

## 4. Biostratigraphie und Alter des Lettenkeupers

Hans Hagdorn, Carmen Heunisch und Rainer Schoch

### Abstract

The invertebrates that have been used to define the Lettenkeuper Interval by KOZUR (1974a) in his biozonation scheme of the Germanic Middle Triassic are rather facies indicators than reliable biostratigraphic index fossils with determinable first and latest occurrences. This is also the case with the Lettenkeuper vertebrates and palynomorphs. The rare cephalopods from the Grenzdolomit have been used for correlations of the Lower Keuper with the Sephardic Triassic in Israel, Southern France, and Spain and its assignment to the late Longobardian or the early Carnian. However, these correlations are still under discussion. The entire Lettenkeuper is probably of late Ladinian (Longobardian) age with the Fassanian-Longobardian boundary close to the Muschelkalk-Keuper boundary and the Ladinian-Carnian boundary upsection of the Bleiglanzbank (Grabfeld Formation, Middle Keuper).

### 1. Einführung

Wie bereits FRIEDRICH ZELLER (1907: 116ff.) feststellte, sind die Wirbellosen des Lettenkeupers fast ausschließlich Durchläuferformen, häufig verarmte Muschelkalkfaunen ohne biostratigraphischen Wert. Das gilt für die Makroinvertebraten gleichermaßen wie für die Mikroinvertebraten. Eine biostratigraphische Zonierung wäre allenfalls anhand von Wirbeltieren möglich, jedoch sind die tatsächlichen stratigraphischen Reichweiten möglicher Indexformen wie *Kupferzella*, *Plagiosuchus* oder *Batrachotomus* nicht bekannt, weil sie im Lettenkeuper unvermittelt lokal auftreten, wo die Fazies geeignete Habitats anzeigt. Die Palynomorphen des Lettenkeupers erlauben eine Gliederung und Einstufung in das späte Ladinium (Longobardium). Eine echte Biostratigraphie wie bei den Ceratiten oder den Plattform-Conodonten des Muschelkalks, die auf gut belegten evolutionären Entwicklungsreihen von Organismen in Phylozonen beruht, lässt sich demnach für den Lettenkeuper nicht etablieren, allenfalls eine Ökostratigraphie, die das regionale Vorkommen bestimmter Formen in bestimmten Fazies anzeigt. Jedoch können vor allem mit Hilfe von Palynomorphen die im Lettenkeuper sowohl zeitlich als auch räumlich auftretenden, stark wechselnden Faziesänderungen dokumentiert werden (z.B. HEUNISCH 1990; BRUGMAN et al. 1998).

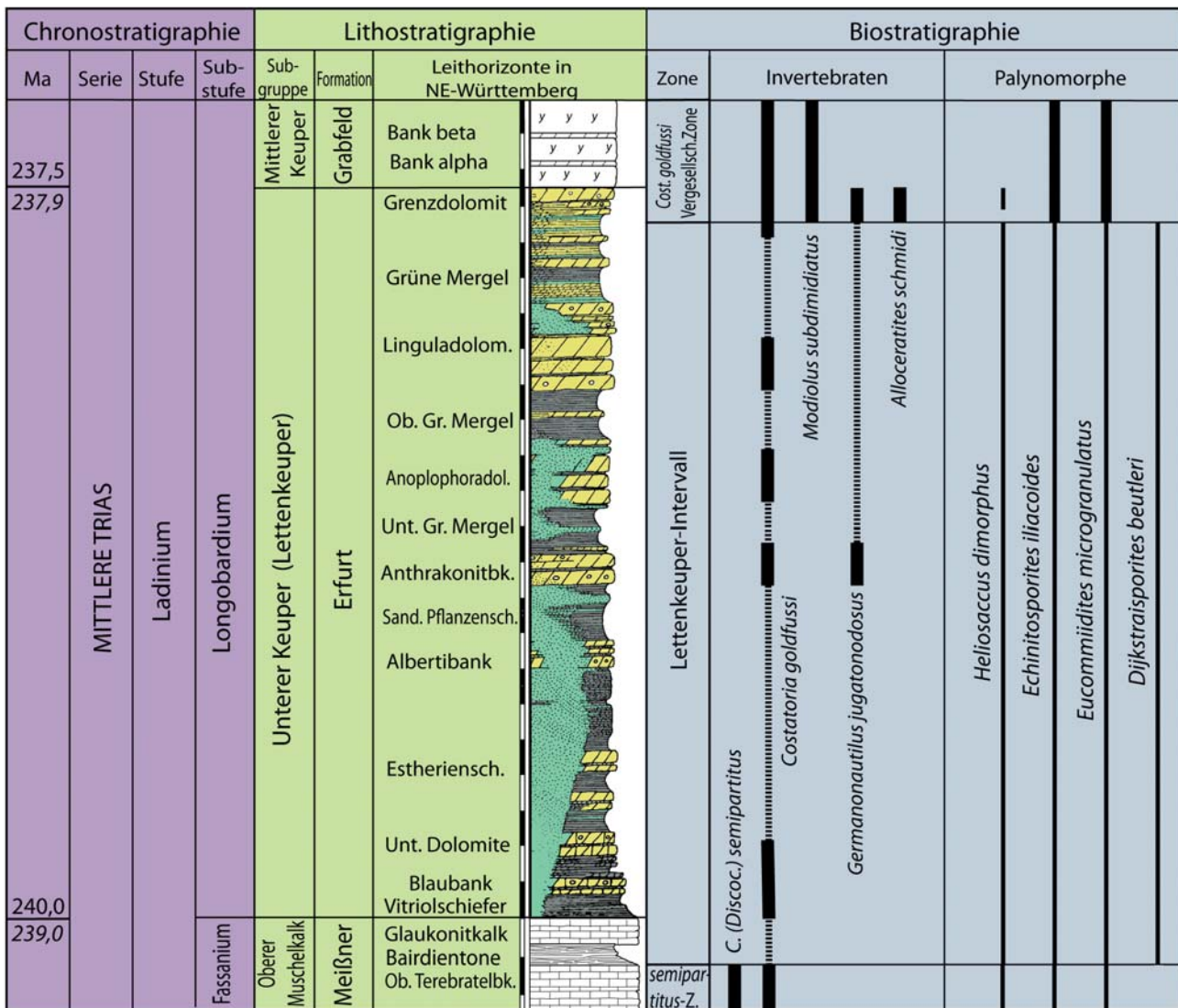
### 2. Biostratigraphischer Wert der Lettenkeuper-Wirbellosen

Wegen des Mangels an kurzlebigen Indexfossilien konnte KOZUR (1974a) in seiner Mitteltrias-Monographie den Unterkeuper nicht in eine Biozone einstufen, sondern sieht ihn als biostratigraphisch nicht definiertes Inter-

vall des Lettenkeupers zwischen der Discoceratiten-Zone des Oberen Muschelkalks (Beginn mit dem Aussetzen von *Ceratites (Discoceratites) semipartitus*) und der Vergesellschaftungszone mit *Costatoria goldfussi* und *Modiolus subdimidiatus* (Beginn mit dem Einsetzen von *Modiolus subdimidiatus*, *Thuringionautilus jugatonodosus* – nach URLICHS (2000) zu *Germanonautilus* zu stellen – und *Allocceratites schmidi* an der Basis des fränkischen Grenzdolomits).

Mit dem Grenzdolomit, den er allerdings in den Gipskeuper stellt (vgl. Kap. 3), beginnt nach KOZUR (1974a) die Vergesellschaftungszone mit *Costatoria goldfussi* und *Modiolus subdimidiatus*, die durch eine deutlich höhere Diversität mariner bzw. brachyhaliner oder schwach hyposaliner Faunenelemente gekennzeichnet ist (Abb. 4.1). Gleichzeitig setzt hier nach KOZUR die ladinische Megasporen-Assoziation mit *Dijkstraспорites beuteri*, *Maexisporites meditectatus* und *Tenellisporites marcinkiewiczae* sowie die Assoziation von Brackwasser-Ostrakoden mit *Gemmanella ingerlebensensis*, *G. pira* und *Glorianella dispar* aus. Leider eignen sich die für die Definition der Untergrenze der Zone aufgeführten Indexfossilien nach KOZUR (1974a) kaum für die praktische Grenzziehung, weil die beiden Cephalopoden äußerst selten sind, der Nautilide außerdem schon in der Anthrakonitbank vorkommt (Kap. 7) und *Modiolus subdimidiatus* erst in den Fossilbänken des Grundgipses häufig auftritt.

Auch findet sich *Costatoria goldfussi* in Süddeutschland schon in der *nodosus*-Zone und der *semipartitus*-Zone des Oberen Muschelkalks nicht selten, sehr häufig dann im Blaubank-Horizont, den Unteren Dolomiten und in manchen Bänken der Estheriensichten des Lettenkeupers (Kap. 15). Ihr Häufigkeitsmaximum hat die Muschel jedoch erst im Grenzdolomit und in den Grundgipsschichten (Abb. 4.2). Im zentralen Mitteleuropäischen Becken



**Abb. 4.1** Biostratigraphie des Unterkeupers und chronostratigraphische Einstufung. Biozonen nach Kozur (1974a), numerische Alter nach MENNING et al. 2005 (recte) und BACHMANN & Kozur 2004 (kursiv).

setzt *Costatoria goldfussi* dagegen erst im Grenzdolomit ein oder tritt nach spärlichem Vorkommen im Oberen Muschelkalk jetzt erstmals in großer Häufigkeit auf. In den östlichen und nördlichen Bereichen des Beckens, die von den marinen Ingressionen aus Südwesten nicht mehr erreicht wurden, lässt sich die Untergrenze der Zone nur durch Mikroflora und -fauna fassen. Kozur (1974a) wies auch auf die größere Häufigkeit von *Costatoria goldfussi* in spätest-ladinischen bis frühkarnischen Dolomitgesteinen der Westalpen (Briançonnais) hin, von wo die Grenzdolomitfauna eingewandert seien.

Auch Conchostraken, die in der nichtmarinen Trias wichtige Indexfossilien stellen, erlauben keine genauere

Einstufung. Doch ist die häufigste Form des Lettenkeupers, *Euestheria minuta*, die Index-Form der entsprechenden Zone, vom Germanischen Becken bis China verbreitet und erlaubt eine Korrelation spät-ladinischer Schichten Nordafrikas, Argentiniens und des nordöstlichen Kanada (Kozur & Weems 2010).

Während die Cephalopoden-Funde im Grenzdolomit für die praktische Biostratigraphie unerheblich sind, ist ihre Bedeutung für die geochronologische Einstufung ihres Fundhorizontes, also für die Altersbestimmung umso größer, wenn auch nicht unumstritten. So stehen nach Kozur (1974a) die Grenzdolomit-Cephalopoden karnischen Formen der tethyalen Trias nahe, weshalb er die Ladinium/

Karnium-Grenze an der Basis des Grenzdolomits zieht. *Germanonutilus jugatonodosus*, der jedoch schon aus der Anthrakonitbank von Satteldorf-Neidenfels belegt ist (Kap. 7), stellte er in die Nähe des frühkarnischen *Germanonutilus klipsteini* aus der Cassian-Formation der Dolomiten. Nach MÜLLER (1973) und KOZUR (1974a, b) weist die Lobenlinie von *Allocceratites* auf eine Abstammung von *Israelites* (Hungaritidae), eines im frühen Ladinium des Negev häufigen Ceratiten, was diese Autoren als weiteren Beweis für ein frühkarnisches Alter des Grenzdolomits werteten. In dieses Bild fügt sich auch der Fund von *Neoclypites? peregrinus*, der *Neoclypites desertorum* (Carnitidae) aus der Augusta Mountains Formation von Nevada nahe stehen soll. Die Berechtigung der Einstufung des Grenzdolomits in das Karnium wird allerdings von URLICHS (1999) und URLICHS & TICHY (2000) wieder in Zweifel gezogen, die keine enge Verwandtschaft von *Allocceratites* mit *Israelites* erkennen und auf die Reichweite von *Neoclypites desertorum* vom späten Ladinium bis ins frühe Karnium hinweisen.

URLICHS (1997) schloss auch eine Beziehung zu den Ceratiten des südfranzösischen Muschelkalks (Untergattung *Austrocceratites*) aus und korrelierte deren Lager (Unité F), das von BROCARD (1991) ins späte Ladinium und frühe Karnium eingestuft wurde, aufgrund eines als *Ceratites (Cycloceratites) laevigatus* bestimmten Fundes mit dem Bereich der Cycloidesbank des Oberen Muschelkalks, der dicht über der Anisium/Ladinium-Grenze liegt. Diese Einstufung sah er durch das Vorkommen von *Germanonutilus bidorsatus* und *G. suevicus* sowie des Conodonten *Budurovignathus truempyi* bestätigt. Durch die Einstufung der Bleiglantzbank des Gipskeupers (Grabfeld-Formation) aufgrund des Vorkommens von *Myophoria kefersteini gomensis* in die spätladinische *regoledanus*-Zone rückt der Grenzdolomit nach URLICHS & TICHY (1998) und URLICHS (2014) im Ladinium zeitlich weiter zurück.

Eine Analyse der Muschelfauna in der fossilreichen Unité F des provençalischen Muschelkalks aufgrund eigener Aufsammlungen (HAGDORN 2011) zeigt Übereinstimmungen mit den Faunen, die ab den Discoceratitenschichten bis in den oberen Lettenkeuper in Ostfrankreich und in Südwestdeutschland vorkommen, nur dass hier die stenohalinen Crinoiden und die Conodonten fehlen, im Lettenkeuper auch die in der Unité F sehr häufigen großen Terebrateln (*Coenothyris vulgaris*) und *Pleuromectites laevigatus*. Nach dieser Ansicht wäre die Unité F mit einem Bereich von den Discoceratitenschichten bis zum Grenzdolomit zu korrelieren, wobei die Faunen gegen das Mitteleuropäische Becken hin entlang einem Salinitätsgradienten zunehmend verarmen. Die Cephalopoden des Grenzdolomits wären nach dieser Hypothese Einwanderer aus dem westlichen Peritethys-Bereich, die mit dem Meeresspiegelhochstand bis Thüringen nach Norden vor-

## HEINZ KOZUR

\* 26. 3. 1942 in Hoyerswerda  
 † 20. 12. 2013 in Budapest



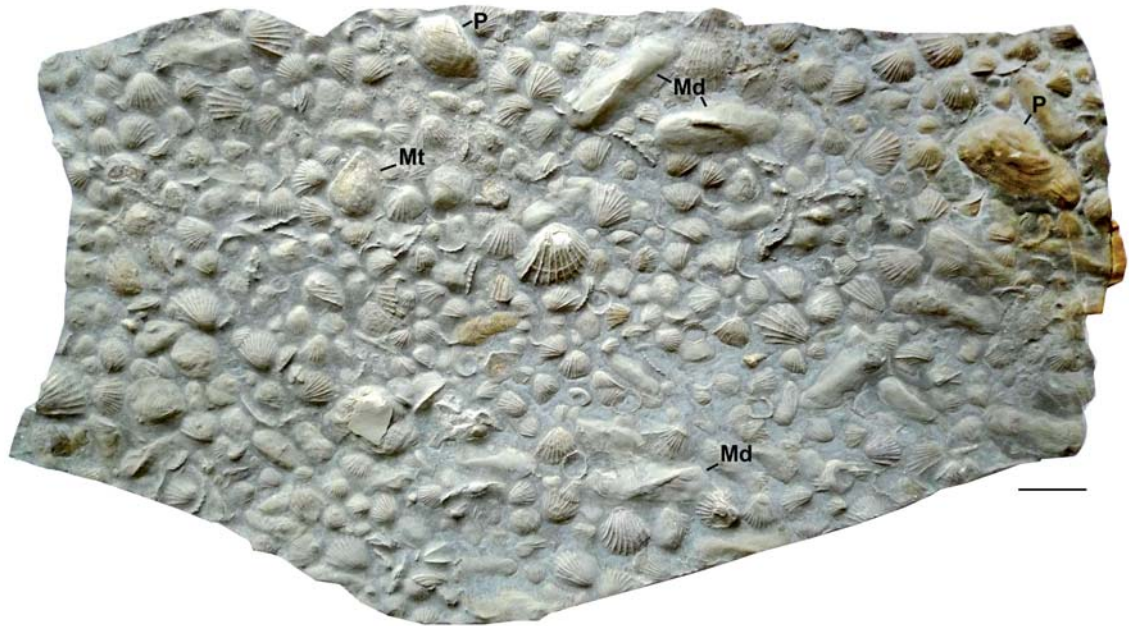
HEINZ KOZUR.  
 Foto HAGDORN 2010.

Nach dem Studium an der Bergakademie Freiberg bei A. WATZNAUER und A. H. MÜLLER wurde HEINZ KOZUR 1971 mit einer Arbeit über „Mikropaläontologie und Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias“ promoviert und habilitierte sich 1975 mit einer Monographie zu diesem Thema, die bis heute maßgeblich ist. Von 1970 bis 1981 war er Abteilungsleiter an den Staatlichen Museen Meiningen, siedelte 1981 wegen behördlicher Behinderung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit nach Budapest um, wo er für den Geologischen Dienst tätig war, bis er dort 1985 auf Betreiben der DDR-Staatssicherheit ausscheiden musste. Seit-her hatte er Gastprofessuren in den USA, Jordanien, Italien, Österreich, der Schweiz und in Halle inne, dazu mehrere For-

schungsstipendien im Ausland. Von den vielen Mitgliedschaften in wissenschaftlichen Vereinigungen und Akademien seien hier nur seine langjährigen Ämter als Voting Member der internationalen Subkommissionen für Perm und Trias genannt. HEINZ KOZUR hat sich in seinen fast 600 Publikationen mit Stratigraphie und Paläoökologie, mit Bioevents, Paläoklimatologie und Paläogeographie befasst und war ein weltweit gefragter Spezialist für zahlreiche Mikrofossilgruppen, insbesondere Conodonten und Radiolarien sowie für Conchostraken, die er zur globalen Korrelierung terrestrischer Triasgesteine nutzte. Mit seinen Mitteltrias-Arbeiten setzte er einen Standard für die biostratigraphische Zonierung und für die Korrelierung der Germanischen mit der tethyalen Trias.

LUCAS, S. G. & BACHMANN, G. H. (2013): Dedication to HEINZ KOZUR. – In: TANNER, L. H., SPIELMANN, J. A. & LUCAS, S. G. (Hrsg.): The Triassic System. – *Bulletins of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, **61**: 1–22.

stießen oder verdrifteten, während Crinoiden, Conodonten und artikuläre Brachiopoden ihre Verbreitungsgrenzen viel weiter im Südwesten fanden. Ähnliche Verbreitungsmuster stenohaliner und euryhaliner Faunenelemente kennt man auch von der Buntsandstein/Muschelkalk-Grenze (HAGDORN & SIMON 2005). Die euryhalinen Muscheln des Lettenkeupers, v.a. *Costatoria goldfussi*, gehörten demgegenüber zur gemeinsamen Fauna des Flachmeeres, das sich von Südfrankreich bis Südwestdeutschland erstreckte und mit dem Grenzdolomit seine maximale Ausdehnung bis ins Harzvorland erreichte. Für die Bekräftigung bzw. Widerlegung dieser Hypothese müssten die Ceratiten des



**Abb.4. 2** Schalenpflaster mit den Indexarten *Costatoria goldfussi* und dem selteneren *Modiolus subdimidiatus* (Md), daneben *Myophoria transversa* (Mt) und *Pleuromya* sp. (P). Grundgipsschichten der Grabfeld-Formation, Oestheim (Mittelfranken). Maßstab 1 cm. MHI 1859/1.

südfranzösischen Muschelkalks und des Grenzdolomits erneut verglichen und die Mikrofaunen und -flore genau analysiert werden. Conodonten-Proben aus Unité F von Bastide de la Blaque und Boulon bei Tourves (Var) enthielten Übergangsformen von *Budurovignathus truempyi* nach *B. hungaricus*, die frühes Longobardium anzeigen (schriftl. Mitteilung H. Kozur, 23.4.2012), was die oben dargestellte Korrelation bestätigt.

### 3. Biostratigraphischer Wert der Lettenkeuper-Wirbeltiere

Die Wirbeltiere des Lettenkeupers spiegeln im Allgemeinen fazielle und ökologische Verhältnisse wider (Kap. 15; Abb. 4.3). So häufen sich in marinen oder brackischen Schichten bestimmte Haie (*Parhybodus*, *Acrodus*, *Palaeobates*), Knochenfische (*Saurichthys*, *Birgeria*, *Colobodus*), Meeresechsen (*Nothosaurus*, *Simosaurus*, *Neusticosaurus*, *Psephosaurus*, *Blezingeria*, *Tanystropheus*) sowie der Lurch *Plagiosternum* (Abb. 4.3). In Seeablagerungen überwiegen der Strahlflosser *Serrolepis*, Lungenfische und Coelacanthiden, temnospondyle Amphibien, stellenweise Chroniosuchier und die vermutlich aquatischen Choristoderen, meist dominiert durch die allgegenwärtigen Funde von *Mastodonsaurus*. In Ablagerungen, die auch terrestrische Faunen enthalten, wird man schließlich Reste land-

lebender Reptilien finden, in erster Linie die Archosaurier, bei sehr genauer Suche kleine Echsen und Rhyngocephalen. Stratigraphische Reichweiten sind daher schwer abzuschätzen, denn die Fazies wechselt nicht nur von Bank zu Bank sehr rasch, sondern kann auch von Ort zu Ort sehr verschieden sein. Vermutlich verschwundene Arten können also innerhalb des Lettenkeuper-Profiles leicht wieder auftauchen, wenn eine entsprechende Fazies örtlich ausgebildet ist. Probleme bereitet weiter die Aufarbeitung in Bonebeds, durch die häufig Knochen aus verschiedenen stratigraphischen Niveaus aufgearbeitet und vermischt wurden; Bonebeds sind also keine stratigraphisch exakt fassbaren Lagerstätten.

Als sicher belegt kann gelten, dass die Gattungen *Mastodonsaurus* und *Nothosaurus* in fast allen Niveaus des süddeutschen Lettenkeupers auftreten; morphologische Veränderungen innerhalb dieses Profils sind nicht nachgewiesen, obwohl z.B. *Mastodonsaurus* aus dem Hohenecker Kalk ursprünglich mit einer eigenen Art *M. acuminatus* gemeldet wurde. *Mastodonsaurus* tritt selten bereits in der *nodosus*-Zone und im Glaukonitkalk des Oberen Muschelkalks auf, z.B. bei Schwäbisch Hall und Burgbernheim, häufiger dann vom Grenzbonebed bis in die Linguladolomite; die stratigraphisch viel jüngeren Belege aus dem Schilfsandstein (Mittel-Karnium) stehen völlig isoliert (СНОСН 1999). *Plagiosternum* und *Neusticosaurus* sind ebenfalls Durchläufer, die vom Grenzbonebed bis in die Lingula-

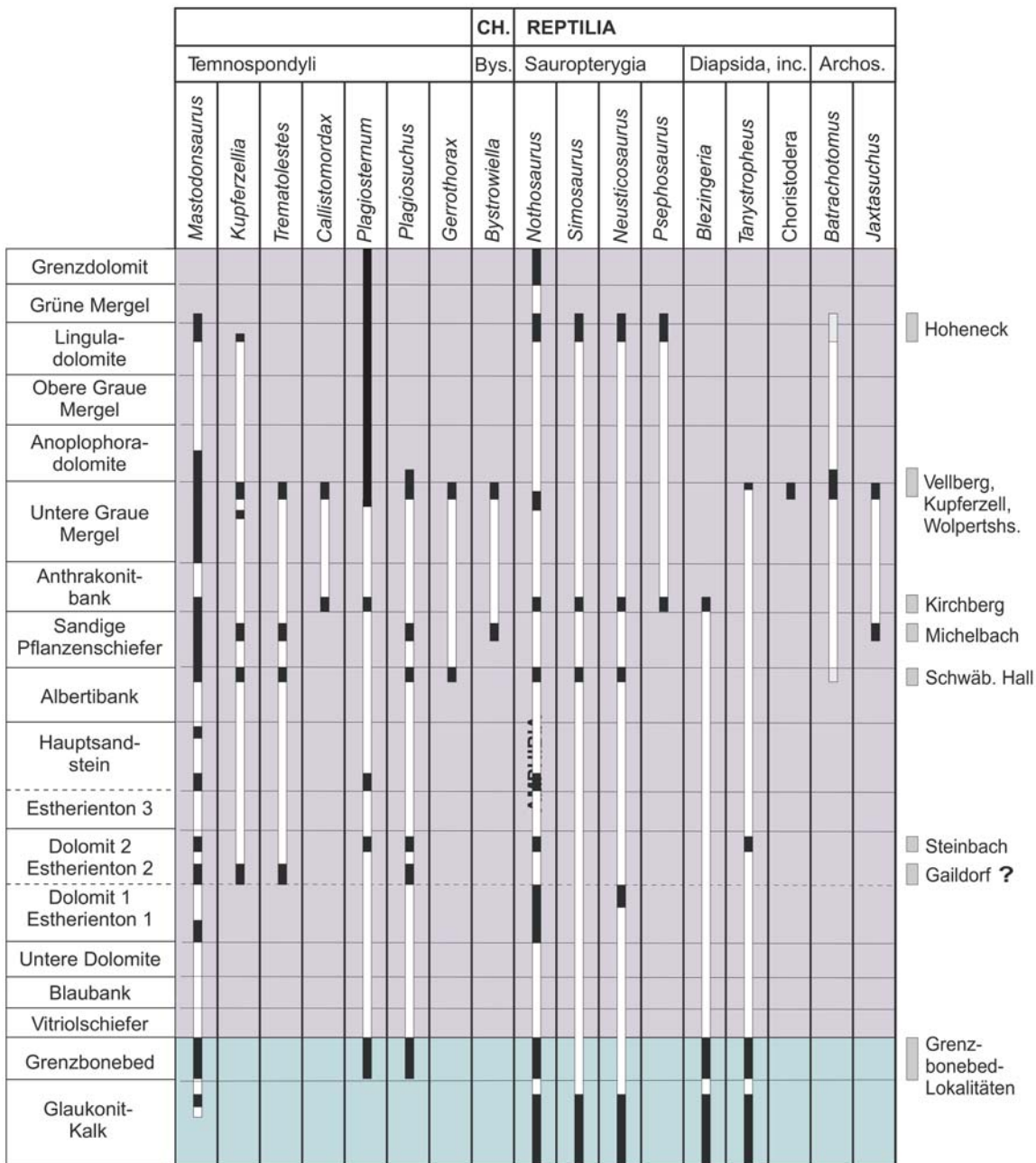


Abb. 4.3 Stratigraphische Verbreitung wichtiger Tetrapoden im Unterkeuper und Position der wichtigsten Wirbeltierlagerstätten in Baden-Württemberg. CH. – Chroniosuchia; Bys. – Bystrowianidae; Diapsida inc. – Diapsida incertae sedis; Archos. – Archosauria.

dolomite nachgewiesen sind. Das früheste Auftreten von *Simosaurus* liegt in der *nodosus*-Zone des Oberen Muschelkalks, das letzte gesicherte in den Grundgips-Schichten der Grabfeld-Formation (HAGDORN & RIEPPEL 1999).

Die anderen Amphibien sind nicht so durchgehend präsent, zumindest *Trematolestes* und *Callistomordax* könnten

von enger definierten ökologischen Bedingungen abhängig gewesen sein, die nur im Intervall Estheriensichten – Untere Graue Mergel (zeitweise) realisiert waren, oder aber erst spät eingewandert und dann wieder abgewandert oder ausgestorben sein. Dasselbe trifft auf den Chroniosuchier *Bystrowiella* zu, der anhand seiner eigentümlichen Wirbel und Osteoderme sehr leicht zu bestimmen ist.

*Gerrothorax* schwankt lokal und horizontabhängig sehr in seiner Häufigkeit; die Gattung war aber extrem langlebig, denn sie ist auch im Schilfsandstein, den Lehrbergschichten und im Stubensandstein nachgewiesen, wobei sie morphologisch praktisch identisch geblieben ist. Weiter nördlich (Schonen, Grönland) geht *Gerrothorax* bis ins Rhaetium und gehört damit zu den jüngsten Temnospondylen. Die vier im Lettenkeuper nachgewiesenen Arten von *Nothosaurus* haben leicht verschiedene Reichweiten, wobei drei Arten (*N. mirabilis*, *N. giganteus*, *N. jagisteus*) bereits aus dem Oberen Muschelkalk bekannt sind; sie könnten gegen Ende der Lettenkeuper-Zeit zumindest in Süddeutschland ausgestorben sein. *Nothosaurus edingerae* tritt dagegen erst im Bonebed an der Basis der Anthrakonitbank auf und könnte aus einer der anderen Arten entstanden sein; er überlebte als einzige Art den Wechsel zur Gipskeuper-Zeit und mit ihm verschwinden die Nothosaurier im Mitteleuropäischen Becken (HAGDORN & RIEPPEL 1999).

Noch viel schwerer einzuschätzen sind die Reichweiten der landlebenden Reptilien. Choristoderen, andere kleine Diapsiden und die meisten Archosaurier sind letztlich nur aus zwei bis drei Fundstellen bekannt, die im Bereich der Unteren Grauen Mergel liegen. *Batrachotomus* beschränkt sich mit diagnostischen Skelettfunden gleichfalls auf diesen engen Bereich, doch kann er anhand seiner Zähne in einigen anderen Niveaus nachgewiesen werden. Dies setzt voraus, dass es keinen zweiten „Rauisuchier“ gegeben hat, der ähnliche Zähne trug (die Zähne des norischen *Teratosaurus* etwa sind von denen des *Batrachotomus* nicht zu unterscheiden).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Wirbeltiere im Lettenkeuper keine verlässlichen Aussagen über stratigraphische Reichweiten zulassen. Nur ganz wenige Veränderungen scheinen tatsächlich durch Evolution oder Aussterben verursacht, während sich viele Beispiele für ökologisch bedingtes Auftreten und Verschwinden finden. Besonders deutlich wird dies bei *Gerrothorax*, der nach seinem Verschwinden im oberen Lettenkeuper in spätriassischen Schichten wieder auftaucht, die über 20 Millionen Jahre später abgelagert wurden! Diese Beispiele mögen für den Biostratigraphen ernüchternd sein, für den Evolutionsbiologen sind sie faszinierend.

Es sei hier noch eine Anmerkung zur Biochronologie von Wirbeltieren erlaubt. In den letzten 25 Jahren hat sich eine sehr aktive Arbeitsgruppe am Museum of Natural History in Albuquerque intensiv mit der Biochronologie der Trias befasst. Im Fokus dieses Projektes, das den Anspruch erhebt, globale stratigraphische Korrelationen zu ermöglichen, stehen nicht etwa Wirbellose. Da es sich in erster Linie um eine Korrelation terrestrischer Sedimente handelt, wurden Amphibien und Reptilien als Leitfossilien ausgewählt. Allerdings bleibt dabei die oben an-

gerissene Problematik der ökologischen Kontrolle ebenso unberücksichtigt wie die Verwandtschaftsverhältnisse der „Leitfossilien“ – nur allzu oft wurden sehr unterschiedliche Taxa aus verschiedenen Kontinenten ohne Prüfung ihrer Verwandtschaft in dieselbe Gattung gestellt, und anschließend postulierte man gleiches Alter für diese Schichten. Für manche globalen Biochrone wurden sogar Gattungen ausgewählt (z.B. *Mastodonsaurus*), die nur auf einem Kontinent zu finden sind. Problematisch ist weiterhin, dass insbesondere die Reptilien (z.B. Phytosaurier, Aetosaurier) in der Regel nur als Fragmente gefunden werden (Panzerplatten). Eine Bestimmung solcher Funde ist in aller Regel nur auf Familienebene möglich und dürfte kaum zu verlässlichen Korrelationen führen. Die zahlreichen Schriften dieser Arbeitsgruppe haben jedoch Eingang in die stratigraphische Literatur auch der Germanischen Trias gefunden. Jedenfalls sollte vielen interkontinentalen Korrelationen triassischer Wirbeltiere mit großer Vorsicht begegnet werden.

#### 4. Biostratigraphischer Wert der Lettenkeuper-Palynomorphe

Wie schon Wirbellose und Wirbeltiere spiegeln auch die Palynomorphe die „Unentschlossenheit der Natur“, das ständige Schwanken zwischen marinem und terrestrischem Einfluss, zwischen feuchten und trockeneren Klimaphasen. Die meisten der im Muschelkalk vorhandenen Sporen- und Pollen-Taxa sind auch im Lettenkeuper vertreten. Bereits in den höchsten Schichten des Oberen Muschelkalks tritt *Heliosaccus dimorphus* in Erscheinung, ein monosaccater Gymnospermen-Pollen (Abb. 6.1), der als Leitfossil des Lettenkeupers gelten kann. Er verschwindet im höheren Lettenkeuper weitgehend und kommt im Grenzdolomit nur noch akzessorisch vor. Ebenfalls im Oberen Muschelkalk setzen *Echinitosporites iliacooides* und *Eucommiidites microgranulatus* ein. Sie charakterisieren die Palyno-Zone GTr11 (HEUNISCH 1999). Der Grenzdolomit lässt sich anhand unterschiedlicher Häufigkeitsverteilungen innerhalb des Palynomorphenspektrums vom restlichen Lettenkeuper abgrenzen. So nehmen z.B. *Echinitosporites iliacooides* und *Eucommiidites microgranulatus* an Häufigkeit zu, während die typischen Lettenkeuper-Sporen (*Keuperisporites baculatus*, *Palaeospongisporis europaeus* sowie verschiedene *Aratrisporites*-Arten) – wohl faziell begründet – verschwinden. Grenzdolomit und tiefere Schichten des Unteren Gipskeupers gehören – ebenso wie Zone GTr11 – zu der noch ins spätere Ladinium (Longobardium) gestellten Zone GTr12. Damit ergibt sich ein ähnliches Muster, wie es auch die stratigraphisch wichtigen Megasporen zeigen (KOZUR (1974a; WIERER 1999).

## 5. Chronostratigraphische Einstufung

Nach dem Befund der Wirbellosen und der Palynomorphen hat der gesamte Unterkeuper spätladinisches (longobardisches) Alter; die Grenze Fassanum/Longobardium ist im Bereich der Muschelkalk/Keuper-Grenze zu suchen (BACHMANN & KOZUR 2004, 2008; MENNING et al. 2005). Die Grenze Ladinium/Karnium wird mit UR- LICH & TICHY (1998) in der Grabfeld-Formation, im Grenzbe- reich Mittlerer Gipschicht/Estherienschiefer gezogen. Dafür spricht das Vorkommen von *Myophoria kefersteini gomnensis* in der Bleiglanzbank, denn diese in einer phy- logenetischen Reihe stehende Unterart kommt in der spät- ladinischen unteren *regoledanus*-Zone der Dolomiten vor („Pachycardientuffe“, Marmolada-Konglomerat der unte- ren Wengen-Gruppe der Seiser Alpe und Schlernplateau- Schichten) und wird deshalb als ein zuverlässiger biostrati- graphischer Index gesehen (URLICH & TICHY 2000b).

## 6. Literatur

- BACHMANN, G. H. & KOZUR, H. (2004): The Germanic Triassic: correlations with the international chronostratigraphic scale, numerical ages and Milankovitch cyclicity. – Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, (B), **26**: 17–62.
- BACHMANN, G. H. & KOZUR, H. (2008): Updated correlations of the Germanic Triassic with the Tethyan scale and assigned numeric ages. – Berichte der Geologischen Bundesanstalt, **76**: 53–58.
- BROCARD, C. F. (1991): La plate-forme Provençale au Trias Moyen. Un modèle de rampe carbonatée en milieu restreint. Dynamique des peléoenvironnements – evolution diagénétique. – Thèse Université de Provence Marseille: 282 S. [unpubliziert].
- BRUGMAN, W. A., VAN BERGEN, P. F. & KERP, J. H. F. (1994): A quantitative approach to Triassic palynology: The Lettenkeuper of the Germanic Basin as an example. – In: TRAVERSE, A. (Hrsg.): Sedimentation of organic particles: 409–429; Cambridge (Cambridge University Press).
- HAGDORN, H. (2011): Invertebrate fauna, biostratigraphy, and paleobiogeography of the marine Trias Carbonatée of SE-France, compared to the Upper Muschelkalk of Central Europe. – In: DURAND, M., CARON, J.-P. & HAGDORN, H. (Hrsg.): Pan-European Correlation of the Triassic. 8<sup>th</sup> International Field Workshop. Triassic of Southeast France (Provence, Var & Alpes Maritimes), 13–36; www.stratigraphie.de/perm-trias/Triassic\_Workshop\_2011\_Guide.pdf.
- HAGDORN, H. & RIEPEL, O. (1999): Stratigraphy of marine reptiles in the Triassic of Central Europe. – Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil I, **1998**: 651–678.
- HAGDORN, H. & SIMON, T. (2005): Der Muschelkalk in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002. – Newsletter on Stratigraphy, **41**: 143–158.
- HEUNISCH, C. (1990): Palynologie der Bohrung „Natzungen 1979“, Blatt 4321 Borgholz (Trias, Oberer Muschelkalk 2, 3, Unterer Keuper). – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, **1990**: 17–42.
- HEUNISCH, C. (1999): Die Bedeutung der Palynologie für Biostratigraphie und Fazies in der Germanischen Trias. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): Trias, eine ganz andere Welt: 207–220; München (Pfeil).
- KOZUR, H. (1974): Biostratigraphie der germanischen Mitteltrias. – Freiburger Forschungshefte, **C280**: Teil 1: 56 + 71 S.
- KOZUR, H. (1974): Probleme der Triasgliederung und Parallelisierung der germanischen und tethyalen Trias. Teil I: Abgrenzung und Gliederung der Trias. – Freiburger Forschungshefte, **C298**: 139–197.
- KOZUR, H. & WEEMS, R. E. (2010): The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. – In: LUCAS, S. G. (Hrsg.): The Triassic Timescale: 315–417; London (Geological Society).
- MENNING, M., GAST, R., HAGDORN, H., KÄDING, K.-C., SIMON, T., SZURLIES, M. & NITSCH, E. (2005): Zeitskala für Perm und Trias in der Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2002, zy- klostratigraphische Kalibrierung der höheren Rhyodas und Ger- manischen Trias und das Alter der Stufen Rhyodas bis Rhaetium 2005. – Newsletters on Stratigraphy, **41**: 173–210.
- MÜLLER, A. H. (1973): Über Ammonoidea (Cephalopoda) aus der Grenzdolomitregion des germanischen Unterkeupers. – Zeitschrift für geologische Wissenschaften, **1** (8): 935–945.
- SCHOCH, R. R. (1998): Synopsis on the Triassic labyrinthodonts of Southern Germany. – Hallesches Jahrbuch für Geowissen- schaften, (B), Beihefte, **5**: 158–159.
- SCHOCH, R. & WILD, R. (1999): Die Saurier von Kupferzell – Der gegenwärtige Forschungsstand. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): Trias, eine ganz andere Welt: 409–418; Mün- chen (Pfeil).
- URLICH, M. (1997): Die Gattung *Ceratites* (Ammonoidea) aus dem Muschelkalk der Provence (Mitteltrias, Südost-Frankreich). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, (B), **252**: 1–12.
- URLICH, M. (1999): Cephalopoden im Muschelkalk und Letten- keuper des Germanischen Beckens. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): Trias, eine ganz andere Welt: 343–354; München (Pfeil).
- URLICH, M. (2000): Zur Entwicklungsreihe *Germanonutilus bi- dorsatus* – *G. suevicus* aus dem Germanischen Oberen Muschelkalk (Nautiloidea, Mitteltrias). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, (B), **292**: 1–16.
- URLICH, M. (2014): A phylogenetic lineage of *Myophoria kefer- steini* subspecies (Bivalvia) from the Late Ladinian to Early Carnian (Triassic) in the Dolomites and Julian Alps (Italy). – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhand- lungen, **274**: 187–207.
- URLICH, M. & TICHY, G. (1998): Correlation between the Bleiglanz- bank (Gipskeuper) of Germany and Upper Ladinian beds of the Dolomites (Italy). – Hallesches Jahrbuch für Geowissen- schaften, (B), Beihefte, **5**: 179.
- URLICH, M. & TICHY, G. (2000a): Correlation of the Bleiglanzbank (Gipskeuper, Grabfeld Formation) of Germany with Upper Ladinian beds of the Dolomites (Italy). – Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil 1, **1998**: 997–1007.
- URLICH, M. & TICHY, G. (2000b): Zur Altersstellung der Schlern- plateau-Schichten (Mitteltrias) am Schlern (westliche Dolo- miten, Italien). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, (B), **297**: 1–10.
- WIERER, J. F. (1999): Megasporen, ein Teilaspekt triassischer Pa- lynologie. – In: HAUSCHKE, N. & WILDE, V. (Hrsg.): Trias, eine ganz andere Welt: 221–228; München (Pfeil).
- ZELLER, F. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Keupers in Schwaben. – Zentralblatt für Mineralogie, Geo- logie und Paläontologie, **1907**: 19–29; 42–51.