

Fossilführende Spaltenfüllungen Süddeutschlands und die Ökologie ihrer oligozänen Huftiere

Von KURT HEISSIG^{*)}

Mit 7 Abbildungen

Kurzfassung

Im ersten Teil werden Situation, Füllung und Fauneninhalt von 29 neuen Spaltenfüllungen umrissen. Davon gehören 3 dem Unteroligozän, 13 dem Mitteloligozän, 7 dem Mittelmiozän, je 2 dem Obermiozän und Altpleistozän und je eine dem Eozän und dem Untermiozän an. Bedeutendere Faunen haben nur die mitteloligozänen Fundstellen „Möhren 19“, „Möhren 20“ und „Haag 2“, sowie die mittelmiozänen „Erkertshofen 2“ und „Petersbuch 2“ geliefert. Das Auftreten von Eozän und Obermiozän ist wegen der Seltenheit von Spalten dieses Alters von Bedeutung. Im Anschluß an die Neubeschreibung werden ergänzende Beobachtungen von bereits früher veröffentlichten Fundstellen geliefert, um auch von der geologischen Seite einen Beitrag zur ökologischen Situation zu geben. Eine Deutung der räumlichen und zeitlichen Verteilung von tertiären Spaltenfüllungen im Fränkischen Jura wird versucht. Im zweiten Teil, der der mitteloligozänen Huftierfauna gewidmet ist, werden zunächst alle auftretenden Huftierarten kurz charakterisiert. Zwei Arten, *Haagella peregrina* n. gen., n. sp. und *Paroxacron bergeri* n. sp., werden neu benannt; die erstere bildet die Typusart einer neuen Gattung, die den ersten Nachweis der asiatischen Tapir-Familie der Deperetellidae in Europa darstellt. Danach wird versucht, mit Hilfe verschiedener Methoden die zahlenmäßige Verteilung der einzelnen Arten auf die Fundstellen zu deuten, verschiedene Lebensgemeinschaften zu erkennen und diese zu charakterisieren. Als zweiter Schritt kann dann für die meisten Arten die Zugehörigkeit zu bestimmten Biotopen ermittelt werden. Zuletzt wird der Versuch gemacht, die zeitliche Verteilung der Arten klimatisch auszuwerten. Es ergibt sich zu Beginn des Mitteloligozäns ein Vorherrschen trockener Biotope, die mit der Wende zum mittleren Mitteloligozän und danach fortlaufend immer mehr durch Wälder zurückgedrängt werden. Da zugleich der Grundwasserspiegel ansteigt, ergeben sich einschneidende Veränderungen auch der biostratigraphischen Situation.

^{*)} Dr. K. HEISSIG, Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, Richard-Wagner-Str. 10, 8000 München 2.

Abstract

In the first part the situation, contents and fauna of 29 fissure fillings are shortly described. Out of these 3 are placed in the lower Oligocene, 13 in the middle Oligocene, 7 in the middle Miocene, 2 even in the upper Miocene and the early Pleistocene and one even in the lower Miocene and the Eocene. Important faunas were yielded only by the middle Oligocene sites "Möhren 19", "Möhren 20" and "Haag 2" and the middle Miocene sites "Erkertshofen 2" and "Petersbuch 2". The occurrence of upper Miocene and Eocene is remarkable because of the rareness of fissure sites of these ages. In connection with these first communications new observations from known localities are added to give geological data for an ecological analysis. The distribution of fissure fillings from the Tertiary of the southern Franconian Alb in time and space is discussed.

In the second part, devoted to the Ungulate fauna of the middle Oligocene, all Ungulate species occurring are shortly characterized. Two species and one genus (*Haagella peregrina* n. gen., n. sp. and *Paroxacron bergeri* n. sp.) are erected, the first one being the first record of the asiatic Tapiroid family Deperetellidae in Europe. Different methods are used for trying to interpret the frequencies of the species at different localities, to recognize the different faunal communities and to characterize them. In a second step the habitat of most species is found out. So it is possible to evaluate the distribution of the species in time for the recognition of changing climatic conditions. The result is an assumption of dominant dry biotopes at the beginning of the middle Oligocene, which — beginning at the middle of the middle Oligocene — are replaced gradually by forests. At the same time the ground water level is rising, causing changes in biostratigraphic conditions.

Inhalt

1.	Einleitung	239
2.	Beschreibung von neuen Spaltenfüllungen	240
2.1	Eozän	240
2.2	Headonium	240
2.3	Suevium	241
2.3.1	Basales Suevium (Zone von „Möhren 19“)	241
2.3.2	Tieferes Suevium (Zone von Ronzon)	245
2.4	Agenium	249
2.5	Orleanium	250
2.6	Astaracium	255
2.7	Altpleistozän	256
3.	Neue Daten zu bereits bekannten Fundstellen	258
4.	Die geologische Bedeutung tertiärer Spaltenfüllungen	260
4.1	Das Auftreten von Spaltenfüllungen im südlichen Frankenjura	260
4.2	Vorstellungen zur Bildung fossilführender Spaltenfüllungen	262
5.	Die Huftier-Arten des Mitteloligozäns	264
5.1	Perissodactyla	264
5.2	Artiodactyla	268
6.	Ökologische Deutung der Huftier-Faunen	273
6.1	Die Fragestellungen	273
6.2	Die Faunenspektren	273
6.2.1	Verfälschungen	273

6.2.2 Die Huftierfauna und ihre statistische Auswertung	273
6.2.3 Faunentypen und ihre Elemente	276
6.3 Die Lebensräume	278
6.3.1 Der Lebensraum der Anthracotheriden-Fauna	278
6.3.2 Der Lebensraum der <i>Diplobune</i> -Fauna	278
6.3.3 Der Lebensraum um „Haag 2“	279
6.3.4 Landschaftsbild und Klima im tiefen Suevium	279
6.4 Die Autökologie der Arten	280
6.5 Die Faunenverschiebungen im Mitteloligozän	284
6.5.1 Die stratigraphische Verbreitung der Arten und Gattungen	284
6.5.2 Klimatische Folgerungen	285
Literatur	286

1. Einleitung

Die vorliegende Studie bildet den ersten Teil der Auswertung mehrjähriger Beobachtungen an fossilführenden Spaltenfüllungen, die in den Jahren 1974 und 1975 im Rahmen des Forschungsprogrammes „Ökologie fossiler Landwirbeltiere“ von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wurden, wofür an dieser Stelle aufrichtig gedankt sei. Ein zweiter Teil, der die Ökologie der Nagetiere behandeln soll, befindet sich in Vorbereitung.

Die meisten der neu beschriebenen Fundstellen wurden zwischen 1970 und 1977 vom Verfasser, z. T. gemeinsam mit Kollegen entdeckt. Die Fundstelle „Möhren 11“ wurde von J. GREGOR entdeckt; „Erkertshofen 2“ und „Petersbuch 2“ wurden von den Bruchleitern gemeldet.

Das Material wird an der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München aufbewahrt, auf die sich die angegebenen Inventar-Nummern beziehen.

Die stratigraphischen Begriffe, die hier zur Verwendung kommen, entsprechen FAHLBUSCH 1976, also der auf Landsäugetieren basierenden biostratigraphischen Tabelle. Zugleich werden die „Zonen“ THALERS (1966) verwendet. Obgleich die zeitlichen Grenzen nicht genau zusammenfallen werden synonym für „Headonium“ auch „Unteroligozän“ (eozäne Anteile des Headoniums sind hier nicht belegt), für „Suevium“ auch „Mitteloligozän“, für „Agenium“ auch „Untermiozän“, für „Orleanium“ auch „Mittelmiozän“ und für „Astaracium“ auch „Obermiozän“ gebraucht.

Zu Dank bin ich all denen verpflichtet, die mir bei der Beschaffung und Bearbeitung des Materials behilflich waren: Herrn NIEFNECKER für die Meldung der Fundstelle „Erkertshofen 2“ und für seine Hilfe bei der Ausbeutung derselben. Herrn EISEN und Herrn VOLKERT für die Meldung der Fundstelle „Petersbuch 2“ und für ihre Hilfe bei der Bergung des Materials. Herrn VIOHL vom Jura-Museum Eichstätt für die rasche Übermittlung der Fundmeldungen. Herrn GREGOR, der mir die Publikation der Fundstelle „Möhren 11“ überließ. Meinen Kollegen die mir in steten Diskussionen zahlreiche Hinweise und Anregungen gaben, insbesondere den Herren FAHLBUSCH, der das DFG-Programm leitete, Herrn SCHMIDT-KITTLER, der sich insbesondere der Untersuchung der Carnivoren und Pseudosciuriden und damit der stratigraphischen Einstufung der Fundstellen annahm, und insbesondere Herrn Professor DEHM, der es mir ermöglichte, seine im selben Heft erscheinende Arbeit zu zitieren.

Zu danken habe ich auch Herrn SCHÖNFELD für das Schlämmen der 50 to übersteigenden Masse an Probenmaterial und den Damen und Herren, die das Auslesen der Feinrückstände besorgten: Frll. P. SCHLAEGEL, Frau V. STEINBERG, und die Herren HURLER, WERNER, ZIEGLER und KÄSTLE.

2. Beschreibung von neuen Spaltenfüllungen

2.1 E o z ä n

„Rohrach 1“

Im aufgelassenen Bruch im Steinbühl, e Rohrach in Weißjura δ

Blatt 7030 Wolfenstadt, r 44 12 840 h 54 28 880

Entdecker: HEISSIG 7. 6. 75

Die Spalte bildet in der Mitte den tieferen Teil der heute noch erschlossenen SE-Wand des Bruches. Sie wird nur 6—10 cm breit. Ihre Füllung, ein stark sandiger, kalkig verhärteter Bohnerz-Lehm, ist nur noch in Resten erhalten. An Fossilien wurde nur ein linker P₄ eines großen

Propalaeotherium sp.

gefunden. Am wahrscheinlichsten ist danach ein mitteleozänes Alter anzunehmen.

2.2 H e a d o n i u m

„Möhren 23“

Im Steinbruch der Fa. Herzog w Möhren, in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen, r 44 16 400 h 54 21 830

Entdecker: HEISSIG 14. 4. 76

Inv.-Nr. 1976 XXV

Die Spalte liegt etwas sw der Nordecke des Bruches in der NW-Wand, dieser streckenweise parallel verlaufend oberhalb der Wand im tiefgründig zersetzten Blockwerk, ca. 8 m unter Gelände. Sie streicht, nach SW an Breite zunehmend, mit etwa 2 m Breite in die SW-Wand dieses 1976 abgebauten nördlichen Bruchteils. Die Füllung besteht aus einer schlierig-schichtigen Wechsellagerung von bräunlichem Lehm, hell gelbgrünem Sand und braungrünfleckigem tonig verklebtem Geröll. Die meisten Fossilien stammen aus dem Übergangsbereich von Geröll zu Sand. Sie sind meist stark abgerollt.

Fauna: Salamandridae

Squamata

Testudinata

Nyctitheriidae

Chiroptera

Pseudosciurus suevicus

Suevosciurus fraasi

Gliridae

Carnivora

Palaeotherium sp.

Plagiolophus sp.

Anoplotherium sp.

Diplobune sp.

Alter: Nach der Zusammensetzung der Huftierfauna, Palaeotheriidae und Anoplotheriidae, ohne jüngere Elemente, ist eine Einstufung in das Headonium ge-

rechtfertigt. Die evolutiven Stufen von *Pseudosciurus* und *Suevosciurus* widersprechen dieser Einstufung nicht. Ein Zusammenhang mit der früher in etwa 60 m Entfernung aufgeschlossenen Spalte „Möhren 2“ (DEHM 1961, S. 2) etwa gleichen Alters ist zu vermuten, jedoch vorerst nicht zu belegen.

„Grafenmühle 4“

Im Steinbruch der Fa. Balz, an der Grafenmühle b. Pappenheim, WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 22 590 h 54 22 250

Entdecker: HEISSIG 28. 5. 75

Die Spalte liegt an der NW-Wand des westlichen Bruchteils und streicht nach NW in die Wand. Es handelt sich um eine dünne Kluft, die sich stellenweise auf 25—30 cm erweitert. Die Füllung ist sehr heterogen, einzelne Blöcke von fossilführendem Kalksandstein liegen in Sand oder graubraunem bis grünlichem, stark sandigem Lehm, der ebenfalls Fossilien führt.

Fauna: Nyctitheriidae

Pseudosciurus suevicus

Palaeotherium sp.

Anoplotherium sp.

Alter: Die geringen Funde erlauben keine sichere Aussage, ob es sich um Headonium oder basales Suevium handelt. Positive Hinweise für letzteres fehlen.

„Grafenmühle 5“

Im südlich der Waldstraße gelegenen Nebenbruch (1976 Versuchsbruch) der Fa. Balz an der Grafenmühle b. Pappenheim in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 22 750 h 54 22 050

Entdecker: HEISSIG 3. 10. 75

Die Spalte bildet in der Ostecke des Bruches einen Teil der SE-Wand. Sie ist nur etwa 10—20 cm breit. Ihre Füllung ist zum größten Teil ein gelblicher kalkig verfestigter lehmiger Sandstein, daneben unverfestigter, etwas dunkler getönter sandiger Lehm. Die meisten Fossilien sind abgerollte Knochensplinter.

Fauna: Pseudosciuridae

Alter: Headonium oder Suevium

2.3 Suevium

(Mitteloligozän im säugetierpaläontologischen Sinne)

2.3.1 Basales Suevium (Zone von „Möhren 19“)

„Möhren 17“

Im südlichen Steinbruch an der Straße nach Treuchtlingen (Fa. Fickl & Lorenz) in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen, r 44 18 170 h 54 23 120

Entdecker: HEISSIG 1972

Die Spalte bildet den obersten Teil der SW-Wand, die durch eine NE fallende Abschiebung gebildet wird. Bis 4 m unter der Oberkante des Bruches ist entlang der Kluft eine Lösungshohlform mit seitlichen Hohlkehlen entwickelt. Der Inhalt besteht aus Bohnerz-Sand und Bohnerz-Lehm, wobei das Bohnerz fast die Hälfte der Masse ausmacht. Die Füllung ist gut geschichtet und partienweise kalkig verhärtet.

Die Mächtigkeit ist nicht mehr feststellbar.

Fauna: Gastropoda
Squamata
Testudinata
Theridomys sp.
Pseudosciurus suevicus
Palaeotherium medium
Diplobune bavarica
Cainotheriidae
Pseudogelocus scotti

Alter: Das Auftreten von *Palaeotherium* hat zunächst zur Annahme eines headonischen Alters geführt. Seit jedoch mit „Möhren 19, 20 und 21“ auch tiefst suevische Faunen mit *Palaeotherium* bekannt sind, erscheint ein solches wegen des Auftretens von *Pseudogelocus* wahrscheinlicher.

„Möhren 19“

Im Steinbruch beim Blockhaus s Möhren (Fa. Böswald) in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 620 h 54 21 700

Entdecker: HEISSIG & SCHMIDT-KITTLER 16. 7. 1974

Inv.-Nr. 1974 XXV

Auf die Spaltenfüllung wurde 1975 (HEISSIG & SCHMIDT-KITTLER, 1975, S. 57 ff) schon kurz eingegangen. Sie bildete 1974 die Ostwand des 1971—1976 in Betrieb befindlichen Bruches. Die Fossilführung war fast ganz auf eine über 1 m breite Erweiterung, etwa 4 m über der tiefsten Sohle beschränkt, die, sich verbreiternd, nach N in die Wand zog.

Die Füllung war sehr heterogen. In unregelmäßiger aber deutlicher Schichtung wechselten gelbbraune Bohnerzlehme, ähnlich gefärbte Sande, fast reine Bohnerzlagen und lehmverklebte Geröllschichten. Vor allem die Sande waren stellenweise zu großen Blöcken kalkig zementiert. Ebenso kamen starke Sinterverkrustungen und reine Sinterlagen, sowie Stalagmiten, im Sediment stehend, vor. Die Fossilien waren vor allem in grobkörnigen Sedimenten häufig, in den Sanden frisch, in den Geröllschichten abgerollt. Das unterirdische Gewässer mit stark wechselnder Transportkraft stand wohl mit oberflächlichen Gerinnen in Verbindung. Die Abrollung der großen Knochen spricht für längere Transportwege.

Flora: *Celtis* sp.

Fauna: *Cepaea* ?

Cochlostoma sp.
Amphibia
Lacertilia
Ophidia
Testudinata
Aves
Peratherium sp.
Nyctitheriidae ind.
Neurogymnurus minor
Neurogymnurus sp.
Myxomygale antiqua
Chiroptera indet.
Cynodictis sp.

Amphicynodon gracilis
Amphicynodon leptorhynchus
Amphicynodon cf. *vulpinus*
Pachycynodon dubius
Cephalogale minor
Pseudocyonopsis cf. *antiqua*
Palaeogale felina
Eusmilus bidentatus
Sciurodon cadurcense
Suevosciurus fraasi
Suevosciurus ehingensis
Pseudosciurus suevicus
Theridomys aquatilis
Gliravus aff. *bruijni*
Pseudodryomys fugax
Microdyromys aff. *koenigswaldi*
Eomys zitteli
Eucricetodon atavus
Shamolagus franconicus
Protapirus priscus
Eggysodon sp.
Ronzotherium filholi
Palaeotherium duvali
Palaeotherium medium
Plagiolophus fraasi
Plagiolophus minor
Dichobune fraasi
Entelodon magnum antiquum
Propalacochoerus aff. *paronae*
Anoplotherium pompeckji
Anoplotherium commune
Diplobune bavarica
Diplobune quercyi
Dacrytherium ovinum
Paroxacron bergeri n. sp. (S. 270)
Plesiomeryx cadurcensis
Pseudogelocus scotti
Gelocus cf. *laubei*

Alter: Das gemeinsame Vorkommen von typischen Elementen der *Anoplotherium-Palaeotherium*-Fauna des Headoniums mit Zuwanderern der „Grande Coupure“ könnte zur Annahme einer Faunen-Vermischung verleiten. Größe und Entwicklungsstadium von *Pseudosciurus* sprechen jedoch für eine Übergangszeit. Die Einheitlichkeit der Größenverteilungskurve verbietet es, eine Vermischung in Betracht zu ziehen. Es handelt sich damit um eine besonders reiche Fauna in dem kurzen Zeitraum zwischen der „Grande Coupure“ und dem Erlöschen der Gattungen *Palaeotherium* und *Anoplotherium*. Bisher waren aus dieser Zeit nur wenige Funde bekannt (FRANZEN 1968, S. 163).

Die Fauna ist also der Basis des Sueviums zuzuweisen.

„Möhren 21“

Im Steinbruch am Blockhaus s Möhren (Fa. Böswald) in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 600 h 54 21 730

Entdecker: HEISSIG 25. 2. 1976

Die Spalte bildet ein größeres Versturzsysteem entlang einer WNW streichenden südfallenden Abschiebung. Ihre Breite betrug bis zu 8 m. Sie liegt etwas (ca. 4 m) höher als „Möhren 19“ mit dem sie wohl in Verbindung steht.

Der Inhalt der Spalte entspricht etwa dem von „Möhren 19“, doch ist die Schichtung stellenweise durch späteren Versturz zerstört oder schräggestellt.

Flora: Kleinere Steinkerne von Samen

Fauna: Gastropoda

Insecta (Larven)

Amphibia

Ophisaurus sp.

Testudinata

Peratherium sp.

Erinaceidae

Nyctitheriidae

Carnivora indet.

Suevosciurus fraasi

Suevosciurus ehingensis

Pseudosciurus suevicus

Theridomys aquatilis

Gliravus sp.

Eomys sp.

Eucricetodon atavus

Diplobune sp.

Anoplotherium cf. *pompeckji*

Plesiomeryx cadurcensis

Pseudogelocus scotti

Alter: Die Einwanderer der „Grande Coupure“, Eomyiden und Cricetodonten, sprechen für ein suevisches Alter. Lediglich ein Zahnfragment von *Anoplotherium* weist darauf hin, daß die Fundstelle mit dem räumlich eng benachbarten „Möhren 19“ etwa altersgleich sein dürfte.

Für die ökologische Analyse werden altersgleiche Spalten im gleichen Bruch und mit gleicher Fazies zusammengefaßt: so hier „Möhren 10, 19, 21“.

„Möhren 20“

Im Bruch der Fa. Engelhardt (Ehem. Tobisch), am Waldrand nw Möhren, in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 110 h 54 23 420

Entdecker: HEISSIG 5. 11. 1975

Inv.-Nr. 1975 XXII

Die Spalte, die bereits 1976 kurz erwähnt wurde (HEISSIG & SCHMIDT-KITTLER 1976, S. 84) bildet die NW-Wand des Bruches. Stellenweise fiedert sie in mehrere parallele Spalten auf. Ihre Breite erreichte maximal 40 cm.

Die Füllung besteht aus rötlichbraunem, mäßig bohnerzführendem Lehm ohne Schichtung. Verkieselungsrückstände aus dem Weißjura und Fossilien sind nur nesterartig angereichert, sonst selten. Die stärkste Fossilführung fand sich in etwa 8 m Tiefe unter dem Kran. Nur ein Teil der Knochen ist abgerollt. Z. Teil sind

Knochen- und Dentinsubstanz weggelöst.

Flora: Steinkerne von kleinen Samen

Fauna: Insecta (Larven)

Pisces

Amphibia ind.

Lacertilia ind.

Ophidia ind.

Testudinata

Peratherium sp.

Erinaceidae

Chiroptera

Amphicyonidae

cf. *Palaeogale* sp.

Suevosciurus fraasi

Suevosciurus ehingensis

Pseudosciurus suevicus

Sciurodon cadurcense

Theridomys aquatilis

Gliravus sp.

Eomyidae

Eucricetodon atavus

Shamolagus franconicus

Protapirus priscus

Palaeotherium duvali

Diplobune bavarica

Diplobune quercyi

Tapirulus sp.

Plesiomeryx cadurcensis

Paroxacron bergeri n. sp. (S. 270)

Pseudogelocus scotti

Gelocus laubei

Alter: Neben zahlreichen Zuwanderern ist nur *Palaeotherium duvali* als Überlebender des Headoniums anzusprechen. Die Fundstelle dürfte damit wohl dasselbe Alter repräsentieren wie „Möhren 19“, nämlich das tiefste Suevium. Dafür spricht auch das Auftreten von *Shamolagus*, einer in Europa vermutlich sehr kurzlebigen Form. Die Bedeutung der Fauna liegt im Reichtum an Kleinsäugetern, der eine Ergänzung zu der vorwiegend Großsäuger liefernden Fauna von „Möhren 19“ bildet.

2.3.2 Tieferes Suevium

„Möhren 11“

Im Steinbruch w der Straße nach Rehlingen s Möhren (Fa. Kiefel & Meier, später Marmor Engelhardt) in WJ 8

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 450 h 54 21 650

Entdecker: GREGOR 1971

Inv.-Nr. 1971 V

Die Spalte entspricht der Lage, die in HEISSIG 1970 für „Möhren 7“ angegeben ist. „Möhren 7“ bezieht sich nur auf Haldenmaterial, das vom Inhalt der Spalte faziell und vor allem farblich verschieden ist. Sie liegt in dem südlich den Brucheingang flankierenden Pfeiler und ist weitgehend von Abraum verschüttet. Ihr oberster

Teil ist ca. 1 m breit, streicht etwa NW—SE und fällt steil nach SW. Hier wurden bisher kaum Fossilien gefunden. Diese stammen aus zwei sehr tief in den Berg reichenden Lösungshohlformen, die etwas tiefer an die SE-Wand des Pfeilers anschließen, die von einer ebenfalls lehmgefüllten Kluft gebildet wird und an dieser Stelle stark überhängt. Diese Stelle liegt heute etwa 7 m unter Gelände.

In diesen Hohlräumen sind gut geschichtete Lehme erhalten, die auch einzelne Lagen von Bohnerzsand und Geröll enthalten. Der Lehm selbst ist gelbbraun, schwach Bohnerz führend und enthält lagenweise Kalkkonkretionen bis zu 20 cm ϕ . Rötliche aus aufgekalktem sandigem Lehm mit Phosphorit bestehende Partien, wie sie für „Möhren 7“ charakteristisch sind, fehlen. Die Knochen sind meist stark abgerollt.

Fauna: Talpidae

Suevosciurus fraasi
Suevosciurus ehingensis
Pseudosciurus suevicus
Plagiolophus cf. *minor*
Ronzotherium filholi
Entelodon cf. *magnum*
Diplobune bavarica
Pseudogelocus scotti

Alter: Die Fauna ist typisch für das tiefe Suevium. Die Größe von *Pseudosciurus* entspricht diesem Alter.

„Möhren 12“

Im selben Steinbruch wie „Möhren 11“, in WJ δ
Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 440 h 54 21 630
Entdecker: HEISSIG 1974

Die NE—SW streichende Spalte bildet die Ostwand des südlichen Bruchbereiches. Sie wird erst etwa 12 m unter Gelände mächtiger, maximal 50 cm.

Die Füllung besteht aus einem stark sandigen, gelbbraunen Bohnerzlehm.

Fauna: *Pseudosciurus suevicus*

Alter: Es kann nicht entschieden werden, ob es sich um Suevium oder Headonium handelt. Die Größe von *Pseudosciurus* spricht mehr für Suevium.

„Möhren 14“

Im selben Steinbruch wie „Möhren 12“, in WJ δ
Blatt 7031 Treuchtlingen ungefähr r 44 17 420 h 54 21 640
Entdecker: HEISSIG 1972

Inv.-Nr. 1972 XXV

Es handelt sich um Spaltenlehm, der an einem einzeln gelagerten Block haftet. Nach der Situation des damaligen Abbaus stammt er aus dem W-Teil des Bruches nahe der N-Wand.

Der Lehm hat dieselbe rötliche Farbe und den Bohnerzreichtum wie „Möhren 7“.

Fauna: *Suevosciurus fraasi*
Suevosciurus ehingensis
Pseudosciurus suevicus
Theridomys sp.
Gliravus sp.
Diplobune cf. *bavarica*

Alter: Auch das Alter entspricht nach dem Faunencharakter und der Entwicklungshöhe von *Pseudosciurus* etwa „Möhren 7“, also tiefes Suevium.

„Möhren 16“

Im selben Bruch wie „Möhren 14“

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 440 h 54 21 640

Entdecker: HEISSIG 1972

Inv.-Nr. 1972 XXVI

Die Spalte gliedert sich als seitliche Parallelkluft von der N-Wand des Bruches ab. Sie reicht von etwa 1 m bis ca. 6 m über der Basis des Bruches und wird maximal 20 cm breit.

Ihre Füllung ist ein stellenweise stark bohnerzführender rötlicher Lehm, der partienweise kalkig verkittet ist. Schichtung ist nicht erkennbar. Verkalkte Partien zeigen ein Haufwerk zerbrochener Tonschollen, wie es für verstürzte Spaltenfüllungen typisch ist.

Fauna: Urodela

Testudinata

Squamata

Insectivora

Soricidae

Suevosciurus fraasi

Suevosciurus ehingensis

Pseudosciurus suevicus

Theridomys aquatilis

Eomys sp.

Eucricetodon atavus

Ronzotherium filholi filholi

Diplobune bavarica

Pseudogelocus scotti

Alter: Die Faunengemeinschaft ist typisch für tiefes Suevium, was auch der Entwicklungshöhe von *Pseudosciurus* entspricht. Die Spalten „Möhren 7, 14, 16“ werden für die ökologische Betrachtung zusammengefaßt.

„Möhren 18“

Im aufgelassenen Bruch sw vom Bahnhof Möhren (Fa. Forster) in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 16 780 h 54 21 560

Entdecker: HEISSIG 1974

Inv.-Nr. 1974 XV

Die Fundstelle liegt in einem großen, ziemlich einheitlich gefüllten Spaltensystem der W-Wand, das im übrigen fossilieer ist. Sie liegt in einer Hohlkehle unter einer Dickbank etwa in der Mitte der W-Wand etwa einen Meter über der Sohle. Die Lösungsfuge wird ca. 30 cm hoch und erstreckt sich über etwa 2 m. Der gelbbraune Spaltenlehm ist geschichtet und mehr oder weniger reich an Bohnerz und Grobsand.

Fauna: Urodela

Squamata

Pseudosciurus suevicus

Pseudogelocus scotti

Alter: *Pseudosciurus* und *Pseudogelocus* sind für das Suevium typisch, doch ist eine genauere Einstufung nicht möglich.

„Möhren 15“

Im neuen Bruch der Fa. Muninger, 600 m wnw Möhren, in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 17 040 h 54 22 980

Entdecker: HEISSIG & W. v. KÖNIGSWALD 1970

Die Fundstelle liegt in einer röhrenartigen Lösungshohlform an der Basis der SE-Wand an der Bruchsohle. Sie ist ca. 2 m hoch und 1 m breit. Die Füllung besteht aus rötlichbraunem Bohnerzlehm mit undeutlicher Schichtung.

Fauna: Squamata

Pseudosciurus suevicus

Diplobune bavarica

Alter: Die arme Fauna ermöglicht nur eine Einstufung ins Suevium. Die geologische Situation, tief unter der Fundstelle „Möhren 13“ entspricht wohl tiefem Suevium.

„Haag 2“

Im Steinbruch der Treuchtlinger Marmorwerke in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 19 020 h 54 22 590

Entdecker: HEISSIG 7. 6. 1975

Inv.-Nr. 1975 XXIII

Die Fundstelle bildet ein ausgedehntes Spaltensystem in der NW-Ecke des Bruches. Mehrere nach W in die Wand ziehende Spalten werden durch eine rechtwinklig dazu streichende Spalte verbunden. Die Breite der Spalten reicht von 20 cm bis etwa 1 m. Die Haupt-Entnahmestelle ist die nördlichste der nach W in die Wand ziehenden Spalten, knapp unter der Zufahrt zur Halde. Die Spalte bildet dort eine Erweiterung, die nach unten stark verengt ist.

Die Füllung des Systems ist sehr heterogen, feinkörnige und feinsandige Partien mit rötlichen und grünen Farben lieferten vorwiegend Fossilien miozänen Alters. Die oligozänen Fossilien bilden dagegen in den Bereichen die Hauptmasse, wo kieselige Weißjurabrocken den größten Anteil an der Füllung haben. Diese sind oft noch kalkig oder phosphatisch verbacken, Schichtung ist nur in den liegenden feinsandigen Partien des Systems feststellbar. Die oligozänen Fossilien haben meist eine bräunliche oder gelbliche Farbe.

Flora: Steinkerne von kleinen Samen

Fauna: Insecta (Larven)

Urodela

Anura

Squamata

Testudinata

Peratherium sp.

Insectivora

Amphicyonidae

Carnivora ind.

Aplodontidae

Suevosciurus fraasi

Suevosciurus chingensis

Pseudosciurus suevicus

Theridomys aquatilis

Eomyidae

Eucricetodon atavus

Gliridae

Plagiolophus sp.

Haagella peregrina n. gen., n. sp. (S. 264 ff., Abb. 3)

Eggsodon sp.

Ronzotherium cf. *velaunum*

Dacrytherium ovinum

Diplobune bavarica

Paroxacron bergeri n. sp. (S. 270)

Pseudogelocus scotti

Gelocus aff. *communis*

Alter: Trotz der in mehreren einzelnen Formen sowohl von „Möhren 13“ als auch von den anderen tief suevischen Spaltenfüllungen abweichenden Faunengemeinschaft muß die Fundstelle ins tiefe Suevium gestellt werden, da die Entwicklungshöhe und Größe von *Pseudosciurus* ihnen entspricht. Aus den Abweichungen läßt sich keine stratigraphische Aussage herleiten.

„Burmagerbein 5“

Im Steinbruch s Burmagerbein, in WJ δ

Blatt 7229 Bissingen r 43 96 960 h 54 00 980

Entdecker: HEISSIG 1975

Inv.-Nr. 1975 XXV

Einzelner Block von stark bohnerhaltigem Spaltenlehm von rötlicher bis durch Manganoxyd schwärzlicher Farbe, etwa 10—15 m se „Burmagerbein 3“ (siehe DEHM 1978, dieses Heft) unterhalb der Wand liegend. Die Herkunft des Blockes war nicht mehr zu ermitteln.

Flora: Steinkerne von kleinen Samen

Fauna: Lacertilia

Insectivora indet.

Suevosciurus fraasi

Pseudosciurus suevicus

Theridomys cf. *aquatilis*

Gliridae

Alter: Die einzige häufige Art ist *Pseudosciurus suevicus*. Seine Entwicklungshöhe belegt tiefes Suevium

2.4 A g e n i u m

„Mauren 1“

In der aufgelassenen Kiesgrube n Mauren w der Straße nach Großsorheim am Waldrand in Weißjura-Gries

Blatt 7229 Bissingen r 44 01 530 h 54 04 260

Entdecker: HEISSIG 1975

Inv.-Nr. 1975 XXVII

Reste einer zerrissenen Spaltenfüllung in einer völlig vergriesten allochthonen Scholle von Weißjura. Das Vorkommen liegt in der NW-Wand der Grube, etwa gegenüber der Einfahrt auf halber Höhe. Die Spalte war maximal 50 cm breit. Der Inhalt besteht im wesentlichen aus Knollen eines roten Zellenkalkes und geringem lehmigem Zwischenmittel.

Fauna: Lacertilia

Testudinata

Insectivora ind.

Sciuridae
Pseudotheridomys cf. *parvulus*
Rhodanomys sp.
Melissiodon sp.
Piezodus aff. *branssatensis*
Selenodontia ind.

Alter: Die vorhandenen Faunenelemente lassen sich nach ihrer Entwicklungshöhe auf Agenium oder allenfalls auf höchstes Arvernium beziehen. Das Fehlen typisch oligozäner Elemente wie *Archacomys* macht ein agenisches Alter wahrscheinlicher.

2.5 Orleanium

„Haag 1“

Im Bruch der Treuchtlinger Marmorwerke bei Haag, in WJ δ

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 19 020 h 54 22 590

Entdecker: HEISSIG 7. 6. 1975

Inv.-Nr. 1975 XXXII

Im selben Spaltensystem wie „Haag 2“ (Mitteloligozän, Suevium), jedoch vorwiegend in den geschichteten, liegenden Teilen, z. T. aber auch in die oligozäne Fauna eingemischte Funde.

Vorwiegend feinsandige rötliche und hellgrüne Lehme mit deutlicher Schichtung. Die miozänen Fossilien sind immer rein weiß.

Fauna: *Ophisaurus* sp.

Insectivora ind.

Carnivora ind.

Sciurus aff. *fissurae*

Heteroxerus sp.

Cryptopterus sp.

Gliridae

Ligerimys sp.

Amphilagus sp.

Anchitherium aurelianense

Cainotherium sp.

cf. *Amphitragulus* sp.

Alter: Das Auftreten von Sciuropteren und *Anchitherium* als Einwanderern des Orleaniums erlaubt keine tiefere Einstufung. Dem entspricht die Entwicklungshöhe der Eomyiden, die das *Ligerimys*-Stadium bereits erreicht haben. Auf der anderen Seite verbietet das Auftreten von *Melissiodon* eine jüngere Einstufung.

Der Fund eines primitiven Selenodonten, dessen Reste morphologisch am besten mit agenischen *Amphitragulus*-Arten verglichen werden können, läßt sich stratigraphisch kaum verwerten.

Am nächsten kommt wohl eine Eintiefung in das basale Orleanium, möglicherweise in die Nähe von Wintershof-West.

„Weißenburg 10“

Im Heckelbruch der Fa. Grundmann e Weißenburg, in WJ δ

Blatt 6932 Nennslingen r 44 28 300 h 54 31 060

Entdecker: HEISSIG 7. 5. 1975

Inv.-Nr. 1975 XXVI

Die Spalte verlief im W-Teil des Bruches parallel zur NW-Wand und strich mit etwa 10 m Entfernung von dieser in die NE-Wand, die heute abgebaut ist. Sie

bestand dort aus zwei Parallel-Spalten, die etwa 3 m über der Sohle 1—2 m Abstand hatten und sich nach oben vereinigten. Jede war etwa 0,5—1 m breit.

Die Füllung war deutlich, wenn auch unregelmäßig geschichtet. Über größeren basalen Lagen, die aus Grobsand und Bohnerz bestehen, und die durch Mangan-oxyd-Mulm stark gefärbt sind, folgen gelbbraune, mehr oder weniger sandige Lehme, die nach oben immer reiner werden. Dementsprechend dominieren im Liegenden größere abgerollte Fossilien, im Hangenden kleinere ohne Abrollung.

Fauna: Amphibia

Ophisaurus

Ophidia

Testudinata

Insectivora ind.

Plesictis cf. *mayri*

Sciurus sp.

Suevosciurus sp.

Selenodontia mittelgroß

Selenodontia klein

Alter: Das Auftreten von *Plesictis* neben einem modernen Sciuriden läßt ein mittelmiozänes Alter am wahrscheinlichsten erscheinen. Eine genauere Einstufung erlaubt die arme Fauna nicht. *Suevosciurus*, durch einen einzigen Zahn vertreten, ist als umgelagert anzusehen. Dies überrascht nicht, da im benachbarten Bruch, wenige 100 m entfernt, auch unteroligozäne Spalten bekannt sind (DEHM & FAHLBUSCH 1970, S. 358 ff).

„Burmagerbein 4“

Im Steinbruch s Burmagerbein in WJ δ

Blatt 7229 Bissingen r 43 96 930 h 54 00 940

Entdecker: HEISSIG 24. 3. 1974

Inv.-Nr. 1974 XXVI

Die Fundstelle besteht aus zwei ausgedehnten Hohlformen, die mit einer Breite von jeweils über 10 m bis auf die obere Bruchsohle herabreichen, dazwischen steht noch ein Weißjurastock von 5—8 m Breite. Die Hohlformen bilden den Ostteil der Südwand.

Die Füllung ist im tieferen Teil nicht erschlossen, da sie ständig von den hangenden Partien überrutscht wird. Diese bestehen aus sandigen und stark schluffigen rot-grün geflammten Tonen, die z. T. lagenweise Kalkkonkretionen führen oder ganz aus solchen bestehen. Die Schichtung ist fast überall sehr gut und gleichmäßig entwickelt. Vor allem die fossilführenden Lagen enthalten zahlreiche Weißjura-Splitter.

Fauna: Gastropoda

Ostrea sp.

Ophisaurus sp.

Testudinata

Insectivora ind.

Prolagus cf. *vasconiensis*

Lagopsis cf. *verus*

Gliridae

Ligerimys cf. *florancei*

Suidae ind.

Alter: Die verschiedenen Elemente der Fauna machen einen durchaus uneinheitlichen Eindruck. Die Gastropoden, durchwegs Heliciden, treten in kalkiger Steinkernerhaltung, teils noch mit Schalenresten auf, auch in rein schluffig-tonigen Lagen, sie sind jedoch gehäuft in den Lagen wo Kalkkonkretionen, z. T. lepolith-ähnlich, auftreten. Die Austerreste sind sicherlich auf die unmittelbare Nähe der mittelmiozänen Küste zurückzuführen, auch wenn in den großen Hohlformen keine Bohrmuschellöcher auftreten. Möglicherweise sind sie als spätere Verunreinigung von oben her in den Hohlraum gelangt. Unter den Säugern, die durchwegs auf ein orleanisches Alter hindeuten, zeigen die Prämolaren von *Lagopsis* fortgeschrittene Merkmale. Auch das Auftreten zahlreicher scharfkantiger Weißjurasplitter ist für Karsthohlformen ungewöhnlich und könnte mit dem Riesereignis in Zusammenhang gebracht werden. Das Alter der Fauna ist Orleanium, doch kann damit nicht sicher gesagt werden, ob sie nicht erst später an ihren heutigen Ort gekommen ist, und ob nicht auch noch andere Elemente später eingebracht wurden, möglicherweise sogar postriesisch.

„Erkertshofen 2“

Im Steinbruch der Fa. Niefnecker s der Straße Erkertshofen—Petersbuch in WJ δ

Blatt 7033 Titting r 44 41 980 h 54 27 110

Entdecker: Durch Steinbrucharbeiter, vom Besitzer, Herrn Niefnecker, an Dr. Viohl, Jura Museum, Eichstätt, gemeldet. Erste Materialgewinnung am 8. 10. 1974.

Inv.-Nr. 1974 XIV

Die Fundstelle lag in einem Spaltensystem, das 1974/75 auf der Bruchsohle abgeschlossen war. Es handelt sich um den Kreuzungspunkt zweier Spaltenzüge, an dem beide rechtssinnig versetzt sind. Die Hauptspalte, auf die die Fossilführung sich konzentriert, streicht ca. 35° NNE. Sie teilt sich an der Kreuzungsstelle auf. Fossilien fanden sich vor allem im östlichen Spaltast. Die Querspalte streicht etwas unregelmäßig ca. 120° ESE und enthält nur spärliche Fossilien. Beide Spalten werden bis 80 cm breit.

Die Füllung der Hauptspalte war einheitlich gelbbrauner Lehm mit Mangankflecken, nur stellenweise war der Ton etwas rötlich. In diesen Partien, vor allem in der östlichen Teilspalte fanden sich die größten und vollständigsten Fossilien. In den übrigen Teilen der Spalte waren dagegen vor allem abgerollte Splitter und Einzelzähne verbreitet. Die Querspalte zeigte bevorzugt eine dunkler getönte Füllung mit stärkerem Rotanteil, enthielt jedoch kaum Fossilien. Beiden Spaltenlehmen gemeinsam ist der Mangel an Sand. Verkieselungsrückstände sind häufig. Eine Schichtung war nicht feststellbar.

Fauna: Urodela

Anura

Lacertilia

Ophisaurus sp.

Ophidia

Testudinata

Strigidae

Erinaceidae

Talpidae

Soricidae

Chiroptera

Pseudarctos socialis

Cynelos rugosidens

Cynelos helbingi

Pseudaelurus sp.

Steneofiber aff. *eseri*

Ligerimys sp.

Apeomys sp.

Gliridae

Democricetodon sp.

Neocometes sp.

Melissiodon sp.

Prolagus vasconiensis

Prolagus schnaitheimensis

Gomphotherium cf. *angustidens*

Aceratherium sp.

Brachypotherium sp.

Anchitherium aurelianense

Taucanamo aff. *sansaniense*

cf. *Listriodon lockharti*

Procervulus aurelianensis

cf. *Lagomeryx* sp.

Palaeomeryx cf. *eminens*

Eotragus sp.

Alter: Die Assoziation typisch orleanischer Elemente wie *Ligerimys*, *Melissiodon*, *Procervulus*, *Prolagus vasconiensis*, *Prolagus schnaitheimensis* mit moderneren Cricetodonten und Proboscidiern verweist die Fundstelle ins höhere Orleanium. Trotz einiger Unterschiede in der Faunenzusammensetzung ließ sich eine Altersverschiedenheit von „Erkertshofen 1“ (FAHLBUSCH 1966) noch nicht nachweisen.

„Raitenbuch 2“

Steinbruch n der Straße von Reuth a. Wald nach St. Egid in WJ δ

Blatt 6932 Nennslingen r 44 37 450 h 54 29 920

Entdecker: HEISSIG 12. 4. 1976

Inv.-Nr. 1976 XIII

Die Spalte liegt im E-Teil des Bruches, parallel zur N-Wand von der sie 4 m entfernt ist. Sie streicht etwa NE und wird 20—80 cm stark. Der Inhalt besteht aus gelbbraunem, ungeschichtetem Lehm mit schwarzen Manganoyd-Knollen. Sand und andere Komponenten sind nur schwach vertreten.

Fauna: Amphibia

Ophisaurus

Testudinata

Aves

Soricidae

Erinaceidae

Sciurus sp.

Ligerimys florancei

Cotimus cf. *medius*

Prolagus vasconiensis

cf. *Procervulus* sp.

Alter: Die Nagerfauna ist typisch für höheres Orleanium, die Altersbeziehungen zu ähnlichen Spaltenfüllungen können aber nicht näher bestimmt werden.

„Petersbuch 2“

Im Steinbruch der Fa. Volkert e Petersbuch im WJ 8

Blatt 7033 Titting r 44 41 310 h 54 26 880

Entdecker: H. EISEN, Bruchleiter, Meldung an Herrn Dr. VIOHL, Juramuseum, Eichstätt. Erste Untersuchung März 1977

Inv.-Nr. 1976 XXII

Die Fundstelle besteht aus einem Spaltensystem im östlichen Teil des Bruches. Mehrere etwa N—S streichende Spalten werden durch eine NW—SE streichende Spalte verbunden, die die Hauptmasse der Fossilien geliefert hat. Das Spaltensystem ist von etwa 3 m unter Gelände bis zur Bruchsohle fossilführend.

Die Spalten sind nahe der Sohle bis zu 1 m breit und verschmälern sich nach oben.

Der Inhalt ist ein rötlichbrauner Lehm mit Eisenoxydknollen und Bruchstücken von schaligen Phosphatknollen. Kieselige Verwitterungsrelikte aus dem Weißjura sind häufig; Sand fehlt. Auch die Fossilien sind z. T. phosphatisiert. Im hangenden Bereich ist der Inhalt mancher Spalten kalkig verfestigt. Schichtung konnte nicht festgestellt werden. Auffällig ist die vollständige Erhaltung auch feinsten und zartester Kiefer mit Bezahnung.

Flora: *Celtis* sp.

Fauna: Urodela

Anura

Ophidia

Lacertilia

Ophisaurus sp.

Testudinata div. sp.

Aves div. sp.

Peratherium sp.

Erinaceidae

Talpidae

Soricidae

Cordylodon intercedens

Chiroptera div. sp.

Cynelos rugosidens

Pseudaelurus sp.

Ischyriactis sp.

Mustelidae div. sp.

Sciurus aff. *fissurae*

Steneofiber aff. *eseri*

Gliridae div. sp.

Ligerimys sp.

Democricetodon sp.

Melissiodon sp.

Prolagus vasconiensis

Prolagus schnaitheimensis

Gomphotherium angustidens

Aceratherium sp.

Brachypotherium sp.
Anchitherium aurelianense
Taucanamo aff. *sansaniense*
cf. *Listriodon lockharti*
Cainotherium sp.
cf. *Lagomeryx* sp.
Procervulus aurelianensis
Palaeomeryx sp.

Alter: Die Faunengemeinschaft entspricht einem höheren Orleanium. Eine genauere Einstufung und eine Bewertung ihres zeitlichen Verhältnisses zu „Erkertshofen 2“ ist erst nach eingehender Bearbeitung möglich.

„Rothenstein 2“

Im Straßeneinschnitt beim Lohrmannshof in WJ ε
Blatt 7032 Bieswang r 44 34 240 h 54 24 190

Entdecker: HEISSIG 24. 10. 1977

Inv.-Nr. 1977 XVIII

Bei Straßenbauarbeiten im Herbst 1977 wurde die Straße von Eichstätt nach Weißenburg im Bereich der Hügelkuppe wsw des Lohrmannshofes tiefer eingeschnitten. Dabei wurde etwa an der höchsten Stelle der Kuppe auf der NE-Seite der Straße eine kleine Karsthohlform freigelegt, deren Umrise sich bei der Entdeckung nicht mehr feststellen ließen. Sie liegt mit vielen anderen ähnlichen Hohlformen in sehr stark verkarstetem Dolomit des Weißjura ε und erreicht etwa eine Breite von 1 m.

Die Füllung besteht von etwa 4—1 m unter Gelände aus einem fleischroten Spaltenkalk, einem sekundär aufgekalkten Spaltenlehm, der partienweise noch unverkalkt geblieben ist. Die Fossilien sind vorwiegend Reste von Großtieren, meist stark zerbrochen.

Fauna: Testudinata

Insectivora ind.

Democricetodon sp.

Melissiodon sp.

Prolagus aff. *schnaitheimensis*

Rhinocerotidae ind.

cf. *Procervulus* sp.

Alter: Die Fauna bietet mit *Melissiodon* und *Democricetodon* eine Assoziation des höheren Orleaniums. Die Armut an Kleinsäugetern erlaubt keine nähere Einstufung. Der *Prolagus* scheint über die Entwicklungshöhe der Formen von „Erkertshofen 2“ und „Petersbuch 2“ hinauszugehen.

2.6 A s t a r a c i u m

„Rothenstein 1“

Im aufgelassenen Steinbruch an der Straße nach Pappenheim in WJ δ (Fa. Schneid)
Blatt 7032 Bieswang r 44 30 930 h 54 25 520

Entdecker: HEISSIG 7. 5. 1975

Inv.-Nr. 1975 XXIV

Die Spalte bildet den Ostteil der etwas überhängenden N-Wand des Bruches und besteht aus mindestens zwei nach E divergierenden Teilspalten von 30—80 cm Breite.

Der stellenweise undeutlich geschichtete Spaltenlehm ist meist etwas sandig und wechselt sehr stark in der Färbung, es kommen gelbbraune, violettrotliche und grünliche Partien vor, ohne daß die Fossilführung dazu irgendwelche Beziehung zeigt.

Fauna: Ophidia
Lacertilia
Testudinata
Erinaceidae
Insectivora ind.
Sciurus sp.
Keramidomys sp.
Democricetodon cf. *minor*
Democricetodon cf. *affinis mutilus*.
Prolagus oeningensis
Lagopsis verus
Gomphotherium sp.
Rhinocerotidae ind.
Palaeomeryx sp.

Alter: Die Fauna zeigt die typische Assoziation des Astaraciums. Eine nähere Einstufung erlauben die Cricetodonten, die auf ein tieferes Astaracium hindeuten.

„Hürth 1“

Im Steinbruch des Franken-Schotterwerks s Dietfurth an der B₂

Blatt 7031 Treuchtlingen r 44 21 090 h 54 21 480

Entdecker: HEISSIG 1974

Inv.-Nr. 1974 XXIII

Die Fundstelle liegt in einer sehr dünnen Spalte, die 1974 als Südwand der mittleren Sohle, gegenüber dem Abkipptrichter aufgeschlossen war. Sie streicht etwa E—W und steht im Zusammenhang mit einer nach S fallenden Abschiebung. Die Füllung bestand aus einem rot-grün fleckigen stark sandigen Lehm, der noch deutlich als Versturzbreccie zu erkennen war. Besonders charakteristisch waren violettrotliche und violettbräunliche Farben. An Fossilien hat die Fundstelle fast nur Reste von Süßwasserfischen geliefert.

Fauna: Pisces div. sp.
Amphibia
Lacertilia
Testudinata
Insectivora
Eomyidae
Democricetodon sp.
Prolagus sp.

Alter: Die spärliche Fauna erlaubt eine Einstufung in höheres Orleanium oder tieferes Astaracium.

2.7 Altpleistozän

„Laisacker 1“

Im kleineren nördlichen Bruch der Korallenkalke von Laisacker

Blatt 7232 Burgheim Nord r 44 38 500 h 54 01 670

Entdecker: HEISSIG 1972

Unregelmäßige Hohlräume in der Verwitterungszone der Nordwand. Die Füllung besteht aus rötlichem und violettrotlichem Lehm, der zwischen den Weißjurablöcken unregelmäßig hindurch zieht.

Fauna: *Mimomys* sp.

Equus sp.

Eine Einstufung in das ältere Pleistozän ist damit möglich.

„Weißenburg 11“

Im Heckelbruch der Fa. Grundmann e Weißenburg, in WJ δ

Blatt 6932 Nennslingen r 44 28 300 h 54 31 070

Entdecker: HEISSIG 3. 7. 1975

Inv.-Nr. 1975 XXVIII

Die Spalte bildet den östlichen Teil der NW-Wand im Westteil des Bruches. Von ihr geht etwa 4 m über der Sohle ein röhrenförmiger Karsthohlraum nach W in die Wand. Aus diesem stammen die reinsten Proben.

Die Spalte enthält im tieferen Teil ein geschichtetes, gelb-braunes oder schwärzliches, sandiges und bohnerreiches Sediment, das dem von „Weißenburg 10“ gleicht. Nach oben wird die Schichtung undeutlich und rötliche Töne setzen ein. Die nach W abzweigende Röhre enthält einen sehr einheitlich violettrotlich gefärbten, sandarmen Lehm. Die Situation ließ eine Aufarbeitung eines ursprünglich miozän verfüllten Karstsystems vermuten. Dazu wurden im Übergangsbereich von gelbbraunem Sandlehm zu rötlichem Lehm drei übereinanderliegende Proben entnommen.

Fauna (in der seitlichen Röhre):

Insectivora ind.

Soricinae

Lagomorpha

Glis sp.

Gliridae div. sp.

Murinae

Fauna aus der untersten Probe: *Testudo* sp., Soricidae, Muridae

Fauna aus der mittleren Probe: Gastropoda, Soricinae,

Keramidomys, Gliridae

Fauna aus der obersten Probe: Gastropoda, Soricinae, Mustelidae, Gliridae,

Murinae, Microtinae (bewurzelt), Selenodontia

Alter: Die Fauna kann mit rotzahnigen Soricinae und bewurzelten Microtinae als älteres Pleistozän angesehen werden. Im Übergangsbereich der verschiedenen Farben in der Hauptspalte ließ sich bis in die tiefsten Teile eine Einmischung pleistozäner Elemente nachweisen, doch sind in der unteren und mittleren Probe mit *Testudo* und *Keramidomys* jeweils auch geringe Miozän-Anteile nachgewiesen. Da im Bereich des reinen sandigen Lehmes überhaupt keine Fossilien gefunden wurden, belegen diese beiden Stücke möglicherweise die Aufarbeitung höherer, etwas weniger fossilärmer Partien der ursprünglichen Füllung.

3. Neue Daten zu bereits bekannten Fundstellen

„Möhren 7“ (HEISSIG 1970, S. 333)

Im Gegensatz zur ersten Beschreibung muß betont werden, daß die Funde auf der Steinbruchhalde, die ursprünglich mit der Bezeichnung „Möhren 7“ geführt wurden, nichts mit der unmittelbar dahinter in der Bruchwand liegenden Spalte zu tun haben. Diese wird oben (S. 245) mit der Bezeichnung „Möhren 11“ skizziert. Für die Herkunft des Haldenmaterials kommt kaum eine andere Stelle als die Nordwand des Bruches in Frage. Dort liegt die Spalte „Möhren 16“ (S. 247), die in Fazies, Färbung und Fossilhaltung dem Haldenmaterial gleicht. Obwohl es bei der Ausweitung des Abbaues nach W nicht möglich war fossilführendes Material aus der Verlängerung der Nordwand zu erhalten, ist doch das an einem Block von Weißjura aus diesem Bereich anhaftende Material („Möhren 14“, S. 246) ein Hinweis, daß die Kluft, die die heutige Nordwand bildete, ein Material der entsprechenden Fazies führte. Die unter den Bezeichnungen „Möhren 7, 14 und 16“ geführten Fundkomplexe werden daher für die Ermittlung ökologischer Daten gemeinsam behandelt.

„Möhren 13“ (HEISSIG 1973)

Nachdem seit dem ersten Bericht zwei größere Grabungen an dieser Stelle durchgeführt wurden, sind neben zahlreichen Ergänzungen der Faunenliste auch weitere geologische Daten dazugekommen.

Zusätzliche Arten:

Cryptopithecus alcimonensis

Shamolagus franconicus

Plagiolophus aff. *minor*

Plagiolophus sp.

Dichobune fraasi

Entelodon cf. *deguilhemi*

Tapirulus aff. *hyracinus*

Dacrytherium cf. *saturnini*

Diplobune bavarica

Lophiomeryx aff. *angarae*

Pseudogelocus scotti

Gelocus villebramarensis

Zu streichen sind dagegen:

Lutrinae (beruht auf Humeri von *Cryptopithecus*)

Plagiolophus javali (Artbestimmung trifft nicht zu)

Rhinocerotidae ind. (gehört zu den vorhandenen Arten)

Alter: Obwohl die *Pseudosciurus*-Reste kleinwüchsig und primitiv sind, sich also kaum von „Möhren 7“ unterscheiden lassen, zeigen Fortschritte im Entwicklungsstadium von *Entelodon* und *Gelocus*, daß die Fundstelle ein etwas höheres Niveau einnimmt als „Möhren 7“. Beide Artiodactylen-Arten stehen dem Stadium von „Ronheim 1“ näher, während sich *Pseudosciurus* primitiv verhält. Trotz der geologischen Beziehung zu den Süßwasserablagerungen des höheren Sueviums muß „Möhren 13“ dem tiefen Suevium zugerechnet werden.

Biostratinomie: Die Grabungen haben gezeigt, daß eine klare Sortierung der Wirbeltierreste nach der Größe zu beobachten ist. Die Größe der Stücke nimmt von

NE nach SW auf eine Distanz von 5 m so stark ab, daß im NE fast keine, im SW fast ausschließlich Kleinsäugerreste auftreten. Diese Verteilung läßt sich nur durch einen fluviatilen Ausleseprozeß erklären. Damit handelt es sich um keine typische Karst-Fundstelle, sondern um eine echte Seife, deren Erhaltung allerdings nur im Karstrelief möglich war. Auch die Entstehung der Seife geht wohl auf Strömungsbedingungen zurück, die durch die aufragenden Jura-Riffe geprägt waren.

Die Abrollung der Stücke betrifft vor allem Schildkrötenreste. Man wird also in erster Linie für diese einen Ferntransport annehmen müssen, dagegen nur für einen kleineren Teil der übrigen Komponenten.

„Ronheim 1“ (TRISCHLER & WINKLER 1968)

Seit der ursprünglichen Beschreibung wurden außer der Bearbeitung einzelner Faunenelemente keine weiteren Daten über diese Fundstelle publiziert. Zur Geologie sind nur wenige Ergänzungen anzubringen: Der Inhalt zeigt z. T. senkrechte Strukturierung, ist also durch Sackung oder Versturz an seine heutige Stelle gekommen. Es sind zahlreiche Phosphorit-Schwarten eingelagert (freundl. Hinweis durch D. MÜLLER). Abrollung wurde selten beobachtet.

Zur Huftierfauna soll hier eine vervollständigte Liste gegeben werden; die in der ursprünglichen Liste enthaltenen Arten sind mit * gekennzeichnet.

Eggysodon sp.

Ronzotherium cf. *filholi*

Plagiolophus cf. *minor**

Dichobune *fraasi*

Entelodon *deguilhemi*

Propalaeochoerus aff. *paronae*

Bunobrachyodus sp.

Diplobune *quercyi*

Diplobune *bavarica**

Dacrytherium *ovinum**

Tapirus aff. *hyracinus*

Paroxacron *bergeri* n. sp. (S. 270)

Plesiomeryx *cadurcensis*

Pseudogelocus *scotti*

Gelocus *villebramarensis*

Bachitherium *curtum*

cf. *Amphitragulus* sp.

Alter: Die Bearbeitung durch SCHMIDT-KITTLER (1971) hat ergeben, daß es sich um eine der jüngsten Faunen mit *Pseudosciurus suevicus* handelt. Dem entspricht die Feststellung von D. MÜLLER (1972), daß die Fundstelle eine deutlich jüngere Schneckenfauna führt als die übrigen Spalten mit Roterdekalk-Füllung. Damit ist die Fundstelle in den höchsten Teil des tieferen oder in das mittlere Suevium zu stellen, denn die Fundstellen des höheren Sueviums führen nur mehr *Suevosciurus ehingensis*.

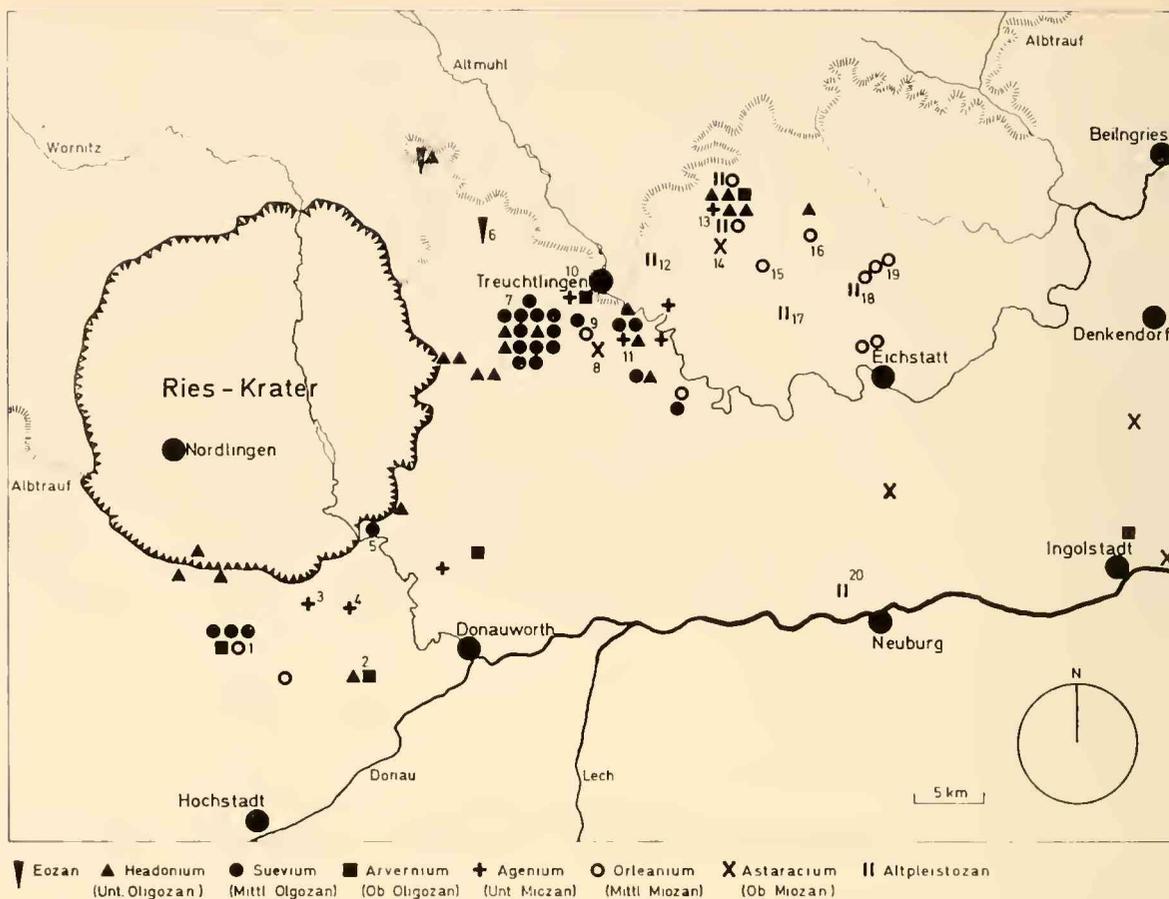


Abb. 1: Die Verbreitung fossilführender Spaltenfüllungen im südlichen Fränkischen Jura und im Riesgebiet (Kartenunterlage aus GALL & MÜLLER 1977). Spaltenfüllungen, die in DEHM (1961, Abb. 5) angegeben sind, werden hier nicht mehr namentlich aufgeführt. — 1. Burgmagerbein 1–5, 2. Oppertshofen 1–2, 3. Schaffhausen 1, 4. Mauren 1, 5. Ronheim 1, 6. Rohrach 1, 7. Möhren 2–23, 8. Hürth 1, 9. Haag 1–2, 10. Treuchtlingen 1–2, 11. Grafenmühle 1–5, 12. Schambach 1, 13. Weißenburg 1–11, 14. Rothenstein 1, 15. Rothenstein 2, 16. Raitenbuch 2, 17. Schernfeld 1, 18. Petersbuch 1–2, 19. Erkertshofen 1–2, 20. Laisacker 1. Die von DEHM (1978) publizierten Fundstellen sind mit aufgenommen.

4. Zur geologischen Bedeutung tertiärer Spaltenfüllungen

4.1. Das Auftreten von Spaltenfüllungen im südlichen Frankenjura

Die Maxima in der stratigraphischen Verteilung liegen im Unter- bis Mitteloligozän (Headonium und tiefes Suevium), danach ein weniger ausgeprägtes im Mittelmiozän und ein letztes im Altpleistozän. Dazwischen liegen Minima im Oberoligozän und im Pliozän. DEHM (1961) bezieht auch die Schwäbische Alb mit ein, wo die Verhältnisse anders liegen, so daß zwar das Maximum im Mitteloligozän bleibt, im übrigen aber ausgeglichene Zahlen zu beobachten sind. Betrachtet man nur den Bereich südlich und östlich des Rieses, so ergibt sich folgende Verteilung:

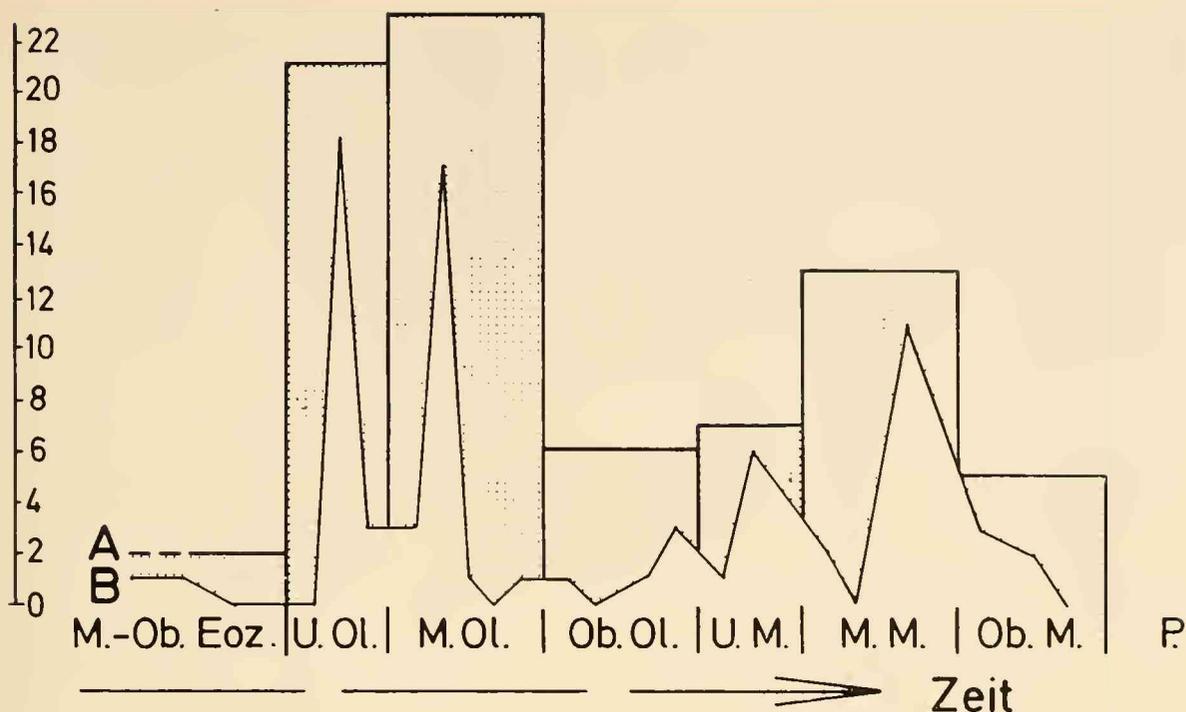


Abb. 2: Zeitliche Häufungen der Karstfundstellen im südlichen Fränkischen Jura. Die unter dem Säulendiagramm (A) eingezeichnete Linie (B) zeigt die Verteilung auf noch kürzere Zeitabschnitte (etwa den „Zonen“ THALERS [1966] entsprechend), ist jedoch mit größeren Unsicherheitsfaktoren belastet, da viele der früheren Fundstellen nicht mehr so genau eingestuft werden können.

Die von DEHM (1978) publizierten Fundstellen sind mit berücksichtigt. Eoz = Eozän, Ol = Oligozän, M = Miozän, P = Pliozän.

Daß die Maxima in Wirklichkeit noch schärfer auf sehr kurze Zeiträume beschränkt sind, läßt sich zwar erkennen, doch sind viele, insbesondere aus der älteren Literatur bekannte Vorkommen einer feineren Einstufung nicht mehr zugänglich, so daß die Unsicherheit zu groß wird. Es sei nur darauf hingewiesen, daß beide Hauptmaxima mit besonders großer Meeresverbreitung im Molassebecken zeitlich zusammenfallen.

Die Fundstellen, die diese Maxima bilden, treten in ihrer Häufung auch räumlich in verschiedenen Bereichen auf. Die des Headoniums und Sueviums finden sich vor allem zwischen der Treuchtlinger Bucht und dem Ries, die das Orleaniums im Umkreis des Schernfelder und Raitenbucher Forstes.

Die räumliche Verteilung der Fundstellen ist immer durch die Aufschlußverhältnisse stark geprägt. Außer Diskussion bleibt das Fehlen aller tertiären Spaltenfüllungen östlich von Ingolstadt und im nördlichen Frankenjura, das schon DEHM (1935) erkannt und gedeutet hat. Dagegen dürfte Aufschlußmangel die Ursache für die dünne Streuung von Fundstellen im Schernfelder und Raitenbucher Forst, im Bereich nördlich von Dillingen und im Umkreis von Monheim sein. Daß auch weiter im Osten der Bereich südlich der Altmühl arm an fossilführenden Spaltenfüllungen ist, dürfte vielleicht ähnliche Gründe haben, wie sie DEHM (1935) für den östlichen und nördlichen Frankenjura annimmt. Hier sind die bekannten Karsthohlräume

vorwiegend mit kretazischen Relikten, oder aber mit jungen Lehmen gefüllt. In den verbleibenden Gebieten sind aber die Aufschlußverhältnisse so, daß die Verteilung der Fundstellen deutliche Häufigkeitsschwankungen erkennen läßt: In den ausgedehnten Steinbruchrevieren im Weißjura nördlich von Eichstätt fehlt Oligozän völlig. Dagegen ist der ganze Bereich zwischen dem Meridian von Treuchtlingen dem östlichen Riesrand und Heidenheim/Mfr. frei von miozänen Spaltenfüllungen. Erst weit im Süden zwischen dem Ries und Donauwörth finden sich oligozäne und miozäne Spalten im gleichen Gebiet. Zwischen dem Bereich ausschließlich oligozäner und ausschließlich miozäner Spaltenfüllungen liegt ein Streifen in dem sowohl oligozäne als auch jüngere Spaltenfüllungen vorkommen. Interessant ist, daß die einzige echte Durchmischung zweier tertiärer Spaltenfüllungen (Haag 1 und Haag 2) in diesem Gebiet liegt. Alle anderen Umlagerungsvorgänge sind so geringfügig, daß sie allenfalls als Verunreinigung jüngerer Spalten mit wenigen umgelagerten Stücken zu werten sind.

Die Fundstellen, die den Minima der zeitlichen Verteilung zugehören, liegen im Gebiet zeitlich benachbarter Maxima — die beiden eozänen Spalten im Bereich der unter-mitteloligozänen, die obermiozänen im Bereich der Mittelmiozänen. Sieht man vor der räumlich weit isolierten Fundstelle Gaimersheim ab, so liegen alle oberoligozänen und untermiozänen Fundstellen in den Gebieten, wo sowohl unteroligozäne als auch mittelmiozäne Fundstellen vorkommen.

Diese Verteilung deutet darauf hin, daß während des Tertiärs keineswegs gleichbleibende Bedingungen für den Reichtum der Alb an fossilführenden Spaltenfüllungen verantwortlich sind, sondern, daß solche Bedingungen immer wieder kurzzeitig und in verschiedenen Regionen auftraten. Bezieht man die schwäbische Alb mit in die Betrachtung ein, so ergeben sich z. T. ganz andere zeitliche Maxima, die aber nur gebietsweise auftreten (DEHM 1935, 1961, 1961 a).

4.2 Vorstellungen zur Bildung fossilführender Spaltenfüllungen

Drei Vorgänge sind bei der Beurteilung fossilführender Karsthohlräume, wie sie heute vorliegen, wesentlich: Bildung und Verfüllung der Hohlräume, die Anreicherung der Fossilien, die Erhaltung der Spaltenfüllungen.

Die Bildung der Hohlräume ist zeitlich und in ihren Bedingungen am schwersten zu fassen. Es steht die Zeit von der mittleren Oberkreide bis zu der Verfüllung des Hohlraumes zur Verfügung. Die Aufarbeitung und der Verstoß von vorhandenen Füllungen im Tertiär zeigt, daß die Verkarstung wie heute auch im ganzen Tertiär aktiv war. Über die Vorfluter und die Lage der damaligen Oberfläche läßt sich nur an wenigen Stellen etwas aussagen. Meist verkieselte Relikte heute abgetragener Schichtglieder des Weißjura in manchen Spalten erlauben stellenweise die Aussage, daß die Abtragung des Juras seit dem Alttertiär nur wenige Zehner von Metern ausgemacht haben kann.

Die Verfüllung der Hohlräume wird stets dadurch bedingt, daß der Karstwasserspiegel steigt. Das kann weiträumig regionale aber auch örtlich eng begrenzte Ursachen haben. Ist aber erst der tief gelegene Abfluß plombiert, so reicht die Verfüllung meist weit über den Karstwasserspiegel. Nur so ist die über mehrere Meter in der Senkrechten verfolgbare Schichtung mancher Füllungen erklärbar.

Die Sedimentstrukturen lassen meist erkennen in welcher Beziehung eine Spaltenfüllung zum Grundwasser stand:

Eine rasche Verfüllung nach der Plombierung des Abflusses hat meist nur geringe Fossilkonzentrationen ergeben: die Sedimente sind geschichtet aber schlecht sortiert, meist feinkörnig („Möhren 4“). Langsame Verfüllungen im Bereich schwankenden Karstwassers sind gut aber unregelmäßig geschichtet, gut sortiert und führen meist stark abgerollte Fossilien. Wo sie noch autochthon erhalten sind, sind häufig Sinterlagen Anzeichen für Zeiten tiefen Wasserstandes („Möhren 19“).

Füllungen, die heute verstürzt vorliegen zeigen keine Schichtung, sondern eine schlierige Struktur. Gelegentlich ist in aufgekalkten Partien noch die Schollenstruktur des Lehms erhalten („Möhren 16“). Sie belegen meist die kurzzeitige Plombierung hochgelegener Teile eines Spaltensystems.

Die Häufung von Spaltenfüllungen in Zeiten weiter Meeresverbreitung im Molassebecken spricht dafür, daß trotz vielfältiger örtlicher Bedingungen weiträumiger Grundwasseranstieg in den meisten Fällen auslösend gewirkt hat.

Über die Anreicherung der Fossilien hat DEHM (1961 a, S. 64) die wesentlichen Gedanken geäußert. Er hat nur an eine biogene Konzentration gedacht. Andere Konzentrationsmechanismen haben sich bisher für keine Spaltenfüllungen nachweisen lassen. Auch für „Möhren 13“ ist sicher die Konzentration von Tieren in einem Feuchtgebiet innerhalb von trockener Umgebung der primäre, fluviatile Seifenbildung der sekundäre Grund für die Anreicherung. Im Normalfall ist jedoch zu erwarten, daß Transport der Anreicherung entgegengewirkt hat.

Auf die Erhaltung von Spaltenfüllungen ist ebenfalls DEHM (1961 a S. 63) eingegangen. Beide Ursachen, die er für den Jura anführt, erscheinen mir nicht ausreichend um die Erhaltung einer so großen Zahl von Spaltenfüllungen zu erklären. „Lange Zeit flächenhaft tiefliegender Karstwasserspiegel“ müßte eher die Ausräumung von Spaltensedimenten durch ständig fortschreitende Verkarstung fördern; „geringste Oberflächenerniedrigung“ schließt nur einen wesentlichen Grund für die Zerstörung von Spaltenfüllungen aus: Die Abtragung mitsamt dem umgebenden Rahmen. Um die Gründe für die Erhaltung von Spaltenfüllungen im Jura zu ermitteln, müssen auch die Formen ihrer Zerstörung betrachtet werden, die wir kennen:

1. Versturz: Zahlreiche oligozäne Karstfundstellen finden sich in seitlichen Hohlkehlen von ansonsten fossilieren Spalten. Der Verdacht liegt nahe, daß der Inhalt der Spalte, soweit sie durchgängig war, nach der Bildung der Füllung in größere Tiefen abgeglitten ist und durch fossilerees Material ersetzt wurde.

2. Aufarbeitung: Zwei Beispiele von Aufarbeitung wurden in neuester Zeit bekannt: In der Spalte „Weißenburg 11“ wurde eine fossilarme mittelmiozäne Spaltenfüllung im Altpleistozän in ein neues Karstgerinne einbezogen, teilweise aufgearbeitet und resedimentiert. Im Spaltensystem „Haag 2“ finden sich zwischen den breiten oligozänen schmalere miozäne Karsthohlräume, die tief unterhalb der oligozänen Spalten in horizontale Gerinne übergehen. Während die Sedimente des Oligozäns verstürzt sind, sind die der miozänen Gerinne deutlich geschichtet. Daß oligozänes Material aufgearbeitet wurde, geht aus dem hohen Anteil oligozäner Fossilien in der miozänen Füllung hervor („Haag 1“).

3. Ausräumung: Beide Fälle der Aufarbeitung sind uns nur dadurch erhalten geblieben, daß es unmittelbar im Zusammenhang mit der Ausräumung von Teilen der älteren auch zur Sedimentation der jüngeren Füllung kam. Wäre der Transport

weiter gegangen, hätte das sehr rasch zur Verdünnung der Fossilkonzentration geführt. In der Tat findet man immer wieder einzelne umgelagerte Fossilien in jüngeren Spaltenfüllungen, die auf solche Vorgänge hinweisen. Die obersten Teile fast aller Spaltenfüllungen sind von andersartigen fossilieeren Sedimenten gefüllt. Hier ist also fast überall eine vorübergehende Ausräumung nachzuweisen.

4. Abtragung: Sehr viele Spaltenfüllungen liegen heute als Abtragungsreste vor. Sie liegen meist an Talhängen, wo heute die Steinbrüche angelegt werden. Auf der Hochfläche ist dagegen keine Abtragung von Spaltenfüllungen zu beobachten. Das Fehlen einer Erniedrigung der Jurafläche ist also einer der wesentlichen Gründe für die Erhaltung von Spaltenfüllungen im Juragebiet.

Der zweite Grund ist aus der Geologie der Gebiete zu erschließen, in denen sich bevorzugt Spalten einer Altersgruppe finden: Im Hauptverbreitungsgebiet unter- und mitteloligozäner Spalten kam es im höheren Mitteloligozän zu einer Plombierung der Landoberfläche, deren Sedimente noch zur Zeit der Rieskatastrophe weit verbreitet anstanden. Im Verbreitungsgebiet der mittelmiozänen Spalten reicht die Molassesedimentation weit nach Norden und ist in Reliktarealen noch heute erhalten. Die verschiedenen flächenhaften Ablagerungen, die während des Tertiärs in mehreren Akkumulationsphasen entstanden, bilden den zweiten wichtigen Grund für die Erhaltung fossilführender Spaltenfüllungen. Erst seit dem Pliozän herrscht allgemein nur noch Abtragung, doch hat diese erst einen Teil der verschiedenen Plombierungen entfernt. Die geringe Reliefenergie der Hochfläche begünstigt die Erhaltung von Reliktgesteinen und Verwitterungslehmen.

Da die Bedingungen, die für die Verfüllung von Spaltensystemen und für die biogene Konzentration von Fossilien notwendig sind, im Bereich der südlichen Frankenalb über längere Zeit immer wieder gegeben waren, spiegelt die heutige Verteilung der karstbedingten Fossilfundstellen in erster Linie die Möglichkeit ihrer Erhaltung wieder.

5. Die Huftier-Arten des Mitteloligozäns

5.1 *Perissodactyla*

Haagella peregrina n. gen. n. sp.

Eine kleine Tapiroidea-Art mit selenodontem Bau des Metaconus, die von asiatischen oder nordamerikanischen Formen hergeleitet werden muß. Sie ist ebenso als Einwanderer zu werten wie *Protapirus*, der in anderen Spaltenfüllungen vorkommt.

Die wenigen Reste stammen alle aus der Fundstelle „Haag 2“. Sie sollen hier als neue Art beschrieben werden.

Material und Maße:

Inv.-Nr. 1975 XXIII

M ^{1/2}	li.	L	10,7	Bv	11,8	Bh	10,4	H	5,3	2
D ²	li.	L	9,1	Bv	7,2	Bh	8,5	H	5,1	3
P _{3/2}	li.	L	8,2	Bv	4,9	Bh	5,6	H	(5)	4
M	re.		—	Bv	7,1		—		—	5

Vergleiche: Der obere Molar erlaubt es, von vorne herein nähere Beziehungen zu drei Familien der Tapiroidea auszuschließen: Bei den Isectolophiden, Lophodontiden und Tapiriden bleiben starke Metaconusrippen auch bei den oberen Molaren erhalten; eine Verschiebung des Metaconus nach lingual findet nicht statt. Bei der vorliegenden Form sind dagegen bei dem oberen M und bei dem Milchzahn nur sehr schwache Metaconusrippen erhalten, der Metaconus des Molaren ist stark nach lingual verschoben.

Unter den verbleibenden Familien: Helaletidae, Deperetellidae und Lophialetidae, sind dagegen in unterschiedlicher Weise Tendenzen zur Verschiebung des Metaconus wirksam. Zugleich wird das Längenverhältnis der Prämolaren zur Molarenreihe verändert.

Bei den Helaletidae — zu denen RADINSKY (1967, S. 19) auch *Chasmotherium* rechnet — entwickelt sich nur die Linie von *Helaletes* und *Colodon* in Richtung der Metaconusverschiebung und Bilophodontie, doch zeigt keine der bisher bekannten Formen so lange Prämolaren (und Milchmolaren) im Vergleich zu den Molaren. *Colodon*, die späteste Form dieser Linie, erreicht eine Anbindung des Metalophs am Metaconus, während sich die vorliegende Form darin noch primitiver erweist; der Metaloph inseriert weiter mesial. In diesem Punkt ist sie der kleinen Gattung *Dilophodon* ähnlicher, von der sie sich aber im weitergehenden Verlust der Metaconusrippe und in der Verlängerung des Prämolarenabschnittes unterscheidet.

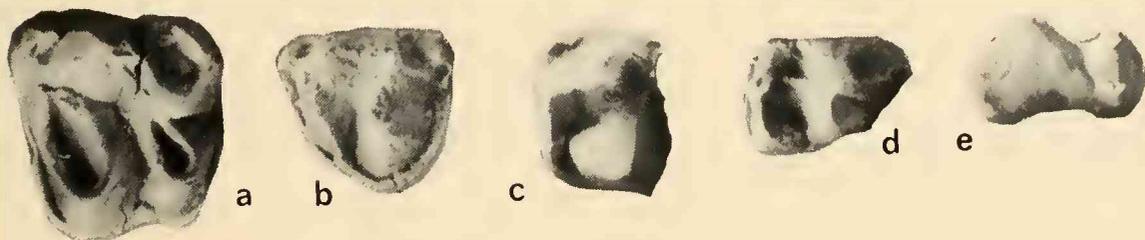


Abb. 3: *Haagella peregrina* n. gen., n. sp., Backenzähne. Alle Stücke 2:1 vergrößert; Mitteloligozän von „Haag 2“; in der Bayer. Staatssammlg. Paläont. hist. Geol., München.

a. Holotypus, M^{1/2} li., 1975 XXIII 2, okklusal — b. D² li., 1975 XXIII 3, okklusal — c. M inf. re., 1975 XXIII 5, okklusal — d. P_{2/3} li., 1975 XXIII 4, okklusal — e. derselbe Zahn labial

Bei den stärker spezialisierten Familien der Tapiroidea sind es vor allem die Deperetellidae, bei denen die Verlängerung der Prämolaren mit einer Verstärkung der Bilophodontie-Tendenz verbunden ist. Die bekannten Gattungen *Deperetella* und *Teleolophus* gehen jedoch in der Bilophodontie weiter als die vorliegende Form indem der Metaconus stark reduziert und der Metastylflügel abgeschwächt wird. Die Form des als D² gedeuteten Zahnes würde sogar zu der eines P² von *Deperetella* passen.

Die Ausbildung steiler Scherflächen an den longitudinalen Kanten der unteren Prämolaren, wie sie RADINSKY (1969, S. 318) bei Deperetelliden beschreibt, ist auch bei der vorliegenden Form gegeben. Alle bisher bekannten Deperetelliden sind jedoch zu hochkronig, so daß sie zumindest als Vorläufer, nicht aber als Verwandte ausscheiden.

Weder die Verlängerung des Metastyls, die RADINSKY (1969, S. 318) als charakteristisch für die Lophialetiden angibt, noch die extrem linguale Lage des Metaconus bei *Rhodopagus* und *Pataecops* lassen eine nähere Verwandtschaft zur vorliegenden Form vermuten.

Systematisch-phylogenetische Stellung: Die vorliegende Art ist durch drei Entwicklungstendenzen gekennzeichnet, die bei den Deperetelliden auftreten, die Verlagerung des Metaconus nach lingual, die Verlängerung der Prämolaren und deren Tendenz zur Ausbildung longitudinaler Scherkanten. Sie ist jedoch in der Ausbildung der Bilophodontie nicht so weit gegangen und läßt nichts von der Kronenerhöhung der übrigen Deperetelliden ahnen. Auch wenn eine gemeinsame Wurzel mit den Deperetelliden angenommen werden muß, um so mehr, da es in Asien *Deperetella*-Arten vergleichbarer Größe gibt, so kann die Art doch bei keiner der bekannten Gattungen untergebracht werden, sondern muß als Nachkömmling einer primitiven Wurzelgruppe dieser Familie angesehen werden.

Superfamilie: Tapiroidea BURNETT 1830

Familie: Deperetellidae RADINSKY 1965

Gattung: *Haagella* n. gen.

Diagnose: Primitive, kleinwüchsige Deperetellidae mit niedrigen Backenzahnkronen. Prämolaren relativ verlängert mit longitudinalen Scherkanten. Metaloph der oberen Molaren vor dem Metaconus am Ectoloph inserierend. Metaconus mit schwacher labialer Rippe, weit nach lingual gerückt. Metastyl kurz, stark nach labial geknickt und dort in das angeschwollene Cingulum übergehend.

Derivatio nominis: Nach dem Fundort Haag in Mittelfranken

Typusart: *H. peregrina* n. sp.

Haagella peregrina n. sp.

Diagnose: Merkmale der Gattung

Derivatio nominis: lat. peregrinus = fremd, einziges Vorkommen eines spezialisierten Tapirs in Europa

Stratum typicum: Mitteloligozän (Suevium)

Locus typicus: Spaltenfüllung „Haag 2“

Protapirus priscus (FILHOL 1874)

Die Art tritt vom frühesten Suevium an auf, bleibt aber immer relativ selten und ist nicht an einen bestimmten Faunentyp gebunden. Wann sie von *Tapirus* abgelöst wird, ist nicht bekannt. Taxonomische Probleme treten nicht auf. Die Art wird bei ökologischen Analysen den großwüchsigen Huftieren zugerechnet.

Eggysodon sp.

In den meisten Faunen des tiefen Sueviums tritt ein kleineres Tier mit rhinoceroideem Zahnbau auf. Es wird lediglich in „Möhren 13“ häufiger, wo etwas vollständigere Reste bekannt sind. Da ihm keine Incisiven zugeordnet werden können, die in der für Rhinocerotidae typischen Weise spezialisiert sind, wird es, in Übereinstimmung mit der speziellen Ausformung seiner Backenzähne, zu den Hyraco-

dontiden und zwar zu *Eggysodon* gestellt. Die Art wird den großwüchsigen Huftieren zugeordnet.

Epiaceratherium aff. *bolcense* ABEL 1910

Die mittelgroße Nashornart von „Möhren 13“, die bisher an keiner anderen Fundstelle nachgewiesen wurde, kann am nächsten an das Nashorn der Monteviale-Fauna angeschlossen werden, auch wenn sie konstant in einigen Merkmalen abweicht. Zu keinem der übrigen Nashörner des europäischen Oligozäns bestehen nähere Beziehungen.

Ronzotherium filholi filholi (OSBORN 1900)

Ein relativ großes Nashorn, das vom tiefsten Suevium an vorkommt, gehört doch zu den kleineren Vertretern von *Ronzotherium*. Es läßt sich sehr gut mit dem Holotypus von *R. filholi* aus den Phosphoriten vergleichen, auch wenn dessen Alterseinstufung nicht gesichert ist. Der Extremitätenbau, schlank und mittelhoch, ist von *R. romani* von Gaimersheim so verschieden, daß beide Formen nicht mehr als stratigraphische Unterarten einer Art geführt werden können. Die Art wird nie besonders häufig und fehlt in einigen reicheren Faunen ganz.

Ronzotherium cf. *velaunum* (AYMARD 1853)

Der taxonomische Status des großen Nashorns von „Haag 2“ ist noch vom Bearbeitungsstand der betreffenden Art abhängig. Insbesondere bleibt abzuwarten, ob „*Tongriceros hoeledenensis*“ auf Milchzähnen von *R. velaunum* oder einer besonderen *Ronzotherium*-Art beruht. Der vorliegende D_3 zeigt wie die Zähne von „*Tongriceros*“ starke tapiroide Merkmale, während der M^3 keine Unterscheidung der *Ronzotherium*-Arten erlaubt. Die Art ist jedenfalls deutlich größer und in den Extremitäten plumper als die gleichzeitige *R. filholi*, im Gebiß größer aber in den Extremitäten schlanker als *R. romani*. Die Form ist bisher nur von einer Fundstelle bekannt.

Palaeotherium medium suevicum FRAAS 1869

Funde von *Palaeotherium medium* aus dem höchsten Headonium („Weißenburg 9“) und dem tiefsten Suevium werden zu dieser Unterart gestellt, ohne daß sie eine genauere Analyse erlaubten. Ihr Auftreten gemeinsam mit Elementen der oligozänen Einwanderungswelle belegt erstmals auch in Süddeutschland das Niveau, das nach FRANZEN (1968 S. 163) durch den Vaulruz-Sandstein in der Schweiz und durch Soumailles in Frankreich belegt ist.

Palaeotherium duvali POMEL 1853

Ein kleinwüchsiges *Palaeotherium*, das zu den bisherigen Funden dieser Art keine Unterschiede aufweist, tritt ebenfalls noch im tiefsten Suevium auf, obwohl es bereits im höchsten Headonium von Frohnstetten fehlt. Das dürfte wohl ökologische Gründe haben. Auch in der mit Frohnstetten etwa gleichzeitigen Fundstelle „Weißenburg 9“ kommt es vor.

Plagiolophus fraasi H. v. MEYER 1852

Unter den Palaeotheriidae betrifft das Aussterben im Zuge des oligozänen Faunenwechsels nicht nur die Arten der Gattung *Palaeotherium* sondern auch die größte

Art von *Plagiolophus*, *P. fraasi*. Die Reichweite der Art ist jedoch offenbar nicht überall gleich. So wird die Art von Ronzon und sogar von Villebramar zitiert (STEHLIN 1905 S. 323) während sie in Süddeutschland bisher ganz auf die Stufe von „Möhren 19“ beschränkt ist und später nicht mehr auftritt. Wenn hier keine Fundlücke vorliegt, müssen regionale Unterschiede in der synökologischen Entwicklung angenommen werden.

Plagiolophus minor (CUVIER 1804)

Während im tiefsten Suevium von „Möhren 19“ noch ein typischer *Plagiolophus minor* auftritt, haben alle jüngeren Vorkommen konstant eine geringere Größe, die in Kombination mit einigen morphologischen Abweichungen eine jüngere, kleinere Unterart vermuten läßt.

Die bisher jüngsten Funde stammen von „Ronheim 1“, also aus tieferem Suevium.

Plagiolophus sp.

In „Möhren 13“ kommt eine Form von *Plagiolophus* vor, die in der Größe zwischen *P. fraasi* und *P. minor* steht, in den Merkmalen aber von beiden deutlich verschieden ist. Ihre Verwandtschaftsbeziehungen sind nicht leicht zu klären. Nimmt man in Analogie zu *P. minor* eine Größenabnahme von *P. fraasi* an, so steht dem eine Zunahme in Frankreich gegenüber. Es könnte also nur eine regional begrenzte Entwicklung gewesen sein, die artlich abzutrennen wäre.

5.2 Artiodactyla

Dichobune fraasi SCHLOSSER 1902

Die stratigraphische Reichweite dieser relativ großen *Dichobune*-Art konnte anhand der jüngeren Funde bis in den mittleren Bereich des Sueviums („Ronheim 1“) verfolgt werden. Morphologische Veränderungen spielen sich während dieser Zeit nicht mehr ab. Die Funde sind immer relativ selten wo sie überhaupt vorkommen.

Entelodon magnum antiquum REPELIN 1919

Es ist nur ein Bruchstück eines oberen Molaren bekannt, das in der Größe deutlich hinter *A. magnum* zurückbleibt. Ob der einzelne Incisiv von „Möhren 11“ hierher oder zu einem typischen *A. magnum* gehört, ist nicht bestimmbar.

Entelodon cf. *deguilhemi* REPELIN 1919

Außer den gut erhaltenen Exemplaren von „Möhren 13“ sind nur vereinzelte Bruchstücke etwa entsprechender Größe bekannt. Die vollständigen Stücke entsprechen in der Größe *E. deguilhemi*, weichen aber in einigen Merkmalen ab. Die Wertung dieser Abweichungen kann erst eine eingehende Untersuchung erbringen.

Propalaeochoerus aff. *paronae* PIAZ 1930

Eine kleine Suidenart ist in mehreren Spaltenfüllungen vertreten. Ihre Größe scheint etwas zuzunehmen und entspricht etwa der von *P. pusillus* GINSBURG 1974. Der Merkmalsbestand, insbesondere der oberen Molaren zeigt jedoch noch primitivere Züge wie betonte Längskanten zwischen den äußeren Höckern und eine, unter

Einbeziehung des Cingulums gebildete hohe Innenschwelle. Diese Merkmale entsprechen der kleinen Art *P. paronae* vom Monteviale.

Anthracotherium „monsivialese“ ZIGNO 1888

Die *Anthracotherium*-Art von „Möhren 13“ stimmt genau mit den Funden von Monteviale überein. Bevor jedoch deren Selbständigkeit oder Synonymie gegenüber *A. alsaticum* nicht geklärt ist, kann der Artname nur provisorisch angegeben werden.

„*Elomeryx*“ *porcinus* (GERVAIS 1859)

Die größere der beiden selenodonten Anthracotherienarten von „Möhren 13“ stimmt in Größe und Zahnbau mit „*E.*“ *porcinus* voll überein. Da eine Revision dieser sehr stark zur Aufspaltung neigenden Gruppe dringend nötig erscheint, kann der Name *Elomeryx* vorerst nur als provisorisch angesehen werden. Sicher ist aber, daß strukturelle Unterschiede eine Vereinigung der Arten *porcinus* und *borbonicus* nicht gestatten.

Bunobrachyodus sp.

Diese kleinere selenodonte Anthracotherienart ist offenbar weiter verbreitet gewesen. Neben ihrem Haupt-Fundort „Möhren 13“ konnte sie in stratifizierten Süßwasserkalken bei Möhren und in „Ronheim 1“ gefunden werden. Sie schließt sich morphologisch sehr eng an *B. cluai* DEPERET 1906 an, übertrifft diesen aber erheblich an Größe. Auch in der Zeitspanne ihres Vorkommens ist bei der süddeutschen Art eine erhebliche Größenzunahme feststellbar.

Anoplotherium cf. *commune* CUVIER 1904

Ein großwüchsiges *Anoplotherium* ist nur durch Gebißreste aus dem tiefsten Suevium noch bekannt. Es wird, ohne Kenntnis der Extremitäten, zunächst als *A. commune* bestimmt.

Anoplotherium pompeckji DIETRICH 1922

Eine mittelgroße *Anoplotherium*-Art, deren Gebißreste gemeinsam mit *A. commune* gefunden wurden. Eine Entscheidung über die Stellung des Taxons ist nur nach einer Revision der Anoplotherien möglich.

Diplobune bavarica FRAAS 1870

Diese relativ kleine *Diplobune*-Art ist vom tiefsten Suevium an nachgewiesen. Ihre Unterscheidung von *D. quercyi* beruht einerseits auf der Größe, andererseits auf wenigen strukturellen Merkmalen der unteren Molaren und Prämolaren. Beide Arten kommen in manchen Spaltenfüllungen gemeinsam vor.

Diplobune quercyi FILHOL 1877

Diese Art, die schon im Headonium auftritt, ist etwas größer als *D. bavarica*. Zur Unterscheidung kann insbesondere das Talonid des M_3 dienen.

Diplobune minor FILHOL 1877

Von Herrlingen stammen einige Reste unter denen der M_3 die typische Talonidstruktur von *D. minor* zeigt. Auch die Größe der Form ist geringer als die von *D. bavarica*.

Ephelcomenus sp.

Von „Burmagerbein 2“, also aus dem höchsten Suevium, stammt ein M_3 , der zweifellos zu einem großen Anoplotheriden gehört, sich aber mit keiner *Diplobune*-Art identifizieren läßt. Da die jüngste bisher bekannte Anoplotherien-Gattung *Ephelcomenus* diesem Zahn in der Größe etwa entspricht, wird er vorläufig hierher gestellt.

Dacrytherium ovinum (OWEN 1857)

Es sind bisher nur obere Molaren hierher zu stellen, die in der Größe zwischen den Stücken aus dem Quercy und *Diplobune minor* stehen. Weder obere Prämolaren noch untere Backenzähne erlauben eine gesicherte Bestimmung.

Dacrytherium aff. *saturnini* STEHLIN 1910

Diese kleinere, nur von „Möhren 13“ bekannte Art ist auch durch obere und untere Prämolaren vertreten, die ihre Stellung zu *Dacrytherium* sichern. Sie übertrifft *D. saturnini* nur wenig an Größe.

Tapirulus aff. *hyracinus* GERVAIS 1850

Die *Tapirulus*-Reste, die von mehreren Fundstellen des Sueviums vorliegen, unterscheiden sich kaum von den älteren Resten von *T. hyracinus*. Auch ihre Größe hat sich kaum verändert. Neben *Dichobune* und den beiden *Dacrytherium*-Arten liegt damit die vierte Art kleiner, aus dem Eozän heraufreichender Huftiere vor.

Paroxacron bergeri n. sp.

Diese Art ist charakteristisch für das Suevium. BERGER (1959, S. 45 ff) beschreibt die Art aus den Phosphoriten und aus dem höheren Suevium von „Bernloch 1“. Beide Fundkomplexe gehören, wie sich an Materialien aus dem tieferen Suevium zeigen läßt, zur gleichen Stammlinie, die zweifellos mit der Gattung *Paroxacron* HÜRZELER 1937 zu identifizieren ist. Das Fehlen eines zweiten Diastems im Unterkiefer (zwischen P_2 und P_3), das BERGER davon abgehalten hat, diese Formen, trotz ausdrücklich betonter Ähnlichkeiten des Backenzahnmusters mit *Paroxacron*, zu dieser Gattung zu stellen, entspricht der über *P. valdense* hinausgehenden Evolutionshöhe. Auch wenn keine brauchbaren Reste des Oberschädels vorliegen, sollte eine so charakteristische Form doch benannt werden. Deshalb soll der Name *Paroxacron bergeri* n. sp. dafür vorgeschlagen werden.

Paroxacron bergeri n. sp.

1959 cf. *Cainotherium?* *elongatum* FILHOL (? BERGER) — BERGER, S. 45, Taf. 4, Fig. 5, Taf. 5, Fig. 3

1959 *Cainotherium?* n. sp. — BERGER S. 47, Taf. 5, Fig. 6—10

H o l o t y p u s : re. UK I_3 — M_3 , Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. Nr. 1879 XV 201

L o c u s t y p i c u s : Mouillac

S t r a t u m t y p i c u m : Phosphorite des Quercy

D e r i v a t i o n o m i n i s : Zu Ehren von Dr. F. E. BERGER

D i a g n o s e : Art der Gattung *Paroxacron* ohne Diastema zwischen P_2 und P_3 . Kieferunterrand stärker geschwungen als bei *P. valdense*, Angulus man-

dibulae kurz, hoch und kantig, durch eine kurze aber kräftige Incisura vasorum nach vorn begrenzt. Molaren und Prämolaren im Rahmen der Gattung, doch sind die P_3 und P_4 im Talonidabschnitt komplizierter. Innenwand der unteren M zunehmend höher.

Bemerkungen: Die Art tritt vom tiefsten Suevium an auf und scheint zu Beginn des Arverniums in *Cainomeryx* überzugehen indem die unteren Molaren eine geschlossene Innenwand aufbauen. Ansätze dazu sind im höheren Suevium erkennbar. Ob ein engerer Zusammenhang mit *P. valdense* besteht, kann vorerst nicht gesagt werden. Die Tatsache, daß der Kieferunterrand stärker geschwungen ist als bei dieser Art, aber auch als bei der späteren Gattung *Cainomeryx* spricht dafür, daß es sich um eine andere Linie handelt, die möglicherweise der Wurzel auch der Gattung *Cainotherium* näher steht.

Plesiomeryx cadurensis GERVAIS 1873

Die wenigen Reste von kleinen Cainotheriden lassen sich am besten mit *Plesiomeryx cadurensis* vergleichen. Die Art tritt nur an wenigen Fundstellen auf, die alle dem Suevium angehören.

Cryptomeryx cf. *gaudryi* (FILHOL 1877)

Reste dieses kleinen Artiodactylen mit etwas vom selenodonten Typ abweichenden unteren Molaren treten vereinzelt im höheren Suevium auf.

Lophiomeryx aff. *angarae* MATTHEW & GRANGER 1925

Von „Möhren 13“ stammt ein unterer M_3 , der in geringer Größe und Niederkronigkeit *L. angarae* näher steht als der Typusart *L. chalaniati* aus dem jüngeren Oligozän. Er übertrifft jedoch die ältere asiatische Art an Größe.

Pseudogelocus scotti (SCHLOSSER 1902)

Reste dieser kleinsten Gelocidenart sind unter verschiedensten Namen beschrieben worden: Zuerst von SCHLOSSER 1886 als *Protomeryx* ein Name, den er bereits 1901 als präoccupiert durch *Pseudogelocus* ersetzte (Fußn. S. 32). Erst 1902 (S. 65) erfolgte die Artbenennung des Genohotypus mit der Art *suevicus*, über die aber der in der gleichen Arbeit vergebene Name *scotti* die Zeilenpriorität besitzt, auch wenn sich der Name *suevicus* auf das ursprünglich nur mit der Gattungsbezeichnung abgebildete Stück bezieht.

Daß der als *Paragelocus scotti* beschriebene Oberkiefer und der als *Pseudogelocus suevicus* bezeichnete Unterkiefer artlich zusammengehören, kann nach der Untersuchung des überreichlichen Materials aus mehreren suevischen Spaltenfüllungen nicht mehr bezweifelt werden. Die Artbenennung muß daher *Pseudogelocus scotti* heißen.

Die Art hat sowohl in der Größe als auch in den Merkmalen eine beachtliche Variabilität. Das betrifft insbesondere die P_4 in Ober- und Unterkiefer. So kann die Paraconusfalte fehlen oder stark entwickelt sein. Der untere P_4 variiert vom einfachen Typ der Gattung *Gelocus* bis zu einem abgeschlossenen Talonidbecken, wie es bei *Bachitherium* verwirklicht ist. Die Art ist durch das tiefe und mittlere Suevium ohne erkennbare Größenzunahme bekannt.

Gelocus laubei SCHLOSSER 1901

Von dieser kleinen Gelocidenart sind nur wenige Reste gefunden worden. Leider reichen diese nicht aus, um der Frage nachzugehen, ob es sich um einen Vorfahren von *G. communis* handelt. Die Stücke stimmen, soweit es sich um untere Molaren handelt, mit den Abbildungen SCHLOSSERS in Größe und Form überein und lassen sich trotz der mäßigen Größenunterschiede metrisch von *Pseudogelocus scotti* trennen.

Gelocus aff. *communis* (AYMARD 1846)

Eine größere Gelocidenart von „Haag 2“ wird hier auf *G. communis* bezogen, obwohl sie in der Größe diese Art etwas übertrifft. Sie steht ihr aber metrisch und morphologisch näher als der späteren *G. villebramarensis*.

Gelocus villebramarensis BRUNET & JEHENNE 1976

In „Möhren 13“ das auch sonst Anklänge an die Fauna von Villebramar zeigt, kommt diese größere Gelocidenart vor. Sowohl metrisch als auch morphologisch — soweit ein Vergleich mit der Originalabbildung möglich ist, — sind keine Abweichungen des süddeutschen vom französischen Material feststellbar. Ein Nachkomme dieser Form tritt noch in „Ronheim 1“ auf, wo er die Größe der Stücke von Möhren noch übertrifft, aber keine Tendenz zur Streckung der oberen Prämolaren nach vorn zeigt, wie sie für *Prodremotherium* charakteristisch ist. Eine Abstammung dieser Gattung von *Gelocus villebramarensis* ist daher unwahrscheinlich. Sehr viel mehr weisen einige Merkmale der unteren Molaren in Richtung auf größere *Amphitragulus*-Arten.

Bachitherium curtum FILHOL 1884

Diese Art tritt erstmals in „Möhren 13“ auf, ohne daß Vorläufer bekannt wären. Von da an sind immer wieder einzelne Funde bekannt. Brauchbare Unterschiede zu den recht verschiedenartigen Stücken aus dem Quercy sind nicht zu beobachten.

Gelocidae ind. sp. 1

In „Möhren 13“ tritt eine weitere Gelocidenart auf, die in der Rauhigkeit der Molaren Anklänge an *Prodremotherium*, in der Form der oberen Prämolaren aber an *Amphitragulus* zeigt. Da ein zweiter Talonid-Höcker des M_3 , wie er für *Prodremotherium* typisch ist, fehlt, kann die Art nicht zu dieser Gattung gestellt werden.

Amphitragulus? sp.

Ein kleiner Prämolare (P_4 ?) von „Ronheim 1“, der ausgesprochen kurz und gedrungen ist und eine konvexe Außenwand hat, ähnelt am meisten noch manchen *Amphitragulus*-Arten. In der Größe übertrifft er *Pseudogelocus*, bleibt aber hinter *Bachitherium* zurück.

6. Ökologische Deutung der Huftierfaunen

6.1 Die Fragestellungen

Die vorliegende Studie geht von der Beobachtung aus, daß das Spektrum der vorliegenden, annähernd gleichzeitigen Faunen des tieferen Sueviums sehr verschiedenartig sein kann. Mit der Fauna vom „Möhren 13“ wurde einerseits ein stark vom gewohnten Bild abweichender Faumentyp, andererseits eine so reiche Fauna gefunden, daß man annehmen kann, daß fast alle damals in diesem Gebiet vertretenen Arten auch in ihr repräsentiert sind.

Von dieser Beobachtung ausgehend, lassen sich folgende Fragen stellen:

1. Können die verschiedenen Faunenspektren nach der Häufigkeit bestimmter Arten definiert werden?
2. Können diese Faunenspektren bestimmten Lebensräumen der damaligen Zeit zugeordnet werden und wie genau lassen sich diese umschreiben?
3. Kann aus der Häufigkeit bestimmter Arten in diesen Faunen etwas über ihre Autökologie gesagt werden?
4. Kann aus der zeitlichen Abfolge verschiedener Faunen, aber auch aus der zeitlichen Verbreitung der verschiedenen Arten etwas über die Veränderung des Klimas ausgesagt werden?

6.2 Die Faunenspektren

6.2.1 Verfälschungen

Eine wichtige Frage ist die nach der Realität der Faunenspektren. Wie spiegelt sich das Artenspektrum im Einzugsbereich einer Fundstelle in der überlieferten Thanatocoenose wieder? Welche Verfälschungen sind bei der Bildung der Fundstellen, welche bei der Diagenese, welche bei der Gewinnung der Funde eingetreten?

Eine erste Verfälschung ist von den Lebens- und Sterbegewohnheiten der betreffenden Arten und ihrer Fressfeinde zu erwarten. Diese Möglichkeit muß im Auge behalten werden, da es m. E. keine Möglichkeit gibt, diese Verzerrung gegenüber dem lebenden Bestand zu korrigieren. Sie ist ökologisch bedingt und sollte mit in eine Deutung eingehen.

Eine Verfälschung kann ein Wasser-Transport der Tierreste durch Korngrößen-sortierung bewirken. Eine gleichartige, nicht in jedem Fall gleichgerichtete Verschiebung erfolgt auch durch verschiedenartige Bergungsmethoden, insbesondere, wenn durch Aufsammeln im Gelände größere Objekte zahlenmäßig bevorzugt werden. Um diese Fehlerquellen so weit wie möglich auszuschalten, mußten die Arten nach Größenklassen getrennt in zahlenmäßige Relation gesetzt werden.

Auch eine Verfälschung durch die Diagenese ist möglich. Da sich auch diese nach der Größe der Objekte richtet, — größere Objekte sind mechanisch empfindlicher, kleine chemisch, — ist ihr mit derselben Methode zu begegnen.

6.2.2 Die Huftierfauna und ihre statistische Auswertung

Eine Übersicht über alle hier ausgewerteten Faunen gibt Abb. 4, S. 274, wobei jeweils die ermittelten Mindestindividuenzahlen eingetragen sind. Aus 22 Faunen werden zur Ermittlung von Faumentypen 7 ausgewählt, die folgende Bedingungen erfüllen:

Fundstellen - Mindestindividuenzahlen

S u e v i u m

basales tiefes

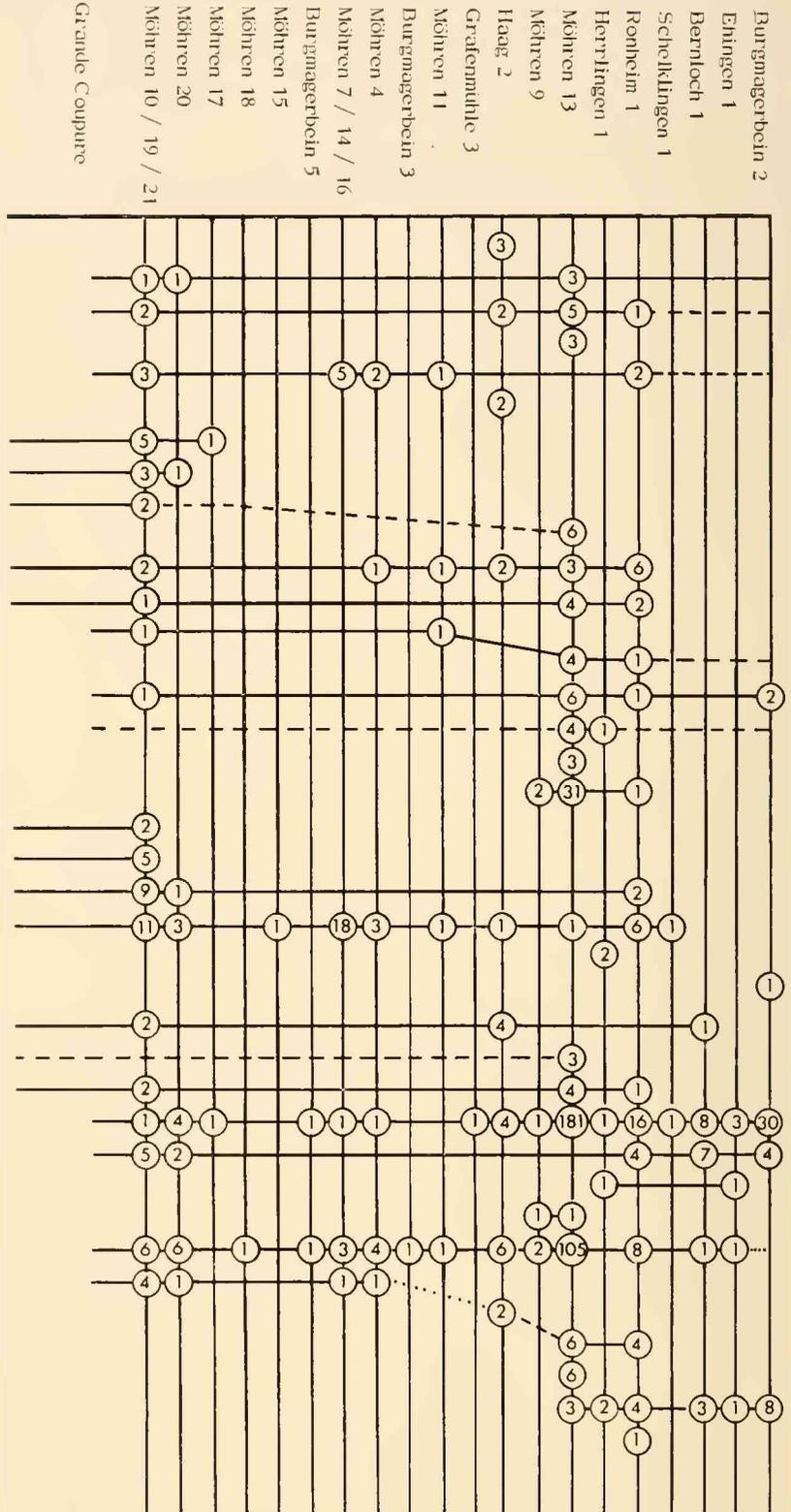
tieferes

mitt. oberes

Grande Coupure

Huftier-Arten

- Haagella peregrina
- Protapirus priscus
- Eggysodon sp.
- Epiaceratherium aff. bolcense
- Ronzotherium filholi
- Ronzotherium cf. velaunum
- Palaeotherium medium suevicum
- Palaeotherium duvali
- Plagiolophus fraasi
- Plagiolophus sp.
- Plagiolophus minor
- Dichobune fraasi
- Entelodon magnum
- Entelodon deguilhemi
- Propalaeochoerus aff. paronae
- Anthracotherium "monsivialese"
- Elomeryx porcinus
- Bunobrachyodus sp.
- Anoplotherium cf. commune
- Anoplotherium pompeckji
- Diplobune quercyi
- Diplobune bavarica
- Diplobune minor
- Ephelcomenus sp.
- Dacrytherium ovinum
- Dacrytherium aff. saturnini
- Tapirulus aff. hyracinus
- Paroxacron bergeri
- Plesiomeryx cadurcensis
- Cryptomeryx gaudryi
- Lophiomeryx aff. angarae
- Pseudogelocus scotti
- Gelocus laubei
- Gelocus aff. communis
- Gelocus villebramarensis
- Gelocidae indet. sp. 1
- Bachitherium curtum
- cf. Amphitragulus sp.



Sie sind nicht zu arm, enthalten Reste von größeren und kleineren Huftieren und übergreifen zusammen einen nicht zu großen stratigraphischen Zeitraum.

Trotzdem sei hier darauf hingewiesen, daß die stratigraphischen Unterschiede einen weiteren Unsicherheitsfaktor in die statistische Auswertung bringen.

Ein erster Schritt zu Ermittlung von Faumentypen liegt in der Berechnung der Artidentität (nach SØRENSEN) und der Dominanzidentität (nach RENKONEN) (Abb. 5, S. 49). Dabei erweist sich, daß Thanatocoenosen, in denen die Mischung von Elementen verschiedener Standorte sehr wahrscheinlich ist, besser mit der Berechnung der Dominanz-Identität beurteilt werden können, da diese seltenere Nebenbestandteile in den Hintergrund drängt. Das wirkt sich auch zu Ungunsten von überhaupt seltenen und damit ökologisch weniger bedeutsamen Formen aus. Dagegen wird der Vergleich ärmerer mit reicheren Faunen erleichtert; unvollständig belegte Faunen sind auswertbar.

Die wichtigsten Unterschiede (die niedrigsten Identitäten) liegen zwischen Fundstellen wie „Möhren 7“ und „Möhren 19“ einerseits und „Möhren 13“ andererseits. Auch „Haag 2“ zeigt gegenüber diesen ersteren Fundstellen sehr geringe Identitäten, ohne jedoch gegenüber „Möhren 13“ eine entsprechende hohe aufzu-

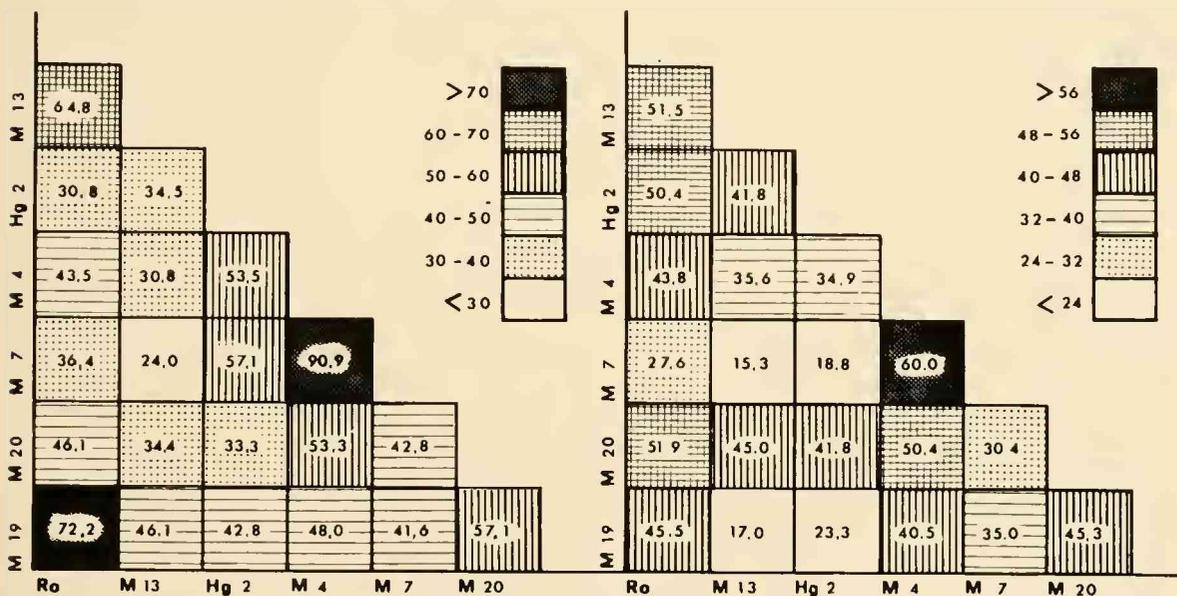


Abb. 5: a. Artidentität $I_A = \frac{100 \times 2b}{c + d}$ (nach SØRENSEN) und

b. Dominanzidentität $I_D = d_1 + d_2 + d_3 \dots d_n$ (nach RENKONEN)

in der Zusammensetzung der wichtigsten Faunen aus den Spaltenfüllungen des Mitteloligozäns. Nur die Zahlen der Artidentität sind Prozentwerte. Hg = Haag, M = Möhren, Ro = Ronheim

Abb. 4: Übersicht über die Huftier-Arten des süddeutschen Mitteloligozäns und ihre Häufigkeit an den einzelnen Fundstellen. Die Zahlen in den Kreisen bezeichnen die Mindestindividuenzahlen, die für die betreffende Fundstelle ermittelt wurden. Die horizontalen Linien bezeichnen die sichere ——— oder vermutete — — — stratigraphische Reichweite der Arten in Süddeutschland und ihre phylogenetischen Zusammenhänge.

weisen. Hohe Identität zeigt dagegen „Möhren 4“ mit „Möhren 7“, ohne daß auch „Möhren 4“ mit „Möhren 13“ oder „Haag 2“ eine besonders niedrige Identität hätte.

Betrachtet man diese Verhältnisse nach den Artidentitäten, so zeigt sich, daß die niedrige Dominanzidentität zwischen „Möhren 13“ und „Möhren 7“ einer niedrigen Artidentität entspricht, ebenso die hohe zwischen „Möhren 7“ und „Möhren 4“.

Dagegen kommt zu der niedrigen Dominanzidentität von „Möhren 7“ und „Haag 2“ eine hohe Artidentität — ein besonders klarer Beweis für die Relevanz der Unterschiede. Besonders niedrige Artidentitäten liegen nicht nur zwischen „Möhren 7“ und „Möhren 13“, sondern auch zwischen „Möhren 13“ und „Haag 2“. Das bedeutet, daß diese beiden Fundstellen, die sich in der Dominanzidentität von „Möhren 7“ und „Möhren 4“ so stark unterscheiden, untereinander nur durch einige generell häufige Formen verbunden sind.

Eine besondere Stellung nimmt „Ronheim 1“ ein, die stratigraphisch jüngste der Fundstellen. Seine hohe Artidentität mit „Möhren 19“, der stratigraphisch ältesten zeigt, daß stratigraphische Unterschiede keine besonders große Rolle spielen. Auffällig ist, daß diese Fundstelle mit fast allen anderen (außer „Möhren 7“) relativ hohe Dominanz-Identität zeigt, nicht aber Artidentitäten, mit Ausnahme von „Möhren 13“. Dieses Bild läßt sich nur dadurch erklären, daß „Ronheim 1“ eine Mittelstellung einnimmt zwischen den — in der Dominanzidentität — gegensätzlichen Faunen von „Möhren 13“ und „Möhren 19“.

6.2.3 Die Faumentypen und ihre Elemente

Wie schon erwähnt, ist zu erwarten, daß in den Thanatocoenosen Angehörige verschiedener ökologisch differenzierter Faungemeinschaften vorliegen. Die oben miteinander verglichenen Faunen geben also jeweils den Bestand im Einzugsgebiet der Fundstelle mit unterschiedlichen Anteilen verschiedener ökologischer Bereiche wieder. Da sich diese Einzugsbereiche zum Teil überschneiden, sind die Unterschiede auch Ausdruck kurzfristiger Veränderungen im gleichen Gebiet.

Die oben untersuchten Identitäten sind also in erster Linie Ausdruck des verschiedenen Mischungsverhältnisses von Lebensgemeinschaften in der Todesgemeinschaft. Um auf die Lebensgemeinschaften rückschließen zu können, muß die Ermittlung der Dominanz durch eine Untersuchung des realen Artbestandes ergänzt werden. Dabei soll mit den gegensätzlichen Faunen begonnen werden:

„Möhren 7“ und „Möhren 13“ haben absolut die geringste Art- und Dominanzidentität. Sie unterscheiden sich außerdem auch extrem in der Zahl der Huftier-Arten. Dabei ist für die artenarme Fauna von „Möhren 7“ der Individuenreichtum von *Diplobune bavarica* charakteristisch. Diese Art ist in der sonst individuen- und artenreichen Fauna von „Möhren 13“ nur durch ein Fundstück vertreten. Daneben kommt in „Möhren 7“ noch *Ronzotherium fiboli* vor, das in „Möhren 13“ ganz fehlt.

Da diese beiden Arten sonst in sehr vielen Faunen auftreten, kann ihr Fehlen in „Möhren 13“ nur so gedeutet werden, daß sie einer Lebensgemeinschaft angehören, die in „Möhren 13“ nicht vertreten ist.

Auf der anderen Seite sind viele der großen Huftiere, die in „Möhren 13“ individuenreich vertreten sind, nur oder fast nur an dieser Fundstelle vertreten. Auf „Möhren 13“ beschränkt sind: *Epiaceratherium bolcense*, *Anthracotherium mons-*

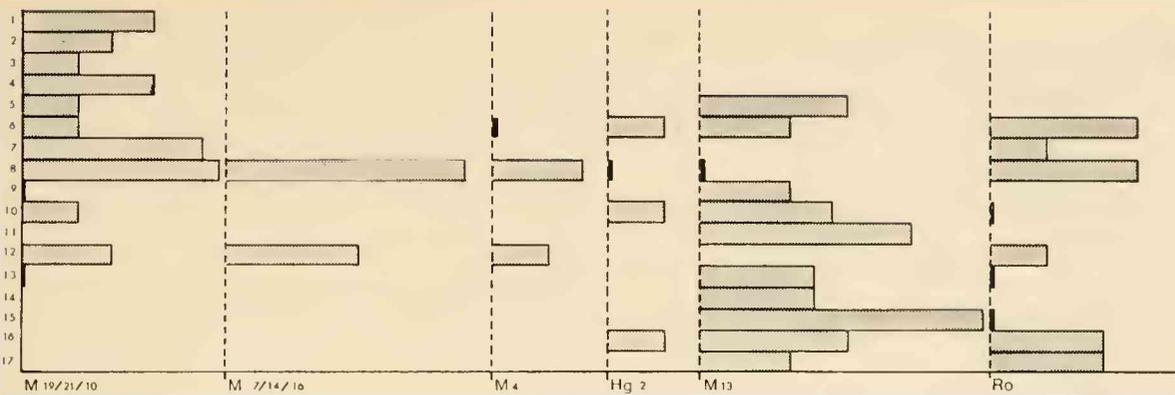
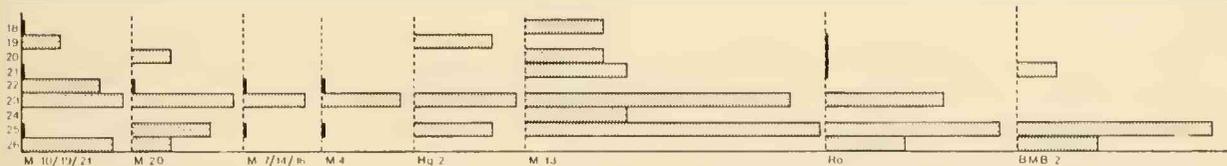


Abb. 6: Die Verteilung der häufigeren Huftier-Arten in den reicheren Fundstellen (Mindestindividuenzahlen in Logarithmischem Maßstab aufgetragen; daher sind Einzelindividuen nur als Verstärkung der Basislinie abgebildet).

BMB = Burgmagerbein, Hg = Haag, M = Möhren, Ro = Ronheim

a. Großwüchsige Huftiere nach den auf S. 284 ausgeschiedenen Gruppen angeordnet: Aa: 1 = *Palaeotherium medium*, 2 = *Palaeotherium duvali*, 3 = *Anoplotherium commune*, 4 = *Anoplotherium pompeckji* — Ab: 5 = *Plagiolophus fraasi* sp., 6 = *Plagiolophus minor*, 7 = *Diplobune quercyi* 8 = *Diplobune bavarica* — Ba: 9 = *Protapirus priscus*, 10 = *Eggysodon* sp., 11 = *Epiaceratherium bolcense*, 12 = *Ronzotherium filholi*, 13 = *Entelodon*, 14 = *Antracotherium*, 15 = *Bunobrachyodus* sp. — Bb: 16 = *Gelocus communis/villebramarensis*, 17 = *Bachitherium curtum*



b. Kleinwüchsige Huftiere (in gleicher Anordnung): Ac: 18 = *Dichobune fraasi*, 19 = *Dacrytherium ovinum*, 20 = *Tapirus* aff. *hyracinus* — Bb: 21 = *Propalacochoerus paronae*, 22 = *Gelocus laubei*, 23 = *Pseudogelocus scotti*, 24 = *Gelocidae* indet. — Bd: 25 = *Paroxacron bergeri*, 26 = *Plesiomeryx cadurcensis*

vialense, *Elomeryx porcinus*, *Gelocidae* sp. 1. Dazu kommen Arten, die hier häufig, an anderen Fundstellen aber nur sehr selten sind: *Protapirus priscus*, *Entelodon* mit der Stammlinie *magnus-deguilhemi*, *Bunobrachyodus* sp.. Auch dies ist also eine Lebensgemeinschaft, die nur gelegentlich durch einzelne Vertreter in anderen Fundstellen repräsentiert ist.

Eine weitere Fundstelle, wo *Diplobune bavarica* nur sehr untergeordnet auftritt und *Ronzotherium filholi* fehlt, ist „Haag 2“. Auch diese Fauna hat nur eine sehr geringe Dominanzidentität mit „Möhren 7“ — die Artidentität ist höher —, jedoch keine besonders hohe mit „Möhren 13“. Auch hier sind Arten vertreten, die nicht in anderen Fundstellen vorkommen, doch sind sie auch hier nicht häufig (*Haagella peregrina*, *Ronzotherium* cf. *vellaunum*). Im übrigen dominieren Formen, die in fast allen Faunen vorhanden sind. *Pseudogelocus scotti* nimmt unter den kleinen Huftieren sogar eine dominierende Stellung ein. Hier ist also eine Lebens-

gemeinschaft überwiegend belegt, in der unspezialisierte Formen im Übergewicht waren.

Die übrigen Faunen lassen sich als verschiedene Mischungsverhältnisse der drei erfaßbaren Faunengemeinschaften verstehen. Diese Gemeinschaften lassen sich charakterisieren als:

1. Die artenarme *Diplobune*-Fauna
2. Die artenreiche Anthracotheriden-Fauna
3. Die relativ artenarme Fauna von Haag, die keine besonders häufige „Leitart“ erkennen läßt.

Ein Versuch, die zahlreichen Arten, die keine ausschließliche Verbreitung zeigen, bestimmten Lebensgemeinschaften zuzuordnen, soll später folgen.

6.3 Die Lebensräume

Hinweise auf einen ehemaligen Lebensraum können aus folgenden Daten bezogen werden:

Faunenelemente, die Tiergruppen angehören, deren ökologische Spannweite als einigermaßen konstant anzusehen ist (z. B. Krokodile).

Faunenelemente, die heute noch nahe Verwandte haben, deren morphologische Abweichungen sich in Relation zu ökologischen Veränderungen setzen lassen.

Biostratinomische Beobachtungen, die den Ablagerungsraum betreffen.

Diese Daten erlauben eine wechselseitige Kontrolle. Dazu können im vorliegenden Fall bereits vorliegende Angaben über die Vegetation herangezogen werden, die von D. MÜLLER (1972) aus der Land- und Wasserschneckenfauna gewonnen wurden.

6.3.1 Der Lebensraum der Anthracotheriden-Fauna

Die eindeutigsten Daten liegen für die Fauna von „Möhren 13“ vor. Das reichliche Auftreten von Krokodilen, das Vorkommen von Bibern und von Pantolestiden (HEISSIG 1976) sprechen dafür, daß der Artenreichtum dieser Fundstelle aus der Umgebung eines größeren Gewässers und aus diesem selbst stammt. Auch die bisher bekannte Häufigkeit von Anthracotheriden in Braunkohle-Fundstellen fügt sich gut in das Bild eines von ausgedehnten Sümpfen und Auen umgebenen Gewässers.

Dazu kommt von der Seite der Geologie der unmittelbare Zusammenhang mit hangenden Süßwasserkalken und die Sortierung der Fossilien nach der Größe innerhalb der Fundstelle, die auf Wassertransport hinweist.

Frühere Untersuchungen in den hangenden Süßwasserkalken durch D. MÜLLER haben hier einen der wenigen Punkte ergeben, an dem Uferschnecken stärker vertreten sind — ebenfalls der Nachweis einer breiteren versumpften Zone.

6.3.2 Der Lebensraum der *Diplobune*-Fauna

In diesem Bereich fehlen Indizien weitgehend. Aus der Artenarmut, bei gleichzeitigem Individuenreichtum einer einzigen Art, läßt sich schließen, daß es sich um einen ungünstigen Biotop gehandelt hat, der von spezialisierten Formen bewohnt war. Diese Spezialisierung geht auch daraus hervor, daß *Diplobune*, aber auch *Ronzotherium* den an sich günstigen Biotop von „Möhren 13“ gemieden haben.

Die Fundstellen, die diesen Typ vertreten, liegen in Roterde-Spaltenfüllungen, die keine oder wenige Anzeichen von Wassereinwirkung zeigen.

Alle diese Hinweise lassen in dieser Faunengemeinschaft den Gegenpol zur Anthracotheriden-Fauna auf der trockenen Seite vermuten. Der starke Gegensatz zwischen den Faunen macht einen erheblichen Unterschied der Biotope wahrscheinlich.

Für den Grad der Trockenheit können aus der Huftier-Fauna keine sicheren Schlüsse abgeleitet werden. HEISSIG (1969, S. 124 ff.) hat zwar für *Ronzotherium filholi* einige Tendenzen zur Anpassung an härtere Nahrung nachgewiesen; *Diplobune bavarica* mit ihrem niederkronigen Gebiß zeigt immerhin Einlagerung von Zahnzement in die Gruben der Kaufläche, die in ähnlicher Weise verstanden werden können. Beide Formen waren jedoch sicher nicht in der Lage, sich allein von Step-pengräsern zu ernähren.

Nach D. MÜLLER 1972 (S. 196 ff.), bewohnte ein großer Teil der Schnecken der *Cochlostoma*-Roterdekalke offenes Land und lichte Gebüsch; Formen der stärker beschatteten Wälder fehlen nicht, treten aber stark zurück. Damit ist es am wahrscheinlichsten, als trockeneren Bereich eine mit Buschland durchsetzte Savanne anzunehmen, da die Huftierfauna entschieden gegen die Annahme eines offenen Graslandes spricht.

6.3.3 Der Lebensraum um „Haag 2“

Noch weniger klar ist die Charakterisierung des Lebensraumes des dritten Faunentyps. Die relativ geringe Artenzahl könnte auf das insgesamt spärliche Untersuchungsmaterial zurückgeführt werden. Die einzigen Arten, die nur hier auftreten, sind selten. *Haagella peregrina*, als Tapir asiatischer Herkunft, könnte auch nur vorübergehend zugewandert sein. *Ronzotherium* cf. *velaunum* ist bisher nur von feuchteren Bereichen bekannt: Aus dem Süßwasserkalk von Ronzon, aus der Delta-Ablagerung von Hoogbutsel und aus fluviatilen, molasse-ähnlichen Ablagerungen Frankreichs. Die Art *R. filholi*, die hier fehlt, kommt dagegen im Karstgebiet des Quercy vor. Die übrigen Arten sind, ihrer allgemeinen Verbreitung nach, nicht spezialisiert. Dem entspricht, daß sie alle mit einer Ausnahme, *Dacrytherium ovinum*, in dem günstigen Biotop von „Möhren 13“ mit hohen Individuenzahlen vertreten sind. *Dacrytherium ovinum* fehlt dort, tritt aber dafür in „Möhren 19“ untergeordnet auf. Da Formen des Sumpfwaldes fehlen, die übrigen Arten aber im Sumpf- und Auebereich ebenfalls häufig sind, kann nur vermutet werden, daß es sich bei dem Biotop von „Haag 2“ um einen weniger üppigen, also wahrscheinlich trockeneren Wald gehandelt hat, der entsprechend weniger Arten Lebensmöglichkeiten bot. Dem entspricht auch das Auftreten von Lianen-Samen (frdl. Mitteilung durch Herrn Professor W. JUNG).

6.3.4 Landschaftsbild und Klima im tiefen Suevium

Die Häufigkeit der Krokodile belegt relativ hohe Temperaturen (BERG 1965, 329 ff.). Die Verwitterungsbedingungen, die sich in der Anreicherung von Eisenoxyd in den Roterden und Bohnerzen niedergeschlagen haben, sprechen für ein wechsel-feuchtes, warmes Gesamtklima. Da in einem Karstgebiet das Grundwasser die hochgelegenen Flächen nicht erreicht, kann Wald nur in den Niederungen gedeihen. Auf den Hochflächen reicht der Niederschlag für eine dauernde Versorgung üppiger Vegetation nicht aus.

Wir müssen uns also eine Landschaft von Savannen und Buschbeständen vorstellen, deren wenige Gewässer von meist schmalen (D. MÜLLER 1972, S. 203), nur

örtlich ausgedehnteren Galeriewäldern begleitet waren. Diese Konfiguration erklärt auch, weshalb sich einzelne Formen der beiden Wald-biotope immer wieder untergeordnet in Fundstellen finden, die Spuren fluviatilen Einflusses zeigen.

6.4 Die Autökologie der Arten

Haagella peregrina kommt nur in „Haag 2“ vor und dürfte damit wohl einen trockenen, aber geschlossenen Wald bewohnt haben. Ihre näheren asiatischen Verwandten zeigen Funktionssteigerungen des Gebisses, die auf eine etwas andere Ökologie hinweisen als die heutigen Tapire, die vorwiegend Bewohner feuchter Wälder, z. T. aber auch von Bergwäldern sind.

Protapirus priscus, der den heutigen Tapiren unmittelbar verwandt ist und als deren Vorläufer gilt, kommt nur da vor, wo fluviatile Einflüsse erkennbar sind. Er muß als Bewohner feuchter Wälder gelten, die damals nur im Auebereich existierten.

Eggsodon sp. ist ebenfalls als Waldbewohner zu werten, der offenbar auch in trockeneren Wäldern genügend Lebensmöglichkeiten fand. Damit gehört diese europäische Gattung der Hyracodontidae innerhalb dieser Familie zu den weniger angepaßten Formen.

Epiaceratherium bolcense muß dagegen als hochspezialisierte Form gewertet werden. „Möhren 13“ ist der zweite Fundort überhaupt, doch kommt sie an beiden Fundorten mit hohen Individuenzahlen vor. Sie muß daher als Sumpf- oder Sumpfwald-Form betrachtet werden. Auch die andere Fundstelle der Art, Monteviale ist als Braunkohlen-Vorkommen eine typische Sumpfwald-Ablagerung.

Ronzotherium filholi ist bisher fast ausschließlich aus Karst-Vorkommen bekannt. Wieweit die stratigraphisch jüngeren Funde, die HEISSIG 1969 zu dieser Art stellt, und die morphologisch deutliche Veränderungen zeigen, tatsächlich mit denen des frühen Mitteloligozäns ökologisch gleichgestellt werden können, muß hier offenbleiben. Die hier vorliegenden Funde stammen alle aus typischen *Diplobune*-Faunen und belegen damit, daß *Ronzotherium filholi* damals die trockenen Gebiete bewohnte und Wälder und Sumpfwälder mied.

Ronzotherium cf. *velaunum*, dessen bisherige Funde aus limnischen und fluviatilen Sedimenten stammen, muß als Waldbewohner gelten. Das Vorkommen in „Haag 2“ ist der bisher erste sichere Nachweis dieser Art in Mitteleuropa. Diese Feststellung bestätigt die aus der Zahnmorphologie gewonnene Auffassung über die Autökologie dieser Art von HEISSIG (1969).

Palaeotherium medium ist nur als Reliktform vertreten, die ökologisch nicht genauer charakterisiert werden kann, weil sie in zu wenigen Fundstellen vertreten ist.

Palaeotherium duvali ist ebenfalls eine Reliktform, die erstmals als Superstit im Suevium nachgewiesen wurde. Für beide *Palaeotherium*-Arten stellt sich die Frage, warum die Gattung *Palaeotherium*, nicht aber die nahe verwandte Gattung *Plagiolophus* an der Wende zum Suevium ausstarb. Offensichtlich hat dabei die größere Höhe der Zahnkronen bei *Plagiolophus* doch eine Rolle gespielt, obwohl diese Gattung ebenfalls nicht als Bewohner der Trockengebiete gelten kann. Dazu kommt, daß die größeren Palaeotherien sicher für ökologische Veränderungen anfälliger waren.

Plagiolophus fraasi und die möglicherweise nahe verwandte Form *Plagiolophus* sp. müssen trotz der hohen Zahnkronen und der Bildung von Zahnzement in

den Gruben der Kronenoberfläche als Bewohner feuchterer Wälder gewertet werden. Dafür spricht das Auftreten nur in aquatil beeinflussten Fundstellen. Die Tatsache, daß der typische *P. fraasi* von der kleineren Form *P. sp.* abgelöst wird, spricht dafür, daß das frühere Aussterben der *Palaeotherien* etwas mit deren absoluter Größe zu tun hatte.

Plagiolophus minor ist häufiger und findet sich auch in typischen *Diplobune*-Faunen. Auch hier wird die typische Form durch eine kleinere Variante abgelöst. Diese Art war offenbar wenig spezialisiert und konnte auch unter ungünstigen Bedingungen noch gut gedeihen. Daß auch hier eine kleinere Variante in stratigraphisch jüngeren Faunen auftritt, kann als Hinweis auf den ökologischen Streß gesehen werden.

Dichobune fraasi ist einer der Superstiten primitiver Artiodactylen, der seit dem Obereozän fast unverändert geblieben ist. Die Art tritt nur da auf, wo aquatile Beeinflussung erkennbar ist. Die Vorkommen von Ronheim sind die stratigraphisch jüngsten, die bisher bekannt sind. Offenbar handelt es sich um einen Bewohner feuchter Wälder.

Entelodon magnum und sein Nachfahre *E. deguilhemi* sind seltene Elemente, die in aquatil beeinflussten Fundstellen auftreten. Dazu paßt das Vorkommen in „Möhren 11“, einer *Diplobune*-Fauna, wenig. Die Formen waren also offenbar nicht absolut auf die günstigsten Biotope angewiesen, sondern waren auch ungünstiger Umgebung gewachsen.

Propalaeochoerus aff. *paronae* ist als Tier der feuchten Wälder anzusehen. Dafür spricht das Vorkommen in „Möhren 13“ und stärker fluviatil beeinflussten Fundstellen. Selbst trockenere Wälder, wie sie wohl „Haag 2“ umgaben, genügten den Ansprüchen dieser Art nicht.

Antracotherium monsvialense ist wohl als eng spezialisierter Bewohner der Sumpfwälder aufzufassen. Dafür spricht das Fehlen in Faunen, die fluviatile Beeinflussung zeigen, deren Fauna aber auf einen schmalen Abstand von den Trockengebieten hinweist. Dafür spricht, wie auch bei der vorigen Art, auch das Auftreten in den Braunkohlen des Monteviale.

„*Elomeryx*“ *porcinus* tritt relativ selten auf, es ist, wie *Antracotherium* auf „Möhren 13“ beschränkt und war wohl ein Sumpfbewohner.

Bunobrachyodus sp. steht der vorigen Art morphologisch nahe. Die Art ist aber kleiner und kam daher wohl mit geringerem Lebensraum aus. Das erklärt ihr Vorkommen auch in der fluviatil beeinflussten Fundstelle Ronheim. Trotzdem ist das eng begrenzte Auftreten mit hoher Individuenzahl ein Zeichen für die starke Spezialisierung. Möglicherweise zog diese Art fließende Gewässer den Sümpfen vor.

Anoplotherium cf. *commune* ist ein seltener Superstit, der ökologisch nicht eingeschätzt werden kann.

Anoplotherium pompeckji ist ebenfalls ein Superstit. Da beide Anoplotherien gemeinsam mit den *Palaeotherien* und der großen Art *Diplobune secundaria* im frühen Suevium ausstarben, liegt auch hier der Verdacht nahe, daß die Körpergröße dabei eine Rolle spielte. Beide Formen haben ein niederkroniges Gebiß und waren damit nicht in der Lage, sich zu einem größeren Anteil mit Gräsern zu ernähren.

Diplobune quercyi ist nur in *Diplobune*-Faunen mit fluviatilem Einfluß vertreten. Die Art könnte im Randbereich der Auwälder gelebt haben und jahreszeitlich zwischen trockenen und feuchten Bereichen gewechselt haben.

Diplobune bavarica ist durch seine ausschließliche Zugehörigkeit zu der durch sie gekennzeichneten Faunengemeinschaft charakterisiert. Daß die Art in den beiden Wald-Faunengemeinschaften nicht auftritt, zeigt, daß sie Wälder ausgesprochen gemieden hat. Auch bei dieser Art ist eine Verringerung der Körpergröße feststellbar, die ebenso wie bei *Plagiolophus* auf schlechte Lebensbedingungen zurückgeführt werden könnte. Trotzdem muß *Diplobune bavarica* als die am stärksten spezialisierte Art gewertet werden. Der niederkronige Bau der Zähne läßt keine Anpassung an härtere Nahrung erkennen, doch wird Zahnzement in die Gruben der Krone eingelagert, was allerdings auch bei verwandten Gattungen auftreten kann.

Diplobune minor, eine Art, die in Frankreich noch in wesentlich jüngeren Fundstellen auftritt, ist nur in einer, weit westlich gelegenen Fundstelle (Herrlingen 1) nachgewiesen. Eine ökologische Aussage ist nicht möglich.

Ephelcomenus sp., ein Nachfahre der Gattung *Diplobune*, ist mit einem Individuum von „Burgmagerbein 2“ bekannt. Eine ökologische Deutung ist nicht möglich.

Dacrytherium ovinum tritt an drei Fundstellen auf. Außer „Haag 2“ mit seiner typischen Fauna tritt die Art noch an zwei Fundstellen mit fluviatilem Einfluß auf, die offenbar im Einzugsgebiet ähnliche Biotope aufwiesen wie „Haag 2“. Die Art fehlt in „Möhren 13“ und war damit sicher kein Bewohner des Sumpfwaldes, sondern weniger feuchter Wälder.

Dacrytherium aff. *saturnini* vertritt *D. ovinum* in „Möhren 13“ und kann daher als Sumpfwaldbewohner gelten. Beide *Dacrytherium*-Arten gehören zu den kleineren Artiodactylen, die sich seit dem Obereozän kaum verändert haben.

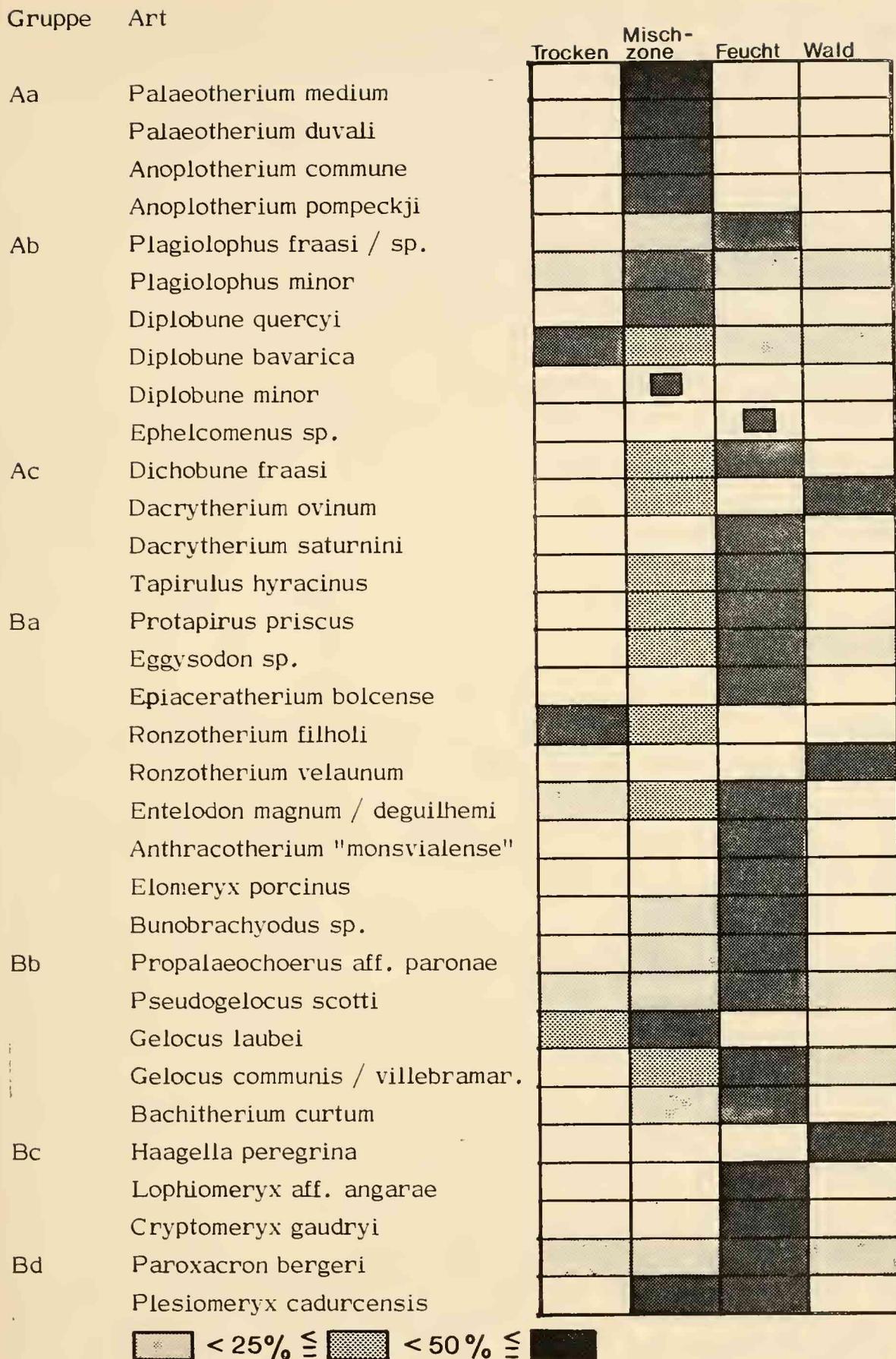
Tapirulus aff. *hyracinus* ist ebenfalls eine eozäne Reliktform, die auf aquatil beeinflusste Fundstellen beschränkt ist. Die Häufigkeit in „Möhren 13“ ist zwar nicht hoch, doch übertrifft sie die an anderen Fundstellen. Die Art fehlt in „Haag 2“ und gehört damit zur Lebensgemeinschaft des feuchteren Waldes.

Paroxacron bergeri n. sp. ist die weitaus häufigere Form der Cainotheriidae, erreicht ihre größten Häufigkeiten aber nur in den aquatil beeinflussten Fundstellen, insbesondere „Möhren 13“ und „Ronheim 1“. Die Form gehört daher zur Faunengemeinschaft des feuchteren Waldes, obwohl gelegentlich Zementeinlagerungen im Muster der Zahnkrone auftreten.

Plesiomeryx cadurcensis läßt sich keiner der drei charakterisierten Faunengemeinschaften zuordnen. Sie tritt in aquatil beeinflussten *Diplobune*-Faunen auf, nicht aber in reinen *Diplobune*- oder Sumpfwaldfaunen. Sie könnte spezielle Biotope am Übergang vom Auwald zu benachbarten Trockengebieten bewohnt haben. Auch im Bereich der trockeneren Wälder fehlt die Art.

Lophiomeryx aff. *angarae* tritt nur vereinzelt in „Möhren 13“ und „Möhren 9“, den Sumpfwald-Faunen auf. Das ist im Hinblick auf die zentral-asiatische

Abb. 7: Die Verteilung der einzelnen Arten auf die Fundstellentypen verschiedener Ökologie: Als Faunen der Mischzone gelten „Möhren 19/21/10“, „Möhren 20“ und „Ronheim 1“, als feucht „Möhren 13“ und „Möhren 9“, dazu die Faunen des mittleren und höheren Sueviums und als Wald nur „Haag 2“. Als trocken wird die Mehrzahl der unbedeutenden *Diplobune*-Faunen und die reicheren „Möhren 7/14/16“, „Möhren 11“ und „Möhren 4“ betrachtet.



Herkunft der Gattung interessant. Die jüngere europäische Art *L. chalaniati*, aus den Phosphoriten des Quercy weist mit ihrer Entwicklung höherer Zahnkronen auf eine ökologische Veränderung hin.

Cryptomeryx gaudryi ist eine Form des jüngeren Sueviums, also einer Zeit, in der die Faunendifferenzierung zurückgeht. Eine ökologische Aussage ist daher nicht möglich.

Pseudogelocus scotti ist eine Waldform, die nur in extremen *Diplobune*-Faunen fehlt. Sie war offenbar sehr anpassungsfähig, was sich auch in einer hohen Variabilität ausdrückt. Das könnte ein Hinweis darauf sein, daß fast überall wenigstens einige Bäume oder etwas Buschwerk vorhanden war.

Gelocus laubei ist dagegen eine Form der *Diplobune*-Fauna, auch wenn ihre größte Häufigkeit in der fluviatil beeinflussten Fauna von „Möhren 19“ auf einen höheren Wasserbedarf hinweist.

Gelocus aff. *communis* und *Gelocus villebramarensis* sind dagegen Waldformen, was aber nicht unbedingt gegen ihre Ableitung von *G. laubei* sprechen muß.

Auch *Bachitherium curtum*, das im mittleren und höheren Suevium, von „Möhren 13“ an auftritt, ist als Waldform anzusehen. Anders ist seine Häufigkeit in der ansonsten als Kleinsäugerfauna charakterisierten Fundstellen „Burmagerbein 2“ nicht zu erklären.

Dasselbe dürfte auch für die unbestimmte Gelociden-Art von „Möhren 13“ und für den fraglichen *Amphitragulus* von „Ronheim 1“ gelten.

6.5 Die Faunenverschiebungen im Mitteloligozän

6.5.1 Die stratigraphische Verbreitung der Arten und Gattungen

Unter den Arten der Gesamtfaua lassen sich in ihrem zeitlichen Verhalten eine Reihe von Gruppen unterscheiden:

- A. Bodenständige Formen seit dem Unteroligozän, es sind nur Superstiten, die im Laufe des Mitteloligozäns aussterben, bekannt, keine Huftiergruppe entwickelt sich weiter.
 - a) Großwüchsige Vertreter der Anoplotheriidae und Palaeotheriidae (Gattungen *Anoplotherium* und *Palaeotherium*), die bis zu ihrem raschen Verschwinden in tiefsten Suevium individuenreich vertreten waren.
 - b) Mittelgroße Formen derselben Familien (*Diplobune* und *Plagiolophus*), die im tieferen Suevium häufig bleiben, um dann an der Wende zum mittleren oder höheren auszusterben.
 - c) Kleine Artiodactylen, die seit dem Eozän ohne wesentliche Veränderung existierten und schon im Unteroligozän sehr selten sind. Sie reichen stratigraphisch etwa so weit wie die vorige Gruppe.
- B. Zuwanderer der „Grande Coupure“ und der nachfolgenden Zeit.
 - a) Großwüchsige Formen der ersten Einwanderungswelle: Tapiridae, Rhinocerotidae, Hyracodontidae, *Entelodon*. Die Anthracotheriidae sind wohl hierher zu stellen, auch wenn sie aus den tiefsten Fundstellen Süddeutschlands noch nicht bekannt sind. Sie wurden im Schweizer Vaulruzsandstein gefunden (STEHLIN 1938, S. 296), wo noch *Palaeotherium* vorkommt (FRANZEN, 1968, S. 163).

- b) Kleinere Formen der ersten Einwanderungswelle: *Suidae*, *Pseudogelocus*, *Gelocus* und ihre Abkömmlinge.
- c) Spätere und gelegentliche Zuwanderer: *Haagella*, *Lophiomeryx*, *Cryptomeryx*
- d) Einwanderer aus Westeuropa: *Cainotheriidae*

Betrachtet man das ökologische Verhalten der hier ausgeschiedenen Gruppen (Abb. 6, S. 59), so fällt auf, daß fast alle sich ökologisch relativ geschlossen verhalten, soweit das feststellbar ist. So sind alle kleinen Artiodactylen der Gruppe A. c. Wald- oder Sumpfwald-Bewohner. Unter den Formen der Gruppe B sind überhaupt nur zwei Arten, die nicht als Waldbewohner angesprochen werden können, dazu eine, die überhaupt unspezialisiert war. Beide Formen der Trockengebiete gehören zu Gruppen, die wesentliche Elemente der jungtertiären Fauna sind, und die dort ihren Höhepunkt haben: *Ronzootherium filholi* zu den Rhinocerotidae, *Gelocus laubei* zu den Ruminantia. Beide Gruppen zeigen also bereits im Oligozän ihre Anpassungsfähigkeit. Dagegen erleben die Familien, die allein auf feuchte Gebiete beschränkt bleiben, ihren Entwicklungshöhepunkt im Alttertiär und im frühen Jungtertiär.

Neben späteren Zuwanderern ist während des Sueviums eine Faunenbereicherung nur durch die Zunahme der Ruminantier-Arten zu beobachten. Das vorhandene Material erlaubt aber keine Entscheidung darüber, ob diese Entwicklung an Ort und Stelle oder in nahe benachbarten Gebieten vor sich ging.

6.5.2 Klimatische Folgerungen

Während des späten Unteroligozäns bahnt sich in den Faunen der süddeutschen Spaltenfüllungen die Vorherrschaft der Gattungen *Diplobune* und *Plagiolophus* über *Anoplotherium* und *Palaeotherium* an. Beide unterscheiden sich von den großwüchsigen Formen durch die stärkere Ausbildung von Zahnzement und belegen damit eine stärkere Anpassung an Trockenheit.

Trotz der Einwanderung von fünf Familien großer Huftiere zu Beginn des Sueviums behält *Diplobune bavarica* in den meisten Faunen eine dominierende Stellung. Die einwandernden Formen, die an Trockengebiete nicht angepaßt waren, erschienen individuenreich in Waldfaunen oder Faunen mit aquatilen Einflüssen, wo die kleinwüchsigen Superstiten des Eozäns noch neben den unspezialisierten Einwanderern fort dauern konnten.

Diese Entwicklung belegt eine fortschreitende Austrocknung im Unteroligozän, die im tiefen Suevium ihren Höhepunkt erreicht. Mit Beginn des mittleren Sueviums erfolgt eine starke Umstellung in der Fauna, gleichzeitig mit einer Umstellung in den biostratigraphischen Bedingungen. Nach „Ronheim 1“ werden Großsäugerfunde selten. *Diplobune* und *Plagiolophus* verschwinden im Juragebiet.

In den für das mittlere und späte Suevium charakteristischen Kleinsäugerfaunen treten in erster Linie Ruminantier und *Cainotheriidae* auf, beides Gruppen, die vorwiegend Bewohner von Wäldern waren.

Zugleich mit den an Trockengebiete angepaßten Superstiten verschwinden aber auch die kleinen Artiodactylen eozänen Gepräges, die offenbar dem stärkeren Konkurrenzdruck der immer besser angepaßten Ruminantier erlagen.

Dieser Faunenwandel, der auch in den Gebieten mit tiefliegendem Grundwasser im Bereich der Schwäbischen Alb feststellbar ist, kann nur durch eine allgemeine

Zunahme der Niederschläge erklärt werden. Damit konnten auch weit oberhalb des — infolge der Humidität ebenfalls gestiegenen — Karstgrundwassers noch Wälder existieren; es gab keine ausgeprägten Trockengebiete mehr. Diese Entwicklung ging offenbar im Oberoligozän weiter, wie wir aus den wenigen Großsäugerfundstellen dieser Zeit wissen. Die Cainotheriidae erleben in dieser Zeit ihren Entwicklungshöhepunkt.

Damit erklärt sich auch das weitgehende Fehlen von Großsäugerfunden nach dem tiefen Suevium. Die Konzentration von Großsäugerresten in den Spaltenfüllungen ist wohl weitgehend auf eine Konzentration der Tierwelt an den Tränkestellen zurückzuführen, die auch der bevorzugte Sterbeort der großen Pflanzenfresser waren. Bei zunehmender Humidität kann eine immer größere Zahl von Arten ihren Flüssigkeitsbedarf aus der Vegetation selbst decken. Zugleich nimmt die Konzentration mit der Vermehrung der Tränkestellen immer weiter ab.

Das gilt nicht für Kleinsäuger, deren fossile Reste sich meist aus Raubvogel-Gewöllen rekrutieren und zu denen in dieser Hinsicht auch die Cainotheriiden zu rechnen sind. Das gilt auch nicht für die Ruminantier, die für ihre Verdauung mehr Wasser benötigen als andere Huftiere vergleichbarer Größe. Gerade diese Formen sind es aber, aus denen sich die Thanatocoenosen des mittleren und höheren Sueviums zusammensetzen.

Diese Vorstellungen stimmen gut mit den Beobachtungen und Deutungen D. MÜLLERS (1972, S. 217) überein, wenn auch die Landschneckenfauna einen entscheidenden Umschlag in der Vegetation erst später als die Säugetierfauna, im höheren Suevium, erkennen läßt. Das entspricht der Tatsache, daß auch die Befunde mit Landgastropoden des tiefen Sueviums stärkere Argumente für eine offene Landschaft liefern als die Befunde der Huftierfauna. Die klimatischen Folgerungen von SCHWARZBACH (1961, S. 150) werden damit nicht nur bestätigt, sondern auch dahingehend präzisiert, daß das Maximum der Aridität an der Wende vom Unter- zum Mitteloligozän, oder sogar im Mitteloligozän liegt. Wieweit diese Entwicklung speziell in Süddeutschland durch die palaeogeographische Entwicklung im Bereich des Molassebeckens modifiziert wurde, ist schwer zu ermessen.

Literatur

- BERG, D. E. (1965): Krokodile als Klimazeugen. — Geol. Rundsch., 54: 328—333; Stuttgart.
- BERGER, F. E. (1959): Untersuchungen an Schädel und Gebißresten von Cainotheriidae, besonders aus den oberoligozänen Spaltenfüllungen von Gaimersheim b. Ingolstadt. — Palaeontographica, A, 112: 1—58, Taf. 1—5, 5 Tab., 6 Diagr.; Stuttgart.
- DEHM, R. (1935): Über tertiäre Spaltenfüllungen im fränkischen und schwäbischen Jura. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Abt., N. F. 29: 86 S., 5 Taf., 1 Abb.; München.
- DEHM, R. (1937): Neue tertiäre Spaltenfüllungen im südlichen fränkischen Jura. — Centralbl. Miner. etc., 1937 (B): 349—369; Stuttgart.
- DEHM, R. (1961): Über neue tertiäre Spaltenfüllungen des süddeutschen Jura- und Muschelkalkgebietes. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 1: 27—56, Taf. 3—4, 5 Abb.; München.
- DEHM, R. (1961 a): Spaltenfüllungen als Lagerstätten fossiler Landwirbeltiere. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 1: 57—72, 1 Abb.; München.

- DEHM, R. (1978): Neue tertiäre Spaltenfüllungen im süddeutschen Jura. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. dieses Heft: 289—313, 4 Abb.; München.
- DEHM, R. & FAHLBUSCH, V. (1970): Zur Bezeichnung fossilführender Spaltenfüllungen. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 10: 351—364, 1 Abb.; München.
- FAHLBUSCH, V. (1966): Cricetidae (Rodentia, Mamm.) aus der mittelmiozänen Spaltenfüllung Erkertshofen bei Eichstätt. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 6: 109—131, 6 Abb., Taf. 10; München.
- FAHLBUSCH, V. (1976): Report on the International Symposium on mammalian stratigraphy of the European Tertiary (München, April 11—14, 1975). — Newsl. Stratigr., 5 (2/3): 160—167, 1 Tab.; Berlin-Stuttgart.
- FRANZEN, J. L. (1968): Revision der Gattung *Palaeotherium* CUVIER 1804 (Palaeotheriidae, Perissodactyla, Mammalia). — Univ. Diss. 2 Bde.: 1—181, 20 Abb., 15 Tab., 35 Taf.; Freiburg.
- HEISSIG, K. (1969): Die Rhinocerotidae (Mammalia) aus der oberoligozänen Spaltenfüllung von Gaimersheim bei Ingolstadt in Bayern und ihre phylogenetische Stellung. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl., N. F. 138: 133 S., 5 Taf., 34 Abb., 24 Tab.; München.
- HEISSIG, K. (1970): Neue Fundstellen oligozäner Spaltenfaunen im schwäbisch-fränkischen Jura. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 10: 331—350, 4 Abb., Taf. 15; München.
- HEISSIG, K. (1973): Oligozäne Vertebraten aus der Spaltenfüllung „Möhren 13“ bei Treuchtlingen, Fränkischer Jura. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 13: 177—182; München.
- HEISSIG, K. & SCHMIDT-KITTLER, N. (1975): Ein primitiver Lagomorphe aus dem Mitteloligozän Süddeutschlands. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 15: 57—62, 3 Abb.; München.
- HEISSIG, K. & SCHMIDT-KITTLER, N. (1976): Neue Lagomorphen-Funde aus dem Mitteloligozän. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 16: 83—93, 12 Abb.; München.
- MÜLLER, D. (1972): Die Oligozän-Ablagerungen im Gebiet des Nördlinger Rieses. — Diss. München, 246 S., 13 Abb., 4 Taf.; München.
- PIAZ, G. DAL (1930): I Mammiferi dell'Oligocene Veneto. *Propalaeochoerus paronae* n. sp. — Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova, 8: 14 S., 1 Taf.; Padova.
- PIAZ, G. DAL (1930 a): I Mammiferi dell'Oligocene Veneto. *Trigonias ombonii*. — Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova, 9: 63 S., 20 Taf., 1 Abb.; Padova.
- PIAZ, G. DAL (1932): I Mammiferi dell'Oligocene Veneto. *Anthracotherium monsvialese*. — Mem. Ist. Geol. R. Univ. Padova, 10: 66 S., 16 Taf., 4 Abb.; Padova.
- RADINSKY, L. B. (1965): Early Tertiary Tapiroidea of Asia. — Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 129 (2): 1—263, 4 Taf., 41 Abb., 15 Tab.; New York.
- RADINSKY, L. B. (1967): *Hyrachyus*, *Chasmotherium* and the Early Evolution of Helaeletid Tapiroids. — Am. Mus. Novit., 2313: 23 S., 4 Abb., 5 Tab.; New York.
- RENKONEN, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. — Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. „Vanamo“, 6 (1): 1—231; Helsinki.
- ROTHAUSEN, K. (1969): Zonierung und Konnexen einer Abfolge oberäquitainer Land-Ökosysteme. — Notizbl. hess. L-Amt Bodenforsch., 97: 81—97, 1 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden.
- SCHLOSSER, M. (1886): Beiträge zur Kenntnis der Stammesgeschichte der Hufthiere und Versuch einer Systematik der Paar- und Unpaarhufer. — Morphol. Jahrb., 12: 136 S., Taf. 1—6; Leipzig.
- SCHLOSSER, M. (1901): Beiträge zur Kenntnis der Wirbelthierfauna der böhm. Braunkohlenformation. — Abh. Naturw. Med. Ver. „Lotos“, 2 (3): 43 S., 1 Taf., 8 Abb.; Prag.

- SCHLOSSER, M. (1902): Beiträge zur Kenntnis der Säugethierreste aus den Süddeutschen Bohnerzen. — Geol. Pal. Abh. N. F., 5 (3): 117—144, Taf. 6—10, 3 Abb.; Jena.
- SCHMIDT-KITTLER, N. (1971): Odontologische Untersuchungen an Pseudosciuriden (Rodentia, Mammalia) des Alttertiärs. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl. N. F., 150: 133 S., 2 Taf., 46 Abb., 8 Tab.; München.
- SCHWARZBACH, M. (1961): Das Klima der Vorzeit, 2. Aufl. 275 S., 134 Abb., 48 Tab.; Stuttgart (Enke).
- SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere, Bd. 3 Synökologie. — 451 S., 118 Abb., 125 Tab.; Hamburg (Parey).
- SØRENSEN, T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation of Danish commons. — Kong. Dansk. vidensk. Selsk. biol. Skr., 5 (4): 27—63, 11 Tab., 4 Abb.; Kopenhagen.
- STEHLIN, H. G. (1938): Über das Alter des Vaulruzsandsteins. — Eclog. Geol. Helv., 31: 293—296, 1 Abb.; Basel.
- THALER, L. (1966): Les Rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire des faunes et la stratigraphie du Tertiaire d'Europe. — Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Nlle. Sér., 17: 295 S., 25 Abb., 14 Tab., 27 Taf.; Paris.
- TOBIEN, H. (1975): Zur Gebißstruktur, Systematik und Evolution der Genera *Piezodus*, *Prolagus* und *Ptychoprolagus* (Lagomorpha, Mammalia) aus einigen Vorkommen im jüngeren Tertiär Mittel- und Westeuropas. — Notizbl. Hess. L-Amt Bodenforsch., 103: 103—186, 101 Abb., 5 Tab.; Wiesbaden.
- TRISCHLER J. & WINKLER, H. (1968): Eine neue unteroligozäne Spaltenfüllung bei Harburg im Ries. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 8: 323—326, 1 Abb., 1 Tab.; München.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Heissig Kurt

Artikel/Article: [Fossilführende Spaltenfüllungen Süddeutschlands und die Ökologie ihrer oligozänen Huftiere 237-288](#)