

## Ein neues Klima- und Vegetations-Modell für das untere Sarmat (Mittelmiozän) Mitteleuropas unter spezieller Berücksichtigung floristischer Gegebenheiten

VON HANS-JOACHIM GREGOR \*)

Mit 1 Abbildung und 4 Tabellen

Paläoklimatologie  
Klimageschichte  
Vegetationsgeschichte  
Tertiär, Sarmat, Badenien  
Mitteleuropa  
Paläobotanik  
Paratethys  
„Flora der Türkenschanze“

Österreichische Karte 1 : 50.000  
Blatt 59

### Zusammenfassung

Das bisher nach diversen fossilen Floren geforderte „aride bis semiaride Klima“ im unteren Sarmat (sensu STEININGER, RÖGL & MARTINI, 1976; Mittelmiozän) wird durch neuere Untersuchungen in Frage gestellt und ein humides bis semihumides Klima des Typs Cfa (nach KÖPPEN) gefordert. Dieses Virginia-Klima herrschte bereits im Torton und im Obersarmat, dürfte allerdings im Unter-Sarmat bedeutend niederschlagsärmer und vielleicht wintertrocken gewesen sein. Zusätzlich sind diverse besonders trockene Standorte in einer mesophytischen Vegetation zu rekonstruieren.

### Summary

The climate of the Lower Sarmatian (Middle Miocene), until now regarded to be of arid to semiarid type, is put up to consideration. New revised data suggest a humid to semihumid Cfa-climate (after KÖPPEN), like in the Tortonian or upper Sarmatian, but with much less precipitation and a dry winter. In addition, dry environments in a mesophytic vegetation are reconstructed.

### Einleitung

Seit mehr als 25 Jahren häufen sich die Hinweise, daß es im Obermiozän des Paratethys-Bereiches und zwar speziell im unteren Sarmat, eine „Trockenheitsperiode“ gab. Dies wurde nun von einigen Autoren zum Anlaß genommen, ein „arides“ Klima zu dieser Zeit zu rekonstruieren. Besonders BERGER (1953, 1955) und ANDREANSZKY (1959, 1963) beschäftigten sich mit tertiären Trockenelementen, wobei sie etwas oberflächlich mit klimatisch-ökologischen Begriffen umgingen. So wurden z. B. die Worte „arid-semiarid“ und „Steppe bzw. Savanne“ niemals eindeutig definiert oder detailliert dargestellt. Hauptsächlich die kleinblättrige Flora der Türkenschanze (BERGER & ZABUSCH, 1953) wurde als Beweis für das aride Klima angesehen. Später zitierte z. B. auch JUNG (1976, S. 87) die Meinung obengenannter und weiterer Autoren (z. B. SCHWARZBACH, 1974) und spricht bei den Riesablagerungen von einem „semiariden Klimabereich“, einen „unbestreitbar xeromorphen Gesamtcharakter der fossilen Flora“ oder einem „sommertrockenen Csa- bzw. Bshs-Klima“ (JUNG, 1976, S. 83) oder ein „ausgeprägtes

\*) Anschrift des Verfassers: DR. HANS-JOACHIM GREGOR, Institut für Paläontologie und historische Geologie, Abt. Paläobotanik, Richard-Wagner-Straße 10/II, D-8000 München 2.

Trockenklima“ (JUNG, 1977, S. 95). Auch ich selbst habe mich den genannten Autoren angeschlossen und 1977 (S. 249, 253) von einem arid getönten Cfa-Klima gesprochen, ohne die vorliegenden Daten weiter zu untersuchen oder zu überprüfen.

Die oben genannten problematischen Zuordnungen sind nachträglich umso verwunderlicher, da sowohl JUNG (1963, S. 154) für die Zeit der Massenhauser Flora (oberes bis oberstes Sarmat bzw. unterstes Pliozän) als auch HANTKE (1954, S. 103) für die der Schrotzburger Flora (Torton) eindeutig ein Cfa-Klima gefordert haben. Dazwischen soll die „aride Phase“ des Untersarmats gelegen haben. Selbst wenn mehrere Millionen Jahre der Zeitdifferenz zur Verfügung stehen, erscheint der „Sprung“ der Klimate im ausgehenden Miozän zu heftig und auch, wie die folgenden Beweise und Überlegungen dazu zeigen sollen — unbegründet.

Vorher sollen allerdings einige Begriffsdefinitionen gebracht werden, die für das Folgende unbedingt nötig und bindend sind. Zusätzlich werden Klimadaten und -tabellen sowie -diagramme im Vergleich gezeigt, um die Aussagekraft der vorliegenden Daten zu unterstreichen.

Die vorgelegte Arbeit entstand parallel zur Bearbeitung der Oberen Süßwasser-Molasse unter spezieller Berücksichtigung der Floren bzw. der fossilen Frucht- und Samenfunde. Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert und steht unter Leitung von Prof. W. JUNG (Inst. f. Paläontologie u. hist. Geol. München). Ich möchte mich sehr herzlich bei meinem Kollegen D. MÜLLER (ebenda) für den wissenschaftlichen Gedankenaustausch bedanken als auch bei K. Dossow vom selben Institut für die graphischen Zeichnungen.

## Definitionen

A) Arides Klima: Klimatyp in Gebieten, in denen die Verdunstung größer ist als der Niederschlag.

a) Vollarides Klima: Klima, in dem die mögliche Verdunstung das ganze Jahr über größer ist als der Niederschlag.

b) Semiarides Klima: Klima, in dem während des größeren Teils des Jahres aride Bedingungen herrschen.

(Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 59, BLÜTHGEN, 1966, S. 536).

B) Steppenklimate: a) wintertrocken: Übergangsklima in äquatorialen, feuchten Regionen am Rand der Wüsten mit sporadischen heftigen Regen und trockenen Wintermonaten.

b) sommertrocken: Übergangsklima in polwärtigen Gegenden am Rande der Wüsten mit winterlichen Niederschlägen (Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 110).

C) Savannenklimate: Tropisches Klima mit Trockenzeit und hohen Temperaturen vor Beginn der Regenzeit (Pflanzenwelt mit periodischer Trockenruhe bis 10 Monate).

(Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 107; BLÜTHGEN, 1966, S. 527).

D) Gemäßigtes, warmes, sommertrockenes Klima: Sommertrockenes Subtropenklimate mit heißen Sommern, feuchtmilden Wintern und immergrüner Hartlaubvegetation.

(Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 111; BLÜTHGEN, 1966, S. 524).

E) Feuchttemperiertes Klima: Klima der gemäßigten Zonen mit ganzjährigen Niederschlägen. Der kälteste Monat liegt zwischen +18 und -3° C, der wärmste übersteigt 10° und geht sogar bis über 22° C.

(Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 112, 113 und BLÜTHGEN, 1966, S. 523).

F) A-Klimate: Tropische Regenklimate

B-Klimate: Trockene Klimate (arid-semiarid)

C-Klimate: Warmgemäßigte Regenklimate

Cf-Klimate: Warmgemäßigte Regenklimate ohne ausgesprochene Trockenzeit

Cfa-Klima: Cf-Klima mit Temperatur des wärmsten Monats über 22° C

Cfb-Klima: Cf-Klima mit Temperatur des wärmsten Monats unter 22° C aber noch mindestens 4 Monate über 10° C

Cs-Klima: C-Klima mit Sommertrockenheit.

(Def. nach BLÜTHGEN, 1966, S. 524, 525).

G) Mittelmeer-Klima: Siehe gemäßigtes, warmes, sommertrockenes Klima vom Typ Cs (heiße Sommer — feuchtmilde Winter, europäischer Mittelmeerraum, W-Küste USA etc.).

Virginia-Klima: Siehe feuchttemperiertes Klima vom Typ Cfa (heute vor allem in den südöstlichen USA — schwül, sommerheiß; in Europa: Poebene, Ungarische Tiefebene und weitere Gebiete SE-Europas, weiter S-Japan, E-China etc.).

Buchen-Klima: Siehe feuchttemperiertes Klima vom Typ Cfb (heute in W- und Mitteleuropa, Südschweden, Südnorwegen; SE-Australien, Neuseeland, Azoren etc.). (Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 110—113).

H) Savanne: Tropische Grasflur mit während der Trockenheit laubabwerfenden Holzgewächsen.

(Def. nach SCHERHAG & BLÜTHGEN, 1973, S. 107).

Steppe: Krautige Landpflanzengemeinschaft im gemäßigten Klima ohne Bäume und Büsche, mit einem Wechsel der physiognomisch-floristischen Aspekte im Jahreslauf.

(Def. nach REICHELT & WILMANN, 1973, S. 110 und WALTER, 1973, S. 50).

Grasland: Formation des subtropisch-tropischen Bereichs mit krautigen Pflanzen und ohne Holz-Pflanzen, oft auf Sandböden.

(Def. nach WALTER, 1973, S. 50, 325).

Parklandschaft: Mosaik aus verschiedenen tropischen Vegetationseinheiten wie Waldgesellschaft, Grasland und Savanne.

(Def. nach WALTER, 1973, S. 327, 374).

Wälder: Hohe Baumbestände über 10 m, bei denen sich die Kronen mehr oder weniger berühren.

Gehölze: Baumbestände von 4—10 m Höhe; Deckung der Kronen über 25%.

Offene Baumfluren: Die Entfernung zwischen den einzeln stehenden Bäumen ist meist größer als ihre Höhe. Sowohl die Höhe der Bäume als auch die Entfernung zwischen ihnen kann stark schwanken.

(Def. nach WALTER, 1973, S. 50).

Ergänzend zu den obigen, hier als gültig angesehenen Definitionen seien noch einige geschichtliche Anmerkungen gebracht.

Über weitere, recht interessante Definitionen für Savanne und Steppe sei auf RICHARDS (1952, S. 315, 322—335) verwiesen. Eindeutig wird bei ihm aber festgestellt, daß beide Begriffe im „tropischen Bereich“ gelten, die Savanne mit Bäumen, die Steppe ohne solche, beide „tropisches Grasland“.

RICHARDS unterscheidet für die Savanne ein besonderes Aw-Klima (periodisch trocken) mit jahreszeitlichem Regen und einem mittleren Niederschlag von 60 mm im trockensten Monat.

Eine sehr überzeugende heute meist gebräuchliche zusammenfassende Definition des Begriffs Savanne liefert WALTER (1973, S. 323—325) der auf den Begriffsbestimmungen von TROLL & JAEGER aufbaut:

„Unter Savanne verstehen wir eine natürliche, homogene, zonale Vegetation der tropischen Sommerregenzone mit einer geschlossenen Grasschicht und darin gleichmäßig verteilten Holzpflanzen, Sträuchern oder Bäumen.“

Der Begriff Steppe wird bei WALTER nur für Grasländer der außertropischen Zone verwendet (z. B. Prärie, vgl. *ibid.* S. 325), im Gegensatz z. B. bei WISSMANN etc.

(in BLÜTHGEN 1966, S. 527), die ein tropisches, warmgemäßigtes, kühlgemäßigtes und boreales Steppenklimate darstellen und damit die Steppe mit unterschiedlicher Genese sehen.

### Klimadaten

Tabelle 1 zeigt Jahrestemperatur und -niederschläge verschiedener Stationen in diversen Klimaten, die als Modelle für das untere Sarmat in Betracht gezogen wurden

Tab. 1. Klimastationen diverser Klimatypen (nach Met-Office, part I, III, IV, 1967, 1972, 1974)

	Station	mittlere Jahrestemperatur ° C	mittlere Jahresniederschläge mm	Bemerkungen
A	München	6,5	957	etwa Riesgegend
	Regensburg	7,6	642	etwa Riesgegend
	Ulm	7,3	752	etwa Riesgegend
	Freiburg	10,5	922	
	Köln	11,0	699	
	Wien	9,3	660	
	Verona	13,4	726	
	Straßburg	10,0	607	Cfb-Klima Buchen-Klima humid
B	Gijon	14,1	1034	
	Burgos	10,5	560	
	Leon	11,0	534	
	Valladolid	12,1	404	
	Budapest	11,1	614	
	Sofia	10,6	661	Cfb-Klima humid — semihumid
C	New Orleans	20,5	1457	
	Little Rock	16,6	1221	
	Nashville	15,0	1196	
	St. Louis	13,3	1000	
	Jacksonville	20,5	1308	
	Norfolk	15,5	1145	Cfa-Klima humid perhumid
	D	Ancona	14,7	766
Venezia		13,5	770	
Trieste		15,2	1023	
Rijeka		13,9	1548	
Sulina		11,2	357	
Bucuresti		10,9	592	Cfa-Klima Europa humid — perhumid — semihumid
E	Istanbul	13,8	584	
	Split	16,3	821	
	Rom	16,2	744	
	Marseille	14,2	546	
	Malaga	18,5	474	
	Palermo	18,3	512	Cs-Klima Mittelmeerklima (semiarid-)
F	Ankara	11,6	345	
	Tunis	17,7	419	
	Haifa	21,6	261	
	Cairo	21,6	28	
	Dakhla	23,3	2,5	
	Kharkov	7,6	496	B-Klima arid-semiarid

(z. B. Cs-Klimate) oder hier in Betracht gezogen werden (Cfa, Cfb-Klimate). Es zeigt sich, daß bei den C-Klimaten gewisse Ähnlichkeiten untereinander vorliegen, die erst durch die in Abb. 1 gebrachten Klimadiagramme voll interpretiert werden können.

Allerdings läßt sich noch feststellen:

Die B-Klimate haben durchschnittlich hohe mittlere Temperaturen und extrem wenig Regen im Jahr, die Cs- und Cfa-Klimate haben ähnliche Temperaturen, aber verschiedene Niederschlagsmengen und das Cfb-Klima hat niedrige Temperaturen und relativ niedrige Regenmengen pro Jahr. Nachdem für die Zeit des unteren Sarmats eine erhöhte Temperatur gefordert wird (fossile Pflanzenreste) aber gleichzeitig eine geringe Niederschlagsmenge (dito, sowie Salzbildung etc.) ergibt sich für eine Rekonstruktion des Klimas zu dieser Zeit hauptsächlich ein (Cs-) Cf-Klima. Im weiteren soll diese Aussage spezifiziert werden.

Tabelle 2 vergleicht einige Daten des in Bayern herrschenden Cfb-Klimas miteinander und zeigt vor allem die Unterschiede innerhalb eines Klimatyps, abhängig von groß-regionalen Gegebenheiten und vom Standort (vgl. Niederschläge in der Vegetationsperiode, das Ries hier als „trockene Gegend“).

Tab. 2. Klimadaten für die Riesgegend (relativ trocken) und für München (relativ feucht)

	mittl. jährl. Lufttemp. (° C)	mittl. jährl. Nieder- schlagsmenge (mm)
Donauwörth (1)	7,6	692
Nördlingen (1)	7,7	647
München (1)	7,5	890

	Ries	München
(2) Mittl. wirkl. Lufttemperatur	7	7
(2) Mittl. wirkl. Lufttemperatur (Jan.)	— 1	— 2
(2) Mittl. wirkl. Lufttemperatur (Juli)	+17	+15
(2) Mittl. Niederschlagsmenge (Dez.)	40	60
(2) Mittl. Niederschlagsmenge (Juli)	100	140
(2) Mittl. Niederschlagsmenge (Mai—Juli = Vegetationsperiode)	180—200	300—400

(1) Daten nach ROCZNIK, 1960, S. 150, 151, Tab. 17, 18.

(2) Daten nach KOCH, 1952, div. Karten.

Abb. 1 vergleicht die Klimadiagramme verschiedener Stationen miteinander, wobei eine arid ist, eine semiarid und alle anderen dem humiden Bereich angehören. Bei der Besprechung einzelner floristischer Belege wird auf diese Beispiele für den Cfa-Klimatyp als Modell für das Klima des unteren Sarmat weiter eingegangen. Zu beachten sind vor allem die perhumiden Spitzen und die z. T. deutlich ausgeprägten winterlichen Trockenzeiten. Beachte ferner die Variabilität innerhalb eines Klimatyps, hier des Cfa-Klimas.

Im Folgenden möchte ich nun kurz einige Kriterien, die zu dieser Problematik der „Aridität“ geführt haben, näher beleuchten und untersuchen bzw. eine andere Klima-Deutung vorlegen. Es handelt sich allerdings um eine Auswahl:

### Beweise für ein Cfa-Klima im unteren Sarmat Mitteleuropas

Der wichtigste Punkt und vielleicht der „Begründer“ der Ariditäts- bzw. Steppen-Theorie dürfte beim sog. „Leguminosen-Typ“ der Blatt-Formen liegen. So stützt sich z. B. auch JUNG (1976, S. 81) hier auf die Daten, die BERGER (1953, S. 153; 1955, S. 23)

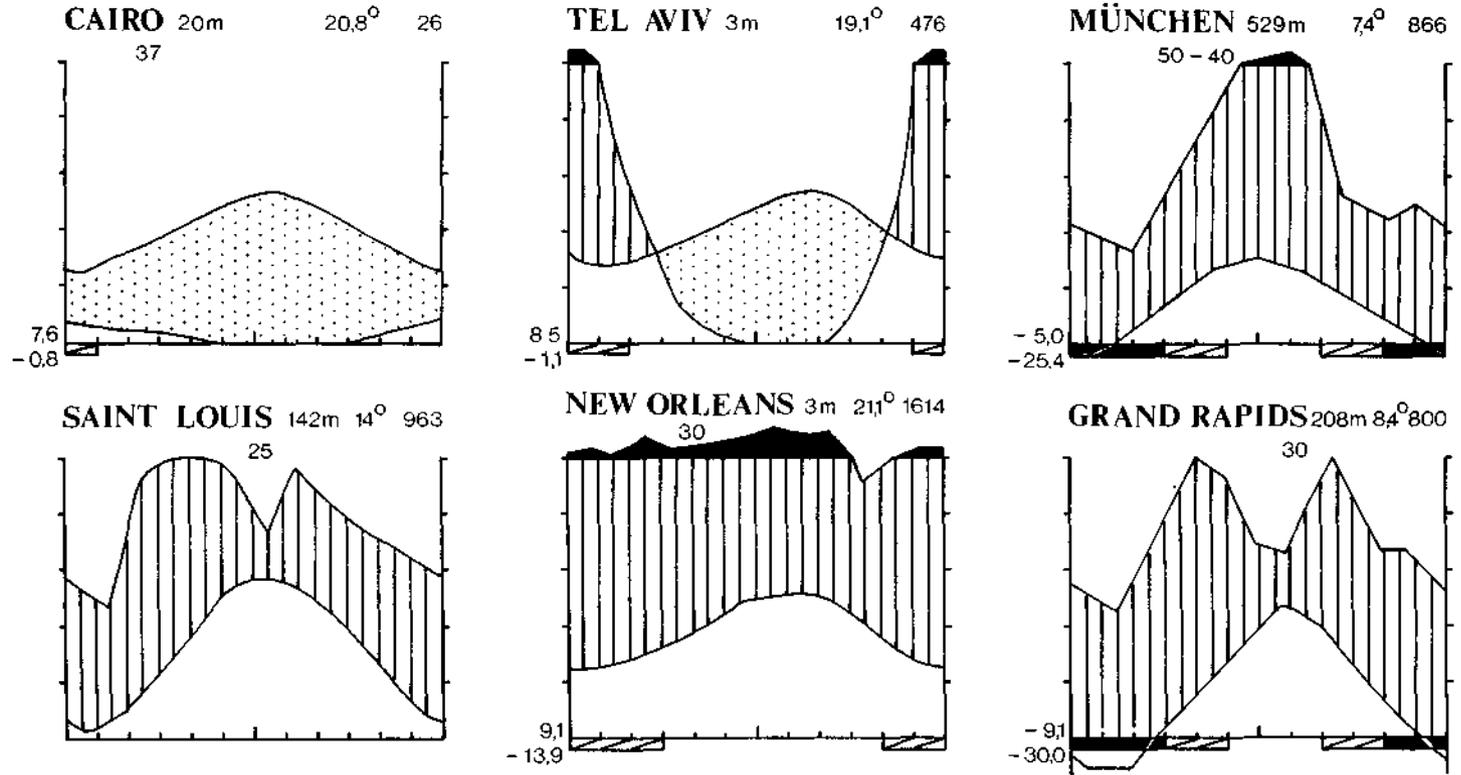
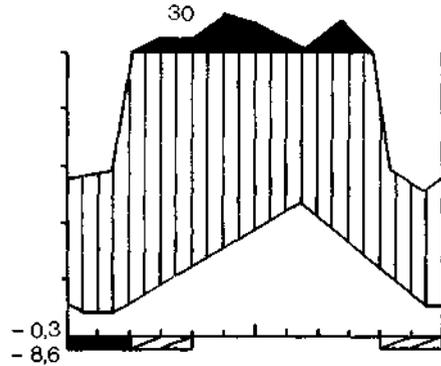
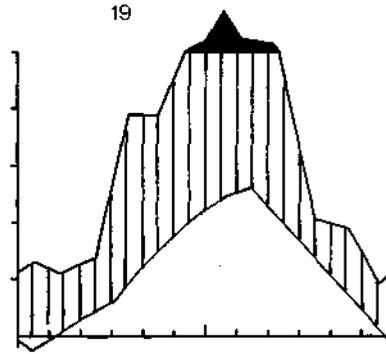
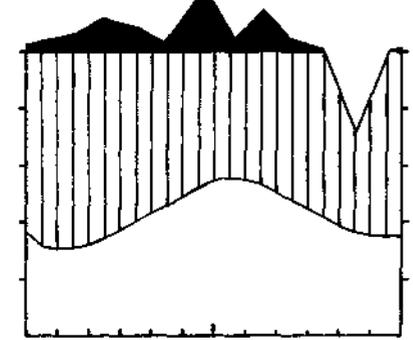
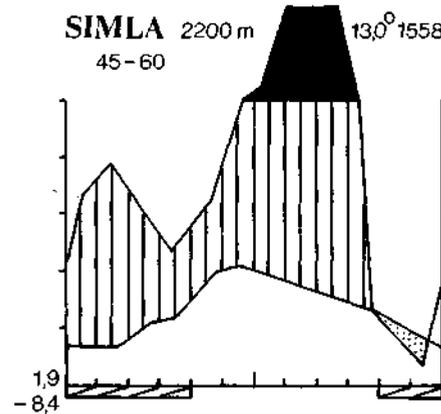
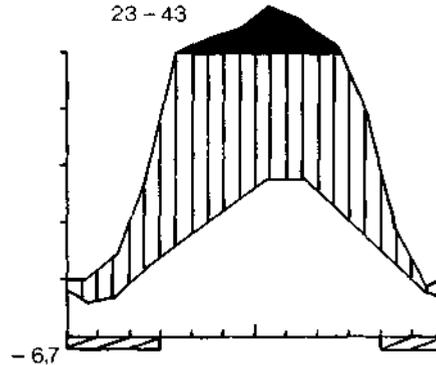
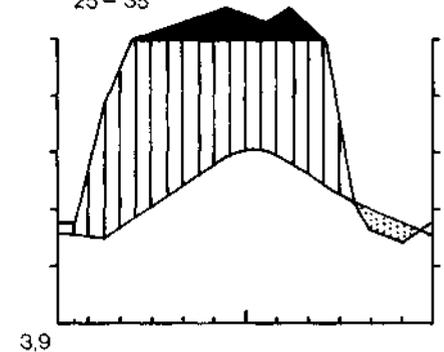


Abb. 1: Klimadiagramme verschiedener Stationen zum Modell-Vergleich ausgewählt (nach WALTER, HARNICKEL & MÜLLER-DOMBOIS, 1975, Erklärung der Diagramme ebendort, S. 3, 4)

**HIROSHIMA** 3m 14,7° 1577**TAIKYU** 52m 12,4° 980**TANSUI** 3m 21,9° 1933**SIMLA** 2200m 13,0° 1558  
45-60**ICHANG** 518m 17,8° 1117  
23-43**AMOY** 4m 21,8° 1195  
25-35

Karte 1 Nordamerika

- 3 Afrika und Madagaskar
- 5 Asien (südlicher Teil)
- 6 Asien (nördlicher Teil)
- 7 Europa

- A: Cairo (Ägypten) (arid);
- B: Tel Aviv (Israel) (semiarid)

- C: München (W-Deutschland) (humid, Cfb)
- D: St. Louis (USA) (humid, Cfa)
- E: New Orleans (USA) (humid, Cfa)
- F: Grand Rapids (USA) (humid, Cfa)
- G: Hiroshima (Japan) (humid, Cfa)
- H: Taikyu (Korea) (humid, Cfa)
- I: Tansui (Taiwan) (humid, Cfa)

- K: Simla (Indien) (humid, Cfa)
  - L: Ichang (China) (humid, Cfa)
  - M: Amoy (China) (humid, Cfa)
- (humider Bereich: senkrecht schraffiert  
arider Bereich: gepunktet  
perhumider Bereich: schwarz  
Frostperiode: schräg schraffiert)

und ANDREANSZKY (1959, S. 284, 1963, S. 162) in mehreren Beispielen angeführt haben. Die kleinblättrigen Leguminosenblättchen sollen auf ein „Savannen“- oder „Buschsteppen-Biotop“ hinweisen, bzw. ein „typisches Trockenstandortselement“ darstellen (vgl. obengenannte Zit.). Die daraus resultierenden xerophilen „Trockenwälder“ wurden andererseits z. B. ganz deutlich von HANTKE (1954, S. 94, 95) und RÜFFLE (1963, S. 266) richtig als „ufer- bzw. sumpfnah, relativ feuchte Berg- und Mesophytenwälder“ interpretiert, leider ohne daß dem später ein Gewicht beigemessen wurde. Es läßt sich eindeutig anhand der Florenlisten feststellen, daß sowohl die Gesamtkomposition der Flora der Türkenschanze (BERGER & ZABUSCH, 1953, S. 254) als auch der des Randecker Maares (RÜFFLE, 1963) und der des Rieses (JUNG, 1976 u. 1977) als durchaus warmgemäßigt und feuchttemperiert anzusehen ist (vgl. Tab. 3). Wie oben erwähnt ist eines der wichtigsten früheren Hinweise auf aride Bedingungen die kleinblättrige Leguminose *Podogonium knorrii* HEER. Diese fossile Art ist nun aber eindeutig mit der rezenten *Gleditsia monosperma* WALT. (USA) und mit *G. heterophylla* BUNGE (China) verwandt. Beide rezenten Arten bewohnen feuchte Alluvialebenen, die amerikanische Art steht z. T. zusammen mit *Taxodium* und *Nyssa* in Sümpfen (vgl. GREGOR, 1980, in Vorbereitung, sowie Abb. 1, Klimadiagramme von St. Louis, New Orleans, Ichang). Es liegt also keineswegs eine „trockenheitsliebende ausgestorbene Leguminose, ähnlich der rezenter afrikanischer Steppen“ (vgl. BERGER, 1953, S. 152, 153, 1955, S. 23, BERGER & ZABUSCH, 1953, S. 270 auch JUNG, 1976, S. 82), sondern ein eindeutig humid geprägtes Element (Virginia-Klima!).

Ähnliches gilt für meine 1977 beschriebene *Zanthoxylum wemdingense* aus dem Ries, die von mir mit der rezenten *Z. alatum* verglichen wird.

*Zanthoxylum alatum* ROXB. (= *Z. planispinum* S. & Z. = *Z. alatum* ROXB. var. *planispinum* S. & Z.) kommt nicht nur im Steppe Forest des Himalaya (vgl. GREGOR 1977, S. 253), an heißen, trockenen Plätzen entlang des Himalaya-Fußes (bis 5000 Fuß, vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Simla und PARKER, 1973, S. 61), auf niederen Bergen Japans (Honshu, Kanto, Shikoku, Kyushu, Ryukyu, vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Hiroshima und OHWI, 1965, S. 582), in Korea (Port Hamilton; vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Taikyū und NAKAI, 1909, S. 116) und China (bis 2000 m, W-Hupeh, Shensi, Yunnan, Chekiang, Kiangsu, vgl. Abb. 1, Klimadiagramme Ichang, Amoy, und SARGENT, 1916, S. 125 und Iconographia Corm. Sin. II, 1972, S. 540) vor. Auf Taiwan (LI, 1963, S. 385) ist das Gebiet extremster Sommer- und Winterunterschiede bevorzugt (alle im humiden Bereich, vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Tansui). Das von mir geforderte „arid getönte Cfa-Klima“ ist insoweit zu revidieren, als es besser heißt „ein niederschlagsarmes Cfa-Klima mit speziellem trockenem Standort sowie zusätzlicher Wintertrockenheit für die fossile *Zanthoxylum*-Form.

Die Flora der Türkenschanze (BERGER & ZABUSCH, 1953), die von verschiedenen Autoren immer wieder zitiert wird, soll als Beweis für humide Verhältnisse verwendet werden. Erstens kann prinzipiell gesagt werden, daß die Fossilfunde „ohne organische Substanz“ und zweitens „fast ausnahmslos nur in beschädigtem oder fragmentarischem Zustand“ erhalten sind (ibid. S. 230, 255). Dies konnte auch durch das Entgegenkommen von F. RÖGL vom Naturhistorischen Museum Wien in der dortigen Sammlung überprüft werden. Somit ist die floristische Aussagekraft bedeutend eingeschränkt bzw. die in der Arbeit (ibid. S. 255—272) rekonstruierte Ökologie, die Lebensräume etc. sind z. T. abzulehnen, da sie aufgrund der oben genannten Punkte nicht in dieser Ausführlichkeit dargestellt werden können. So weisen die Autoren selbst auf „unsichere“ Reste hin (*Protea*, *Celastrus*, *Sapotacites*, ibid. S. 257), und stellen viele weitere Formen in Anführungszeichen bzw. versehen sie mit Fragezeichen (*Fagus*, *Salix*, *Persoonia*, *Prunus*, *Acacia*, *Sophora*, *Dalbergia*, *Cassia*, *Xanthoxylum*, *Rhus* etc.,

ibid. S. 254, 255). Zuletzt sei noch auf die phantasievolle, aber nicht wirklichkeitstreue ökologische Zusammenstellung (ibid. S. 258) hingewiesen, die als „Beweis“ für „Macchia- und Hartlaubgehölz bzw. Savanne und Buschsteppe“ angesehen wurde. Dagegen ist einzuwenden, daß z. B. die dort erwähnten Gattungen *Buxus*, *Zanthoxylum*, *Acacia* und *Bromelia* (*Sapotacites*!) auch auf den Bahamas (humides Klima!) vorkommen und die Komposition *Crataegus*, *Rhus*, *Cornus*, *Zanthoxylum*, *Quercus* div. spec., *Gleditsia* etc. in der Deciduous Forest Formation von Kentucky-Tennessee (USA, vgl. HARSBERGER, 1958, S. 504) zu finden ist. *Sapindus falcifolius*, — eine „bekannte“ Trockenform im Tertiär (vgl. aber Kritik bei RÜFFLE, 1963, S. 237) hat z. B. ein feuchtes Äquivalent in *S. drummondii* in der „Ozark Area (Missouri-Gebiet, vgl. HARSBERGER, 1958, S. 514 und hier Abb. 1, Klimadiagramm New Orleans). Die dabei z. B. als *Myrsine* angesehenen Blätter sind sicher zu anderen Gattungen gehörig und haben mit afrikanischen Vergleichsformen nichts zu tun (vgl. persönliche Mitt. L. RÜFFLE, 1978, der seine *Myrsinophyllum randeckense* [1963, S. 252, mit Kutikularanalyse!] heute mit *Symplocos* in Verbindung bringt). Ähnliches gilt sicher auch für die problematischen Trockenformen *Celastrus* bzw. weitere Leguminosen (vgl. hierzu z. B. KNOBLOCH, 1969, S. 32, 33 und 27). Nicht umsonst hat FERGUSON (1971) statt sich systematisch festzulegen, von Gattungen No I—LXXVI geschrieben und eine Auflistung ähnlicher, vergleichbarer Formen vorgenommen. Natürlich ist dabei die ökologische Interpretation einer Flora eingeschränkt, aber objektiver.

Die sog. „afrikanischen“ Elemente (JUNG, 1976, S. 82 nach BERGER & ZABUSCH, 1953, S. 270) sind als Phantasieprodukte \*) BERGER's anzusehen, da z. B. bei Früchten und Samen aus dem europäischen Tertiär niemals afrikanische Vergleichsmöglichkeiten in Betracht kommen, sondern meist nur nordamerikanisch-ostasiatische bzw. natürlich Kosmopoliten und außerdem wie oben erwähnt, die Reste, für eine solche Zuordnung zu schlecht erhalten sind.

Somit bleibt von der Flora der Türkenschanze (BERGER & ZABUSCH, 1953) eine sichere Florenliste (vgl. Tab. 3) übrig, die keineswegs auf aride Klimabedingungen hinweist, sondern eine normale, feuchte Vegetation eines Cf-Klimas rekonstruieren läßt. Ähnliches gilt auch für die etwa gleichalten Floren des Rieses (JUNG, 1976, 1977) und der des Randecker Maares (vgl. RÜFFLE 1963; vgl. auch Tab. 3).

Zwei floristisch-klimatische Beispiele sollen aus der letztgenannten Flora (Unter- und Obersarmat) des Randecker Maares (RÜFFLE, 1963) ausgewählt werden und zeigen (im Zusammenhang mit der Gesamtflora), welcher Klimatyp zu dieser Zeit herrschte.

Die Lauraceen (ibid. S. 194—202) sind in Randeck recht kräftig vertreten (Gattungen *Nectandra*, *Phoebe*, *Ocotea*, *Litsea* und *Cinnamomum* möglich). Somit sind eindeutig feuchtigkeitsliebende Pflanzen vorhanden, die keineswegs als „xeromorph bzw. als „Ariditätsanzeiger“ anzusehen sind. (Einen *Laurophyllum*-Rest teilt auch JUNG, 1976, S. 79) aus dem Ries mit, interessanterweise keine *Cinnamomophyllum*-Reste. JUNG (1963, S. 151) erwähnt für letztere Gattung eine notwendige jährliche Niederschlagsmenge von 1300 mm. Dies möge z. B. als ein relativ gutes Kriterium angesehen werden, die Niederschläge im Ries auf jeden Fall unterhalb dieser Grenze zu suchen.)

Die Gattungen *Ailanthus* und *Koelreuteria* (RÜFFLE, 1963, S. 221, 237), die mit Flugfrüchten in Randeck mehrfach vertreten sind, kommen in Deciduous Broad-leaved- und Mixed Mesophytic Forests Chinas vor, oft auf den großen Alluvialebenen des Hwang-Ho und des Yangtse (WANG, 1961, S. 86, 115, 125), also keineswegs in „ariden“

\*) (Ebenso phantasievoll ist es wohl, *Cinnamomophyllum schenckeri* als „tropisch-asiatisches Element“ zu bezeichnen).

Tab. 3. Florenlisten diverser „sarmatischer“ Fundpunkte mit sicher nachgewiesenen Gattungen. Die besonders gekennzeichneten Formen können auch auf trockeneren Standorten vorkommen.

Gattung	Türken- schanze <sup>1)</sup>	Randecker Maar <sup>2)</sup>	Erdöben- ye <sup>3)</sup>	Mad <sup>4)</sup>	Ries <sup>5)</sup>
<i>Sequoia</i>	—	—	+	—	—
<i>Glyptostrobus</i>	—	+	+	+	+
<i>Pinus</i>	⊕	—	—	⊕	⊕
<i>Myrica</i>	+	—	—	—	—
<i>Juglans</i>	+	+	—	—	—
<i>Pterocarya</i>	—	—	+	+	—
<i>Salix</i>	+	—	—	—	—
<i>Populus</i>	+	+	—	—	—
<i>Carpinus</i>	—	—	+	+	—
<i>Quercus</i>	⊕	⊕	⊕	⊕	—
<i>Celtis</i>	—	+	+	—	—
<i>Ulmus</i>	+	—	+	+	—
<i>Zelkova</i>	+	+	+	—	—
<i>Eucommia</i>	—	—	+	—	—
Chenopodiaceen	—	—	—	—	⊕
<i>Ficus</i>	—	+	—	+	—
<i>Cinnamomum</i>	+	+	—	+	—
Lauraceae div. sp.	—	+	+	—	—
<i>Platanus</i>	—	—	+	+	—
<i>Liquidambar</i>	—	—	+	+	—
<i>Parrotia</i>	—	—	+	—	—
<i>Crataegus</i>	⊕	—	—	—	—
Leguminosen	+	+	—	—	—
<i>Podogonium</i> (Gleditsia!)	+	+	—	—	—
<i>Ailanthus</i>	—	+	+	+	—
<i>Rhus</i>	+	—	+	—	—
<i>Acer</i>	+	+	+	+	+
<i>Koelerentaria</i>	—	+	—	—	—
<i>Sapindus</i>	+	+	—	—	—
<i>Berberchia</i>	—	⊕	—	—	—
<i>Rhamnus</i>	+	—	—	—	—
<i>Cornus</i>	+	—	—	—	—

(+ = vorhanden, — = fehlt, ⊕ = kommt auch auf trockenen „Standorten“ vor)

<sup>1)</sup> nach BERGER & ZABUSCH, 1953

<sup>2)</sup> nach RÜFFLE, 1963

<sup>3)</sup> nach CZIFFERY-SZILAGY, 1955

<sup>4)</sup> nach JOZSA, 1955

<sup>5)</sup> nach JUNG, 1977

Gebieten (vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Ichang). Auch in dieser Flora finden sich somit keine „Trockenpflanzen“.

Recht interessant in diesem Zusammenhang erscheint die kleine Flora aus dem Steinheimer Becken, welche etwa gleichalt mit den Resten aus dem Ries ist. Die im Stuttgarter Museum für Naturkunde \*) liegenden Belege zeigen außer *Celtis*-Steinkernen Blätter vom Typus *Sapindus*, *Diospyros*, *Myrica* vel *Engelhardtia*, *Laurus* und vor allem wieder solche von „*Podogonium*“ (siehe S. 344) sogar mit Früchten und Samen. Blatt-Typen der

\*) Hier sei E. P. J. HEIZMANN & M. WARTH (ebenda) herzlich für die Erlaubnis und die Möglichkeit gedankt, das genannte Material studieren zu können.

Fagaceen (*Fagus* und *Quercus*) oder Rosaceen (rosoider Typus, evtl. auch ulmoid) sind nur sehr selten vorhanden. Die Flora trägt ein eindeutig humides Gepräge, wobei aber vorläufig noch keine näheren Niederschlagsmengen angegeben werden können.

Ein Wort sei noch gesagt zu den Floren von Ungarn und der CSSR, sowie zu denen der bayerischen Oberen Süßwasser-Molasse. Nach KNOBLOCH (1973, S. 258) fehlt das Untersarmat in der CSSR, während es in Ungarn in der interessanten Flora von Erdöbenye auftritt. Der „Trockenwald“ dieses Fundortes wird wieder von so problematischen Formen wie *Podogonium*, *Myrsine*, *Sapindus* und Hartlaubeichen (*Quercus mediterranea* z. B.) nachgewiesen. KNOBLOCH (ibid.) nennt aber im gleichen Atemzug auch begleitende Auenwälder (*Platanus*, *Populus* etc.), die ein ganz normales feuchttemperiertes Bild der Flora ergeben. Sicher dürfen wir hier aber wieder besonders trockene Standorte oder ein kleinregional etwas trockeneres Cfa-Klima (wie im Ries!) erwarten. Interessant mag auch erscheinen, daß in keiner der bisher vorliegenden Molasse-Blattfloren aus dieser Zeitspanne eine Häufung von „Trockenelementen“ zu finden ist (eine nähere Untersuchung dieser Floren würde sicher das hier neu entworfene Klimabild bestätigen!).

### Hinweise und Überlegungen zum Klima des unteren Sarmat

Da bei vielen Daten noch offene Fragen vorliegen (z. T. noch ungenügende systematische Fossilbestimmung; revisionsbedürftige Floren etc.) sollen noch eine Reihe von Überlegungen zur genannten Problematik gemacht werden, die noch nicht eindeutig beweisfähig sind, aber als Ansporn zur endgültigen Klärung der offenen Fragen dienen sollen.

Ein *Glyptostrobus*-Zapfen aus dem Ries (JUNG 1977, S. 93, vgl. auch 1976, S. 79) ist mit den rezenten *G. pensilis* KOCH aus China (WANG 1961, S. 144, 160), von S-Fukien, Kwangtung und Kwangsi zu vergleichen. Die rezente Art bevorzugt feucht-sumpfige Standorte im Bereich des Evergreen Broad leaved Forest (humider Bereich; Klimadaten in JUNG & KNOBLOCH, 1971, S. 12 und hier Abb. 1, Klimadiagramm Ichang).

JUNG erwähnt (1977, S. 95) in der Umgebung des Rieses eine xeromorphe Vegetation und rundet dieses Bild mit einer fossilen *Corispermum*-Art\*) (*Chenopodiaceae*) ab. Nach seinen Worten ist die Hauptverbreitung der Gattung in den Steppen und Halbwüstengebieten Asiens, was wiederum auf ein ausgeprägtes Trockenklima im Sarmat des Rieses hinweisen soll. Prinzipiell stimmt dies, vor allem für *C. hysopifolium* (vgl. WANG, 1961, S. 201 und HARSHBERGER, 1958, S. 599). Andererseits kommt die Art auch entlang der Ostküste des Lake Michigan, zusammen mit *Cakile americana* und *Euphorbia polygonifolia* (vgl. HARSHBERGER, 1958, S. 398) vor. Ähnliches gilt für die Ostküste von Lake Erie (Buffalo, ibid. S. 495). Beide Seen liegen in humiden Klimagebieten (vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Grand Rapids). Interessant wäre in diesem Zusammenhang ein Rezentvergleich mit den maritimen Pflanzenspezies des mit diversen Salzquellen ausgestattete Onondaga Lake (ibid. S. 499).

Die Dünenformation des Michigan-Sees (mit *Corispermum hysopifolium*, ibid. S. 499) führt u. a. *Salix*, *Prunus*, *Cornus*, *Populus* u. v. a. und ist umrandet von einem „deciduous forest“ (*Tilia*, *Fraxinus*) oder mesophytic forest (*Quercus*, *Pinus*, *Sassafras*, *Hamamelis*, *Rhus* etc. vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Grand Rapids).

Zusätzlich schreiben CORRELL & CORRELL (1975, S. 834) „chenopods are found . . . in wastelands, the reasons are often saline or alkaline soils“ (Ries-Salzsee!). Auch im

\*) Diese Fossilien konnten inzwischen nach eigener Überprüfung als entflügelte Endokarprien von *Ailanthus confucii* UNG. (nach RÜFFLE, 1963, S. 221—223) erkannt werden. Somit bleiben bei den *Chenopodiaceae* nur Pollen von *Polyporina multistigmata* (R. POT.) übrig (vgl. BRELIE, G. v. d., Geol. Bav., 75, S. 116, München 1977).

Gebiet Halle (Saale) kommen extreme Salzpflanzen vor, darunter auch Chenopodiaceen (vgl. die Salzflöze des Hinteren Gotthardsteiches, WITTE, 1969, S. 47—48).

Die von JUNG (1976, S. 81) zitierten Koniferenreste aus dem Ries, die den „xeromorphen“ Eindruck der Flora verstärken, sollen auch nochmals untersucht werden. Der unter *Chamaecyparis* sp. (vel *Glyptostrobus* sp.) aufgeführte Zweigrest gehört zu letzterer „Sumpfsart“, der Same von *Pseudotsuga* ist mit Fragezeichen versehen und die *Pinus*-reste mit zweinadeligen Kurztrieben können genausogut zu „temperiert-humiden *Pinus*-Typen“ gehören (vgl. rezente Formen bei SARGENT, 1965, I, S. 15 — *Pinus caribaea* MORELET — Swamp Pine; S. 22 — *Pinus resinosa* AIT; S. 25 — *Pinus glabra* WALT., S. 27 — *Pinus clausa* SARG.; S. 8 — *Pinus cembroides* ZUCC. u. v. a. vgl. auch Schlüssel auf S. 3 und 11; siehe auch LI, 1963, S. 47 *Pinus marsoniana* u. *P. taiwanensis*).

Das von JUNG (1976, S. 82) als bedeutsam für seine Rekonstruktionen der „mediterranen Zone der Hartlaubgebiete“ genannte einzige Blatt von *Ziziphus* (Rhamnaceae) ist wenig aussagekräftig (vgl. auch RÜFFLE, 1963, S. 158), da Arten der Gattung (immer im Hinblick auf die begleitenden „feuchten“ Elemente) auch unter humiden Bedingungen vorkommen, z. B. im Temperate Deciduous Broad-leaved Forest Chinas (vgl. WANG, 1961, S. 74), im Oak Forest (Hupei, Honan, Shantung, Shansi, S-Chakar, Jehoh und Liaoning, *ibid.* S. 80), zusammen mit *Koelreuteria*, *Juglans*, *Ailanthus*, *Gleditsia*, *Quercus*, *Ulmus* und *Zelkova*, besonders auf den großen Alluvialebenen (*ibid.* S. 86). Als ungefähre Klimadaten (*ibid.* S. 71) kommen eine mittlere Jahrestemperatur von 10—14,5° C und ein jährlicher mittlerer Niederschlag von 550—700 mm in Frage (vgl. Abb. 1, Klimadiagramm Ichang, aber zu viele Niederschläge!).

Zur Beschaffenheit der Blätter aus dem Ries schreibt JUNG (1976, S. 81), daß sie in einer Größenordnung unter 2 cm liegen. Daraus werden *sensu* BERGER „aride“ Verhältnisse geschlossen. Derselbe Blatttyp kommt aber auch unter feuchten Bedingungen vor, wie z. B. DOLPH (1970, 99—101) anschaulich nachweist. Weitere Veröffentlichungen in dieser Richtung, z. B. in DOLPH (1978) und ROTH & DILCHER (1978) wurden bisher nicht berücksichtigt. Auch DILCHER z. B. (1973, S. 51, Fig. 6) bringt Prozentwerte der „kleinen Blattformen“ in subtropisch-„jahreszeitlich trockenem“ bzw. „feuchten Gebieten“. Es zeigt sich eindeutig ein hoher Prozentsatz des kleinen Typus! (vgl. unter *Podogonium knorrii*). Die Dichtezahlen der Blatt-Nervatur können, wie JUNG (1976, S. 81) erkennt, nur bei größeren Materialmengen verwendet werden. Die gleichzeitig erwähnte, derb-lederige Beschaffenheit der meisten Blätter (immergrünes Hartlaub! vgl. KNAPP, 1965, S. 175—181, z. T. Chaparral) ist kein eindeutiges Anzeichen allein für „aride“ Bedingungen, sondern kommt z. B. auch in den Lorbeerwäldern (subtropisch-feuchtemperiert) der Kanarischen Inseln (vgl. MEUSEL, 1965) vor. Zusätzlich ist unklar, welche Blätter als „immergrünes Hartlaub“ angesehen werden (*Laurophyllum*, *Podogonium* gehören sicher nicht dazu, bleiben nur *Ilex*, *Ziziphus* (vgl. oben S. 348), „*Myrsine*“, „*Sideroxylon*“ und „*Sapotacites*“ (vgl. JUNG, 1976, S. 80, Anführungszeichen von demselben Autor).

Gut in einen „humiden“ Klimabereich fügt sich jedoch JUNG's (1977, S. 94) Erwähnung der Laubmoose im Profilabschnitt III des Rieses ein. Diese sind für „luftfeuchte Standorte“ bezeichnend. Leider wird daraus keine logische Erklärung abgeleitet (humides Klima mit besonderem Standort!).

PLANDEROVA hat 1974 (S. 676) das Klima des unteren Sarmats als „relativ trocken“ gegenüber dem des jüngeren angesehen, da trockenheitsliebende Gattungen wie *Ephedra*, *Rhus*, *Ilex*, *Engelhardtia* und Gräser in polnischen Ablagerungen aus dieser Zeit vorkommen. Gleichzeitig erwähnt sie das sporadische Auftreten von Lauraceen, Sapotaceen und *Lygodium* (*ibid.* S. 675).

Dazu kann gesagt werden, daß z. B. *Rhus* und *Ilex* in feuchten Deciduous Forests

des südöstlichen Amerikas auftreten (HARSHBERGER 1958, S. 504), *Engelhardtia* und *Lygodium* keineswegs „Trockenanzeiger“ sind (vgl. z. B. JÄHNICHEN, MAI & WALTHER, 1977) und die Chenopodiaceen genauso gut „Halophyten“ wie Trockenpflanzen sind (siehe S. 347, 348).

Daß Graspollen auftreten, ist wohl kaum verwunderlich, da es sicherlich auch weite offene Vegetationsflächen zur damaligen Zeit gegeben hat, ebenso wie heiße, trockene Felsstandorte. Auch die Makroflora von Stare Gliwice mit ihrem „Mediterrancharakter“ (vgl. SZAFER, 1961), die in den Basisschichten Ähnlichkeiten mit den Schichten vom Wemding hat, ist mehr als (semi-)humid (nicht mediterran!) getönt anzusehen, wobei dann der Wechsel zu „humid“ anzusehen ist. Der Autor schreibt selbst (S. 189), daß z. B. *Chamaerops* aff. *humilis* „avoids extremely dry environments“.

Es ist sicher, daß eine Bearbeitung der Diatomeen-Flora z. B. aus dem Ries einige interessante zusätzliche Aspekte für unser Problem bringen könnte, z. B. die Frage der extremen Bedingungen (Salzgehalt, Artenarmut, Individuenreichtum) und des „kurzgeschlossenen Kreislaufes“ (vgl. dazu z. B. SCHWABE & SIMONSEN, 1961, S. 263) ebenso wie die der „trockenen Standorte“ (atmosphärische Diatomeen, vgl. z. B. HUSTEDT, 1939, S. 333).

Auch paläozoologische Gegebenheiten sollen hier kurz erwähnt werden.

Ich zitiere GALL (1977, S. 97), der die Gastropode *Granaria* als Bewohnerin trockener und sonniger, steppenartiger Standorte ansieht. Sofern man das „steppenartig“ wegläßt, mag der Standort gut getroffen sein — ähnlich „in lichten Wäldern und Gebüsch“, in denen *Leucochroopsis* und *Discus* gelebt haben (vgl. auch LOZEK 1964, S. 211 — *Abida frumentum* etc.).

Auch BOLTEN bringt einige Gedanken, die zu überlegen geben (1977, 184—187). So deutet gerade er darauf hin, daß gewisse fossile Gastropodenformen, z. B. *Cepaea sylvestrina gottschickii* WENZ durchaus feucht geprägt sein konnten (Vergleich mit *C. nemoralis*!), sie aber aufgrund weiterer trockenheitsliebender Formen z. B. *Truncatellina* oder *Granaria* als Verwandte xerotherme Gebiete bevorzugender Formen, hier der *Cepaea vindobonensis* (FERRUSAC) ansieht. Betrachtet man nun die Daten, die LOZEK (1964, S. 312—314) für beide Cepaeen angibt, so ergibt sich tatsächlich ein gewisser ökologischer Unterschied zwischen beiden Arten, wobei *C. vindobonensis* bis Passau im W zu finden ist und *C. nemoralis* im E bis SW-Ungarn. Beide Arten finden sich z. B. zusammen vorkommend im Mittelpleistozän von Sedlec bei Prag (CSSR). Nachdem *C. vindobonensis* sogar bis zur Ostseeküste hinauf vorkommt, ist festzustellen, daß die Bevorzugung warmer, trockener Ebenen, Hügelländer, Felsen und die Vorliebe für grasige Hänge und offene lichte Wälder eine „Standortfrage“ darstellt, aber nicht eine Frage des Klimas ist — denn in beiden Fällen handelt es sich um ein Cf-Klima (humid, vgl. Abb. 1, Klimadiagramm München).

Natürlich deuten die vielen weiteren „trockenheitsliebenden“ Formen (z. B. *Granaria antiqua noerdingensis*, vgl. BOLTEN, 1977, S. 185) durchaus auf trockene heiße Standorte (im Sommer!) hin — dies aber in einem weiträumigen humiden Klimabereich — allerdings vermutlich wieder ohne perhumide Zeiten!

Sehr gut charakterisiert BOLTEN (1977, S. 186) auch den damaligen Vegetationsraum als „offen und trocken“, durch das Ausbleiben der anspruchsvollen Waldformen wie Zonitiden usw. rekonstruierbar. Solche Standorte finden sich durchaus auch in humiden Gebieten und das Ries hat heute noch ein niederschlagsarmes Klima im Vergleich mit dem des Alpenvorlandes (vgl. Tab. 2).

Die von HÖFLING (1977, S. 101) erwähnten ökologischen Hinweise z. B. „schichtbedeckendes Auftreten von Libellenlarven — mit vorübergehend Schlammgrund-Austrocknungsphasen), Trockenrissen und „Notonectiden lieben ... Gewässer mit

starker Sonneneinstrahlung“, lassen sich alle recht gut auch im humiden Klima unterbringen, ohne daß man dabei „aride“ Bedingungen annehmen müßte (vgl. dazu die ökologisch interessante Arbeit von FISCHER, 1961, S. 272, 273, 275). Der letzte Untersuchungspunkt sind die sedimentologischen Gegebenheiten speziell in den Riesee-Sedimenten.

Der hohe Salzgehalt im Profilabschnitt III, den JUNG & GALL (1977, S. 105) auf das semiaride Klima im Sarmat zurückführen, könnte auch völlig anders erklärt werden, so z. B. durch „aus dem Untergrund aufsteigendes salzhaltiges Wasser“ (Schwäbisch-Haller Revier). KIRCHHEIMER (1934, S. 280) hat einige Überlegungen zu den Salzstellen von Beuern und Homberg gebracht, die im Zusammenhang mit den Brackwasser-diatomeen (ibid. S. 280, 281) und den marinen Algen (ibid., S. 281 bzw. JUNG, 1977, S. 93) recht interessant erscheinen. Auch hier wieder muß keineswegs „arides“ Klima gefordert werden.

Die zeitweise erhöhte Salinität bzw. Verbrackung (vgl. JUNG, 1976, S. 81 nach HOLLAUS, 1969, S. 22, 28) läßt sich sicher auch durch ausgeprägte kurzfristige (winterliche?) Trockenzeiten im humiden Klimabereich erklären, bzw. durch die hohe Verdunstungsrate (sporadisch!) eines sehr seichten Gewässers (FISCHER, 1961, spricht bei ihren Odonaten-Untersuchungen von einer Wassertiefe von ca. 180 cm und fluktuierendem Wasserspiegel, sowie „Austrocknungs“ versuchen). Dies geht kongruent mit BOLTEN's Bemerkung (1977, S. 192) vom vermutlichen Oszillieren des Salzgehaltes im Ries (vgl. Abb. 1 Klimadiagramm Simla und Amoy mit ca. 2 Monaten Trockenheit und St. Louis mit Niederschlagsminimum, aber auch Taikyu mit Wintertrockenheit).

Gips- und Dolomiteinschlaltungen in den Wemdinger Riessedimenten (JUNG, 1976, S. 81) sind keine eindeutigen Ariditätsanzeiger, sondern können auch durchaus wiederum in humiden Klimaten gebildet worden sein (vgl. SCHWARZBACH, 1974, S. 125). Das Gleiche gilt für die Trockenrisse und fossile Regentropfen (JUNG, 1976, S. 81, die z. B. auch im humid-gemäßigten Klima des Schwandorfer Kohlenreviers in feinkörnig-tonigen rezenten Sedimenten in heißen Sommerzeiten zur Genüge auftreten (eigene Beobachtungen im Laufe mehrerer Jahre) und auch oftmals wieder zusedimentiert werden.

Nach diesen Ausführungen möchte ich eine definitive Aussage wagen, die alle möglichen Klima-Daten für den genannten Zeitraum im Sarmat zusammenfaßt: Das im Torton herrschende Cfa-Klima (vgl. HANTKE, 1954, und hier Tab. 1, C) wird im unteren Sarmat weitergeführt, wobei sich allerdings Änderungen in der Niederschlagsmenge und der Niederschlagsverteilung nachweisen lassen (vgl. auch Tab. 1). Die Niederschlagsmenge wird geringer und die -verteilung dürfte in der Vegetationsperiode sicher viel höher gewesen sein als im Winter (vgl. Tab. 1 D), welcher vielleicht sogar als Trockenperiode angesehen werden kann (die Verdunstung ist höher als der Niederschlag — dies gilt aber nur für kurze Zeit). Dieses feuchttemperierte (relativ trockene) Klima wird regional durch besonders trockene und warme Stand- und vielleicht auch Wuchsorte (Böden!) ergänzt. Die Vegetation war nach den fossilen Pflanzenresten zu schließen mesophytisch und unterscheidet sich prinzipiell nicht von der vorhergehenden und der nachfolgenden, wobei aber durchaus fazielle und kleinregionale (weite, offene Flächen) Unterschiede auftreten. Näher spezifiziert darf man wohl in der Riesegend offene Baumfluren oder Gehölze erwarten, dazwischen eine krautige Flur aus hauptsächlich Chenopodiaceen und vielleicht auch Gräsern. Eine Gras- oder Steppenlandschaft ist nicht ausgebildet. Umrahmt war dieser offene Standort sicherlich von ausgedehnten Gehölzen und Wäldern (bereits bei der Türken-schanze kommen auch Ahorn, Ulme usw. vor), die im Molassebereich höchstwahrscheinlich bereits feuchttemperiert-humid waren. Der Sonderstandort des Rieses (vgl.

Tab. 2) ist somit vermutlich als abhängig von der zonalen Verbreitung zu sehen (vgl. Tab. 2). Auch die Gegend des Randecker Maeres war bereits wieder bedeutend feuchter.

Im Obersarmat wird das Klima wieder niederschlagsreicher und möglicherweise ausgewogener, bleibt aber ein eindeutiges Cfa-Klima (vgl. JUNG, 1963, und hier Tab. 1, B, C, D).

Als Modell für unser Untersarmat-Klima möge das Klimadiagramm von Saint Louis oder Grand Rapids (zu tiefe Temperaturen! Abb. 1) gelten, vielleicht etwas mehr mit ausgeprägter Wintertrockenheit und noch etwas weniger Niederschlägen. Ein perhumider Bereich war sicher nicht vorhanden.

Ergänzend wird für das Torton ein Cfa-Klima Typus Simla-Ichang (Abb. 1) angenommen, für das Obersarmat eines der Typus Hiroshima-Taikyu, (Abb. 1). Dies sind aber nur Modellvorschläge (vgl. auch HANTKE, 1954 und JUNG, 1963).

Die folgende Zusammenstellung (Tab. 4) bringt das Modellverhalten des Klimas im Miozän nach diversen Autoren und die Rekonstruktion für das untere Sarmat nach den neuen Belegen und Hinweisen. Es handelt sich hier allerdings wieder um geschätzte Werte.

Tab. 4. Klimadaten für verschiedene Miozänstufen mit den neuen geschätzten Werten für das untere Sarmat (fußend auf den revidierten Unterlagen der genannten Autoren)

	Mittlere Jahres- Temperatur (° C)	Mittlerer jährlicher Niederschlag (mm)
Mittelmiozän		
Schwandorf	14—18	1500
GREGOR, 1978	(17)	
Obermiozän (Torton)		
Schrotzburg	etwa 16	etwa 1500
HANTKE, 1954	(oder darunter)	(oder weniger)
Obermiozän (Unter-Sarmat)		
Türkenschanze, Randeck	etwa 13—16	
BERGER & ZABUSCH, 1953;	(15)	500—1000
RÜFFLE, 1963		
Obermiozän (Unter-Sarmat)		
Ries, verändert nach	etwa 14	350—700
JUNG, 1976, 1977		
Obermiozän (Oberst-Sarmat)		
Massenhausen	13—14,5	1000 <—1200 >
JUNG, 1963		

#### Literatur

- ANDREANSZKY, G.: Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. — 360 S., 238 Abb., 68 Taf., 5 Karten, Budapest 1959.
- ANDREANSZKY, G.: Das Trockenelement in der jungtertiären Flora Mitteleuropas. — *Vegetatio*, 9, 155—172, 3 Taf., Den Haag 1963.
- BERGER, W.: Pflanzenreste aus den obermiozänen Ablagerungen von Wien Hernals. — *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 59, 141—154, 33 Abb., Wien 1953.
- BERGER, W.: Neue Ergebnisse zur Klima- und Vegetationsgeschichte des europäischen Jungtertiärs. — *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rütel Zürich*, (1954), 12—29, Zürich 1955.
- BERGER, W. & ZABUSCH, F.: Die obermiozäne (sarmatische) Flora der Türkenschanze in Wien. — *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 98, 2, 226—276, 96 Abb., Stuttgart 1953.
- BLÜTHGEN, J.: *Allgemeine Klimageographie*. — 720 S., (Walter de Gruyter & Co.) Berlin 1966.

- BOLTEN, R.: Die karbonatischen Ablagerungen des obermiozänen Kratersees im Nördlinger Ries. — Inaug. Diss. Univ. München 228+XXI S., 6 Taf., München 1977.
- BOLTEN, R., GALL, H. & JUNG, W.: Die obermiozäne (sarmatische) Fossil-Lagerstätte Wemding im Nördlinger Ries (Bayern). — Geol. Bl. NO-Bayern, 26, 2, 75—94, 2 Abb., München 1976.
- CORRELL, D. S. & CORELL, H. B.: Aquatic and Wetland Plants of Southwestern United States, vol. I & II, 1777 S., 789 Abb., Stanford Univ. Press, Stanford (Calif.) 1975.
- CZIFFERY-SZILAGYI, G.: Beiträge zur Kenntnis der sarmatischen Flora von Erdöbenye. — Jb. ungar. geol. Anst., XLIV, 1, S. 159—165, Budapest 1955.
- DEHM, R., GALL, H., HÖFLING, R., JUNG, W. & MALZ, H.: Die Tier- und Pflanzenreste aus den obermiozänen Riessee-Ablagerungen in der Forschungsbohrung Nördlingen. — Geol. Bav. 75, 91—109, München 1977.
- DILCHER, D. L.: A Paleoclimatic Interpretation of the Eocene Floras of Southeastern North America, Vegetation and vegetational hist. of North. Latin America, ed. A. GRAHAM, Chapt. 2, Elsevier Sci. Publ. Co., 39—59, Amsterdam 1973.
- DOLPH, G. E.: A Comparison of Local and Regional Leaf Characteristics in Indiana. — Proc. Indiana Acad. Sci., for 1970, 80, 99—103, 1 Abb., 2 Tables, Bloomington 1971.
- DOLPH, G. E.: Variation in Leaf Size and Margin type with Respect to Climate. — Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 30, 153—158, 1 Abb., Frankfurt a. M. 1978.
- FISCHER, Z.: Some data on the Odonata Corvae of small pools. — Int. Revue ges. Hydrobiol., 46, 2, 1961, 269—275, 2 Fig., Berlin 1961.
- GALL, H. (1977): in: DEHM GALL, HÖFLING, JUNG & MALZ —
- GALL, H. & JUNG, W. (1977): in: DEHM, GALL, HÖFLING, JUNG & MALZ,
- GREGOR, H.-J. (1977): *Zantbozylum wemdingense* nov. spec. aus untersarmatischen Riessee-Ablagerungen. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 17, 249—256, 3 Abb., 1 Taf., München 1977.
- GREGOR, H.-J. & HANTKE, R.: Revision der fossilen Leguminosengattung *Podogonium* HEER (= *Gleditsia* LINNÉ) aus dem europäischen Jungtertiär. — Feddes Rep., 91, 3, S. 151—182, 11 Abb., 7 Tab., 1 Karte, 5 Taf., Berlin 1980.
- HANTKE, R.: Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger Fundstelle Schrotzburg (Schienberg, Süd-Baden). — Denk-Schr. Schweiz. naturf. Ges., Abh., 80, 2, 31—118, 2 Abb., 16 Taf., 2 Tab., 4 Diagr., Zürich 1954.
- HARSHBERGER, J. W.: Phytogeographical Survey of North America. — 790 S., 18 Taf., 1 Karte, Hafner Publ. Co., New York 1958.
- HÖFLING, R. (1977): in: DEHM, GALL, HÖFLING, JUNG & MALZ,
- HOLLAUS, F.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet der Blätter Nördlingen-Ost und Nördlingen-West, mit besonderer Berücksichtigung der Pleistozän-Ablagerungen. — Diss. Univ. München, 85 S., München 1969.
- HUSTEDT, F.: Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java-Bali und Sumatra und dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. — Arch. Hydrobiol., Suppl. Bd. XV, 1938, 131—177, 187—295, 393—506, 638—790, Suppl. Bd. XVI, 1939, 1—155, 274—394, Stuttgart 1938—1939.
- Iconographia Cormophytorum Sinicorum. — Peking
- Tomus I Bryophyta, Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae: Dicotyledoneae (Archichlam) — 1157 S., 1730 Abb., 1972
- II Archichlamydeae, 1312 S., 2224 Abb., 1972
- III Sympetalae, 1083 S., 1460 Abb., 1974
- IV Sympetalae, 932 S., 1424 Abb., 1975
- JÄHNICHEN, H., MAI, D. H. & WALTHER, H.: Blätter und Früchte von *Engelbardia* LESCH. ex BL. (Juglandaceae) aus dem europäischen Tertiär. — Feddes Rep., 88, 5—6, 323—363, 9 Abb., Taf. XXXVIII—LVI, 4 Tab., Berlin 1977.
- JOSZA, G.: In Rhyolithuff und Quellenquarzit vorkommende Pflanzenreste aus der unteren sarmatischen Stufe der Umgebung von Mad. — Jb. ungar. geol. Anst., XLIV, 1—2, 165—170, Budapest 1955.
- JUNG, W. (1976): vgl. BOLTEN, GALL & JUNG
- JUNG, W. (1977): vgl. DEHM, GALL, HÖFLING, JUNG & MALZ
- JUNG, W. & KNOBLOCH, E.: Die Braunkohle von Wackersdorf. — Bayer. Braunk. Bergbau, 80, 1—11, Schwandorf 1971.

- KIRCHHEIMER, F.: Über vermutliche Salzstellen im Tertiär Oberhessens. — Centralbl. Min. etc., Jg. 1934, B, 6, 279—282, Stuttgart 1934.
- KNAPP, R.: Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika. — 373 S., 169 Abb., Stuttgart 1965.
- KNOBLOCH, E.: Die gegenseitigen Beziehungen der tschechoslowakischen und ungarischen Tertiärfloren. — Föld. Közl. 102, 3—4, 246—269, 1 Tab., Budapest 1973.
- KNOCH, K.: Klima-Atlas von Bayern. — Zentralamt d. Dtsch. Wetterd. Bad Kissingen 1952.
- LI, HUI-LIN: Woody flora of Taiwan. — 974 S., Morris Arboretum, Univ. of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylv. Livingston Publ. Company, Narberth (Pennsylv.) 1963.
- LOZEK, V.: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — Rozpr. Ustr. Ust. Geol., Sv. 31, 374 S., 32 Taf., Prag 1964.
- Meteorological Office — Tables of Temperature, relative Humidity and Precipitation for the world. Part I (Met. 0.617a), North America (1974)  
 III (Met. 0.856c), Europe (1972)  
 IV (Met. 0.617d), Africa (1967), London 1967—1974
- MEUSEL, H.: Die Reliktvegetation der Kanarischen Inseln in ihren Beziehungen zur süd- und mitteleuropäischen Flora. — In: GERSCH, M. (Hrsg.) Gesammelte Vorträge über moderne Probleme der Abstammungslehre I, 11 S., 13 Abb., Jena 1965.
- NAKAI, T.: Flora Koreana I. — Journ. Coll. Science, Imp. Univ. Tokyo, XXVI, 1, 304 S., 15 Taf., Tokyo 1909.
- OHWI, J.: Flora of Japan. — 1066 S., 17 Abb., 16 Taf., Smithsonian Institution Washington 1965.
- PARKER, R. N.: A Forest Flora for the Punjab with Hazara and Delhi. — 577 S., Delhi 1973.
- PLANDEROVA, E.: Palynologische Charakteristik des Sarmatien s. str. in: Chronostratigraphie und Neostatotypen M<sub>1</sub>-Sarmatien, Bd. IV, 674—687, 10 Taf., Bratislava 1974.
- REICHEL, G. & WILMANN, O.: Vegetationsgeographie. In: Das geographische Seminar, 216 S., 28 Abb., 18 Tab., (Georg Westermann) Braunschweig 1973.
- RICHARDS, P. W.: The tropical rain forest. — 450 S., 42 Abb., 38 Tab., (Univ. Press) Cambridge (Mass.) 1952.
- ROZNIK, K.: Wetter und Klima in Bayern. — (Hans Carl) Nürnberg 1960.
- ROTH, J. L. & DILCHER, D. L.: Some considerations in Leaf Size and Leaf Margin Analysis of Fossil leaves. — Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 30, 165—171, 3 Abb., Frankfurt a. M. 1978.
- RÜFFLE, L.: Die obermiozäne (sarmatische) Flora vom Randecker Maar. — Paläont. Abh. I, 3, 139—298, 45 Abb., Taf. 1—XXXIV, Berlin 1963.
- SARGENT, CH. S.: Plantae Wilsonianae, II. — 661 S., Cambridge 1916.
- SARGENT, CH. S.: Manual of the trees of North America, vol. I & II. — 934 S., 783 Abb., (Dover Publ. Inc.) New York 1965.
- SCHERHAG, R. & BLÜTHGEN, J.: Klimatologie, In: Das geographische Seminar. — 162 S., 9 Abb. VII Taf., 11 Tab., (G. Westermann-Verlag) Braunschweig 1973.
- SCHWABE, G. H. & SIMONSEN, R.: Cyanophyceen und Diatomeen aus der Krateroase Wau en-Namus (Fezzan, Zentrale Sahara). — Int. Revue ges. Hydrobiol., 46, 2, 255—268, 5 Abb., Berlin 1961.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. — 3. Aufl., 380 S., 191 Abb., 41 Tab., (Ferd. Enke Verl.) Stuttgart 1974.
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E.: Current Oligocene-Miocene Biostratigraphic Concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — Newsl. Stratigr., 4, 3, 174—202, 3 Abb., 1 Tab., Berlin 1976.
- SZAFER, W.: Miocene Flora from Stare Gliwice in Upper Silesia. — Prace geol. Inst. Warszawa, XXXIII, 205 S., 9 Abb., 26 Taf., 7 Tab., Warszawa 1961.
- WALTER, H.: Die Vegetationen der Erde, Bd. I: Die tropischen und subtropischen Zonen. — 3. Aufl., (Gustav Fischer Verlag) Stuttgart 1973.
- WALTHER, H., HARNICKELL, E. & MUELLER-DOMBOIS, D.: Klimadiagramm-Karten, 36 S., 14 Abb., 9 Karten, Stuttgart 1975.
- WANG, C.-W. (1961): The Forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. — Maria Moors Cabot Foundation Publ. Series No. 5, Harvard University, Cambridge, Mass. (Bot. Mus. Harv. Univ. Cambr. 38, Mass. USA), 313 S., 78 Abb., 22 Tab., Cambridge (Mass.) 1961.
- WITTE, W.: Naturdenkmäler im Kreis Merseburg. — Merseburger Land, Sonderheft 10, Merseburg 1969.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 17. Juli 1979.