

# PERMFOSSILIEN-

280 Millionen Jahre  
alte Spuren der Steinkohlen-  
wälder von Zöbing

Sonderausstellung  
des Krahuletz-Museums  
Eggenburg, NÖ  
bis 3.10.1983

**KATALOGREIHE DES KRAHULETZ – MUSEUMS:**

Bertha von Suttner: Dokumente um ein Leben. – Bebildeter Katalog der Krahuletz-Gesellschaft, Eggenburg 1972.

Johann Krahuletz 1848–1928. – Bebildeter Katalog der Krahuletz-Gesellschaft zum 125. Geburtstag seines Begründers. Eggenburg 1973.

Die Befestigungsanlagen in Thunau. 5000 Jahre Siedlung im Garser Raum. – Bebildeter Katalog der Krahuletz-Gesellschaft, Eggenburg 1975.

Copyright 1983 bei Verlag **KRAHULETZ-GESELLSCHAFT**  
Für den Inhalt verantwortlich: Dr. med Heinrich **REINHART**  
Obmann der Krahuletz-Gesellschaft.  
A-3730 Eggenburg, Krahuletzplatz 1.

Druck: A. Riegelnik, Offsetdruck, Piaristengasse 19, A-1080 Wien.

**280 Millionen Jahre alte**

**Spuren der  
Steinkohlenwälder  
von ZÖBING**

**Bebildeter**

**K A T A L O G**

**zur gleichnamigen Ausstellung**

**Katalogreihe des Krahuletz-Museums Nr. 4**

**Eggenburg 1983**

**Eggenburg, Krahuletz-Museum**

**Öffnungszeiten: täglich, auch an Sonn- und Feiertagen, von 9 – 11 und 14 – 16 Uhr**

**Veranstalter:**

**Krahuletz-Gesellschaft Eggenburg.**

**Herausgeber und Verleger:**

**Krahuletz-Gesellschaft Eggenburg.**

**Schriftleitung:**

**Univ. Prof. Dr. Fritz F. Steininger, Wien.**

**Fotos:**

**Dipl. Graph. Claudia M. Vasicek-Vodak, Eggenburg**

**Graphik:**

**Univ. Prof. Dr. Adolf Papp, Klosterneuburg.**

**Dipl. Graph. Claudia M. Vasicek-Vodak, Eggenburg.**

**F. Stürmer, Wien.**

**Wissenschaftliche Leitung (Ausstellung und Katalog):**

**Univ. Prof. Dr. Fritz F. Steininger, Wien.**

**Museumskustos Werner Vasicek, Eggenburg**

**Leihgeber:**

**Geologisch-Paläontologische Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien**

**Botanische Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien**

**Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt**

**Bibliothek der Österreichischen Akademie der Wissenschaften**

**Verein zur Erhaltung der Ruine Senftenberg**

**Dr. Manfred E. Schmid, Wien**

**wir danken:**

**Amt der N. Ö. Landesregierung:  
Abt. III/2 – Kulturabteilung,**

**Stadtgemeinde Langenlois.**

**Univ. Prof. Dr. Fritz F. Steininger, Wien.**

**Univ. Prof. Dr. Fritz Ehrendorfer, Wien.**

**Univ. Prof. Dr. Adolf Papp, Klosterneuburg.**

**Architekt Karl Vodak, Wien.**

**Univ. Doz. Dr. Norbert Vavra, Wien.**



**Inhalt:**

**Seite:**

**Geleitworte:**

**Das Krahuletz–Museum und die Paläontologie.**

**Heinrich Reinhart** ..... 7

**Unser Blauer Planet.**

**Vom Bau der Erde und der Geschichte des Lebens.**

**Fritz F. Steininger** ..... 9

**Permfossilien.**

**280 Millionen Jahre alte Spuren der Steinkohlenwälder von Zöbing.**

**Werner Vasicek** ..... 15

**Bildteil und Werbung**



Geleitworte:

Das Krahuletz-Museum und die Paläontologie.

von

Heinrich Reinhart

Obmann der Krahuletz-Gesellschaft Eggenburg.

Vor einem Jahrzehnt war die Sonderausstellung „Johann Krahuletz“ anlässlich seines 125. Geburtstages dem Leben und Wirken dieses bedeutenden Sohnes der Stadt Eggenburg gewidmet, der schon im ausgehenden 19. Jahrhundert die Grundlagen sowohl für die 1899 gegründete Krahuletz-Gesellschaft als auch für das 1902 eröffnete Krahuletz-Museum gelegt hat. Dieses sein Werk, früh von Mitbürgern und Zeitgenossen bewundert und von Wissenschaftlern anerkannt, ist nur aus dem Blickwinkel der Jahrhundertwende, aus dem Blickwinkel der „Gründerzeit“ voll und ganz zu verstehen, fiel doch der Beginn der ursprünglich von Candid Pontz Reichsfreiherrn v. ENGELSHOFEN (gest. 1866 in Stockern) rein urgeschichtlich inspirierten, bald aber autodidaktisch geologisch und paläontologisch ergänzten Sammlertätigkeit von Johann KRAHULETZ in die klassische Zeit der Erforschung des Wiener Jungtertiärs. Der Eggenburger Raum, heute zum Nordrand der Molassezone gerechnet, wurde lange Zeit als Teil des sogenannten „Außer-alpinen Wiener Beckens“ bezeichnet. Schon 1853 gab es von Johann ČŹJZEK eine „Geologische Karte der Umgebung von Krems und dem Manhartsberg“, die wieder auf ältere Autoren wie HOLGER, STÜTZ und PARTSCH aufbaute. Auch war schon der Fossilreichtum der jungtertiären Meeresablagerungen von Eggenburg durchaus bekannt. Die große Monographie von Moritz HOERNES „Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien“ (1856–1870) behandelte auch die Faunen des Jungtertiärs um Eggenburg, bei deren Aufsammlung bereits damals ein gebürtiger Eggenburger, der Kustosadjunkt am Hof- und Naturalienkabinett Johann ZELIBOR (1819–1869) beteiligt war. Jedoch die unermüdete und bedeutende Sammeltätigkeit von Johann KRAHULETZ (1848–1928) brachte jene Ergebnisse, welche die Kenntnis der geologisch-paläontologischen Verhältnisse dieses Gebietes entscheidend erweitert und die Grundlage für den modernen Wissensstand geliefert haben.

Bei dieser Sammeltätigkeit kam Johann KRAHULETZ in der damals herrschenden langen Friedensperiode die überaus rege gründerzeitliche Bautätigkeit sehr entgegen, welche die alten Steinbrüche von Zogelsdorf eine Spätblüte mit großen Steinlieferungen für Prachtbauten der Wiener Ringstraße erleben ließ, die mit dem 1869 begonnenen Bau der Franz-Josefs-Bahn in Eggenburg vorübergehend mächtige Aufschlüsse in fossilreichen Ablagerungen bereitstellte und die umliegenden miozänen Sande als bestens geeigneten Bausand reichlich verwendete. So konnte Johann KRAHULETZ zahlreiche neue Fundorte entdecken und ausbeuten, so daß er bald einen nahezu geschlossenen und reichen Bestand wirbelloser Meerestiere – überwiegend Mollusken (Schnecken, Muscheln etc.) – vorweisen konnte. Als Franz X. SCHAFFER 1910 daranging in einer umfassenden Monographie das „Miozän von Eggenburg“ neu zu beschreiben, bildeten dafür diese Aufsammlungen von KRAHULETZ neben den älteren Wiener Sammlungen die wesentlichste Grundlage. Dieses reich bebilderte Tafelwerk ist denn auch Johann KRAHULETZ gewidmet und bei zahlreichen Abbildungen findet sich der Hinweis, daß das Original im Krahuletz-Museum aufbewahrt werde. Einen ganz besonderen Bekanntheitsgrad sollten die respektablen Wirbeltierfunde erlangen, welche Johann KRAHULETZ geglückt sind. Etwa das berühmte Unikat des Schwädels eines gavialartigen Krokodils aus dem Schindergaben, der „*Crocodylus eggenburgensis*“ (*Gavialosuchus eggenburgensis*), 1885 von TOULA und KAIL bearbeitet; die fossile, die Eggenburger Schichten kennzeichnende Meeressirene, von Charles DEPÉRET bearbeitet, welche Johann KRAHULETZ auch die erste internationale Anerkennung brachte, wurde sie doch 1895 bei einem Paläontologenkongreß in Lyon unter der wissenschaftlichen Bezeichnung „*Metaxytherium krahuletzii*“ vorgestellt; erwähnenswert auch die Reste eines abgestorbenen Seitenstammes der Zahnwale (*Schizodelphis sulcatus incurvata*), 1900 von O. ABEL bearbeitet. Stammen die bisher angeführten Funde aus dem Miozän, also aus einer erdge-

schichtlichen Epoche, in der vor 22 Millionen Jahren der Eggenburger Raum von einem tropischen Meer überflutet war, so sind Johann KRAHULETZ auch aus späteren Zeitaltern wesentliche Funde zu danken. Neben den Landsäugetieren aus der Hollabrunner–Mistelbacher Schotterflur des Oberen Miozäns (Pannon) z. B. die Entdeckung der Teufelslucken bei Roggendorf, des einzigen jungeszeitlichen Höhlenhyänenhorstes in Österreich, dessen fossile Knochenfunde einer artenreichen Tierwelt aus eiszeitlich tundrenähnlicher Landschaft später von Kurt EHRENBERG und Mitarbeitern bearbeitet worden sind.

Damit ist dokumentiert, daß die Funde von Johann KRAHULETZ schon in der Frühzeit erdgeschichtlicher und paläontologischer Forschung für namhafte Wissenschaftler mit Anlaß und Aufforderung waren zur Erstellung unseres zwingend modernen Weltbildes und umfassenden Heimatverständnisses. Zusätzlich gefördert wurde diese fruchtbare Periode noch durch die wechselseitige persönliche Wertschätzung, wobei die lebenslange Freundschaft des großen Pioniers der Geologie, Eduard SUESS, mit Johann KRAHULETZ besonders hervorzuheben ist. Dadurch ist es auch verständlich, daß dem gelernten Büchsenmacher und späteren Eichmeister Johann KRAHULETZ schon zu Lebzeiten zahlreiche Ehrungen zuteil geworden sind, wie die Exkursion des IX. Internationalen Geologenkongresses 1903 in Eggenburg, der Besuch von Kaiser Franz Josef am 28. Juni 1904 im Museum, die Verleihung des goldenen Verdienstkreuzes mit der Krone, die Ernennung zum Kaiserlichen Rat und schließlich zum Professor der Geologie.

Somit ist für die Krahuletz-Gesellschaft die intensive Beziehung zur Paläontologie beste und bis heute gepflegte Tradition, ist die Einbringung von Funden in den Museumsbestand ungebrochen. Als Beispiele der 1954 eingebrachte, mitsamt den Stoßzähnen gut erhaltene Gomphotherium-Schädel aus Hohenwart, von Helmut ZAPFE und Friedrich BACHMAYER bearbeitet, 1980 der Panzer einer großen Meeresschildkröte aus Maigen, 1982 der Mammutfund von Alberndorf. Als markanter Meilenstein sind jedoch die Erkenntnisse der international besetzten Parathety-Arbeitsgemeinschaft zu werten, welche 1971 zur Drucklegung des 827 Seiten umfassenden Bandes „Eggenburgien“ der Chronostratigraphie und Neostatotypen (Miozän der zentralen Paratethys von Fritz F. STEININGER und Jan SENES) geführt haben, womit der Name der Stadt Eggenburg, des Geburts-, Wirkungs- und Sterbeortes von Johann KRAHULETZ, nicht zuletzt wegen der meist noch erhaltenen Typuslokalitäten in der Umgebung weltweit als Bezeichnung des untersten Miozän Anerkennung gefunden hat, wofür besonders auch einem Eggenburger, Univ. Prof. Dr. Fritz F. STEININGER, zu danken ist.

Die umfangreichste Neuerwerbung der letzten Jahrzehnte für das Krahuletz-Museum stellen aber tausende Pflanzenfossilien aus dem Perm von Zöbing dar, als Ergebnis einer gemeinsamen, von der Krahuletz-Gesellschaft (Kustos Werner VASICEK) und dem Institut für Paläontologie der Universität Wien (Univ. Prof. Dr. Fritz F. STEININGER) im Jahre 1977 durchgeführten Grabung, welche dankenswert vom Amt der NÖ.-Landesregierung subventioniert und von der Stadtgemeinde Langenlois gefördert wurde. Der Sonderausstellung „Das Perm von Zöbing“ kommt nun die Aufgabe zu, diesen Fundkomplex aus einer der ältesten erdgeschichtlichen Formation unserer Heimat einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen, um damit auch das faszinierende Wissen über das Entstehen und Vergehen auf unserem Planeten Erde zu vertiefen.

## Unser Blauer Planet.

### Vom Bau der Erde und der Geschichte des Lebens.

Eine Einführung.

Von

Fritz F. Steininger

Institut für Paläontologie, Universität Wien

Vom Weltraum betrachtet, bietet die Erde ein faszinierendes Bild – sie zeigt sich als bläulich schimmernder Planet. Von den insgesamt 510 Millionen Quadratkilometern der Erdoberfläche werden nur ca. 30 % (150 Millionen km<sup>2</sup>) von Festländern eingenommen, 70 % (360 Millionen km<sup>2</sup>) werden vom Meer bedeckt (vgl. Ausstellungsbild). Unser Blauer Planet ist damit einzigartig unter den Planeten des Sonnensystems.

In diesen Ozeanen hat auch die Entwicklung von lebenden Organismen, die die Erde bevölkern, ihren Anfang genommen. Wir haben heute von der Entstehung unseres Sonnensystems und der Erde, ihres inneren Baues und ihrer geologischen Entwicklung, sowie von der Entstehung lebender Systeme, ihrer Entwicklung und der Stammesgeschichte der Pflanzen- und Tierwelt durch die Forschungsergebnisse der einzelnen Fachdisziplinen der Erdwissenschaften – Geophysik – Mineralogie – Petrologie – Geologie und Paläontologie – sehr konkrete Vorstellungen, die mit Hilfe radio-metrischer Zeitmessungen auch in ihrem zeitlichen Ablauf erfaßt werden können.

#### Ausstellungsposition 1: Zeitspirale.

Wesentliche Ereignisse der Erdgeschichte und bedeutende Entwicklungsschritte des Lebens sind in der „Zeitspirale“ dargestellt. Daneben wurden auch solche Ereignisse hervorgehoben, die regional von größerer Bedeutung sind. Um einen Eindruck der zeitlichen Abfolge zu vermitteln, wurden diese Ereignisse in ihrem tatsächlichen zeitlichen Abstand zueinander entlang der Zeitspirale angeordnet.

Allgemein wird heute durch die Rotverschiebung des Lichtes von fernen Galaxien auf eine Expansion des Universums geschlossen, dessen Entstehung im sogenannten „Urknall“ vor etwa 13 Milliarden Jahren seinen Ausgang genommen haben könnte. Unsere Sonne mit den 9 Planeten, Monden und Asteroiden ist ein Teil der Milchstraßen-Galaxie; das Alter der Sonne wird auf etwa 5 Milliarden Jahre geschätzt, das Alter der Erde auf etwa 4,6 Milliarden Jahre. Die bis heute bekanntesten ältesten Gesteine der Erde, mit einem Alter von etwa 3,85 Milliarden Jahre, stammen aus SW-Grönland.

#### Ausstellungsposition 2: Bau der Erde.

Messungen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Schwingungen im Inneren der Erde führen zur Erkenntnis über den Schalenbau der Erde und die Dichte der einzelnen Schalen sowie ihrer chemisch-mineralogisch/petrologischen Zusammensetzung. Im allgemeinen kann in folgende Schalen gegliedert werden:

Kern: innerer Kern: festes Metall (94% Eisen – 6% Nickel), 1300 km; äußerer Kern: flüssiger Zustand, neben Eisen und Nickel etwa 20% Silizium, 2100 km.

Mantel: unterer Mantel: dichte Oxyde (SiO<sub>2</sub>, Periklas, MgO); oberer Mantel: dichte eisen- und magnesiumreiche Silikate (60 – 70% Olivin, 5 – 20% Eustatit und Diopsid, Granat). Insgesamt: 2100 km.

Kruste: variable Dicke 6 – 70 km (z. B. unter den Kontinenten), Aufbau aus drei Gesteinstypen: magmatische Gesteine ca. 65%; metamorphe Gesteine ca. 27%; Sedimentgesteine ca. 8% (siehe Position 4). Hauptanteile der Elemente in diesen Gesteinen: Sauerstoff 46%, Silizium 29%, Aluminium 8%, Eisen 5%, Calcium 4%, Kalium 2,4%, Natrium 2,3%, Magnesium 2% und andere.

#### Ausstellungsposition 3: Bau der Erdkruste und des Oberen Erdmantels.

Innerhalb der Kruste werden zwei wesentliche Bereiche unterschieden: die Ozeanische Kruste: 5 – 12 km dick (Dichte 3.0) aus magmatischen (basaltischen) Gesteinen. Diese Gesteinsschmelzen

dringen entlang der Plattengrenzen besonders an den Zerreiungs- oder Rift-Zonen auf (vgl. Position 6 und 7). Darüber folgend die kontinentale Kruste: 15 – 17 km dick (Dichte 2.7) aus magmatischen (granitischen) und metamorphen Gesteinen und darauf abgelagerten Sedimentgesteinen.

Die Grenzfläche zwischen Kruste und Mantel bildet die sogenannte Mohorovicic Diskontinuität, gekennzeichnet durch das Ansteigen der seismischen Wellengeschwindigkeiten, bedingt durch die zunehmende Dichte der Gesteine im Mantel.

Im **O b e r e n M a n t e l** sind zwei große Bereiche auf Grund der Änderungen der seismischen Wellengeschwindigkeit festzustellen: die Lithosphäre: der äußerste feste Anteil des Oberen Mantels (50 – 100 km dick). Darunter folgt eine Zone, in der die seismischen Wellengeschwindigkeiten deutlich abnehmen und darunter die Asthenosphäre: eine Zone aus zhlflisigem fließenden Gesteinsmaterial (100 – 400 km dick).

Die Erdkruste und der oberste Anteil des Erdmantels – die Lithosphäre – bauen die starren Platten auf, welche die äußere Erdschale bilden. Eine seismisch deutlich erfbare Zone trennt diese Platten von der zhlfliigen Asthenosphäre des Erdmantels (vgl. Position 6 und 7).

Ausstellungsposition 4: Gesteine und Fossilien.

Gesteine sind natürliche Aggregate aus Mineralien. Drei Grundtypen lassen sich unterscheiden:

**M a g m a t i s c h e G e s t e i n e**: sie entstehen aus Gesteinsschmelzen (= Magma) durch Abkühlung bei verschiedenem Druck und Temperatur. Bei langsamer Abkühlung z. B. in den Magmakammern der Erdkruste entstehen grobkörnige kristalline Gesteine wie Granit. Bei rascher Abkühlung an der Erdoberfläche entstehen feinkörnige glasige Gesteine wie Basalt.

**S e d i m e n t g e s t e i n e**: sie entstehen hauptsächlich durch die Verwitterungsvorgänge. 3 Haupttypen: Trümmergesteine (z. B.: Konglomerate, Sandsteine, Tone); biogene Sedimente aus Hartteilen der von Organismen aufgebauten Skelette (z. B. Korallenkalk) und Silikate (z. B.: Diatomit). Ferner: Erdöl, Kohle etc. Chemische Sedimente durch Ausfllung aus berstigten Lösungen (z. B.: Salzlagerstätten).

**M e t a m o r p h e G e s t e i n e**: Durch hohen Druck und Temperatur z. B. bei der Gebirgsbildung kann es zur Umwandlung (Metamorphose) von magmatischen und Sedimentgesteinen (mit Mineralneubildungen) kommen z. B.: Kristalline Schiefer, Gneise, Marmor.

**F o s s i l i e n**: sind Überreste von Organismen aus vergangenen Erdzeitaltern, die uns meist in Sedimenten eingebettet überliefert wurden. Generell finden wir Fossilien als Krperfossilien (z. B.: Muschelschalen, Knochen, Zähne), Abdrücke des ursprünglichen Organismus oder eines Teiles davon (Muschelschalen-Abdruck, Blattabdruck) oder als Hohlraumausfllungen sogenannte Steinkerne (Muschelschalenausfllung) erhalten und überliefert.

Ausstellungsposition 5: Karte der Ozeanböden.

Zwei Drittel oder 360 Millionen km<sup>2</sup> werden von den Ozeanen eingenommen. Im Vergleich mit den Kontinenten sind die heutigen Ozeanböden geologisch gesehen sehr jung. Der Atlantische Ozean und der Pazifische Ozean sind, wie heute allgemein angenommen werden kann, erst im mittleren Mesozoikum – im Jura – also vor etwa 180 Millionen Jahren entstanden (vgl. auch Position 8). Während die seichten, etwa 200 m tiefen Schelfbereiche noch ein Teil der kontinentalen Kruste sind, beginnt der Ozeanboden mit den Tiefsee-Ebenen in etwa 5000 m Tiefe. Von diesen Tiefsee-Ebenen ragen vulkanisch entstandene Berge (bzw. Inseln) auf (seamounts, guyot). Charakteristisch sind ferner die Mittelozeanischen Gebirgsketten: etwa 60.000 km lang, 2000 – 4000 m hoch mit breiter Zentralspalte und spiegelbildlich angeordneten Kammsystemen der Gebirge. Durch zahlreiche Brüche werden diese mittelozeanischen Gebirge quergliedert. Ein weiteres Phänomen sind die Tiefseegrben: bis 11 000 m tief, oft mehrere 10er km breit und mehrere 100 km lang erstrecken sie sich entlang von Kontinentalrändern.

Ausstellungsposition 6: Bewegungsmechanismen der Erdkruste (Kontinentaldrift, Sea floor-spreading und Plattentektonik).

Die äußere Schale der Erde wird von starren Platten (aus Kruste und Lithosphäre, vgl. Position 3) gebildet. Diese Platten „schwimmen“ auf der zhlfliigen Asthenosphäre. Die aus dem Erdinne-

ren nach dem Konvektionsprinzip aufsteigenden Gesteinsschmelzen zerreißen diese Platten und das in den mittelozeanischen Rücken aufdringende Material drängt die Platten zur Seite, neuer – magmatischer – Ozeanboden wird gebildet (sea floor-spreading). Auf der zähflüssigen Asthenosphäre werden nun die starren Platten geschoben bzw. durch die Konvektionsströme im Mantel gezogen (Kontinentaldrift). Bei der Kollision von zwei Platten kommt es zu randlichen Stauungen (– Gebirgsbildung), dabei wird meist eine der kollidierenden Platten überfahren und subduziert (Plattentektonik). Solche Subduktionszonen sind durch die Tiefsee-graben gekennzeichnet. Entlang dieser Subduktionsfläche (Benioff-Zone) kommt es zu Erdbeben und vulkanischen Erscheinungen, bis die subduzierte Platte in etwa 700 km Tiefe aufgeschmolzen wird.

**Ausstellungsposition 7: Plattengrenzen, die aktiven Zonen der Erdkruste.**

Bereits mehrmals – vergleiche Position 3 und 6 – wurde festgestellt, daß die äußere Erdschale von einzelnen starren Platten bedeckt ist. Die Position dieser Platten änderte und ändert sich im Verlaufe der Erdgeschichte kontinuierlich. Als Motor haben wir die Theorie des Sea Floor-Spreading kennengelernt (vgl. Position 8).

Diese Platten werden aus kontinentaler Kruste und/oder ozeanischer Kruste zusammengesetzt, ihre Grenzen bilden die Mittelozeanischen Gebirgsketten oder -schwelle und die Zonen der Plattenkollision bzw. die Subduktionszonen in den Tiefsee-gräben. Diese Zonen der Plattenkollision werden auch als aktive Plattenränder bezeichnet. Damit im unmittelbaren Zusammenhang stehen die Vulkan- und Erdbebengürtel der Erde. Mit Hilfe von paläomagnetischen Messungen kann auch die Bewegungsrichtung der einzelnen Platten im Laufe der Erdgeschichte verfolgt werden. Damit wird es möglich, die Position der einzelnen Platten zu jedem gegebenen Zeitabschnitt der Erdgeschichte zu rekonstruieren (vgl. Position 8). Durch Messungen des Hitze-flusses des oberen Erdmantels – der Asthenosphäre – sind auch Angaben zu den Konvektionsströmungen in der Asthenosphäre möglich, jenen Strömungen, die den Motor der Plattentektonik darstellen.

**Ausstellungsposition 8: Geschichte und Zukunft der Kontinente.**

Die Ähnlichkeiten der Ostküste Südamerikas und der Westküste Afrikas gaben bereits frühzeitig Anlaß zu Spekulationen über ein Zusammenpassen dieser Kontinente in der geologischen Vergangenheit der Erde. 1910 trat der Österreicher Alfred WEGENER mit seiner Kontinentalverschiebungstheorie hervor. Demnach sollten vor etwa 200 Millionen Jahren die Kontinente einen einzigen Superkontinent – PANGEA – gebildet haben. Diese Theorie wurde durch geophysikalische, geologische und paläontologische Forschungsergebnisse etwa ab 1960 großartig bestätigt, sodaß wir heute die Geschichte und die Zukunft der Kontinente rekonstruieren können.

**200 Millionen Jahre vor Heute:** Wende Erdaltertum/Erdmittelalter: es entsteht der Superkontinent PANGEA. Die Umriss der Kontinente sind entlang der 1000 Faden Tiefenlinie, die den Kontinentalsockel begrenzt, dargestellt.

**180 Millionen Jahre vor Heute:** Ende Trias. Nach 20 Millionen Jahren Drift bricht Pangea durch die Öffnung des Nordatlantiks auseinander. Es entstehen die Kontinente: Laurasia (Nordamerika + Eurasien) und Gondwana (Südamerika + Afrika, Indien, Antarktis + Australien).

**135 Millionen Jahre vor Heute:** Ende Jura: Öffnung des Nordatlantiks, rasche Öffnung des Indischen Ozeans und Drift Indiens. Geburt des Südatlantiks damals ähnlich dem Roten Meer heute. Drehung Laurasiens bei Festhalten Spaniens, wodurch es zum Aufreißen der Biskaya-Bucht kommt.

**65 Millionen Jahre vor Heute:** Ende Kreide: der Südatlantik verbreitert sich schnell zu einem Ozean. Annäherung Südamerikas an Nordamerika. Der Tethys-Ozean wird durch die Drehung Afrikas geschlossen. Beginnende Lösung Australiens von der Antarktis.

**HEUTE:** während der letzten 65 Millionen Jahre vor Heute entstanden nahezu 50 % des heutigen Ozeanbodens. Es kommt zum Verlust der Landbrücke zwischen Europa und Nordamerika und es entsteht die neue Landbrücke zwischen Nord- und Südamerika. Schließung der Tethys – Entstehung des Mittelmeeres. Die Kollision von Indien mit Eurasien führt zur Auffaltung des Himalayas. Öffnung des Roten Meeres und Beginn der Ostafrikanischen Rift- oder Graben-Zone. Rasche Drift Australiens gegen Norden.

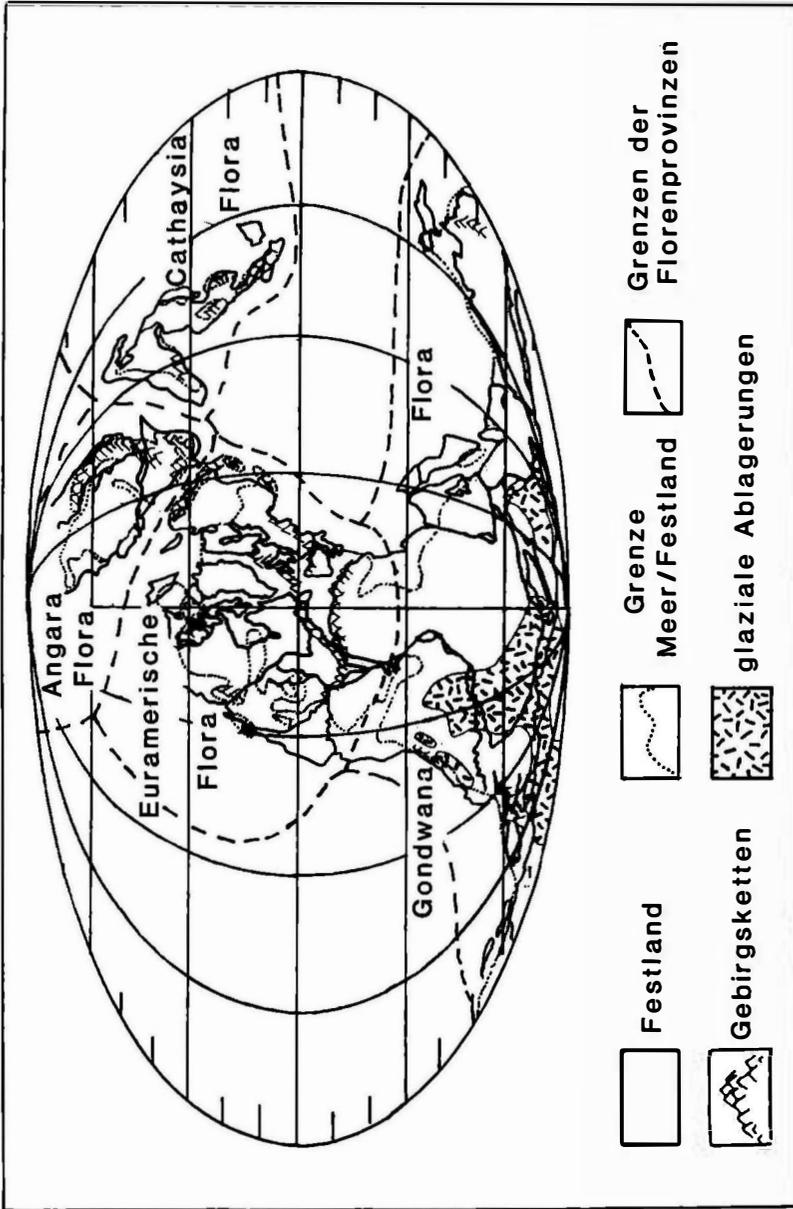


Abb. 1: Die Verteilung der Florenprovinzen des Jungpaläozoikums (Karbon/Perm) auf der heutigen Weltkarte. Nach THENIUS, 1977 verändert.

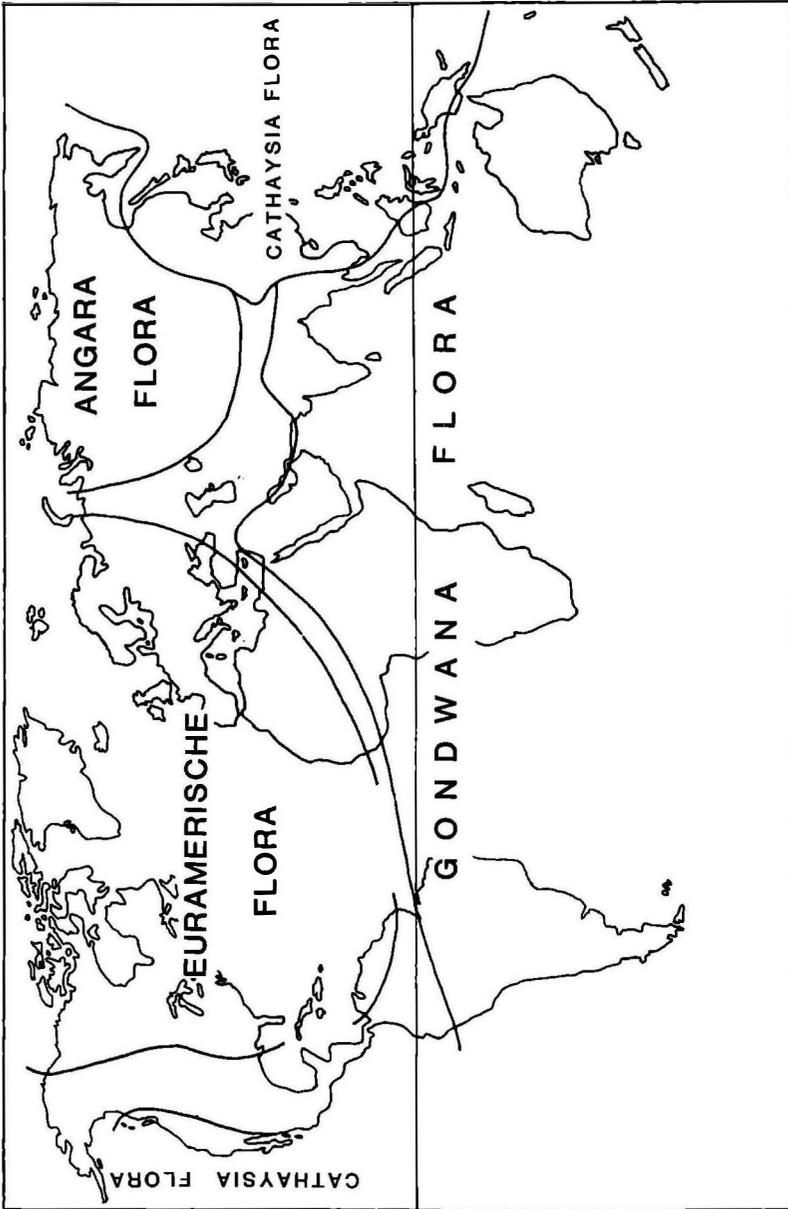


Abb. 2: Die Verteilung der Florenprovinzen des Jungpaläozoikums (Karbon/Perm) auf einer Rekonstruktionskarte der Verteilung der Kontinente zur Zeit der Karbon/Perm Wende. Nach BAMBACH-SCOTSE und ZIEGLER verändert.

50 Millionen Jahre nach HEUTE (Computersimulation): Erweiterung des Atlantiks und Indiks, Abtrennung einer Ostafrikanischen Subplatte. Kollision von Australien mit Eurasien.

Während die Rekonstruktion der Kontinente und Ozeane des Erdmittelalters und der Erdneuzeit heute in ihren großen Zügen als abgeschlossen angenommen werden kann und in einigen wesentlichen Stadien hier dargestellt wurde, steht man mit den Rekonstruktionen für das Paläozoikum noch am Beginn der Forschung. Wie bei allen Rekonstruktionen tragen neben geologischen Phänomenen wie z. B. der Verteilung von Festländern und Ozeanen, des Verlaufes von Gebirgszügen der durch die Klimagürtel bedingten Verteilung von Kohlegürtel und Wüsten, sowie der Vereisungserscheinungen an den Polkappen, die Ausdehnung und Einengung von Faunen- und Florenprovinzen ganz wesentlich zu diesen Rekonstruktionen bei.

Betrachtet man zu diesem Zweck die Florenprovinzen des Jungpaläozoikums (Karbon bis Perm), also jenen Zeitabschnitt, dem auch die Flora von Zöbing angehört, so lassen sich diese jungpaläozoischen Florenprovinzen auf einer heutigen Weltkarte nur als künstliche Einheiten auffassen und ihre Grenzen schwer auf natürliche Weise begründen (Abb. 1). Werden diese Florenprovinzen jedoch auf eine Karte mit der Rekonstruktion der Kontinente für den Zeitbereich Karbon/Perm übertragen (Abb. 2), stellen diese Florenprovinzen plötzlich völlig natürliche Einheiten dar, bedingt durch die Klimagürtel und die Vereisungen im Bereich des Südpols sowie die Verteilung von Festländern, Meeren und Gebirgen.

## 280 Millionen Jahre alte Spuren der Steinkohlenwälder von Zöbing

von

Werner Vasicek

Kustos des Krahuletz-Museums, Eggenburg

### Inhalt:

Zur Einführung: Zöbing am Kamp – die namengebende Ortschaft. Das Perm – eine wichtige und problemreiche Periode der Erdgeschichte. Das Permorkommen im geologischen Kartenbild. Die Entstehung des Perms von Zöbing – eine Kette geologischer Ereignisse. . . . .	15
Die geologische Karte von Niederösterreich (Ausstellungsposition 9). . . . .	22
Die Rahmentektonik des Perms von Zöbing (Ausstellungsposition 10, Vitrine I). . . . .	23
Die Diendorfer Störung im Luft- und Satellitenbild und ihr Verlauf (Ausstellungsposition 11). . . . .	24
Tektonik-Modell: Das Bruchsystem der Böhmisches Masse (Ausstellungsposition 12). . . . .	25
Die tektonischen Vorgänge (Manhartsberg – Dunkelsteiner Wald) – ein Modell (Ausstellungsposition 13). . . . .	26
Die Gesteine des Perms von Zöbing. Das Profilmodell der Sedimentfolge des Zöbinger Weststrandprofils (Ausstellungsposition 14). . . . .	26
Die häufigsten Sedimentgesteine aus dem Zöbinger Weststrandprofil (Ausstellungsposition 15, Vitrine II). . . . .	27
Zur Fossilisation der Zöbinger Pflanzenfossilien (Ausstellungsposition 16, Vitrine IV). . . . .	28
Das Leopoldacker Profil – ein Modell (Ausstellungsposition 17). . . . .	28
Die wesentlichen Fossilfunde und die Dokumentation von Gesteinsserien. Bildgeschichte: Die Grabungsarbeiten an Leopoldacker in Zöbing – eine Bildgeschichte (Ausstellungsposition 18). . . . .	30
Die Fossilien des Unterperms (Rotliegend). Die Zöbinger Fossilien (Vitrine III, V u. VI). Ein Faziesvergleich der wichtigsten Fossilfundstellen (Ausstellungsposition 19). . . . .	30
Gesteinsproben mit Pflanzenabdrücken aus der Boskowitzter Furche (Ausstellungsposition 20, Vitrine VII). . . . .	33
„Lebende Fossilien“ und Vertreter alter Pflanzenstämme – Vergleichsobjekte zu den Pflanzenfossilien von Zöbing (Ausstellungsposition 21). . . . .	33
Die Zöbinger Pflanzenfossilien in ihrem systematisch-stammesgeschichtlichen Zusammenhang (Ausstellungsposition 22–23–24). . . . .	35
Zur Problematik der Einstufung jungpaläozoischer Floren. Beschreibung der Florenfolge (Ausstellungsposition 25). . . . .	44
Zur Ökologie der fossilen Flora von Zöbing (Ausstellungsposition 26). . . . .	45
Das Vegetationsbild der fossilen Flora von Zöbing (Ausstellungsposition 27). . . . .	45
Die Darstellung der Gesamtergebnisse zur Geologie und Paläontologie des Perms von Zöbing (Ausstellungsposition 28). . . . .	47
Zur Forschungsgeschichte (Ausstellungsposition 29). . . . .	47
Literatur . . . . .	48
Tafelerläuterungen . . . . .	48

### Zur Einführung:

Zöbing am Kamp – die namengebende Ortschaft.

Die Marktgemeinde Zöbing liegt im Ausgang des engen Abschnittes des Kamptales. Der Ortskern mit der gotischen Pfarrkirche liegt in einer Biegung des Kampflusses, der östliche Ortsteil schmiegt

sich an eine Nord-Süd verlaufende Geländestufe, von der aus die mit Wein bepflanzten Hänge zum Heiligenstein ansteigen. Schon im Ortsbereich selbst treten in großer Vielfalt permische Gesteine zu Tage, von denen die steil gestellten Sandstein- und Arkosebänke in den Hinterhöfen der Häuser der Heiligenstein- und der Dr. Hiesinger-Straße besonders kennzeichnend sind. Der durch die Verwitterung feinkörniger Permsedimente, Sandsteine und Konglomerate entstandene Hangschutt liefert zusammen mit den Lößablagerungen mineralstoffreiche und daher für den Weinbau besonders geeignete Böden. Es ist dies mit ein Grund, daß die Flanke des Heiligensteins und des anschließenden Geißberges mit terrassenförmigen Weingärten bedeckt sind.

Auffallend ist, daß gerade aus dem westlichen Randgebiet der Permscholle besonders qualitätvolle Weine stammen. Der „Riesling“ vom Heiligenstein ist weltberühmt; im Vorjahr gelangte dieser Wein sogar auf die Tafel des Papstes in Rom.

Zöbing hat 700 Einwohner, von denen alle – direkt oder indirekt – vom Weinbau leben.

### Das Perm – eine wichtige und problemreiche Periode der Erdgeschichte.

Die „Zeitspirale“ (Ausstellungsposition 1) zeigt die wichtigsten erdgeschichtlichen Ereignisse seit der Entstehung der Erde vor ungefähr 4,6 Milliarden Jahren und berücksichtigt die wesentlichsten Gesteins- und Fossilvorkommen, die zum Verständnis des Perms von Zöbing notwendig sind. Darüber hinaus werden in der Folge jene Tatsachen in der Evolution des Tier- und Pflanzenreiches dargestellt, die auf wesentliche Entwicklungen im Perm hinweisen (siehe auch Abb. 1).

Das Perm wird in ein Unterperm und ein Oberperm eingeteilt; nach neuestem Forschungsstand (W. B. HARLAND et al. 1982 und G. S. ODIN 1982) begann es vor etwa 286 Millionen Jahren und endete vor etwa 248 Millionen Jahren. Die kontinentalen Ablagerungen auf dem Europäischen Festlandsokkel, die als Fortsetzung von bereits im Oberkarbon anberaumten Entwicklungen anzusehen sind, werden ab der Karbon/Perm-Grenze „Rotliegendes“ genannt und nehmen das ganze Unterperm ein. Sie werden in zwei gut unterscheidbare Abschnitte geteilt, wobei das weitaus bedeutendere Unterrotliegende (Autun, etwa 286 bis etwa 265 Millionen Jahre) vom Oberrotliegenden (Saxon, etwa 265 bis etwa 258 Millionen Jahre) durch die Auswirkungen der saalischen Gebirgsbildungsphase getrennt wird. Das Rotliegende wird dann in vielen Fällen von marinen Sedimenten der Zechsteinüberflutung überlagert. Diese Zechstein-Sedimente sind in Mitteleuropa für das Oberperm (etwa 258 bis etwa 248 Millionen Jahre) typisch.

Im Rahmen der Erdgeschichte nimmt das Perm eine Sonderstellung ein, da es den jüngsten Abschnitt des Erdaltertums (Paläozoikum) darstellt. Die schon im Perm eingeleitete große „Wende“ in der Abfolge der Floren und Faunen ist mit der des endenden Erdmittelalters und der beginnenden Erdneuzeit (Känozoikum) vor 65 Millionen Jahren vergleichbar. Verfolgt man den „Gang der Evolution“ bei verschiedenen Tier- und Pflanzenstämmen über das jüngere Erdaltertum zum älteren Erdmittelalter hin, so kann dieser „Umbruch“ sehr anschaulich dargestellt werden.

So sind beispielsweise die frühesten kieferlosen Fische (Agnatha) aus dem oberen Kambrium bekannt, sie waren die dominierenden Formen im Ordovizium und Silur. Aus ihnen entwickelten sich im Devon die „Kieferfische“ (Kiefer und paarige Flossen) mit den Strahlenflossern (Actinopterygii) als wichtigste Gruppe, denn aus ihnen entstand nach dem Perm die Mehrzahl der heutigen Fische, wie z. B. die echten Knochenfische (Teleostei). Von einem zweiten Entwicklungszeitpunkt (Sarcopterygii) starben sehr wichtige Linien im obersten Karbon oder im Perm aus; es überlebten bis heute die Lungenfische (Dipnoi) und die Quastenflosser (Crossopterygii: Rhipidistia und Coelacanthidae), die allerdings im Perm eine wesentliche zahlenmäßige Verminderung erfuhren. Aus den Rhipidistia, die im unteren Perm ausstarben, entstanden im Devon die ersten Amphibien, deren Evolution im Devon und Unterkarbon „ruhig“ verlief, im Oberkarbon und Perm jedoch in einer „explosionsartigen“ Entwicklung die Reptilien hervorbrachte. Sie stellten mit der Fülle der „Saurier“ die dominierenden und vorwiegend landbewohnenden Formen des Erdmittelalters. Bereits im oberen Perm, also vor Beginn der Trias waren die Reptilien am Weg zur Vorherrschaft. Zwei Gruppen zeigten sich besonders erfolgreich: die synapsiden Reptilien (Pelycosauria und Therapsida), aus denen in der Trias wiederum in einer dynamischen Evolutionsphase die ersten Säugetiere entstanden, und die

Abb. 1: Erdgeschichtliche Übersichtstabelle mit besonderer Berücksichtigung der Gliederung des Karbons und Perms und wesentlicher Evolutionschritte.

ZEITALTER		MILL. JAHRE VOR HEUTE		WESENTLICHE BIOLOGISCHE EREIGNISSE			
				AM FESTLAND	UND	IM MEER	
ERDNEUZEIT	Qu.	0		Auftreten des Menschen			
	Tertiär	1,8		Kräuter entstehen, Wälder und Gräser breiten sich aus	Auftreten des Vormenschen  erste Primaten		
ERDMITTELALTER	Kreide	65		Nacktsamer verlieren an Bedeutung Bedecktsamer "Blütenpflanzen" breiten sich aus erste Bedecktsamer Samenfarn sterben aus	letzte Dinosauria		
		Jura	144		Palmfarn (Cycadeen) herrschen vor	Höhepunkt der Dinosauria erste Vögel	Zunahme der echten Knochenfische (Teleostei)
	Trias	213		Nacktsamer gewinnen an Bedeutung  saugetierähnliche Reptilien (Therapsida)			
ERDALTERTUM	Perm	OBER- PERM	248		treten häufig auf  Trilobiten sterben aus		
		UNTER- PERM	258		Koniferen (Walchen) und Callipterigen herrschen vor	erste Therapsida und Dinosauria	
	Karbon	STEFAN A-C (D)	298		"Moorwälder" nehmen ab älteste Callipteris-Arten	Vorherrschen der Pelycosauria	
		WESTFAL A-C	296		Reduzierte "Moorwälder" mit Subsigillarien erste Nadelbäume	schabenartige Insekten	
		NAMUR	320		"Moorwälder" mit Riesenbärlappen (Lepidodendren, Sigillarien)	erste Reptilien	
	Devon	WISE	333		baumförmigen Samenfarne und Calamitenbeständen		
		TOURNAI	352				
		Devon	360		erste Samenpflanzen "Wälder"	erste Amphibien und Insekten	
	Kambrium	Silur	408		erste Landpflanzen (Psilophyta)	Kiefertragende Fische differenzieren sich	
		Ordovizium	438				
Kambrium		505		älteste Fische (Agnatha)			
		590					

Diapsida, welche vor allem die beherrschenden Landtiere (Dinosaurier, Flugsaurier) des Mesozoikums hervorbrachten.

Die „Eroberung“ des Festlandes durch die Pflanzen ging sehr rasch vor sich. Aus dem Silur sind die ersten Gefäßpflanzen als landlebende Formen nachgewiesen. Nach erstaunlich rasch erfolgten Evolutionsschritten waren bereits im Devon mit Ausnahme der Blütenpflanzen (Angiospermae), die erst in der Unterkreide auftreten, alle wichtigen Stämme der heutigen Pflanzenwelt vertreten. In den Kohlebecken, die im Karbon in äquatorialer Lage angeordnet waren (vergl. Abb. 7), ging in der Folge eine bemerkenswerte Entwicklung vor sich, wobei die große Artenfülle riesenwüchsiger Pflanzen (Bärlappgewächse, Schachtelhalmgewächse, Farne und Farnsamer) bei einer intensiven Nutzung des Lebensraumes zur Bildung dichter „Waldmoore“ führte. Die weitläufige Verbreitung manifester Assoziationen in immer wiederkehrenden Rhythmen führten zu einer Vereinheitlichung des Florenbestandes im Karbonwald. Im Oberkarbon zeichnete sich ein Rückgang bei den Riesenbärlappen ab, es starben beinahe alle Sigillarien mit Ende des Karbons aus, nur die sogenannten Subsigillarien waren im Perm noch vertreten. Im untersten Perm starb die Mehrzahl der hochentwickelten Farnsamer plötzlich aus. In den freien Lebensräumen trat die Farnsamergattung *Callipteris* nahezu konkurrenzlos in den Vordergrund. Zusammen mit den Koniferen (z. B. *Walchia*) erfuhr sie in den eher trockenen Biotopen eine wesentliche Entwicklung. Von den Farnsamern überlebten die *Lyginopteridatae* schließlich bis in die Unterkreide. Im Oberkarbon und Perm entstanden aus den Farnsamern die Palmfarne (*Cycadatae*), die als „lebende Fossilien“ bis in die Gegenwart reichen. Am Ende des Perms starben die *Cordaiten* (*Cordaitidae*) und die *Glossopterida* (*Farnsamer der Gondwanaflora*) aus.

#### Das Permorkommen im geologischen Kartenbild.

Beim „Perm von Zöbing“ handelt es sich um ein relativ kleines Vorkommen von Sedimentgesteinen, deren Alter mit etwa 280 bis 250 Millionen Jahren angegeben werden kann.

Im geologischen Kartenbild führt seine Westgrenze entlang der bergseits gelegenen Häuserzeile im östlichen Ortsteil von Zöbing, von wo sie mit einer Reihe von meist steinbruchartigen Aufschlüssen über die Flanke des Heiligensteins zieht. In weiterer Folge sind bis zum Abhang des Geißberges rötlichbraune bis graugüne Sedimentgesteine vorherrschend. Bis dorthin handelt es sich um eine sockelartige Begrenzung am Fuße des Heiligensteins, jenes Berges, der von der Hauptmasse der permischen Gesteine aufgebaut wird. Der Westrand steht wohl mit einem Bruch im kristallinen Unter- bzw. Rahmenbau in Verbindung, der Bruch selbst ist aber von der Erosion überformt worden.

Ausgehend vom Westhang des Geißberges nach Nordosten hin stehen östlich der Permrgrenze kristalline Gesteine (Gföhler Gneis) an und es kann genau beobachtet werden, daß die permischen Sedimente ins Kristallin der Umgebung eingesenkt sind. Die Grenze streicht entlang der westlichen Talseite des Strassertales, überquert die Talsohle, zieht in geringem Abstand östlich an der Ruine Falkenberg vorbei und in geradem Verlauf weiter nach Norden.

Die Nordgrenze des Perms verläuft vom nördlichen Ortseude von Zöbing den Lausergraben entlang, überquert den Wolfsbachgraben und zieht südöstlich des Pösingerberges bis Diendorf/Olbersdorf.

#### Die Entstehung des Perms von Zöbing – eine Kette geologischer Ereignisse!

Es bestehen viele Gründe zur Annahme, daß Karbon- und Permschichten in weitaus größerer Ausdehnung auf der Böhmischem Masse abgelagert wurden, als sie heute noch zu finden sind. Altersgleiche Vorkommen sind heute von jüngeren Gesteinen bedeckt oder längst abgetragen worden. Wieso das Perm von Zöbing in Österreich als einziges permisches Schichtpaket nördlich des Alpenhauptkammes erhalten blieb, beruht auf einer sehr interessanten Verkettung von geologischen Vorgängen, die im folgenden dargestellt werden sollen.

Auslösend war dabei das „Schmälerwerden“ der alpinen Geosynklinale, also jenes weitläufigen Beckenraumes, in dem die Gesteine der Alpen zur Ablagerung gekommen waren. Im Rahmen dieser Nord-Süd-gerichteten Stauchungsprozesse, die vom Druck der Afrikanischen Platte auf den Europäischen Kontinent ausgelöst wurde, werden „Decken“ als relativ starre riesige Gesteins-Gleitmassen

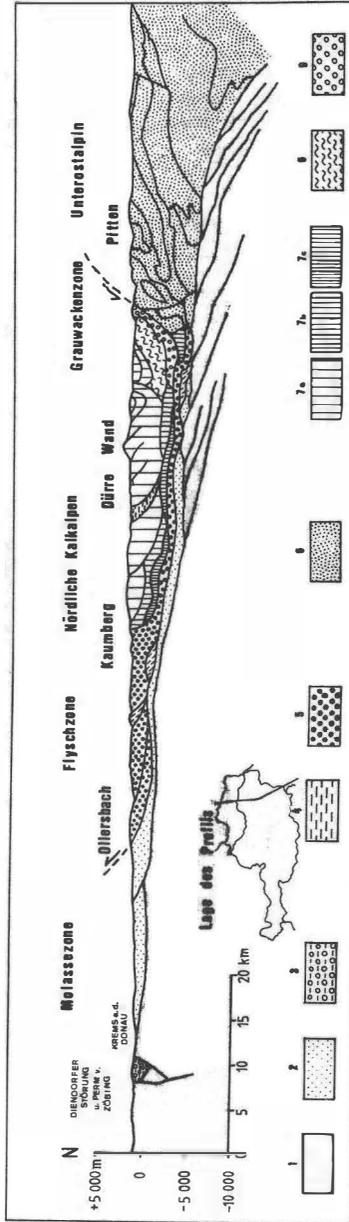


Abb. 2: Geologischer Schnitt. Böhmisches Massiv im Norden - Ostalpen im Süden  
 Durch Aufschieben der Alpen (kristalline und metamorphe Gesteine des Unterostalpins - 6, Paläozoikum - 8 und Karbon - 9 in der Grauwackenzone, Deckeneinheiten der Nördlichen Kalkalpen - 7a, b, c) über etwa 80 km auf das Kristallin der Böhmisches Masse (-1) kommen auch die über-schobenen Teile von Helvetikum (-4), Flysch (-5) und Molassezone (-2) unter die Alpen zu liegen. In Zusammenhang damit ist auch die Absenkung des Perms von Zöbbling (-3) zu verstehen.

übereinander geschoben. Durch Hebung im Süden schoben sich die Gesteinsmassen der Nördlichen Kalkalpen dem Gefälle entsprechend auf den Flysch, die Flyschdecken wiederum auf das Helvetikum und letztlich die Vorderfront der gesamten Gebirgslast auf die südlichen Teile der Molasse. Diese tektonischen Bewegungen begannen vor etwa 110 Millionen Jahren und kamen vor 20 Millionen Jahren zum Abklingen. Mit ihnen verbunden war ein Aufrasten und Aufschieben auf die Böhmisches Masse, die somit über etwa 80 km eine sockelartige Unterlagerung der Alpen bildet (siehe Abb. 2).

Für die Böhmisches Masse stellte sich als Folge ein weitgehendes Zerbrecen des kristallinen Gebirgskörpers ein. Die Anlage der Brüche erfolgte interessanterweise in sehr ähnlicher Form, wie nach den Gesetzen der Mechanik unter gleichen Voraussetzungen jeder feste Körper zerbrecen würde. Daher finden wir im bayerisch–österreichischen Raum als weitaus dominierende Bruchlinie den „Pfahl“, der nach Nordwest verläuft. Im Osten nimmt die äquivalente Stellung das „Diendorfer

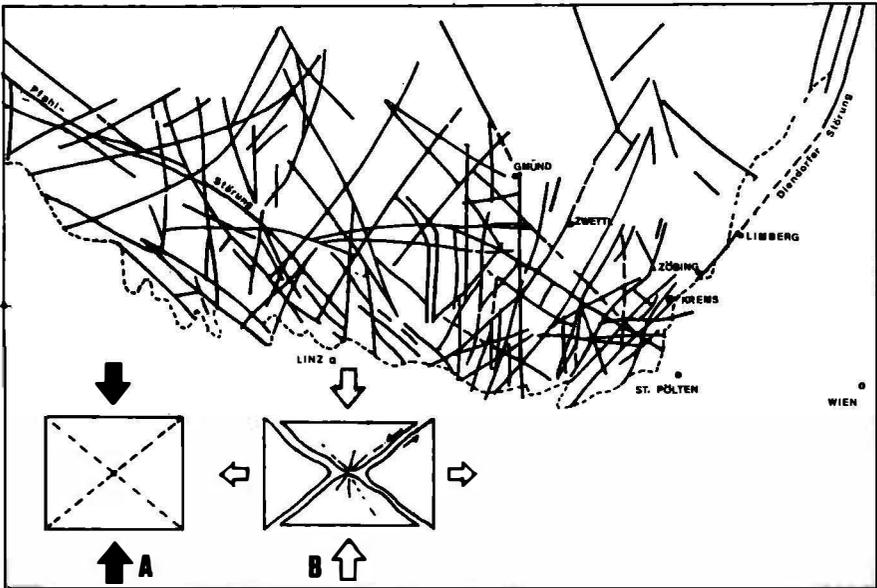


Abb. 3: Bruchsysteme der Böhmisches Masse. Durch Brüche, die parallel zur Diendorfer Störung und zur Pfahl-Störung verlaufen, wurde die Böhmisches Masse in kleine Schollen zerbrochen. Vergleichsweise wird ein fester Körper (A) abgebildet, der unter Druckwirkung in sehr ähnlicher Weise zerbricht (B). — — Grenze des obertags aufgeschlossenen Kristallins der Böhmisches Masse. Maßstab zirka 1 : 1,000,000.

Bruchsystem“ ein, das nach Nordosten verläuft. Hier wurde die im Osten anschließende Kristallinscholle um mindestens 25 km nach Norden versetzt. Die Nord-Süd verlaufenden Brüche sind von untergeordneter Bedeutung, sie zeigen keinerlei Versetzungen und entstanden erst, nachdem die „Randschollen“ im Westen und Osten unter dem vom Süden her kommenden Druck abgeglitten waren. Die Kernzone dehnte sich aus, was ein „Aufblättern“ der Böhmisches Masse in der Richtung der Druckeinwirkung zur Folge hatte (siehe Abb. 3).

Die Hauptspur des „Diendorfer Bruchsystems“ kann aus den Kalkalpen bei Gstadt durch den Flysch (Wang und Randegg) und jenseits der Molassezone durch die Wieselburger Gegend über Zeling-Melk durch den Dunkelsteiner Wald verfolgt werden, wo sie auf der Linie Oberbergern–Unter-

bergern—Mauternbach ins Donauland hinaustritt und unter jungen Sedimenten verschwindet. Offensichtlich zerteilt sie sich im Kremser Raum in zwei gleichwertige Brüche, umgreift unter Einschließung des Granulites von Zöbing -Diendorf und eines kristallinen Antiklinalsystems an der westlichen Seite des Kamptales südlich von Schönberg das Perm von Zöbing, setzt sich nördlich von diesem bei Diendorf—Olbersdorf in Richtung Maissau fort und ist dann noch bis Platt bei Retz mit Sicherheit zu verfolgen. Ferner besteht die Annahme, daß sich diese Bruchlinie auch bis in die Tschechoslowakei hinein fortsetzt und in den Boskowitz Hauptbruch einmündet.

Es entsteht die Vorstellung, daß die Sedimente des Perms von Zöbing auf einer länglich-schmalen, etwa „linsenförmigen“ Kristallinscholle liegen, die durch die Abtragung etwas eingeebnet wurde und auf deren Oberfläche die Permsedimente abgelagert sind.

Den Bewegungen im Bruchsystem zufolge ist es zu einem „Vorbeischieben“ der Kristallin-Ostscholle über eine Entfernung von etwa 40 km gekommen. Die „inselartig“ im Bewegungssystem gelegene Scholle von Diendorf, der auch das Perm von Zöbing angehört, wurde dadurch tektonisch beansprucht, was ein Absenken des permischen Sedimentstoßes im Süden und ein Anheben der Kristallin-Unterlage im Norden zur Folge hatte.

Dieser „Drehvorgang“ brachte es mit sich, daß die Permsedimente entlang der sie begrenzenden Brüche ins Kristallin eingebaut und so gegen Abtragung geschützt wurde.

Auch erwies es sich für die Erforschung der Schichtfolge als vorteilhaft, daß dadurch alle Schichten — auch die untersten — an die Oberfläche traten (Abb. 4).

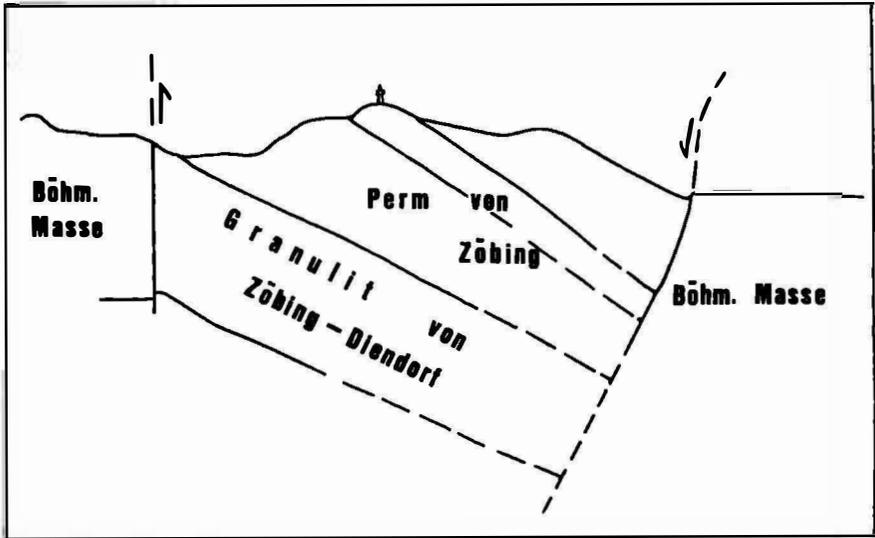


Abb. 4: Nord-Süd-Schnitt durch die Scholle von Diendorf. Entlang von zwei Brüchen im Diendorfer Bruchsystem ist die Scholle von Diendorf grabenbruchartig in das Kristallin der Böhmischen Masse (Moldanubikum) eingesenkt. Diese Scholle besteht aus dem Granulit von Zöbing—Diendorf und dem auflagernden Perm von Zöbing.

Ausstellungsposition 9: Die geologische Karte von Niederösterreich (Abb. 5).

Auf niederösterreichischem Boden sind von Süden nach Norden folgende geologische Großheiten zu unterscheiden:

Pos. 9–1: Die **Zentralzone der Alpen** im Süden Niederösterreichs; sie umfaßt den Wechsel, die Bucklige Welt, das Rosaliengebirge, den Kern des Leithagebirges sowie die Hainburger Berge. **GESTEINE**, mehr oder weniger stark metamorph: Gneise, phyllitische Glimmerschiefer, Semmering-Quarzit (Permo-Trias), kalkige Gesteine (Nachweis von Crinoiden), Dolomit, Arkosen und Konglomerate.

Pos. 9–2: Die ungefähr Ost-West-streichende, kaum 25 km lange und 5 km breite **Grauwackezone** zwischen Preiner Gscheid und Ternitz; nach Osten hin grenzt sie an Sedimente des Wiener Beckens. **GESTEINE**, meist schwach metamorph: Grauwacken, Grünschiefer, Eruptivgesteine (metamorphe Quarzporphyre); Kalke, Dolomite, Ton- und Kieselschiefer (Lydit).

Pos. 9–3: Die **Nördlichen Kalkalpen**, die den Großteil Südniederösterreichs aufbauen. Ihre Südgrenze verläuft südlich der Rax über Payerbach bis Ternitz. Im Osten werden die Nördlichen Kalkalpen durch Nord-Süd-verlaufende Parallelbrüche im Raum westlich von Wiener Neustadt und Baden begrenzt. Ihre Nordgrenze verläuft von Waidhofen/Ybbs knapp südlich von Scheibbs, Rabenstein und Hainfeld bis gegen Altenmarkt, schwenkt dort nach Nordosten um und erreicht bei Mauer das Wiener Stadtgebiet. **GESTEINE**: In erster Linie Kalke und Dolomite, weiters Mergel, Ton und Radiolarite, aber auch Breccien, Arkosen und Sandsteine.

Pos. 9–4: Die **Flyschzone** mit der **Klippenzone** schließt mit einer durchschnittlichen Breite von 15 km im Norden an die Kalkalpen an, unter die sie einfällt. Im südniederösterreichischen Raum liegt die Nordgrenze der Flyschzone auf der Linie Neuhofen a. d. Ybbs – Purgstall – Wilhelmsburg – Neulengbach – Rappoltenkirchen – St. Andrä. Sie tritt im Raum nördlich von Wien über die Donau, baut den Rohrwald und den Bisamberg auf und setzt sich bis Niederkreuzstetten fort. **GESTEINE**: Flysch: marine Sandsteine mit „graded bedding“ (gradierte Schichtung, Abnahme der Korngrößen nach oben hin im Schichtaufbau), Tone, Tonschiefer, Mergelschiefer und -kalke. Klippenzone: Tonschiefer, Mergel, Kalke, Sandsteine, Arkosen, Konglomerate und Breccien.

Pos. 9–5: Das **Wiener Becken** ist ein tertiäres Einbruchsbecken im östlichen Abschnitt von Nord- und Südniederösterreich, etwa 200 km lang und 60 km breit. Es grenzt im Westen an die Waschbergzone und den Alpenostrand, im Süden und Osten an die Zentralzone der Alpen mit ihrer Fortsetzung in den Kleinen Karpaten und im Norden an den Karpatenflysch. **GESTEINE**: Vorwiegend Tegel und Sande, randliche Einschaltungen: Schotter, Konglomerate, Lithothamnien- und Kalksandsteine. Erwähnenswert ist der Reichtum an Gas- und Erdöllagerstätten.

Pos. 9–6: Die **Waschbergzone** ist ein langer, schmaler Streifen, der von einer lückenhaften und tektonisch in Schuppen zerlegten Schichtfolge (Ober Jura bis Miozän) gebildet wird. Sie erstreckt sich von Stockerau über Wasch- und Michelberg – die Leiser Berge – Staatz – Falkenstein – Klein Schweinbarth bis in die Tschechoslowakei (Pollauer Berge etc.) und trennt den nördlichen Abschnitt des Wiener Beckens von der Molassezone. **GESTEINE**: Kalke, Kalkmergel, Sande, Sandsteine und Konglomerate.

Pos. 9–7: Die **Molassezone** stellt eine zwischen 16 und 40 km breite Zone transgressiv gelagerter Tertiärsedimente dar, die dem über Ybbs – Pöchlarn – Melk – Hafnerbach – Karlstetten – Krems – Langenlois – die Maissauer Steilstufe – Retz – Znaim verlaufenden Südostrand der Böhmisches Masse anschließt und im Süden von der Flyschzone begrenzt wird. **GESTEINE**: Tone, Sande, Schotter und Konglomerate (wie beispielsweise die Eggenburger Schichtengruppe), Diatomenschiefer (Ottnanger Schichtengruppe bei Limberg-Maissau), Schlier (zwischen Pulkau und Retz, Platt und Zellerndorf), gelegentlich auch Kohle (Langau) und Gips.

Pos. 9–8: Das **Perm von Zöbing** bei Langenlois ist der Rest einer jungpaläozoischen Sedimentbedeckung. Neue Forschungsergebnisse über Tektonik, Schichtfolge sowie ihre Gesteins- und Fossilführung sind Gegenstand dieser Ausstellung. (Siehe Ausstellungs-Position 10 bis 18, 24–28.)

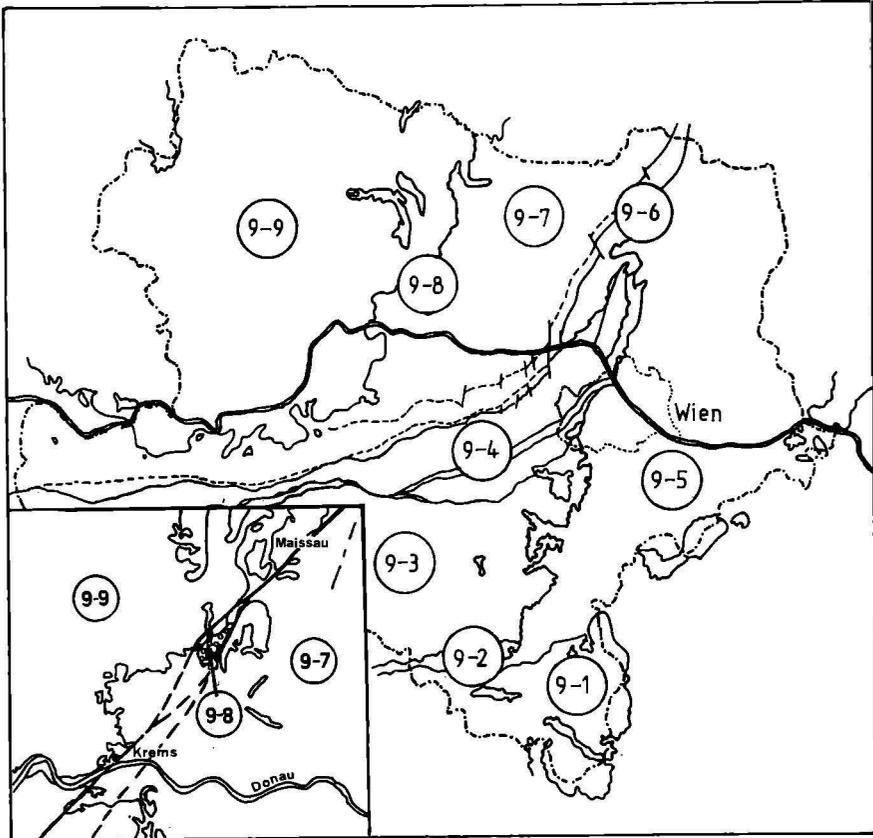


Abb. 5: Geologische Großeinheiten in Niederösterreich: Zentralzone der Alpen (9-1), Grauwackenzone (9-2), Nördliche Kalkalpen (9-3), Flyschzone mit Klippenzone (9-4), Wiener Becken (9-5), Waschbergzone (9-6), Molassezone (9-7), Perm von Zöbing (9-8), Böhmisches Masse (9-9).

Pos. 9-9: Der niederösterreichische Anteil der B ö h m i s c h e n M a s s e liegt im Waldviertel. (Seine Grenze zur Molassezone wurde schon unter Punkt 9-7 beschrieben.) GESTEINE: Granite (z. B. „Maissauer Granit“), Gneise (Gföhler Gneis und Bittescher Gneis), Serpentin und Granulit (Göttweiger und Wieselburger Granulit).

#### Ausstellungsposition 10: Die Rahmentektonik des Perms von Zöbing.

Schon aus den Übersichtskarten sind die wichtigsten Gegebenheiten zum Verständnis der Geologie des Perms von Zöbing zu entnehmen.

Pos. 10-1: G e o l o g i s c h e K a r t e : Sehr deutlich zeigt die 1976 erschienene Karte der Böhmisches Masse von G. FUCHS und A. MATURA den Verlauf der Diendorfer Störung im Be-

reich des Dunkelsteiner Waldes. Sowohl die Abtrennung des Wieselburger- vom Dunkelsteinerwald-Granulit als auch die Verschiebung des östlichen gegen den westlichen Teilkörper um etwa 25 km nach Nordosten sind dieser Karte deutlich zu entnehmen. Im Norden des Zöbinger Perms findet das Bruchsystem mit dem aus Maissauer Granit bestehenden Schollenrand seine Fortsetzung im Bereich des Maissauer Berges.

Pos. 10–2 **G e o l o g i s c h e K a r t e**: Eine wesentlich differenziertere Auffassung hat die Karte von G. FUCHS (1976) zum Inhalt. Die zusammen mit einer fast parallelen Spur den Dunkelsteiner Wald durchquerende Störung teilt sich im Bereich von Krems in zwei Äste, die das Zöbinger Perm mit seiner Kristallinunterlage (Granulit von Zöbing-Diendorf) umgreifen und sich südlich von Maissau wiederum zu einem Hauptbruch schließen. Eine Weiterführung der Diendorfer Störung nach Nordosten sowie eine mögliche Verbindung mit der Boskowitz Furche ist angedeutet.

Pos. 10–3 **G e s t e i n s p r o b e n** (Vitrine I): Die Sandsteinlinsen stammen aus faziellen Bereichen, in denen tonig-siltige Sedimente unregelmäßig mit groben wechsellagern. Durch ihre randliche Lage in der Permscholle grenzen diese Gesteine an den eigentlichen Bruchbereich des südöstlichen Astes der Diendorfer Störung. Infolge der tektonischen Beanspruchung kommt es zu Bruchverformungen der Gesteinslinsen, und parallele, eng gestaffelte Klüfte führen zu einer Zerlegung in Einzelstücke. Diese sind jedoch durch hydrothermal ausgeschiedene Mineralsubstanz in den Klufträumen wieder verheilt, sodaß ihre ursprünge Form sichtbar geblieben ist.

**Ausstellungsposition 11: Die Diendorfer Störung im Luft- und Satellitenbild und ihr Verlauf.**

Pos. 11–1 **L u f t b i l d** (Foto F. F. Steininger): Links im Vordergrund ist das charakteristische Umbiegen des Kampes nach Südosten wenige Kilometer östlich von Stratzendorf zu erkennen. Östlich davon liegt der Wald bei Jetzdorf, das aber am Foto durch Wolken verdeckt ist. Dafür ist Grafenwörth und der nördliche Ortsrand von Seebarn am Wagram südlich der „Schnellstraße“ Wien–Krems (= Bundesstraße 3) deutlich zu sehen. Wenig oberhalb liegt die Bundesstraße Nr. 34. Sie führt von Fels am Wagram (nahe dem rechten Bildrand) vorbei an Feuersbrunn nach Engabrunn und Hadersdorf. Zwischen Kamp und Bundesstraße Nr. 34 liegt der Mühlkamp und die Bahnlinie von Absdorf–Hippersdorf nach Hadersdorf. Hinter der Gleistrasse ist der Wagram zu erkennen.

Nahe dem linken Bildrand kommt der enge Abschnitt des Kamptales zwischen Langenlois und Rosenberg zu liegen. An der westlichen Talflanke liegt jener Kristallinabschnitt, der von der nordwestlichen Spur der Diendorfer Störung begrenzt wird. Im Hintergrund ist – zur Gänze schneebedeckt – das Horner Becken zu sehen.

Das Westrandprofil des Zöbinger Perms ist perspektivisch stark verkürzt; seine Südostbegrenzung ist nahe dem rechten Bildrand gut auszumachen. Die südöstliche Teilspur der Diendorfer Störung schneidet zwischen Geißberg und Heiligenstein ein, verläuft schräg entlang des N-S-Abschnittes des Gscheinzbachtals über das Ortsende von Straß hinaus. In der anschließenden Biegung des Bachlaufes nach Osten wird von diesem Bruch eine steilgestellte Randscholle des Perms von Zöbing, welche die Ruine Falkenberg trägt, vom geologischen Hauptkörper abgeschnitten. Der weitere Verlauf des Bruchsystems über Diendorf-Olbendorf hinaus ist interessanterweise durch die geschlossene Waldbedeckung der Nordwestscholle zu sehen, die bis an den Bruchrand heranreicht und somit eine geradlinige Grenze bildet. Die Nordwestscholle hebt sich deutlich und sockelartig von der schneebedeckten und etwas abgesenkten Südostscholle im Landschaftsbild ab. (Der Maissauer Berg, welcher in diesem Bereich des Bruchsystems liegt, ist am Foto etwas unter der Tragflächenspitze zu sehen.)

Pos. 11–2 **S a t e l l i t e n b i l d**: Aufgenommen von LANDSAT, Band 6 (Wellenlänge: 700–800 Nanometer, naher Infrarotbereich). Aufnahmetag: 25. August 1976, ca. 10 Uhr 30. Spätsommernaufnahme ohne Wolkenbildungen, Positivbild; Maßstab ca. 1 : 1.000.000. Der Bildausschnitt zeigt Nordniederösterreich mit angrenzenden Landschaften des östlichen Mühlviertels, der südlichen ČSSR und Südniederösterreichs.

Pos. 11–3 **S a t e l l i t e n b i l d**: Aufgenommen von LANDSAT, Band 6 (Wellenlänge: 700–800 Nanometer, naher Infrarotbereich). Aufnahmetag: 3. November 1973, ca. 10 Uhr 30. Spätherbstaufnahme, Negativbild, Bewaldung im Waldviertel, Wachau und Dunkelsteinerwald deutlich

in hellen (!) Flecken hervortretend; Maßstab ca. 1 : 1,000,000. Man kann die Diendorfer Störung als große Linie möglicherweise bereits von der Boskowitz Furche in Mähren angefangen über Limberg–Maissau nach (Krems)Stein, durch den Dunkelsteiner Wald nach Melk, Zelking bis in die Molassezone verfolgen. Jenseits dieser zeichnet sie sich im Tal der Kleinen Erlauf ab und kann über Wang und Randegg durch den Flysch bis in die Kalkalpen bei Gstadt verfolgt werden.

Pos. 11–4 S a t e l l i t e n b i l d (Ausschnittvergr.) (Taf. I): Aufgenommen von LANDSAT, Ausschn. von 11–3. Das Bild zeigt die Donau zwischen Grein und Grafenwörth–Traismauer. Nahe dem linken Bildrand liegen eine Reihe von NS-Störungen (kl. Ysper- und Waldhausener Störung) zwischen Grein und Ybbs. Nördlich von Grein liegt eine NNE-SSW streichende Störung, die in parallele Suturen aufgelöst ist. Bildmitte: Sehr deutlich ist im Tal der Melk, im Dunkelsteiner Wald zwischen Aggsbach und Unter-Bergern die Diendorfer Störung und eine zu ihr subparallele Bruchschär wenige Kilometer südlich davon zu sehen. Die Donautalstörung ist in der Verlängerung von Weissenkirchen–Wösendorf–Spitz über Maria Laach bis Artstetten deutlich zu verfolgen. Die Linie im Spitzergraben stellt eine Verlängerung des Donautales zwischen Aggsbach-Markt–Schwallenbach–Spitz in ungefährer NS-Richtung dar. Zwischen rechtem und oberem Bildrand kommen der Kamp, der Manhartsberg und dazwischen das dunkelgefärbte Horner Becken zu liegen. Maßstab ungefähr 1 : 18.000.

Das direkte Ablesen von Strukturen aus dem Luftbild erwies sich bei der Kompliziertheit der Geologie Österreichs als unbedeutend. Daher war es umso überraschender, daß bei der Auswertung von Satellitenbildern Bruchstrukturen zum Vorschein kamen.

Entlang von Bruchlinien entstehen Gesteinszerrüttungszonen. Diese bewirken – auch ohne nennenswerte vertikale oder seitliche Verschiebung – eine tiefer eingreifende Ausräumung des Gesteinschuttes. Das Ergebnis sind räumlich herauspräparierte Rillen, die geradlinig oder leicht gekrümmt die Landschaft durchziehen, streckenweise besonders markant sichtbar, in den Niederungen aber meist durch Sedimente verdeckt sind. Weder durch den Betrachter in der Landschaft noch auf dem Luftbild sind sie in allen Zusammenhängen zu erkennen; dies ist erst durch den großen Beobachtungsabstand möglich, aus welchem Satellitenfotos gemacht werden. Sie sind als mehr oder minder dichtes Netz von oft ungemein scharfen Linien (Lineamente) auf dem Satellitenbild deutlich auszumachen und können über sehr große Entfernungen verfolgt werden. Die Periadriatische Linie beispielsweise ist über 320 km lang.

Erdbeobachtungssatelliten des Landsat-Systems werden seit 1972 von der NASA betrieben. Bisher wurden 3 Satelliten dieses Typs in eine polnahe, kreisförmige, sonnensynchrone Umlaufbahn in 920 km Höhe gebracht. Ihre Umlaufzeit beträgt 103 Minuten, dadurch ergeben sich 14 Umläufe pro Tag. Die Umlaufbahnen sind so gelegt, daß jeder Satellit innerhalb von 18 Tagen die gesamte Erdoberfläche mit Ausnahme der Gebiete nördlich und südlich des 80. Breitengrades aufnehmen kann. Durch die besondere Wahl der Bahnparameter erfolgt die Aufnahmezeit lokal täglich um ca. 10.30 Uhr. Die Satelliten haben Aufnahmesysteme an Bord, mit denen jeweils Gebiete von 185 x 185 km in vier Spektralbereichen aufgenommen werden. Die Daten werden telemetrisch auf die Erde übermittelt und in den Empfangsstationen auf computer-kompatiblen Magnetbändern gespeichert. Sie stehen entweder in dieser Form, oder als weiterverarbeitete Produkte, wie zum Beispiel als Photos, für Forschungszwecke zur Verfügung.

#### Ausstellungsposition 12: Tektonik-Modell: Das Bruchsystem der Böhmisches Masse.

In den nördlichen Abschnitten von Ober- und Niederösterreich (Mühl- und Waldviertel) ist ein sehr dichtes, gitterhaftes Netz von Brüchen entwickelt, das von drei Hauptrichtungen gebildet wird. Die wichtigen Brüche streichen nach Nordwesten (Pfahl-Störung) und nach Nordosten (Diendorfer Störung). Die Nord-Süd verlaufenden Brüche sind untergeordneter Natur.

Für die Diendorfer Störung ließ sich im Bereich des Dunkelsteiner Waldes ein interessantes Bewegungsmodell erarbeiten. Es stellte sich nämlich heraus, daß ein ursprünglich zusammenhängendes Granulitvorkommen von der Hauptspur der Diendorfer Störung nicht nur durchschnitten, sondern daß dessen westliche Hälfte (Wieselburger Granulit) auch noch gegenüber der östlichen (Granulit des Dunkelsteiner Waldes) um 25 km nach Nordosten verschoben ist. Das Perm von Zöbing liegt in

der Verlängerung des Hauptbruches, wodurch diese tektonischen Bewegungen für den Zöbinger Raum besonders wichtig sind.

#### Ausstellungsposition 13: Die tektonischen Vorgänge (Manhartsberg-Dunkelsteiner Wald) – ein Modell

Es sind hier die Gegebenheiten der jungen Bruchtektonik nördlich der Donau dargestellt. Ausgangspunkt ist die „Aufgabelung“ des Bruchsystems bei Krems. Ins Räumliche übertragen heißt dies, daß die auseinanderweichenden und sich wieder schließenden Bruchscharen einen Gesteinskörper einschließen, der etwa Linsenform besitzt und infolge der Abtragung des variszischen Gebirges z. T. eingeebnet ist. Bei der Bewegung der Ostscholle wird er nun im „Geleise“ der Hauptsutur mitgeschleppt und außerdem in eine Drehbewegung versetzt, sodaß sein nördlicher Abschnitt angehoben und der südliche abgesenkt wird. Daher ist es leicht verständlich, daß die ursprünglich auf der Oberfläche dieser Scholle waagrecht abgelagerten jungpaläozoischen Sedimentgesteine (= „Perm von Zöbing“) heute generell schräg gestellt sind und mit einer Neigung von ungefähr 45° nach Süden einfallend in den Kristallinrahmen grabenbruchartig eingebaut wurden. Es ist dies ein wesentlicher Umstand, durch den diese Sedimentserie vor der Abtragung bewahrt worden ist.

#### Ausstellungsposition 14: Die Gesteine des Perms von Zöbing

Es handelt sich ausschließlich um Sedimentgesteine. Diese sind je nach Zusammensetzung der Abtragungsprodukte, der Länge des Transportweges und der Beschaffenheit des Ablagerungsraumes sehr verschieden. Auch klimatische Voraussetzungen spielen dabei eine große Rolle.

So kann man im Perm von Zöbing deutlich feine (tonig-siltige) dunkelgraue Gesteine, die keine oder nur wenige sehr stark verwitterte Feldspäte enthalten und in einem humiden Klima entstanden sind, von den Arkosen unterscheiden. Bei diesen handelt es sich um Sandsteine mit mehr als 25 % Feldspat, die in einem trocken-heißen (ariden) Klima entstanden sind, wo eine Feldspatverwitterung zu Tonmineralien nicht möglich war. Ebenso typisch für ein annäherungsweise Wüstenklima sind rote und leberbraune Siltsteine.

Kohlige Gesteine in zumeist dünnen Flözchen werden von kalkigen Ablagerungen begleitet. „Coal balls“ sind dabei besonders wichtig, sie sind knollenartig-konkretionär aufgebaut und schließen häufig räumlich erhaltene Pflanzenreste ein, die echte Versteinerungen darstellen. „Rhythmite“ oder Lamellenkalke, aus nur millimeterdicken Lagen aufgebaute Kalke, lassen auf einen jahreszeitlich bedingten Ablagerungsmodus schließen.

Die Arkosebänke gehen in Konglomerate über, deren Gerölle durch eine hebungsbedingte Erschließung des Kristallins im „Hinterland“ als neue Abtragungsräume eingeschüttet worden sind und zusammen mit SiO<sub>2</sub>-Ausfällungen auf eine vulkanische Aktivität hinweisen. Vulkanische Gesteine direkt sind als Quarzporphyr-Gerölle überliefert.

#### Das Profilmodell der Sedimentfolge des Zöbinger Westrandprofils.

Neben der Gliederung des über 1.300 m mächtigen Profils in drei Abschnitte soll das Modell sowohl die Abfolge der typischen Gesteine, von denen die Arkosen (Sandsteine mit mehr als 25 % Feldspat) als besonders wichtig hervorzuheben sind, als auch die Position der Fossilfundpunkte verdeutlichen. Wichtige Gesteinspartien, wie etwa der Basisabschnitt, sind vergrößert dargestellt und daher zu den übrigen nicht proportional. Maßstab des Profils 1 : 635.

Der LIEGENDABSCHNITT beginnt auf der Kristallinoberfläche (alte Verebnung) mit einem 330 m mächtigen Komplex aus überwiegend feinkörnigen dunkelgrauen und gutgeschichteten Sedimenten (Siltsteinen). Vereinzelt kommen in ihnen graue bis schwarze Kalkknollen vor, die Coalball-Charakter zeigen. Diese Abfolge beinhaltet neben zahlreichen Kohleflözchen eine reichhaltige fossile Farn- und Samenpflanzenflora (siehe Vitrine IV und V). Es folgen darüber geringmächtige ockerbraune Siltsteine, die stellenweise leicht kalkig sind und in warvenartig strukturierte Brandschiefer übergehen. Es herrscht eine fossile Koniferenflora vor (siehe untere Hälfte der Vitrine VI). Über diesen Sedimenten folgen Sandsteinbänke mit zwischengeschalteten Lamellenkalken, im Dünnschliff ließen sich *Spirorbis* sp. und Ostrakodenschalen nachweisen. Besonders in der Mitte des Lie-

gendabschnittes herrschen massive Sandsteinbänke und linsenschichtige Sedimente vor. Zur Oberkante hin kommt es zu Sedimentationsbedingungen, die denen der Profilbasis ähnlich sind. In gut geschichteten Siltsteinen, die in größeren Abständen durch z. T. schwach verkieselte Sandsteinbänken gegliedert sind, fanden sich in einigen dünnen Horizonten Fossilien von Farn- und Samenpflanzen, wobei Callipteriden mit *Callipteris naumanni* (GUTBIER) STERZEL den Hauptvertreter stellen (siehe obere Hälfte der Vitrine VI). Wenige Meter darüber, nahe der Unterkante des nächsten Profilsabschnittes, konnte eine nur bruchstückhaft überlieferte Flora mit sehr vielen Koniferenresten und Süßwassermuscheln der *Anthracosia-Carbonicola*-Gruppe nachgewiesen werden.

Der MITTELABSCHNITT umfaßt etwa 700 m mächtige Arkosebänke, die von unterschiedlicher Dicke sind, was nahelegt, daß auch sie eine gewisse Linsenschichtigkeit aufweisen. Enorme Unterschiede in den Korngrößen sind festzustellen. Sandstein- und Arkosebänke werden in der Regel aus Körnern mit nur wenigen Millimetern Durchmesser aufgebaut und wechsellagern auffällig mit dünnen Lagen aus gut geschichteten Siltsteinen. Die Bänke zeigen aber auch im Kern ein wesentlich größeres Sediment und schichtige Konglomerateinschlaltungen. Letztere nehmen zum Hangenden hin stark zu, sodaß ein Rhythmus entsteht, wo an der Oberkante dieses Abschnittes etwa 3 bis 4 m mächtige Konglomeratbänke, die Kristallinkomponenten (Granulit, Gföhler Gneis etc.) bis zu 1 m Durchmesser führen, durch geringmächtige Lagen aus relativ feinen Sedimenten (Sandsteine und Arkosen) gegliedert werden.

Den HANGENDABSCHNITT des Profils bilden hauptsächlich Rotsedimente, die mit Arkosen, Konglomeraten und kalkigen Sedimenten wechseln. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 350 m.

Ausstellungsposition 15: Die häufigsten Sedimentgesteine aus dem Zöbinger Westrandprofil (Vitrine II).

Pos. 15–1: **Arkose-Sedimentprobe**: Es handelt sich um einen Sandstein, der mehr als 25 % Feldspat führt. Man kann mit freiem Auge neben den Quarzkörnern (grauer-fettiger Glanz) die weißen Natron- und die rötlichen Kalifeldspäte ausnehmen. Hinsichtlich des Gesamtaufbaues ist beobachtbar, daß massivere Schichten durch größere Körner aufgebaut werden und kleinere Korngrößen feinere Zwischenmittel bilden, die oftmals zu Fugen auswintern.

Dieses Exponat ist ein typisches Beispiel für die reich gegliederten, großteils Bänke bildenden Zöbinger Arkosen. Fundort: Heiligenstein, Ried „Grub“; Alter: Saxon (265–258 Mill. Jahre).

Pos. 15–2: **Ton-Siltstein-Sedimentprobe**: Sie zeigt ein dunkelgraues, relativ feines Sedimentgestein, das auf Grund seiner Korngrößenverteilung zu den Ton-, hauptsächlich aber zu den Siltsteinen zu rechnen ist. Eine gute Verfestigung des Gesteins kommt durch eine – allerdings sehr leichte – Verkieselung des Gesteins zustande. Fundort: Zöbing, Kalterbachgraben; Alter: Autun (286–265 Mill. Jahre).

Pos. 15–3: **Dunkelgraue Kalklinse** („coal ball“ – Querschnitt mit polierter Oberfläche): Das dunkelgraue bis schwarze Sediment ist konzentrisch – zonig aufgebaut. Die helleren Zonen zeigen ein kalkreiches Sediment an, in dem sich als Beispiel der im Zöbinger Profil seltenen tierischen Fossilien turmförmige Gehäuse der Süßwasserschnecke *Anthracopupa* sp. finden. Fundort: Zöbing, Ried „Ringerin“, Alter: Autun (286–265 Mill. Jahre).

Pos. 15–4: **Ton-Siltstein-Sedimentprobe** (Flözvertretung): Das leicht kalkige Sediment besteht vermehrt aus dunklem, graubraunem Silt, es ist sehr fein geschichtet, sodaß von einem Lamellenaufbau (Lamination) zu sprechen ist. Der organische Gehalt ist schwer zu beurteilen, da das Gestein tiefgründig verwittert ist; es ist am naheliegendsten, dieses Gestein als Flözvertretung anzusehen. Fundort: Zöbing, Künette Lausergraben, Alter: Autun (286–265 Mill. Jahre).

Pos. 15–5: **Kalkstein-Sedimentprobe** (Querschnitt mit polierter Oberfläche): Zonenweise bräunlich und grau gefärbtes Sediment mit lamellenartigem Bau, der warvenartig erscheint und möglicherweise durch einen jahreszeitlich bedingten Ablagerungsmodus entstanden ist. Fundort: Zöbing, Kalterbachgraben, Alter: Autun (286–265 Mill. Jahre).

Pos. 15–6: **Sandsteinplatte mit Driftmarken**: Das hauptsächlich aus Quarzsandstein bestehende Sandsteinbänkchen zeigt an der Schichtunterseite im Negativ erhaltene Drift-

marken. (Aus ausstellungstechnischen Gründen wurde die Probe verkehrt orientiert ausgestellt). Das Zustandekommen der Marken wird durch den Transport von Geröllstücken über den Grund eines mehr oder minder rasch fließenden Gewässers erklärt. Die dabei entstandenen dellenartigen Eindrücke wurden von überlagernden Sedimenten ausgefüllt und dadurch überliefert. Fundort: Heiligenstein, Alter: Autun (286–265 Mill. Jahre).

Ausstellungsposition 16: Zur Fossilisation der Zöbinger Pflanzenfossilien (Abb. 6).

Der Fossilisationsprozeß spielt gerade bei den Pflanzenfossilien aus Zöbing eine große Rolle. Ein einfaches Beispiel einer fossil überlieferten Pflanze stellt der Abdruck eines Blattes im Sinterkalk dar. In vielen Alpenseen oder in den Plitvicer Seen in Jugoslawien sind auch heute alle jene ökologischen Faktoren wirksam, die dazu führen, daß Pflanzenteile (Blätter, Samen, Äste, Stämme) von Kalkausfällungen umkrustet werden. Es verfaulen zwar die organischen Teile, aber die Abdrücke bleiben erhalten. Komplizierter liegen die Verhältnisse, wenn Substanzen der Pflanze mitüberliefert werden, wie etwa im Verein mit Kohlebildung. Unter Voraussetzungen, die mit einer schnellen und gründlichen Sedimentbedeckung von Pflanzenresten gegeben sind, treten die als „Inkohlung“ bezeichneten chemischen Vorgänge ein, welche die Holzsubstanz zu Kohle umsetzen. Über ein Torf- und Braunkohlestadium wird ein Steinkohlestadium erreicht, das auch an der Basis des Zöbinger Westrandprofils sowohl mit der Substanz der Pflanzenreste im „Taubgestein“ als auch in den spärlichen Kohlenflözchen beobachtet werden konnte.

Bild 16–1: Humussaures Wasser in den Waldmooren und an deren Ufern konservieren Pflanzenteile und -reste in der Form, daß sie gegen die Einwirkungen des Sauerstoffs und der von ihm abhängigen Mikroorganismen geschützt sind.

Bild 16–2: Humussäuren und Humusgele wirken auf die Pflanzenreste ein, sie vertorfen. Außerdem kommt es zu einer mehr oder minder raschen Sedimentüberlagerung.

Bild 16–3: Der Druck der aufliegenden Pflanzensubstanz, bzw. der aufgeschütteten Sedimente führt zu Entwässerung und Verdichtung; aus lockerem Pflanzenmaterial entsteht dichter Torf, der Inkohlungsprozeß beginnt. Die dazwischen gelagerten Sedimente verdichten sich unter Verkleinerung der Porenräume.

Bild 16–4: Durch Ablagerung mächtiger Sedimentkomplexe kommt es zu Verlagerung in tiefere Erdschichten. Der Inkohlungsprozeß schreitet weiter: Druck, Erwärmung, Anreicherung des Kohlenstoffes und Entgasung (Methan und Kohlendioxyd) führen zur Entstehung der Braun- und später der Steinkohle. Von diesen Vorgängen sind in gleicher Weise Flöze wie auch die Substanz der Einzelfossilien betroffen.

Bild 16–5 a, b, c: Das Durchdringen des Sediments mit der kohlig Substanz der Fossilien bewirkt Zonen geringeren Gesteinszusammenhalts. Durch richtiges Anschlagen mit dem Hammer dringen schichtparallele Klüfte in diese Zone ein, wodurch das Gestein zerspringt. Das Fossil kommt zum Vorschein und liegt als Abdruck und Gegendruck jeweils mit einem Kohlehäutchen bedeckt – auf der durch den Schlag neu entstandenen Gesteinsoberfläche.

Bild 16–6: In Hohlräume eingedrungenes Sediment nimmt die Form des Innenausgusses an. So sind beispielsweise die Markräume von Calamitenstämmen als Steinkerne überliefert.

Bild 16–7 a, b: Ist die konservierende Wirkung des humussauren Wassers nicht gegeben, kommt es durch Mikroorganismen wie Pilze und Bakterien zur Vermoderung und Fäulnis der Pflanzenreste. Es entsteht Methan. Dieses neigt zur Selbstentzündung, Schwelbrände können auch durch Blitzschlag angefacht werden. Durch unvollständige Verbrennung (Verkohlung) entsteht natürliche Holzkohle, fossil überliefert, nennt man sie Fusit.

Bild 16–8: Trockenheit, Dürre und Tierfraß führen zur Vernichtung der Pflanzensubstanz.

Ausstellungsposition 17: Das Leopoldacker Profil – ein Modell.

Es wird in ungefährer Originalgröße die bei den Grabungsarbeiten im Frühjahr 1977 im Bereiche des Leopoldackers bei Zöbing ergebene Schichtfolge dargestellt, welche direkt der Kristallinoberfläche auflag. Von unten nach oben erkennt man gut geschichtete Siltsteine mit einer Sandsteinbank

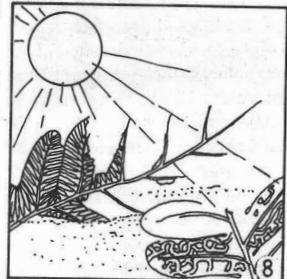
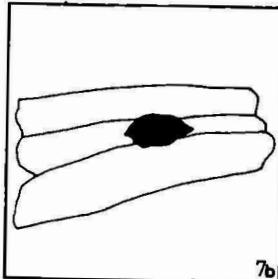
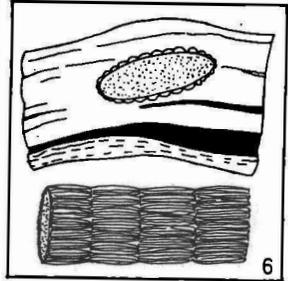
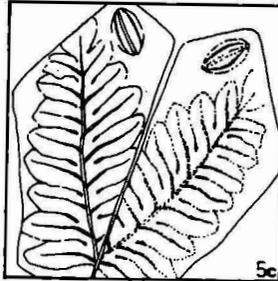
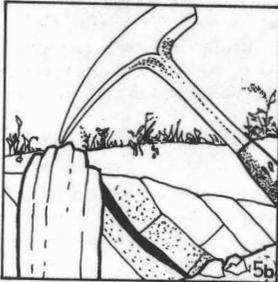
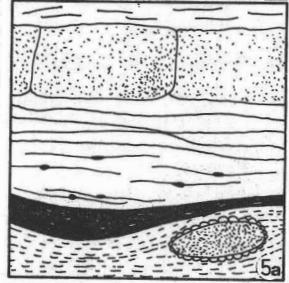
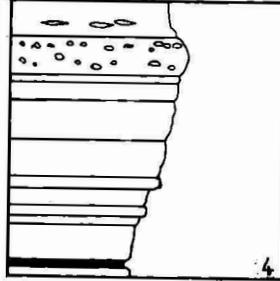
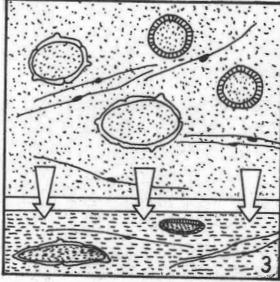


Abb. 6:  
Fossilisationsvorgänge im Perm von  
Zöbing: Auf Bild 1 bis 8 ist der  
nach Ausgrabungsbefunden rekon-  
struierte und von der Florenzusam-  
mensetzung abgeleitete Fossilisa-  
tionsvorgang der Zöbinger Leopold-  
Acker-Flora dargestellt.

in der Mitte. Es folgt als gefaltete Zone von dunkelgrauen Siltsteinen der außerordentlich fossilreiche Abschnitt, aus dem die in Vitrine III und V ausgestellten Fossilien stammen.

**Ausstellungsposition 18: Wesentliche Fossilfunde und die Dokumentation von Gesteinsserien.**

Seit 1965 führt der Autor eine planmäßige Suche nach Pflanzenfossilien durch. Zu den wesentlichsten Ergebnissen zählt der Florenbestand aus dem Bereich des „Rockenbauer-“ und „Leopold-Kellers“. Auch die Flora aus dem unteren Teil des Lauser-Weges („Lauser-Künnetten-Flora“) ist in diesem Zusammenhang zu nennen. Als besonders typisch für das Zöbinger Perm erwies sich die relativ umfangreiche Callipteris-Flora aus der Umgebung der Ing. August-Kargl-Brücke in Zöbing. Am umfangreichsten und wegen des guten Erhaltungszustandes am besten auswertbar war die Flora vom „Leopold-Acker“.

Wissenswert erscheint auch, daß es im Rahmen von vielen Sammlungs- und Bergungsaktionen des Krauletz-Museums gelang, Detailprofile, die über das ganze Zöbinger Westrandprofil verteilt liegen, aufzunehmen.

**Die Grabungsarbeiten am Leopoldacker in Zöbing – eine Bildgeschichte.**

Gezeigt wird die Durchführung und der praktische Verlauf der Grabungsarbeiten. BILD 1 zeigt die Ausgangssituation, wie die Fundstelle bei ihrer Entdeckung ausgesehen hat: Bei der Begrädnung des Wegrandes mit einem Bagger wurden die fossilführenden Schichten (siehe auch Profilmmodell Position Zöb. 17) angefahren und freigelegt. Im Verlauf der daraufhin einsetzenden Ausgrabungsarbeiten wurde die praktisch saiger (senkrecht) stehende, leicht gefaltete fossilführende Schicht händisch ausgegraben (BILD 2), die dadurch entstandene grabenartige Aushöhlung ist auf BILD 3 deutlich zu sehen. BILD 4 zeigt das Grabungsteam (Univ. Prof. Dr. F. F. STEININGER, Kustos W. VASICEK, Amtsrat F. SATTLER und Laborant W. SIMETH) bei der Arbeit. Das herausgearbeitete Gestein wird zerklopft und nach Fossilien durchsucht. Dabei kommen die Pflanzenfossilien in Form von Abdruck und Gegendruck auf den aufgespalteten Gesteinsflächen zum Vorschein (vergleiche Ausstellungsposition 16, Bild 5 c). Gesteinsstücke mit zum Teil sehr schönen Pflanzenfossilien – schon zum Transport ins Krauletz-Museum vorbereitet – sind auf BILD 5 zu sehen. Die letzten beiden Bilder zeigen, wie der Freude über die hochinteressanten Funde Ausdruck gegeben wurde, wobei sich als prominente Besucher Hofrat Prof. Dr. Friedrich BACHMAYR und Bürgermeister RUCKER einfanden.

**Ausstellungsposition 19: Die Fossilien des Unterperms (Rotliegend)**

Sedimentgesteine des Unterperms in kontinentaler Fazies (Rotliegend) sind keineswegs reich an tierischen Fossilien. Aus dem Süßwasserbiotop sind vor allem Mollusken (Weichtiere) überliefert. So kommen verschiedene Muscheln (Bivalvia) z. B. *Anthracosia*, *Carbonicola*, *Palaeonodonta* und *Anthraconaia* häufig, Schnecken (Gastropoda) z. B. *Anthracopupa* allerdings sehr selten vor. Röhrentragende Würmer (Polychaeten) z. B. *Spirorbis* können stellen- und horizontweise sehr häufig vorkommen. Durch Abdrücke in feinen Sedimenten kennt man kleine Hydromedusen. Als fossile Überreste von Krebsen (Crustaceen) finden sich als Vertreter der Conchostracoen die doppelklappigen chitinig-kalkigen Schalen von Ostracoden und die zarten, zwischen den Anwachstrippen fein skulpturierten Schalen der „Estherien“. Die höheren Krebse (Malacostracoen) sind mit einer einzigen Art, dem „garnelenartigen“ *Uronectes fimbriatus* (JORDAN) vertreten. Relativ gut bekannt sind Abdrücke der Chitin-Flügel von schabenartigen Insekten (Blattarien) und möglicherweise auch von Eintagsfliegen (Misthodontidae). Tausendfüßler (Myriopoden) sind mit *Archiulus brassi* (DOHRN) aus den Lebacher Toneisensteinen belegt.

Fischreste sind nicht selten; am häufigsten fanden sich Palaeonisciden, Knochenfische, die dicke glänzende rhombisch angeordnete Schuppen besitzen. Überraschend ist das Vorkommen einer „eigenartigen“ Gruppe von Haifischen (Xenacanthiden), deren wichtigster Vertreter *Xenacanthus sessilis* (JORDAN) einen kennzeichnenden Nackenstachel trägt. Als große Raritäten gelten fossile Lungenfische (Dipnoer).

Von den Tetrapoden sind die wasserbewohnenden Vertreter der Amphibien weitaus überwiegend. Häufig ist der kleinwüchsige salamanderartige *Branchiosaurus cf. petrolei* (GAUDRY) überliefert. Landlebende Reptilien (z. B. *Batropetes* sp.) sind sehr selten.

Mit weitaus größerer Häufigkeit kommen Pflanzenfossilien vor. Sie können als „Abdruckflore“ oder als echte Versteinerungen überliefert sein. Allgemeine Eigenschaften und wesentliche Charakteristika der Oberkarbon-Flora und der eng mit ihr in Zusammenhang stehenden Unterperm-Flora, die sich in der für uns wichtigen Form in der euramerischen Florenprovinz (Abb. 7) entwickelten, sind nicht einfach darzulegen. Es ist daher Ziel der folgenden Ausstellungspositionen 22–27, diese Themen zu erörtern.

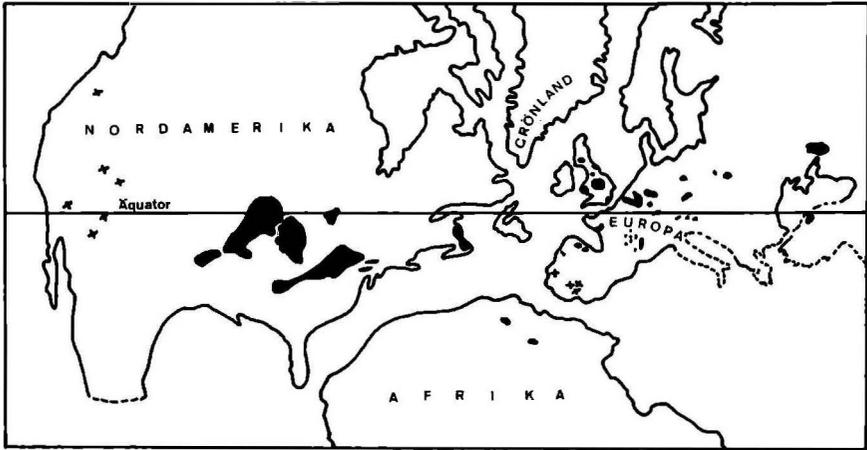


Abb. 7: Die euramerische Florenprovinz im Oberkarbon. Die Skizze zeigt, daß die Kohlebecken und Florenvorkommen sich in Äquatornähe befanden. Diese Anordnung wird durch die Lage der Kontinente im Oberkarbon bedingt.

### Die Zöbinger Fossilien.

Mit den erdgeschichtlich ältesten Funden beginnend, werden in den Vitriren III, V und VI jeweils jüngere Floren aus dem Zöbinger Weststrandprofil mit typischen Fossilien vorgestellt. Für die fundstellenmäßig zusammengehörenden Arten wurde jedoch auf eine Ordnung in systematischer Hinsicht verzichtet, da es aus ausstellungstechnischen Gründen wichtiger erschien, die optisch beste Wirkung der Funde zu erzielen.

Pos. 19–1: Fossilien aus dem Leopoldacker – Profil (Vitrine III und V): Als bisher älteste Fossilien fanden sich in dunkelgrauen bis schwarzen Siltsteinen, die mit Kohlehäutchen und -schmitzen durchsetzt waren, über einer Lage von Cordaitenblättern mehrere Arten sehr kleinblättriger „Pecopteriden“. Hauptsächlich waren es einzelne Fieder- und Wedelteile von *Scolecoperis cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR, *Scolecoperis candolleana* (BRONGNIART) STUR, *Senftenbergia* (al. *Pecopteris*) *plumosa* (ARTIS) BRONGNIART, *Scolecoperis arborescens* (SCHLOTHEIM) STUR, *Scolecoperis hemitelioides* (BRONGNIART) STUR, *Scolecoperis permica* (NEMEJC) BARTHEL. Zahlenmäßig am häufigsten waren Alethopteriden mit Vertretern der *Alethopteris-grandini-zeilleri*-Gruppe. Mit wenigen Exemplaren konnte *Odontopteris obtusa* BRONGNIART nachgewiesen werden; sehr großblättrige Formen stellen *Neuropteris cordata* BRONGNIART, *Callipteridium gigas* (GUTBIER) WEISS und *Callipteridium rochei* ZEILLER dar. Etwas seltener waren Reste von Calamiten wie *Annularia stellata* (SCHLOTHEIM) WOOD („sternförmige“ Blätter),

*Calamostachys tuberculata* (STERNBERG) WEISS (die dazugehörige Sporangienähre), Blattwirteln und Achsen des Keilblattgewächses *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR et KAULFUSS) UNGER.

Wenn auch durch die Oberflächennähe der Fundstelle die kohlige Substanz der Fossilien verwittert ist, muß doch der ausgezeichnete Erhaltungszustand hervorgehoben werden. Nur bei wenigen der zahlreichen Pflanzenfunde, die vom Grabungsteam durchgesehen wurden, zeigten sich wesentliche Veränderungen, die etwa durch Fäulnis nach Absterben der Pflanzen entstanden sein könnten. So finden sich weder gitterhaft durchbrochene noch im Randbereich veränderte Blätter. Es spricht dies ebenso wie die typische Zusammensetzung der Flora (Vorkommen von *Pecopteris*- und *Calamites*-Resten) und das vollkommene Fehlen von Süßwassermuscheln, Ostrakoden und Estherien, für ein weitgehend sauerstofffreies Moormilieu mit sehr stark reduziertem Bakterienwachstum.

Pos. 19–2: Tier- und Pflanzenfossilien beim Rockenbauer-Keller (Vitrine VI unten): Die nächstjüngeren Fossilien folgten in den rostbraunen Sandsteinen beim Rockenbauer-Keller. Sie verdeutlichen eine ganz andere Flora. Häufig sind nun benadelte Zweige von *Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN und *Ernestiodendron* (al. *Walchia*) *filiciformis* (SCHLOTHEIM) STERNBERG, daneben kommen selten *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART, *Odontopteris lingulata* (GOEPPERT) SCHIMPER und *Odontopteris subcrenulata* (ROST) ZEILLER vor. Calamitenachsen (z. B. von *Calamites gigas* BRONGNIART) sind durch die Sedimentausfüllung ihrer Markhohlräume als Steinkerne häufig überliefert. Nichtmarine Muscheln (*Anthracosia* sp.) als Vertreter tierischer Fossilien finden sich in einzelnen Horizonten, oft ein Muschelpflaster bildend.

Charakteristisch erscheint der fragmentarische und schlechte Erhaltungszustand (abgefallene Koniferennadeln und von den Achsen abgelöste Farnfieder) der Pflanzenfossilien; die bakterienbedingten Fäulnisprozesse beweisen dabei ebenso wie das Vorkommen von *Calamites gigas* BRONGNIART und der Süßwassermuscheln, daß es sich um ein limnisch entwickeltes Milieu mit normalisiertem Sauerstoffhaushalt handelt.

Pos. 19–3: Tier- und Pflanzenfossilien aus den Schichten bei der Zöbinger Kampbrücke (Vitrine VI oben): Die bislang jüngsten Fossilien aus dem Perm von Zöbing wurden bei der Zöbinger Kampbrücke gefunden. Es handelt sich um eine besonders gut erhaltene *Callipteris*-Flora, hauptsächlich kommen *Callipteris naumanni* (GUTBIER) STERZEL und untergeordnet *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART vor. In vielen Exemplaren fand sich *Neuropteris cordata* BRONGNIART und vereinzelt „*Neuropteris ovata*“. Auch *Reticulopteris germari* (GIEBEL) GOTHAN zählt zu den häufigsten Fossilien. Von Calamiten wurden neben großen Stammstücken sehr gut erhaltene Exemplare von *Annularia carinata* GUTBIER und *Annularia spicata* GUTBIER gefunden. Koniferen sind nur in kleinen Stücken vertreten. Im höchsten Abschnitt dieses Teilprofils fanden sich als tierische Fossilien Süßwassermuscheln und das schabenartige Insekt *Sysciophlebia* sp. (siehe F. BACHMAYER & W. VASICEK 1967).

Zerschlossene und bruchstückhaft überlieferte Cordaitenblätter und andere schlecht erhaltene Pflanzenteile lassen darauf schließen, daß durch Wind und fließendes Wasser die Florenelemente vor ihrer Einbettung transportiert wurden.

#### Ein Faziesvergleich der wichtigsten Fossilfundstellen.

Vor allem hinsichtlich der Umweltbedingungen kommt man zu noch wesentlich gesicherteren Schlußfolgerungen, wenn man Gesteine und Fossilien gemeinsam beurteilt. Es handelt sich, da der lithologische und biologische Inhalt einer Schichtfolge in gleicher Weise einbezogen wird, um eine „Faziesanalyse“.

Die Leopold-Acker-Flora stellt eine Moorflora dar und verkörpert zusammen mit den dunkelgrauen Silten, in denen sie gemeinsam mit Kohlesedimenten gefunden worden ist, eine Fazies, die in einem feucht-warmen Klima entstanden ist. Anders liegen die Verhältnisse in der darüber gelegenen Schicht (Rockenbauer-Keller und unterer Bereich des Lauser Weges). Die Flora von trockenen Standorten (*Walchia*- und *Callipteris*-Reste) steht im Gegensatz zu dem in seichtem Wasser lebenden

*Calamites gigas* BRONGNIART und den Süßwassermuscheln. Da ein lichtgrau bis ockerbrauner Silt- und Sandstein abgelagert wurde, der stellenweise reichlich Feldspat führt und kaum noch kohlige Substanz einschließt, kann angenommen werden, daß bei einer völlig anderen ökologischen Gliederung (Trockenareale bzw. Bäche und Seen) diese Fazies in einem wärmeren, aber trockenen Klima entstanden ist, in dem keine Moorbildung mehr möglich war.

Ausstellungsposition 20: Gesteinsproben mit Pflanzenabdrücken aus der Boskowitz Furche (Vitrine VII).

Die mit ihren südlichsten Gesteinsvorkommen nur etwa 80 km von Zöbing entfernte Boskowitz Furche in der Tschechoslowakei stellt das nächstgelegene ungefähr altersgleiche Permorkommen dar. Der Schichtaufbau zeigt eine ähnliche Gliederung wie das Zöbinger Westrandprofil. So liegen die schwarz-grauen Sedimente, die abbauwürdige Kohlenlagerstätten beinhalten, auch an der Basis und sind von grobklastischen Gesteinen (Sandsteine und Konglomerate) überlagert.

An vielen Fundstellen der Boskowitz Furche sind Pflanzenfossilien gesammelt worden, die mit den Zöbinger Funden vergleichbar sind. Am wichtigsten sind die Exemplare von *Callipteris conferta* BRONGNIART var. *rossicensis*, einer für die Boskowitz Furche typischen Form, von den Fundorten Rossice (Segengottes) und Ottendorf. Die Ähnlichkeit zu einigen Zöbinger Callipteriden (Vitrine VI) ist sehr groß. Die Pecopteriden (z. B. „*Pecopteris arborescens*“ und „*Pecopteris germari*“) sind auch in Zöbing mit ähnlichen Arten vertreten. Mit *Alethopteris* sp. aus Zbejsov ist die große Fülle der Alethopteriden aus der Zöbinger Basisflora zu vergleichen. *Calamites rittleri* STUR (Dionys STUR hat die damals neue Art nach dem schon erwähnten Sammler benannt), ist mit einem Steinkern vertreten, auf dem ein kohlig bis anthrazitartiger Belag als Umwandlungsprodukt der Pflanzensubstanz erhalten ist.

Ausstellungsposition 21: „Lebende Fossilien“ und Vertreter alter Pflanzenstämme – Vergleichsobjekte zu Pflanzenfossilien von Zöbing.

„Lebende Fossilien“ sind rezente (gegenwärtig lebende) Tiere und Pflanzen, von denen eng verwandte Formen über lange geologische Zeiträume zurückverfolgbar sind. Es konnten beispielsweise mit Hilfe „lebender Fossilien“ Beziehungen zwischen karbonischen Fossilien und lebenden Pflanzen festgestellt werden. Sie dienen auch als „Vorlage“ zur Rekonstruktion der Gesamtgestalt von nur bruchstückhaft überlieferten Pflanzen. Charakteristisch ist, daß „lebende Fossilien“ im System eine isolierte Stellung einnehmen, die nur mit Hilfe der fossilen Vertreter genau präzisiert werden kann. Ihre Verbreitung ist relikthaft, was bedeutet, daß die rezenten gegenüber den fossilen Formen sehr selten sind. Es bringt dies auch eine wesentliche Einschränkung hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche mit sich und ermöglicht damit realistische Vergleiche mit fossilen Pflanzenassoziationen, wobei sich vor allem Hinweise auf deren Lebensraum ergeben.

Pos. 21–1: *Alsophila australis* DOMIN. Auf einer Waldlichtung bilden unterschiedlich große Exemplare von Baumfarne einen geschlossenen Bestand. Tara Valley, Victoria, Südaustralien. Foto: Univ. Prof. Dr. F. Ehrendorfer.

Die Pflanze zählt zu den leptosporangiaten Farnen. Vertreter der Gattung *Alsophila* leben heute vorwiegend als Baumfarne, sie erreichen Größen von 18 m und tragen Wedel, die bis etwa 4 m lang werden. Auf der Rückseite der nur wenige Millimeter großen Blättchen stehen die gestielten Sporangien in flächen- oder randständigen Gruppen (Sori) beisammen. Die rezenten Arten kommen in Bergwäldern der Tropen und Subtropen vor. Jura – rezent.

Durch ihre häufige Haltung in Gewächshäusern stellen verschiedene *Alsophila*-Arten seit langem die bekanntesten Baumfarne dar und dienen bei der Rekonstruktion von fossilen Farnen als Vorlage.

Pos. 21–2: *Matonia pectinata* BR. Malayischer Archipel. Leihgabe der Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Inv. Nr. Herbar 14751. Leptosporangiaten Farn mit gabelig aufgebauten symmetrischen Wedeln und mittelgroßen Blättchen. Sporangien stehen zu wenigen in Sori beisammen und sind mit einem schildförmigen Indusium (häutchenförmiges Schutzorgan) bedeckt.

Die im Mesozoikum weitverbreitete Familie der Matoniacee lebt heute nur noch in drei Arten im malayischen Archipel, die „lebende Fossilien“ darstellen. Trias (*Matonidium*) – rezent.

Pos. 21–3: *Angiopteris theismania* DE VRIESE (oder *teyssmanniana*). Fundort unbekannt, Leihgabe Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Inv. Nr. Herbar 4823. Eusporangiarter Farn mit kugeligem Stamm. Die bis 5 m langen Wedel tragen große zungenförmige Blätter mit gabelig verzweigten Seitennerven. Gerade die Blätter zeigen eine gewisse Ähnlichkeit (Konvergenzerscheinung!) zu einigen Samenfarne, wie beispielsweise *Neuropteris cordata* BRONGNIART. Als altertümliches Merkmal kann verstanden werden, daß *Angiopteris theismania* DE VRIESE an jeder Wedelbasis zwei derbe muschelförmige Nebenblätter ausbildet, die bei jungpaläozoischen Samenfarne häufig vorkommen und Aphlebien genannt werden.

*Angiopteris* kommt in tropischen Wäldern Südasiens vor und zählt zu den bekanntesten „lebenden Fossilien“. Höchstwahrscheinlich Karbon (*Danaeopsis*), Jura – rezent.

Pos. 21–4: *Alsophila colensoi* HOOK. Neuseeland, Wahi Punamu, Nelson; gefunden in schattigem Wald 1888. Leihgabe Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Herbar 2944.

Pos. 21–5: *Alsophila* sp. Parace (oder *Puraea*) in N. G., gefunden in 6000 Fuß Höhe am 17. Mai 1878. Leihgabe Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Inv. Nr. Herbar 364706. Der Holzsplitter des Stammes zeigt mehrere schraubig angeordnete Wedel-Ansatzstellen mit den als Punkten markierten Übertrittsstellen der Leitbündel. Wedel und Holzteile stammen von einem 9 m hohen Farnbaum.

Pos. 21–6: *Alsophila bicrenata* (LIEBM.) FOURN. Chilacayote, 1675 m Höhe, Mexico. Leihgabe Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Inv. Nr. Herbar 10264. Die Wedelbruchstücke stammen von einem Baumfarn, der eine Höhe von 10 m erreichte und dessen Wedel 4 m lang waren.

Pos. 21–7: *Araucaria angustifolia* (BERT.) OK. „Butterberg“ nahe Montenegro, Brasilien, Leihgabe Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Inv. Nr. Herbar 2315. Die Gattung *Araucaria* zählt zu den Koniferen. Es sind Holzgewächse mit monopodiale Stamm und deutlich entwickelter Krone, die von verzweigten Ästen mit benadelten Zweigen gebildet wird.

Araucarien sind „lebende Fossilien“, die seit dem Jura nachgewiesen sind. Darüber hinaus sind die Araucarien mit den jungpaläozoischen Koniferen in Verbindung zu bringen.

Pos. 21–8: *Araucaria cunninghamii* AITON. Punahou Campus Honolulu, Hawaii. Leihgabe Bot. Abt. Nat. Hist. Mus. Wien, Inv. Nr. Herbar 5472. Der Zweig stammt von einem großen Baum mit an den Enden verdickt erscheinenden Ästen.

Pos. 21–9: *Araucaria excelsa* (LAMB.) R. BR. (Topfpflanze). Holzgewächs mit wirtelig stehenden wedelähnlichen Ästen, die mit kleinen Nadeln dicht besetzt sind. Unter freiem Himmel kommt dieser Baum auf den Norfolk Inseln (westlich von Australien, zwischen Neuseeland und Neu-Kaledonien) vor, wo er auch 1793 von Kapitän Cook entdeckt und dann in Europa eingebürgert wurde. Es handelt sich bei dieser Pflanze wohl um den bekanntesten Vertreter der Araucariengewächse. Sie stellt eine beliebte Topfpflanze („Zimmertanne“) dar.

Pos. 21–10: *Araucaria araucana* (C. KOCH) (Topfpflanze). Baumförmige, bis 15 m hohe Holzpflanze, bei der in auffälliger Weise der Stamm und die „schlangenförmigen“, mehrmals verzweigten Äste mit großen breit ansitzenden und scharf zugespitzten Schuppennadeln bedeckt sind. Sie kommt im Süden von Chile, Argentinien und in der Gegend um das Kap Horn vor, wo die Araucariengewächse seinerzeit entdeckt worden waren. Sie wurden nach den „Araucanern“, einem damals dort lebenden Indianerstamm, benannt.

Der deutsche Name lautet „Chilenische Tanne“; sie wird auch als „Andentanne“ bezeichnet. Dieser durch sein altertümliches Aussehen auffallende und sehr dekorative Baum wird in zunehmendem Maße in Mitteleuropa eingebürgert, wo er sich bei relativ mildem Seeklima als winterhart erweist und ein rasches Wachstum entwickelt. Auch in kälteren Gegenden kann er im Winter im Freien bleiben, muß aber gegen tiefe Temperaturen geschützt werden. Ein frei ausgesetztes Exemplar befindet sich im Wiener Türkenschanzpark.

Ausstellungsposition 22–23–24: Die Zöbinger Pflanzenfossilien in ihrem systematisch-stammesgeschichtlichen Zusammenhang.

Unter „Evolution“ versteht man die stammesgeschichtliche Entwicklung, die durch eine allmähliche Veränderung der Tier- und Pflanzenarten erfolgt. Dieser Vorgang ist in den Erbeigenschaften begründet und führt durch die sogenannte „Mutation“ – einer Veränderung im Erbmaterial – zum Auftreten immer neuer, erblich fixierter Varianten. Die Evolution verläuft richtungslos, bringt aber eine optimale Anpassung an den Lebensraum bzw. eine Erschließung neuer Lebensmöglichkeiten mit sich. Die natürliche Auslese („Selektion“) kontrolliert diesen Evolutionsvorgang; Isolationsmechanismen zwischen „Populationen“ führen schließlich zur Bildung neuer Arten.

Die Geschwindigkeit der Evolution ist unterschiedlich, läuft aber immer so langsam ab, daß sie nicht direkt beobachtet werden kann. Nur Fossilien als Überreste vorzeitlicher Organismen liefern jene Dokumente, die es ermöglichen, den Evolutionsprozeß zu rekonstruieren.

Die Methode, stammesgeschichtliche Zusammenhänge aufzuzeigen, ist es, die Organismen in ein System einzuordnen (Taxonomie). Individuen der Tier- und Pflanzenwelt werden zu Gruppen zusammengefaßt. Schon kleine Populationen geben dazu Anlaß. Neben der Rasse ist das nächste „Gruppenmaß“ die Art (Biospezies), deren wesentlichste Eigenschaft die Fortpflanzungsfähigkeit ihrer Individuen ist. Bei Fossilien, die in das System einbezogen werden, ist die Begrenzung einer Art zwar abschätzbar, das Hauptkriterium, die Fortpflanzungsfähigkeit, bleibt aber absolut unüberprüfbar. Sie werden daher zu künstlichen Arten (Morphospezies) zusammengefaßt. Eine weitere Schwierigkeit liegt nun darin, daß beispielsweise hochorganisierte Gefäßpflanzen nur in äußerst seltenen Fällen zur Gänze erhalten sind und in Pflanzenteilen wie Blättern, Wedelstücken oder Astfragmenten, Zapfen oder Blüten, Stämmen und Wurzeln fossil überliefert sind. Von diesen „Bruchstückfossilien“ werden „Parataxa“ aufgestellt.

Weiterhin werden Arten zu einer Gattung, die Gattungen zur nächsthöheren Kategorie (Subfamilia) zusammengezogen, sodaß mit Fortsetzen der „Gruppierung“ ein hierarchisches System entsteht. Je nach Kenntnisstand ist dies ein „künstliches“ oder ein „natürliches“. Letzteres widerspiegelt den Evolutionsablauf der betreffenden Tier- und Pflanzengruppe. Die gleichen taxonomischen Grundlagen können aber auch in einem „Stammbaum“ dargestellt werden; beide Möglichkeiten gehen Hand in Hand.

Der von der Evolution abgesteckte „Rahmen“ zu den Zöbinger Pflanzenfossilien ist mit der Entstehung und Entwicklung der Landpflanzen gegeben (Abb. 8). Die ältesten Formen (Psilophyta) sind aus dem Silur bekannt; im Mittel- und Oberdevon entstehen aus Vorläufern der Samenpflanzen (Prospermatophyta) die Samenfarne (Pteridospermatae) und die Palmfarne (Cycadatae) einerseits, die Nadelbäume (Pinatae) und die Ginkgobäume (Ginkgoatae) andererseits. Die Samenpflanzen (Spermatophyta im Sinne der Pteridospermatae) werden direkt von den Prospermatophyta abgeleitet. In der weiteren Folge entstanden aus den Pteridospermen in der Oberkreide die Blütenpflanzen (Angiospermen). Aus der Basisgruppe der Nacktpflanzen (Psilophyta) entwickeln sich im Devon auch die Sporenpflanzen wie Farne (nur isospore Filicatae im Erdaltertum), Schachtelhalmgewächse (Equisetophyta) bzw. Bärlappgewächse (Lycophyta) als Sporen- und Samenpflanzen.

Die gleichen stammesgeschichtlichen Voraussetzungen kommen auch durch den Aufbau eines Systems, das auf Pflanzenfossilien als die einzigen realen Zeugnisse des Evolutionsprozesses begründet ist, zum Ausdruck. Bei einer Beschränkung auf die wesentlichsten Zusammenhänge sind die wichtigsten Taxa des Systems in die Abbildung 8 (Ausstellungsposition 23) eingetragen.

Anschließend werden die Zöbinger Pflanzenfossilien, die schon unter anderen Gesichtspunkten vorgestellt wurden, nach systematischen Prinzipien angeordnet.

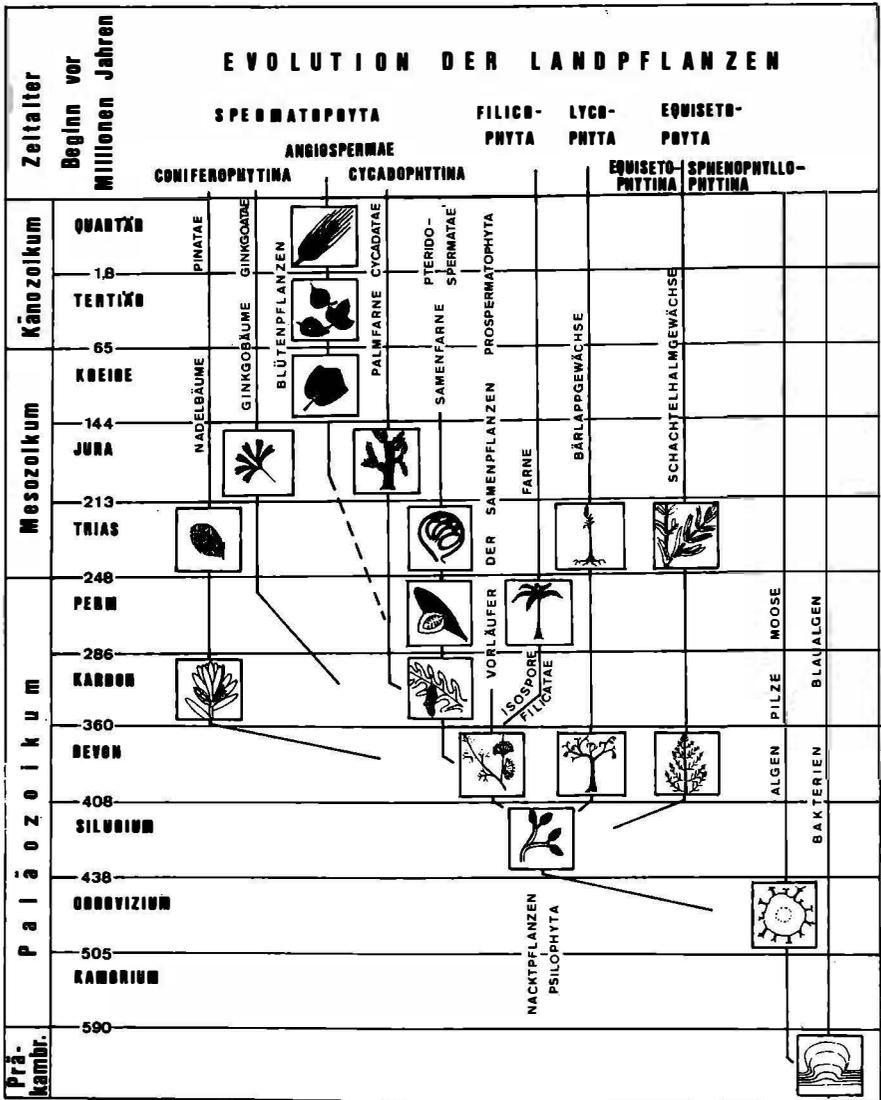
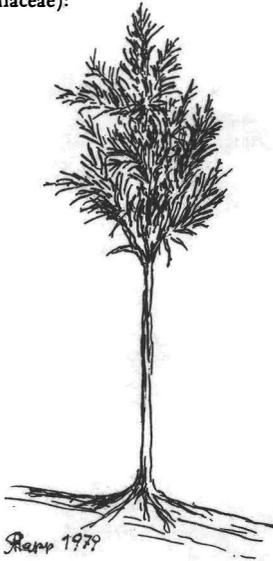


Abb. 8: Evolution der Landpflanzen. Die Vegetation am Festland entwickelte sich nach Auftreten der ersten Landpflanzen im obersten Silur sehr rasch. Nach bedeutenden Evolutionsschritten im Devon waren schon mit Ausnahme der Bedecktsamer „Blütenpflanzen“ im Karbon und Perm alle wichtigen Pflanzenstämme vorhanden.

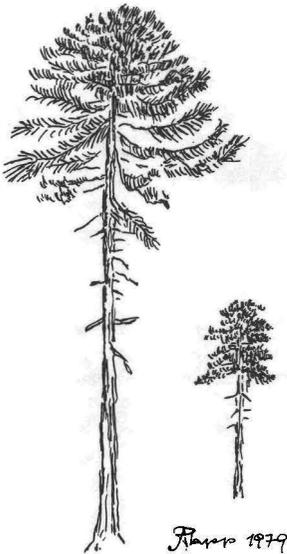
I. GRUPPE: Nadelbäume (Pinatae); Vertreter der Cordaiten (Cordaitidae) und der Walchien (Walchiaceae):



Die *Cordaiten* waren baumförmige Gewächse, deren koniferenartig gebaute Stämme Höhen bis über 10 m erreichten. Im Zentrum hatten sie einen Markhohlraum. Die Blätter der Cordaiten erreichten eine Länge von etwa 1 m, wurden bis zu 10 cm breit, hatten rundliche bis spitze Enden und waren zu typischen Blattschöpfen vereinigt. Die Blütenstände (*Cordaitanthus*) saßen an den beblätterten Sproßabschnitten. Sie waren getrenntgeschlechtlich, aber im Prinzip gleich gebaut, die männlichen produzierten die Pollenkörner; aus den Samenanlagen entwickelten sich herzförmige, deutlich geflügelte Samen. Die Cordaiten bildeten für die Evolution der Koniferen die Basisgruppe und kamen vom untersten Karbon bis nahe der Obergrenze des unteren Perms vor.

Pos. 24–1 *Cordaites principalis* GERMAR: Zöbing, Kampbrücke, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 22 I 105

Bruchstück eines etwa 5 cm breiten, bandförmigen Cordaitenblattes mit paralleler Aderung und geradem Rand.



Bei den *Walchien* handelte es sich um mittelgroße Holzbäume mit kräftigem Stamm, der im Zentrum einen Markraum aufwies. Die benadelten Zweige saßen zu fünf und sechst etagenförmig am Stamm und waren niedrig gebaut. Neben männlichen Zapfen, die Pollenkörner produzierten, trug die Pflanze bisweilen auch weibliche Zapfen, die mit gegabelten Deckschuppen (*Gomphostrobus*-Blatttyp) bedeckt waren. In ihnen kamen die Samenanlagen zur Entwicklung. Die Samen werden zu den Gattungen *Samaropsis* und *Cardiocarpus* gerechnet und waren zum Teil geflügelt. Walchien besiedelten relativ trockene Standorte, waren stets waldbildende Elemente und kamen im obersten Karbon und im unteren Perm vor. Sie leiten sich von den Cordaiten ab.

Die hierher gehörigen rezenten Vertreter *Araucaria angustifolia* (BERT.) OK., *Araucaria araucana* C. KOCH, *Araucaria cunninghami* AITON und *Araucaria excelsa* (LAMB.) R. BR. wurden bereits unter der Ausstellungsposition 21–7 bis 10 vorgestellt.

Pos. 24–2: *Walchia* (*Ernestiodendron*?) *Arnhardtii* FLORIN (Taf. II, Fig. 4 und 5): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 330. Relativ dicht benadelte Zweigspitze. In der linken Hälfte sind die „Nadeln“ stark gespreizt und stehen rechtwinkelig ab, an der anderen Seite bilden sie mit dem Stämmchen einen Winkel von etwa 45°. Sie sind an der Spitze markant umgebogen.

Pos. 24–3 *Lebachia* (al. *Walchia*) *speciosa* FLORIN (Taf. II, Fig. 3): Zöbing, Kampbrücke, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 22 II 42. Einzelnes Zweiglein, das mit s-förmigen „Nadeln“ besetzt ist. Ihr Umriß ist schlank-dreieckig, sie erreichen eine Länge von 7 mm und eine Breite von 1 mm.

Pos. 24–4 *Walchia*-Zapfen (Taf. II, Fig. 6): Zöbing, Rockenbauer-Keller, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 145 23. Isolierter Zapfen mit gut erhaltenen Zapfenschuppen, höchstwahrscheinlich *Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN zuzuordnen.

Pos. 24–5 *Gomphostrobus*-Blatt (Taf. II, Fig. 7): Zöbing, Kampbrücke, Liegendflora, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 22 I 062. Deckschuppe oder Stamblatt mit deutlicher Gabelung des freien Endes.

Pos. 24–6 *Ernestiodendron* (al. *Walchia*) *filiciformis* (SCHLOTHEIM) STERNBERG (Taf. II, Fig. 1): Zöbing, Rockenbauer-Keller, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 144 1. Isoliertes Zweiglein mit sehr typischen zur Zweigspitze hin aufgebogenen „Nadeln“.

Pos. 24–7 *Ernestiodendron* (al. *Walchia*) *filiciformis* (SCHLOTHEIM) STERNBERG (Taf. II, Fig. 2): Zöbing, Rockenbauer-Keller, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 145 2. Isoliertes Zweiglein mit deutlich gekrümmtem Stämmchen, das mit aufgebogenen „Nadeln“ besetzt ist.

II. GRUPPE: Samenfarne (Pteridospermatæ); Vertreter der Gattungen *Neuropteris* BRONGNIART, *Reticulopteris* GOTHAN, *Odontopteris* BRONGNIART, *Alethopteris* STERNBERG und *Callipteris* BRONGNIART: *Neuropteriden* waren Baumfarne. An der Basis der großen einmal gegabelten und drei- bis vierfach gefiederten Wedel saßen große kreisförmige Cyclopterisblätter. Fossil gut bekannt ist die Belaubung: Die Blättchen sind im allgemeinen oval bis zungenförmig, haben niedrige Aderung und sind punktförmig an den Fiederachsen angeheftet. Daher ist die oft herzförmig eingezogene Basis nicht mit der Fiederachse verwachsen. In den männlichen Fortpflanzungsorganen erzeugte Pollenkörner erinnern an Farnsporen; die Samen waren an der Spitze bzw. am äußeren Rand des Wedels angeheftet. *Neuropteriden* kommen vom Westfal bis ins Autun vor.



Pos. 24–8 *Neuropteris cordata* BRONGNIART (Taf. III, Fig. 1): Zöbing, Kampbrücke, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 284. Der große parallelrandige Fieder ist kurz gestielt. Die Aderung ist fiedrig; Mittel- und Seitenadern sind deutlich ausgeprägt, letztere verzweigen sich gabelig und zeigen ein leichtes Auseinanderweichen und Sichnähern der Adern.

Zu *Reticulopteris* gehörende Arten waren Baumfarne wie *Neuropteris*. Zahlreiche fossile Wedelfragmente zeigen, daß die Wedelbasen mit Cyclopterisblättern besetzt sind, und die Wedelachsen teilweise Zwischenfieder aufweisen. Die Blättchen sind – wie bei *Neuropteris* – oval bis zungenförmig und sitzen mit einer herzförmigen Basis punktförmig an den Fiederachsen. Die Aderung stellt jedoch eine wesentliche Abweichung von der einfachen Fiederaderung dar und zeigt eine von der Mittelader ausgehende „Maschenaderung“. Diese bildet ein Netz von kleinen, länglich polygonalen Maschen, die zum Fiederrand hin kleiner werden und schräg bis senkrecht gegen den Rand gerichtet sind. *Reticulopteris* kommt im Stefan und im Autun vor.

Pos. 24–9 *Reticulopteris germari* (GIEBEL) GOTHAN (Taf. IV, Fig. 8): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 45. Einzelnes ovales Blättchen, das die von der Mitteladerung ausgehende Maschenaderung zeigt. Hier im Bild zusammen mit dem Keilblattgewächs *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER.

Von *Odontopteriden* ist keine nennenswerte Stammbildung bekannt. Fossilfunde ihrer Belaubung zeigen, daß die Wedel gegabelt sind und an der Basis cyclopterisartige Blättchen sitzen.

Sie sind über die ganze Basis mit der Fiederachse verwachsen, die Aderung ist im Gegensatz zu den Neuropterisblättchen „odontopterisch“, denn es treten an mehreren Stellen von der Fiederachse Adern ins Blättchen über. Die Samen saßen an der Unterseite der Blättchen. Odontopteriden sind nur aus dem limnisch entwickelten Karbon und Perm bekannt und kommen von Westfal C bis ins Autun vor.

Pos. 24–10 *Odontopteris subcrenulata* (ROST) ZEILLER (Taf. III, Fig. 2): Zöbing, Lauser-Künette, Samml. Vas. Inv. Nr. 137 1. Ausschnitt aus einem Wedelfragment. Zwei an der Achse anhaftende Fiedern vorletzter Ordnung sind an beiden Seiten mit zahlreichen Blättchen besetzt und laufen in ein zungenförmiges Gipfelblatt aus. Die Blättchen sitzen mit der ganzen Basis an den Fiederachsen und stehen so eng, daß sie einander deutlich überlappen.



Alethopteriden waren ähnliche Baumfarne wie *Neuropteris*, die lange Wedel ausbildeten. Die fossil gut bekannte Belaubung zeigt, daß die Blätter parallelrandig bis dreieckig oder lanzettförmig sind und mit der ganzen Basis an der Fiederachse ansitzen. Die Fiederspreite läuft basal an der Achse herab und kann sich – oft in sehr ausgeprägter Form – mit der des folgenden Blättchens vereinigen. Samen wurden an den Blättern gebildet. Alethopteriden kommen vom Namur B bis in das Autun vor.

Pos. 24–11 *Alethopteris* cf. aff. *bohemica* FRANKE (Taf. III, Fig. 5): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 149. Ausschnitt aus einem gut erhaltenen Fieder vorletzter Ordnung. Die Blättchen sind an der Basis miteinander verwachsen und eng aneinander

gereiht. Fiederaderung; relativ dicke Mittelader und sehr feine, nur an einigen Stellen erhaltene Seitenadern.

Pos. 24–12 *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER: Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 326. Kreuz und quer liegende Fieder vorletzter Ordnung bedecken die Schichtfläche. Die Blättchen stehen zum Teil senkrecht auf der Fiederachse und haben eine Fiederaderung; die Mittelader ist relativ dick, die Seitenadern gabeln sich mehrmals auf. An der Basis sind die Blättchen miteinander verwachsen. Der abgebildete Ausschnitt stammt aus der oberen Wedelhälfte.

Pos. 24–13 *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER (Taf. III, Fig. 6 u. 7): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 225 und 153 384. Basal stehende große Fieder, die im Unterschied zu den kleineren eine sehr differenzierte v-förmig verzweigte Aderung zeigen.

Pos. 24–14 *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER (Taf. III, Fig. 3 und 4): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 343. Reste zweier Fieder vorletzter Ordnung. Die Fiederachse ist doppelseitig mit großen, sehr langen und schmalen, an der Basis miteinander verwachsenen Blättern bedeckt. Die Mittelader ist sehr kräftig, von ihr zweigen relativ weit gestellte kräftige Nebenadern ab, die sich ein- bis zweimal verzweigen.

Die Callipteriden waren 1–2 m große Baumfarne, die einen mäßig dicken Stamm ausbildeten. Die fossil in großer Zahl gefundenen sterilen Wedel, die bis dreifach gefiedert sind, zeigen Blättchen von sehr variabler Form mit einer Tendenz zur Aufteilung. Einfache Blättchen sitzen als



Zwischenfieder auch an den Wedelachsen. Die Fortpflanzungsverhältnisse dieser Pflanze sind unbekannt; sicher ist nur, daß es sich um eine Pteridosperme handelt. In stratigraphischer Hinsicht ist das Auftreten von *Callipteris conferta* von großer Bedeutung.

Pos. 24–15 *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART: Zöbing, Kampbrücke, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 22 I 108. Rest eines Fieders vorletzter Ordnung mit leicht schräg zur Achse stehenden Blättchen. Sie sind eng aneinandergereiht und laufen deutlich an der Achse herab. Fiederaderung; von der deutlich ausgeprägten Mittelader verlaufen unter einem relativ spitzen Winkel die Seitenadern zum Blattrand.

Pos. 24–16 *Callipteris naumannii* (GUTBIER) STERZEL (Taf. II, Fig. 8): Zöbing, Kampbrücke, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 22 I 1. Rest eines Fieders vorletzter Ordnung mit schräg zur Achse stehenden sphenopteridischen Blättchen. Die schräge Stellung

wird noch durch die in spitzem Winkel verlaufende Aderung betont. Die Ränder sind krenuliert, wobei runde Loben und eckige Buchten entstehen. Mit auffällender Deutlichkeit sitzt der unterste Lobus – deutlich vom Blatt abgesetzt bereits auf der Fiederachse.

III, GRUPPE: Farne (Filicatae); Vertreter isosporer Farnpflanzen, die zu den Gattungen *Scolecopteris* ZENKER und *Pecopteris* BRONGNIART gerechnet werden. Es handelt sich um Baumfarne, die eine Höhe von ungefähr 10 m erreichten. Ihre ca. 50 cm dicken Stämme waren mit einem Wurzelmantel verstärkt, die Wedel wurden bis 2 m breit, über 2 m lang und waren mindestens dreimal gefiedert. Bei einigen Arten waren sie mit nur wenige Millimeter großen Blättchen (*Pecopteris*-Laubtyp) besetzt. An ihrer Unterseite saßen zu viert oder fünft die Sporangien, die zu einem Syngangium verwachsen waren. Pecopteriden bevorzugten vor allem feuchte Standorte, sind demnach Bestandteile der Flora des Sumpf- und Moorwaldes. Sie treten erstmalig im Unterkarbon auf, erreichen im höchsten Westfal, im Stefan und Unterrotliegenden (Autun) eine maximale Entwicklung.

Für die eusporangiaten Farne wurde der rezente Baumfarn *Angiopteris theismania* DE VRIESE schon unter Pos. 21–3 als „lebendes Fossil“ vorgestellt. Zu den leptosporangiaten Farnen zählen die rezenten Vertreter der Gattung *Alsophila* – *A. australis* DOMIN, *A. colensoi* HOOK, *A. bicrenata* (LIEBM.) FOURN. (Pos. 21–1, –4, –6) und *Matonia pectinata* BR. (Pos. 21–2).

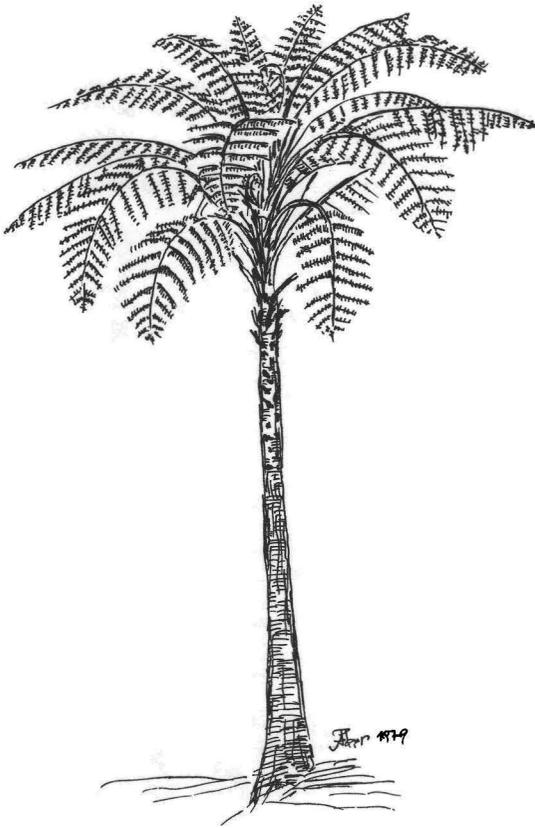
#### A) eusporangiate Farne:

Pos. 24–17 *Scolecopteris candolleana* (BRONGNIART) STUR (Taf. III, Fig. 8). Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 366. Rest eines Fieders, wobei die Achse beidseits mit etwas schräg ansitzenden Blättern bedeckt ist, die eine deutliche Mittelader zeigen.

Pos. 24–18 *Pecopteris* sp. (Taf. III, Fig. 9): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 23. Fieder, beidseits mit Blättchen besetzt, die eine Fiederaderung mit einfachen Seitennerven zeigt.

Pos. 24–19 *Scolecopteris cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR (Taf. IV, Fig. 1): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 1044. Bruchstück eines Fieders vorletzter Ordnung, der beidseitig regelmäßig mit länglich-schmalen Blättchen besetzt ist.

Pos. 24–20 *Scolecopteris cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR (Taf. IV, Fig. 2): Zö-



bing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 731. Extrem große Blättchen sitzen senkrecht an der Fiederachse, durch die starke „Einrollung“ erscheint ihre Stellung an der Achse relativ locker.

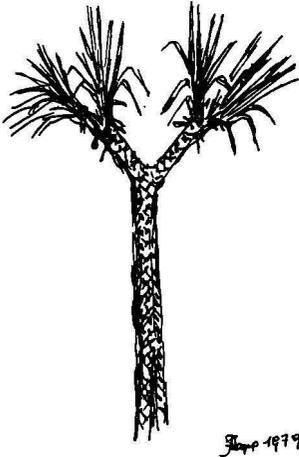
B) leptosporangiate Farne:

Pos. 24–21 *Pecopteris plumosa* (ARTIS) BRONGNIART (Taf. IV, Fig. 3): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 433. Rest eines Wedels, dessen Fiederachsen beidseitig mit dreieckigen, etwas schief ansitzenden Blättchen besetzt sind. An der Basis sind sie untereinander schwach verwachsen.

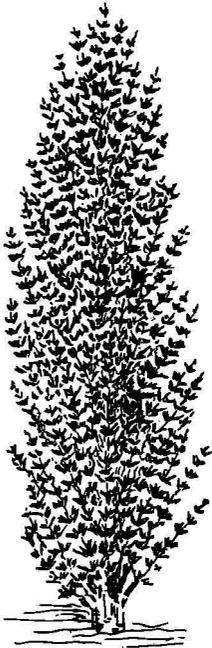
IV. GRUPPE: Bärlappartige Pflanzen (Lycophyta): Vertreter der *Lepidodendrales* werden „Rinden-“ oder „Bärlappbäume“ genannt. Die *Lepidodendren* und die *Sigillarien* sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen. Erstere, die „Schuppenbäume“ erreichten eine Höhe von etwa 30 m und einen Stammdurchmesser von maximal 2 m. Ihre Stämme wurden von einer inneren „Holz“-Kernzone und einer mächtigen Rinde aufgebaut. Sie gabelten sich im dritten Drittel ihrer Gesamthöhe, wobei beide Äste zu je einer Krone überleiteten. Die lineal-lanzettlichen Blätter (*Lepidophyllum*-Typ) waren am Zweig schraubig angeordnet, an ihrer Basis saß in der Ligulargrube die Ligula, ein wasseraufnehmendes blättchenförmiges Organ.

An der Spitze der Äste saßen Zapfen (*Lepidostrobus*), die bei den *Lepidodendren* fast ausnahmslos heterospor angelegt waren, also weibliche Makro-(Mega-) und männliche Mikrosporen erzeugten.

Ähnlich waren die *Sigillarien* („Siegelbäume“) organisiert; sie waren kleiner und hatten nur einfache Stämme, die am Gipfel einen Blattschopf trugen (*Yucca*-Habitus). Die bis 1 m langen Blätter waren spiralg angeordnet. Die *Sigillarien* waren eingeschlechtlich. Die Sporangienzapfen (*Sigillario-strobus*) entsprangen an einem stielartigen Element direkt am Stamm und saßen im unteren Teil des Blattschopfes.



Bärlappe (Lycopodiales), Moosfarne (Selaginellales) und Brachsenkräuter (Isoetales) sind Ordnungen heute noch lebender Vertreter bärlappartiger Pflanzen, die nur mehr krautige Gewächse darstellen und zum Teil im Wasser untergetaucht leben.. Eine Ligula ist bei den drei Gruppen noch vorhanden.  
Pos. 24–22 *Lepidodendrales* - Fruchtstand. Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 105. Die ursprünglich in spiraliger Verteilung ansitzenden Sporophylle sind neben der Achse gelegen.



V. GRUPPE: Schachtelhalmartige Pflanzen (Equisetophyta); Vertreter der Calamiten (Calamitaceae), die zu den Schachtelhalmpflanzen (Equisetophytina) gerechnet werden, und der Keilblattgewächse (Sphenophyllophytina):

Bei den *Calamiten* handelt es sich um maximal 20 m hohe und bis zu 1 m dicke baumförmige Gewächse. Ihre säulenförmigen Stämme sind durch Knoten (Nodien) in ungefähr gleiche Abschnitte (Internodien) gegliedert, zentral liegt ein Markhohlraum. (Gerade dadurch sind die Stämme zumindest zum Zeitpunkt ihrer Einbettung hohl; durch eindringendes Sediment entstehen dann Steinkerne, welche die häufigsten Calamitenfossilien darstellen. Siehe auch Position Zöb. 16, Bild 6). Von den Stämmen gehen in Wirteln stehende Äste aus, die oft mehrmals verzweigt sind. Sie sind terminal besetzt mit wirtelig stehenden, meist lanzettförmigen Blättern (*Asterophyllites*- und *Annularia*-Typ). Calamiten sind Sporenpflanzen, in ihren Sporophyllständen wechseln Sporophylle und lanzettliche, sterile Brakteen-Blätter miteinander ab (*Calamostachys*-Typ).

Schachtelhalmartige Pflanzen gibt es seit dem Mitteldevon (Equistetaeen, z. B. Ackerschachtelhalm), wobei sich jedoch die Calamiten auf Oberkarbon und Unterperm beschränken.

Pos. 24–23 *Calamites* sp. (Taf. IV, Fig. 4): Zöbing Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 13 a. Kreuz und quer liegende Reste eines Calamiten zeigen sehr deutlich Knoten (Nodien) und eine feine Rippung.

Zur Gattung *Asterophyllites* wurden Calamiten-Blatttypen zusammengefaßt, die durch wirtelige Anordnung der Blätter gekennzeichnet sind.

Diese sind an der Basis zu einer sehr schmalen Blattscheide verwachsen oder völlig freistehend und waren an der lebenden Pflanze bogig aufgerichtet. Durch Funde von auch im fossilen Zustand zusammenhängenden Pflanzenteilen kann hinsichtlich der den Laubtyp *Asterophyllites equisetiformis* (STERNBERG) BRONGNIART f. *equisetiformis* tragenden Gesamtpflanze eine Calamiten-Organ-Kombination rekonstruiert werden. Die *Calamites alternans-varians*-Gruppe stellt dabei die Äste und *Palaeostachya turingica* (WEISS) BARTHEL die Fortpflanzungsorgane dar. Darüber hinaus kann noch angenommen werden, da es sich bei den dazugehörigen Stämmen um *Calamitina*-Achsen handelt. Die Rekonstruktion gerade dieser Pflanze war mit großen Schwierigkeiten verbunden und ist bis zur Gegenwart Gegenstand intensiver Forschungen. Alles deutet darauf hin, da sie die langlebige Calamitenart war, die vom Westfal A bis in das höchste Autun, also etwa 40 Millionen Jahre lang, euramerische Moorstandorte besiedelte, wie neuerdings von M. BARTHEL (1980, 245) dargelegt wurde.

Pos. 24–24 *Asterophyllites equisetiformis* (STERNBERG) BRONGNIART f. *equisetiformis*. (Taf. IV, Fig. 5): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153671. Beblättertes Zweiglein; an den Knoten, die eine relativ dünne Achse in ungefähr gleiche Abstände gliedern, sitzen vier Wirtel. Sie werden von etwa zwölf schmallinealen, gespitzten Blättchen gebildet, die eine sehr deutliche Mittelader zeigen.

Als „Annularien“ werden wirtelig angeordnete Calamitenblätter zusammengefaßt, die an der Basis zu einer Blattscheide verwachsen sind und deren Blätter bei der lebenden Pflanze rechtwinkelig zur Achse orientiert waren. Vorkommen: Westfal A bis Autun.

Pos. 24–25 *Annularia spicata* GUTBIER (Taf. IV, Fig. 6): Zöbing, Kampbrücke, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 22 I 33. An einem mehrfach verzweigten Ästchen sitzen in ungefähr gleichen Abständen zahlreiche kleine Blattwirtel, die von 3–4 mm langen Blättchen gebildet werden.

Bei *Calamostachys tuberculata* handelt es sich um die Fortpflanzungsorgane von *Calamites multiramis* WEISS, die vermutlich in großer Zahl den obersten Knoten entspringen (Kauliflorie = Stammblütigkeit wie beim Kakaobaum und verschiedenen Feigenarten). Die Beblätterung derselben Pflanze stellt *Annularia stellata* (SCHLOTHEIM) WOOD dar.

Pos. 24–26 *Calamostachys tuberculata* (STERNBERG) WEISS (Taf. IV, Fig. 7): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 297. Bruchstück einer teilweise räumlich erhaltenen Calamiten-Ähre. Eng aneinandergereiht sitzen vier aus schmalen Blättchen (sterile Bakteen) zusammengesetzte Wirtel an der Achse. Sporophylle bzw. Sporangien sind in diesem Erhaltungszustand von den Bakteen verdeckt.



Die Sphenophyllen (Keilblattgewächse) sind krautige, höchstens 1 m hoch werdende, als Spreizklimmer lebende Pflanzen. Sie sind im Habitus den rezenten *Galium*-Arten, z. B. *Galium aparine* L., dem Klebkraut vergleichbar. An den langgliedrigen Achsen sitzen sich verzweigende Seitenzweige, die mit Blattquirlen besetzt sind. Ihre Sporophyllähren saßen endständig an den Seitenzweigen und bildeten Sporangien bis 2 mm Durchmesser.

Sphenophyllen kommen im Oberdevon, Karbon, Perm und in der unteren Trias vor.

Pos. 24–27 *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER (Taf. IV, Fig. 9): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 107. Auf einer dünnen Achse sitzen zwei Blattwirtel, von denen jeder aus einem Paar kurzer, längerer und langer stumpfkeilförmiger Blättchen gebildet wird.

Pos. 24–28 *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER (Taf. IV, Fig. 8): Zöbing, Leopold-Acker, K.-M. Samml. Vas. Inv. Nr. 153 45. Vom Achsenknoten losgelöster Blattwirtel, am Bild zusammen mit dem Samenfarn *Reticulopteris germari* (GIEBEL) GOTHAN.

#### Ausstellungsposition 25: Zur Problematik der Einstufung jungpaläozoischer Floren.

Nach der Erfassung der Zöbinger Flora und ihrer Einordnung in ein für die Pflanzen des Erdaltertums geeignetes System ist die Altersbestimmung die nächste wichtige Frage.

Es ist dies in methodischer Hinsicht mit Schwierigkeiten verbunden, da der Leitwert der Pteridospermengattung *Callipteris* (in der Hauptsache *Callipteris conferta* und *Callipteris naumanni*) zur Festlegung der Karbon/Perm-Grenze von einigen Autoren angezweifelt wurde. So ist nach H. KOZUR (1978, 21) bekannt, daß die Gattung *Callipteris* mit typischen Arten wie *Callipteris flabellifera* (WEISS) ZEILLER, *Callipteris naumanni* (GUTBIER) STERZEL, *Callipteris nicklesi* ZEILLER und *Callipteris zbysovensis* AUGUSTA von der Basis des Stefan C an und *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART von der Basis des Stefan D an vom Donetz-Becken über Mittel- und Westeuropa bis nach Kansas vorkommt. (Man beachte den durch die Pangea-Situation entstandenen Zusammenhang innerhalb der Euramerischen Florenprovinz !). Das Erstauftreten mit *Callipteris bilharzi* (FRANZEN) in Spanien befindet sich im Stefan B. Nach dieser Interpretation und Meinungsbildung beschränkt sich die Gattung *Callipteris* nicht auf das Perm, sondern kommt schon im Karbon um etwa 6 Millionen Jahre früher vor, als bis jetzt angenommen wurde. Obwohl namhafte Paläontologen die herkömmliche Meinung, daß mit dem Erstauftreten von *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART die Karbon/Perm-Grenze zu ziehen ist, auch weiterhin vertreten und die Entdeckung der karbonischen Callipteriden als nicht wichtig erachten, ist doch die Diskussion um den Leitwert der Callipteriden wieder in Fluß geraten. Auch darf nicht übersehen werden, daß eine Revision dieser Fossilien mit Einbeziehung der karbonischen Funde noch aussteht.

Betrachtet man also die Callipteriden für die Einstufung der Zöbinger Flora als hauptmaßgeblich, so ist man gezwungen, sich einer der unterschiedlichen Meinungen anzuschließen; damit würden aber mehrere Möglichkeiten in Frage kommen, ihre Altersstellung festzulegen.

Im folgenden wird von einer methodischen Möglichkeit Gebrauch gemacht, die zwar die Callipteriden einschließt, die Einstufung von Florenelementen aber nicht von ihnen allein abhängig macht. Sie liegt darin begründet, daß auf der Basis der Gesamtheit der Pflanzenfossilien der Versuch unternommen wird, eine horizontale Übereinstimmung von Niveaus innerhalb der nächstgelegenen, etwa gleich alten Vorkommen mit den Zöbinger Fossilhorizonten herzustellen. Es ist dies im Rahmen einer zur Darstellung gebrachten Florenfolge möglich.

#### Beschreibung der Florenfolge:

Aus optischen und ausstellungstechnischen Gründen ist die stratigraphische Tabelle in drei Abschnitte gegliedert. Sie muß – wie dies bei derlei Tabellen in der Geologie und Paläontologie üblich ist – von unten nach oben gelesen werden. Sie umfaßt einen Zeitraum, der zwischen 300 und 265 Millionen Jahre liegt. Von jeder fossilen Pflanzenart sind die einzelnen Vorkommen mit kreisförmigen bis länglichen Symbolen angegeben. Die Reichweite der „säulenförmigen“ Eintragung zeigt die zeitliche Verbreitung an, die Farbgebung bezieht sich auf die Zugehörigkeit in geographischer Hinsicht.

Die Abfolge beginnt mit den ältesten Floren: Abschnitt I (links unten im Schema, SCHWARZE UMRÄHMUNG) ist zwischen Westfal A und Stefan A einzuordnen. Auffallend ist eine kurze „Lebenszeit“ der Pflanzen und eine deutliche Gliederung in einzelne Horizonte. Die grünen und braunen Symbole zeigen, daß dieser Abschnitt der Florenentwicklung im zentralböhmischen Becken und im CSSR-Anteil des intrasudetischen Beckens stattfand. Der Abschnitt II (Mittelabschnitt im Schema, GRÜNE UMRÄHMUNG) beginnt im Westfal C, die bisherige Entwicklung klingt nach Erreichen der Stefan B/C-Grenze im Norden ab, setzt sich aber in etwa gleichem Artenumfang im Süden wieder fort. Die blauen und violetten Eintragungen beziehen sich auf die Boskowitz- und die Blanice-Furche, die roten auf Zöbing. In diesem Abschnitt kann gezeigt werden, daß die Zöbinger Basisflora mit dem Horizont der tschechischen Floren, der etwas über der Karbon Perm-Grenze liegt, deutlich übereinstimmt. Der Abschnitt der Florenfolge (rechts oben im Schema, BRAUNE UMRÄHMUNG) bezieht sich auf eine nur im Südabschnitt deutlich über der Karbon/Perm-Grenze vor sich gehende Entwicklung.

Ausstellungsposition 26: Zur Ökologie der fossilen Flora von Zöbing (Taf. V):

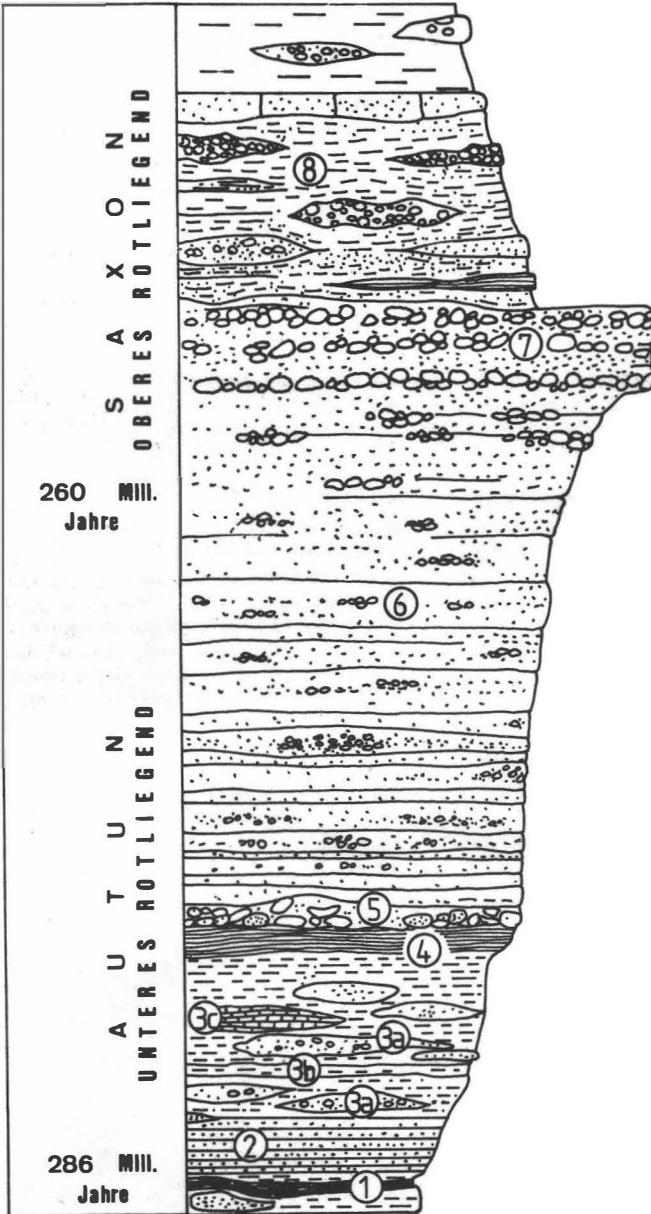
Durch die bahnbrechenden Untersuchungen von W. GOTHAN & O. GIMM (1930) im Perm von Thüringen weiß man, daß eine typisch entwickelte Permflora in paläoökologischer Hinsicht in zwei Gruppen gegliedert ist. Die aus „moorbildenden“ Pflanzen sich zusammensetzende *P e c o p t e r i d e n - C a l a m a r i e n - A s s o z i a t i o n* (siehe Ausstellungsposition 25 – GRÜNE UMRÄHMUNG) stammt von feuchten Standorten, aus der Uferregion von seichten Gewässern. Viele dieser Pflanzen lebten unter Wasser. Diese Pflanzen sind fossil in schwarzgrauen Ton- und Siltsteinen überliefert, in denen Kohlenflöze angetroffen werden.

Im Bild sehen wir im Wasser stehend *Calamites* (1) und das bodenbedeckende *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER, wobei aber zu bemerken ist, daß diese Pflanze auch außerhalb des Wassers vorgekommen ist. In der Uferregion wächst *Sigillaria brardii* BRONGNIART (3), *Lepidodendron* sp. (4), der Baumfarn *Scolecopteris cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR (5) und *Neuropteris cordata* BRONGNIART (6).

Von höher gelegenen Arealen und daher von trockenen Standorten stammt die zweite Gruppe von Pflanzen, die *Walchienen-Callipteriden-Assoziation* (siehe Ausstellungsposition 25 – BRAUNER RAHMEN). Dazu zählen: *Cordaites principalis* GERMAR (7), *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER (8), *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART und *Callipteris naumannii* (GUTBIER) STERZEL (9), sowie *Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN (10). Sie bilden die flözferne Assoziation, die in grauen bis braunen Silt- und Sandsteinen überliefert ist und nie zusammen mit Kohlebildung beobachtet wurde.

Ausstellungsposition 27: Das Vegetationsbild der fossilen Flora von Zöbing (Taf. VI).

Voraussetzung für die Anfertigung dieses Bildes war, daß sich das GOTHAN–GIMM'sche Schema als anwendbar erwies. Im Vordergrund sieht man *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER, rechts jedoch Stylocalamiten und Calamiten mit *Annularia*-Blättern. Dahinter folgt, bedeckt von dichter Ufervegetation, jener Lebensraum, der mit *Scolecopteria cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR, *Sigillaria brardii* BRONGNIART, *Lepidodendron* sp. und *Neuropteris cordata* BRONGNIART das wenigstens ansatzweise vorhandene „Waldmoor“ verkörpert. Im Hintergrund, hinauf bis zur Talschulter, ist jene an trockene Standorte gebundene Vegetation zu sehen, bei deren Hauptvertretern es sich um *Lebachia* (*Walchia*) *piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN und *Callipteris conferta* (STERNBERG) BRONGNIART handelt.



Ausstellungsposition 28: Die Darstellung der Gesamtergebnisse zur Geologie und Paläontologie des Perms von Zöbing (Abb. 9).

- 1 Relativ gut entwickelte „Waldmoore“ führen zu einem Ansatz von Kohlenbildung und einer reich entwickelten fossilen Flora der flözbildenden Assoziation. Farne und Pteridospermen (*Scolecopteris cyathea* und *Alethopteris zeileri*) herrschen vor.
- 2 Wärmeres Klima läßt keine „Moorbildung“ mehr zu. Es entwickeln sich andere Florengemeinschaften, die nicht flözbildend sind. Eine *Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* – *Odontopteris linguata*-Assoziation tritt deutlich in den Vordergrund.
- 3 Hinsichtlich der veränderten klimatischen Verhältnisse zum ariden Klima hin wird die Sedimentation wesentlich stärker. In Gewässerrinnen tritt zungenartig Flußschotter (3 a) aus dem Hinterland hervor. Vereinzelt kommt es zur Bildung von Rotsedimenten (3 b), in Flüssen und Seen werden Kalksedimente (3 c) gebildet.
- 4 Bei partiellem Zurückbleiben grober Sedimente kommt es zur Bildung einer weiteren Flora, die hauptsächlich *Callipteris naumanni*, *Cordaites principalis* und *Neuropteris cordata* beinhaltet. Durch unruhige Umweltbedingungen besteht diese Flora aus zusammengeschwemmten Pflanzenresten.
- 5 Mit Einsetzen der vorsaalischen Phase wird durch tektonische Bewegungen (Hebungen) im Hinterland die Abtragungsfäche vergrößert. Über einem weit vordringenden Geröllhorizont kommt es sowohl durch mäandrierende Flußläufe wie auch rhythmisches Vordringen und Zurückbleiben der groben Sedimente zu mächtigen Ablagerungen in Form von Arkosebänken
- 6 (Arkosen sind feldspatreiche Sandsteine). Die Ausscheidung von Kieselsäuregel führt zur Bildung von verkieselten Silt- und Sandsteinen.
- 7 Ein Maximum an tektonischen Bewegungen ist mit Eintreten der saalischen Phase festzustellen. Sie haben vermehrte GrobSchüttungen zur Folge: Die einzelnen Bänke werden mehrere Meter mächtig, einzelne Gerölle bis 1 m  $\Phi$  sind nicht selten. Vulkanit-Gerölle deuten auf eine nahe vulkanische Aktivität hin.
- 8 Im postsaalischen Bereich ist ein Zurücktreten der großen Sedimentströme typisch. Bei einem Wüstenklima fehlt jeglicher Pflanzenwuchs. Durch rasches Zerfallen, vor allem granitischer Gesteine, kommt es zur Bildung von „reschen“ Arkosen mit besonders gut erhaltenen Feldspäten.

Ausstellungsposition 29: Zur Forschungsgeschichte.

Das Perm von Zöbing wurde vom österreichischen Geologen Philipp A. HOLGERS entdeckt. Er beschreibt seine Entdeckung in den Erläuterungen zu seiner 1841 erschienenen „Geologischen Karte des Kreises ob dem Manhartsberge“, scheidet aber das Zöbinger Perm in der dazugehörigen Karte nicht aus. Erst durch Paul PARTSCH scheint es 1843 zusammen mit der Boskowitz Furche erstmals in einem geologischen Kartenwerk auf. Paul PARTSCH stuft es ins „rothe Todtliegende“ ein, das ein synonyme Ausdruck für das Rotliegende ist. Genauer begangen und kartiert wurde es 1849 von Johann ČZJZEK. Er wurde auch auf die erste fossile Flora aufmerksam, die Constantin von ETTINGSHAUSEN 1852 beschrieb, sie aber unrichtig in die Unterkreide einstuft. Ähnlich wie Paul PARTSCH weist Eduard SUESS 1866 auf das Perm von Zöbing als die Verlängerung des „Rothliegenden der Zwittawa“ hin. Diesem Zitat und einigen Andeutungen ČZJZEK's ist zu entnehmen, daß die ursprünglich von Paul PARTSCH vertretene Einstufung als eher glaubhaft erschien als das Ergebnis der Fossilbearbeitung durch ETTINGSHAUSEN. Offensichtlich aus ähnlichen Erwägungen beschäftigte sich Dionys STUR mit den damals aus Zöbing bekannten Fossilien, gelangte 1870 ebenfalls zur ursprünglichen Ansicht PARTSCH's und stuft den Sedimentkomplex wiederum ins Perm ein.

Mit der Bearbeitung des Kristallins der Böhmisches Masse durch Franz Eduard SUESS beginnen

-----  
Abb. 9: Das Westwandprofil im Zöbinger Perm. Ungefähre Lage des Profils: Ortsgebiet von Zöbing – Heiligenstein – Ried „Rotletten“ und Grubgraben.

die Erörterungen um die Diendorfer Störung, deren Verlauf er 1912 erstmals entwirft und mit dem Boskowitz Hauptbruch in Verbindung bringt. SUESS erkennt die Lage der Permscholle in diesem Bruchsystem, auf das tektonische Gesamtkonzept wird aber erst Leo WALDMANN 1922 aufmerksam. Mit der zum heutigen Forschungsstand führenden Neukartierung und der planmäßigen Fossil-suche wurde erst nach dem 2. Weltkrieg begonnen.

#### Literatur

- BACHMAYER, F. & VASICEK, W., 1967: Insektenreste aus dem Perm von Zöbing bei Krems in Niederösterreich. – *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 71:13–18, 2 Abb., 1 Taf., Wien.
- BARTHEL, M., 1980: Calamiten aus dem Oberkarbon und Rotliegenden des Thüringer Waldes. – 100 Jahre Arboretum (1879–1979):237–258, Abb. 90–97, Berlin.
- ČÍŽEK, J., 1853: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Krems und vom Manhartsberg. – *Sitz. Ber. k. k. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.*, 7:1–77, 4 Abb., Wien.
- ETTINGSHAUSEN, C., 1852: Beitrag zur näheren Kenntnis der Flora der Wealdenperiode. – *Abh. k. k. Geol. Reichsanst.*, 1:1–32, 5 Taf., Wien.
- FUCHS, G., 1976: Zur Entwicklung der Böhmisches Masse. – *Jb. Geol. Bundesanst.*, 119:45–61, 2 Abb., Wien.
- & MATURA, A., 1976: Zur Geologie des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse. – *Jb. Geol. Bundesanst.*, 119:1–43, 1 Kte., Wien.
- GOTHAN, W. & GIMM, O., 1930: Neuere Beobachtungen und Betrachtungen über die Flora des Rotliegenden von Thüringen. – *Arb. Inst. Paläobot. & Petrogr. Brennst. 2*:39–74, 2 Textabb., 1 Taf., Berlin.
- HARLAND, W. B. & al., 1982: A geologic time scale. – *Cambridge Earth Sci. Ser.*: XI + 131, Cambridge (Univ. Press).
- HOLGER, P. A., 1842: Geognostische Karte des Kreises ob dem Manhartsberge in Oesterreich unter der Ens, nebst einer kurzen Beschreibung der daselbst vorkommenden Felsarten. Nach eigenen Beobachtungen. –:1–44, *geol. Kte.* 1841 mit 4 Fig., Wien (Singer & Goering).
- KOZUR, H., 1978: Bemerkungen zum Vorkommen der Gattung *Callipteris BRONGN.* im Karbon. – *Verh. Geol. Bundesanst.*, 1978:11–22, Wien.
- ODIN, G., 1982: *Numerical Dating in Stratigraphy*. – 1:XXVII + 630, Chicester – New York – Brisbane – Toronto – Singapore (Idea Wiley & Sons).
- PARTSCH, P., 1844: Erläuternde Bemerkungen zur geognostischen Karte des Beckens von Wien und der Gebirge, die dasselbe umgeben. – :1–24, *geol. Kte.* 1843, Wien.
- SUESS, E., 1866: Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärablagerungen I. Über die Gliederung der tertiären Bildungen zwischen dem Mannhart, der Donau und dem äußeren Saume des Hochgebirges. – *Sitz. Ber. k. k. Akad. Wiss., math.-naturw. Cl.*, 54, Wien.
- SUESS, F. E., 1912: Die moravischen Fenster und ihre Beziehung zum Grundgebirge des Hohen Geneske. – *Denkschriften kais. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl.*, 88:1–91, 3 Fig., 3 Taf., Wien.
- WALDMANN, L., 1922: Das Südende der Thayakuppel. – *Jb. Geol. B.-A.*, 72:183–204, 2 Fig., Wien.

#### Literaturangaben zu Abbildungserläuterungen

- Abb. 2: Nach S. PREY (1980), verändert. S. PREY [In:] R. OBERHAUSER (Red.) 1980. Die Geologie Österreichs in ihrem heutigen geodynamischen Entwicklungsstand sowie die geologischen Bauteile und ihre Zusammenhänge. – Abb. 19 N, auf Seite 98, Wien (Springer-Verl.).
- Abb. 3: Nach A. TOLLMANN (1977) verändert. A. TOLLMANN (1977): Die Bruchtektonik Österreichs im Satellitenbild. – N. *Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 153:1–27, Taf. 1, Stuttgart.

- Abb. 5: Nach E. THENIUS (1974), verändert. Niederösterreich. Geologie der österreichischen Bundesländer in kurz gefaßten Einzeldarstellungen. – Verh. Geol. B.-A., Bundesländerserie, Heft Niederösterreich, 2. erw. Aufl.: 1–280, 16 Tab., 48 Abb., Wien. Abb. 1.
- Abb. 7: Aus W. H. GILLESPIE, et al. (1978). GILLESPIE, William H., John A. CLENDENING & Hermann W. PFEFFERKORN, 1978. Plant Fossils of West Virginia and Adjacent Areas. – Educational Series ED-3A: I–VII, 1–172, 20 Fig., 64 Pl., Morgantown (West Virginia Geological and Economic Survey), Figure 3 auf Seite 19.
- Abb. 8: Nach Leben und Vorzeit, 1979, verändert. Leben und Vorzeit. Eine Einführung in die Paläontologie und historische Geologie. – Herausgegeben von den Freunden der Bayerischen Staatssammlungen, Paläontologie und historische Geologie. München.

### Tafelerläuterungen

#### Tafel I

Satellitenbild, aufgenommen von LANDSAT (Ausschnittvergrößerung): Wachau – südliches Waldviertel – Dunkelsteiner Wald. Genaue Beschreibung unter Pos. 11–4 auf S. 25.

#### Tafel II

- Fig. 1: *Ernestiodendron* (al. *Walchia*) *filiciformis* (SCHLOTHEIM) STERNBERG, Fundort: Zöbing, Rockenbauer-Keller (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 2: *Ernestiodendron* (al. *Walchia*) *filiciformis* (SCHLOTHEIM) STERNBERG, Fundort: Zöbing, Rockenbauer-Keller (Vergr. ca. 1.4 x).
- Fig. 3: *Lebachia* (al. *Walchia*) *speciosa* FLORIN, Fundort: Zöbing, Kampbrücke (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 4: *Walchia* (*Ernestiodendron* ?) *Arnhardtii* FLORIN, Fundort: Zöbing, Kampbrücke–Hangendflora (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 5: *Walchia* (*Ernestiodendron* ?) *Arnhardtii* FLORIN, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 6: *Walchia*-Zapfen, höchstwahrscheinlich *Lebachia* (al. *Walchia*) *piniformis* (SCHLOTHEIM) FLORIN zuzuordnen. Fundort: Zöbing, Rockenbauer-Keller (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 7: *Gomphostrobus*-Blatt, Fundort: Zöbing, Kampbrücke (Vergr. ca. 1.3 x).
- Fig. 8: *Callipteris naumannii* (GUTBIER) STERZEL, Fundort: Zöbing, Kampbrücke (Vergr. ca. 1.3 x).
- Fig. 9: *Callipteris* sp., Fundort: Zöbing, Kampbrücke (Vergr. ca. 1.3 x).

#### Tafel III

- Fig. 1: *Neuropteris cordata* BRONGNIART, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.4 x).
- Fig. 2: *Odontopteris subcrenulata* (ROST) ZEILLER; Fundort: Lauser-Künette (Vergr. ca. 1.4 x).
- Fig. 3: *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (etwas verkleinert).
- Fig. 4: *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (etwas verkleinert).
- Fig. 5: *Alethopteris* cf. aff. *bohemica* FRANKE, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (etwas verkleinert).
- Fig. 6: *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1,3 x).
- Fig. 7: *Alethopteris zeilleri* (RAGOT) WAGNER, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 8: *Scolecopteris candolleana* (BRONGNIART) STUR, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 9: *Pecopteris* sp., Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.3 x).

Tafel IV

- Fig. 1: *Scolecopteris cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 2: *Scolecopteris cyathea* (SCHLOTHEIM) STUR, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.2 x).
- Fig. 3: *Pecopteris plumosa* (ARTIS) BRONGNIART, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 4: *Calamites* sp., Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (etwas verkleinert).
- Fig. 5: *Asterophyllites equisetiformis* (STERNBERG) BRONGNIART f. *equisetiformis*, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. 1.5 x).
- Fig. 6: *Annularia spicata* GUTBIER, Fundort: Zöbing, Kampbrücke (etwas verkleinert).
- Fig. 7: *Calamostachys tuberculata* (STERNBERG) WEISS, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.5 x).
- Fig. 8: *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER und *Reticulopteris germari* (GIEBEL) GOTHAN, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.2 x).
- Fig. 9: *Sphenophyllum oblongifolium* (GERMAR & KAULFUSS) UNGER, Fundort: Zöbing, Leopold-Acker (Vergr. ca. 1.3 x).

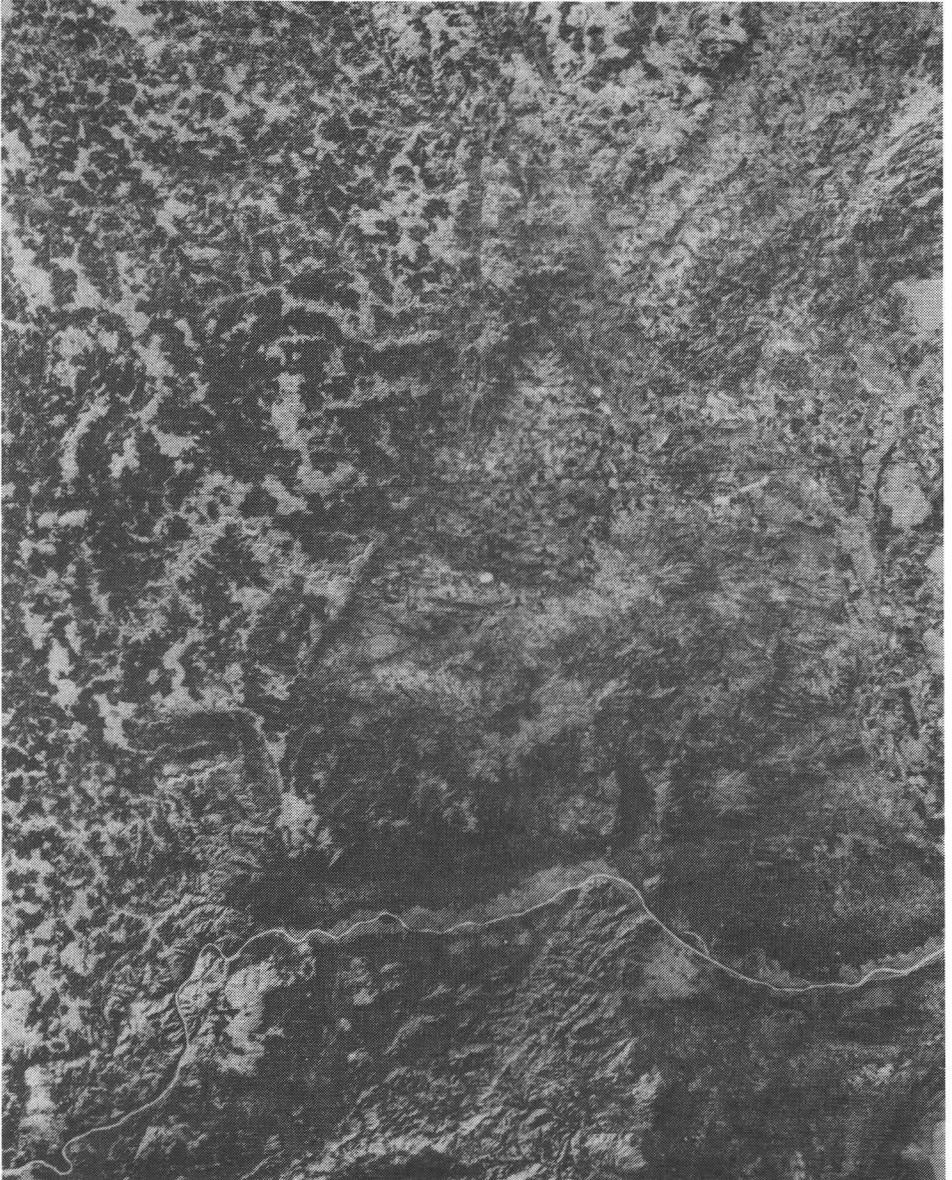
Tafel V

Das Ökologie-Schema zur Unterrotliegend-Flora nach GOTHAN & GIMM (1930); siehe Ausstellungsposition 26.

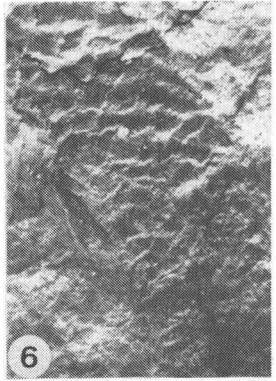
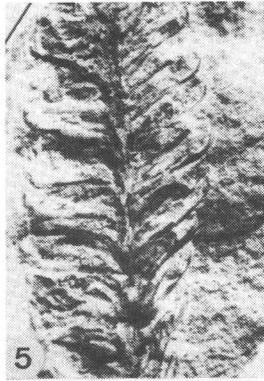
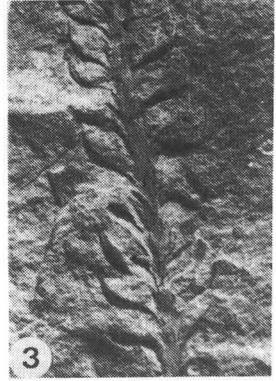
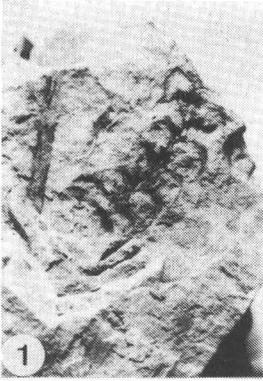
Tafel VI

Vegetationsbild der Flora des Perms von Zöbing, bezogen auf den Fossilfundpunkt „Leopold-Acker“. Entworfen und ausgeführt von A. PAPP nach Forschungsergebnissen von W. VASICEK. Siehe Ausstellungsposition 27.

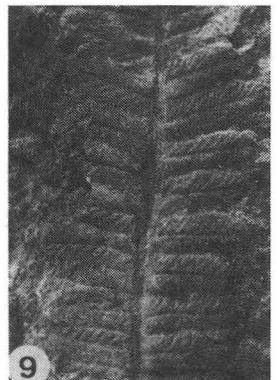
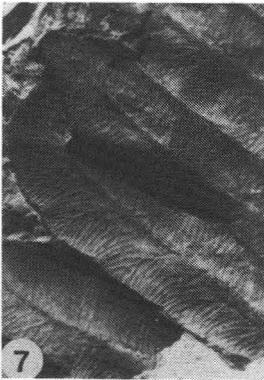
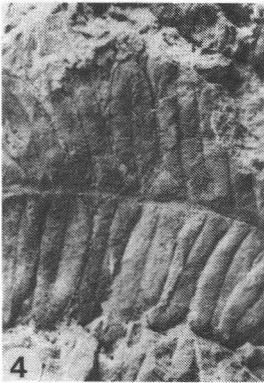
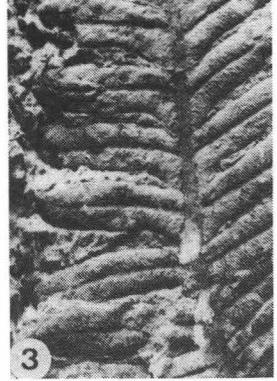
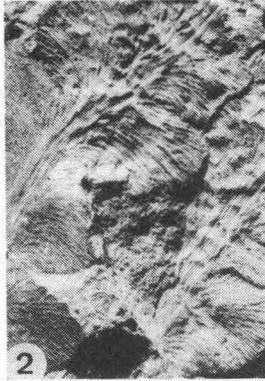
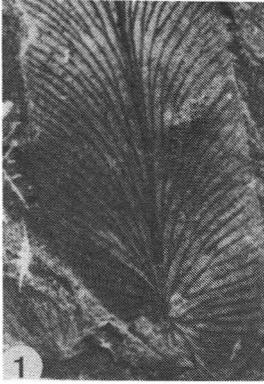
TAFEL I



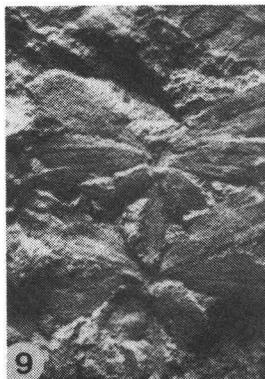
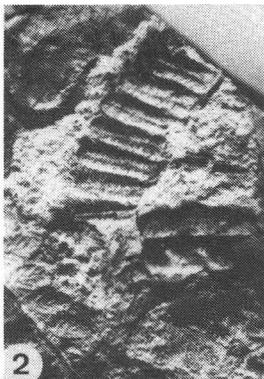
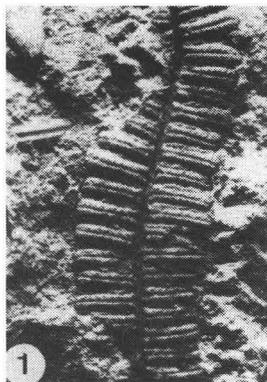
TAFEL II

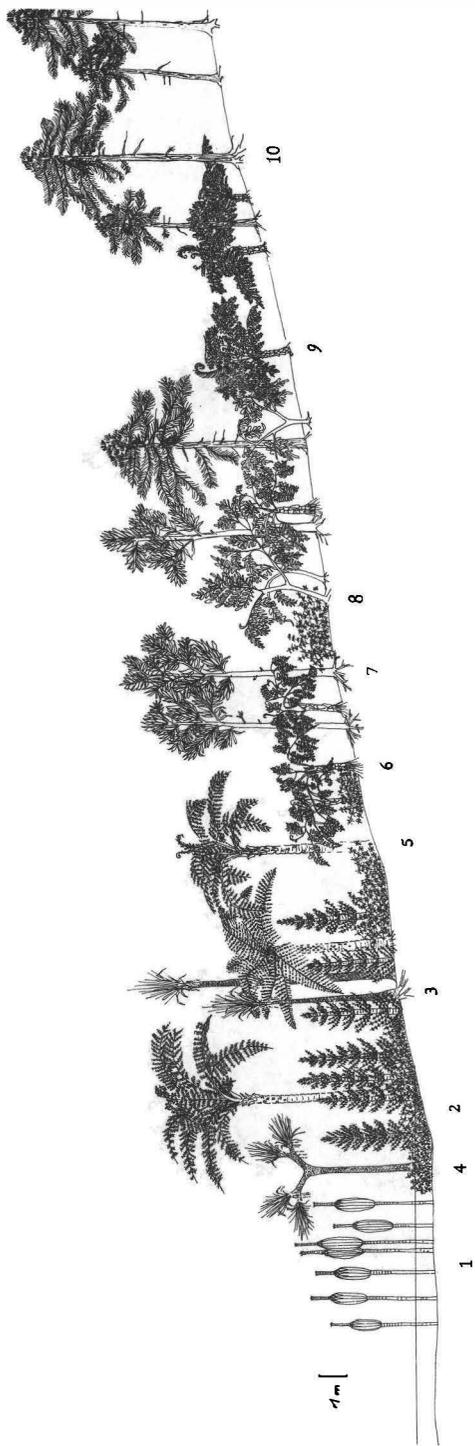


TAFEL III



TAFEL IV





### Zur Ökologie der fossilen Flora

Position Zöb 26

Durch bahnbrechende Untersuchungen von W. GOTHAN und O. GIMM in den fossilreichen Ablagerungen Thüringens weiß man, daß eine typisch entwickelte Permflora in paläoökologischer Hinsicht in zwei Gruppen gegliedert ist.

Die aus ± „moorbildenden“ Pflanzen sich zusammensetzende Pecopteriden-Calamarien-Assoziation stammt von feuchten Standorten, aus der Uferregion von Flüssen und Seen oder lebte teilweise submers. Diese Pflanzen sind fossil in schwarzgrauen Ton- und Siltsteinen überliefert, in denen Kohlenflöze angetroffen werden.

## TAFEL V

Im Bild sehen wir im Wasser stehend *Sylocalamites* (1) und das bodendeckende *Sphenophyllum oblongifolium* (2), wobei diese Pflanze auch noch außerhalb des Wassers vorzukommen scheint. In der Uferregion wachsen *Sigillaria brardii* (3), *Lepidodendron* sp. (4), der Baumfarn *Scolecopteris arborescens* (5) und *Neuropteris cordata* (6).

Darüber hinaus gibt es auch Pflanzen, die höhergelegene Areale bewohnen und daher auf trockeneren Standorten vorkommen. Dazu zählen: *Cordaites prinzipalis* (7), *Alethopteris zeileri* (8), *Callipteris conferta* bzw. *naumanni* (9) und *Lebachia piniformis* (10). Sie bilden die flözferne Assoziation, die in grauen Silt- und Sandsteinen überliefert ist und nie zusammen mit Kohlebildungen beobachtet wurde.

