

# **Eine Methode der ökologisch-stratigraphischen Darstellung und Einordnung von Blattfloren unter spezieller Berücksichtigung der Tertiär-Ablagerungen Bayerns**

Von HANS-JOACHIM GREGOR\*)

Mit 3 Tabellen

*Paläobotanik  
Blattfloren  
Tertiär  
Bayern  
Methodik*

## **Zusammenfassung**

Es wird eine neue Methode zur Schnellerfassung fossiler Blattfloren vorgelegt, die nicht nur Gültigkeit im Bayerischen Raum hat, sondern auch für weitere Gebiete Mitteleuropas Erfolg verspricht. Stratigraphisch wurde die Methode im Zeitraum zwischen dem Oligozän und dem Pliozän getestet. Es werden eine Reihe von „oiden“ Blatt-Typen definiert, die in ihrer Häufung, unabhängig von der Ausgrabungstechnik etc. ein Bild einer Flora ergeben, das zwar variabel ist (auch im Standort usw.) aber eindeutig einem Floren-Typ zugeordnet werden kann.

## **Summary**

A new method for "quick work" with fossil leaf floras is presented which is effective not only in Bavaria but also in the Middle European area. Stratigraphically the method is tested between Oligocene and Pliocene.

The method depends on putting up different "oide" leaf types (e.g. "ulmoide") instead of nominating the species. The occurrence and accumulation of these types is dependent on the excavator of such a flora or the digging techniques. The composition of the leaf types is dependent on local growing conditions (the biotope). The method shows that it is possible to evaluate "primary floras" for the different ages, effective over wide areas (vegetation!). Additionally the EG-factor shows the evergreenness or the deciduous habit of a floral type in a special number.

## **1. Einleitung**

Im Rahmen der phytostratigraphischen Erforschung der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns konnten auch Eindrücke über die jungtertiären Blatt-Floren gewonnen werden. Das war allerdings nur als ein kleiner Ausschnitt parallel zur Hauptuntersuchung, der paläokarpologischen Erfassung aller Molasse-Komplexe (im Pro-

---

\*)Anschritt des Verfassers: Dr. HANS-JOACHIM GREGOR, Hans Sachs-Straße 4, D-8038 Gröbenzell.

jekt „Südbayerische Tertiärfloren“, Leiter W. JUNG, München) zu sehen. Leider konnten die Blattfloren im Institut f. Paläontologie u. hist. Geologie München, obwohl fertig untersucht, nicht in diese Überlegungen miteinbezogen werden und so mußte auf Material in Privatsammlungen zurückgegriffen werden.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich hiermit für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit.

Eine erste artliche Bestimmung der Blätter dieser Floren übernahm freundlicherweise FrI. H. KOVAR (Naturhist. Museum Wien), während die Daten der hier dargestellten Methode von mir selbst stammen. Dem Altmeister der Paläobotanik, Prof. K. MÄGDEFRAU (Deisenhofen bei München), danke ich besonders herzlich für eine kritische Durchsicht des Manuskripts. Weiterhin möchte ich hier sowohl der oben genannten Kollegin als auch einigen meiner Kollegen für Diskussionsbeiträge, kritische Bemerkungen und stratigraphische Überlegungen herzlich danken:

H.-J UNGER (Geologisches Landesamt München)

R. HANTKE (Geologisches Institut der ETH Zürich, Schweiz)

E. KNOBLOCH (Ustredni Ustav Geologicky, Prag, CSSR)

K. HEISSIG (Inst. f. Paläontologie u. hist. Geol. München)

D. FERGUSON (Dienst Allgemeine Plantkunde, Universität Antwerpen, Belgien).

A. STRAUS (Berlin)

Es konnten die Blattfloren von folgenden Institutionen und Privatsammlern verwendet werden (incl. eigener Neufunde, die heute im Besitz der Bayer.Staatsammlung f. Paläontologie u. hist. Geologie München sind). Mein Dank gebührt somit:

Städtische Sammlungen Biberach a.d. Riß

Sammlung des Staatl. Museums f. Naturkunde, Stuttgart

Sammlung des Geologischen Instituts der ETH Zürich

Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe

Naturwissenschaftliche Sammlungen im Zumsteinhaus Kempten

Sammlung des Meteorkrater-Museums in Steinheim a. A.

Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien, Geologisch-Paläontologische Abteilung

Coll. H. SELNER, Augsburg

Coll. M. SCHÖTZ, Lichtenhaag

Coll. M. SCHMID, Marktoberdorf

Coll. H. J. UNGER, Altenerding

Coll. Ch. SCHWARZ, Augsburg

Coll. A. STRAUS, Berlin

Coll. L. KÖSTLER, München

Coll. J. HOLZER, Illertissen

Coll. S. PITTNER, Emmerting bei Burghausen

Coll. G. LICHTER, Biberach a. d. Riß

Coll. CH. SCHMID, Augsburg

Coll. H. SCHMID, Wettenhausen

Coll. L. FRIEDE, Jettingen

Coll. A. BIERWEILER, Echlishausen

Coll. M. WILHELM, Jettingen

Coll. R. KUHN, Günzburg.

Außerdem wurden die Publikationen älterer Autoren für diese Untersuchung verwendet, so: JUNG (1963, 1968, 1970); HANTKE (1954); KRÄUSEL (1938); KRAMER (1974); RÜFFLE (1963); HEER (1856–59); BUZEK (1971); KNOBLOCH (1969); KNOBLOCH & KVACEK (1976); BERGER & ZABUSCH (1953); BERGER (1955, 1958); MÜLLER-STOLL (1936); MÄDLER (1939); PITTNER (1973); OBERLI (1979); PROBST (1879, 1883, 1884); RÜHL (1896); FERGUSON (1971); GIVULESCU (1979); und die Diplomarbeiten aus dem Institut f. allgem. Geologie d. Univ. München: GEBHARD (1964); OELTZSCHNER (1965).

Die vorliegende Bearbeitung soll in keiner Weise die Arbeit des Kollegen G. SPITZBERGER (Landshut) behindern, der die Molasse-Blattfloren mit herkömmlicher Methodik untersuchen wird. Dies wird dann auch genauere Daten über Ökologie und Stratigraphie der Blattfloren ergeben, während die hier neu vorgelegte Methode als Hilfe bei der schnellen Einordnung neuer Blattfloren verwendet werden kann und statt subjektiver Eindrücke immerhin objektive Standard-Floren liefert. Außerdem eignet sich dieses System für alle „fachfremden“ Kollegen, die Schwierigkeiten mit der artlichen Bestimmung von strukturlosen Blattresten haben. Nicht alle Blattreste sind so gut erhalten wie die von der Schrotzburg (vgl. HANTKE, 1954).

## 2. Methode

Die Idee zur Methode kam mir bei der Arbeit mit Blattfloren und den Schwierigkeiten der Bestimmung, unter denen vor allem viele Privatsammler zu kämpfen haben.

Die Grundidee ist keinesfalls neu, sondern prinzipiell schon bei BERGER 1955, 1958 (Betulaceen – bzw. *Carpinus*-Typ als Beispiel) oder JUNG (in JUNG & MAYR, 1980, S. 162 – „*Ulmus*“-Typ) angedeutet worden.

Auch ANHEISSER hat schon (1900, S. 64–94) über Blattspreiten geschrieben und MÄDLER & STRAUS (1971) und MÄDLER (1975) haben Systeme zur Einordnung tertiärer Blätter erarbeitet, ohne aber eine allgemein gültige Methode darzustellen, die jederzeit anwendbar ist und auch Ergebnisse liefert, die sich untereinander vergleichen lassen.

Gleichzeitig stellte sich die Forderung nach einem Schlüssel, der einfach zu handhaben und eindeutig in der Aussage sein mußte. Ein erster Entwurf wurde von W. JUNG akzeptiert, wies aber bei näherer Betrachtung noch Fehler auf und soll hier revidiert werden.

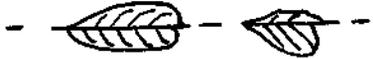
Prinzipiell lassen sich folgende ökologische Element-Typen bei den Blättern unterscheiden:

- immergrün – sommergrün
- exotisch – nativ
- intermediär
- kosmopolitisch (meist Feuchtstandort- und Wasserpflanzen)

Zur morphologischen Charakteristik der Blätter vergleiche man HICKEY, 1978; DOLPH, 1971, 1978; DILCHER, 1974 und hier Tab. 1.

- a) Zeichnung des Umrisses und der Primärnervatur
- b) Randausbildung des Blattes (ganzrandig, gezackt, gezähnt, gewellt, etc.)
- c) Struktur (derb-ledrig oder normal)
- d) Größe des Blattes (nanophyll, microphyll, leptophyll, notophyll, mesophyll, macrophyll)

Tabelle 1: Charakterisierung von Blatt-Typen.

Blatt-Typ Vergleichsgattungen	Element	Blatt-Rand Blatt-Struktur Blatt-Größe	
<b>Cinnamomoid</b> (Zimtblatt-ähnlich) <i>Cinnamomum, Daphnogene, Lindera, Litsea</i>	immergrün exotisch	ganzrandig ledrig-dünn microphyll	
<b>Lauroid</b> (Loorbeerblatt-ähnlich) <i>Persea, Laurus, Sapindus, Magnolia, Ficus</i>	immergrün exotisch	ganzrandig derb-ledrig notophyll	
<b>Diospyroid</b> (Kakipflaumenblatt-ähnlich): <i>Diospyros, Benzoïn</i>	immergrün exotisch	ganzrandig dünnhäutig microphyll	
<b>Coniferoid</b> (Nadelblatt-ähnlich) <i>Taxodium, Glyptostrobis</i>	sommergrün exotisch	nadelig dünn- bis derbhäutig leptophyll	
<b>Myricoid</b> (Gagelstrauchblatt-ähnlich) <i>Myrica, Engelhardia, Forsteria, Hakea, Rhus, Banksia, Tremophyllum, Pterocarya</i>	sommergrün exotisch	irregulär serrat derbhäutig microphyll	
<b>Juglandoid</b> (Nußblatt-ähnlich) <i>Juglans, Carya, Nyssa, Distylium, Pterocarya</i>	sommergrün exotisch	ganzrandig, leicht gezähnt dünnhäutig notophyll	
<b>Aceroid</b> (Ahornblatt-ähnlich) <i>Acer, Liquidambar, Vitis, Sterculia, Sassafras, Liriodendron, Platanus p.p.</i>	sommergrün intermediär	gelappt, gezähnt, hand- teilig, gesägt, gekerbt dünnhäutig mesophyll	
<b>Leguminosoid</b> (Hülsenfrüchtlerblatt-ähnlich): <i>Gleditsia, Cassia, Dodonea, Celastrus, Bumelia, Dalbergia</i>	sommergrün intermediär	ganzrandig, gewellt dünnhäutig nanophyll	

Blatt-Typ  
Vergleichsgattungen

Element

Blatt-Rand  
Blatt-Struktur  
Blatt-Größe

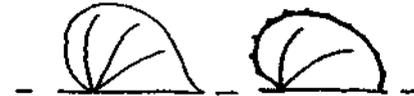
**Quercoid** (Eichenblatt-ähnlich)  
*Quercus, Castanea, Fagus, Castanopsis*

sommergrün  
intermediär gewellt, gezähnt, gekerbt,  
gebuchtet  
dünnhäutig/mesophyll



**Tilloid** (Lindenblatt-ähnlich)  
*Tilia, Dombeyopsis, Byttneriophyllum, Cercidiphyllum, Cercis, Grewia, Firmiana*

sommergrün  
intermediär glatt bis gezähnt, gekerbt  
dünnhäutig  
mesophyll



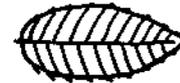
**Populoid** (Pappelblatt-ähnlich)  
*Populus, Platanus, Cissus, Aralia*

sommergrün  
nativ ganzrandig bis gelappt,  
gesägt bis gezähnt  
dünnhäutig/mesophyll



**Carpinoid** (Hainbuchenblatt-ähnlich)  
*Alnus, Betula, Carpinus, Corylus, Zelkova, Ulmus*

sommergrün  
nativ doppelt gesägt bis gekerbt  
dünnhäutig  
notophyll



**Cornoid** (Kornelkirschen-ähnlich)  
*Cornus, Rhamnus, Paliurus, Berchemia, Ziziphus*

sommergrün  
nativ ganzrandig bis gewellt  
derbhäutig  
microphyll



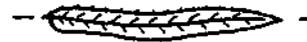
**Rosoid** (Rosenblatt-ähnlich)  
*Crataegus, Rosa, Parrotia, Rhus, p.p. Celtis*

sommergrün  
nativ einfach bis doppelt ge-  
zähnt oder gekerbt  
dünnhäutig/microphyll



**Salicoid** (Weidenblatt-ähnlich)  
*Salix, Myrica p.p.*

sommergrün  
nativ glatt, leicht gezähnt oder  
gekerbt  
dünnhäutig/microphyll



Blatt-Typ  
Vergleichsgattungen

Element  
Blatt-Rand  
Blatt-Struktur  
Blatt-Größe

**Hydrophytoid** (Wasserpflanzen)  
*Ceratophyllum, Potamogeton, Salvinia*

kosmopolitisch  
glatt, gerieft, geschlitzt  
dünnhäutig  
leptophyll



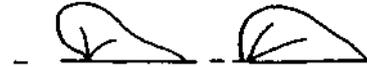
**Typhoid** (Graspflanzen)  
*Typha, Gramineen, Cyperaceen*

kosmopolitisch  
glatt bis gestreift  
dünnhäutig  
nanophyll



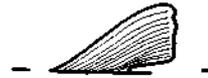
**Smilacoid** (Smilaxblatt-ähnlich)  
*Smilax*

immergrün  
exotisch  
ganzrandig  
dünnhäutig  
notophyll



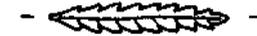
**Gingkoid** (Gingkoblatt-ähnlich)  
*Gingko*

sommergrün  
exotisch  
gewellt, gebuchtet  
dünnhäutig  
notophyll



**Comptonioid** (Farnblatt-ähnlich)  
*Comptonia, Pteridophyta*

sommergrün  
exotisch  
fiederspaltig, grob, gezähnt  
dünnhäutig/microphyll



**Viscoid** (Mistelblatt-ähnlich)  
*Viscum*

sommergrün  
intermediär  
ganzrandig  
derb-ledrig/nanophyll



**Pinoid** (Kiefernadel-ähnlich)  
*Pinus, Picea, Larix*

sommergrün  
nativ  
nadelig  
derbhäutig  
leptophyll



**Palmoid** (Palmbblatt-ähnlich)  
*Palmae, Nymphaeaceae*

immergrün  
exotisch  
strahlig  
z. T. derb  
mesophyll



Alle Typen werden jeweils mit einer Hauptgruppe in Verbindung gebracht (z.B. mit den Rosaceen) und dann als „oide“ Form dargestellt (hier also z.B. rosoid).

Gleiches gilt für alle anderen Typen, wobei aber z. B. bei ginkgoid nur die Gattung *Ginkgo* in Betracht kommt. Ob nun eine Gruppe als „carpinoid“ oder „ulmoid“ bezeichnet wird, ist wohl als Ansichtssache zu sehen und für die Auswertung unerheblich. Es wurden hier jedenfalls eindeutige Bezeichnungen gebraucht. Die Anzahl der Blätter der untersuchten Floren ist in der dargestellten Methode relativ unwichtig, da unabhängig von der Ausgrabungsmethode (Bevorzugung bestimmter Blatt-Typen, kleiner Anriß im Tobel oder große Ausgrabungsfläche) die häufigsten Typen in der Graphik herausstechen und das floristische Gepräge ergeben. Um einseitige Auswertungs-Spitzen zu vermeiden, werden die primär häufigsten Typen hintereinander geschrieben und dann die zweithäufigsten. So ergeben sich Groß-Floren mit ihren Standortvarianten.

In Tabelle 1 wird der Schlüssel vorgelegt, wobei alle vorher genannten Punkte eingetragen sind. Zur leichteren Arbeit mit dem Schlüssel sind die einzelnen „oiden“ Typen mit Kleinbuchstaben versehen worden. Mit letzteren werden dann auch die Floren charakterisiert. Daß hier z.T. auch überlappende Typen auftreten ist klar (z.B. tilloid-populoid).

Zur Überprüfung der Ergebnisse wurden z.B. von Heggbach 3 verschiedene Sammlungen dargestellt (eine Schicht!). Sie müßten theoretisch eindeutig in der Komposition übereinstimmen, was hier bewiesen wird (siehe unten bei Ergebnisse).

Auch Abfolgen lassen sich fassen, so z.B. am Material der Schrotzburg und von Oehningen (obere und untere Lagen).

### 3. Anwendung

In Tab. 2 werden nun fossile Fundorte und deren Floren zusammengeteilt, unabhängig von ihrer stratigraphischen Lage (soweit bekannt) oder ihrem ökologischen Bereich (dito). Dieser Blindversuch soll ähnliche Floren gleichen Alters, aber möglicherweise verschiedener Standorte zusammenfassen bzw. interpretationsfähig machen. Das Klima im Tertiär hat bekanntlich einen Abkühlungstrend, und so ist als Forderung zu vermerken: je jünger die Floren desto arktotertiärer geprägt müssen sie sein und desto „einheimischer“ (nativer) die Komposition. Bei den Komplexen werden dann auch Blattgröße, Struktur, Blattrand etc. in Erwägung gezogen und untereinander verglichen.

Die Tab. 2 wird bewußt einfach gehalten, d.h. sie ist graphisch wenig visuell einprägsam, kann aber dafür schnell und mühelos neu zusammengestellt werden.

Die in Tab. 2 vom Schlüssel her bekannten „oiden“ Blatt-Typen werden, wie schon erwähnt, der Einfachheit halber mit Kleinbuchstaben von a-x bezeichnet; die Häufigkeit der Blatt-Typen wird in einer Skala von 1-4 dargestellt, wobei in einer armen Flora z.B. 1 (= häufigstes Element, 101-1000 oder mehr Exemplare) nie auftritt, wohl aber 2 (= häufig, 11-100 Exemplare). Bei der Gesamtauswertung werden nun die jeweils höchsten Zahlen (bei reicher Flora - 1, bei armen Floren 2 oder 3) vorausgestellt, dann die jeweils niedrigeren. Dabei werden nur die maximal 9 häufigsten Elemente in einer Reihe geschrieben (alphabetisch geordnet, vgl. Tab. 3) und diese ergibt dann den Typus der Flora. Die Typen q und r (hydrophytoide und typhoide) sind Faziesanzeiger (Feuchtstandort bzw. Wasser) und werden hier nicht berücksichtigt, ebenso wie die Typen s-x, da diese Sonderformen darstellen und z.B. als exotische immergrüne Begleiter (z.B. *Smilax*) auch in gemäßigten Wäldern vorkommen.

Tab. 2: Die Floren verschiedener fossiler Fundorte mit ihren Pflanzenvertretern.

a cinnamomoid	i quercoid	r typhoid	1 häufigstes Element
b lauroid	k tilloid	s smilacoid	(ab 101 Exemplare)
c diospyroid	l populoid	t gingkoid	2 häufiges Element
d taxodicoid	m carpinoid	u comptonioid	(11-100 Exemplare)
e myricoid	n cornoid	v viscoid	3 seltener vertretenes Element
f juglandoid	o rosoid	w pinoid	(2-10 Exemplare)
g aceroid	p salicoid	x palmoid	4 nur ein Exemplar
h leguminosoid	q hydrophytoid		

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
Illertissen/Ulm	2	2	—	—	—	—	—	3	2	4	—	2	2	3	—	2	—	4	—	—	—	—	—
Unterwohnbach/Allershausen	3	—	—	—	—	—	—	4	—	3	4	1	2	—	3	—	—	—	3	—	—	—	—
Steinheim a. Albuch	—	2	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	3	—	—	—	—
Derching/Augsburg	2	—	—	—	—	3	—	3	—	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Reisensburg/Günzbg. (Ob. Pfl. m.)	—	2	3	—	1	3	2	1	1	—	1	1	2	—	1	—	1	2	—	—	—	—	—
Schrotzburg/Schienerbg. (unt. Lager)	2	3	—	—	4	4	2	1	—	—	—	1	2	—	4	3	2	4	—	—	—	—	—
Schrotzburg/Schienerbg. (ob. Lager)	1	2	3	—	—	1	1	1	2	—	1	1	1	2	1	2	—	—	3	—	—	—	—
Oehningen/Radolfzell (unt. Lager)	1	3	3	—	—	—	—	1	1	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oehningen/Radolfzell (ob. Lager)	3	2	3	2	—	2	—	2	—	—	1	2	2	—	1	1	2	—	—	4	—	—	—
Randecker Maar	2	1	—	2	—	3	2	1	—	—	—	2	2	—	—	3	—	4	—	—	—	—	4
Achldorf/Vilsbiburg	—	3	—	1	2	2	—	1	—	—	1	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Aubenheim/Mühdorf a. I.	—	—	—	—	—	—	3	2	—	2	—	3	2	—	4	—	3	—	—	—	—	—	—
Zeilling	—	—	2	3	—	4	—	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gumpersdorf/Markt a. Inn	—	—	3	—	—	—	—	2	—	—	—	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kirchberg a. d. Iller (Paludinensand)	3	3	4	4	3	3	—	—	—	—	—	4	4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Frankfurt am M. (Klärbeckenflora)	—	—	—	—	—	2	2	2	—	2	1	—	—	3	—	2	—	—	—	—	—	—	2
Lerch/Prienbach	2	2	—	3	—	2	—	3	—	2	1	3	2	—	3	—	—	—	2	—	—	—	—
Massendorf	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mannersdorf	—	—	—	4	—	3	—	3	—	3	2	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Burtenbach/Jettingen	2	4	3	4	3	4	—	2	4	—	2	3	4	3	3	3	—	—	4	—	—	—	—
Schwandorf/Oberpfalz	1	1	—	2	2	2	—	1	—	3	1	2	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	—
Ponholz/Oberpfalz	—	—	—	1	—	—	2	—	—	2	—	4	3	—	—	1	4	—	—	2	—	—	—
Holzen	—	—	—	3	3	—	4	—	3	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heggbach (Coll. Stuttgart)	2	3	—	4	3	—	—	2	3	—	3	4	4	—	4	3	3	4	—	—	—	—	—
Heggbach (Coll. Holzer)	3	4	—	—	—	—	—	3	—	—	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heggbach (Coll. Biberach)	1	2	—	3	2	—	—	1	3	—	1	1	3	2	1	3	2	3	—	—	—	—	—
Reisensburg/Günzburg (Zapfensande)	2	3	—	—	—	—	—	2	—	—	—	4	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Reisensburg/Günzburg (graue Molasse)	1	3	—	—	—	—	—	4	2	—	3	1	3	—	—	2	4	3	—	—	—	—	—
Willershausen/Göttingen	—	1	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	3	—	—	—	—	2
Wengen/Isny	2	2	—	1	3	—	—	3	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thalham/Vilsbiburg	—	—	3	—	—	—	—	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stürming/Jesendorf	4	—	—	3	—	4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hoher Rhonen (Schweiz)	—	—	2	4	—	—	—	2	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Massenhausen/Vilsbiburg	—	4	4	3	3	3	2	—	3	—	2	1	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Moravska Nova Ves (CSSR)	3	4	—	1	2	2	2	3	—	2	2	1	3	—	3	—	2	—	—	—	—	—	3
Cerniky (CSSR)	—	1	2	1	4	1	1	1	2	1	2	1	—	—	2	1	1	2	2	—	—	—	2
Toggenburg (Schweiz)	1	3	—	1	—	3	3	—	3	—	—	3	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3
Burghausen am Inn	—	—	2	—	—	4	—	—	4	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Frechen (Fischbachtone)	3	3	4	1	—	3	1	—	2	4	3	1	3	3	2	3	3	4	—	3	4	—	—
Gabbro (Italien)	2	2	—	1	3	—	2	1	4	2	2	3	2	3	3	3	4	—	—	—	—	—	—
Türkenschanze (Österreich)	3	3	—	—	2	1	2	1	3	—	1	3	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Domanski Wierch (Polen)	—	—	—	—	—	3	3	—	1	—	2	1	4	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Mainzer Hydrobienkalk	2	2	3	2	1	3	3	2	—	3	2	3	3	1	—	3	3	—	—	—	—	—	3
Bischofsheim (Rhön)	3	3	3	3	2	1	3	1	3	2	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4
Eisgraben (Rhön)	2	2	—	2	3	—	1	3	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sieblös (Rhön)	2	3	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	3	—	4	—	1	—	—	—	—	—	1
Chiuzbaia (Rumänien)	3	3	—	2	—	2	—	2	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Kreuzau/Rhld.	1	1	—	1	1	2	1	3	—	3	2	1	2	3	2	3	1	3	—	—	—	—	—

## 4. Ergebnisse

Es lassen sich somit Floren-Kompositionen finden, die stratigraphisch unterscheidbar sind, ökologisch aber oftmals sehr ähnliche Ausprägung haben, dann aber auch in Standorte aufgliedert werden können.

### 4.1. Stratigraphische Hinweise

Unsere neue Methode hat den Vorteil, daß sie im Blindversuch zu testen ist und nicht willkürlich Einstufungen verwendet, wie es bei JUNG & MAYR (1980, S. 164) der Fall ist. Bei letzterer Bearbeitung sind Fundpunkte tertiärer Floren ohne Säugetierfunde in bestimmte Säugetierzonen gestellt worden (ibid. S. 165), ohne die blattphysiognomischen Aussagen zu testen.

Eine Korrelation der Säugetierzonen mit unseren Blattfloren ergibt nun folgendes Bild (es werden hier nur Fundorte mit sicherer Zonierung verwendet):

Fundort	Säugetierzone	Florentyp
Massenhausen	MN 8/9	defmg
Steinheim a.A.	MN 7	abehlm-eilmp(h)
Heggbach	MN 6	abehlm
Weniger sicher in ihrer Zonierung sind:		
Unterwohlbach	MN 8	eilmp(h)
Massendorf	MN 5	abehlm
Kirchberg	MN 4 b/5	abdeim

Grobstratigraphisch kann man nun einige „Leitfloren“ zur Untersuchung verwenden, die sicher stratigraphisch eingeordnet sind:

Frankfurt	Pliozän	fgilm
Massenhausen	Oberstmiozän	defgm
Reisensburg	Obermiozän	eilmp(h)
Öhningen	Mittel-Obermiozän	abehlm
Cermniky	Mittelmiozän	abehlm-abdeim
Schwandorf	Unter-Mittelmiozän	abdeim
Mainzer Hydrobienkalk	Untermiozän	abdeim
Hoher Rhonen	Oberoligozän-Untermiozän	adgi

Ein Gesamtbild der Abfolgen ergäbe somit folgendes:

A) fgilm-Flora	Pliozän	MN10 (und höher)
B) defgikm-Flora	Pliozän-Oberstmiozän	MN 8/9 und 9
1) dg-Flora	Pliozän	
2) defgm-Flora	Oberstmiozän	
C) eilmp(h)-Flora	Obermiozän	MN 7/8 und 8
D) ab(h)-Flora	Mittel-Untermiozän	MN 4b bis 7
1) abehlm-Flora	Mittelmiozän	MN 5 bis 7
2) abdeim-Flora	Untermiozän	MN 4b/5 (und tiefer)
E) adgi-Flora	Unterstmiozän (Oberoligozän)	MN ? unter 3

Es zeigt sich recht schön, daß die Florengrenzen nicht mit denen der Faunengrenzen übereinstimmen – so ist z. B. die abehlm-Flora ein sehr langlebiger Typ, der über drei Säugetierzonen hinweg existierte.

Da diese Pflanzensysteme sich nicht sehr leicht verändern (nicht so leicht wie die mobilen Faunen) sind sie ökologisch besser interpretierbar und klimatologisch aussagefähig.

## 4.2. Ökologische Interpretation

Verwendet man nun statt der Kleinbuchstaben-Symbole wieder die „-oiden“ Typen, so lassen sich die einzelnen Floren ökologisch kurz folgendermaßen charakterisieren:

f g i l m -Flora:	sommergrüne Flora mit wenigen Exoten; Kompositionen besteht aus juglandoiden, aceroiden, quercoiden und besonders carpinoiden Typen.
d e f g i k m -Flora:	sommergrüne Flora mit größerem Exotenanteil und Koniferen; Komposition sehr ähnlich der vorigen.
d g -Flora:	sehr arme Koniferen-Ahorn-Flora.
d e f g m -Flora:	reichere Flora mit Koniferen und einigen Exoten, oftmals mit speziellen Formen wie <i>Ginkgo</i> .
a b (h) -Flora:	stark sommergrün geprägte Flora mit hohem Anteil der immergrünen Formen; Komposition aus Lorbeerartigen und kleinblättrigen Leguminosen.
e i l m p (h) -Flora:	Feuchtfloren (Auenwald) mit Pappel- und Weiden-Vertretern, Eichen, seltene Exoten.
a b e h l m -Flora:	<i>Daphnogene</i> -führende Flora (oft monotypisch) mit vielen Exoten, kleinblättrigen Leguminosen und carpinoider Komposition.
a d g i -Flora:	Ahorn-Eichen-führende Flora mit starkem Anteil der Zimtblätter, oft noch mit Palmenresten vergesellschaftet – aber mit eindeutig sommergrünen Charakter.

## 4.3. Gesamtschau

Selbstverständlich lassen sich auch die Übergänge der verschiedenen Floren finden und auch sog. Ausreißer, z. B. die Flora von Lerch, die sehr untypisch erscheint und nur mit Mühe eingeordnet werden kann. Ähnliches gilt für die Flora von Kreuzau, die zum d e f g m -Typ gehört, aber noch Reste von der a b (h)-Flora aufweist (Sonderstandort). Die f g i l m -Flora liegt zum Beispiel bei den Floren von Willershausen und Frankfurt vor, die d e f g i k m -Flora bei Achldorf und Massenhausen, wobei eine jüngere d g -Flora (Typ von Gumpersdorf) und eine ältere d e f g m -Flora (Massenhausen) zu unterscheiden sind.

Die Floren des Mittelmiozän (incl. Sarmat) sind laurophyll geprägt ( a b – mit kleinblättrigen leguminosoiden Typen – h) und lassen sich unterteilen in: e i l m p (h) -Flora (Unterwohlbach), a b e h l m -Flora (Oehningen) und die älteren a b d e i m -Floren (Schwandorf z.B.). Die untermiozäne Mainzer Flora aus den Hydrobienskalken ist besonders typisch für den letztgenannten Floren-Typ.

Die Oligozän-Miozän-Grenzfloren sind noch nicht erschöpfend untersucht, werden wohl aber am besten als a d g i -Floren bezeichnet.

In Tab. 3 ist zu jeder Flora der Florentyp angegeben. Deutlich zeigt sich der Spielraum der Florenkomposition (also die Standorte, aber die Hauptelemente der Komposition sind immer vertreten).

Diese Aufstellung hat also den Effekt, daß Floren (bzw. ähnliche) gleichen Alters jederzeit, unabhängig vom Standort, sofort erkannt und eingeordnet werden kön-

nen. Dies gilt wohl, wie zu sehen war, nicht nur für den Molasseraum, sondern auch für weiter entfernte Gebiete, (z.B. die CSSR, Polen, Frankfurter Gegend etc.). Dies ist nicht verwunderlich, da die Floren Anzeiger großräumiger Vegetationseinheiten darstellen.

Auf Tab. 2 lassen sich nun auf einem Bild die „feuchten“ Floren (unmittelbarer Auen- und Altwasserbereich incl. Tümpelfazies) von den trockeneren (im weiten Sinne Auenwälder und höherliegende Standortvegetation) unterscheiden, indem z.B. Stürming keine q r -Reste (trockene Fazies) aufweist, Burtenbach nur wenige Exemplare und Willershausen den höchsten Prozentsatz an q r hat und letztere Lokalität somit auf eine eindeutige Seen- oder Tümpelfazies hinweist.

Fazielle Unterschiede zeigen sich auch bei den Floren von Oehningen, wobei im oberen Lager Wasser- und Feuchtpflanzen häufig auftreten, im unteren aber fehlen.

Seltene Standortbegleiter wie die ginkgoiden Typen oder palmoiden können extra im Zusammenhang mit Gesamtkomposition interpretiert werden. Prinzipiell ist auch zwischen dem Standort-Typ einer Flora (vgl. Tab. 3) und dem großräumigen Florentyp (ebenda) zu unterscheiden.

*Smilax* kann z.B. als seltener Begleiter gelten, wohl ebenso wie *Comptonia*. Stratigraphisch handelt es sich aber um sog. Durchläufer (a b d e i m- bis d e f g i k m-Flora).

Da bei vielen Floren das Problem der verschiedenen Ausgrabungstechniken, unterschiedlicher Auswahl der Objekte (Bevorzugung von Zimtblättern etc.) und auch verschiedene Ausgräber auftritt, soll hier an einem Beispiel gezeigt werden, daß die Floren zwar kleine Unterschiede aufweisen, aber eindeutig einem Typ zuzuordnen sind. Von der Lokalität Heggbach (bei Biberach a.d. Riß) existieren verschiedene Sammlungen (seit 1880), die in Tab. 3 einzeln aufgeführt sind und auch verschiedene Kompositionen ergeben (a b e h i l – a b h l m – a b e h l m o p), alle lassen sich aber zwanglos zum Großtyp, „a b e h l m“ stellen. Somit läßt sich eindeutig feststellen: unabhängig von Zeit, Ausgräber und anderen Grabungsumständen ist eine Flora aus einer bestimmten Schicht immer eindeutig zuordenbar.

Eine weitere Problematik liegt in den Abfolgen. Stratigraphisch eindeutig festgelegte Floren (z.B. Willershausen oder Toggenburg) geben den Rahmen für die neu aufgestellten Florentypen. Eine zusätzliche Möglichkeit der Überprüfbarkeit dieser Methode liegt im Vorkommen verschiedener Floren in aufeinanderfolgenden Schichtgliedern. Das läßt sich sehr gut anhand der der Molassefloren studieren. An der Reisenburg bzw. in Kirchberger Gebiet ist die Abfolge der Schichtglieder von unten nach oben: graue Molasse-Zapfen-Sande-Obere Pflanzenmergel. Die Abfolge der Florentypen entspricht ganz dem erwarteten Bild: a b d e i m – a b e h l m – a b e h l m – e i l m p (h).

Als eindeutige weitere Typen sind z.B. zu erwähnen:

Toggenburg – Oligozän – a d g i

Mainzer Hydrobienkalke – Untermiozän – a b d e i m

Heggbach – Mittelmiozän – a b e h l m

Unterwohlbach – Obermiozän – e i l m p (h)

Gumpersdorf – Oberstmiozän – Unterstpliozän – d g (d e f g i k)

Willershausen – Plioizän – f g i l m

Wie schon erwähnt, stellt dies aber nur eine grobe Abfolge dar; es kann nicht auf weitergehende Untersuchungen verzichtet werden.

#### 4.4. Der Eg-Faktor

Ein Versuch mag noch gewagt werden, die „Wärme“ der Flora in einer Zahl auszudrücken, ähnlich wie es in Japan gemacht wird (vgl. MIYAWAKI 1980, S. 370) und ich es bereits angedeutet habe (vgl. GREGOR, 1979).

Dabei wird die folgende Formel verwendet (statt von „Art“ wird von „-oidem Typ“ gesprochen):

$$Eg = \frac{\text{immergrüne „Typen“zahl}}{\text{Gesamt-„Typen“zahl}}$$

Angewendet auf die Floren von Tab. 2 ergeben sich einzelne Zahlen, die eine Staffelung ergeben, nämlich ganz grob, je älter eine Flora und je wärmer bzw. subtropischer, desto höher ist der Wert. Interessanterweise ändert sich dieser Trend wieder an der Miozän-Oligozän-Grenze. Die Schwankungen sind natürlich stark von der Anzahl der Fossilien pro Flora abhängig bzw. von der Ausbeute (z.B. wenn 1 *Smilax*-Blatt auf 5 000 andere Reste gezählt wird).

Prinzipiell jedoch ergeben die Häufungen der Zahlen verwertbare Positionen. Problematisch kann es bei unüberprüfbareren Floren werden, die nur aus älterer Literatur bekannt sind (z.B. Rhön, MÜLLER-STOLL, 1936).

Eine Zusammenstellung der Eg-Faktoren für die genannten Floren ergibt eindeutige Trends:

Flora	Klima	Reichweite Eg	Mittelwert Eg	Vegetationstyp
f g i l m	Cfa kühler	0 – 16	6	sommergrün
d e f g i k m	Cfa	0 – 12	5	sommergrün
dg	kühler	0	0	sommergrün
d e f g m		0 – 26	15	sommergrün
		15 – 18	17	sommergrün
e i l m p (h)	Cfa	12 – 23	17	immergrün
a b h - a b e h l m	wärmer	16 – 50	27	immergrün
a b d e i m		25 – 33	28	immergrün
a d g i	Cfa wärmer	0 – 30	15	sommergrün (immergrün)

Diese Untersuchung zeigt, daß nach dem rezenten Gebrauch (vgl. MIYAWAKI, 1980) immergrün geprägte Wälder einen Wert von ca. 37 (und höher) aufweisen, sommergrüne etwa um 17 (bis 0).

Überträgt man das mit Arten arbeitende System von MIYAWAKI auf unseres (mit „-oiden“ Blatt-Typen), so dürften die Werte etwas tiefer liegen, so bei den älteren Floren (a b h) zwischen 17 und 30 (immergrün), bei den jüngeren zwischen 0 und 15 (sommergrün).

Abschließend soll erwähnt werden, daß die dargestellte Methode für die Molassefloren eindeutig zu verwenden ist – aber eine Überprüfung mit weiteren Florenkomplexen (z.B. der tschechischen und besonders der österreichischen Floren) notwendig erscheint. Sicherlich können die Abstufungen noch verfeinert und auch die Interpretationen können nach Revision alter Florenkomplexen verbessert werden.

Interpretiert man nun diese Angaben klimatologisch, so ist schnell zu sehen, daß es sich bei allen Vegetationstypen um Bewohner eines Cfa-Klimas handelt, wie ich

Tabelle 3: Die Fundorte, ihre häufigsten Pflanzenelemente und der Florentyp, sowie der Eg-Quotient.

Fundorte	Eg	Hauptelemente (Standortbeding)	Florentyp (Großräume)
Illertissen	20	a b h l m p	a b e h l m
Unterwohnbach	12	a i l m p t	e i l m p (h)
Steinheim	28	b c e h i	a b e h l m - e i l m p (h)
Derching	16	a f h l m p	a b e h l m
Reisensburg (Ob. Pfl.m)	23	e h i l m p	e i l m p (h)
Schrotzburg (unt. Lager)	16	a g h l m q	a b e h l m
Schrotzburg (ob. Lager)	28	a f g h l m n p	a b e h l m
Oehningen (unt. Lager)	42	a b c g h l m	a b e h l m
Oehningen (ob. Lager)	23	b d f h l m n p	a b e h l m
Randecker Maar	27	a b d g h m n	a b e h l m
Achldorf	11	d e f g i m	d e f g i k m
Aubenham	0	f g i l m	f g i l m
Zeilling	0	d e g i m	d g
Gumpersdorf	0	d g l m p	d g
Kirchberg	33	a b c d e f m n	a b d e i m
Frankfurt	0	f g h i l m	f g i l m
Lerch	18	a b f l m o	e i l m p (h) - d e f g m
Massendorf	50	a e l	a b e h l m
Mannersdorf	0	e g i l m p	d g (d e f g i k m)
Burtenbach	18	a c e h l m o p	a b e h l m
Schwandorf	25	a b d e f g i m n	a b d e i m
Ponholz	12	d g k n	d e f g i k m
Holzen	0	d e g i p	d e f g i k m
Heggbach (Coll. Stuttgart)	23	a b e h i l	a b e h l m
Heggbach (Coll. Holzer)	40	a b h l m	a b e h l m
Heggbach (Coll. Biberach)	21	a b e h l m o p	a b e h l m
Reisensburg (Zapfensande)	33	a b h m p r	a b e h l m
Reisensburg (graue Molasse)	30	a b i l m n q	a b d e i m - a b e h l m
Willershausen	16	b f g i k l m o	f g i l m
Wengen	33	a b d e i	a b d e i m
Thalham	0	d i n	d e f g i k m (d g)
Stürming	25	a d f l	a b (h) (?)
Hoher Rhonen	0	d i g k	a d g i
Massenhausen	16	d e f g i l m o p	d e f g m
Moravska Nova Ves	14	d e f g k l m r	d e f g m
Cerniky	17	b d f g h k m p	a b d e i m - a b e h l m
Toggenburg	30	a b d f g i m n	a d g i
Burghausen	0	d g i k m	d e f g m
Frechen	21	d g i m p	d e f g i k m
Gabbro	18	a b d g h i l m o	a b e h l m - e i l m p (h)
Türkenschanze	15	e f g h m p	e i l m p (h) - d e f g m
Domanski Wierch	0	f g i l m p	f g i l m
Mainzer Hydrobienkalke	26	a b d e i m n p	a b d e i m
Bischofsheim	27	e f g i l m	d e f g i k m
Eisgraben	25	a b d e g h	a b d e i m
Sieblös	33	a b d h i n	a d g i - a b d e i m
Chiuzbaia	30	d f g i m	d e f g m
Kreuzau	18	a b d e f g l m	[a b (h)] - d e f g m

schon verschiedentlich ausgeführt habe (vgl. GREGOR, 1980, 1981). Selbstverständlich ändern sich aber in diesem Klima Jahresdurchschnittstemperatur, mittlere Niederschläge, Januar- und Julitemperaturen, Frostperioden etc. und schwanken in einem kleinen Rahmen, ohne allerdings den warmtemperierten Charakter eines Cfa-Klimas zu verlieren.

#### Literatur

- ANHEISSER, R.: Die aruncoide Blattspreite. – Flora, 87, 64–94, Regensburg 1900.
- BERGER, W.: Neue Ergebnisse zur Klima- und Vegetationsgeschichte des europäischen Jungtertiärs. – Ber. Forsch. Inst. Rübel, Zürich (1954), 12–29, Zürich 1955.
- BERGER, W.: Untersuchungen an der obermiozänen (sarmatischen) Flora von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana. – Paleontographica italica, 51, 1–96, 25 Taf., Pisa 1958.
- BERGER, W. & ZABUSCH, F.: Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. – Neues Jb. Geol. Paläont., Abh., 98, 2, 226–276, 96 Abb., Stuttgart 1953.
- DILCHER, D. L.: Approaches to the identification of Angiosperm Leaf Remains. – The Bot. Review, 40, 1, 157 S., 24 Fig., New York 1974.
- DOLPH, G. E.: A Comparison of Local and Regional Leaf Characteristics in Indiana. – Proc. Indiana Acad. Sci. for 1970, 80, 99–103, 1 Fig., 2 Tab., Bloomington 1971.
- DOLPH, G. E.: Variation in Leaf Size and Margin type with Respect to Climate. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 30, 153–158, 1 Fig., Frankfurt a. M. 1978.
- FERGUSON, D. K.: The miocene Flora of Kreuzau, Western Germany, I. Leaf-Remains. – Verh. Kon. Ned. Akad. Wet. AFD, Naturkunde, Tw. reeks, Deel 60, No. 1, 297 S., 53 Taf., 51 Fig., Amsterdam 1964.
- GEBHARD, P.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen auf Blatt Ahm 7440 (Ndby.). – Unveröff. Dipl. Arb. Inst. allg. angew. Geol. Univ. München, 93 S., 51 Abb., München 1964.
- GIVULESCU, R.: Paläobotanische Untersuchungen im Pflanzenfundort Chiuzbaia (Kreis Maramures-Rumänien). – Memoires Inst. Geol. Geophysique, 28, 150 S., 43 Taf., Bucarest. 1979
- GREGOR, H.-J.: Neue Ergebnisse zur Florengeschichte und Ökologie der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 37, 36–47, 3 Abb., 2 Tab., Frankfurt a. M. 1979.
- GREGOR, H.-J.: Ein neues Klima- und Vegetationsmodell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten. – Verh. Geol. B.-A., 1979, 3, 337–353, 4 Tab., 1 Karte, Wien 1980.
- GREGOR, H.-J.: Die jungtertiären Floren Süd-Deutschlands – Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. – 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Stuttgart (Enke-Verlag) 1982.
- HANTKE, R.: Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger Fundstelle Schrotzburg (Schienberg, Süd-Baden). – Denk-Schr. Schweiz, naturf. Ges., Abh., 80, 2, 31–118, 16 Taf., 2 Tab., 4 Diagr., 2Abb., Zürich 1954.
- HEER, O.: Flora Tertiaria Helvetiae. –  
I. – 117 S., 50 Taf., Winterthur 1855  
II. – 100 S., 110 Taf., Winterthur 1856  
III. – 378 S., 156 Taf., Winterthur 1859
- HICKEY, L. J.: Origin of the Major Features of Angiospermous Leaf Architecture in the fossil Record. – Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 30, 27–34, 2 Fig., Frankfurt a. M. 1978.
- JUNG, W.: Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). – Paläontographica, B, 112, 119–166, 15 Abb., 6 Tab., Taf. 33–37, Stuttgart 1963.
- JUNG W.: Pflanzenreste aus dem Jungtertiär Nieder- und Oberbayerns und deren lokalstratigraphische Bedeutung. – 25. Ber. naturw. Ver. Landshut, 43–72, 8 Taf., Landshut 1968.
- JUNG, W.: Eine reiche Fundstelle obermiozäner Pflanzenreste in der Oberen Süßwassermolasse Südbayerns. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 9, 542–548, 1 Abb., Stuttgart 1970.

- JUNG, W. & MAYR, H.: Neue Befunde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **20**, 159–173, 1 Abb., 1 Tab., München 1980.
- KNOBLOCH, E.: Tertiäre Floren von Mähren. – 201 S., 309 Abb., 78 Taf., Brno 1969.
- KNOBLOCH, E. & KVACEK, Z.: Miozäne Blätterfloren vom WEstrand der Böhmisches Masse. – Rozpr. Ust. Geol., Sv. **42**, 131 S., 40 Taf., 7 Tab., 52 Abb., Praha 1976.
- KRAMER, K.: Fossile Pflanzen aus der Braunkohlezeit. Die obermiozäne Flora des unteren Fischbachtone im Tagebau Frechen bei Köln. – Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges., **67**, 199–233, 36 Abb., 1974.
- KRÄUSEL, R.: Die tertiäre Flora der Hydrobienkalke von Mainz-Kastel. – Paläont. Z., **20**, 1–4, 9–104, Taf. 3–12, 31 Abb., Halle/Saale 1938.
- MÄDLER, K.: Die pliozäne Flora von Frankfurt am Main. – Abh. senckenb. naturf. Ges., Abh. **46**, 202 S., 34 Abb., 13 Taf., Frankfurt a. M. 1939.
- MÄDLER, K.: Über die Möglichkeit einer planmäßigen morphologischen Analyse der dikotylen Blätter. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **13**, 70–118, 2 Abb., Frankfurt a. M. 1975.
- MÄDLER, K. & STRAUS, A.: Ein System der Blattformen mit spezieller Anwendung für die Bestimmung neogener Blattreste (Miozän und Pliozän). – Bot. Jb., **90**, 4, 562–574, Stuttgart 1971.
- MIYAWAKI, A.: Verwandlung immergrüner in sommergrüne Laubwälder in Japan. – Ber. Intern. Sympos. in Rinteln Hann.) 1978 der Intern. Verein. f. Vegetationskunde, Den Haag 1980.
- MÜLLER-STOLL, W.: Zur Kenntnis der Tertiärfloren der Rhön. – Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl., I, 1, 89–128, 2 Abb., 6 Taf., Karlsruhe 1936.
- OBERLI, H.: Nach Millionen Jahren ans Licht – Der Wald im Toggenburg zur Tertiärzeit. – Terra plana, **4**, 5 S., Abb., 1979.
- OETZSCHNER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen auf Blatt Vilsbiburg 7540 (Niederbayern). – Unveröff. Dipl. Arb. Univ. München, 101 S., 39 Abb. München 1965.
- PITTLER, S.: Jahrmillionen vor der eigenen Tür in: Burghäuser Geschichtsblätter, 32. Folge, Stadt Burghausen, 122 S., 1973.
- PROBST, J.: Verzeichnis der Fauna und Flora der Molasse im Württembergischen Oberschwaben. – Jh. Ver. vaterl. Naturk., Jg. **35**, 222–304, Stuttgart 1879.
- PROBST, J.: Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Molasse von Heggbach O.A. Biberach und einigen andern oberschwäbischen Localitäten, I und II. – Jh. Ver. vaterl. Naturk., Jg. **39** u. **40**, 166–242, 65–95, 2 und 1 Tafel; Stuttgart 1883/84.
- RÜFFLE, L.: Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. – Paläont. Abh., I, **3**, 139–298, Taf. I–XXXIV, 45 Abb., Berlin 1963.
- RÜHL, F.: Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerungen in Bayerisch-Schwaben. – 32. Ber. naturwiss. Ver. Schwaben und Neuburg in Augsburg, 490 S., 1896.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 17. Oktober 1981.