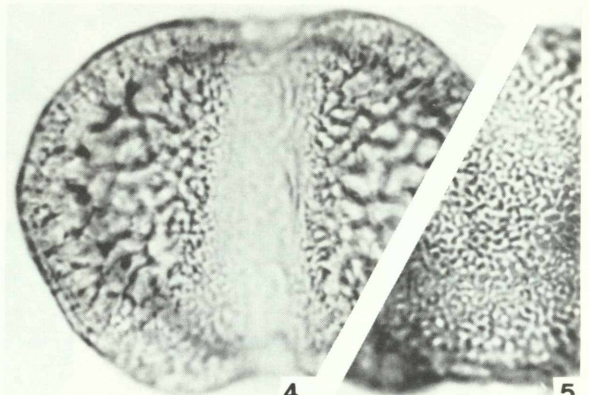
1



2

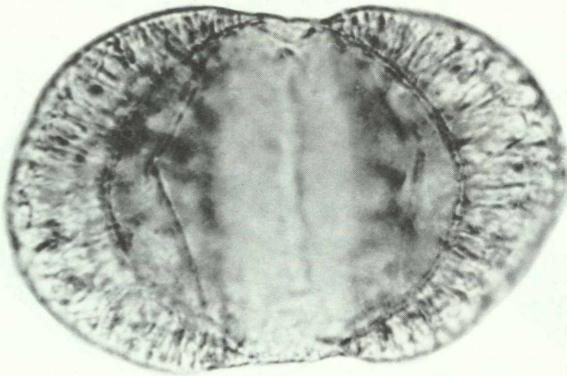


3

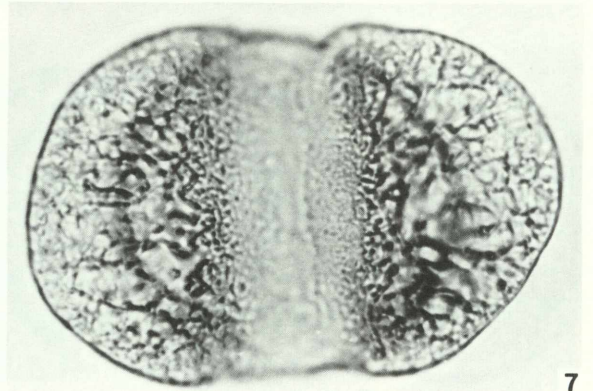


4

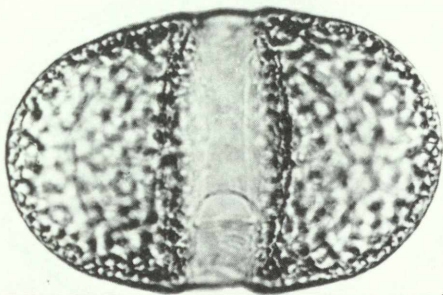
5



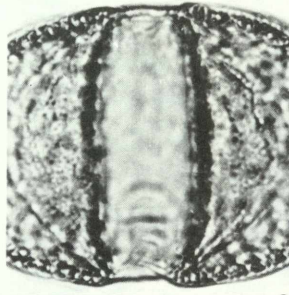
6



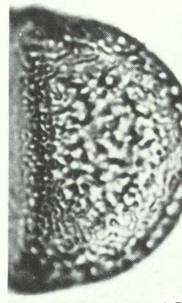
7



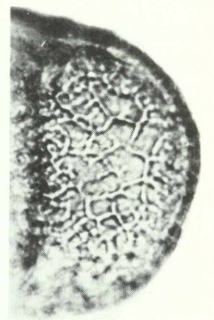
8



9



10



11

