

Aus dem Museum für Naturkunde der Humboldt-Universität zu Berlin
Paläontologisches Museum
(Bereichsdirektor: Dr. J. Helms)

Florenogenetische und -geographische Bedeutung des Geiseltales

Von **Ludwig Rüffle**
Mit 19 Abbildungen
(Eingegangen am 1. April 1980)

Pflanzengeographische Stellung der Geiseltaflora

Im Unterschied zu den tierischen Fossilien ist die fossile Vegetation wie die der Gegenwart in hohem Maße Ausdruck der herrschenden ökologischen Verhältnisse.

Die Kenntnis der tierischen Fossilien bringt im allgemeinen mehr Kenntnisse in der Stratigraphie der Lagerstätten, d. h. zur Alterseinstufung. Diese Voraussetzung ist gegeben, wenn genügend Gründe zur Annahme vorliegen, daß eine kontinuierliche Evolution bei den betreffenden Arten und Gattungen stattfindet. Sie setzt in bestimmten Gebieten ein und vollzieht sich in Wanderrouen (Migrationen). Besonders schnelle Verbreitung neuer Organismen durch Migration wird Radiation genannt. Gegenüber den Säugetieren ist die Radiation der Laubbölzer im Geiseltal bzw. im gesamten Eozän nicht mehr so bedeutend wie in der Oberkreide. Die Radiation der Nadelhölzer war bereits in der Kreidezeit im wesentlichen erfolgt. Sie war aber bei den Laubbölzern stark, und zwar unterschiedlich in unterschiedlichen Gruppen. Manche von ihnen entwickelten sich langsam oder stagnierten, häuften sich in großen Ansammlungen bei günstigen Bedingungen an und eignen sich dann als Anzeiger für bestimmte Fazies-Formen, sei es, daß sie in der Lagerstätte eher in Sanden oder jeweils bevorzugt in bestimmten Kohlentypen vorkommen oder an andere Sedimente gebunden sind.

Die Pflanzenfossilien sind in besonderer Weise zunächst Fazies-Fossilien in einem weiten Sinne. Sie sind einmal ortsgebunden und schon deshalb stärker vom Klima abhängig. Zum anderen ist in jüngster Zeit in vielen Kohlenlagern beobachtet worden, daß die Vegetation geologisch-paläontologisch gesehen schon sehr frühzeitig auf die Klimazonen der Erde mit unterschiedlichen Differenzierungen reagiert hat. So war auch die Flora eigentlich immer in Zonen eingeteilt, die den Klima-Stufen jeweils entsprechen haben (Klimax-Gesellschaften). Diese Tendenz nahm zum Ende der Oberkreidezeit bedeutend zu und findet in der eozänen Flora des Geiseltales einen wesentlichen Ausdruck. Darüber hinaus scheint das Geiseltal als Pflanzenfundstätte auch die Meinung vieler Autoren zu bestätigen, daß zur Verbreitung von Arten nicht allein die Verbreitungs- und Keimfähigkeit der Samen von Bedeutung ist, sondern mindestens ebenso deren Existenz innerhalb der Klimaxgesellschaften. Der vorliegende Beitrag bringt für diese Annahme die wichtigsten Beispiele aus dem Geiseltal.

Hier soll darauf hingewiesen werden, daß die Anhäufung von Früchten und Samen besonders in den heutigen Tropen und Subtropen darauf beruht, daß viele Jahre lang keine Keimung einsetzt, ehe sich nicht der ganze Wald verbraucht hat. Die Wald-erneuerung geschieht also nicht kontinuierlich, sondern in Rhythmen, bei welchen vor-

übergehend Bedingungen entstehen, die eine Keimung bei den meisten bereitliegenden Samen zulassen. Dabei können in den Zwischenzeiten durchaus andere Vegetationstypen eingeschaltet sein. Sie haben dann aber keine so deutlich zonale Bedeutung wie die Klimaxgesellschaften. Diese Eigenart fast jeder Vegetation bildet die Erklärung für die auffälligen Bänder an Floren, die sich komplett durch die Tagebaue des Geiseltales ziehen. In der Sedimentation wiederholten sich ungefähr die gleichen Abfolgen (Sukzessionen). Sie werden auch in der Kreide wie in der Gegenwart in Mooren beobachtet. Nur zu bestimmten Zeiten handelt es sich dabei um zonale Wälder, z. B. Fagaceae. Dies ist, wenn auch in abgeschwächter Form, bei den sommergrünen Waldgesellschaften der Gegenwart prinzipiell nicht anders.

Im Geiseltal stellt sich aber in besonderer Weise die Frage nach vergleichbaren Mooren in wärmeren Klima-Zonen der Gegenwart. Schon in Südeuropa beginnt die Laterit-Verwitterung; sie hinterläßt nur wenige Fossilien. Dem Geiseltal vergleichbare Moorbildungen sind einerseits in den Tropen und Subtropen selten und andererseits in den bekannten Fällen, z. B. in Vietnam, viel zu wenig untersucht, so daß Zusammenhänge zwischen Rhythmus der zonalen Vegetation und ihrer Sedimentation und den Rhythmen von fossilen und rezenten Mooren nur ungenau bekannt sind. Daß auch gegenwärtig streckenweise ganze Wälder am Rande von Ozeanen sedimentiert werden können, ist mehrfach beobachtet worden und den Feldern von Tierleichen vergleichbar (Krassilov 1969, 1975, 1978). Die Sukzessionen innerhalb größerer Zeiträume sind aber nicht bekannt. Ein Absenkungsgebiet, das dem Geiseltal in der rhythmischen bandförmigen Wiederkehr der sedimentierten Vegetation vergleichbar ist, ist z. Z. noch nicht näher beschrieben worden. Im Geiseltal mag es Unterschiede in der Sedimentations-Geschwindigkeit der Vegetation innerhalb eines einzigen Bandes gegeben haben. Auch ist möglich, daß die Salzauslaugungen, im speziellen Falle Infiltration oder Löslichkeit von Baryten, maßgebend an den Sukzessions-Rhythmen beteiligt waren. Auch sie waren sicherlich nicht immer gleichbleibend. Meist sind nur die Fagaceae dadurch weiß überzogen, in manchen Positionen (Geisleröhrlitz) aber auch Apocynaceae und Sterculiaceae. Innere ökologische Vorgänge und spezielle Ablagerungen der äußeren Sedimente haben offensichtlich ineinandergegriffen (H. Walter 1962, Krumbiegel 1975). Die Wasserzufuhr war sicher recht unterschiedlich.

Die Pollenstratigraphie (Krutzsich 1962, 1967) beruht vor allem auf dem Vergleich und den generellen Wechseln ganzer Vegetationsbilder, den sogenannten Komplexen. Sie sind eigentlich Ausdruck der ehemaligen zonalen Vegetation, die zunächst den Verlauf des Großklimas anzeigt. Damit ist sie in erster Linie eine Ökostratigraphie (Kras-silov 1977). Sie beobachtet aber vor allem solche Formen und ganze Gruppen, die sich offenbar auch in schnellerer Evolution befinden. Hierbei handelt es sich meistens um phylogenetisch jüngere Gruppen, die sich neue Biotope erobert haben. Die älteren Gruppen (Farne, Gymnospermen) befinden sich teilweise in einer gewissen evolutio-nären Stagnation und besiedeln häufig Lebensräume, die von den jüngeren Formen (Laubbölzer) nicht beansprucht werden, Restareale mit besonderen Bodenbedingungen, xerotherme Standorte oder auch Wasserränder usw. Danach erscheinen die Monokotylen oft als die älteren oder doch konservativen Gruppen. Es liegt nahe, daß sie in älteren geologischen Systemen und deren Abteilungen (Apt-Alb) durchaus einmal stärker in Bewegung waren. Die sogenannten glatten Palmenpollen erreichen z. B. nicht das Jung-tertiär. Sie müssen damit von Formen stammen, die heute eher in den Tropen zu suchen sind. Ihre größte Verbreitung haben sie im Obereozän, jedoch nicht, weil es hier ein Wärme-Optimum gab, sondern allein wegen spezieller Standortbedingungen, die für andere Laubbäume ungünstig waren, wie Störung der Laubwaldentwicklung, Aridität oder andere geologisch bedingte Abweichungen. Das Wärmeoptimum lag im Eozän dagegen wesentlich tiefer. Von Bedeutung ist, daß allgemein mit den Palmen-

Pollen sich auch die Pollen von *Ephedra* anreichern. Dies ist prinzipiell ähnlich zu bewerten. Manche *Ephedra*-Arten sind zwar nahezu frosthart, nehmen aber, wie viele Gymnospermen, ebensolche ariden Sonderstandorte ein. Auffälligerweise waren die Palmen schon im Eozän auch häufig mit Nadelhölzern vergesellschaftet.

Die Untersuchung der Pollen und Sporen hat im Geiseltal besonders deutlich gezeigt, daß das geologische Profil in seinen einzelnen Abschnitten unterschiedlich von den genannten Vorgängen geprägt ist (Krutzsch 1976). Die Erdoberfläche war auch im Eozän niemals ganz ebenmäßig, auch nicht was gewisse Höhenunterschiede des Reliefs und besondere Expositionen betrifft. Regionale und lokale Gliederungen des Territoriums spiegeln sich schon im Eozän fast wie in der Vegetation der Gegenwart wider, und zwar in höherem Maße als bei den Tierfossilien, zumal Pflanzen verhältnismäßig unbeweglich sind. Der Begriff Fazies ist in der Pflanzengeographie wie in der Geologie gebräuchlich und sogar teilweise mit dem geologischen Fazies-Begriff deckungsgleich, sofern sich nachweisen läßt, daß Art des Sedimentes und Inhalt an fossiler Vegetation in engerer Beziehung stehen. Es hat sich dabei allerdings zusätzlich gezeigt, daß an exponierten Standorten Arten sich regional oder lokal anreichern können, obwohl sie innerhalb einer anderen geographischen Breite Vegetationszonen bilden können. Dies scheint innerhalb der geologischen Zeit stark zu wechseln. Solche Ansammlungen bezeichnet die Pflanzengeographie als extrazonal. In der Gegenwart weist die extrazonale Flora auf besondere Bedingungen, meistens auf das Kleinklima oder besondere Positionen hin, ein Wesenszug der Vegetation, der sich im Geiseltal, und zwar meist an den Trichtern bestätigt hat. Diese Trichter weisen als Besonderheit innerhalb der Kohlen auf die erwähnten Eigenarten der Eozän-Vegetation hin. Es gibt nur verhältnismäßig wenig Fundstellen in der Welt, die einen derartigen Einblick geben. Anreicherung bestimmter Pollen, z. B. *Ephedra* mit Loranthaceae, aber auch besonders kleine Angiospermenblätter, eine Cycadee, *Stangeria* vergleichbar, oder gewisse Myricaceae legen die Annahme wenigstens zeitweise bestehender begrenzter Trocken-Zonen an den Trichterrändern nahe, auch wenn sie sich innerhalb von Kohlensäumpfen befunden haben.

Beruhet also die Pollenstratigraphie auf einer sichtbaren Evolutionsgeschwindigkeit der Gruppen, so ist sie dennoch eine Ökostratigraphie, die sich nicht unmittelbar mit der Wirbeltierstratigraphie vergleichen läßt. Die Pollen sind meist gegenüber den anderen Organen noch am beweglichsten, sofern sie überhaupt transportabel sind; sie befinden sich in den meisten Sedimenten. In geringerem Maße betrifft dies zunächst die fossilen Blätter. Selbst wenn sie von der extrazonalen Vegetation stammen, wie Ufergesellschaften, so sind doch regelmäßig die Vertreter der zonalen Wald-Vegetation von Positionen weiter außerhalb des Braunkohlensäumpfes in den Totengemeinschaften (Thanatozönosen) mit eingestreut. Sie kommen in den Kohlen gleichmäßig vor. Es ist somit wichtig, zu unterscheiden, ob man ein Braunkohlenmoor entweder lediglich als Ablagerungsort für weiter verbreitete Waldgürtel oder mehr für lokale Bestände betrachtet. Für beide Möglichkeiten sind die Trichter ihrem jeweiligen Typ und Fossilgehalt nach unterschiedlich geeignet. Die Unterscheidung ist vor allem quantitativ. Trotz zahlreicher Ausnahmen haben wohl die Früchte und Samen den kürzesten Weg bis zur Einbettungsstelle. Die erwähnten Anhäufungen von Früchten und Samen zentraler Vegetation in Tropen und Subtropen machen wahrscheinlich, daß sie manchmal durchaus zum Anzeigen von Fazies-Arten geeignet sind. Möglicherweise geht das Fehlen von Samen mancher Gruppen, z. B. den Myrtaceen-Samen, auf diesen Umstand zurück. Die Familie ist im Eozän in Form von Blättern und Pollen sehr häufig; die Samen sind nahezu unbekannt.

Sofern es der Kenntnisstand der rezenten Vegetation zuläßt, bietet sich die vegetationskundliche Betrachtung der Trichter-Vegetation direkt an. Es hat sich allerdings gezeigt, daß eine solche Beurteilung optimal nur gemeinsam mit einem Spezialisten der

betreffenden Gruppen oder Regionen möglich ist. Aber auch in solchem günstigen Fall bleiben zahlreiche Fragen offen. Die bekannten Beispiele scheinen im Geiseltal aber doch einen tieferen Einblick in den Vegetationsaufbau und seinen paläontologischen Hintergrund zu geben als in anderen bekannten älteren Lokalitäten, die meist wesentlich geringere Anzahlen von Arten überliefert haben. Der relativ hohe Artenreichtum des Geiseltales erreicht jedoch mit Sicherheit nicht den der heutigen tropischen Zone. Es fehlen vor allem Blätter von über 20 cm Länge, wie großblättrige *Ficus*-Arten (Feigen- oder Gummibäume). Die Flora hat einen laurophyllen immergrünen Charakter. Entgegen den Darstellungen der älteren Literatur gibt es keine Träufel-Spitzen wie bei tropischen Gattungen. Es finden sich auch nicht die Gehölze tropischer Täler wie Dipterocarpaceae, Guttiferae oder auch nur die Combretaceae. Sie alle sind aber in Indien oder Afrika, teilweise sogar in Kuba rezent und fossil nachgewiesen. Pollen tropischer Familien erscheinen aber gelegentlich weiter verbreitet im Eozän Süd-Frankreichs (Gruas-Cavagnetto 1977).

Im mitteleozänen Teil des Geiseltales sind indessen Bombacaceen-Pollen bekannt. Zu erwähnen sind hier auch Samen und Pollen der Liane *Iodes* (Icacinaceae), die in Aussehen und Verbreitung an großblättrige Vitaceae erinnert. Sie ist gegenwärtig paläotropisch verbreitet, kann aber im Regenwald Südchinas noch existieren, wo mehrere tropische Vertreter (auch Vitaceae) vorkommen (Wang 1961). Andererseits gibt es im Geiseltal den Lagunenfarn *Acrostichum aureum* vereinzelt an besonderen Standorten (Abb. 1). Er existiert gegenwärtig außer in Florida nur innerhalb der Wendekreise,



Abb. 1. *Acrostichum aureum* L. fossilis Andreanszky Polypodiaceae)
Neumark Süd 17

und zwar in allen Tropengebieten. Bombacaceae, *Iodes* und der Lagunen-Farn sind indessen im oberen Teil des Geiseltales wohl wegen allgemeiner Abkühlung des Klimas bereits verschwunden, auch dort, wo man sie in entsprechenden Kohlearten noch erwarten möchte. Es muß sich dennoch um extrazonale Bestandteile in der Vegetation des Mitteleozäns gehandelt haben. Lagunen gab es aufgrund der geographischen Lage im Geiseltal nicht, wohl aber vorübergehend salzige Gewässer. Dies wird vor allem auch durch Diatomeen und Ostracoden angezeigt (Krumbiegel et al. 1976). Es gibt also auch nicht, wie in anderen Lokalitäten, Mangroven-Vegetation, vor allem Rhizophoraceae, die gelegentlich um den Atlantik herum nachgewiesen wurden (Chandler 1964). Gegen-

über gewissen Torfen von Vietnam (Abb. 2), die große Mengen des Lagunenfarns enthalten, was auch der üblichen Häufigkeit in den Tropen entspricht, sind die Mengen im Geiselstal vergleichsweise geringfügig. Wie bei Lianen handelt es sich bei der extrazonalen Vegetation zwar um Besonderheiten, sie sind aber von untergeordneter Bedeutung. Palmen und *Acrostichum* waren schon im Eozän weltweit verbreitet. Auch in der Gegenwart gibt es in der extrazonalen Vegetation viele Kosmopoliten. Andere weiter verbreitete Icacinaceae des Geiseltales verweisen als Teil der zonalen Vegetation eher auf die Subtropen. Es handelt sich hierbei besonders um kleinere hartlaubige Blätter mit eigenartigem, sehr auffälligem Fettglanz (Abb. 10).



Abb. 2. *Acrostichum aureum* L. Rezenter Torf aus Vietnam, Provinz Ninh Binh, 105° östl. Länge, 20° nördl. Breite. Leg. Prof. Dr. Pham Huy Thong

Einen geographischen Grenzfall stellen die Palmen dar. Sie sind in ihrer fossilen Nordgrenze wegen der früheren Temperaturen von großem Interesse. Innerhalb dieser Grenze gehören aber auch sie nicht zur zonalen Vegetation und können nicht als Klima-Anzeiger verwendet werden. Eine Ausnahme bilden scheinbar die Vorkommen von Montanwachs in Oberröblingen (Födisch, Krumbiegel 1962). Dieses Sediment weist nach seiner chemischen Zusammensetzung offenbar auf *Cocos schizophylla* oder *Copernicia cerifera* hin. Beide sind heute Bestandteile der baumbestandenen Caatinga, einer Baumsteppe Nord-Ost-Brasiliens. Die Gattungen kommen bevorzugt innerhalb des Tropen-Gürtels vor, sollten aber aus den erwähnten Gründen nicht als Anzeiger für tropisches Großklima mißverstanden werden. Die Wachspalme *Ceroxylon andicola* und andere Arten sind Bestandteile höherer Bergwälder der Anden, aber auch in Ekuador und Peru, sind also extrazonale Vertreter schon außerhalb des tropischen Klimas der Talwälder. Es gibt noch weitere Deutungen, doch ändern diese das gegebene Bild nicht grundsätzlich, sondern bringen nur neue ähnliche Varianten. Ob zur Zeit des Eozäns der taxonomische und ökologische Umfang der Wachspalme größer als gegenwärtig

war, ist zwar denkbar, aber zunächst wenig wahrscheinlich, da Palmen auch im Eozän Europas sich häufig schon wie Relikte verhielten. Solche Wachse sind in der Kohle beschränkt verbreitet und kommen nicht im Geiseltal vor, so daß Hinweise auf eine größere Kiefern-Palmen-Sayanne sich hieraus zunächst nicht ergeben.

Indessen erscheinen im Obereozän bereits vereinzelt die ersten gewelltrandigen Eichen, von denen sicher ist, daß sie ihr Hauptareal zur Zeit des Eozäns in Grönland hatten.

Die Vegetation des mitteleozänen Profil-Teils unterscheidet sich von der im Obereozän aber auch in größeren Einheiten als nur in den besonders aussagekräftigen Ausnahmen. Die stark glänzenden Samen von Euphorbiaceae, sogenannte „Schuhknöpfe“, oder die Stämme und Rinden von Gummibäumen (Abb. 3) aus der Verwandtschaft der

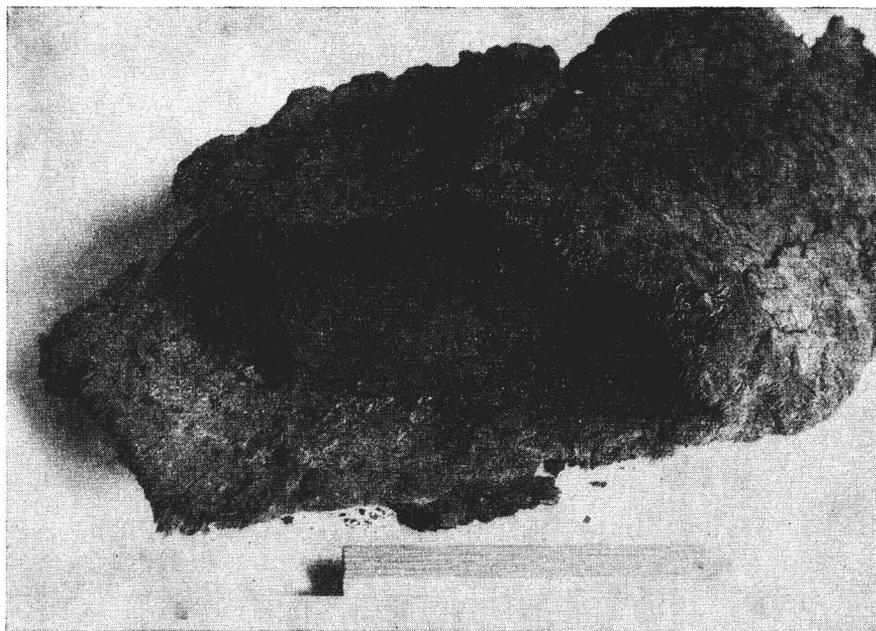


Abb. 3. *Coumoxylon hartigii* Gottwald, sog. „Affenhaare“ (Apocynaceae). Neumark Süd 28

Apocynaceae, sogenannte „Affenhaare“, sind häufig in der ganzen Kohle des Mitteleozäns, die Fruchtstände, gewisser Hamamelidales, *Steinhauera subglobosa* (Abb. 4), dagegen eher im Obereozän. Hierbei geht es hauptsächlich um quantitative Verteilung, deren Ursache nicht in allem klar ist, vor allem nicht, in welcher Weise sie zur zonalen Vegetation gehörten oder nicht. Es kann sich im Falle der Kohlen des Mitteleozäns durchaus um Vertreter einer Braunkohlen-Vegetation im engeren Sinne handeln; sie wäre dann eher extrazonal. Entsprechende Möglichkeiten sind aus der miozänen Braunkohle schon besser bekannt (Schneider 1969). Aber es gibt aufgrund der Blätter zweifellos mehrere Arten von Apocynaceae sowohl im Geiseltal als auch in anderen Floren, als daß diese Familie überwiegend Sumpfbewohner geliefert haben könnte. Sie ist auch im Obereozän vor allem in den Tönen vertreten, teils mit den gleichen Blättern, dann aber ohne die Stämme. Vielleicht gehörten diese zu einer anderen Apocynaceen-Gattung. Die Familie ist heute im wesentlichen subtropisch bis tropisch, und zwar in der ganzen Welt verbreitet.



Abb. 4. *Steinhauera subglobosa* Presl (Altingiaceae). Knollensteine von Leuna

Bei *Steinhauera* ist in letzter Zeit bekannt geworden, daß sie schon in Santon (bzw. Paläozän) des Amurgebietes und im Paläozän der Rocky Mountains erscheint, wenn auch nur in wenigen Exemplaren. Danach könnte sie durchaus auch als Hinweis auf Klimaverschlechterung im Obereozän von Großkayna betrachtet werden. Sie wäre dann zur zonalen Vegetation zu rechnen. Dafür sprechen auch gleichaltrige Vorkommen in Profen bei Teitz und schließlich auch in England und Frankreich. Die genannten Lokalitäten der UdSSR und Amerikas liegen in der jeweiligen früheren gemäßigten Zone. Die Gattung ist offenbar ausgestorben und wird systematisch gesehen als intermediär zwischen Platanaceae und Hamamelidaceae stehend betrachtet, zwei Familien, die wesentlich zur Bildung der temperierten und gemäßigten Flora nördlicher Breiten beigetragen haben, die aber auch warm-gemäßigte Gattungen enthalten.

Die Fortsetzung der zonalen Vegetation des Eozäns von Westeuropa in Richtung Osten, kenntlich vor allem an den Myrtaceae, Fagaceae, Lauraceae und *Steinhauera subglobosa*, findet man vor allem in den Eozän-Floren der Ukrainischen SSR. Dort handelt es sich häufig um Sandstein. In Kasachstan finden sich die am weitesten nach Osten reichenden Belege. Noch weiter östlich folgt eine andere pflanzengeographische Provinz, schon mit Proteaceae (Zaklinskaja 1967), allerdings bis nach Ostasien mit den gleichen Palmen. Abgesehen davon, daß Eozän-Lokalitäten in der Sowjetunion seltener sind, gehören Palmenfunde schon weiter nördlich als in der Ukraine, d. h. im Eozän von Moskau, zu den Seltenheiten. Gelegentlich werden auch noch Icacinaceae gefunden. Sie gehören dann aber nicht zu der schon erwähnten Gattung *Iodes*. Es hat den Anschein, als ob die ehemalige Lage des Mittelmeeres (Tethys) oder des Atlantik für die Eigenart der zonalen Eozän-Flora Westeuropas und damit auch des Geiseltales wesentlich mit verantwortlich ist. Im Süden der Ukraine und in Südeuropa ist zusätzlich eine xerotherme Komponente, vor allem aus Leguminosae, Myricaceae und Sterculiaceae zu bemerken, wobei auch hier die Palmen und Nadelhölzer überall etwa gleichmäßig hinzutreten. Offensichtlich sind auch die Xerothermen eine Wirkung des Tethys. Das jährliche Angebot von Feuchtigkeit war nahe am Nordrande wohl nur kurz. In mancher Beziehung sind gegenwärtig die Roßbreiten im Klima entfernt ähnlich (Passate). Eine semiaride Tendenz ist auch in jüngeren Formationen des Tertiärs zu beobachten (Andreansky 1963). Der hohe Anteil von Linden im Pliozän deutet offensichtlich auf kurze, feuchte Sommer am Nordrand der Tethys hin. Aus ähnlichen Gründen finden sich

Linden-Wälder in der Gegenwart vor allem östlich des Ural. Die Xerothermen des Eozän befinden sich extrazonal nur an bestimmten Trichter-Rändern im Geiseltal und sollen im speziellen Teil noch erwähnt werden.

Gemeinsamkeiten mit dem amerikanischen Tertiär sind aufgrund von Pollen und Samen, vor allem in den verbreiteten Kohlen häufig belegt worden. Nicht selten gibt es hierbei Art-Identität. Allerdings sind die wenigsten amerikanischen Floren näher untersucht worden. Sichere Hinweise für Myrtaceae gaben bisher nur die Pollen. Die Fagaceae und Lauraceae scheinen mit anderen Arten vertreten gewesen zu sein. Im Untereozän (Wilcox-Formation) ist der Anteil der Leguminosae auffällig, so daß tropisches Klima nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Die xerotherme Komponente ist erst im Tertiär von Mexiko zu bemerken. Neuere Forschungen haben ergeben, daß sowohl im Geiseltal als auch in anderen Lokalitäten Europas gelegentlich neotropische Gruppen vorkommen. Hier ist noch einmal auf die Wachspalmen hinzuweisen. Nicht zuletzt liefern auch die Myrtaceae hierfür einige Hinweise. Abgesehen davon, daß solche Arten gegenwärtig ihre nächsten Verwandten in Südamerika bzw. Mexiko erst in etwa 1000 m Höhe finden, ist eine solche Disjunktion auch aus dem Miozän bekannt. Daß sie bei den phylogenetisch älteren Gruppen häufiger ist als bei den jüngeren, liegt nahe (Cycadales, Coniferae, *Ephedra*, Farne). Die meisten Formen des Geiseltales haben aber in Süd-Ost-Asien der Gegenwart in 1000 m Höhe zur Zeit die nächsten Verwandten, was weiter unten die Aufzählung der Vergesellschaftung noch zeigen soll. Der spezielle Vergleich mit diesen Gebirgsregionen erlaubt weitreichende Klima-Analysen für das Eozän allgemein und im Geiseltal ganz besonders. Hier ist nur darauf hinzuweisen, daß es im Eozän eine euramerische zonale Tertiär-Flora gab, die möglicherweise eine Folge der Plattentektonik (Kontinentaldrift) war. Bestehen daran in der Oberkreide-Flora keine Zweifel, so ist das meiste im Eozän jedoch nicht hinreichend für solche Schlußfolgerungen untersucht. Im großen und ganzen sei an dieser Stelle nur auf ein offensichtlich sehr weitreichendes ozeanisches Klima im Eozän hingewiesen, wofür zunächst nur Myrtaceae und Icacinaceae in Europa Zeugnis ablegen mögen.

Gegenwärtiger Kenntnisstand zur Geiseltalflora und Ökologie

Es gibt selten Lokalitäten, die so vollständiges Pflanzenmaterial geliefert haben. Eine interdisziplinäre Synthese zwischen Geographie, Ökologie, Paläontologie und Geologie zeichnet sich bereits in vielen Darstellungen ab (Krumbiegel 1975). Die methodischen Probleme sind dabei unterschiedlich. Über die Form der xerothermen Gehölze vom Tethys-Rand, im Geiseltal an den Trichter-Rändern extrazonal, liegen nur Vermutungen vor. Flaschenstämme wie bei den Sterculiaceae sind theoretisch denkbar und sollen im speziellen Teil noch erwähnt werden. Bei Farnen und kleineren Pflanzen der Uferränder liegen die Blätter mit den generativen Organen noch zusammen. Rekonstruktion des Gesamthabitus und der natürlichen Gesellschaften bieten sich hier oft direkt an. Es hat sich dabei gezeigt, daß an solchen Lokalitäten noch viele Kreiderelikte (*Ruffordia*, *Eostangeria*; Barthel 1976) in einem Biotop vereinigt waren. Von den Cycadeen ist in diesem Fall dann sicher, daß die nächstverwandte Art sich heute in Afrika befindet. Im übrigen müssen die Trichterränder danach auch zeitweilig trockene Erhebungen geboten haben. Die wasserbedingte Vegetation ist besonders unabhängig vom Groß-Klima, speziell im Jahreszeitenwechsel, und unterliegt damit häufig anderen ökologischen Einflüssen, die sich mit denen bei manchen Wirbeltieren (Fische, Krokodile) vergleichen lassen. Sie ist entweder von direkter Waldzerstörung abhängig oder jeweils von besonderen Bodenbedingungen, wie Salzgehalt von Zwischenstadien, die durch Erosion oder Erdbeben entstanden sind. Aber auch die Wasservegetation ist trotz weiter Verbreitung innerhalb verschiedener Klimazonen auch im Eozän Euro-

pas oder Amerikas letztlich nur in anderen Grenzen klimaabhängig, als es Kiefern und Palmen sind, d. h. als die extrazonale Vegetation: Das gilt in gleichem Maße für die Spezialvegetation besonderer Bodenbedingungen. Man hat sie gleichfalls früher als nicht an Zonen gebunden betrachtet und als azonale Vegetation bezeichnet; in Wahrheit ist sie aber plurizonal. Es gab bisher keine Fundstätte fossiler Pflanzen, die solche Beobachtungen nahe legte, die eigentlich aus der Vegetation der Gegenwart hergeleitet sind. Die Paläobotanik hatte im Geiseltal somit ein neues Problem zu lösen oder doch in Grundzügen nach entsprechenden Kriterien vorzugehen und zu sammeln. Daß diese Problemstellung im Geiseltal in hohem Maße zu interdisziplinären Fragen vorstößt, liegt ebenfalls nahe. Prinzipiell, doch nicht so ausführlich, wurde dies schon frühzeitig, d. h. in der Anfangszeit der Paläontologie angestrebt. O. Heer (1861) und P. Friedrich (1883) hatten in der Mitte des 19. Jahrhunderts aus Nachbargebieten (Schkopau, Halle-Trotha u. a.) einige Bestimmungen vorgenommen, die zum Teil ihre Gültigkeit behalten haben (*Sterculia*, Apocynaceae, Fagaceae, Lauraceae, Farne). Trotz richtiger lithographischer Zeichnungen blieben die Myrtaceae und prinzipiell auch die Icacinaceae unerkannt. Die Schlußfolgerungen über den Vegetationstyp oder zusätzlich über verschiedene Vegetationstypen waren in diesen Arbeiten somit begrenzt. Man begnügte sich meistens mit Vergleichen im Mittelmeer-Gebiet der Gegenwart oder den Kanaren, obwohl Asien nicht ganz ausgeschlossen wurde. Die Lösung der Probleme erschien schon zu dieser Zeit sehr vielschichtig. Die Pflanzengeographie stand im ganzen gesehen noch in den Anfängen. Beziehungen zur Paläontologie waren oft Spekulationen geblieben, obwohl im Nachhinein einige Darstellungen durchaus berechtigt erschienen (z. B. *Sterculiaceae*, Lauraceae). Die Verbreitung der bekannten Familien sowie die Existenz ganzer Gruppen konnte zwischen 1850 und 1870 dennoch nur in manchen Punkten eingeschätzt werden und ist auch gegenwärtig weiterhin problematisch. Von historischem Interesse ist, daß schon E. A. Rossmässler (1840) für das böhmische Eozän eine zutreffende Einschätzung gab, die auch bei Heer (1861) und Friedrich (1883) anklingt. Sie ging später aber verloren. Erst die Nachuntersuchung der Sammlungen aller drei Autoren ergab neue Hinweise, die zu den alten Ansichten in wesentlichen Zügen zurückführten. Die Sammlungen befinden sich mit wenigen Ausnahmen im Naturkundemuseum in Berlin oder im Geiseltal-Museum in Halle. Die Irrtümer der Zeit nach 1870 beruhten hauptsächlich auf den Schwierigkeiten, die entstanden, als man versuchte, die Eozän-Floren des nördlichen Tethys-Randes mit denen Mitteleuropas zu vergleichen. Doch bestehen in dieser Hinsicht in der zonalen Flora erhebliche Unterschiede, obwohl die Alpenauffaltung noch nicht stattgefunden hatte. Die faunistischen Unterschiede sind im Vergleich wesentlich geringer.

Die Bedenken mancher Botaniker, nach denen vor allem Südostasien nicht genügend bekannt sei, um zu eindeutigen Urteilen zu kommen, richten sich gegenwärtig hauptsächlich gegen den Gebrauch von Organ-Genera, d. h. solchen Teilen ursprünglich ganzer, nun aber fossiler Organismen, die gerade durch die Entfernung in geologischer Zeit unverhältnismäßig verwickelte Fragen aufwerfen. Hauptproblem bleibt die getrennte Bestimmung von Pollen, Früchten, Samen oder Blättern mit recht unterschiedlichem taxonomischem Wert. Umfang und paläontologische Bedeutung so begründeter Taxa müssen allerdings, wie bereits erwähnt, an rezenten Gruppen gemessen werden, können sich darauf aber auch nicht beschränken. Daß zahlreiche Merkmale, auch wenn sie mehr ausschließenden Wert besitzen, dennoch Indizien für eine größere Gruppe sind, und sei es nur ein Teil davon, zeigt sich auch im Geiseltal. Der gegenwärtige Stand der Botanik erlaubt durchaus Hinweise darauf, ob innerhalb einer Familie oder eines Genus etwa in Südostasien noch Blätter des altertümlichen Typs so vorkommen oder nicht. Vieles ist ausgestorben. Anderes wurde überhaupt zuerst in der Paläobotanik bekannt, wenn es auch im Geiseltal zunächst kaum konkrete Anhaltspunkte

dafür gibt, daß gewisse Formen, die sich rezent bisher nicht belegen ließen, etwa später noch gefunden werden. Auffällig ist allerdings, daß bestimmte sehr häufige Merkmale bei Geiseltal-Gruppen sich in den entsprechenden rezenten Gruppen Südasiens oft nur bei wenigen Arten zeigen, die dann noch relikttären Charakter haben. Eine weitere nahe verwandte Form, auch wenn nur ein losgelöstes Organ die Fossilbestimmung begründet, kann sich zusätzlich noch auf einem anderen Kontinent befinden.

Im Geiseltal handelt es sich weniger als in anderen Lokalitäten um das grundsätzliche Problem der Paläontologie, in welcher Weise Pollen, Früchte, Samen und Blätter jeweils in einer Gruppe oder innerhalb eines einzelnen Organismus koordiniert waren. Gewiß sind vielfach Abweichungen vom heutigen Habitus zu vermuten, d. h., eine veränderte Sippenstruktur muß z. B. bei den Icacinaceae (Abb. 5) mehr als bei den Lauraceae (Abb. 6) angenommen werden. Aber schon starke Übereinstimmungen mit jetzigen Gattungen oder Taxa von anderem Rang rechtfertigen Schlußfolgerungen, wenn genügend Indizien da sind, die diskutiert werden können. Die erwähnten Bedenken richten sich somit bevorzugt gegen eine Taxonomie und Phylogenetik, die in ihren Interpretationen die vielfachen Potenzen und auch gegensätzlichen Möglichkeiten der Evolution ungenügend berücksichtigt. Allein die zeitliche Entfernung einer Flora älterer Formationen macht den Nachweis größerer Taxa (Organgruppen) soziogenetisch, aber auch stratigraphisch interessant genug, selbst wenn zunächst nicht entschieden ist, ob eine Organ-Gruppe Familien-, Gattungs- oder Art-Rang hat. Im Geiseltal läßt sich zum Beispiel wahrscheinlich machen, daß, wenn auch in anderem Umfang, Familien der Gegenwart vorliegen, deren ökologische Ansprüche sich oft genug konservativ verhalten haben. Zusätzlich ist die Erhaltung der Reste so günstig, besonders bei den Vertretern der plurizonalen Vegetation in Trichtern, daß Anlaß besteht, manches ältere Argument zu vernachlässigen, da komplette Rekonstruktionen oft bis in Einzelheiten zu belegen sind (Farne) (Barthel 1976).

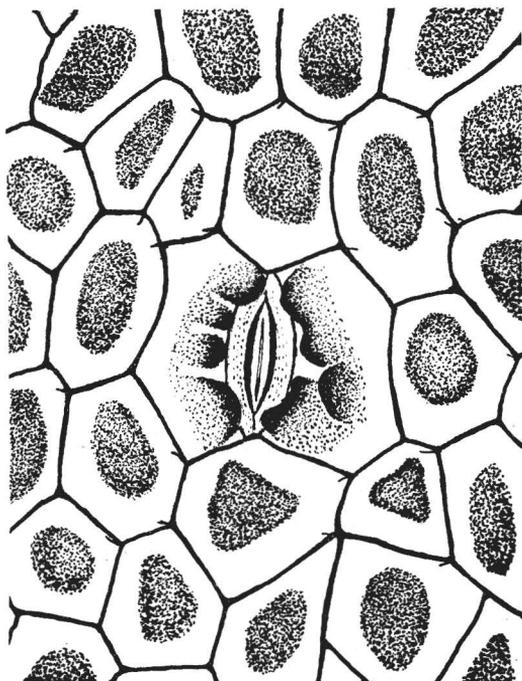


Abb. 5. *Stemonurus splendens* Rüffle (Icacinaceae). Neumark Süd 28. 800 x

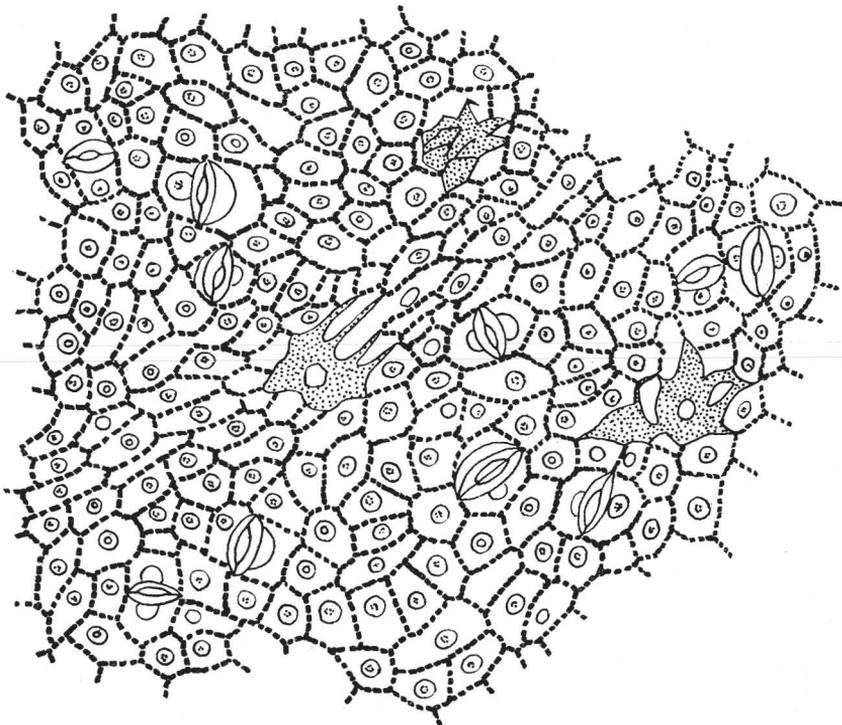


Abb. 6. *Lindera hemisphaeria* (Roselt und Schneider) Rüffle (Lauraceae).
Neumark Süd. 350 x

Der lange Zeitraum paläobotanischer Untersuchungen im Geiseltal-Revier zeigt somit deutlich, wie verzweigt die Probleme auch gegenwärtig sind. Mit dem Kohleabbau entstanden im Laufe der Zeit neben den alten auch neue Sammlungen. Jeweils nach den Weltkriegen wurde dann auch mit ganz bestimmten theoretischen Zielsetzungen neues Material gesammelt, um wenigstens teilweise zu einer Synthese zu kommen, die ganz allgemeine Fragen der Geologie, Paläontologie und Ökologie in das richtige Licht rückt. Mit Ausnahmen lassen sich die aus dem Geiseltal bekannten häufigen Arten in der alten Literatur und in den alten Sammlungen auch von entfernteren Lokalitäten wieder erkennen, besonders wenn die Epidermen bekannt werden. Auch die Belegstücke von Heer (1861) und Friedrich (1883) ergeben wertvolle Epidermis-Präparate. Die gemäßigte Flora wurde von O. Heer seit 1870 in ihrer zonalen Verbreitung schon ausgewertet, obwohl dem besonders in Grönland stratigraphische Probleme entgegenstanden. Im nachhinein zeigt auch die wärmere Flora des Eozäns allein aufgrund der Blattmorphologie schon ihre Tendenz zur Zonenbildung, auch wenn viele Prinzipien zur Auswertung offensichtlich fehlten. Die eigentliche Vielseitigkeit und das gegenseitige Durchdringen geographischer Anteile bzw. der einstigen Hauptareale zeigen indessen erst die nunmehr gut bekannten Einzel-Lokalitäten des Geiseltales. Es sind Wechselbeziehungen und Spezial-Situationen der früheren Vegetation, taxonomische und physiognomische Beziehungen zum Eozän Südeuropas und anderer Regionen und zur gegenwärtigen Vegetation Südasiens.

Die außerordentliche Häufigkeit von Myrtaceae und Icacinaceae war auch für das Obereozän (Tone von Kayna-Süd, auch von Profen) bisher unbekannt. Sie ist einer von

mehreren Maßstäben für die Suche nach heutigen Hauptarealen. Beide Familien fallen auch im Nachterstedter Revier zuerst auf, dann aber vor allem in England und der ČSSR mit den gleichen Arten, wobei immer Lorbeer-Gewächse (Lauraceae) und ertümliche Eichenkastanien (*Dryophyllum* – Fagaceae) hinzutreten. Es handelt sich also mit Sicherheit um zonale Vegetation. Diese Vergesellschaftung ist heute allerdings nicht allzu häufig in Südasien. Aber sie bestätigt die eingangs gemachte Annahme, daß bei der Erhaltung von Arten wenigstens bei Angiospermen die Vergesellschaftung ebenso wichtig wie die Fortpflanzungsorgane sind. Diese Eigentümlichkeit tritt im Eozän wesentlich stärker hervor als beispielsweise in der Oberkreide. Das Geiseltal hat gegenüber älteren klassischen Lokalitäten gezeigt, wie eng Phylogenetik und Soziogenetik verbunden sind. Es ist anzunehmen, daß wenigstens Europa eine Provinz eines im Eozän floristisch noch ungefähr einheitlichen Gebietes war, das wohl bis nach Süd-asien reichte. Wahrscheinlich war die Verbreitung solcher Wälder in einem Territorium ohne größere Gebirge im Tertiär wesentlich größer und lag im ganzen gesehen etwas weiter nördlich. Die eigentliche Tropen-Vegetation existierte schon auf Sumatra, wie O. Heer zeigen konnte. Es ist schwer, das genaue Alter tropischer Tertiär-Floren zu bestimmen, da die regionale Geologie oft nicht genügend bekannt ist. Viele fossile Floren der Tropen werden dem Quartär zugerechnet, auch dann, wenn Europa weitgehend in den Vereisungszonen lag. In tropischen Tertiär-Floren fallen vor allem Leguminosae auf, darunter aber besonders die Mimosaceae (Hölzer). Sie fehlen im Eozän Mitteleuropas weitgehend. Im Geiseltal gab es nur *Gleditschia*; in Messel bei Darmstadt kommen noch einige Formen hinzu, die durch Verschiedenheit der Hülsen charakterisiert werden. Mimosaceae schienen danach zu fehlen. Sie spielen aber im Eozän Südeuropas eine Rolle, die zum Jungtertiär hin kaum nachläßt und auch in der Gegenwart ihre Spuren hinterlassen hat, obwohl ihre charakteristischen Pollen-Pakete nicht auffindbar sind, möglicherweise wegen der Verwitterung in ariden Gebieten. Die späteren Gebirgsauffaltungen haben im Mittelmeer- und Schwarzmeer-Gebiet aber aride und teilweise fast subtropische Zonen in Form von Höhengürteln einzeln hinterlassen und manchen Vertreter der alten Vegetation konserviert. Selbst die Mittelmeer-Myrte (*Myrtus communis* L.) hat eine verwandte Art (*Myrtus obcordata* HOOK. fil.) in Neuseeland mit verkehrtherzförmigen Blättern, wie sie im Geiseltal bei dieser Familie häufig sind. Auch in Südostasien sind die Gebirge jünger, so daß sicher ist, daß es sich bei den dortigen rezenten Fällen eigentlich auch um Refugien handelt. Der Vergleich mit Neuseeland zeigt nur einen extremen Fall von weitreichender Migration bzw. Radiation.

Wie erwähnt, ist die Vergesellschaftung von Myrtaceae (Abb. 7 u. 8) mit laurophyllen Icacinaceae gegenwärtig nicht so häufig, soweit Hinweise aus Monographien zu entnehmen sind. Zum klimatischen Vergleich sollen hier Daten aus dem nördlichsten Teil von Kalimantan (Borneo), und zwar von den Beaufort Hills (Prov. Sarawak) herangezogen werden. In 1000 m Höhe kommen innerhalb von Myrtaceen-Wäldern (*Tristania*) die nächstverwandten Icacinaceae (*Stemonurus*) in Form kleinerer Bäume vor. Handelt es sich einmal bei den meisten rezenten Arten von *Stemonurus* aber schon um größere Blätter als im Geiseltal, so ist ihr Hauptareal auch mehr oder weniger tropisch verbreitet. Die eozäne Pollenflora der Provinz Sarawak hat Muller (1968) untersucht. Sie enthält im wesentlichen die gleichen Floren-Elemente, wie sie heute dort vorkommen, von plurzonalen Beimengungen unterschiedlicher Prägung (Ephedra, Farne etc.) abgesehen. Stimmen im Geiseltal die Epidermis (Abb. 9) sowie einige andere Merkmale (Lackglanz, Abb. 10) mit der nördlichsten Art der Gegenwart in 1000 m Höhe zwar noch überein, so sind doch alle weiteren Arten auf Kalimantan auch taxonomisch (auch in der Epidermis) schon weiter entfernt und ungefähr tropisch auch den Ansprüchen nach. Die Blätter des Geiseltales weisen ihrerseits in der topo-

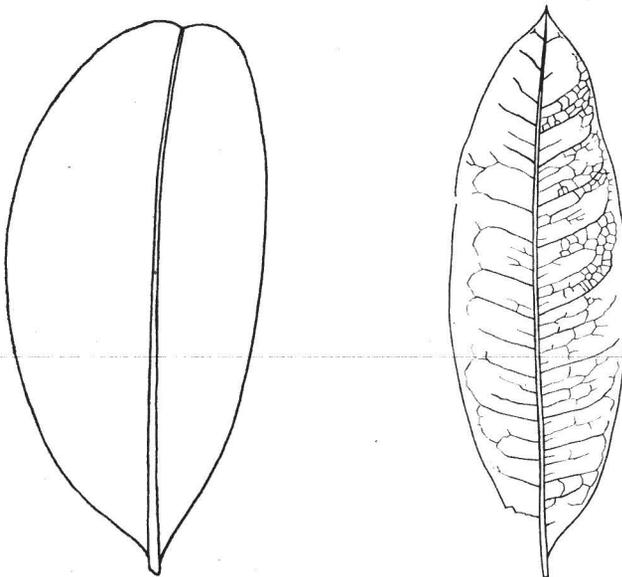


Abb. 7. *Rhodomyrtophyllum rosmässleri* Rüffle und Jähnichen (Myrtaceae). Kayna Süd 14

Abb. 8. *Rhodomyrtus sinuata* Bandulska var. *engelhardtii* Rüffle und Jähnichen (Myrtaceae). Kayna Süd 14

graphischen Anatomie noch in eine andere Richtung (Anisomallon, Neukaledonien) und gehörten offenbar zu mehreren Arten, die dieses Bild noch vervollkommen. Sie sind wesentlich kleiner und sprechen nicht zuletzt aus eben dem Grunde für subtropisches Klima. Es kommt hinzu, daß die Nordspitze von Kalimantan (Sarawak) ohnehin einer etwas kühleren Klimazone angehört, wo die genannte Vergesellschaftung mit der nächstverwandten Art der Lackblätter des Geiseltales heute vorkommt, auch wenn sie sich schon südlich des Wendekreises befindet.

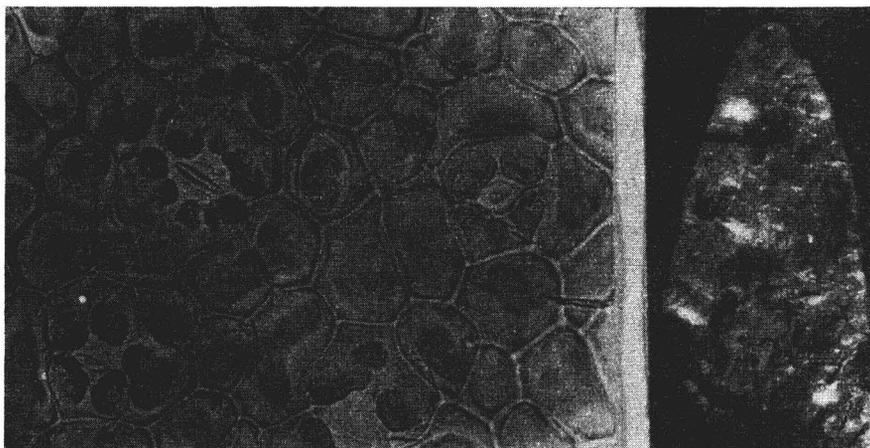


Abb. 9. *Stemonurus splendens* Rüffle (Icacinaceae). Neumark Süd 28. 500 x

Abb. 10. *Stemonurus splendens* Rüffle, sog. „Lackblatt“ (Icacinaceae). Neumark Süd 28

Myrtaceen-Wälder (*Rhodomyrtus* u. a.) mit Fagaceae und Lauraceae sowie weiteren Hartlaubvertretern sind in Südostasien formenreich und häufig. Auch Djawa (Java) kommt in entsprechenden Gebirgshöhen zum Vergleich in Frage. Für Vermutungen über Refugialgebiete Asiens gibt es zahlreiche Belege. Ein auffälliges Beispiel ist der Nachweis des epiphytischen *Protomema-Mooses* *Ephemeropsis*, das mit braunem Filz immergrüne Blätter der gegenwärtigen Wälder von Djawa überzieht. Die Winterfeuchtigkeit kann somit einen bestimmten günstigen Grad nicht unterschritten haben.

Die Angaben über vergleichbare gegenwärtige Vegetationen lassen sich nach Walther u. Lieth (1960–1967) in Klima-Diagrammen darstellen, da Klima und Vegetation wenigstens bei der zonalen Vegetation immer eng zusammenhängen. Die Gegenüberstellung von Niederschlagsmengen und Temperatur-Kurven geben im Normalfalle die besten Auskünfte über beides. Die graphische Darstellung enthält in der Senkrechten aus Gründen der Übersichtlichkeit und praktischer Erfahrung die Voraussetzung, daß 10 °C Wärme die gleiche Ausdehnung in je einem Skalenteil wie 20 mm Niederschlag erhalten müssen. Im vorliegenden Falle übersteigt die Niederschlagskurve die Temperaturkurve in den meisten Monaten innerhalb des Jahres (waagerechte Ausdehnung). Die schwarze Fläche bedeutet darüber hinaus, daß diese Werte eigentlich um das Zehnfache multipliziert werden müssen; denn im stark humiden Klima gibt es perhumide Monate, in denen die Niederschläge um das Zehnfache ansteigen, so daß ein so steiles Diagramm ohne diese graphische Modifizierung nicht lesbar wäre. Neben dem Namen der Klimastation steht, soweit bekannt, in runden Klammern die betreffende Höhe über dem Meeresspiegel. (In den eckigen Klammern darunter sind die Beobachtungsjahre eingetragen, einerseits für die Temperatur, andererseits für die Niederschläge.) Halbrechts steht die mittlere Jahrestemperatur und ganz rechts die mittlere jährliche Niederschlagsmenge. Die Dürrezeiten sind punktiert. Sie treten ein, wenn die Niederschlagsmenge gegenüber den Temperaturen zurücktreten. Dies fällt in dem vorliegenden Beispiel in die Wintermonate. Schräge Schraffur unterhalb des Diagramms in Form eines kleinen Rechtecks gibt an, in welchen Monaten regelmäßig Frosttage auftreten. Frostgefahr ist selbst in den Tropen nicht völlig zu vernachlässigen.

Das Klimadiagramm von Jesselton (Abb. 12) entspricht der erwähnten Nordspitze von Kalimantan, liegt allerdings nur 2 m über dem Meere. Die Vergleichsmöglichkeiten für das Geiseltal im Gebirge mögen etwas tiefere Temperaturen erfordern. Das Klimadiagramm von Tenchon in Yunnan (Südchina) (Abb. 11) ergibt sich, wenn man von der extrazonalen Vegetation ausgeht (Mai 1976). Die prinzipielle Ähnlichkeit rechtfertigt die eingangs angenommene Voraussetzung, daß die Palmen – wenn auch nur summarisch – in gewissen Grenzen doch aussagekräftig sind. Tenchon (Tengyueh) liegt wesentlich weiter nördlich und zusätzlich in 1500 m Höhe. Hier gibt es, wie im Geiseltal in der Ebene häufig eingeschaltet, einen Kiefern-Palmen-Wald, der ebenfalls immergrüne Gehölze wie *Magnolia*, *Schima* (Theaceae) und *Lannea* (Abb. 13) (Anacardiaceae) und weitere Vertreter enthält. Er kommt in dieser Form auch in Südindien vor. Ähnliche Formationen gibt es auch in den Nordstaaten Lateinamerikas, was bereits erwähnt wurde, und nicht zuletzt in Kuba. Dabei handelt es sich aber in jedem Falle um die obere Grenze der zonalen Vegetation, von der hier die Rede ist. Die Temperaturen sind vielleicht für das Geiseltal schon etwas zu niedrig, und damit besitzt das Diagramm von Südchina im Hinblick speziell auf den obereozänen Teil einen Grenzwert. An dieser Stelle kann auch auf den Bernstein der Ostsee und seine Fossilien hingewiesen werden. Und letztlich fanden sich auch im Miozän der Lausitz derartige schütterere Wälder eingeschaltet.

Die doppelten und mehrfachen Zuwachszonen der Nadelholzstämmen im Geiseltal gehören in diesen Zusammenhang. Sie gehen auf keinen Fall auf ein Monsunklima

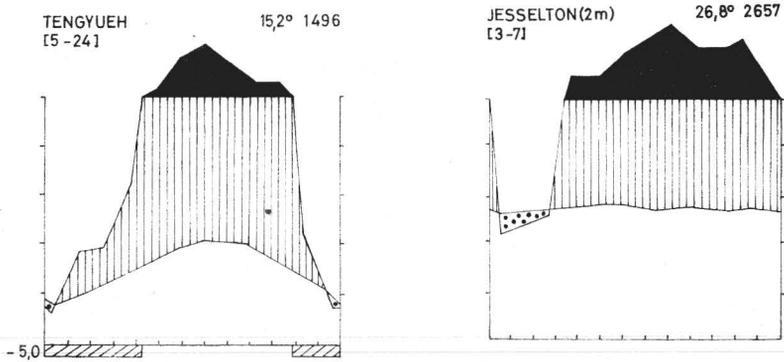
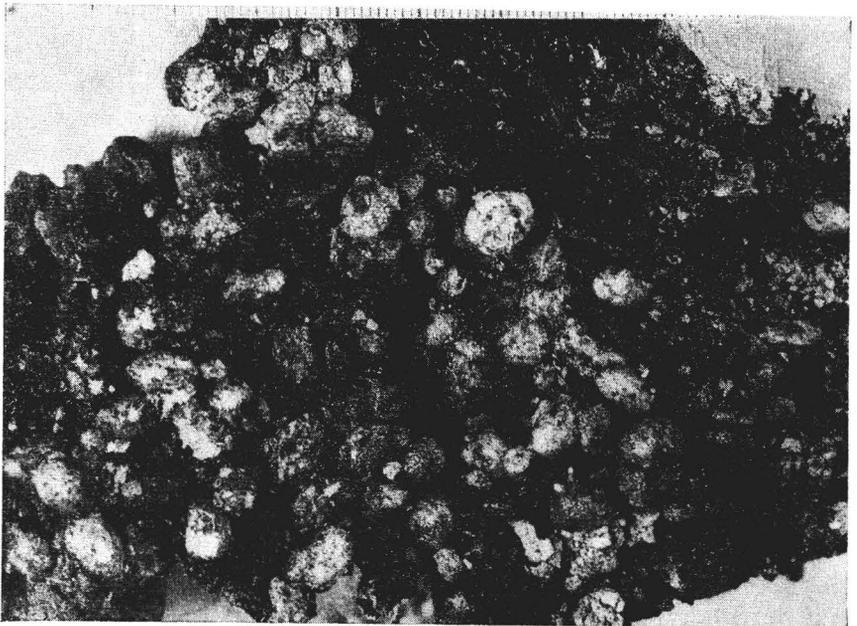


Abb. 11. Klimadiagramm von Tengyueh (Südchina)

Abb. 12. Klimadiagramm von Jesselton (Nordkalimantan)

Abb. 13. *Lannea europaea* (Reid und Chandler) Chandler (Anacardiaceae).
Neumark Süd XXXVIII

zurück. Ringförmige Zuwachszonen des Holzes von Baumstämmen sind in den Tropen grundsätzlich selten. Häufiger treten sektorale Zuwachszonen auf, deren Rhythmen in ihren Ursachen aus ökologischer Sicht meistens ungeklärt sind. Es ist nicht zwingend, daß sie direkt mit Jahreszeiten in Beziehung stehen. Viele tropische Gehölze zeigen überhaupt keine Zuwachszonen und scheinen an dem Saisonwechsel gar keinen Anteil zu nehmen. Indessen kennt man mit Sicherheit zwei Zuwachszonen bei einheimischen Eichen Europas. Sicherlich handelt es sich hierbei um einen Verhaltensatavismus, der vielleicht nur phylogenetisch zu erklären ist. Ähnliche Rhythmen innerhalb eines einzigen Jahres kennt man aber auch von den Kiefern in Kuba. Es kann dabei auch zu mehr als zwei Zuwachszonen kommen. Die Zuwachszonen der Bernsteinhölzer, der Hölzer aus

dem Geiseltal, aber auch teilweise aus der Lausitz gehören in diesen Zusammenhang. Der Kiefern-Palmen-Wald ist entgegen älteren Ansichten in dieser Beziehung ökologisch überhaupt nicht auszuwerten. Ob die zwei Zuwachszonen zu irgendeiner Zeit ökologische Bedeutung hatten, ist vorläufig nicht untersucht worden. Es gibt aber allein in Südamerika einige Gebiete mit zwei Niederschlags-Maxima, bei welchen die perhumiden Monate (schwarze Fläche) völlig fehlen. Es sind Gebiete in Meeresnähe. Von manchen Autoren werden solche Klimazirkulationen noch in historischer Zeit (Antike) für den Mittelmeerraum Europas vermutet. Sie scheinen wenigstens in Europa gegenwärtig verschwunden zu sein (vgl. Spezialmonsune; Axelrod 1950, 1975, E. Jäger 1971).

Beispiele einiger besonderer Gesellschaften in der Geiseltalflora

Die Totengemeinschaften (Thanatozöosen) sind im Geiseltal verhältnismäßig leicht von den ehemaligen Lebensgemeinschaften (Biozöosen) zu unterscheiden. Dies hängt allerdings von der richtigen Bestimmung der Fossilien ab, d. h. von ihrer systematischen und pflanzengeographischen Beurteilung innerhalb der heutigen Flora, auch dann, wenn die Fossilien offensichtlich intermediär sind. Umgekehrt kann natürlich auch die Art und Weise der fossilen Verbreitung gewisse Vergleichsmöglichkeiten ein- oder ausschließen. Dieses Verfahren wird allerdings in älteren Systemen als Tertiär immer mehrdeutiger. Je älter, desto eher wird die Gliederung in Gesellschaften selbst immer geringfügiger. Die nun folgenden Beispiele besonderer Gesellschaften stammen indessen aus der extrazonalen und plurizonalen Vegetation. Die weniger deutlich gegliederten großen Klimax-Gesellschaften wurden schon behandelt. Der Rückschluß liegt aber nahe, daß die hier erwähnten kleineren Gesellschaften für den Vergleich mit der gegenwärtigen Vegetation insofern ein besonderes Interesse besitzen, als sie in jüngeren Tertiär-Abteilungen als Eozän immer stärker hervortreten und in der gemäßigten Zone, besonders in Gebirgen, jeweils bestimmend sind. Die frühere Vereisung dürfte dabei nicht ohne Spuren geblieben sein.

Im obereozänen Ton von Kayna-Süd hat sich eine besonders an Monokotylen und Farnen reiche Lokalität an einem ehemaligen Flußrand angefundnen. Kreuzschichtungen sowie Sand- und Schluffablagerungen zeigen deutlich den Verlauf und die ehemaligen Eigentümlichkeiten eines Flusses und dessen Geschichte. Teilweise wurden die Vertreter der ufernahen Vegetation ziemlich vollständig eingebettet und konnten sogar rekonstruiert werden (Krumbiegel 1975, Barthel 1976). Das trifft aber nicht auf den Lagunen-Farn *Acrostichum* zu. Er fehlt im Obereozän und ist eigentlich nur aus Kalk-Inkrustationen (Abb. 14) des Mitteleozän bekannt, dann aber innerhalb einer ähnlichen Gesellschaft. Solche Vorkommen kennt man übrigens außer von Florida auch von Djawa. Sie sind einerseits etwas unterschiedlich zusammengesetzt und befinden sich andererseits jeweils wieder als Sondervegetation innerhalb der ganz unterschiedlichen Waldzonen. Der Verlauf des Mississippi oder des Ganges zeigt mit Veränderungen von Prall- und Gleithängen gegenwärtig sehr deutlich, wie solche Randvegetationen mehr oder weniger vollständig verschüttet werden konnten. Im Geiseltal, wie in den genannten rezenten Fällen, fallen zuerst die großblättrigen plurizonalen Formen auf: Gattungen aus der Verwandtschaft des Blumenrohrs (Cannaceae), der Ingwer (*Spirematospermum*, *Cenolophon*, Zingiberaceae, letztere speziell wieder als Samen), vielleicht auch die Marantaceae, wie sie als *Thalia dealbata* aus Florida bekannt sind. Ob sich gewisse Hinweise auf Musaceae (*Heliconia*) in Zukunft noch erhärten werden, muß vorläufig offenbleiben. Die Banane selbst ist nicht in diesem Zusammenhang zu erwarten. Die Wasser-Hyazinthe (*Eichhornia*) ist dagegen nach Blättern und Samen mehrfach bekannt geworden (Rüffle 1967 a). Auch *Sparganium*, Commelinaceae und

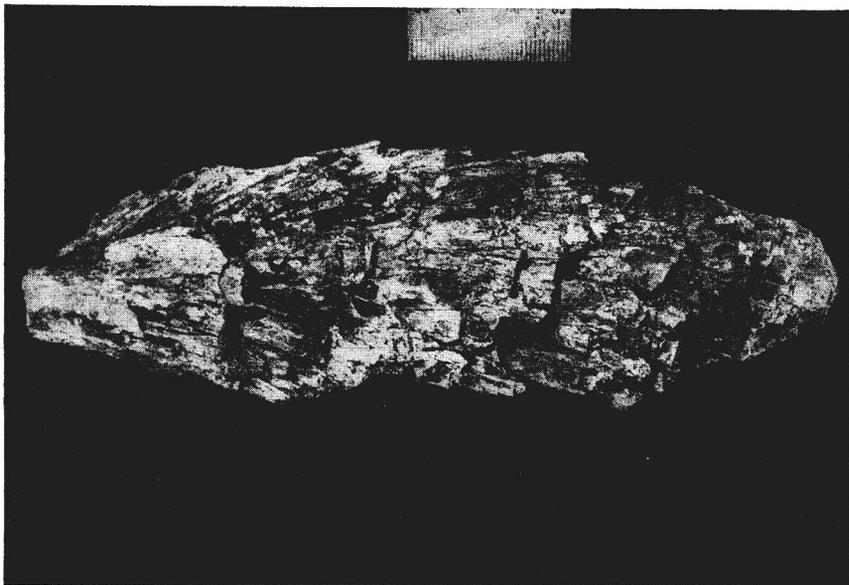


Abb. 14. *Acrostichum aureum* L. *fossilis* Andreanszky (Polypodiaceae), Wurzelstock. Mücheln Südfeld LVI

Najadaceae treten hinzu. Gelegentlich sind auch Seerosen (Blätter) und Cyrillaceae (Samen) anwesend, letztere als kleinere Sträucher. Als Gehölze fallen neben den eingestreuten Blättern der zonalen Vegetation noch *Sequoia* und *Schizandra* auf, wobei die letztere gegenwärtig als Auwaldpflanze in China vorkommt.

Bisweilen findet man auch Gras-Epidermen, welche die Anwesenheit der Familie mit Sicherheit belegen. Durch Pollen sind neben den Gräsern aber auch Sauergräser und die südhemisphärischen Restionaceae nachgewiesen (Kruttsch 1976), eine Familie, die morphologisch zwischen Gräsern und Bromeliaceae ungefähr vermittelt und die normalerweise in den Subtropen in Sümpfen bzw. Mooren wie die Gräser und Sauergräser Bulten bildet. Die Verbreitung aller drei Familien war im Eozän groß, aber durchaus, wie auch andere Kraut-Familien, mehr untergeordnet und erinnert auch in dieser Beziehung an die heutigen Subtropen und Tropen. Grassteppen und Wiesen gibt es nämlich auf der Nordhemisphäre frühestens an Miozän, wenn nicht erst später. Die großen Ausdehnungen solcher Pflanzenformationen sind jüngsten Datums. Der Nachweis der drei genannten Familien ist darum von besonderem Interesse und wird in ähnlichen Vorkommen sowohl von Amerika als auch von Südeuropa berichtet. In Frankreich tritt bemerkenswerterweise die Potamogetonacee *Posidonia* hinzu, ein Nachweis mariner Einflüsse. Andererseits kennt man von dort, sowie auch aus dem Miozän und Oligozän, *Salvinia*, die im Geiseltal wahrscheinlich wegen der salzhaltigen Gewässer fehlte. Im übrigen sind es überhaupt die Farne, die der Monokotylen-Fazies jeweils noch stellenweise ein besonderes Gepräge verleihen. Dies betrifft besonders die Schizaeaceae und Osmundaceae als Kreiderelikte; sie treten wechselnd übrigens auch in Amerika immer wieder hinzu, wie *Acrostichum* im Mitteleozän. Auch Polypodiaceae fehlen nicht.

Die hygrophile Vegetation der Trichterränder braucht man sich nicht wesentlich anders vorzustellen, auch wenn diese in den Kohlen selbst lagen und nur gelegentlich Kalke (Seekreide) abgelagerten (Krumbiegel 1966). Viel wichtiger ist die erstaunliche

Tatsache, daß die Trichterränder mit Sicherheit manchmal zahlreiche Xerotherme enthalten. Im extremen Fall betrifft dies subaquatisch gebildete Dysodile (Pappdeckel-Kohlen) mit Fischen und Hydrocharitaceae (Abb. 15), die z. B. Myricaceae (Abb. 16 bis 18) enthalten, welche gegenwärtig in Nordamerika trockene Böden von Kiefernwäldern besiedeln. Dies gilt ebenfalls nicht ausschließlich, wohl aber in charakteristischeren Fällen. Wichtig ist dabei, daß xerotherme Eozän-Lokalitäten in Südeuropa diese Arten massenhaft geliefert haben. Im Geiseltal tritt nun wieder ein Kreide-Relikt hinzu: *Eostangeria*, eine Cycadee (Abb. 19), deren nächste Verwandte in Südafrika

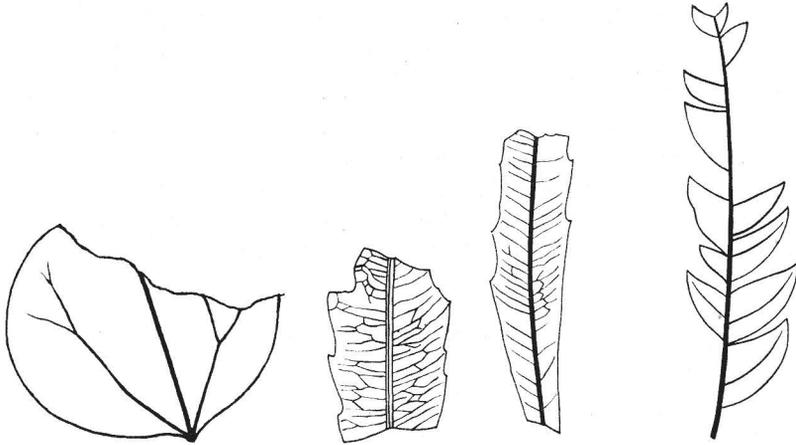


Abb. 15. Nicht näher bestimmte Hydrocharitaceae (cf. „*Dombeyopsis*“ *colgatensis* Brown). Neumark Süd XXXVII

Abb. 16. *Myrica longifolia* Unger (Myricaceae). Neumark Süd XXII

Abb. 17. *Myrica longifolia* Unger (Myricaceae). Neumark Süd XXII

Abb. 18. *Comptonia diformis* (Sternberg) Berry (Myricaceae). Geiseltal XLIII

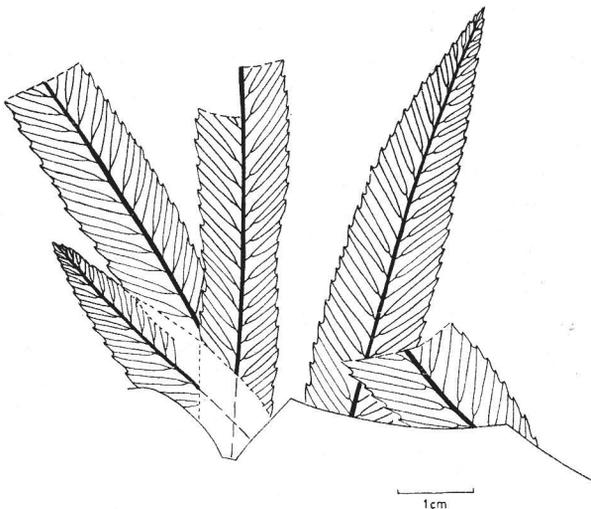


Abb. 19. *Eostangeria saxonica* Barthel (Cycadaceae). Neumark Süd XXXV

heimisch ist. Sie verträgt Feuchtigkeit auf keinen Fall. Es hat sich auch gezeigt, daß in solchen Lokalitäten sehr viele Reste von Prachtkäfern (Buprestidae) zu finden sind. Diese Gruppe ist in den Tropen weit verbreitet. In den Subtropen und z. T. auch in Europa kommen sie bevorzugt in trockenen Biotopen vor. Auffällig sind darüber hinaus zahlreiche kleine, noch grüne Blätter, die möglicherweise zu xerothermen Myrtaceae wie *Callistemon* oder *Eucalyptus* gehört haben könnten. Dieser Beweis konnte bisher allerdings nicht schlüssig erbracht werden. Auffällig ist nur, daß sich hier wieder wie bei den erwähnten xerothermen Eozän-Lokalitäten Südeuropas *Sterculia* reichlicher als anderswo anfindet. In Nähe des früheren Mittelmeeres (Tethys) kommen noch die Mimosaceae (*Acacia*), wie heute in trockenen Lichtungen Kleinasiens, hinzu (Andreanszky 1963, Kedves 1973–1978). Solche Formationen gibt es aber vor allem auch in Nordaustralien; sie gehören genetisch und floristisch allerdings zu Südostasien. Die vielen kleinen Blätter könnten damit im Geiseltal auch Leguminosen zugerechnet werden; doch fehlen die Hülsenfrüchte. Daß es sich in Südeuropa um eine Baumsteppe handelt, geht auch aus den dortigen Rhamnaceae (*Zizyphus*) u. a. hervor. Die australische Baumsteppe enthält nun viele Flaschenbäume. Die topographische Anatomie der Sterculien-Blätter des Geiseltales zeigt dabei, daß *Brachychiton* wohl die nächste verwandte Gattung ist. Diese Art bildet, wie auch die Bombacaceae, oft Flaschenstämme. Es scheint sich also speziell bei den aufgrund von Pollen nachgewiesenen Bombacaceae wie bei den Sterculiaceae um eine Baumsteppe zu handeln, die im Geiseltal wie die Kiefern-Palmen-Savanne extrazonal eingeschaltet vorkam. Wie beim Bernsteinwald kann auch hier auf Mittelamerika verwiesen werden, wo solche Formationen ebenfalls häufig sind (Rüffle 1975). Flaschenstämme finden sich dort sogar bei zahlreichen Palmen der extrazonalen Bergvegetation. In Kuba fällt auf, daß die gleichen Gehölze in größeren Beständen die flaschenförmigen Anschwellungen des Stammes mit stärkehaltigem Weichholz zunächst nicht zeigen, jedoch um so eher, sobald sie einzeln stehen. Wird ein solcher Wald gefällt, dann können Flaschenstämme sogar durch nachträgliches Dickenwachstum hinterher noch entstehen. In vielen Fällen mag der Wasserhaushalt hiermit zusammenhängen. Aber auch dies ist keineswegs zwingend. Die genaue Ökologie solcher Wälder ist so wenig geklärt wie die mehrfachen Zuwachszonen mancher dortiger Kiefern. Die Bedeutung der Bombacaceae im Geiseltal dürfte hiermit aber zusammenhängen. Eine andere Frage ist, ob die großen Massen an Pollen und Epidermen von Loranthaceae in allen Kohlenrevieren des Eozäns nicht in einen solchen Wald gehören, zumal sie im Geiseltal-Profil ebenfalls nur eingeschaltet erscheinen, dann aber vor allem wieder zusammen mit *Ephedra*-Pollen. Dies entspricht den eingangs dargestellten Beziehungen von *Ephedra* auch zur Kiefern-Palmen-Savanne. Wenigstens die extrazonalen Gehölze, soweit es nicht Palmen waren, waren sicherlich stark mit Loranthaceae besetzt. Sicherlich hat das Geiseltal zeitweilig trocken gelegen und damit xerotherme Vegetation hervorgebracht. Es handelt sich aber in jedem Falle um vorübergehende Erscheinungen, die geologisch erklärt werden müssen.

Abschließend sind noch einige Bemerkungen zur sogenannten Schwarzen oder Schilfkohle zu machen. Sie war besonders in den dreißiger Jahren zu beobachten und scheint jeweils im Beckentiefsten enthalten gewesen zu sein. Sie unterscheidet sich petrographisch, d. h. in der Sedimentierung von der normalen braunen gebänderten Kohle, wie bereits im geologischen Teil erwähnt. Die betreffenden Proben zeigen, daß kein Schilf enthalten war. Solche Blätter wären auch nicht fest genug. Die gelben hellen Streifen aus Resinit und die Kutikeln gehören eindeutig zu Kiefern (Beyn 1940). Es handelt sich bei dem mutmaßlichen Schilf um große Kiefernadeln. Auch Kiefernpollen sind häufig. Da aber auch Wurzeln zusammen mit Palmenkernen und wieder mit glatten Palmenpollen gefunden wurden, ist die Bildung dieser Kohlenfazies offenbar auf eine besondere Weise mit der Kiefern-Palmen-Savanne verbunden, die an die so-

genannte *Marcoduria*-Fazies der Lausitz erinnert (Schneider 1969). Prachtkäfer und Myricaceae (*Comptonia*, Abb. 18) waren in der Schilfkohle sehr häufig (Pongracz 1935), so daß aus den sedimentierten Organismen eigentlich wieder semiaride Tendenzen zu erkennen sind. Es kann aber nur die Besiedlung eines Gebietes gewesen sein, das vom Ablagerungsort weiter entfernt war. Fische, *Aldrovanda* (Droseraceae) und *Brasenia* (Nymphaeaceae) als Samen belegen größere offene Wasserflächen, in denen sich naturgemäß nicht die zonale Vegetation bänderförmig wie in Mooren abgelagert hat. So sind denn die Pollen solcher Familien, dann aber auch von Cyperaceae und Polygonaceae in dieser Gemeinschaft zu finden. Eigenartig ist, daß vielleicht Thymelaeaceae hinzutreten. Auffällig ist, daß trotz der glatten Palmenpollen, die auf größeres Wärmebedürfnis in Grenzen hinweisen, holarktische (gemäßigte) Pollen in ungewöhnlich großen Ansammlungen vorkommen, wobei wieder besonders alte Juglandaceae auffallen. Und ebenso deutlich ist eine scheinbar unerklärliche Rückkehr der Kreideflora in den Pollen erkennbar. Taxodiaceae treten hinzu; die bekannte Eozän-Flora ist daneben aber auch vertreten. Dies liefert den Beweis für die eingangs gemachte Annahme, daß eine besondere Art der Sedimentation, die als Fazies bezeichnet wird, jeweils ein anderes Bild der Vegetation widerspiegelt. Tritt aus faziellen Gründen die zonale Eozän-Flora zurück, dann rückt zunächst die Kiefern-Palmen-Savanne mit einigen weiteren Vertretern in den Vordergrund. Die Sedimentation in offener Wasserfläche zeigt aber, daß wahrscheinlich in noch größerer Entfernung selbst die Kreideflora im Eozän noch viele ökologische Nischen besetzt hielt. Ein solcher Nachweis ist dann wegen der großen Reichweite (Flugfähigkeit) nur durch Pollen zu führen. Die Blätter der Kreideflora treten selten im Eozän noch in Erscheinung, z. B. in der mittel-eozänen Claiborne-Formation in Nordamerika. Auch insofern stellt das Geiseltal eine paläofloristische Besonderheit neben den Besonderheiten der Fazies-Arten in den Lagerstätten dar. Schließlich ist wegen der Häufigkeit in der Schwarzen Kohle auf die Gattung *Pentapollenites* hinzuweisen, die nur auf Pollen begründet ist. Die Bestimmung der heutigen Verwandtschaft ist umstritten. Vieles spricht dafür, daß sie *Suriana* vergleichbar ist, die innerhalb der Wendekreise die Ozeanküsten als Kosmopolit besiedelt. *Suriana* ist bezeichnenderweise monotypisch. Häufig wird sie zu den Simarubaceae gerechnet; manches spricht aber auch für Sapindaceen-Verwandtschaft. Sollte sich die Bestimmung von *Pentapollenites* in dieser Richtung erhärten, dann läge ein extremer Fall von extrazonaler oder plurizonaler Vegetation in einer Mischung vor, die bisher noch nicht fossil beobachtet wurde. Die vielen schmalen kleinen Blätter an manchen Trichterrändern könnten hierin auch eine Erklärung finden. Als Fazies im geologischen Sinne ist die Schwarze Kohle ohnehin ebenfalls eine Besonderheit im Geiseltal und im Tertiär überhaupt.

Herrn Dr. E. Jäger, Halle, danke ich für die Durchsicht des Manuskriptes und für wertvolle Ergänzungen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Das Mitteleozän des Geiseltales bei Merseburg ist hinsichtlich der Konservierung von Fossilien in Kohlen, Tonen und Sanden eine Besonderheit. Sowohl hinsichtlich der Vielfalt der Gruppen von Tier- und Pflanzenresten und ihrer großen Menge als auch der einzelnen Fundstätten ist ein tieferer Einblick in die Lebensverhältnisse dieser Zeit möglich als gewöhnlich. Rekonstruktionen reichen deshalb von der Darstellung früherer Pflanzengesellschaften bis zu Interpretationen des Gesamtklimas. Die enge Verbindung zwischen Soziologie und Ökologie wird erstmalig an Fossilien gezeigt. Die Paläobotanik gibt ökologische Deutungen größeren Stils, z. B. Analysen des Großklimas. Die Unbeweglichkeit der Pflanzen und ihre Neigung, Gesellschaften zu bilden, gibt zu den behandelten Problemen der Geographie und Ökologie Anlaß. Genetische Betrachtungen hängen eng damit zusammen.

Schrifttum

- Andreanszky, G.: Das Trockenelement in der alttertiären Flora Mitteleuropas auf Grund paläobotanischer Forschungen in Ungarn. *Vegetatio Acta geobotan.* **11** (1963) 95–111.
- Axelrod, D. I.: Classification of the Madro-Tertiary Geoflora. *Publ. Carnegie Inst. Wash.* **590** (1950) 306 S.
- Axelrod, D. I.: Evolution and Biogeography of Madrean-Tethyan Sclerophyll Vegetation. *Ann. Missouri Bot. Garden* **62** (1975) 280–334.
- Barthel, M.: Farne und Cycadeen. *Abh. Zentr. geol. Inst. (Pal. Abh.)* **26** (1976) 439–498.
- Beyn, W.: Die Einschaltung geformter Pflanzenreste in das Braunkohlenprofil des mittleren Geiseltales. *Nova Acta Leopold.* **8** (1940) 377–438.
- Chandler, M. E. J.: The lower Tertiary floras of southern England. IV. A summary and survey of findings in the light of recent botanical observation. London 1964.
- Födösch, D., und G. Krumbiegel: Montanwachs, Eigenschaften und Verwendung; Braunkohle als Rohstoff für die Montanwachsgewinnung. In: E. Kliemchen: 75 Jahre Herstellung von Montanwachs, 50 Jahre Montanwachs aus Amsdorf „Romanta“ VEB – Braunkohlenkombinat G. Sobottka Röblingen 1972.
- Friedrich, P.: Beiträge zur Kenntnis der Tertiärfloren der Provinz Sachsen. *Abh. geol. Specialkarte Preuß. Thür. Staaten* **4** (1883) 1–305.
- Guas-Cavagnetto, C.: Etude palynologique de l'Eocène du bassin anglo-parisien. Thèse de Doctorat d'état et Sci. natur. Univ. Pierre et Marie Curie Paris **6** (1977).
- Heer, O.: Beiträge zur näheren Kenntnis der sächsisch-thüringischen Braunkohlenformation. *Abh. Naturw. Verein Prov. Sachsen-Thüringen Berlin* (1861) 405–438.
- Jäger, E.: Die pflanzengeographische Stellung der „Steppen“ der Iberischen Halbinsel. *Flora* **160** (1971) 217–256.
- Kedves, M.: Paleogene fossil sporomorphs of the Bakony mountains. *Studia biol. hungar.* 1973–1978 Budapest.
- Krassilov, V. A.: Typen von paläofloristischen Sukzessionen und ihre Ursachen. *Paleont. Žurnal* **10** (1969) 7–23 (russ.).
- Krassilov, V. A.: Paleocology of terrestrial plants. Basic principles and techniques. Vladivostok 1972.
- Krassilov, V. A.: Ävoljucija i biostratigrafija. Moskau 1977.
- Krassilov, V. A.: Organic evolution and natural stratigraphical classification. *Lethaia* **11** (1978) 93–104.
- Krumbiegel, G.: Neue Fossilien aus der Braunkohle des Geiseltales. *Natur und Museum* **96** (1966) 109–116.
- Krumbiegel, G.: Zur Palökologie der tertiären Fossilfundstellen des Geiseltales. *Hercynia, N. F.* **12** (1975) 400–417.
- Krumbiegel, G., W. Schwarzenholz, L. Rüffle und M. Barthel: Allgemeine Problemstellung und Situation der ober- und mitteloziänen Floren des Geiseltales. *Abh. Zentr. geol. Inst. (Pal. Abh.)* **26** (1976) 11–45.
- Krutzsch, W.: Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. II. Die Formspezies der Pollengattung *Pentapollenites* Krutzsch 1958. *Paläont. Abh.* **1** (1962) 75–103.
- Krutzsch, W.: Der Florenwechsel im Alttertiär Mitteleuropas auf Grund von sporenpaläontologischen Untersuchungen. *Abh. Zentr. geol. Inst.* **10** (1967) 17–37.
- Krutzsch, W.: Die Mikroflora der Braunkohle des Geiseltales. IV. Die stratigraphische Untergliederung des mittleren Eozäns. *Abh. Zentr. geol. Inst. (Paläont. Abh.)* **26** (1976) 47–92.
- Mai, D. H.: Fossile Früchte und Samen aus dem Mitteleozän des Geiseltales. *Abh. Zentr. geol. Inst. (Paläont. Abh.)* **26** (1976) 93–150.
- Muller, J.: Palynology of the Pedawan und Plateau Sandstone formations (Cretaceous – Eocene) in Sarawak, Malaysia. *Micropaleontol.* **14** (1968) 1–27.

- Pongracz, A.: Die eozäne Insektenfauna des Geiseltales. *Nova Acta Leopold.*, N. F. 2 (1935) 485–572.
- Rossmäßler, E. A.: Die Versteinerungen des Braunkohlensandsteins aus der Gegend von Altsattel. *Beitr. Versteinerungskunde* 1 (1840) 1–42.
- Rüffle, L.: Pontederiaceae im Eozän des Geiseltales. *Monatsber. dt. Akad. Wiss. Berlin* 9 (1967 a) 52–60.
- Rüffle, L.: Klimatische Aussagefähigkeit von Pflanzenvereinen im oberen Teil des Geiseltalprofils. *Abh. Zentr. geol. Inst.* 10 (1967 b) 113–121.
- Rüffle, L.: Pflanzenformation und -gesellschaften im Eozän, besonders des Geiseltales. *Wiss. Zeitschr. Humboldt-Univ. math.-nat. R.* 24 (1975) 501–509.
- Rüffle, L. (Hrsg.): Eozäne Floren des Geiseltales. *Abh. Zentr. geol. Inst. (Paläont. Abh.)* 26 (1976) Berlin.
- Schneider, W.: Cuticulae dispersae aus dem 2. Lausitzer Flöz (Miozän) und ihre fazielle Aussage. *Freib. Forschungsh. (Paläont.)* C 222 (1969) 1–54.
- Schneider, W.: Zur Paläobotanik des Bitterfelder Braunkohlen-Tertiärs. *Freib. Forschungsh. (Paläont.)* C 285 (1974) 61–70.
- Walter, H.: Die Vegetation der Erde in ökologischer Betrachtung. I. Die tropischen und subtropischen Zonen. Jena 1962.
- Walter, H., und H. Lieth: Klimadiagramm-Weltatlas. 1960 bis 1967. Jena.
- Wang, Chi-Wu: The Forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. Cambridge 1961
- Zaklinskaja, E. D.: The Early-paleogene flora of the northern hemisphere and Paleofloristic Provinces of this age. *Abh. Zentr. geol. Inst.* 10 (1967) 182–187.

Dr. L. Rüffle, Kustos
Museum für Naturkunde
Paläontologisches Museum
DDR - 1040 Berlin
Invalidenstr. 43

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hercynia](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Rüffle Ludwig

Artikel/Article: [Florenogenetische und -geographische Bedeutung des Geiseltales 300-321](#)