

Die Obere Süßwassermolasse in Bayern und der Ostschweiz: bio- und lithostratigraphische Korrelationen

Von THOMAS BOLLIGER *)

Mit 11 Abbildungen und 6 Tabellen

Kurzfassung

Die Obere Süßwassermolasse in Bayern (v. a. Region Augsburg) und in der Ostschweiz (v. a. Region Zürich) konnte besonders im Bereich der mittleren Serie (MN 5–MN 6) stratigraphisch gut gegenseitig korreliert werden. Die hier präsentierten biostratigraphischen Erkenntnisse basieren ausschließlich auf dem Vorkommen von Hamsterzähnen, bzw. auf deren größenmäßigen und morphologischen Entwicklungsniveaus. Dabei traten Fragen zur Anwendung der MN-Zonierung, zum Auftreten und der zeitlichen Dimension von Schichtlücken, sowie nach dem Ursprung und der Korrelierbarkeit vulkanischer Asche-Lagen (Bentonite) auf. Zu diesen Problemstellungen konnten noch keine abschließenden Antworten gefunden werden; dazu sind weitere biostratigraphische, sowie isotopengeologische und geomagnetische Forschungsprojekte notwendig. Lithologisch zeigen sich einige Unterschiede zwischen den Ablagerungsgebieten, was hauptsächlich auf die diversen Liefergebiete und räumlichen Gegebenheiten (Beckengeometrie) zurückzuführen sein dürfte. Auf die Zusammensetzung der Hamsterfaunen hatte dies sicher Auswirkungen. Quantitativen Vergleichen fossiler Säugerfaunen muß dennoch mit großer Skepsis begegnet werden (Auswirkungen der Taphonomie etc.).

Abstract

The Upper Freshwater-Molasse in Bavaria (mainly region of Augsburg) and in Eastern Switzerland (mainly region of Zurich) could be well correlated especially within the Middle Series (MN 5 - MN 6). The biostratigraphical knowledge is based upon occurrence of Hamster-teeth, respectively their evolutionary stage of size and shape. There appeared questions about the application of the MN-zonation, the position and length of duration of hiatuses and the origin and use of correlation of volcanic ash layers (Bentonites). Yet, there couldn't be given any final answers. Therefore, further biostratigraphical, isotope-geological and geomagnetical research is necessary. Lithologically, there may be found differences between these Molasse-regions, especially due to the diverse origin of sediment-material and a different basin geometry. This may have influenced the development and composition of Hamster-faunas. However, in any case of a comparison of the quantitative content of fossil mammalian faunas, a healthy and sceptical view is required (taphonomical effects etc.).

*) Dr. THOMAS BOLLIGER, Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich, Karl-Schmid-Straße 4, CH-8006 Zürich

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	110
1. Biostratigraphie	111
1.1. Allgemeines	111
1.2. Die Cricetiden der verglichenen OSM-Faunen	112
1.3. Säugerstratigraphische Aussagen	125
2. Lithostratigraphisches	128
2.1. Lithologische Charakterisierung der Untersuchungsgebiete	128
2.2. Lithologische Korrelationen	128
3. Ökologie und Paläogeographie	134
4. Schlüsse und Ausblick	134
5. Literatur	136

Einleitung

Aus der bayerischen Oberen Süßwassermolasse (OSM) liegt ein insgesamt umfangreiches Zahnmaterial fossiler Kleinsäuger vor; die geologisch-lithostratigraphischen Zusammenhänge sind jedoch oft unsicher. Die hier näher betrachteten Cricetiden-Faunen betreffen besonders die Region Aichach-Dasing (östlich von Augsburg). Diese wurde aus drei Regionen in Bayern ausgewählt, welche zur detaillierten Untersuchung besonders geeignet erschienen, da bereits auf vorangegangene Arbeiten zurückgegriffen werden konnte (vgl. auch Abb. 1):

1. Region Augsburg-Günzburg (DOPPLER, 1989, BOON 1991)
2. Region Aichach-Dasing (FIEST 1989, HEISSIG 1989)
3. Region Mainburg-Landshut (UNGER & NIEMAYER 1985b, HEISSIG 1989a, FIEST in Arb.)

Da im Gebiet Laimering (Aichach-Dasing, östlich Augsburg) zahlreiche Lehm- und Mülldeponiegruben vorlagen, konnten hier durch FIEST (1989) die geologischen Zusammenhänge weitgehend geklärt werden. Die im Zuge der Feldarbeit von FIEST neu entdeckten und die schon früher bekannten Kleinsäugerfundstellen wurden teilweise von HEISSIG (1989a) provisorisch ausgewertet. Die Cricetiden jener Faunen, zusammen mit Neuaufsammlungen durch die Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München, konnten nun weiter ausgewertet und mit schweizerischen Funden verglichen werden. Als Überblick und zu Vergleichen wurden daneben auch weitere Cricetidenfaunen Bayerns mitberücksichtigt (FAHLBUSCH 1964, WU 1982, BOON 1991, FIEST in Arb.)

Die ostschweizerische OSM bot sich als guten Vergleich an, da durch vorangegangene geologisch-paläontologische Auswertungen langer zusammenhängender Profile die grobe Faunenabfolge von MN3-MN7 im Molassebecken festgehalten werden konnte (BOELLIGER 1992). Die dort aufgestellten Zonendefinitionen bzw. die in den Faunenabfolgen des Hörnli-Schuttfächers festgestellten Bioereignisse wurden nun im östlichen Molassebecken nachvollzogen und präzisiert. Aus der Schweiz wurden die Profile Hörnli-Bachtel-Zürichsee (BOELLIGER, GAFFI & HANTKE 1988; BOELLIGER 1992), sowie isolierte Molassefundstellen (Nordostschweiz) zur Korrelation herangezogen. Unterschiede zwischen den Faunenabfolgen in Ost und West sind vermutlich unter anderem auf lokale Ökologievariationen, sowie auf Migrationen zurückzuführen. Die nach wie vor recht lückenhafte Dokumentation verschließt uns noch immer einige Feinheiten der Entwicklungsvorgänge.

Herrn Prof. Dr. V. FAHLBUSCH sei für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes sowie für die vielen nützlichen Hilfeleistungen mein herzlichster Dank ausgesprochen. Die Herren Prof.

Dr. K. HEISSIG, DR. H. MAYR, Dipl. Geol. W. FIEST und Th. PAWELI EK unterstützten mich mit Literaturhinweisen, Geländebegehungen und Materialausleihe; die Damen Dr. D. BARTHELT, DR. E. BOON, Dipl. Geol. U. GOHLICH, Dr. G. ROSSNER und Dr. W. WU sorgten für anregende Molasse-Diskussionen. Ihnen, sowie den vielen weiteren, hier nicht mit Namen genannten Angehörigen des Instituts für Paläontologie und historische Geologie in München sei mein herzlichster Dank ausgesprochen. Im weiteren bin ich den Herren Dr. K. A. HUNERMANN, Dr. B. ENGESSER und Dr. D. KALIN für ihr Interesse und ihre Unterstützung, sowie dem Schweizerischen Nationalfonds für die Finanzierung meines Forschungsjahres in München sehr zu Dank verpflichtet. Herrn R. CHIARINI schließlich sei für die Überlassung der fossilen Hamsterzähne der Fundstelle Sagentobel (Zürich, Schweiz) herzlich gedankt.

1. Biostratigraphie

1.1 Allgemeines

Kleinsäugerzähne sind meist die einzigen brauchbaren Fossilien für eine Feinstratigraphie in kontinentalen Sedimenten, denn sie sind seit dem Eozän relativ häufig und dank der großen Resistenz von Ca-F-Hydroxylapatit meist gut erhalten. Allerdings sind für aussagekräftige Resultate relativ große Sedimentmengen zu verarbeiten (vgl. auch KALIN 1993:157). Kleinsäuger evolvierten in der Regel verhältnismäßig rasch, Zonen von 0,5–1 Ma sind realisierbar. Die stratigraphische Einordnung tertiärer Sedimente nicht-mariner Bildung erfolgt deshalb heute weitgehend mit Kleinsäugerfaunen, welche sich öfter in den „Overbank“-Ablagerungen von Fluß-Systemen finden. Die Liefergebiete dieser „Lagerstätten“ dürften sich meistens in der näheren Umgebung des Ablagerungsortes befunden haben. Daß die quantitativen Fossilverteilungen nicht direkt ökologisch ausgewertet werden können, wird durch Einwirkungen

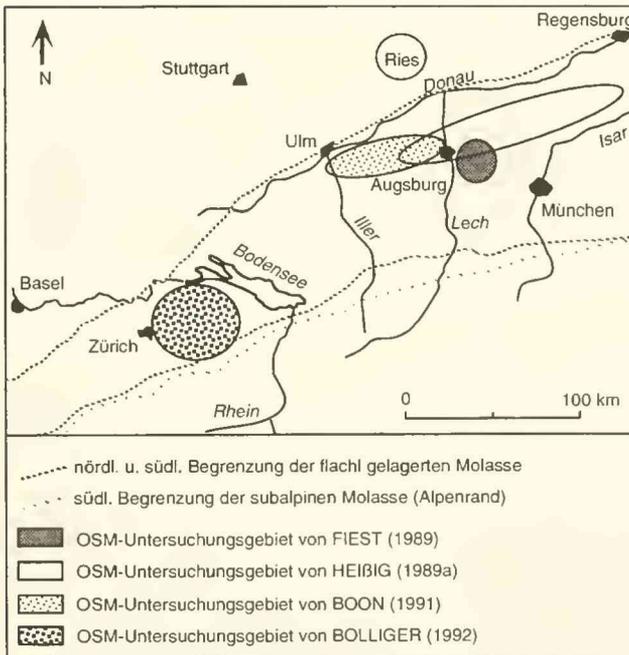


Abb. 1: Geographische Übersicht

wie biologische Selektion (z. B. Gewolle, ANDREWS 1990), Transport-Frachtsonderung und weitere, die ursprüngliche Zusammensetzung verfälschende Einflüsse (chemische und mechanische Resistenz etc.) klar ausgewiesen. Die Entwicklungsstände der einzelnen Faunenelemente können dagegen gut zu biostratigraphischen Zwecken – mit einigen noch zu erwähnenden Vorbehalten – herangezogen werden. Bei der Auswertung werden qualitative Merkmalsfassungen (Grobbestimmung) und statistische Methoden (Zahngrößenklassen, morphologische Kriterien die eine Feinbestimmung ermöglichen), eingesetzt. Andere biostratigraphische Methoden nicht-mariner Ablagerungsprovinzen sind wenig sensitiv (Phytozonierung, Charastratigraphie), sie basieren mehr auf den feststellbaren Klima- und Ökologieveränderungen und kaum auf Entwicklungsphänomenen und unterliegen daher stärker den lokalen Gegebenheiten als Methoden, welche primär auf evolutiven Merkmalen aufbauen.

Säugetier-„Zonen“ oder besser „Säugereinheiten“ (Mammal-Units) sollten wenn möglich mit anderen Methoden (radiometrische Altersbestimmungen [Sr-Isotopen, Einzelzirkon-Datierungen in Bentoniten] und Geomagnetik) geeicht werden, wo dies möglich ist. Entsprechende moderne Methoden der Geophysik und Isotopengeologie sollten in Zukunft vermehrt auch in der Molasse, kombiniert mit einer detaillierten Biostratigraphie, zum Einsatz gelangen.

1.2. Die Cricetiden der verglichenen OSM-Faunen

Zum biostratigraphischen Vergleich wurden hier nur Hamsterverwandte (Cricetidae) herangezogen, da diese in mittelmiozänen, mitteleuropäischen Faunen in 1–6 Arten an allen Fundstellen vorliegen und ein meist dominantes Kleinsäugerelement darstellen. Zudem durchlaufen die Cricetidae in diesem Zeitraum rasche Entwicklungen im Zahnbau. Natürlich könnte man die Ergebnisse mit anderen Säugergruppen (beispielsweise Gliriden) zu verifizieren versuchen, was den Rahmen der Arbeit jedoch gesprengt hätte. Die Auswertungen der Hamsterzähne zeigen Schwierigkeiten in der nomenklatorischen Zuordnung auf, besonders beim Auftreten von „Übergangsformen“ zwischen bekannten Taxa. Prof. Dr. K. HEISSIG arbeitet an einer Revision der Cricetidae der Bayerischen OSM, einige nomenklatorisch offene Fragen dürften also in naher Zukunft eine (vorläufige) Antwort finden.

In den Abbildungen 2, 4, 6 und 8 sind mit BSP Zähne an der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie in München, mit PIMUZ Zähne aus dem Paläontologischen Institut und Museum der Universität Zürich und mit ML solche des Naturhistorischen Museums in Lyon (diese gezeichnet nach Abgüssen) bezeichnet. Die Fundstellen Hombrechtikon-Chlaustobel, Hombrechtikon-Tobel, Hombrechtikon-Hotwiel, Stäfa-Frohberg, Wald-Güntisberg, Zürich-Hirschengraben, aus BOELLIGER (1992) werden hier unter Chlaustobel, Tobel, Hotwiel, Frohberg, Hirschengraben, Güntisberg und Hirschengraben aufgeführt.

Familie Cricetidae ROCHFEBRUNI 1883

Die Hamster der Gattungen *Megacricetodon* und *Democricetodon* machen einen Hauptteil der Kleinsäugerfaunen der ausgehenden Oberen Meeremolasse (Ottwang, MN4) und besonders der Oberen Süßwassermolasse (Karpat, MN5 bis Sarmat, MN9) aus. Beide Gattungen zeigen relativ rasche Entwicklungstendenzen, wobei besonders bei *Democricetodon* komplexe Verhältnisse vorkommen, welche nicht leicht auf Anhib phylogenetisch oder ökologisch-migrationsbedingt erklärt werden können. Trotzdem lassen sich Entwicklungen erkennen, wie nachfolgend erklärt. Die übrigen Cricetiden wie *Melissiodon*, *Cricetodon*, und *Eumyarion* sowie die den Cricetiden nahestehenden Gattungen *Neocometes* und *Anomalomys* lassen sich teilweise ebenfalls gut biostratigraphisch verwerten; treten aber als meist seltenere Faunenelemente mengenmäßig stark zurück. Für die nachfolgenden Diskussionen und Auswertungen wurden die Daten aus FAHLBUSCH (1964), ENGESSER (1972), ILLISSIG (1989a, 1989b), WU (1982),

BOON (1991), BOLLIGER (1992), sowie neue Aufsammlungen und Vermessungen verwendet. Wo neue Vermessungen vorliegen, ist dies mit* vermerkt, was bedeutet, daß sich eine Meßliste mit näheren numerischen Angaben im Anhang findet (Tab. 3–6). Auf detaillierte Zahnbeschreibungen wurde verzichtet, da dies in den oben zitierten Arbeiten bereits ausführlich geschehen ist. Nur auf die wichtigsten Merkmalsunterschiede wurde im Text oder in vergleichenden Tabellen hingewiesen. Die weder in der Ostschweizerischen, noch in der Bayerischen Becken-Molasse, jedoch in deren Nachbarschaft gelegenen Fundstellen Anwil, Le Locle, Goldberg, Steinberg, Steinheim, sowie die französischen Lokalitäten Vieux-Collonges, Pont Levoy-Thenay, Sansan und La Grive sind gelegentlich zu Vergleichszwecken mitberücksichtigt worden. Es ist abzusehen, daß von einzelnen Fundstellen künftig noch mehr Material zur Bearbeitung vorliegen wird, insbesondere der Laimeriger Fundstellen Laimering 2 und Laimering 3: dieses Material wird in München gegenwärtig aufbereitet.

Megacricetodon FAHLBUSCH, 1964

Megacricetodon minor (LARTET, 1851)

Vorkommen: Chlaustobel, Tobel, Hotwiel, Frohberg, Sagentobel*, Rümikon*, Unterneul 1a*, Laimering 2/3*, Helsighausen*, Goldberg*, Steinberg, Götttschlag*, ?Puttenhausen, Mohrenhausen, Betlinshausen, Ebershausen, Ziemetshausen, Sansan, Steinheim.

Diese Cricetiden-Art (Abb. 2) ist eine der weitverbreitetsten der Oberen Süßwassermolasse. Es handelt sich um kleine Zähne mit wenig charakteristischer Zahnmorphologie. Wesentliche Merkmale sind die Form und Ausbildung der Vorderknospe der unteren M1, sowie das Fehlen eines vorderen Quersporns und eines Außensporns, worin sich die Art statistisch vom sehr ähnlichen, teilweise schwer zu unterscheidenden und größenmäßig nur wenig größeren *M. similis* abtrennen läßt (Abb. 3).

Megacricetodon aff. *minor* (LARTET, 1851)

Vorkommen: Anwil, Le Locle, ?Imenberg, Laimering 4b, Laimering 1a

Der sehr kleine *M. aff. minor*, bislang ohne eigenen Artnamen geblieben, konnte nur an wenigen Stellen beobachtet werden. Lediglich von Anwil liegt mehr Material vor, von den Fundstellen Laimering 4b (1M1 inf.: 1.29 × 0.77mm, 1M2 sup.: 1.07 × 0.96mm) und Laimering 1a (1M1 inf.: 1.29 × 0.75mm, 1M2 inf.: 1.01 × 0.83mm, 1M3 inf.: 0.97 × 0.77mm) sind es zu wenig Zähne für sichere Aussagen, doch sprechen die sehr kleinen Dimensionen für eine Zugehörigkeit hierher. Die Abtrennung von *M. minor* erfolgt relativ willkürlich, da keine nennenswerten morphologischen Unterschiede festgestellt werden können (KALIN 1993: 107). Am deutlichsten verschieden erscheinen mir die besonders kleinen oberen ersten Molaren (Abb. 2), mit ihrer auffällig schief stehenden Vorderknospe.

Megacricetodon similis (FAHLBUSCH, 1964)

Vorkommen: Grat, Anwil, Le Locle, ?Imenberg, ?Schauenberg, ?Ornberg, Laimering 1a, Steinheim.

Es handelt sich um der Art *M. minor* äußerst ähnliche Zähne, die nur mit viel Material einigermaßen sicher abzutrennen sind. Größenmäßig befinden sie sich am oberen Vorkommensbereich von *M. minor* (Abb. 2, 3). Morphologisch treten eine häufiger zweigeteilte Vorderknospe, oft ausgeprägte linguale und labiale vordere Quersporne, sowie gelegentlich ein äußerer mittlerer Quersporn am unteren M1 auf. Die drei *M. similis* zugeordneten Zähne von Laimering 1a (1M1 inf.: 1.62 × 0.98 mm, 2M2 inf.: 1.27 × 1.02 mm, 1.20 × 0.96 mm) liegen

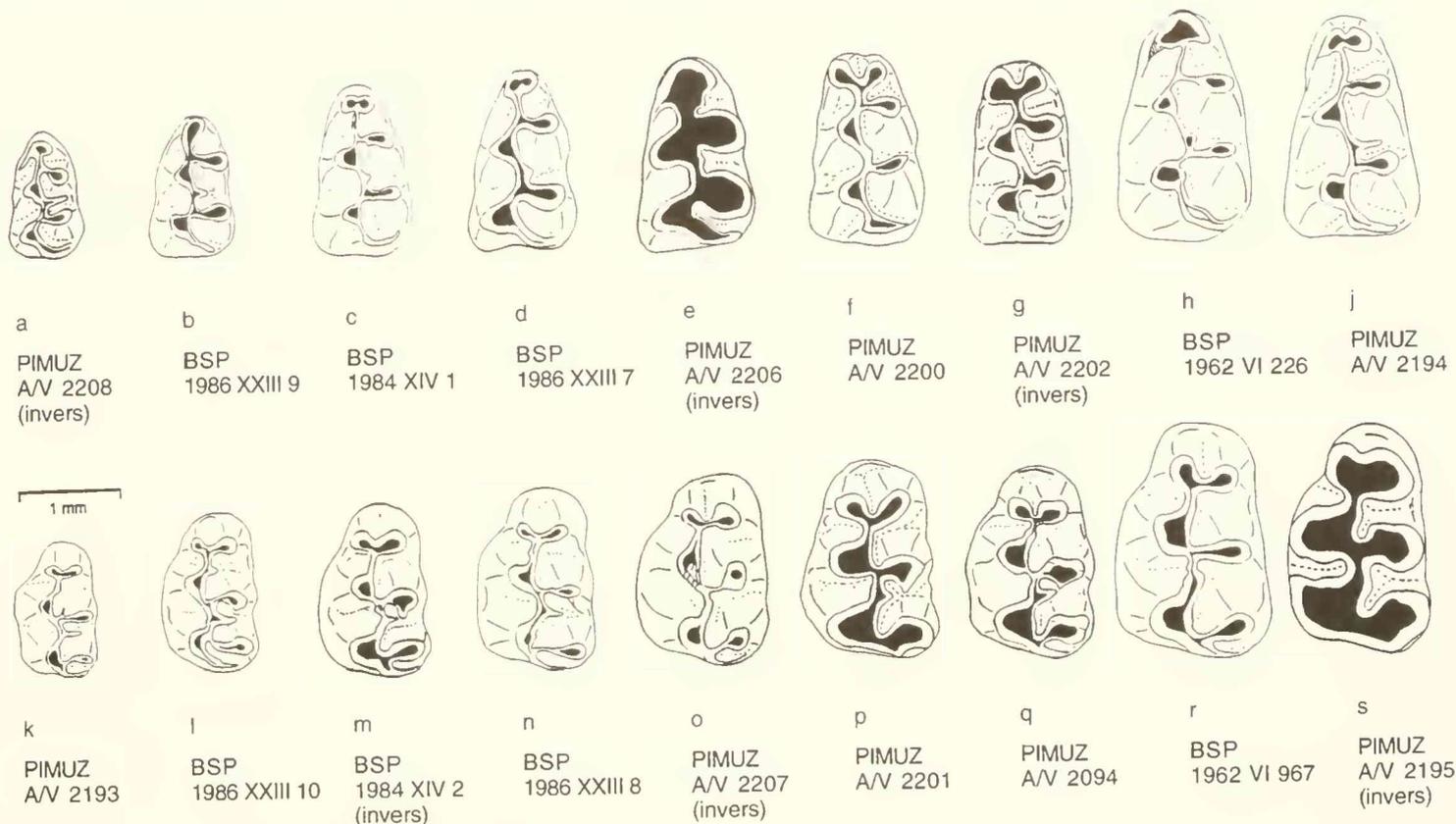


Abb. 2: Verschiedene Zähne von *Megacricetodon*:

a-j: untere Molaren (m1), k-s: obere Molaren (M1).

a,k: *M. aff. minor*, Imenberg; b,l: *M. minor*, Götttschlag; c,m: *M. similis*, Laimering 1a;

d,n: *M. germanicus*, Götttschlag; e,o: *M. germanicus*, Imenberg;

f,p: *M. gregarius*, La Grive M; g,q: *M. gregarius*, Helsighausen;

h,r: *M. lappi*, Vieux-Collonges; j,s: *M. lappi*, Frohberg.

größenmäßig bereits im untersten Bereich von *M. bavanicus*. Die deutlich geteilte, schmale Vorderknospe des einzigen M1 inf. unterscheidet sich jedoch deutlich von *M. bavanicus*; allerdings fanden sich an der Fundstelle von Buchberg (Kanton Schaffhausen, Schweiz, MN 4b–MN 5) einzelne verblüffend ähnliche Zähne in einer Population von *M. bavanicus*.

M. bavanicus FAHLBUSCH, 1964

Vorkommen: Langenmoosen, Bellenberg 1+2, Buchberg.

Diese Art kommt nur in ältesten OSM-Sedimenten vor und wurde hier nur zum Vergleich herangezogen (Abb. 3), sie steht größenmäßig zwischen *M. minor* und *M. germanicus*. Es liegen keine von diesen Arten wesentlich verschiedene Merkmale vor.

Megacricetodon germanicus AGUIAR, 1980

Vorkommen: Hüllistein, Martinsbrünneli, ?Chlaustobel, Hotwiel, Imenberg, Anwil, Puttenhausen, Berdinshausen, Edelstetten, Bubenhausen, Götttschlag*.

Diese mittelgroße *Megacricetodon*-Art tritt in OSM-Ablagerungen des mittleren MN 5 und wieder ab MN 8 zahlreich auf, dazwischen scheint sie weitgehend zu fehlen oder ist hier zumindest sehr selten (vgl. BOLLIGER 1992: 202, KALIN 1993:107). Die zahnmorphologischen Unterschiede der einzelnen Populationen sind gering, es kommen aber deutliche Größenunterschiede vor, wobei innerhalb MN5 eine allmähliche Größenzunahme zur nahestehenden Form *M. lappi* festzustellen ist. Der ähnliche, aber etwas kleinere *M. gregarius* ist vorwiegend an den unteren ersten Molaren meist leicht unterscheidbar.

Megacricetodon gregarius (SCHHAUB, 1925)

Vorkommen: Helsinghausen*, Steinheim, Le Locle, La Grive*.

Größenmäßig entspricht die Art weitgehend der vorgenannten (Abb. 3). Am unteren M1 mit seiner breiten, tief von vorn her zweigeteilten Vorderknospe ist sie jedoch leicht zu unterscheiden (Abb. 2). In der Molasse stellt die Art bisher ein sehr seltenes Element dar. Die Funde von Helsinghausen sind etwas kleiner (*M. cf. gregarius*), als die entsprechenden der Typuslokalität La Grive, zeigen aber kaum morphologische Unterschiede.

Megacricetodon lappi (MEIN, 1958)

Vorkommen: Hirschengraben, Fröhberg, Unterneul 1a, Ebershausen, Mohrenhausen.

Dieser sehr große *Megacricetodon* fällt fast ausschließlich durch seine Größe (Abb. 3), sowie die stark reduzierten bis fehlenden Mittelspörne auf. Während die bayerischen Funde offensichtlich gut zur Typusart von Vieux-Collonges passen (BOON 1991:60), sind die beiden bisherigen spärlichen Nachweise aus der Ostschweiz größenmäßig etwas zurückstehend. Morphologisch zeigen sie jedoch dieselben Merkmale wie die Art, weshalb sie hier dieser zugeordnet werden. Von Unterneul 1a liegt leider nur ein einzelner oberer M2 vor, dieser kann jedoch nur von *M. lappi* stammen.

Democricetodon FAHLBUSCH, 1964

Die Gattung *Democricetodon* offenbart eine hohe Komplexität. Aufgrund der willkürlich erscheinenden Größenverteilungen und morphologischen Variabilitäten muß das Vorhandensein mehrerer paralleler Entwicklungslinien angenommen werden. Dabei möchte ich nicht ausschließen, daß diese im Zeitverlauf wiederholt wechselseitig wieder miteinander in Kontakt traten, was die Rekonstruktion der Entwicklungsvorgänge erschwert bis verunmöglicht.

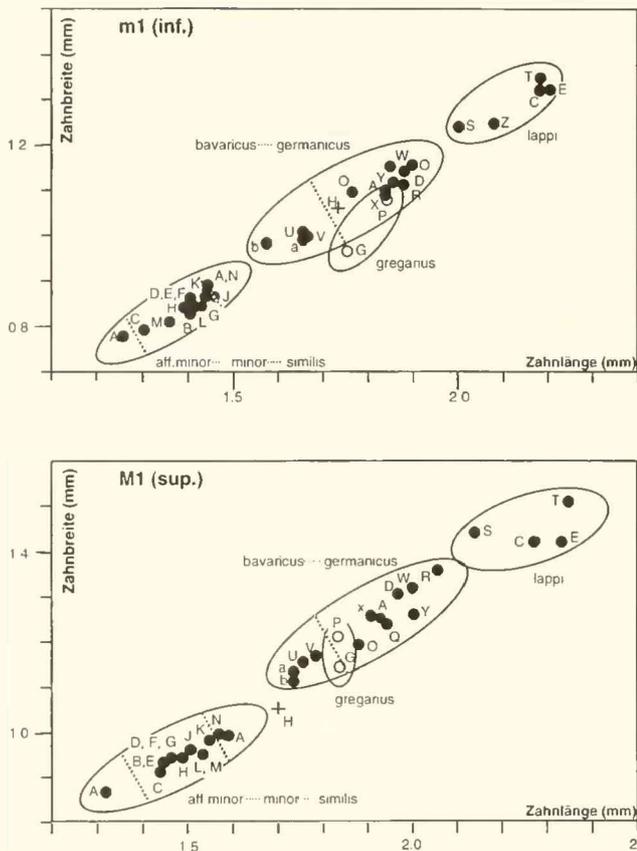
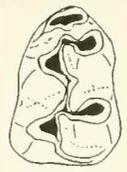


Abb. 3: Verteilung der Mittelwerte der ersten Molaren von *Megacricetodon*.
 In Klammern: Anzahl gemessener Zähne (unten/oben).
 * = neue Messungen, siehe Tabelle 3.

- | | |
|---|--|
| A: Anwil (je 10) BOLLIGER (1992) | P: La Grive M (24/17)* |
| B: Laimering 3 (5/5) | Q: Hüllstein (24/16), BOLLIGER (1992) |
| C: Mohrenhausen (17/25+13/18), BOON (1991) | R: Hotwiel (1/2), BOLLIGER (1992) |
| D: Betlinshausen (1/2+134/134), BOON (1991) | S: Frohberg (1/2), BOLLIGER (1992) |
| E: Ebershausen (12/24+7/10), BOON (1991) | T: Vieux Collonges (je 100), BOON (1991) |
| F: Ziemetshausen (21/20), BOON (1991) | U: Bellenberg 1 (37/22), BOON (1991) |
| G: Helsighausen (3/4+7/6)* | V: Bellenberg 2 (46/63), BOON (1991) |
| H: Götschlag (7/4+1/1)* | W: Edelstetten (13/8), BOON (1991) |
| J: Goldberg (10/16)* | X: Bubenhausen (44/57), BOON (1991) |
| K: Rümikon (7/5)* | Y: Puttenhausen (15/13), WU (1982) |
| I: Sagentobel (48/49)* | Z: Hirschengraben (2/0), BOLLIGER (1992) |
| M: Unterneul 1a (10/5)* | a: Langenmoosen (25/20), ZIEGLER & FAHLBUSCH |
| N: Grat (je 24), BOLLIGER (1992) | b: Buchberg (24/14), BOLLIGER (1992) |
| O: Imenberg, (2/3), BOLLIGER (1992) | |

Democricetodon mutilus FAHLBUSCH, 1964

Vorkommen: Buchberg, Martinsbrünneli, Tobel, Hotwiel, Schauenberg, Helsighausen*, Sagentobel*, Bellenberg 1+2, Bubenhausen, Edelstetten, Betlinshausen, Mohrenhausen, Ebers-



a

PIMUZ
A/V 2209



b

PIMUZ
A/V 2204



c

PIMUZ
A/V 2211



d

BSP
1984 XV 10
(invers)



e

BSP
1986 XXIII 5
(invers)



f

BSP
1989 XX 5
(invers)



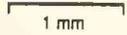
g

ML
LG 132



h

PIMUZ
A/V 2203

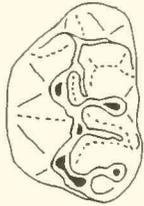


1 mm



j

PIMUZ
A/V 2210
(invers)



k

PIMUZ
A/V 2205



l

PIMUZ
A/V 2212
(invers)



m

BSP
1984 XV 9
(invers)



n

BSP
1986 XXIII 6



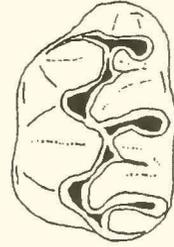
o

BSP
1989 XX 6



p

ML
LG 141
(invers)



q

PIMUZ
A/V 1669

Abb. 4: Verschiedene Zähne von *Democricetodon*:

a-h: untere Molaren (m1), j-q: obere Molaren (M1).

a,j: *D. gracilis*, Güntisberg; b,k: *D. brevis*, Grat; c,l: *D. mutilus*, Tobel;

d,m: *D. mutilus*, Unterneul 1a; e,n: *D. mutilus*, Götttschlag; f,o: *D. mutilus*, Laimering 3;

g,p: *D. affinis*, La Grive M; h,q: *D. freisingensis*, Grat.

hausen, Langenmoosen, Puttenhamen, Gallenbach 2b*, Laimering 2/3*, Unterneul 1a*, Götschlag, Steinheim, Steinberg.

Diese Cricetiden-Art kann die Größe von *D. gaillardi* bzw. *D. freisingensis* erreichen, bleibt jedoch meist deutlich darunter (Abb. 4, 5). Kennzeichnend sind die ungliederte Vorderknospe, das weitgehende Fehlen von vorderen Quersporen, sowie die fehlenden bis halblangen Mittelsporne.

Die von BOON (1991: 73) vermessen, im Text aber leider nirgends näher erläuterten Zähne von Ziemetshausen passen nicht zu *D. mutilus*. Sie dürften einer weiteren, hier nicht näher untersuchten, kleineren *Democricetodon*-Art zugehören. Die in der Hinterhälfte sehr breiten M1 inf. und der insgesamt auffallend dreieckige Umriß dieser Zähne charakterisiert diese Form. Während die M1 inf. etwa die Größe von *D. brevis* aus Anwil aufweisen, liegen die M1 sup. im oberen Mittelfeld der *gracilis-brevis*-Gruppe. Ich führe die Ziemetshausener *Democricetodon*-Art vorläufig als *Democricetodon* sp. auf.

Democricetodon freisingensis (FAHLBUSCH, 1964)

Vorkommen: Grat, Le Locle, Imenberg, Anwil, Steinheim.

Diese große *Democricetodon*-Art ist durch die relativ einfache und breite Vorderknospe der M1 inf. sowie die langen Mittelsporne aller Molaren und den deutlichen vorderen Quersporn der M1 sup. gekennzeichnet (in BÖLLIGER 1992: 146, als *D. aff. gaillardi* bezeichnet). Beim unteren M1 liegt oft ein äußerer Quersporn vor. Bei geringem Material können unter Umständen Verwechslungen mit *D. mutilus* oder *D. gaillardi* vorkommen. Zu letzterem unterscheidet sich die Art besonders im unteren M1, der eine verhältnismäßig schmale und kurze Vorderknospe aufweist, die nur selten deutlich gespalten ist. Am M1 sup. weist die Art meist einen charakteristischen, bis zum Zahnrand reichenden vorderen Quersporn auf. Im Profil Laimering konnte diese Art bisher nicht nachgewiesen werden.

Democricetodon gracilis FAHLBUSCH, 1964

Vorkommen: Hotwiel, Matt, Martinsbrünneli, Unterneul 1a, Laimering 2/3*, Gallenbach 2b*, Langenmoosen, Puttenhamen, Bellenberg 1+2, Edelstetten, Betlinshausen, Ebershausen, Bubenhäuser, Güntisberg.

Diese kleine *Democricetodon*-Art tritt häufig, jedoch oft in kleinen Mengen auf. Sie ist durch geringe Dimensionen und stark reduzierte Mittelsporne gekennzeichnet, wodurch sie sich hauptsächlich vom ähnlichen *D. brevis*, der zudem oft einen äußeren Mittelsporn (Ekto-Mesolophid) am M1 inf. aufweist, unterscheidet. Die Zähne aus der Molasse umfassen eine ziemlich variable, möglicherweise uneinheitliche Formengruppe.

Democricetodon brevis (SCHAUUB, 1925)

Vorkommen: Grat, Anwil, Helsinghausen, ?Laimering 1a.

Größenmäßig liegt die Art im Bereich der vorangegangenen, oder ist geringfügig größer, wobei beinahe die Untergrenze der Art *D. mutilus* erreicht wird. Lange Mittelsporne sind charakteristisch für die Art. Im Profil Laimering liegen von der Fundstelle Laimering 1a zwei beschädigte und stark angeätzte M1 sup. vor, die möglicherweise hierher gestellt werden müssen. Vordere Quersporen, wie für *D. brevis* charakteristisch, liegen jedoch, soweit erkennbar, nur in Ansätzen vor. Der Typus (M1 inf.) aus La Grive (SCHAUUB 1925) weist einen sehr gedrungenen Habitus auf, wie er bei den entsprechenden Zähnen der Molasse nur selten vorliegt.

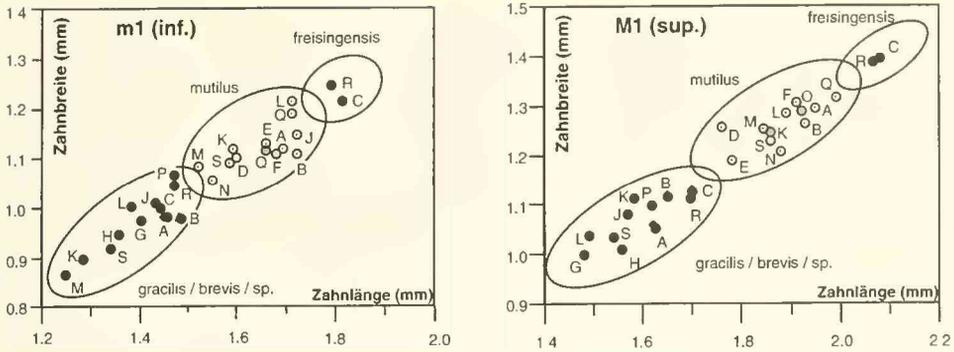


Abb. 5: Verteilung der Mittelwerte der ersten Molaren von *Democricetodon*.

In Klammern: Anzahl gemessener Zähne (unten/oben).

* = neue Messungen, siehe Tabelle 4.

- A: Gallenbach 2b (2/1+3/1)*
- B: Laimering 3 (4/4+4/6)*
- C: Grat (49/34+5/2), BOLLIGER (1992)
- D: Unterneul 1a (2/4)*
- E: Helsighausen (5/8)*
- F: Sagentobel (3/18)*
- G: Hotwiel (2/1), BOLLIGER (1992)
- H: Bellenberg 1 (7/7), Boon (1991)
- J: Bellenberg 2 (5/4+2/0), Boon (1991)

- K: Edelstetten (3/3+5/2), Boon (1991)
- L: Betlinshausen (3/9+15/7), Boon (1991)
- M: Ebershausen (2/0+18/11), Boon (1991)
- N: Bubenhausen (3/2), Boon (1991)
- O: Mohrenhausen (9/9), Boon (1991)
- P: Ziemetshausen (4/4), Boon (1991)
- Q: Tobel (6/4), BOLLIGER (1992)
- R: Anwil (30/30), BOLLIGER (1992)
- S: Puttenhausen (23/62+57/36), WU (1982)

Democricetodon affinis (SCHAUB, 1925)

Vorkommen: La Grive

Größenmäßig wie morphologisch liegt die Art sehr nahe bei *D. mutilus*. Die Labialseite ist hier oft leicht konkav (Abb. 4p), was bei *D. mutilus* kaum vorkommt. *D. affinis* ist in der Molasse bislang unbekannt.

Eumyarion THALER, 1966

Die Gattung *Eumyarion* ist an den meisten Fundstellen der OSM vertreten, wobei eine Häufung in den Schuttfächern zu verzeichnen ist (BOLLIGER 1992: 147, 202). Über die Entwicklungen innerhalb der Gattung herrscht nach wie vor Unklarheit, obwohl von ENGESSER (1972), WU (1982) und DE BRUIJN & SARAC (1991) Hinweise und Vorschläge gegeben werden. In der Molasse scheinen drei zum Teil parallel verlaufende Entwicklungen vorzukommen: Eine *E. bifidus*-, eine *E. weinfurteri-lattior*- und eine *E. medius*-„Entwicklungsreihe“. Die ersten beiden zeichnen sich durch eine parallel verlaufende Größenzunahme von MN4 bis MN8 ab (Tägernaustraße, Tobel, Grat, Anwil, Giggerhausen: BOLLIGER 1992, ENGESSER 1972, FAHLBUSCH 1964). Die dritte läßt eine ähnliche Entwicklung erahnen, allerdings scheint sie in der OSM auf deren mittlere Bereiche beschränkt zu sein. Diese Form ist besonders im M1 inf. etwas länger als die größten *E. lattior*-Formen, steht aber insgesamt dem *E. weinfurteri-lattior*-Formenkreis sehr nahe (Abb. 6).

Die kleinen „*Eumyarion lattior*-Formen“ werden hier als *E. weinfurteri* abgetrennt. Sie sind in älteren OSM-Bereichen vertreten (z.B. WU 1982), die größeren in den jüngeren (Grat, BOLLIGER 1992; Anwil, ENGESSER 1972). Kaum erkannt waren bislang Vorkommen von „echtem“ *E. medius* in der Molasse. Die Zähne aus Gallenbach 2b, Laimering 3, Laimering 4b,

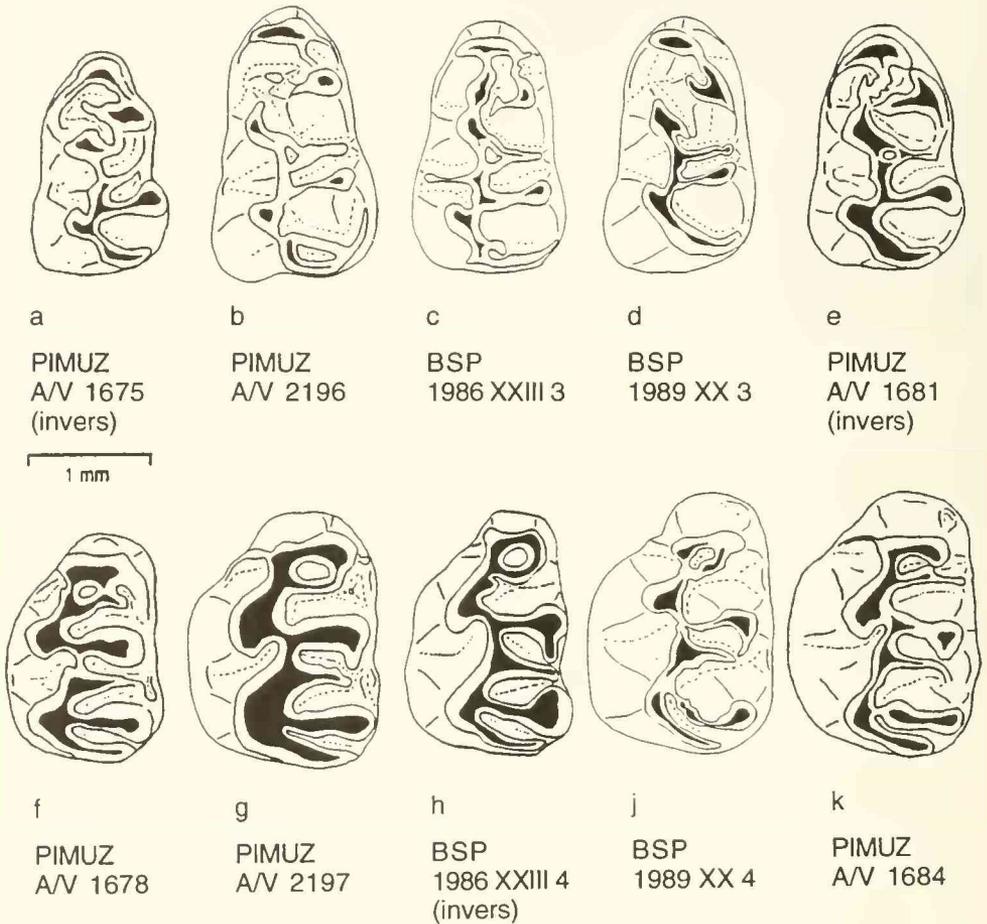


Abb. 6: Verschiedene Zähne von *Eumyarion*:

a-e: untere Molaren (m1), l-k: obere Molaren (M1).

a, f: *E. weinfurteri*, Tobel; b,g: *E. medius*, Sagentobel;

c,h: *E. medius*, Götttschlag; d,j: *E. medius*, Laimerling 3; e,k: *E. latior*, Grat.

Götttschlag, Schwamendingen und Rümikon sind dazuzurechnen (Abb. 7). Vermutlich tun wir uns mit *Eumyarion* deshalb so schwer, weil an vielen Fundstellen trotz weniger Zahnreste mit mehr als einer Art gerechnet werden muß, diese sich aber nur statistisch mit großer Materialmenge unterscheiden lassen. Die nachfolgenden Zuordnungen sind deshalb auch mit Vorsicht zu betrachten.

Eumyarion bifidus (FAHLBUSCH 1964)

Vorkommen: nicht genauer ausgeschieden, da sich an vielen Fundstellen, wo *E. weinfurteri-latior*-Formen vorkommen, auch *E. bifidus*-Zahntypen nachweisen lassen (WU 1982, BOON 1991, BOLLIGER 1992). Sie sind in Tab. 2 mit zahlreichen ? vermerkt.

Ein Klärungsversuch der vorliegenden komplexen Verhältnisse müßte an großen Materialmengen vorgenommen werden. Es ist denkbar, daß *E. bifidus*-Populationen wiederholt mit

E. lator-Populationen in genetischen Kontakt traten. Die weiten Schwankungen der Zahngrößen-Mittelwerte lassen jedenfalls auf Uneinheitlichkeiten schließen.

Eumyarion weinfurteri (SCHAUB & ZAPFF 1953)

Vorkommen: Matt, ?Chlaustobel, Tobel, Bellenberg 1+2, Puttenhausen.

DE BRUIJN & SARAC (1991) haben *E. weinfurteri* zusammen mit *E. candelom* zu *E. lator* als synonym erklärt, was allerdings erst weiterer Abklärungen bedarf. Wie variabel diese Art ist, hat schon ENGESSER (1972) gezeigt. Tatsache ist das Vorkommen einer deutlichen Größenzunahme innerhalb der Molasseabfolge, aufgrund welcher eine Abtrennung vorgenommen wurde. Größentrennungen dürften jedoch besonders durch das Vorkommen von *bifidus*-Formen (z. B. Tobel, Hotwiel) erschwert werden.

Eumyarion lator (SCHAUB & ZAPFF 1953)

Vorkommen: Grat, Anwil, Steinheim, ?Helsighausen, ?Ornberg, Schauenberg.

Eine Abtrennung von *E. medius* fällt bei dieser Art nicht immer leicht. Diese nachfolgende Art ist nur statistisch einigermaßen sicher zu erkennen.

Eumyarion medius (LARTET 1851)

Vorkommen: Gallenbach 2b*, Sagentobel*, Rümikon, Laimering 3*, Laimering 4b*, Götttschlag, Sansan.

Diese *Eumyarion*-Art ist in der Molasse vermutlich verbreiteter, als bisher angenommen. Weil jedoch ein Zusammenvorkommen mit anderen Arten, insbesondere auch *E. bifidus*,

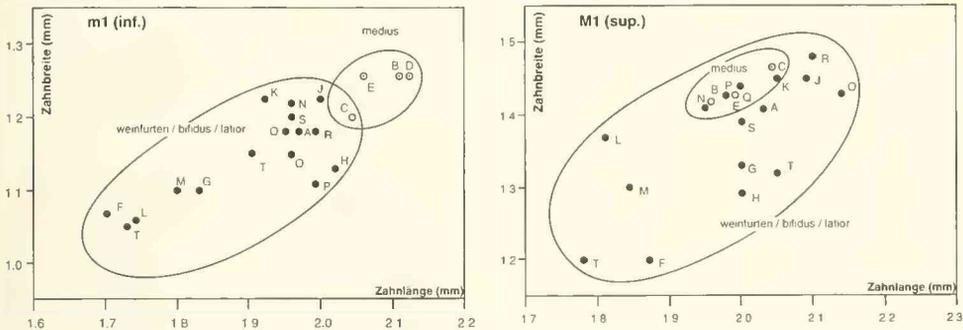


Abb. 7: Verteilung der Mittelwerte der ersten Molaren von *Eumyarion*.
 In Klammern: Anzahl gemessener Zähne (unten/oben).
 * = neue Messungen, siehe Tabelle 6.

- | | |
|-----------------------------------|--|
| A: Unterneul 1a (2/1)* | L: Bellenberg 1 (3/3), BOON (1991) |
| B: Sagentobel (4/6)* | M: Bellenberg 2 (5/5), BOON (1991) |
| C: Laimering 3 (7/10)* | N: Bubenhausen (4/2), BOON (1992) |
| D: Laimering 4b (1/0)* | O: Edelstetten (6/4), BOON (1991) |
| E: Gallenbach 2b (4/5)* | P: Betlinshausen (3/6), BOON (1991) |
| F: Matt (2/6), BOLLIGER (1992) | Q: Mohrenhausen (15/10), BOON (1991) |
| G: Tobel (13/13), BOLLIGER (1992) | R: Ebershausen (13/8), BOON (1991) |
| H: Hotwiel (4/6), BOLLIGER (1992) | S: Ziemetshausen (27/12), BOON (1991) |
| J: Grat (47/43), BOLLIGER (1992) | T: Puttenhausen (23/23+65/57), WU (1982) |
| K: Anwil (7/6), BOLLIGER (1992) | |

möglich ist, fallen Bestimmungen mit wenig Material sehr schwer. Die Art *E. medius* ist durch Gratreduktionen (besonders m1 inf.) und durch eine deutliche Längenzunahme ebenfalls am m1 inf. von *E. weinfurteri* und *E. latior* unterscheidbar.

Cricetodon LARFET, 1851

Die Gattung *Cricetodon* zeigt im untersuchten Zeitabschnitt in der Molasse eine schrittweise Größenzunahme, verbunden mit Merkmalsveränderungen (Abb. 8, 9, Tab. 1). Lediglich in jüngeren OSM-Anteilen wird die Entwicklung unklar, dies besonders mangels ausreichenden Fossilmaterials.

Cricetodon meini FREUDENTHAL

Vorkommen: Unterneul 1a, Ebershausen, Ziemetshausen, Vieux-Collonges.

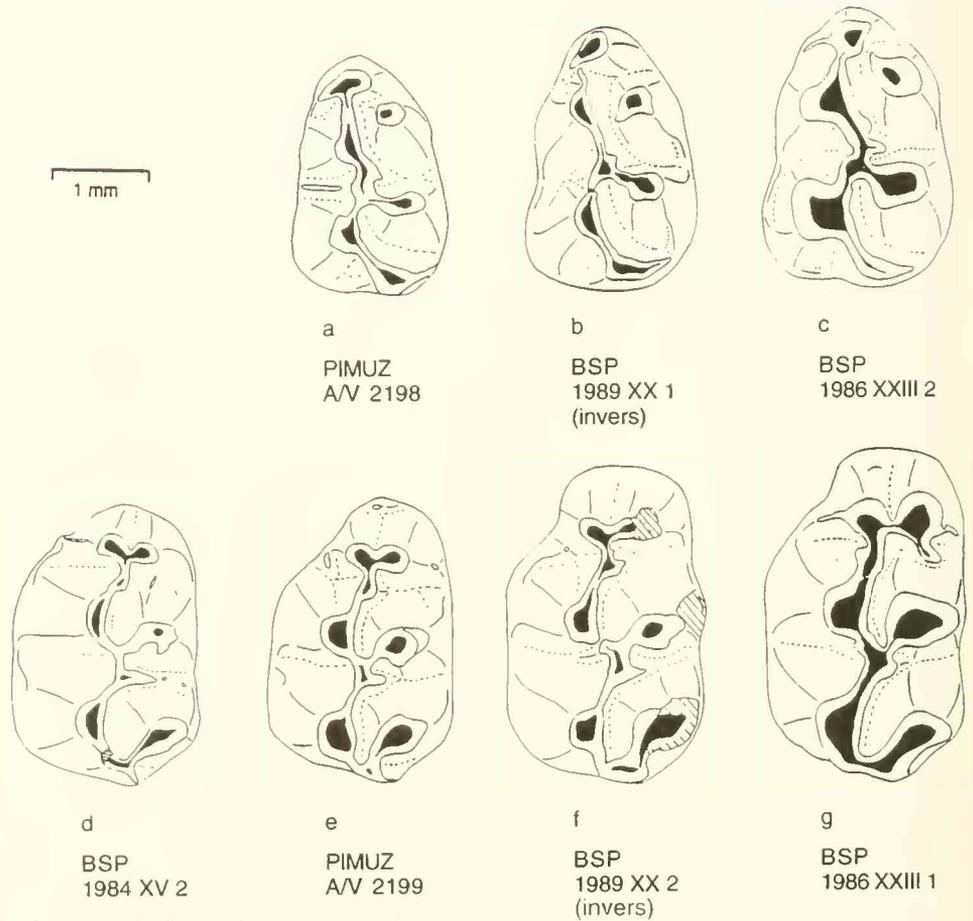


Abb. 8: Verschiedene Zähne von *Cricetodon*:

a-c: untere Molaren (m1), d-g: obere Molaren (M1).

d: *C. meini*, Unterneul 1a; a, e: *C. aff. meini*, Sagentobel;

b, f: *C. aff. aureus*, Laimering 3a; c, g: *C. cf. sansamensis*, Götttschlag.

Leider liegen aus Unterneul 1a nur wenige Zähne vor, die jedoch alle durch die geringen Dimensionen auffallen. Der einzige M1 sup. (3.00 x 1.89 mm) liegt im Größenbereich der Zähne von Vieux-Collonges. Die Zähne aus Ebershausen und Ziemetshausen dürften ebenfalls hierher zu stellen sein, wobei die Zähne aus Ziemetshausen bereits leicht größere Dimensionen aufweisen (BOON 1991:100).

Cricetodon aff. *meini* FREUDENTHAL, 1963

Vorkommen: Sagentobel*, Rümikon*, Gallenbach 2b*

Diese drei Fundstellen weisen sehr ähnliche *Cricetodon*-Populationen auf, die alle zwischen denen von Unterneul 1a und Laimering 2/3 liegen. Es scheint, als läge eine Entwicklung zum größeren, aber insgesamt ähnlichen *C. aureus* vor.

Cricetodon aff. *aureus* MEIN & FREUDENTHAL, 1971

Vorkommen: Laimering 2/3*, Steinberg*.

Aufgrund von Morphologie und Größe (Abb. 9, Tab. 1) werden diese Populationen in die Nähe von *C. aureus* gestellt. Für *C. sansaniensis* sind sie jedenfalls zu klein und weisen eine etwas unterschiedliche Zahnmorphologie auf, indem die Metaconidverbindungen der unteren m1 vorwiegend nach hinten weisen, während in Sansan eine vorwiegend doppelte Verbindung vorherrscht. Im Vergleich mit Sansan weisen dieselben Zähne häufiger einen langen Außen-sporn auf. Nach MEIN & FREUDENTHAL (1971) unterscheiden sich *C. meini* und *C. aureus* hauptsächlich aufgrund ihrer unterschiedlichen Größe.

Cricetodon cf. *sansaniensis* LARTET, 1851

Vorkommen: ?Anwil, ?Grat, ?Schauenberg, ?Laimering 1b, Laimering 4b*, Götttschlag*.

Obwohl von Laimering 4b und Götttschlag noch wenig Material vorliegt, werden diese Zähne in die Nähe von *C. sansaniensis* gestellt. Für endgültige Bestimmungen bedarf es jedoch unbedingt mehr Material. An einigen Fundstellen fallen einzelne große *Cricetodon*-Zähne auf, die teilweise sogar größer als *C. sansaniensis* durchschnittlich sind. Da es sich jedoch in diesen Fällen um Einzelfunde oder gar nur um Zahnstücke handelt, kann vorläufig noch keine andere Zuordnung erfolgen. Wahrscheinlich sind auch sie den Formenkreisen um *C. sansaniensis* oder allenfalls *C. albanensis* MEIN & FREUDENTHAL, 1971 (Art von La Grive) angehörig.

Anomalomys GAILLARD, 1900

Die den Cricetiden nahestehende Gattung *Anomalomys* macht im betrachteten Zeitraum zwei Größensprünge durch, welche mindestens z.T. nicht auf Evolution innerhalb des Molassebereichs zurückzuführen sein dürften (BOLLIGER 1994b, im Druck). Es liegen erst relativ wenige Funde vor, was vor allem die Unterscheidung *A. minor*/ *A. minutus* noch schwierig macht. Erst in den jüngsten Molasseablagerungen scheint sich *Anomalomys* vermehrt einzufinden. Folgende Funde sind zu verzeichnen:

Anomalomys minor FEJFAR, 1972

Vorkommen: Bellenberg 2

Anomalomys minutus BOLLIGER, 1992

Vorkommen: Tobel, Gisseltshausen, ?Puttenhausen

Anomalomys gaudryi GAILLARD, 1900

Vorkommen: Chlibörnli, ?Helsighausen, Steinheim.

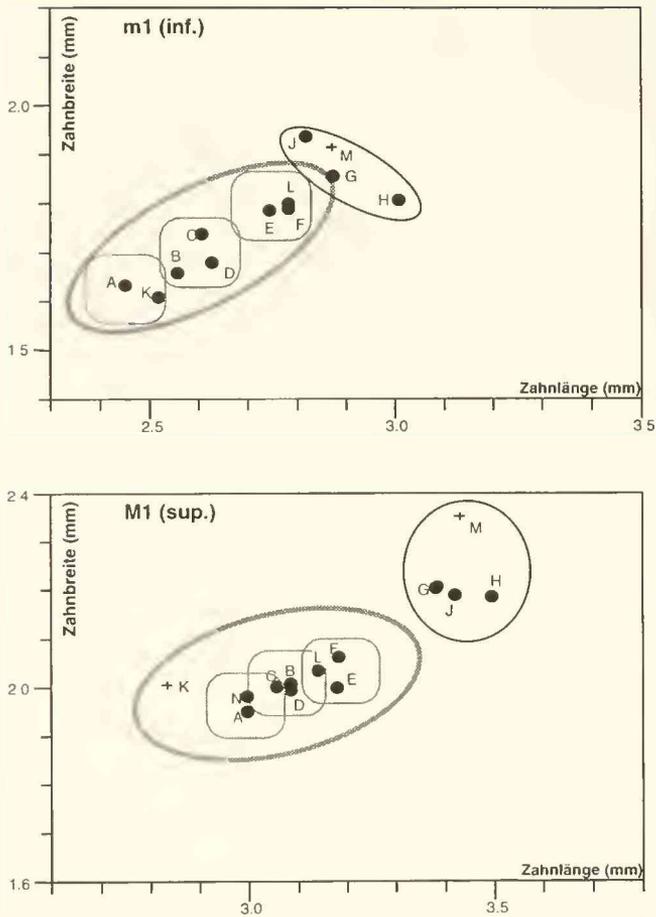


Abb. 9: Verteilung der Mittelwerte der ersten Molaren von *Cricetodon*.
 In Klammern: Anzahl gemessener Zähne (unten/oben).
 + = neue Messungen, siehe Tabelle 5.

meim-aureus-Gruppe:

- A: Vieux-Collonges (31/31), MEIN (1958)
- K: Ebershausen (2/1), BOON (1991)
- B: Sägentobel (19/10)*
- C: Rümikon (5/2)*
- D: Gallenbach 2b (9/19)*
- E: Steinberg (30/12)*
- F: Laimering 2 (8/16)*
- L: Laimering 3 (7/5)*
- N: Ziemetshausen (0/5), BOON (1991)

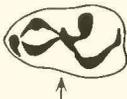
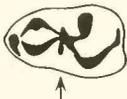
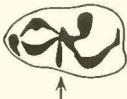
sansanensis-Gruppe:

- G: Sansan (30/33)*
- H: La Grive „M“ (22/34)*
- M: Laimering 4b (1/1)*
- J: Götschlag (3/5)*

Neocometes SCHAUH & ZAPFF, 1953

Die Zugehörigkeit dieser Gattung ist nach wie vor nicht restlos geklärt, vermutlich steht aber auch sie wie bereits *Anomalomys* den Cricetiden sehr nahe. Für die stratigraphische Untersuchung fallen die eigentümlichen *Neocometes*-Arten hier nicht ins Gewicht, da noch zu

Tab. 1: Merkmale am unteren m1 von *Cricetodon*.

Metaconidver- bindung an den unteren ersten Molaren von <i>Cricetodon</i>	Art:				
		nach hinten (in %)	doppelt (in %)	isoliert (in %)	nach vorn (in %)
Sagentobel (n=21)	<i>C. aff. meini</i>	43	0	52	5
Sansan (n=38)	<i>C. sansaniensis</i>	37	47	3	13
Steinberg (n=23)	<i>C. aff. aureus</i>	65	17	13	5
La Grive M (n=20)	<i>C. albanensis</i>	0	0	0	100
Vieux Coll. (n=95)	<i>C. meini</i>	36	50	7	7
Vieux Coll. (n=59)	<i>C. aureus</i>	76	19	2	3
Manchones (n=85)	<i>C. jotae</i>	20	35	10	35
Außensporn an den unteren ersten Molaren von <i>Cricetodon</i>	Art:				
		keiner (in %)	mittellang (in %)	lang (in %)	
Sagentobel (n=21)	<i>C. aff. meini</i>	29	9	62	
Sansan (n=35)	<i>C. sansaniensis</i>	57	40	3	
Steinberg (n=18)	<i>C. aff. aureus</i>	33	39	28	
La Grive M (n=20)	<i>C. albanensis</i>	99	1	0	

In kursiver Fettschrift erscheinen Prozentanteile über 30%.

wenig Material vorliegt. Für Abbildungen und Beschreibungen sei auf die Arbeiten BOON (1991: 105), BOLLIGER (1992: 153) und ENGESSER (1972: 295) verwiesen.

Neocometes similis FAHLBUSCH, 1966

Fundorte: Martinsbrünneli, Tobel, Betlinshausen, Bubenhausen, Puttenhausen.

Neocometes brunonis SCHAUB & ZAPFE 1953

Fundort: Anwil

1.3 Säugerstratigraphische Auswertungen

Nach HEISSIG (1989a: 246 f.) enthält die Fauna Gisseltshausen 1a, welche nach diesem Autor über dem Brockhorizont liegen soll, *Anomalomys minor*, welcher nach genauerer Betrachtung und Vermessung wohl eher zu *Anomalomys cf. minutus* zu stellen ist (BOLLIGER 1994b, im Druck). Auch die übrigen Faunenelemente machen keinen besonders modernen Eindruck, jedenfalls fehlen modernere Elemente wie z.B. *Cricetodon*. Nach W. FIEST (mündl. Mitt.) liegt Gisseltshausen 1a jedoch unterhalb des Brockhorizontes. In Unterneul, unmittelbar unter dem Brockhorizont gelegen, findet sich eine Fauna mit dem großen *Megacricetodon lappi* (nur ein Zahn), *Democricetodon mutilus*, *Eumyarion latior* und *Cricetodon meini*. *Megacricetodon lappi* scheint dabei einen wichtigen biostratigraphischen Leitwert einzunehmen, da diese Art nur aus Vieux Collonges (Typlokalität der Art, Spaltenfundstelle), Pont Levoy-Thenay (Typusfundstelle für MN5) und aus einigen zeitlich nahe beieinanderliegenden Molassefundstellen bekannt ist. Es zeichnen sich folgende Koexistenzen ab: *Megacricetodon bavarius*

ist eine „alte“ Art und liegt nur in jüngsten Bereichen von OMM und äquivalenten Schichten, sowie im ältesten Bereich der OSM vor. Die Entwicklung geht weiter zu *Megacricetodon germanicus* und wird von *Megacricetodon lappi* „abgelöst“ unter starker Größenzunahme. Es ist mir keine Fundstelle bekannt, wo *Megacricetodon lappi* mit *Megacricetodon germanicus* zusammen vorkommt (in BOLLIGER 1992 verwendete ich für *Megacricetodon cf. lappi* die Bezeichnung *Megacricetodon germanicus* „große Form“). Trotzdem muß *M. lappi* als Seitenlinie angesehen werden, treten doch in jüngeren Sedimenten wiederum *M. germanicus*-Formen auf, die sich morphologisch wie größenmäßig von ihren älteren Verwandten nicht unterscheiden lassen.

Während Unterneul 1a noch MN 5 zugeschlagen werden muß, ist die Zuordnung von Gallenbach, Sagentobel und Rümikon streitbar, kann jedoch bereits als „primitives MN 6“ angesprochen werden. Laimering 2 und 3 sind dagegen klarer MN6 zugehörig. Die Einstufung von Laimering 1a ist durch HEISSIG (1989a: 254, Abb. 4) ohne große Belege in MN 8 erfolgt. Die kleine Fauna von Laimering 1a mit einem winzigen *Megacricetodon* aff. *minor* und *Megacricetodon similis* kann in der Tat in die Nähe von MN 8 gestellt werden. Schwieriger ist die Einordnung des etwa 10 m tiefer liegenden Aufarbeitungshorizontes (Basallage einer Sandschüttung), Laimering 1b. Neben Großsäuger-Resten und Pfeifhasenzahnstücken liegt lediglich ein sehr großer M2 sup. eines *Cricetodon* vor, wie er gelegentlich in Molassefaunen von MN (6)-7 beobachtet werden konnte. Umstritten bleibt auch die Fauna von Götttschlag, die mit ihrem großen *Cricetodon* MN 6 oder MN 7 zugehörig sein sollte, was jedoch aufgrund lithostratigraphischer Überlegungen von FIEST und HEISSIG (heides mündliche Mitteilungen) bestritten wird.

Die Vermutung eines „langen Hiatus“ (HEISSIG 1989a: 254) kann zwar prinzipiell aufrecht erhalten bleiben, muß aber modifiziert werden: Es ergeben sich möglicherweise zwei kürzere Hiaten, einer zwischen den Fundstellen unmittelbar im Liegenden des Laimeringer Bentonites und der Fundstelle Laimering 1b, ein zweiter zwischen Laimering 1b und Laimering 1a. Besonders interessant ist die Feststellung, daß im Bereich des ersten festgestellten Hiatus im proximalen Hörnprofil zwar über 100 m Sediment vorliegen, darin aber bislang keine bedeutenden Faunen gefunden werden konnten. Ob sich darin eine weitere unterscheidbare Faunenvergesellschaftung etwa einer Sansan-ähnlichen, verbirgt, bleibt offen. Auch ein direkter Übergang der Faunenvergesellschaftung von Steinberg (und Laimering 2 und 3) in die „Zone von Ornberg“ (BOLLIGER 1992) ist denkbar, wobei noch unklar ist, wie nahe letztere zu Sansan steht. Ob diese Problematik auf einen Hiatus oder eine von Sansan abweichende Faunenprovinz zurückgeführt werden muß, bleibt ebenfalls noch offen. In distalen Bereichen der Hörnischüttung zeigt sich ein ähnliches Bild wie in der Molasse Bayerns, wo über Faunen von relativ frühem MN6 sehr rasch solche von MN 8 zu folgen scheinen. MN 7 konnte in der distalen Becken-Molasse nur in Helsighausen mit einem *Megacricetodon gregarius* der morphologisch dem von La Grive entspricht, aber etwas kleinere Dimensionen aufweist, festgestellt werden. In der alpennahen Hörnischüttung dürfte die Fauna Grat u. a. mit *Democricetodon freisingensis* MN 7 oder bereits einem älteren MN 8 entsprechen. Ob man MN 7 und MN 8 zusammenfassen soll, wie von DE BRUIJN et al. (1992) vorgeschlagen wurde, sei dahingestellt.

Was bislang alles unter MN 5 vereinigt wurde, kann im Molassebecken in gut 3 verschiedene Assemblage-Zonen untergliedert werden, wobei festzuhalten ist, daß die jüngste derselben am besten mit der Typusfauna von MN 5 (Pont Levoy-Thenay), die älteste am besten mit den in der Molasse üblicherweise als MN5 (basale OSM) bezeichneten Faunen übereinstimmt (vgl. ENGLISER 1981, ZIEGLER & FAHLBUSCH 1981). In Tab. 2 sind diese „Zonen“ provisorisch als MN 5 „a“, MN 5 „b“ und MN 5 „c“ bezeichnet worden.

Tab. 2: Biostratigraphische Tabelle.

MN	Fundorte (kursiv: nicht im Molassebecken)		Megacricetodon						Demo- cricetodon		Eumyarion			Cricetodon, Deperetomys			Anomalomys, Neocometes												
	CH	D	M. minor	M. aff. minor	M. similis	M. bavaricus	M. germanicus	M. gregarius	M. lappi	D. gracilis	D. brevis	D. mutilus	D. freisingensis	E. weinfurteri	E. medius	E. lator	E. bifidus	C. meini	C. aff. meini	C. aff. aureus	C. cf. sansaniensis	D. hagni	A. minor	A. minutus	A. gaudryi	N. similis	N. brunonis		
8	<i>Anwil</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	<i>Grat / Chlihörkli</i>																												
	<i>Imenberg</i>			?	?		X				?		X								X				X				
?	<i>Laimering 1a</i>										?																		
	<i>Laimering 1b</i>																												
	<i>Laimering 4b</i>																												
7	<i>Steinheim</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Le Locle</i>																												
	<i>Helsighausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	<i>Ornberg</i>					?																							
	<i>Schauenberg</i>					?																							
	<i>Göttschlag</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Gold- / Steinberg</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Laimering 2/3</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Gallenbach 2b</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Rümikon</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5"c"	<i>Sagentobel</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Ziemethausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Unterneu 1a</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Mohrenhausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Ebershausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Frohberg</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5"b"	<i>Hirschengraben</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Betlinshausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Tobel</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Hotwiel</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Güntisberg</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Matt</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Chlauseobel</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Puttenhausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5"a"	<i>Hüllstein / Martinsbr.</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Edeistetten</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Bubenhausen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Langenmoosen</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Bellenberg 1/2</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5"a"	<i>Buchberg SH</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

X sicherer Nachweis ? fraglicher Nachweis □ erwartete Verbreitung ; fragliche Verbreitung

2. Lithostratigraphisches

2.1 Lithologische Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

Die beiden untersuchten Molassegebiete können folgendermassen verglichen werden:

- a) Ähnlichkeiten zwischen der OSM Bayerns und der Ostschweiz:
 - Vergleichbare geographische Lage nördlich der Alpen mit synsedimentärer Absenkung des Sedimentationsraumes.
 - Sedimentpartikel entstammen überwiegend alpinem Erosionsschutt (Schotter, Sand, Silt, Ton).
 - Sedimente eines direkten oder indirekten fluviatilen Einflusses dominieren.
 - Die Klimabedingungen waren vergleichbar.
 - Es liegen überwiegend gleiche Kleinsäugerarten vor.
- b) Unterschiede zwischen der Bayerischen und der Ostschweizerischen OSM:
 - In Bayern ist das Molassebecken wesentlich breiter als in der Ostschweiz.
 - Die Sedimentmächtigkeiten sind über weite Bereiche in Bayern geringer als in der Ostschweiz.
 - Die Paläo-Höhenlage war etwas größer in Bayern als in der Ostschweiz.
 - Die Sedimente der Bayerischen OSM sind monotoner als die der Ostschweiz, wo verschiedene Schüttungsgebiete räumlich eng beieinanderlagen.
 - Sande und Schotter in Bayern sind meist deutlich karbonatärmer als diejenigen der Ostschweiz.
 - In der Bayerischen Molasse finden sich nur wenige lithologische Leithorizonte (Bentonite, Broekhorizont), in der Schweiz deutlich mehr (Hüllistein-Leitniveau, Wetterkalk von Hombrechtikon, Linnische Leitniveaus, Bentonite).
 - Die Verfestigung und Kompaktion (Diagenese) ist in Bayern im allgemeinen geringer als in der Ostschweiz.
 - Die postmolassische Heraushebung war in Bayern geringer als in der Ostschweiz, wo eine wesentlich stärkere Reliefausbildung vorliegt (teilweise auch bedingt durch die hier stärkere Verkittung der Sedimente).
 - Die alpennahen Bereiche sind in Bayern unter großflächigen Eiszeitablagerungen verborgen.

2.2 Lithologische Korrelationen

Die lithostratigraphische Einstufung und Korrelation, wie sie von verschiedenen Autoren (DFHM 1951, UNGER 1983, DOPPLER 1989, FIEST 1989) schon vielfach diskutiert wurde, soll hier zusammen mit den neuen Befunden der Biostratigraphie betrachtet werden. Natürlich ist die Sedimentologie des Molassebeckens äußerst komplex und von vielen Hiaten (intramolassische Erosionen, Sedimentations-Unterbrüche) geprägt, besonders im alpenferneren Bereich. Aus diesem Grunde ist beim Vergleich eines Großteils der Bayerischen Faunen größere Vorsicht angebracht. In den OSM-Schuttfächern der Schweiz (Napf, Hörnli) und des Allgäus (Adelegg) fällt diese Schwierigkeit dank der stärkeren Trogabsenkung und dem damit verbundenen Vorliegen mächtiger, durchgehender Profile weniger ins Gewicht. Da nur der Hörnlichuttfächer sowohl sedimentologisch als auch säugerpaläontologisch ausreichend bearbeitet ist, wurden vorerst nur diese Profile zu einem Vergleich herangezogen.

In Bayern lassen sich Profile in der mittleren bis jüngeren Dehm'schen Serie (DEHM 1951), MN 5/6 – MN 8 zugehörig, lithostratigraphisch verfolgen und gegenseitig korrelieren (Brockhorizont, Bentonite, Lithozonen nach UNGER 1983 und 1989). Solche Profile bilden die wesentliche Basis für die Darstellung einer gesicherten Biostratigraphie. Leider erweist sich die Unterscheidung der Lithozonen nicht immer so eindeutig, was sich deutlich in der verwirrenden Interpretation der Aufschlüsse Traich II (UNGER & NIEMEYER 1985b: 71/72, 81) zeigt. UNGER (1983: 25) schreibt dazu: „Ein Problem der Lithozonengliederung – das sich für jede andere Untergliederung der Oberen Süßwassermolasse auch stellt – liegt darin, daß man bei den hohen Schüttungsenergien der einzelnen Zyklen mit erheblichen Erosionen im Liegenden jeder neuen Schüttung rechnen muß, was die stark wechselnden Mächtigkeiten beispielsweise der Lithozone I am besten verdeutlichen. Vorläufig kann die Lithozonengliederung nur für die von Südosten in das Molassebecken gelangten Hauptschüttungen geltend gemacht werden. Der Verfasser ist sich im klaren, daß man vom Alpenrand im Süden her während jedes Schüttungszyklus mit begrenzten Schuttfächern in das Becken hinein (also nach Norden) wird rechnen müssen (analog den heute im Allgäu oder in der Schweiz aufgeschlossenen). Im Ostteil verhüllen die pleistozänen Sedimente weitgehend die tieferen Schichten, so daß es unmöglich ist, Schuttfächer zu lokalisieren, geschweige denn stratigraphisch zu erfassen“. Ferner schreibt UNGER (1983: 28): „Im Zuge dieses Schüttungsvorganges [L3] wurde das im Osten (auf Oberösterreichischem Gebiet) abgelagerte Grobmaterial der Lithozonen L1 und L2 erodiert und in einem begrenzten Strang nach Westen in das Molassebecken geschüttet, wo es resedimentiert wurde.“ Diese Aussagen lassen es auch nicht unwahrscheinlich erscheinen, daß der Übergang L2/L3 kein scharfer ist, sondern, daß sich je nach Aufarbeitungsanteilen das Schwermineralspektrum markant verändern kann.

Wie DOPPLER (1989: 99, Abb.9) zeigt, überlappen sich die Schwermineralproben von Oberer Serie/Geröllsandserie und fluviatiler/limnischer Unterer Serie im Staurolith-Epidot-Apatit-Dreieck. Auch die Granatgehalte einzelner Proben können stark schwanken.

Die Bentonite Bayerns stammen nach UNGER & NIEMEYER (1985a: 38 f.) aus sauren vulkanischen Glasaschen, die unter Einfluß von Wasser zersetzt wurden. Das Magma soll aplitgranitisch der pazifischen Sippe (rhyolitisch, Kalkalkali-Serie) gewesen sein (HARR 1976: 103, UNGER et al. 1990: 89). Saure Vulkanischlote gibt es bei Nattheim und Münsingen. Sie sind jedoch zu klein, um die Entstehung der mächtigen, weit verbreiteten Bentonitmassen zu erklären (UNGER & NIEMEYER 1985a: 41). Der Basisbentonit des Hegaus soll von alkalischen Gesteinen der atlantischen Sippe abzuleiten sein (SCHREINER 1970: 114).

UNGER & NIEMEYER (1985a: Tab.9) geben einen Überblick zum Vulkanismus in Europa von der Oberkreide bis ins Tertiär, wobei im fraglichen Zeitraum nach bisheriger Kenntnis nur die gewaltigen miozänen Rhyolithuffe Ungarns im inneren Karpathenbogen (pannonisches Becken) den bayerischen Bentoniten vergleichbar sind. Dieser Rhyolith- und Andesitvulkanismus soll im Ottnangien bis Karpatien in drei großen Schüben mit der Förderung von Tuffen erfolgt sein. Eine auffällige Verteilung der Tuffe W und NW der Fördergebiete läßt auf häufige Windrichtungen aus SE schließen. Die Verbreitung der mittelmiozänen Vulkanite Nordungarns ist in UNGER et al. (1990: 78, Abb. 4) dargestellt. UNGER & NIEMEYER (1985a: 52) schließen: „Außer den Vulkaniten des Pannonischen Beckens und der Steiermark handelt es sich bei den Vulkaniten Mitteleuropas im fraglichen Zeitraum um basische Gesteine. Als Lieferant der Glastuffe, Glasaschen und der Montmorillonite der bayerischen Molasse kommen demnach nur der Rhyolithvulkanismus des Pannonischen Beckens und eventuell noch der in der Steiermark in Frage.“ Zur Anzahl und stratigraphischen Lage der Bentonitlagen der OSM äußern sich UNGER et al. (1990: 92) wie folgt: „Nachgewiesen sind derzeit Bentonite in 5 NN-Höhenlagen. Eingestuft sind im Moment Bentonite in 3 NN-Höhenlagen. Nach faunistischen oder lithostratigraphischen Kriterien sind diese 3 „sicheren“ Bentonite Ost-

bayerns in den unteren Teil des Mittelmiozans, in das mittlere Badenian, in einen Zeitraum zwischen $14.8 - 14.2 \pm x$ Mill. Jahre vor heute einzuordnen. Der tiefste dieser „sicheren“ Bentonite lagert stratigraphisch bis etwa 15m unter dem Brockhorizont ...“ Nach den Autoren findet sich ein weiterer Bentonit rund 15m über dem Brockhorizont, welchem auch der Bentonit von Laimering angehören dürfte. Zwei weitere, noch höher liegende Bentonitvorkommen sind noch fraglich in ihrer stratigraphischen Stellung und chemischen Zusammensetzung. Ein viel tiefer gelegener, deutlich älterer Bentonit wurde erst einmal erbohrt, wobei nicht ausreichend Analysematerial gewonnen werden konnte (UNGER et al. 1990: 92). Aus biostratigraphischen Gründen, die nachfolgend dargelegt werden, können die ostschweizerischen Bentonite vorläufig wie folgt mit den bayerischen korreliert werden (Abb. 10 und 11): Bentonit Küsnacht mit Bentonit Unterneul, Bentonit Riedhof mit Bentonit Laimering, der Bentonit Urdorf-Uetikon könnte allenfalls mit demjenigen der Bohrung Reibach zu korrelieren sein. Der wenig über Riedhof gelegene, sehr geringmächtige Leimbacher Bentonit entspricht möglicherweise einem der fraglichen, über dem Laimeringer Bentonit gelegenen Bentonit-Lagen. Für diese Korrelation (unter Annahme einer östlich gelegenen Lieferquelle) sprechen nicht nur die biostratigraphischen Befunde, sondern auch die in der Zürcher Molasse durchwegs geringeren Mächtigkeiten der Bentonite, sowie die frappierende Übereinstimmung der Bentonitabfolgen. Lediglich das Vorkommen von Bentonit und Glastuff von Bischoffzell und die Tuffe im Bodenseegebiet lassen die Frage nach einer anderen Lieferquelle, etwa doch dem nahegelegenen Hegau, hochkommen. Im Allgemeinen weisen dessen Vulkanoklastika jedoch einen deutlich basischeren Chemismus auf. Die radiometrisch ermittelten Altersdaten (FISCHER 1988) ergaben für den Bentonit von Urdorf-Uetikon (Probe vom Wüestobel) 15.3 ± 0.1 Ma, für denjenigen von Küsnacht (Probe vom Erlenbacher Tobel) 15.2 ± 0.3 Ma.

Der Brockhorizont ist ein weiterer verlässlicher lithostratigraphischer Markerhorizont der bayerischen OSM (SCHUFENPFLUG 1980). STEPHAN (1952) glaubte noch an eine Vulkanische Herkunft der Auswürflinge. DEHM (1962), ENGLISHARDT et al. (1967), LEMCKE (1977) und andere vermuteten jedoch mit guter Begründung, daß der Aufprall eines kosmischen Körpers im Nördlinger Raum zur Bildung des Rieses (und dem Steinheimer Becken) geführt hat, was schließlich auch durch Vorkommen von Hochdruck-SiO₂ nahegelegt werden konnte. (SCHUFENPFLUG 1980: 140) gibt für die Entstehung des Rieses ein Alter von $14.7 \text{ Ma} \pm 0.6 \text{ Ma}$ an. HOFMANN (1973) brachte Horizonte mit fremdartigen Auswürflingen bei St. Gallen mit einem dem Ries zeitgleichen Impaktereignis in Verbindung. Es ist sogar durchaus denkbar, daß dieselben vom Ries selbst stammen, biostratigraphische Abklärungen in der Umgebung von St. Gallen werden die Frage der zeitlichen Äquivalenz hoffentlich bald beantworten können. Die von HOFMANN (1973) ebenfalls erwähnten Horizonte mit „exotischen Geröllen“ dürften dagegen eine andere Entstehungsgeschichte haben.

Für die Lithostratigraphischen Korrelationen zwischen der westlichen Hörnlichschüttung und dem Molassegebiet östlich Augsburg, ergibt sich die am plausibelsten erscheinende Möglichkeit, wie in Abb. 10 und 11 dargestellt. Damit wären in Bayern mindestens zwei der Bentonitniveaus in der OSM mit Ostschweizerischen Bentonithorizonten korrelierbar.

Eine weitere noch zu vollziehende Untersuchungsmethode ist die Geomagnetik (reverse oder normal), die entweder an Profilen zu versuchen ist, oder, wenn dies nicht möglich ist, an einzelnen Kleinsäuger- und Bentonit-Fundorten in lokalen Abfolgen zu probieren ist. Wenn gleiche Polaritäten feststellbar wären, ließen sich so einige bisherige Korrelationsvarianten bestätigen, andernfalls aber ausschließen.

Insgesamt bleibt festzuhalten, daß die Beckenmolasse, besonders an ihrer breitesten Stelle in Bayern nicht nur eine geringere Gesamt-Sedimentmächtigkeit als die Schuttfächermolassen aufweist, sondern besonders wiederum in Bayern, aber auch etwa im Bodenseegebiet durch

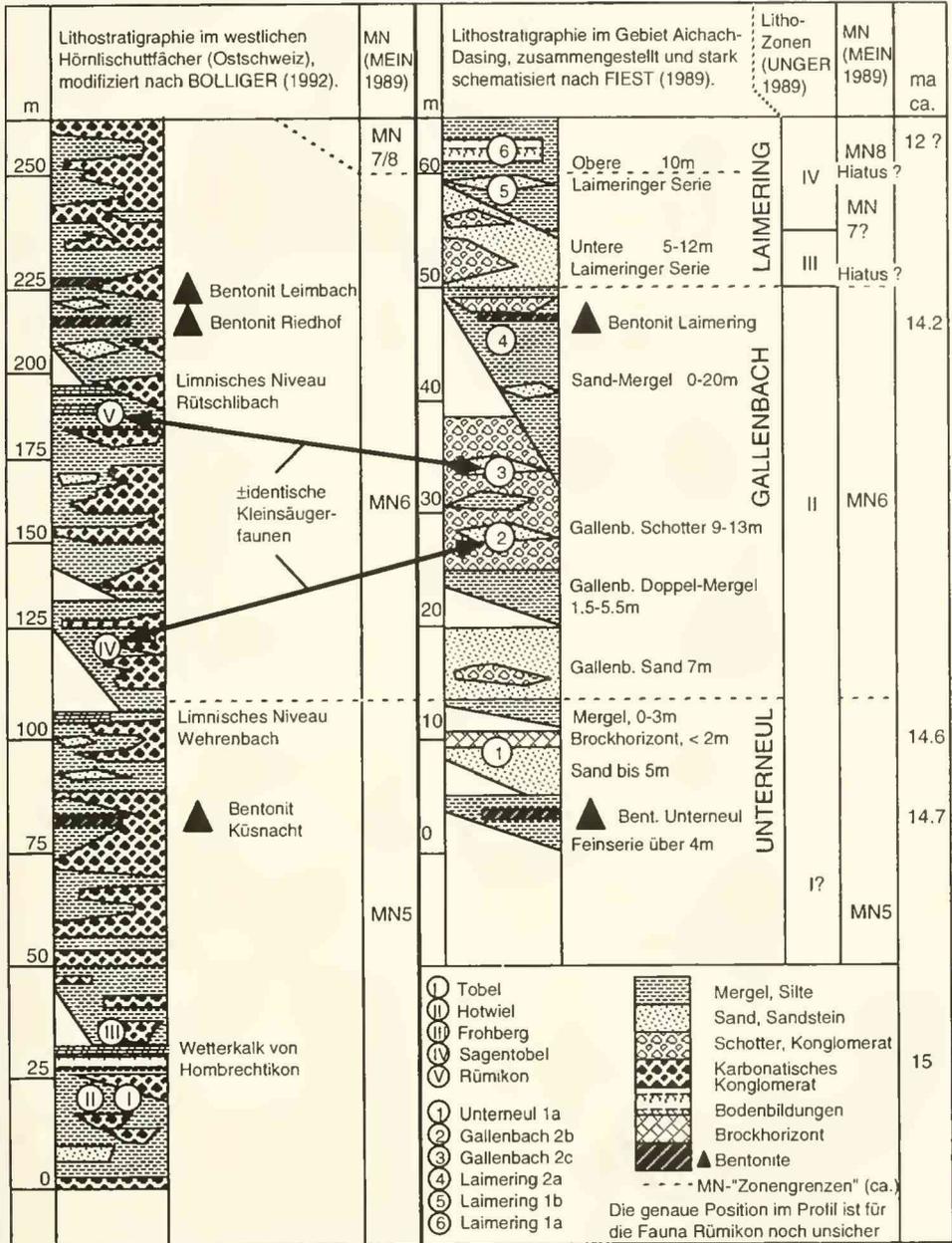


Abb. 10: Lithologische Teilprofile des westlichen Hörnliffächers (Ostschweiz) und der Molasse der Region Aichach-Dasing östlich Augsburg (Bayern). I-V und 1-6 bezeichnen die wichtigsten Faunen.

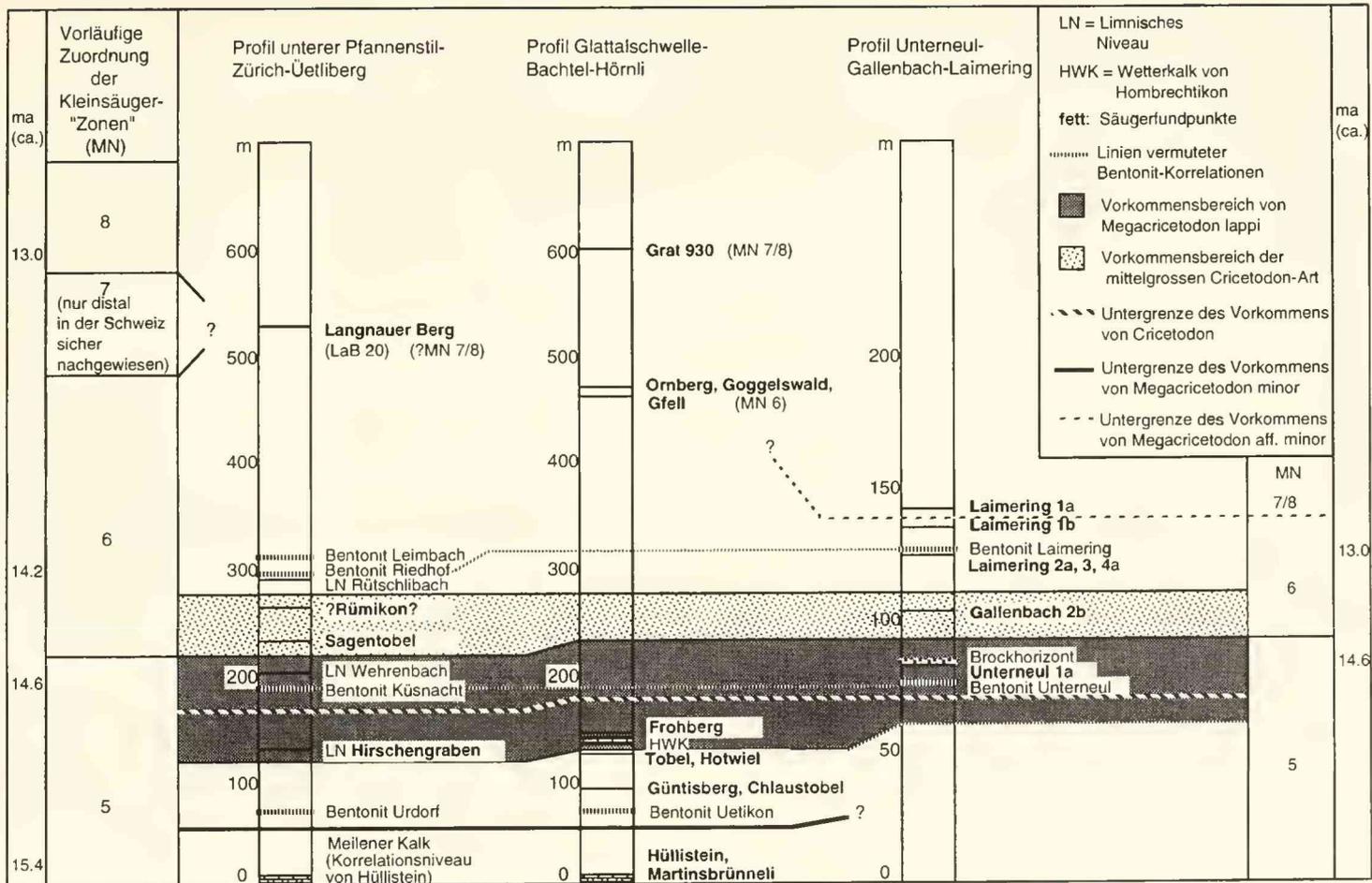
starke Erosionen und Umlagerungen gekennzeichnet ist. Durch eine stagnierende Absenkung kam es hier immer wieder zur Eintiefung neuer Abflurrinnen, die anschließend sandig (bis kiesig-sandig im Osten) verfüllt wurden, im Gegensatz zu den Schuttfächern, wo durch die

wesentlich stärkeren Absenkraten mehr Sediment erhalten geblieben ist und entsprechende Zeitlücken-Intervalle meist wesentlich kleiner sein dürften. Gerade aber die Aufarbeitungsphänomene – es werden häufig fossilführende Mergelgerölle an den basalen Rinnenteilen erwähnt, (z. B. HEISSIG 1989a: 242, 244, 246) – bergen gewisse Gefahren einer Fehlinterpretation der Korrelation Lithostratigraphie-Biostratigraphie in sich. Vorab sollten Kleinsäugerfaunen aus +/- autochthonen Mergellagen miteinander verglichen werden. Auch wenn diese Vorsichtsmaßnahme manchen Forschern zunächst übertrieben erscheinen mag, so ist sie doch nicht unbegründet, wie einige Faunen aus Aufarbeitungslagen in der Vergangenheit schon belegten (z. B. am Rodenberg, in HUNTERMANN 1981). Die Suche nach „vollständigen“ Referenzprofilen in der Beckenmolasse ist also schwieriger als in den Schuttfächern, wo die nicht dokumentierten Zeitabschnitte meist kürzer ausfallen. Für geomagnetische Vergleichsprofile wären mittlere bis distale Abschnitte der Schuttfächer am geeignetsten, da sie genügend feinkörnige Sedimente enthalten. Zudem sind in ihnen Bentonithorizonte über größere Distanzen erhalten geblieben (PAVONI & SCHINDLER 1981, GUBIÉR 1987).

DOPPLER (1989: 87, Tab. I) präsentierte eine summarische Stratigraphie-Tabelle, sowie Paläogeographie-Rekonstruktionen (S. 110 f.), die z.T. neue Aspekte einbrachten. Während dem Ries-Ereignis ca. 14,8 Ma zugesprochen werden, sind es beim Bentonit-Hauptlager ca. 14,5 Ma. Die Mächtigkeit der unteren Linnischen Serie wird mit 60–80 m, die der unteren fluviatilen Serie mit bis 150 m angegeben. UNGER (1989) präsentierte ebenfalls eine interessante Stratigraphie-Tabelle, sowie übersichtlich dargestellte Paläogeographierekonstruktionen. Eine E-Umkippung der Entwässerung erfolgte nach diesem Autor erst nachpontisch. Gerade was Strömungsrichtungs-Rekonstruktionen betrifft, sind in dieser Arbeit methodologische Informationen leider vernachlässigt worden.

Nebst der Datenzusammentragung durch Literaturstudien wurden die Verhältnisse mehrfach vor Ort überprüft und die Abfolgen nachvollzogen. Insgesamt zeigt die bayerische Obere Süßwassermolasse eine vergleichsweise monotone Abfolge von Mergelhorizonten und kiesig-sandigen Abfolgen wie sie in der Schweiz nur in distalsten Schuttfächerbereichen und der beckenaxialen Glimmersandmolasse zu finden sind. Dabei sind die Kiese und Sande meist völlig unverfestigt und enthalten nur äußerst wenig Anteile an karbonatischen Komponenten. Es handelt sich also um eigentliche Quarzsande und Gangquarz-reiche Kiese, als deren Liefergebiete besonders der Bayerische Wald (Böhmische Masse) und die Ostalpen in Frage kommen. Die Mergelabfolgen zwischen den eigentlichen Flußrinnenablagerungen erinnern oft an Paläoböden. Wie jedoch Fossilien (vorwiegend isolierte Fischreste und ein Biberzahnrest vom Lehmberg, Laimering 1a) aus Schlammproben zeigten, handelt es sich bei diesen Sedimenten oft um Überschwemmungsablagerungen naher Flüsse. Diese führten bei Hochwasser offensichtlich erodiertes Bodenmaterial in größeren Mengen mit sich, welches hier teilweise wieder zur Ablagerung gelangte. Oft sieht man beim genauen Betrachten dieser vermeintlichen Paläoböden eine feinkörnige Zusammensetzung. In einem Fall (Aufschluß zwischen dem Dorf Laimering und der Ziegelei Laimering) war dies durch die Einschwemmung von ziegelroten Partikeln (vermutlich Reste gebrannter Erde nach einem Waldbrand) besonders deutlich zu sehen. Eine leichte Bioturbation dieser Horizonte kann subaquatisch oder subaerisch erfolgt sein. Caliche-artige Kalkkonkretionen sprechen jedenfalls für wechselnde Grundwasserbedingungen mit teilweiser Austrocknung. Sichere Bioturbation durch Wurzeln konnte hier nicht nachgewiesen werden. Mergellagen innerhalb

Abb. 11: Schematischer Überblick der bisherigen litho- und biostratigraphischen Korrelationsmöglichkeiten zwischen drei geologisch und paläontologisch gut erschlossenen Profile der älteren bis jüngeren OSM in der Ostschweiz und in Bayern. kursiv: Säugerfundpunkte. Man beachte die unterschiedlichen Profilmassstäbe!



der Sand- und Schotterkörper (z.B. Burtenbach, Pfaffenzell, Unterwohlbach) sind oft feingeschichtet und tonreich. Ihr Fossilinhalt (wohlerhaltene Pflanzenreste, Muscheln, Fischreste) spricht für ruhige lagunenartige Abschnürungen oder Altwasserläufe im Bereich von sonst energiereichen Sand- und Kiesflüssen. Solche Verhältnisse finden wir auch in der beckenaxialen Glimmersandrinne der Ostschweiz, die sich hier auf einen relativ schmalen Bereich südlich des heutigen Tafeljuras bis auf eine Linie Zürich-Winterthur-Frauenfeld beschränkt. Solche Glimmersande sind oft reiche Fossilagerstätten (z.B. HUNERMANN 1981, 1987; BOLLIGER 1994a). Weiter südlich gewinnen die alpinen Schüttungen rapide an Bedeutung, was sich im Vorkommen karbonatischer Arkosen, sowie kalk- und dolomitreicher Konglomerate (Nagelfluhen) äußert. Bunte, mehrheitlich gelbgrau-fleckige Mergel dominieren hier. Süßwasserkalkbänke in dm-Stärke, welche meist massenhaft Tellerschnecken oder Limnaeen führen, können teilweise über größere Distanzen verfolgt werden (limnische Leithorizonte). Die Profilabfolgen der Zürcher Molasse sind in den Abb. 10 und 11 derjenigen der Region Aichach-Dasing (Unterneul-Gallenbach-Laimering) gegenübergestellt. Sie wurden unter Verwendung der hier erfolgten bio- und lithostratigraphischen Untersuchungen miteinander korreliert.

3. Ökologie und Paläogeographie

Aufgrund des Ost-West-Gefälles der damaligen Entwässerung, mußte das Gebiet um Augsburg etwas höher gelegen haben als die tiefstgelegenen Bereiche der Ostschweizer Region, wobei es sich wegen des aus sedimentologischen Gründen anzunehmenden geringen Gefälles wohl bloß um etwa 100 m Höhendifferenz handeln dürfte. Die Hamsterfaunen der Ostschweiz und Bayerns unterscheiden sich nicht wesentlich. Die Unterschiede innerhalb der Hörnlichschüttung von alpennah nach distal differieren da stärker (BOLLIGER 1992: 200 f.). Paläogeographisch waren die beiden hier verglichenen Gebiete immer miteinander verbunden, so daß ein Faunenaustausch wohl während der Gesamtdauer der Oberen Süßwassermolasse prinzipiell gegeben war.

Wie bereits einführend zur Biostratigraphie erwähnt wurde, erachte ich quantitative Faunenanalysen zur Gewinnung stratigraphischer und besonders auch ökologischer Rückschlüsse als sehr problematisch. Zu viele in ihrem Ausmaß meist nicht näher bekannte Faktoren veränderten das ursprünglich vorhandene quantitative Verteilungsmuster der (lebenden) Säugerarten. Gewisse Vermutungen dürfen dennoch geäußert werden:

So scheint sich zu bestätigen, daß *Eumyarion* möglicherweise eine feuchte Umgebung und besonders die Nähe von Fließgewässern und Waldlandschaften bevorzugte. Für *Megacricetodon* und vermutlich auch für *Cricetodon* läßt sich eine eher offene Landschaft als Lebensraum vermuten, während *Democricetodon* eine Art „Allrounder“ unter den miozänen Hamstern gewesen zu sein scheint. Detailliertere ökologische Interpretationen lassen sich mit Hamsterfaunen vorderhand noch nicht machen.

4. Schlüsse und Ausblick

Die überregionale Ausdehnung der Molassestratigraphie erfolgte u. a. im Hinblick auf weiterreichende Korrelationsversuche miozäner Sedimentationsbecken (z. B. mit dem östlichen Mittelmeerraum, Arbeitssymposium Günzburg 5.–11.7.1992). Weitere europäische miozäne Sedimentationsbecken (Spanien, Portugal, Toskana) lassen sich bislang noch nicht befriedigend mit den mitteleuropäischen Faunen korrelieren. Weitere Untersuchungen sollten folgende Themenkreise betreffen:

- Ablagerungs- und Einbettungsbedingungen (Taphonomie),
- Alterseinstufung auch von lithostratigraphisch bislang nicht gesicherten Fundorten,
- Interpretation der Faunenabfolgen (Evolution, Migration, Ökologie),
- Alterskorrelationen verschiedener tertiärer kontinentaler Sedimentationsbecken.

Die vergleichenden Untersuchungen an Cricetiden aus Profilen der Oberen Süßwassermolasse Bayerns und der Ostschweiz konnten die bekannten Abfolgen weitgehend bestätigen und präzisieren. Es zeigten sich Schwierigkeiten mit der Korrelation zu MN-Typusfaunen, wohl besonders auch weil diese im fraglichen Zeitraum teilweise aus Spaltenfüllungen vorlagen oder noch immer vorliegen (Vieux Collonges, La Grive). Die Wahl einer Typusfauna aus einem beliebigen Lokalbereich Europas als Referenz erscheint für eine gesamt-europäische Zonierung als unzureichend. Bei Spaltenfüllungen als Referenzfaunen kommt zudem die große Gefahr von möglichen Faunenmischungen hinzu. Für eine europaweite Zonierung kann eigentlich nur eine Kombination aus den biostratigraphischen Ergebnissen aus Profilen der einzelnen Regionen (Sedimentationsbecken) weiterhelfen, wobei natürlich Arten mit weiter geographischer Verbreitung und kurzer Lebensdauer bevorzugt zur Korrelation herangezogen werden können. So ermittelte künstliche, theoretische „Faunal Assemblages“, welche die Möglichkeiten der Faunenvorkommen eines bestimmten Zeitbereichs auflisten, beinhalten bereits inter-Becken-Korrelationen und ließen sich demzufolge direkt überregional anwenden. Dennoch bleibt die Verwendung der MN-Units im Moment das beste Europa-weite Kommunikationssystem der Säugerstratigraphie im Neogen, sogar mit vereinzelt Anwendungen in Afrika und Asien.

Konkret ergaben sich aus dieser Arbeit folgende Erkenntnisse: Vieux Collonges scheint, abgesehen von einer Faunenvermischung mit MN 4b, weitgehend gleich alt wie Pont Le Voy und Thenay zu sein. Letztere gelten als Typus für MN 5. In der Molasse wurden traditionsgemäß ältere Faunen als diese in MN 5 gestellt, *Cricetodon* wurde oft gar als erst ab MN 6 auftretend angesehen. Gemäß der MN-Zonierung gehören besonders Faunen mit *Cricetodon* cf. *meini* und *Megacricetodon lappi* zu MN 5. Die älteren, zwischen MN 4 und diesem MN 5 liegenden Faunen können im Moment mehr oder weniger willkürlich MN 5 zugeordnet werden. MN 6 ist mit der Fauna von Sansan definiert. Leider fehlt eine derartige Fauna im Molassebecken. Die Faunen von Laimering oder Ornberg dürften jedoch zeitlich sehr nahe an Sansan herankommen. Gallenbach, Rümikon und Sagentobel sind wohl etwas älter als Sansan. MN 7 ist in Steinheim und La Grive definiert. *Megacricetodon gregarius* ist hier leitend. Fehlt diese Art, bleibt eine sichere Zuordnung schwierig. Relativ charakteristisch sind das Auftreten von *Megacricetodon similis* und *Democricetodon gaillardi-freisingensis*, sowie von einer größeren *Cricetodon*-Art und *Anomalomys gaudryi*. MN 8 ist davon nicht wesentlich unterschieden, jedoch treten hier erstmals *Megacricetodon* aff. *minor* und *Deperetomys bagnii* auf. Ob in der bayerischen Beckenmolasse MN 7 tatsächlich fehlt („langer Hiatus“ in HEISSIG 1989a: 254), konnte im Rahmen dieser Arbeit weder bestätigt, noch dementiert werden. Zur Abklärung böte sich weiterhin das Profil Laimering-Lehmberg an, wo die Hangendserie mit schwach fossilführenden Schichten ansteht. Testproben haben deren Fossilführung bestätigt. Allerdings ließe sich der dafür zu betreibende Aufwand nur schwer rechtfertigen. Daß jedoch andernorts in der Bayerischen Molasse zumindest Relikte fossilführender Sedimente mit MN 7-Alter gefunden werden, ist abzusehen.

5. Literatur

- ANDREWS, P. (1990): Owls, caves and fossils. Predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves with an analysis of the Pleistocene cave fauna from Westerbury-Sub-Mendip, Somerset, UK. -The University of Chicago Press, 231 S; Chicago.
- BOLLIGER, T. (1992): Kleinsaugerstratigraphie in der miozänen Hörnlichüttung (Ostschweiz). - *Documenta naturae*, **75**: 1-297; München.
- BOLLIGER, T. (1994a): Geologie und Paläontologie der Glimmersandgrube Helsighausen (Kt. Thurgau). *Mitt. thurg. naturf. Ges.* **52**: 63-79; Frauenfeld.
- BOLLIGER, T. (1994b): Reflections on Stratigraphy, Paleobiology and Evolution of Anomalomyidae (Rodentia). -VW-Symposium on Evolution of Neogene Continental Biotopes in Central Europe and the Eastern Mediterranean (15-5 Ma) at Schloß Reisenburg, Günzburg, 1992; im Druck; Washington.
- BOLLIGER, T., GATTI, H. & HANTKE, R. (1988): Zur Geologie und Paläontologie des Zürcher Oberlandes. - *Vjschr. der Naturf. Gesellsch. Zürich*, **133/1**: 1-24; Zürich.
- BOON, E. (1991): Die Cricetiden und Sciuriden der Oberen Süßwassermolasse von Bayerisch-Schwaben und ihre stratigraphische Bedeutung. -Dissertation Universität München, 1-158; München.
- DE BRUIJN, H. & SARAC, G. (1991): Early Miocene rodent faunas from the eastern Mediterranean area Part I. The genus *Eumyaron*. - *Proc. Kon. Ned. Akad. v. Wetensch.* **94/1**: 1-36; Amsterdam.
- DE BRUIJN, H. et. al. (1992): Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisenburg 1990. -*Newsletters Stratigraphy*, **26**, 2/3: 65-118; Berlin, Stuttgart.
- DEHM, R. (1951): Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren. -*N. Jb. Geol. Palaont., Mh.*, **5**: 140-152; Stuttgart.
- DEHM, R. (1962): Das Nordlinger Ries und die Meteortheorie. *Mitt. bayer. Staatsslg. Palaont. hist. geol.* **2**: 69-87; München.
- DOPPLER, G. (1989): Zur Stratigraphie der nördlichen Vorlandmolasse in Bayerisch-Schwaben. - *Geologica Bavarica*, **94**: 83-133; München.
- ENGELHARDT, W. v., BERISCH, W., STOFLEER, D., GROSCHOPF, P. & RIEH, W. (1967): Anzeichen für den meteoritischen Ursprung des Beckens von Steinheim. *Naturwissenschaften* **54**: 189-199; Berlin.
- ENGESSER, B. (1972): Die obermiozäne Säugerfauna von Anwil (Baselland). - *Tätigkeitsber. der Naturforsch. Gesellsch. Baselland*, **28**: 37-363; Basel.
- FAHLBUSCH, V. (1964): Die Cricetiden der Oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. - *Bayer. Akad. der Wissensch., Mathem.-naturwiss. Kl., Abh., N.F.* **118**: 1-151; München.
- FIEB, W. (1989): Lithostratigraphie und Schwermineralgehalt der Mittleren und Jungeren Serie der Oberen Süßwassermolasse Bayerns im Übergangsbereich zwischen Ost- und Westmolasse. - *Geologica Bavarica*, **94**: 259-279; München.
- FISCHER, H. (1988): Isotopengeochemische Untersuchungen und Datierungen an Mineralien und Fossilien aus Sedimentgesteinen. - *Dissertation ETH Zürich*, 207 S; Zürich.
- GÜBLER, T. (1987): Zur Geologie der Oberen Süßwassermolasse zwischen Zürich und Zug. - *Diplomarbeit ETH Zürich*, unpubl.
- HARR, K. (1976): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an Bentoniten in der Süddeutschen Molasse. - *Diss. Univ. Tübingen*: 1-131; Tübingen.
- HILSIG, K. (1989a): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie der mittleren Serie der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. - *Geologica Bavarica*, **94**: 239-257; München.
- HILSIG, K. (1989b): The Faunal Succession of the Bavarian Molasse reconsidered - Correlation of the MN 5 and MN 6 Faunas. In: LINDSAY, E. H., FAHLBUSCH, V. & MEIN, P. (1989). - *European Neogene Mammal Chronology*. *Nato ASI-series*, Plenum Press: 181-192; New York.
- HOIMANN, F. (1973): Horizonte fremdartiger Auswürflinge in der Ostschweizerischen Oberen Süßwassermolasse und Versuch einer Deutung ihrer Entstehung als Impaktphänomen. - *Eclogae geol. Helv.* **66**: 83-100; Basel.
- HUNERMANN, K. A. (1981): Die Glimmersandgrube am Rodenberg bei Schlattingen (Kt. Thurgau) als paläontologisches Studienobjekt in der Oberen Süßwassermolasse. - *Mitt. der thurg. natf. Gesellsch.* **44**: 7-32; Frauenfeld.
- HUNERMANN, K. A. (1987): Wirbeltierreste aus der Oberen Süßwassermolasse des Irchel (Kanton Zürich). *Mitt. der naturwiss. Gesellsch. Winterthur*, **38**: 59-68; Winterthur.

- KALIN, D. (1993): Stratigraphie und Säugerfaunen der Oberen Süßwassermolasse der Nordwestschweiz. Dissertation Nr. 10152 der ETH Zürich, 1-238; Zürich.
- LEMCKE, K. (1977): Ölschiefer im Meteoritenkrater des Nördlinger Rieses. – Bull. Ver. Schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing. 44/106: 1-12; Basel.
- MEIN, P. (1958): Les mammifères de la faune sidérolithique de Vieux-Collonges. Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon: 5: 1-122; Lyon.
- MEIN, P. (1989): Updating of MN zones. In: LINDSAY, E. H., FAHLBUSCH, V. & MEIN, P. (1989). – European Neogene Mammal Chronology. Nato ASI-series, Plenum Press: 73-90; New York.
- MEIN, P. & FREUDENTHAL, M. (1971): Les Cricetidae (Mammalia, Rodentia) du Néogène Moyen de Vieux-Collonges. Partie I: Le Genre *Cricetodon* Lartet, 1851. Scripta Geol. 5: 1-51; Leiden.
- PAVONI, N. & SCHINDLER, C. (1981): Bentonitvorkommen in der Oberen Süßwassermolasse und damit zusammenhängende Probleme. – Eclogae geol. Helv. 74/1: 53-64; Basel.
- SCHAUB, S. (1925): Die hamsterartigen Nagetiere des Tertiärs und ihre lebenden Verwandten. – Abh. schweiz. paläontol. Gesellsch. 45: 1-112; Genève.
- SCHAUB, S. & ZAPFE, H. (1953): Die Fauna der miozänen Spaltenfüllung von Neudorf a. d. March. Simplicidentata. – Sitzungsber. der Österr. Akad. der Wissensch., Math.-Naturw. Kl., 162/1: 181-215; Wien.
- SCHUEENPFLUG, L. (1980): Neue Funde ortsfremder Weißjuragesteine in Horizonten der südbayerischen miozänen Oberen Süßwassermolasse um Augsburg (Ein Beitrag zum Problem der Reuterschen Blöcke). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 62: 131-142, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- SCHREINER, A. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung: 1-286; Stuttgart.
- STEPHAN, W. (1952): Ein tortoner vulkanischer Brockhorizont in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. Geologica Bavarica 14: 76-85; München.
- UNGER, H. J. (1983): Versuch einer Neugliederung der Oberen Süßwassermolasse. – Geol. Jb., A. 67: 5-35; Hannover.
- UNGER, H. J. (1989): Lithozonen der Oberen Süßwassermolasse Südostbayerns und ihre vermutlichen zeitlichen Äquivalente gegen Westen und Osten. – Geologica Bavarica, 94: 195-237; München.
- UNGER, H. J. & Niemeyer, A. (1985a): Die Bentonite in Ostniederbayern - Entstehung, Lagerung, Verbreitung. - Geol. Jb., D 71: 3-58, Hannover.
- UNGER, H. J. & Niemeyer, A. (1985b): Bentonitlagerstätten zwischen Mainburg und Landshut und ihre zeitliche Einstufung. -- Geol. Jb., D 71: 59-93; Hannover.
- UNGER, H. J.; Fiest, W. & Niemeyer, A. (1990): Die Bentonite der ostbayerischen Molasse und ihre Beziehungen zu den Vulkaniten des Pannonischen Beckens. – Geologisches Jahrbuch, D96: 67-112; Hannover.
- WU, W. (1982): Die Cricetiden aus der Oberen Süßwasser-Molasse von Puttenhausen (Niederbayern). – Zitteliana 9: 37-80; München.
- ZIEGLER, R. & FAHLBUSCH, V. (1986): Kleinsäugerfaunen aus der basalen OSM Bayerns. – Zitteliana 14: 3-58; München.

Tab. 3: Messungen der ersten Molaren von *Megacricetodon*.

Unterneul 1a		<i>M. minor</i>				Messprobe: n=45							
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	10	10	12	12	12	12	5	5	5	5	1	1	
min.	1.30	0.78	1.02	0.83	0.93	0.70	1.41	0.90	1.01	0.83			
∅	1.36	0.81	1.08	0.89	0.97	0.75	1.53	0.95	1.07	0.90	0.82	0.77	
max.	1.42	0.87	1.19	1.04	1.09	0.83	1.60	0.99	1.13	0.95			

Sagentobel		<i>M. minor</i>				Messprobe: n=280							
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	48	48	60	60	53	53	49	49	36	36	34	34	
min.	1.30	0.72	1.05	0.82	0.87	0.67	1.40	0.85	1.02	0.85	0.66	0.67	
∅	1.42	0.84	1.13	0.90	0.98	0.76	1.53	0.95	1.10	0.95	0.76	0.78	
max.	1.51	0.92	1.23	1.01	1.07	0.83	1.70	1.03	1.20	1.04	0.85	0.85	

Rümikon		<i>M. minor</i>				Messprobe: n=21							
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	7	7	8	8	2	2	5	5	1	1	2	2	
min.	1.38	0.82	1.10	0.85	0.99	0.81	1.50	0.95			0.80	0.84	
∅	1.43	0.87	1.15	0.91	1.03	0.83	1.55	0.98	1.06	0.95	0.86	0.86	
max.	1.51	0.91	1.20	0.95	1.06	0.85	1.58	1.00			0.91	0.87	

Laimerig 3		<i>M. minor</i>				Messprobe: n=26							
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	5	5	3	3	4	4	5	5	8	8	1	1	
min.	1.32	0.81	1.14	0.87	0.90	0.70	1.38	0.89	1.02	0.85			
∅	1.40	0.85	1.19	0.92	1.00	0.82	1.45	0.93	1.09	0.91	0.88	0.96	
max.	1.48	0.86	1.27	1.00	1.10	0.95	1.62	1.00	1.15	0.97			

Goldberg		<i>M. minor</i>				Messprobe: n=80							
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	10	10	15	15	9	9	16	16	18	18	12	12	
min.	1.40	0.83	1.07	0.89	0.95	0.74	1.45	0.88	1.10	0.90	0.74	0.78	
∅	1.46	0.87	1.15	0.94	1.00	0.82	1.51	0.96	1.15	0.96	0.81	0.84	
max.	1.50	0.92	1.20	1.00	1.05	0.88	1.64	1.06	1.22	1.06	0.94	0.91	

Helsighausen		<i>M. minor</i>		Messprobe: n=17									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	3	3	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	
min.	1.41	0.83	1.15	0.88	0.97	0.74	1.40	0.90	1.03	0.89	0.71	0.75	
∅	1.43	0.85	1.20	0.88	0.98	0.76	1.47	0.94	1.07	0.92	0.73	0.76	
max.	1.46	0.89	1.24	0.88	0.98	0.78	1.52	0.96	1.15	0.95	0.75	0.76	

Helsighausen		<i>M. gregarius</i>		Messprobe: n=32									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	7	7	10	10	3	3	6	6	3	3	3	3	
min.	1.77	0.88	1.33	0.97	1.01	0.82	1.77	1.09	1.25	1.10	0.95	0.96	
∅	1.76	0.97	1.38	1.05	1.04	0.83	1.84	1.14	1.29	1.11	0.97	1.00	
max.	1.81	1.00	1.44	1.15	1.07	0.85	1.89	1.20	1.32	1.12	0.99	1.02	

La Grive "M"		<i>M. gregarius</i>		Messprobe: n=81									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	24	24	16	16	12	12	17	17	7	7	5	5	
min.	1.72	0.98	1.24	1.04	1.09	0.82	1.73	1.10	1.19	1.09	0.86	0.84	
∅	1.84	1.08	1.37	1.13	1.14	0.91	1.84	1.21	1.32	1.18	0.89	0.88	
max.	1.96	1.17	1.46	1.20	1.23	0.96	2.05	1.30	1.37	1.25	0.92	0.92	

Göttschlag		<i>M. minor</i>		Messprobe: n=16									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	7	7	2	2	1	1	4	4	2	2			
min.	1.34	0.77	1.12	0.88			1.48	0.93	1.07	0.90			
∅	1.39	0.84	1.13	0.89	1.07	0.83	1.49	0.94	1.09	0.92			
max.	1.53	0.97	1.13	0.90			1.52	0.96	1.11	0.93			

Göttschlag		<i>M. germanicus</i>		Messprobe: n=10									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	1	1	2	2	2	2	3	3	2	2			
min.			1.20	1.05	1.12	0.89	1.64	0.98	1.23	1.09			
∅	1.74	1.06	1.21	1.08	1.13	0.92	1.70	1.05	1.29	1.11			
max.			1.22	1.10	1.13	0.95	1.73	1.12	1.35	1.12			

Tab. 4: Messungen der ersten Molaren von *Democricetodon*.

Unterneu 1a		<i>D. mutilus</i>											
		Messprobe: n=12											
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2			
min.	1.52	1.05	1.36	1.07	1.32	1.03	1.68	1.23	1.35	1.17			
∅	1.60	1.10	1.37	1.10	1.34	1.03	1.76	1.26	1.39	1.20			
max.	1.67	1.14	1.38	1.13	1.35	1.03	1.84	1.28	1.43	1.23			

Sagentobel		<i>D. mutilus</i>											
		Messprobe: n=84											
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	3	3	24	24	13	13	18	18	13	13	13	13	
min.	1.57	1.10	1.40	1.15	1.27	1.02	1.75	1.25	1.33	1.20	0.94	0.99	
∅	1.68	1.11	1.50	1.24	1.34	1.11	1.91	1.31	1.44	1.29	1.04	1.12	
max.	1.82	1.14	1.62	1.35	1.41	1.21	2.06	1.38	1.53	1.38	1.13	1.25	

Gallenbach 2b		<i>D. gracilis</i>											
		Messprobe: n=3											
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	2	2					1	1					
min.	1.39	0.96											
∅	1.45	0.98					1.62	1.06					
max.	1.50	1.00											

Gallenbach 2b		<i>D. mutilus</i>											
		Messprobe: n=15											
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	3	3	5	5	1	1	1	1	4	4	1	1	
min.	1.67	1.09	1.40	1.15					1.45	1.28			
∅	1.69	1.12	1.47	1.19	1.30	1.15	1.95	1.30	1.49	1.30	1.12	1.12	
max.	1.71	1.15	1.55	1.23					1.52	1.33			

Laimering 3		<i>D. gracilis</i>											
		Messprobe: n=12											
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	4	4	1	1	2	2	4	4	1	1			
min.	1.42	0.94			1.18	0.93	1.58	1.09					
∅	1.48	0.98	1.24	1.10	1.19	0.98	1.65	1.12	1.28	1.18			
max.	1.55	1.04			1.20	1.01	1.68	1.15					

Laimering 3		<i>D. mutilus</i>											Messprobe: n=31			
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B				
n	4	4	9	9	2	2	6	6	9	9	2	2				
min.	1.70	1.08	1.47	1.20	1.51	1.15	1.82	1.17	1.30	1.25	1.05	1.15				
∅	1.72	1.11	1.54	1.28	1.54	1.16	1.93	1.27	1.47	1.32	1.11	1.17				
max.	1.75	1.15	1.62	1.42	1.57	1.17	2.10	1.33	1.55	1.41	1.18	1.21				

Helsighausen		<i>D. mutilus</i>											Messprobe: n=25			
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B				
n	5	5	5	5			8	8	5	5	2	2				
min.	1.60	1.05	1.30	1.05			1.67	1.15	1.31	1.18	0.99	1.04				
∅	1.66	1.13	1.39	1.15			1.78	1.19	1.36	1.21	1.01	1.05				
max.	1.83	1.22	1.56	1.25			1.91	1.26	1.44	1.25	1.03	1.05				

Tab. 5: Messungen der ersten Molaren von *Cricetodon*.

Sagentobel		<i>C. aff. meini</i>						Messprobe: n=241					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	19	19	64	64	46	46	10	10	56	56	46	46	
min.	2.43	1.54	2.27	1.75	2.06	1.60	2.88	1.95	2.07	1.74	1.52	1.60	
∅	2.56	1.66	2.44	1.91	2.43	1.85	3.08	2.01	2.24	1.95	1.91	1.83	
max.	2.68	1.75	2.63	2.07	2.61	2.05	3.22	2.08	2.41	2.18	2.10	2.06	

Rümikon		<i>C. aff. meini</i>						Messprobe: n=17					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	5	5	1	1	1	1	2	2	2	2	6	6	
min.	2.55	1.63					2.96	1.94	2.06	1.78	1.89	1.76	
∅	2.61	1.73	2.24	1.99	2.37	1.89	3.06	2.00	2.28	1.98	1.99	1.83	
max.	2.72	1.81					3.16	2.05	2.49	2.18	2.11	1.92	

Gallenbach 2b		<i>C. aff. meini</i>						Messprobe: n=69					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	9	9	14	14	7	7	19	19	13	13	7	7	
min.	2.52	1.60	2.28	1.75	2.38	1.79	2.87	1.85	2.12	1.83	1.84	1.65	
∅	2.63	1.68	2.41	1.88	2.45	1.87	3.08	1.99	2.28	1.96	1.95	1.77	
max.	2.72	1.75	2.62	2.00	2.53	2.05	3.35	2.30	2.47	2.14	2.02	1.86	

Laimering 2		<i>C. aff. aureus</i>						Messprobe: n=54					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	8	8	8	8	6	6	16	16	12	12	4	4	
min.	2.63	1.65	2.48	1.88	2.32	1.74	2.92	1.89	2.38	1.86	1.87	1.76	
∅	2.78	1.78	2.63	2.00	2.41	1.86	3.18	2.06	2.48	1.98	2.09	1.88	
max.	2.95	1.90	2.77	2.15	2.50	1.97	3.45	2.23	2.65	2.09	2.40	2.10	

Laimering 3		<i>C. aff. aureus</i>						Messprobe: n=37					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	7	7	4	4	6	6	5	5	9	9	6	6	
min.	2.67	1.72	2.48	1.90	2.22	1.65	2.96	1.95	2.22	1.88	1.93	1.80	
∅	2.78	1.80	2.57	1.98	2.49	1.87	3.14	2.03	2.33	1.97	2.11	1.96	
max.	2.88	1.90	2.80	2.05	2.65	1.97	3.25	2.10	2.47	2.10	2.35	2.13	

Steinberg		<i>C. aff. aureus</i>						Messprobe: n=125					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	30	30	30	30	29	29	12	12	12	12	12	12	
min.	2.48	1.55	2.30	1.85	2.34	1.75	3.07	1.86	2.29	1.83	1.93	1.75	
∅	2.74	1.77	2.53	2.02	2.54	1.95	3.18	2.00	2.38	1.98	2.03	1.89	
max.	2.95	1.94	2.73	2.16	2.69	2.11	3.31	2.12	2.56	2.15	2.17	2.03	

Sansan		<i>C. sansaniensis</i>						Messprobe: n=159					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	30	30	28	28	19	19	33	33	30	30	19	19	
min.	2.64	1.66	2.42	1.95	2.52	1.89	3.10	2.06	2.33	1.93	1.88	1.82	
∅	2.87	1.85	2.68	2.09	2.70	2.03	3.38	2.21	2.49	2.18	2.06	1.96	
max.	3.12	2.01	2.85	2.21	2.95	2.22	3.77	2.33	2.67	2.42	2.25	2.13	

La Grive		<i>C. albanensis</i>						Messprobe: n=122					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	22	22	15	15	13	13	34	34	23	23	15	15	
min.	2.82	1.72	2.59	1.96	2.51	1.84	3.29	1.91	2.38	1.86	1.90	1.67	
∅	3.01	1.81	2.69	2.06	2.62	1.88	3.49	2.18	2.61	2.02	2.04	1.89	
max.	3.15	1.97	2.83	2.16	2.75	1.93	3.65	2.33	2.80	2.16	2.15	2.10	

Laimering 4b		<i>C. cf. sansaniensis</i>						Messprobe: n=3					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	1	1					2	2					
min.							3.40	2.27					
∅	2.87	1.92					3.43	2.35					
max.							3.45	2.42					

Göttschlag		<i>C. cf. sansaniensis</i>						Messprobe: n=10					
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	3	3					5	5	2	2			
min.	2.63	1.75					3.17	2.08	2.58	2.06			
∅	2.82	1.93					3.42	2.19	2.60	2.07			
max.	3.03	2.08					3.57	2.35	2.62	2.08			

Tab. 6: Messungen der ersten Molaren von *Eumyarion*.

Unterneu 1a		<i>E. ?bifidus</i>		Messprobe: n=5									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	2	2			1	1	1	1			1	1	
min.	1.94	1.17											
∅	1.97	1.18			1.45	1.24	2.03	1.41			1.20	1.26	
max.	1.99	1.18											

Sagentobel		<i>E. medius</i>		Messprobe: n=68									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	4	4	15	15	13	13	6	6	18	18	12	12	
min.	2.02	1.17	1.51	1.24	1.35	1.10	1.85	1.35	1.45	1.28	1.04	1.14	
∅	2.11	1.26	1.63	1.31	1.46	1.18	1.96	1.42	1.53	1.42	1.15	1.22	
max.	2.20	1.33	1.75	1.40	1.55	1.27	2.07	1.53	1.61	1.50	1.23	1.35	

Gallenbach 2b		<i>E. medius</i>		Messprobe: n=17									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	4	4	5	5	2	2	5	5	1	1			
min.	1.88	1.17	1.53	1.24	1.37	1.08	1.92	1.38					
∅	2.06	1.26	1.62	1.33	1.42	1.10	1.99	1.43	1.67	1.32			
max.	2.25	1.34	1.75	1.40	1.47	1.12	2.13	1.51					

Laimering 3		<i>E. medius</i>		Messprobe: n=44									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	7	7	6	6	8	8	10	10	6	6	7	7	
min.	1.94	1.15	1.53	1.27	1.45	1.14	1.97	1.41	1.48	1.34	1.07	1.13	
∅	2.04	1.20	1.64	1.33	1.53	1.24	2.04	1.47	1.53	1.43	1.14	1.18	
max.	2.17	1.24	1.70	1.38	1.57	1.32	2.12	1.52	1.68	1.51	1.20	1.25	

Laimering 4b		<i>E. medius</i>		Messprobe: n=2									
	m1 L	m1 B	m2 L	m2 B	m3 L	m3B	M1 L	M1 B	M2 L	M2 B	M3 L	M3 B	
n	1	1			1	1							
min.													
∅	2.12	1.26			1.37	1.04							
max.													

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: 1994

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Bolliger Thomas

Artikel/Article: [Die Obere Süßwassermolasse in Bayern und der Ostschweiz: bio- und lithostratigraphische Korrelationen 109-144](#)