

**Mikrofaunen, Paläogeographie und Biostratigraphie
der miozänen Brack- und Süßwassermolasse in der westlichen Paratethys
unter besonderer Berücksichtigung der Fisch-Otolithen**

Mit 11 Abbildungen, 16 Tabellen und 11 Tafeln

BETTINA REICHENBACHER

K u r z f a s s u n g

In der westlichen Paratethys des Unter-Miozän können sechs Faziesräume unterschieden werden: die NE- und Zentral-Schweiz (1), das nördliche Bodenseegebiet (2), das Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt (3), das zentrale Molassebecken zwischen Iller und Isar (4), das oberbayerische Molassebecken (5) und die niederbayerische/oberösterreichische Region (6). Aus der Brackwassermolasse (Otnangien) und der tiefen Oberen Süßwassermolasse (höchstes Otnangien, Karpatien) dieser Gebiete werden anhand von Otolithen fossile Fischfaunen beschrieben und abgebildet. Insgesamt werden 32 Fisch-Arten nachgewiesen, darunter 11 neue Arten: *Mikroumbra maendlii*, *M. ? salisae*, *Aphanius gubleri*, *Atherina martinii*, *A. molassica*, *A. schwarzhansi*, *Dapalis kaelini*, *Gobius brzobohatyi*, *G. doppleri*, *G. gregori* und *Gobiidarum bolligeri*. Außerdem werden die Mollusken, Ostracoden und die Charophyten bestimmt.

(1) Die Sedimente der höheren Oberen Meeresmolasse (OMM) der NE-Schweiz enthalten eine arten- und individuenarme marine Fisch-Gemeinschaft von Gobiiden und Spariden. In der tiefen Oberen Süßwassermolasse (OSM) der Schweiz sind 11 Arten überwiegend limnischer Fische nachweisbar; zum Teil sind schwach brackische Einflüsse erkennbar.

(2) Zur Brackwassermolasse (BWM) des nördlichen Bodenseegebiets werden bisher die Grimmelfinger Schichten und die Kirchberger Schichten gerechnet. Die Haldenhofmergel im Hangenden der Kirchberger Schichten wurden bisher lithostratigraphisch der OSM zugewiesen. Jedoch kommen in den unteren Haldenhofmergeln acht brackische Fischarten vor, die eine Parallelisierung mit der Fauna der Kirchberger Schichten erlauben. Daher sollten die unteren Haldenhofmergel künftig der Brackwassermolasse zugerechnet werden. In den oberen Haldenhofmergeln wurde eine arme limnische Fischfauna festgestellt.

(3) Die Kirchberger Schichten des Donautals zwischen Ulm und Ingolstadt enthalten eine mit 19 Arten verhältnismäßig reiche Fischfauna. Die Entwicklung der Fischfauna innerhalb der Kirchberger Schichten zeigt, daß bestimmte Fisch-Gemeinschaften charakteristisch für oligo-, meso-, plio- oder brachyhalines Brackwasser sind. Die OSM des Donautals zwischen Ulm und Ingolstadt ist durch eine arten- und individuenarme, limnische Fischfauna belegt.

(4) In der Süßbrackwassermolasse (SBM) des zentralen Molassebeckens zwischen den Flüssen Iller und Isar wurden neun brackische Fischarten und eine Süßwasserart nachgewiesen; alle Arten kommen auch in den Kirchberger Schichten vor. Nahezu die gesamte Abfolge der SBM ist mit den Kirchberger Schichten der Ulmer Region korrelierbar.

(5) Die in Oberbayern verbreiteten brackischen Schichten können nicht im Sinne SCHLICKUMS als Kirchberger Schichten bezeichnet werden. Auch handelt es sich nicht um typische Oncophora-Schichten, da die Molluskenfauna charakteristische Arten der Kirchberger und der Oncophora-Schichten sowie einige endemische Arten enthält. Für diese Ablagerungen wird der ursprüngliche Begriff Brackwassermolasse beibehalten.

Adresse der Autorin:

Dr. BETTINA REICHENBACHER, Geologisches Institut der Universität Karlsruhe, Kaiserstr. 12; D - 76131 Karlsruhe

(6) Aus der BWM Niederbayerns und Oberösterreichs, den Oncophora-Schichten, werden erstmals die Fische, die Ostracoden sowie die Charophyten bestimmt. Die 13 Arten umfassende Fischfauna zeigt Gemeinsamkeiten mit, aber auch Unterschiede gegenüber der Fisch-Gemeinschaft der Kirchberger Schichten.

Schließlich wird mit Hilfe der Fisch- und Molluskenfaunen ein neues paläogeographisches Modell zur Entwicklung der Brackwassermolasse in der westlichen Paratethys vorgestellt. Die gemeinsamen Fischarten zeigen, daß während des tieferen oberen Otnangian eine Meeresverbindung zwischen dem Kirchberger Becken und dem Oncophora-Becken gegeben war.

A b s t r a c t

[Microfauna, palaeogeography and biostratigraphy of the Miocene Brack- and Süßwassermolasse in the western Paratethys with special reference to the fish otoliths. — Senckenbergiana lethaea, 73 (2): 277-374, 11 Text-figs, 16 Tabs, 11 Pls; Frankfurt am Main, 30.11.1993]

In the Lower Miocene sediments of the Western Paratethys six environments can be distinguished in the following areas: 1. north-eastern and central Switzerland, 2. northern region of the Bodensee, 3. Danube valley from Ulm to Ingolstadt, 4. the Central Molasse Basin between the rivers Iller and Isar, 5. Upper Bavarian ("oberbayerische") Molasse Basin, and 6. the region of eastern Bavaria and western Austria.

Fossil fish faunas are described on the basis of otoliths from the Brackish Water Molasse (Ottmangian) and the basal Upper Freshwater Molasse (highest Otnangian, Karpatian) of the six environments. Thirty-two species are identified and illustrated, including eleven new species: *Mikroumbra maendlii*, *M.? salisae*, *Aphanius gubleri*, *Atherina martinii*, *A. molassica*, *A. schwarzhansi*, *Dapalis kaelini*, *Gobius brzobohatyi*, *G. doppleri*, *G. gregori* and *Gobiidarum bolligeri*. The mollusc and ostracod faunas and the charophyte flora are also discussed.

1. The sediments of the higher Upper Marine Molasse ("Obere Meeresmolasse") of NE Switzerland contain a poor marine fish fauna with gobies and sparides. In the basal Upper Freshwater Molasse of Switzerland a mainly limnic fauna with 11 species occurs and weak brackish water influences can be detected.

2. Following earlier workers, the Grimmelfingen and Kirchberg Beds are considered to belong to the Brackish Water Molasse of the northern Bodensee area. The Haldenhofmergel of this region, which are situated above the Kirchberg Beds, have previously been interpreted as belonging to the Upper Freshwater Molasse. However, the basal Haldenhofmergel contain a brackish water fish fauna with eight species which is comparable with the fauna of the Kirchberg Beds. Therefore, the basal Haldenhofmergel should be assigned to the Brackish Water Molasse. The upper Haldenhofmergel contain a very poor limnic fish fauna.

3. The Kirchberg Beds of the Danube valley from Ulm to Ingolstadt contain a relatively rich fish fauna with 19 species. The nature of the fish fauna within the Kirchberg Beds shows that certain associations characterise oligo-, meso-, plio- or brachyhaline waters. The Upper Freshwater Molasse of the Danube valley contains a limnic fauna with very few species and specimens.

4. In the "Süßbrackwassermolasse" of the Central Molasse Basin, between the rivers Iller and Isar, nine brackish water species and one freshwater species are identified, all of which also occur in the Kirchberg Beds. Almost all of the "Süßbrackwassermolasse" series is equivalent to the Kirchberg Beds near Ulm.

5. The brackish water deposits from Upper Bavaria (Oberbayern) cannot be defined as Kirchberg Beds, as proposed by SCHLICKUM. The mollusc assemblages of these beds contain species typical of the Kirchberg Beds, and of the Oncophora Beds, as well as endemic forms. Thus, these deposits should retain the original name of Brackish Water Molasse.

6. A fossil fish and ostracod fauna and a charophyte flora are described for the first time from the Brackish Water Molasse (Oncophora Beds) of eastern Bavaria and western Austria. The fish fauna contains 13 species and is similar to the fauna of the Kirchberg Beds.

On the basis of the fish and mollusc evidence a new palaeogeographical model for the development of the Brackish Water Molasse of the Western Paratethys during the Otnangian (Lower Miocene) is described. The distribution of the fish species demonstrates that a marine connection existed between the Kirchberg Basin and the Oncophora Basin during early late Otnangian times.

I n h a l t

Einleitung			280
Material und Herkunft			280
Dank			281
Geologischer Überblick			281
Die Obere Meeresmolasse (OMM) der NE-Schweiz			282
Die Obere Süßwassermolasse (OSM) der Schweiz			285
Die Brackwassermolasse (BWM) des nördlichen Bodenseegebiets			290
Die tiefe Obere Süßwassermolasse (OSM) des nördlichen Bodenseegebiets			292
Die Brackwassermolasse (BWM) des Donautals zwischen Ulm und Ingolstadt			295
Die tiefe Obere Süßwassermolasse (OSM) im Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt			303
Die Süßbrackwassermolasse (SBM) des zentralen Molassebeckens zwischen Iller und Isar			305
Die Brackwassermolasse (BWM) des Molassebeckens in Oberbayern			311
Die Brackwassermolasse (BWM) in Niederbayern und Oberösterreich			313
Zur paläogeographischen Entwicklung der westlichen Paratethys im mittleren und oberen Otnangien			326
Beschreibung der Otolithen			332
Ordnung Atheriniformes ROSEN 1964	332	<i>Gobius altiformis</i> REICHENBACHER 1992	355
Familie Cyprinodontidae AGASSIZ 1834	332	<i>Gobius vicinalis</i> KOKEN 1891	356
<i>Prolebias</i> SAUVAGE 1967	332	<i>Gobius</i> cf. <i>vicinalis</i> KOKEN 1891	356
<i>Prolebias weileri</i> SALIS 1967	332	<i>Gobius multipinnatus</i> (H. v. MEYER 1852)	358
<i>Prolebias napfi</i> SALIS 1967	332	<i>Gobius latiformis</i> REICHENBACHER 1992	359
<i>Aphanius</i> NORDO 1827	333	<i>Gobius longus</i> SALIS 1967	359
<i>Aphanius gubleri</i> n. sp.	333	<i>Gobius helvetiae</i> SALIS 1967	360
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER 1988	333	<i>Gobius</i> cf. <i>helvetiae</i> SALIS 1967	362
Familie Atherinidae RISSO 1826	336	<i>Gobius gregori</i> n. sp.	362
<i>Atherina</i> LINNAEUS 1758	336	Gobiiden unsicherer Gattungszugehörigkeit	362
<i>Atherina schwarzhansi</i> n. sp.	336	<i>Gobiidarum bolligeri</i> n. sp.	362
<i>Atherina molassica</i> n. sp.	340	Familie Sciaenidae CUVIER 1829	363
<i>Atherina martinii</i> n. sp.	342	<i>Sciaena</i> CUVIER 1829	363
<i>Atherina</i> sp.	344	<i>Sciaena kirchbergensis</i> KOKEN 1891	363
Atheriniden unsicherer Gattungszugehörigkeit	345		
Atherinidarum <i>brzobohaty</i> i (MARTINI 1983)	345	Ordnung Channiformes GREENWOOD et al. 1966	363
Atherinidarum <i>rotundus</i> (WEILER 1963)	345	Familie Channidae (BERG 1940)	363
		<i>Channa</i> BLOCH 1793	363
Ordnung Perciformes BLEEKER 1859	345	<i>Channa elliptica</i> (SALIS 1967)	363
Familie Chandidae NORMAN 1955	345		
<i>Dapalis</i> GISTEL 1848	345	Ordnung Salmoniformes BLEEKER 1859	364
<i>Dapalis crassirostris</i> (RZEHAk 1893)	345	Familie Umbridae BLEEKER 1859	364
<i>Dapalis formosus</i> (H. v. MEYER 1852)	346	<i>Mikroumbra</i> REICHENBACHER 1992	364
<i>Dapalis curvirostris</i> (RZEHAk 1893)	348	<i>Mikroumbra maendlii</i> n. sp.	364
<i>Dapalis kaelini</i> n. sp.	349	<i>Mikroumbra</i> ? <i>salisae</i> n. sp.	365
Familie Serranidae SWAINSON 1839	349		
<i>Morone</i> MITCHELL 1814	349	Ordnung Clupeiformes BLEEKER 1859	365
<i>Morone moravica</i> WEILER 1966	349	Familie Clupeidae BONAPARTE 1831	365
<i>Morone</i> cf. <i>moravica</i> WEILER 1966	350	<i>Clupeonella</i> KESSLER 1877	365
Familie Mugilidae CUVIER 1829	350	<i>Clupeonella cornuta</i> (REICHENBACHER 1988)	365
<i>Mugil</i> LINNAEUS 1758	350	<i>Clupeonella humilis</i> (H. v. MEYER 1852)	366
<i>Mugil</i> sp.	350		
Familie Gobiidae BONAPARTE 1832	352	Ordnung Pleuronectiformes BLEEKER 1859	368
<i>Gobius</i> LINNAEUS 1758	352	Familie Soleidae BONAPARTE 1832	368
<i>Gobius brzobohaty</i> i n. sp.	352	<i>Solea</i> WALBAUM 1792	368
<i>Gobius</i> aff. <i>brzobohaty</i> i n. sp.	354	<i>Solea kirchbergana</i> H. v. MEYER 1852	368
<i>Gobius doppleri</i> n. sp.	354		
Schriften			368

Einleitung

Die brackischen und limnischen Fischfaunen des oberen Otnangien und des Karpatien der westlichen Paratethys werden entsprechend ihrer systematischen Zuordnung beschrieben und hinsichtlich ihrer faziellen, paläogeographischen und stratigraphischen Bedeutung ausgewertet. Die Bearbeitung erstreckt sich in erster Linie auf Otolithen, untergeordnet auch auf Zähne. Außerdem werden die brackischen Mollusken, die

Ostracoden und die Charophyten des genannten Zeitraums bestimmt. Die detaillierte Erfassung der Otolithen soll dazu beitragen, die kontrovers diskutierte paläogeographischen Beziehungen im oberen Otnangien der westlichen Paratethys zu lösen.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der NE-Schweiz bis nach Oberösterreich (Abb 1).

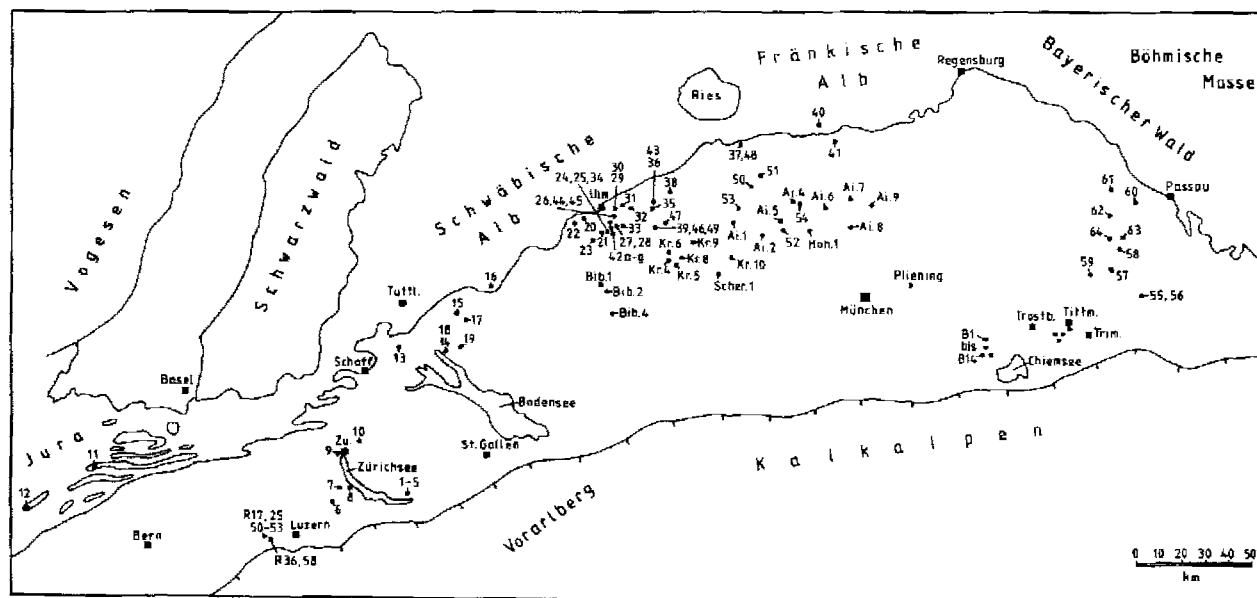


Abb. 1. Geographische Lage der untersuchten Aufschlüsse und Bohrungen (Fundpunkte).

Es bedeuten: n = Fundpunkt-Nr.; ● = Bohrung oder Aufschluß; Zü. = Zürich, Schaff. = Schaffhausen, Tuttl. = Tuttlingen, Trostb. = Trostberg, Tittm. = Tittmoning, Trim. = Trimmelkam; Bib. 1, Bib. 2, Bib. 4 = CF-Bohrungen Biberach 1001, 1002, 1004; Kr. 4, Kr. 5, Kr. 6, Kr. 8, Kr. 9, Kr. 10 = CF-Bohrungen Krumbach 1004-1006, 1008-1010; Ai. 1, Ai. 2, Ai. 4, Ai. 5, Ai. 6, Ai. 7, Ai. 8, Ai. 9 = CF-Bohrungen Aichach 1001-1009; Hoh. 1 = CF-Bohrung Hohenzell 1001; Scher. 1 = Bohrung Scherstetten 1; B1 bis B14 = Kohlebohrungen B1 bis B14.

Material und Herkunft

Die Beprobung der Aufschlüsse erfolgte durch die Entnahme horizontaler Gesteinsproben, die zunächst etwa 5-6 kg Sediment umfaßten. Die Proben wurden getrocknet und dann mit einem Wasser-H₂O₂-Gemisch aufbereitet. Bei einer ausbleibenden Reaktion erwies sich die Zugabe von wenigen Tropfen Ammoniak als wirkungsvoll. Wenn der Schlammrückstand keine oder kaum Otolithen enthielt, wurde aus der betreffenden Schicht keine weitere Probe entnommen. Wenn jedoch Otolithen nachgewiesen werden konnten, wurden erneut Proben genommen, meist etwa 25 kg Sediment, seltener auch mehr als 60 kg.

Von verschiedenen Kollegen (siehe "Dank") wurden mir Otolithen aus Aufschlüssen und Bohrungen zur Verfügung gestellt. Von der Firma BEB Erdgas und Erdöl GmbH (BEB) in Hannover erhielt ich Schlammrückstände von

Bohrkernen zu den in LEMCKE et al. (1953) beschriebenen Bohrungen in der Süßbrackwassermolasse sowie die Belegsammlung (Mollusken, Ostracoden, Charophyten) zu dieser Arbeit. Weiterhin fand ich in der Sektion Mikropaläontologie des Forschungsinstituts Senckenberg unbearbeitete Otolithen sowie nicht ausgelesene Schlammrückstände aus der Brackwassermolasse Niederbayerns.

Insgesamt wurden neun Otolithen aus der Oberen Meeremolasse, etwa 2800 Otolithen aus der Brack- und Süßbrackwassermolasse sowie etwa 330 Otolithen aus der Oberen Süßwassermolasse bearbeitet.

Die Mollusken wurden teils direkt im Aufschluß gesammelt, teils aus den Schlammrückständen der untersuchten Profile sowie aus den von der Firma BEB entliehenen Mi-

kroproben ausgelesen. Weitere Mollusken waren in den von G. DOPPLER (Bayer. Geol. Landesamt München) zur Verfügung gestellten Proben enthalten. Die von SCHLICKUM (1963 bis 1970a-c) dokumentierten Molluskenfaunen wurden anhand der im Forschungsinstitut Senckenberg aufbewahrten Belegsammlungen überprüft.

Die Ostracoden und Charophyten wurden überwiegend aus Schlämmrückständen isoliert. Einige Stücke waren auch

im von G. DOPPLER zur Verfügung gestellten Material sowie in der Belegsammlung zu LEMCKE et al. (1953) enthalten.

Die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fossilien sind zum größten Teil im Forschungsinstitut Senckenberg hinterlegt; einige Stücke befinden sich außerdem im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart, in der Sammlung des Bayerischen Geologischen Landesamts in München sowie in der Sammlung der Firma BEB in Hannover.

D a n k

Für die Anregung zu dieser Arbeit, die gewährte Unterstützung und Beratung bin ich Herrn Prof. Dr. E. Martini (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt am Main) zu herzlichem Dank verpflichtet. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. H. Hagn (Paläont. Inst. Univ. München) für die wissenschaftliche Betreuung und wertvolle Hinweise.

Desweiteren gilt mein herzlicher Dank:

– der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Projektes "Miozäne Molasse Paratethys" (Ma 199/27-1).

– den Herren Dr. T. Bolliger, Dipl.-Geol. T. Gubler, Dipl.-Geol. D. Kälin (alle ETH Zürich), Dr. H. Mändli (Horgen/Schweiz) und Dr. M. Weidmann (Jongny/Schweiz) für die überlassenen Otolithen.

– Herrn Dr. G. Doppler (Bayer. Geol. Landesamt München) für die leihweise zur Verfügung gestellten Mikrofossilien sowie für anregende Diskussionen.

– Herrn Dr. D. Ellwanger (Geol. Landesamt Freiburg) für die Überlassung von Proben aus den Haldenhofmergeln.

– Herrn Dr. R. Brzobohatý (J. E. Purkyně-Univ. Brno) für seine Gastfreundschaft und das Ausleihen von Vergleichsmaterial.

– den Herren Dr. H.-J. Gregor (Naturmuseum Augsburg), Dr. Ch. Rupp (Geol. Bundesanst. Wien) und Dr. T. Bolliger (ETH Zürich) für ihre Unterstützung und Mitwirkung bei der Suche nach geeigneten Aufschlüssen sowie für anregende Diskussionen und Hinweise zur Stratigraphie; Herrn Dr. Ch. Rupp außerdem noch für die Bestimmung von Foraminiferen.

– Herrn Dr. W. Schwarzhans (Mülheim) für die wissenschaftliche Beratung bei der systematischen Bearbeitung der Otolithen.

– Herrn Dr. J. Schwarz für seine Hilfe bei der Bestimmung der Charophyten.

– den Herren Dr. H. Malz und Dr. R. Janssen (beide Forschungsinstitut Senckenberg), Dr. R. Böttcher (Staatl. Museum für Naturkunde, Stuttgart), Dr. O. Schultz und Dr. F. Rögl (beide Naturhist. Museum Wien) sowie Dr. F. Stojaspal (Geol. Bundesanst. Wien) für die Bereitstellung von Belegmaterial und anregende Diskussionen, Herrn Dr. H. Malz außerdem für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

– den Herren J. Karner und W. Kress sowie Frau S. Schätzle und Frau Dipl.-Geol. D. Schwed für geduldiges und sorgfältiges Auslesen großer Probenmengen.

– Herrn Dr. P. A. M. Gaemers (Leiden/Niederlande) für die Anfertigung von REM-Aufnahmen des Materials zu SALIS (1967).

– Herrn Prof. Dr. F. Steininger (Paläont. Inst. Univ. Wien), Herrn Prof. Dr. W. D. Grimm (Geol. Inst. Univ. München) und Frau Dr. E. Boon (Paläont. Inst. Univ. München) für Hinweise in Fragen zur Stratigraphie und Fazies.

– Herrn B. Kahl (Geol.-Paläont. Inst. Univ. Frankfurt am Main) für die Foto-Aufnahmen am Binokular.

– der Firma BEB Erdgas und Erdöl GmbH (Hannover) für das Ausleihen von Belegstücken zur Arbeit von LEMCKE et al. (1953).

Geologischer Überblick

Während des unteren und mittleren Otnangiens bedeckte das Molassemeer in der westlichen und zentralen Paratethys ein zusammenhängendes Gebiet, das von der Schweiz über Süddeutschland und Österreich bis in die Tschechoslowakei reichte. Die marinen Ablagerungen dieser Zeit und ihre fluviatilen oder limnischen Äquivalente werden lithostratigraphisch allgemein als Obere Meeresmolasse (OMM) bezeichnet.

Gegen Ende des Otnangiens kam es im Zuge des Zerfalls der Paratethys zur Regression des Meeres und zur Entwicklung flacher brackischer Teilbecken. Die

dort abgelagerten brackischen Sedimente werden als Brackwassermolasse (BWM, auch Obere Brackwassermolasse) oder Rzehakia-Schichten bezeichnet. Sie sind vornehmlich durch endemische brackische Molluskenfaunen mit Rzehakien, Cardiiden, Congerien und Nemaurellen gekennzeichnet (SENEŠ 1973).

Für die Brackwassermolasse in den regionalen Teilbecken existieren weitere Bezeichnungen. Die in Niederbayern und Oberösterreich verbreiteten brackischen Ablagerungen werden als Oncophora-Schichten beschrieben, je nach Autor wird auch die Brackwas-

sermolasse Oberbayerns den Oncophora-Schichten zugewiesen. Die brackischen Ablagerungen von der Schaffhausener Gegend entlang dem Albsüdrand bis in die Ulmer Region und – je nach Auffassung der Bearbeiter – bis in das oberbayerische Gebiet werden als Kirchberger Schichten bezeichnet. Schließlich ist seit der Arbeit von LEMCKE et al. (1953) für alle Ablagerungen zwischen der Oberen Meeresmolasse und der Oberen Süßwassermolasse im S-deutschen Molassebecken der Begriff Süßbrackwassermolasse (SBM) gebräuchlich.

Inwieweit nun zwischen den verschiedenen Regionen, insbesondere zwischen dem Oncophora- und dem Kirchberger Becken noch Verbindungen existierten oder ob sie vollständig voneinander getrennt waren, ist immer wieder neu diskutiert worden. Die Grundlage dafür bieten vor allem die Molluskenfaunen, die durch die Arbeiten von SCHLICKUM (1963 bis 1970) aus bei-

den Becken gut bekannt sind. In LEMCKE et al. (1953) wird außerdem versucht, anhand von Schwermineral-Assoziationen (aus Bohrprofilen) die Beziehungen zwischen beiden Becken zu erhellen und etwaige Schüttingsrichtungen zu rekonstruieren.

Seit dem Ende der brackischen Einflüsse wurden in der westlichen Paratethys fluviatile und limnische Sedimente abgelagert; diese werden lithostratigraphisch als Obere Süßwassermolasse (OSM) bezeichnet. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Aussüßung des Molassemeeres in der westlichen Paratethys in den verschiedenen Regionen nicht in gleichem Ausmaß und nicht gleichzeitig erfolgte. Daher ist mit Verzahnungen der Sedimente der OMM, der BWM/SBM und der OSM zu rechnen. Entsprechend handelt es sich hier um lithostratigraphische Einheiten, die nur begrenzt stratigraphisch aussagekräftig sind.

Die Obere Meeresmolasse (OMM) der NE-Schweiz

Übersicht

Die Transgression des Molassemeeres der OMM zu Beginn des Burdigalien wird auf die fortwährende Subsidenz des Alpenvorlandbeckens im Zuge der Orogenese der Alpen sowie auf die globale Meeresspiegel-Erhöhung in dieser Zeit zurückgeführt (VAIL et al. 1977, HOMEWOOD et al. 1986, HAQ et al. 1987). Diese Transgression führte zu einer Verbindung des S-deutschen und des Schweizer Molassebeckens mit dem Rhônetal im W und dem Wiener Becken bzw. der zentralen Paratethys im E.

Die Ablagerungen der OMM treten in der NE-Schweiz hauptsächlich am S-Rand der mittelländischen Molasse zutage und fallen dort mit 20-25° nach NNW ein (EUGSTER et al. 1960). Die gesamte Abfolge der OMM wird lithostratigraphisch in eine untere Abteilung, das Burdigalien, und eine obere Abteilung, das Helvetien, gegliedert. Die Materialzufuhr in das Molassemeer, überwiegend Sande und Gerölle, erfolgte hauptsächlich aus dem Napf- und dem Hörnli-Fächer, wobei die Schüttung aus dem Napf-Fächer überwog (HOFMANN 1967). Außerhalb der großen Schuttfächer wurde das Material durch starke Gezeitenströmungen verfrachtet; es entstanden kreuz- und steil schräggeschichtete Sedimentpakete sowie mächtige Muschelsandsteinbänke (ALLEN et al. 1985, KELLER 1990). Durch die überwiegend W – E gerichteten Strömungen wurden die Gerölle und Sande des Napf- und des Hörnli-Fächers über das Bodenseegebiet hinaus weit nach E in den S-deutschen Raum transportiert. Eine weitere wichtige Strömung verlief von NE nach SW und führte zur Verfrachtung von Grobsanden aus dem Frankental nach SW in die NE-Schweiz (BÜCHI & SCHLANKE 1977, ALLEN et al. 1985, LEMCKE 1985). Ein wesentlicher Faktor, der die verschiedenen Strömungen beeinflusst haben dürfte, war eine sich seit dem Burdigalien abzeichnende Schwellenregion im Gebiet des heutigen Faltenjura NW Zürich, im Bereich des Berges Lägern ("Lägernschwelle", siehe BÜCHI et

al. 1965, BÜCHI & SCHLANKE 1977). Südlich der Schwelle fand der W – E gerichtete Materialtransport statt, nördlich davon die Schüttung der Grobsande aus dem NE. Im Helvetien entwickelte sich die Lägern-Schwelle nach BÜCHI & SCHLANKE (1977) zur Albsteinschwelle.

Für die vorliegende Untersuchung genügt eine kurze Betrachtung der oberen Abteilung (Helvetien) der OMM. Hinsichtlich detaillierter Angaben zur OMM der Schweiz sei auf die weiterführende Literatur verwiesen (u. a. ALLEN et al. 1985, BENKERT 1984, BERGER 1984, HOFMANN 1967, 1976, HOMEWOOD et al. 1986, JUNG 1982, KELLER 1990, TRÜMPY 1980; in diesen Arbeiten auch weitere Literaturhinweise).

Die helvetische OMM

Der Begriff Helvetien geht auf MAYER-EYMAR (1858) zurück und entstand aufgrund der – im Gegensatz zum Burdigalien – reichen Makrofaunen in den Sedimenten der OMM der Schweiz, die heute als Belpberg-, Rotsee- und St. Galler Schichten bezeichnet werden. Seit MAYER-EYMAR (1858) wurde die Bezeichnung Helvetien für ganz verschiedene stratigraphische Abfolgen verwendet (siehe RUTSCH 1958) und ist daher mit einer gewissen Problematik verbunden.

Durch RUTSCH (1958) wurde die Abfolge des Imihubel bei Bern nachträglich als Typusprofil des Helvetien festgelegt, das Profil beschrieben und die Fauna zusammengestellt. RUTSCH weist darauf hin, daß die Grenzen zum Burdigalien und "Tortonien" faziell bedingt sind und daß die Ober- und Untergrenze des Helvetien bislang nicht durch die phylogenetische Entwicklungshöhe der enthaltenen Fauna und Flora festgelegt werden könne. Als charakteristisches Merkmal des Helvetien gilt seither in erster Linie die artenreiche Molluskenfauna, darunter als bezeichnende Art *Pecten helvetienseis*

Tabelle 1. Zur Parallelisierung des Helvetien mit dem Ottangien. Korrelation der Oberen Meeresmolasse der NE-Schweiz, S-Deutschlands und Oberösterreichs nach LEMCKE et al. (1953), ABERER (1957), HÖLZL (1958), HAGN (1960, 1961), SCHREINER (1965, 1966a-b), SENEŠ (1973) und BÜCHI & SCHLANKE (1977).

Nordost-Schweiz/ St. Gallen			Bodenseegebiet/ Hegau		Oberbayern/ Kaltenbachgraben	Niederbayern	Oberösterreich			
H E L V E T	St. Gallener Formation	3. Zyklus	Obere Grenz-nagelfluh	O-HELVET	Kirchberger Schichten		O-HELVET	Oncophora-Schichten		
		2. Zyklus	Obere Plattensdt. Dreilinden-nagelfluh	M-HELVET	Graupensande Albstein Feinsandserie Baltringer H.	O T T A N G	M-HELVET	Glaukonit-Grobsande + Brombacher Sande	Robulus-Schl. + Glaukonit-Serie	Traubacher Sande Braunauer Schlier Mehrbacher Sande
		1. Zyklus	Schiefermergel Freudenbergnagelfluh	U-HELVET	Sandschiefer/ Sandmergel (Grobsd., Bodman-sand, Randen-Gk.)		U-HELVET	Neuhafener Schichten Sandmergel/ Robulus Schl.	Robulus-Schlier	Rieder Schichten Ottangner Schlier Alzbacher Sd. Vocklaschich
Burdigal			Burdigal		EGGENBURG	Burdigal			EGGENBURG	

(siehe PAPP & STEININGER 1973). Als Bildungsraum der helvetischen Sedimente wird ein litorales bis flachmarines, kräftig durchströmtes, gezeitenbeeinflusstes Becken angenommen.

Die klassische Entwicklung des Helvetien zeigt die fossile Abfolge von St. Gallen. Einen Überblick über die OMM von St. Gallen und die Korrelation mit der OMM in S-Deutschland und Oberösterreich gibt Tab. 1.

Die Transgression des Molassemeeres im Helvetien wird auf eine neuerliche Absenkung des Alpenvorlands zurückgeführt. Es werden drei Sedimentationszyklen unterschieden, die jeweils mit Geröllhorizonten (Nagelfluhschüttungen) beginnen. Der Transport der Konglomerate erfolgte im proximalen Bereich fluvial, im Becken selbst durch starke Meeresströmungen (EUGSTER et al. 1960, BÜCHI & SCHLANKE 1977, HOMEWOOD et al. 1986, KELLER 1990).

Der 1. Zyklus beginnt im Gebiet von St. Gallen mit der Freudenbergnagelfluh der Hörnli-Schüttung (BÜCHI 1955, BÜCHI et al. 1965). Darauf folgen Schiefermergel, die ruhige Sedimentationsbedingungen bei schwachen Strömungen widerspiegeln. In Baden-Württemberg entsprechen den Schiefermergeln die Sandschiefer und deren Äquivalente (Bodmansande, Grobsand; siehe Tab. 1).

Die Ablagerungen des 2. Zyklus innerhalb der St. Galler Abfolge können mit dem Helvetien der Typuslokalität (Imihubel bei Bern) aufgrund von Mollusken und Säugern parallelisiert werden (PAPP & STEININGER 1973, BÜCHI & SCHLANKE 1977). Außerdem sind Korrelationen mit der S-deutschen OMM möglich (GÜMBEL 1887, HOFMANN 1967 u. a.). Der 2. Zyklus setzt ebenfalls mit starken Geröllschüttungen, den Austern- und Quarzitagelfluhen des Napf-Fächers bzw. der Dreilindennagelfluh des Hörnli-Fächers ein, darüber folgen Plattensandsteine. In Baden-Württemberg entspricht diesen Geröllschüttungen der Baltringer Horizont, in dem sowohl Gerölle der Napf-Schüttung als auch von NE (Frankenwald) geschüttete Grobsande nachgewiesen wurden (HOFMANN 1967, LEMCKE 1985). Als regionale Fazies gegen

Ende des 2. Zyklus werden die Albsteinbildungen und Heilidenmergel im Gebiet des nördlichen Randes und des nördlichen Bodensees interpretiert (SCHREINER 1966b, HOFMANN 1967). Sie zeigen nach Auffassung der genannten Autoren die Heraushebung und langfristige Exposition des Meeresbodens in diesem Gebiet an, was durch eine Kippung des Molassebeckens nach Westen erklärt wird. Auf diese Kippung wird auch das anschließende Einsinken der Graupensandrinne zurückgeführt sowie die nachfolgende letzte Grobsandzufuhr aus NE in das Molassemeer der Schweiz, die Schüttung der Graupensande. Die im Mündungsgebiet des Graupensandflusses feststellbare Wechsellagerung der Graupensande mit marinen Austernagelfluhen der Napf-Schüttung führt HOFMANN (1967) auf "starke Kippbewegungen" zurück. Die wechselnden Schüttungsrichtungen könnten jedoch auch im Sinne von ALLEN et al. (1985) im Zusammenhang mit den seit dem Burdigalien wirksamen Gezeitenströmungen stehen.

Die Sedimente des 3. Zyklus des Helvetien sind nicht in der gesamten NE-Schweiz verbreitet. Im Gebiet von St. Gallen sind sie als Obere Grenz-nagelfluh bzw. Austern- und Quarzitagelfluh entwickelt. Aus der Oberen Grenz-nagelfluh sind lokal *Cardiiden*, *Tapes vetulus*, *Ostrea* sp., *Pecten* sp. und *Turritellen* bekannt (BÜCHI 1955). Während der Transgression des 3. Zyklus fand im Bodenseegebiet eine Erweiterung der Graupensandrinne nach Süden statt ("erweiterte Graupensandrinne" im Sinne von HAUS 1951). Napf-Sande und Gerölle wurden durch starke Strömungen in die Rinne transportiert und sind noch östlich des heutigen Bodensees nachweisbar ("Mischgeröllhorizont", "Mischhorizont" und "alpine Fazies" der Kirchberger Schichten der baden-württembergischen Literatur). Die Kirchberger Schichten des Bodenseegebiets repräsentieren somit die Ablagerungen des 3. helvetischen Zyklus am Nordrand des Molassebeckens bzw. in der Graupensandrinne (siehe BÜCHI & SCHLANKE 1977). Nach Auffassung von PFANNENSTIEL (1931), KIDERLEN (1931), LEMCKE et al. (1953), HOFMANN (1967) und BÜCHI & SCHLANKE (1977) bestand während dieser Zeit außerdem eine kurzfristige Verbindung zum Oncophora-Meer im E.

Mit dem Ende des 3. Zyklus des Helvetien begann in der NE-Schweiz wie auch im Bereich der Graupensandrinne die fluviatile und limnische Sedimentation der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Die Abgrenzung OMM – OSM kann bislang nur lithostratigraphisch durchgeführt werden und stellt keine chronostratigraphische Altersgrenze dar.

Beziehung des Helvetien zum Ottangien

Definition des Ottangien

Die chronostratigraphische Stufe Ottangien wurde in der zentralen Paratethys für den Zeitraum zwischen dem Egenburgien im Liegenden und dem Karpatien im Hangenden durch SENEŠ [Hrsg.] (1973) eingeführt. In Oberösterreich ist das Ottangien durch die Innviertler Schichtengruppe dokumentiert. Aus den verschiedenen Ablagerungen, die in der Innviertler Schichtengruppe zusammengefaßt sind, repräsentiert der Ottanger Schlier den Stratotypus des Ottangien (siehe Tab. 1).

Die Ablagerungen des Ottangien enthalten bezeichnende Foraminiferen-, Ostracoden- und Molluskenarten. Das obere Ottangien ist durch brackische, größtenteils endemische Molluskenfaunen (*Rzehakia*, *Limnopagelia*) gekennzeichnet (PAPP & RÖGL 1973).

Im Hangenden des Ottangien sind in Oberösterreich, S-Deutschland und der Schweiz limnische Sedimente, Kohlen, Sande, Kiese und Schotter verbreitet; die marinen Ablagerungen des Karpatien werden erst im Wiener Becken und in der Karpatischen Vortiefe angetroffen (PAPP & RÖGL 1973).

Parallelisierung des Ottangien mit dem Helvetien

Eine Parallelisierung des Helvetien von der Typuslokalität Imihubel in der Schweiz mit dem Ottanger Schlier in Österreich wurde von verschiedenen Autoren über Korrelationen 2. und 3. Ordnung (siehe RUTSCH 1958) durchgeführt (GÜMBEL 1887, HAGN 1960, 1961, PAPP & STEININGER 1973). Nach diesen Untersuchungen dürfte das Helvetien der Schweiz ungefähr dem Ottangien der zentralen Paratethys entsprechen. – Die aufgrund der Mollusken- und Foraminiferenfaunen möglichen Parallelisierungen des Helvetien mit dem Ottangien sind nach Literaturangaben zusammengestellt (Tab. 1).

Untersuchung der OMM

Gemeinsam mit T. BOLLIGER (ETH Zürich) wurden verschiedene Aufschlüsse (Fundpunkt-Nrn. 1-5) im Zürcher Oberland, NE Rapperswil und Jona (östlicher Zürichsee; Abb. 1) untersucht und beprobt. Die OMM dieser Region setzt sich aus marinen, kontinentalen und fluviatilen Sedimenten zusammen (BOLLIGER et al. 1988). Die Abfolge läßt

sich mit der St. Galler Formation und damit mit dem Helvetien bzw. dem Ottangien korrelieren. Zwei Zyklen sind eindeutig feststellbar, wobei der obere Zyklus durch eine mächtige Konglomerat-Schüttung abgeschlossen ist. Diese Konglomeratbank dürfte der Grenzangelfluh des 3. Zyklus im Gebiet von St. Gallen entsprechen. In der untersuchten Region leitet die Konglomeratbank die Abfolge der Oberen Süßwassermolasse ein.

Die beprobten Profile werden lithostratigraphisch dem 2. Zyklus des Ottangien zugeordnet. Bezogen auf die Kleinsäuger-Stratigraphie entsprechen sie der Einheit MN 4 (BOLLIGER et al. 1988; zur MN-Zonierung siehe auch MEIN 1975, 1990 und FAHLBUSCH 1991). Leider erwiesen sich alle Proben arm an Mikrofossilien, nur eine einzige Probe enthielt einige wenige Otolithen. Sie sind als außerordentliche Rarität zu werten, denn wie weitere Nachforschungen bei verschiedenen Kollegen ergaben, wurden in den Sedimenten der OMM der Schweiz zwar reichlich Haifisch- und andere Fischzähne gefunden, jedoch anscheinend nicht ein einziger vollständiger Otolith. Die einzigen mir bekannten Funde sind zwei unvollständige Sagitten aus der tiefen OMM der W-Schweiz (Slg. WEIDMANN, Probe Nr. 12, hinterlegt im Staatl. Museum für Naturkunde in Stuttgart). Die Erklärung dafür liegt möglicherweise darin, daß die Sedimente der OMM in der Schweiz nur am S-Rand der mittelländischen Molasse zutage treten. Damit befinden sie sich in einer Position, in der sie durch die tektonischen Ereignisse im Zusammenhang mit der Orogenese der Alpen stark beansprucht waren. Dies führte vermutlich zu einer Zerstörung fast aller aragonitischen Fossilreste und damit auch der Otolithen durch Drucklösung. BOLLIGER et al. (1988) weisen in dem Zusammenhang darauf hin, daß die ursprünglich aragonitischen Mollusken ausschließlich als Steinkerne oder Prägesteinkerne erhalten sind und nur die Kalzit-Schalen von Pectiniden, Pinniden und Ostreiden in Schalenerhaltung zu finden sind.

Eine detaillierte Beschreibung der untersuchten Fundpunkte 1 bis 5 mit genauen Angaben zur Lage, Geologie und Fossilführung siehe REICHENBACHER (1992: 13-14).

Die Fischfauna der OMM

Otolithen wurden nur in den Ablagerungen des 2. Zyklus der OMM der NE-Schweiz gefunden. Es wurde die neue Art Gobiidarum *bolligeri* nachgewiesen, die zur Zeit noch keiner Gattung zugeordnet werden kann und nur an der Typuslokalität nachgewiesen wurde. Außerdem konnten Spariden anhand ihrer charakteristisch entwickelten Mahl- und Greifzähne festgestellt werden. Gobiiden und Spariden sprechen für küstennahe und/oder flachmarine Ablagerungen. Der Nachweis dieser Fische paßt somit gut in das bisher bekannte, anhand der Molluskenfaunen und der Sedimentologie rekonstruierte Faziesmodell eines flachen, kräftig durchströmten Beckens. Hinsichtlich einer Beziehung zu den Kirchberger Schichten ist mit dieser armen Fischfauna keine Aussage möglich.

Die Obere Süßwassermolasse (OSM) der Schweiz

Übersicht

Mit dem Beginn der kontinentalen Sedimentation der OSM wurde die während der Ablagerung der Unteren Süßwassermolasse und der Oberen Meeresmolasse dominierende W-E-Schüttung endgültig von einer E-W-Schüttung abgelöst. Die Materialzufuhr aus den östlichen Molassegebieten, den Alpen und der Böhmisches Masse erfolgte durch das "Glimmersand-Stromsystem" (auch "Ur-Rhône"), ein ca. 50-60 km breites Flußsystem (HOFMANN 1955, 1957, 1960; LEMCKE 1972). Außer der E - W gerichteten beckenaxialen Glimmersand-Schüttung sind in der NE-Schweiz die radialen Schüttungen der alpinen Napf-, Hörnli- und Bodensee- (oder Pfänder-) Fächer sowie die Schüttungen lokaler Flußsysteme am Nordrand des Jura (Juragelfluhen) nachweisbar (HOFMANN 1967, BÜCHI & SCHLANKE 1977, BÜRGISSER 1981). Die schematische Gliederung und stratigraphische Einstufung der OSM der NE-Schweiz sind in Tab. 2 dargestellt. An Fossilien sind vor allem Land- und Süßwassergastropoden, Flußmuscheln, Pflanzenreste (Baumstümpfe, Blätter) sowie Klein- und Großsäugerreste bekannt geworden (BÜRGISSER et al. 1983, HANTKE 1984, BÜRGISSER & FURRER 1985, BOLLIGER & EBERHARD 1989, BOLLIGER 1992).

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich überwiegend mit den Sedimenten der "Basiszone" (Tab. 2), deren Ablagerungen aufgrund der Lithofazies eine Abnahme der Schüttungsintensität gegenüber der Zeit der OMM erkennen lassen. Sandsteine und Mergel, die als fluviatile Bildungen und Überschwemmungssedimente gedeutet werden, herrschen vor; Nagelfluhen bleiben auf die zentralen Bereiche des Napf- und des Hörnli-Fächers beschränkt. Limnische Ablagerungen, wie Süßwasserkalke oder Tone und Mergel mit Süßwassermollusken sind ausgesprochen selten (BÜCHI & SCHLANKE 1977, BOLLIGER et al. 1988). Möglicherweise steht die verminderte Materialzufuhr im Zusammenhang mit einer Klimaänderung. So weist HANTKE (in BOLLIGER et al. 1988) darauf hin, daß während warmzeitlicher Perioden ein Teil der Niederschläge von den Bergwäldern zurückgehalten wurde und somit für den Transport des Verwitterungsschutts nicht zur Verfügung stand.

Untersuchung der OSM

Von den Kollegen der ETH Zürich erfuhr ich, daß Otolithen in den Sedimenten der OSM zwar vorkommen, jedoch ziemlich selten und nur an wenigen Fundpunkten. Leider verliefen eigene Probenaufsammlungen in der OSM der NE- und der Zentral-Schweiz (Entlebuch) weitgehend ohne Erfolg, obwohl insgesamt ca. 60 kg Material geschlämmt wurden. Glücklicherweise stellten mir T. BOLLIGER, T. GUBLER und D. KÄLIN (alle ETH Zürich) sowie H. MÄNDLI (Horgen/Schweiz) und M. WEIDMANN (Jongny/Schweiz) ihre Otolithenfunde aus der OSM zur Verfügung. Einige dieser Otolithen sind im Rahmen von Kleinsäuger-Untersuchungen gefunden worden (wobei meistens viele Zentner Material geschlämmt wurden), ein Teil stammt aus Beprobungen während Kartierarbeiten und die übrigen aus Bohrungen (Fundpunkte 6-12, siehe Abb. 1; Tab. 3).

Table 2. Gliederung der Oberen Süßwassermolasse in der NE-Schweiz (nach BÜCHI & SCHLANKE 1977; leicht verändert).

Sarmat	Tannenberg - Hörnli - Schichten
	Konglomeratstufe Bentonit
Baden	Dehninger Schichten
	Mittlerer Komplex
	"Appenzellergranit"/ Hüllistein - Leithorizont
Karpat	Basiszone

Die Probe des Fp. 8 kann nach T. BOLLIGER (mündl. Mitt. 1990) aufgrund der Kleinsäuger-Assoziationen stratigraphisch in die Säuger-Zone MN 5 eingestuft werden. Die Proben des Fp. 12 aus dem Schweizer Jura werden mittels der Kleinsäuger in die Säuger-Zone MN 8 gestellt (M. WEIDMANN, schriftl. Mitt. 1990). Für die übrigen Fundpunkte ist die genaue biostratigraphische Einstufung noch nicht bekannt. Die Fundpunkte 6-10 aus der NE-Schweiz dürften jedoch aufgrund des lithostratigraphischen Verbands alle der tiefen OSM und damit sehr wahrscheinlich dem Karpatien zuzuweisen sein.

Weiterhin stand mir die Belegsammlung der Arbeit SALIS (1967) zur Verfügung. In dieser Arbeit ist erstmals aus der OSM der Schweiz, aus den Napf-Schichten der Region Entlebuch in der Zentral-Schweiz, eine Otolithenfauna beschrieben worden. Die geographische Lage der von SALIS (1967) dokumentierten, Fischreste führenden Fundpunkte (R 58, R 17 usw.) ist aus der Abb. 1 ersichtlich. Ein kleiner Aufschluß, der etwa dem in SALIS (1967) beschriebenen Fundpunkt R 36 entsprechen dürfte, konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung beprobt werden. Die Proben enthielten bis auf eine Sagitta eines juvenilen *Gobius* keine Otolithen, dafür erbrachten sie einige Kleinsäuger-Zähne, die von T. BOLLIGER bestimmt und stratigraphisch in MN 5 - MN 6 ("eher MN 5") eingestuft wurden. So ist auch für die in SALIS (1967) beschriebene Fischfauna zumindest eine stratigraphische Einengung in das Karpatien möglich.

Die Fischfauna der OSM

Zentral-Schweiz

Die Bestimmung der Fischarten aus den Ablagerungen der OSM der Region Entlebuch durch SALIS (1967) wird in

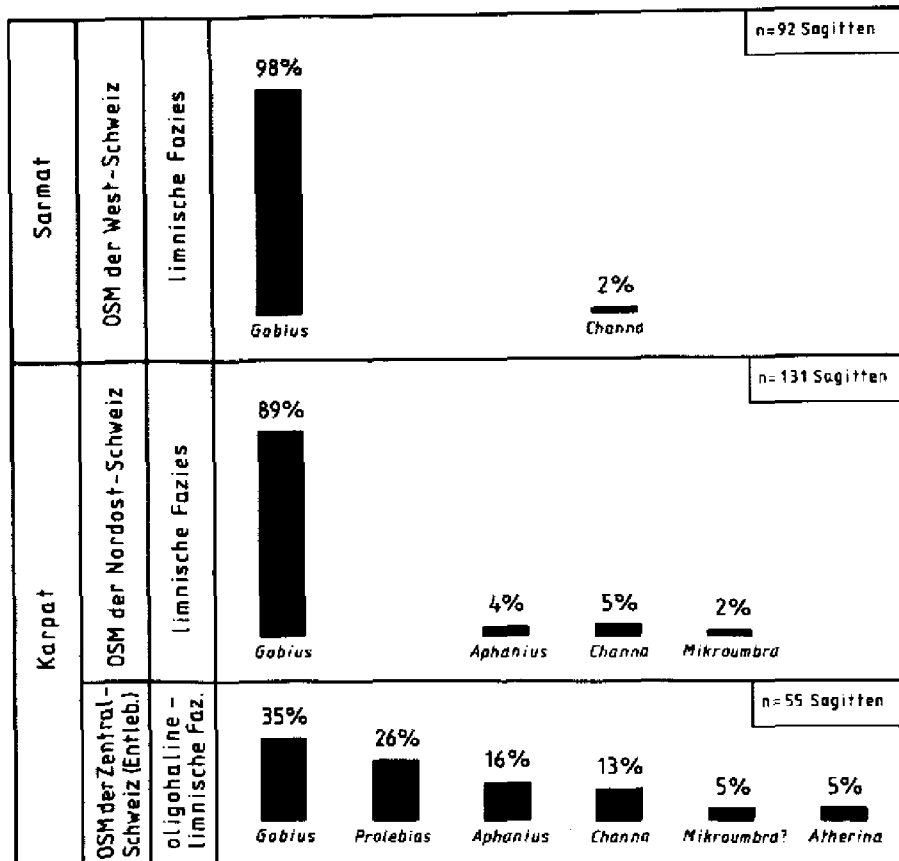


Abb. 2. Zusammensetzung der Fischfaunen in der Oberen Süßwassermolasse der Schweiz.

einigen Fällen revidiert (siehe "Beschreibung der Otolithen"). Die Fauna umfaßt 10 Arten, die den Gattungen *Mikroumbra?*, *Prolebias*, *Aphanius*, *Atherina*, *Channa* und *Gobius* zugeordnet werden (Abb. 2).

In der stratigraphisch ältesten Probe R 17 des Aufschlusses im Schofgraben sind mit Ausnahme von *Mikroumbra? salisae* und *Gobius helvetiae* alle Fischarten bereits enthalten (Tab. 3). Einige Arten bleiben auf den stratigraphisch tieferen Teil (R 58, R 17, R 50, R 51) der von SALIS (1967) bearbeiteten Abfolge begrenzt: *Prolebias weileri*, *Aphanius gubleri*, *A. konradi*, *Atherina* sp. und *Gobius latiformis*. Im stratigraphisch höheren Abschnitt (R 36, R 25) sind nur noch Cypriniden-Schlundzähne, Umbriden (*Mikroumbra? salisae*) sowie *Gobius helvetiae* und *G. longus* anzutreffen.

WEILER (in SALIS 1967: 50) nimmt für die Abfolge zwischen den Fundpunkten R 58 bis einschließlich R 53 (Tab. 3) eine möglicherweise leicht brackische Fazies an. Für den Fundpunkt R 36 vermutet er aufgrund der Umbriden "eine endgültige Ausfüllung der Gewässer und eine Anpassung der darin lebenden Gobiiden an die neuen Zustände. Die jetzt herrschenden Verhältnisse erleichtern die Besiedlung vom Festland her, die in der Cypriniden-Invasion der Lage R 25 und der damit vielleicht in Zusammenhang stehenden Reduzierung der Gobiiden deutlich zum Ausdruck kommt."

Die Darlegungen von WEILER erscheinen auch nach der Revision der Fauna plausibel. Die Annahme einer brackischen Fazies wird im stratigraphisch tieferen Teil der Abfolge zwischen den Fundpunkten R 17 und R 51 durch die nur dort vorkommende *Atherina* sp. bekräftigt, weil auch rezente *Atherina*-Vertreter überwiegend in flachen Küstengewässern verbreitet sind. Gleichfalls auf den Profilabschnitt R 17 bis R 51 begrenzt ist *Prolebias weileri*. Diese Art, die auch in den brackischen Kirchberger Schichten vorkommt, ist als Brackwasserart zu werten, da sie in den vollständig ausgefüllten Ablagerungen der OSM nicht anzutreffen ist. Für eine solche Deutung spricht auch, daß die meisten Vertreter der fossilen Gattung *Prolebias* bislang aus brackischer Fazies bekannt wurden, so z. B. im Mainzer Becken (WEILER 1963) und in der W-Schweiz (REICHENBACHER & WEIDMANN 1992). *Aphanius gubleri* und *A. konradi* sind ebenfalls auf den betreffenden Profilabschnitt (R 17 bis R 51) begrenzt. Sie repräsentieren aufgrund ihrer Verbreitung in der OSM Süßwasserarten, die eine gewisse Toleranz gegenüber einer Verbrackung ihres Lebensraums aufweisen. So kommen beide Arten in der oligohalinen Fazies der Kirchberger Schichten vor, *A. konradi* außerdem in der oligohalinen Fazies der Oncophora-Schichten. Schließ-

Tabelle 3. Die Fischfauna der Oberen Süßwassermolasse der Schweiz. – A = Fundpunkt-Nrn.; B = Bezeichnung des Fundpunkts; C = stratigraphische Einstufung der Fundpunkte anhand von Kleinsäugerfaunen, aufgrund der Lithostratigraphie sowie mit Hilfe der Fischfaunen.

Fischfauna	Entlebuch, Kt. Luzern					NE-Schweiz					West-Schw.				
	Karpät										Sarmat				
	Abfolge nach SALIS (1967)														
	Lieg. → Hang														
	Schofgraben 3,5 km ESE Wöhlhusen					Schanderholzwald Schofgraben		Sierlitobel	westl. Horgen	Horgen, Rotweg-Straßen	bei Zürich	Wallisellen, nordwestl. Zürich	Tramelan	Le Lacie	
A	R50	R17	R50	R51	R52	R53	R36	R25	6	7	8	9	10	11	12
<i>Mikroumbra maendlii</i> n. sp.												2			
<i>Mikroumbra? salisae</i> n. sp.							3					1			
Cypriniden-Schlundzähnen		1			1		2	4							
<i>Prolebias napfi</i> SALIS	1	2				1									
<i>Prolebias weileri</i> SALIS		2	2	6											
<i>Aphanius gubleri</i> n. sp.		1	1							2					
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER	1	2	4							3					
<i>Atherina</i> sp.		1		2											
<i>Channa elliptica</i> (SALIS)	1	2	1	1		2				2	4		1		2
<i>Gobius helvetiae</i> SALIS			1	2			5								
<i>Gobius cf. helvetiae</i> SALIS											45				
<i>Gobius longus</i> SALIS		1					6		1	2					
<i>Gobius latiformis</i> REICHENBACHER		1	1	2						67	1			1	48
<i>Gobius altiformis</i> REICHENBACHER														7	34

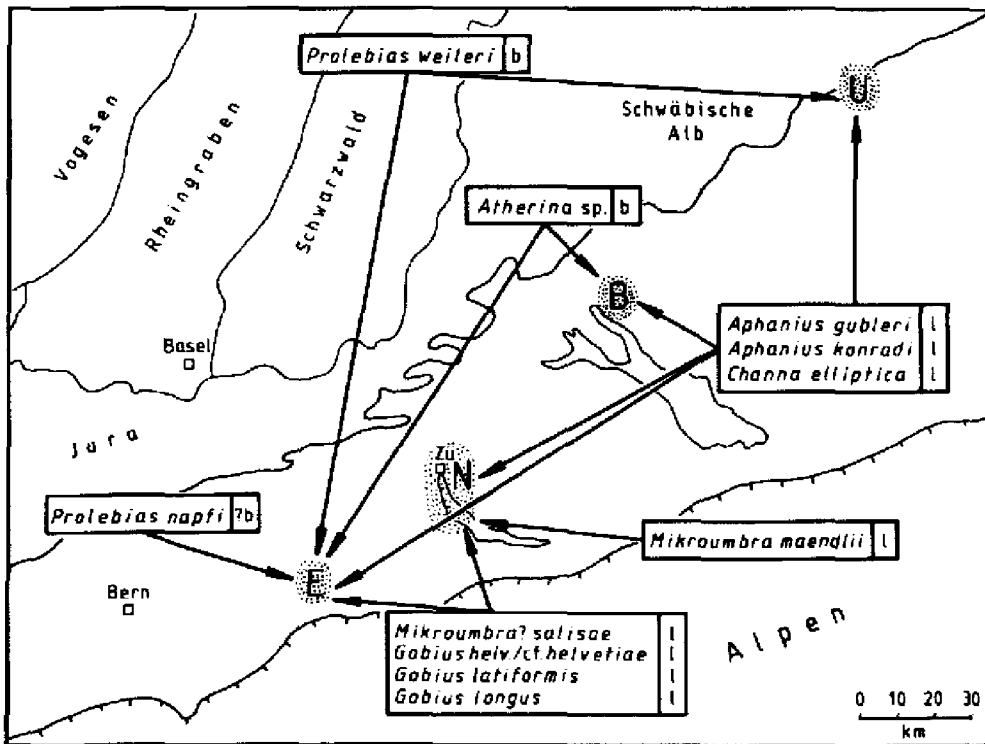


Abb. 3. Überregionale Beziehungen der Fischfaunen aus der tiefen Oberen Süßwassermolasse der Schweiz zu anderen Gebieten. – Punktiert = schematische Verbreitung der Fischfaunen. Pfeile = Verbreitung der Arten in den verschiedenen Regionen. l = limnische Art, b = brackische Art.
 E = Entlebuch: OSM, Napf-Schichten. B = Bodenseegebiet: BMW und tiefe OSM, Haldenhofmergel.
 N = NE-Schweiz: OSM, Basiszone. U = Ulmer Region: BMW, Kirchberger Schichten.

lich bleibt *Gobius latiformis* zu erwähnen, der im Entlebuch ebenfalls nur in den Fundpunkten R 17 – R 51 vorkommt. Die Art ist außerdem aus der vermutlich völlig ausgesüßten OSM der NE-Schweiz (Fp. 7-8) sowie aus der OSM der W-Schweiz und des Schweizer Jura bekannt geworden (Fp. 11-12). Aufgrund der Zugehörigkeit zur überwiegend marinen Familie Gobiidae könnte es sich bei *G. latiformis* ursprünglich um eine anpassungsfähige Brackwasserart gehandelt haben, die auch die veränderten Bedingungen im Süßwasser tolerieren konnte.

Mit dem Erlöschen aller zuvor beobachteten Arten mit Ausnahme von *Channa elliptica* und *Prolebias napfi* in den Proben R 52 und R 53 scheint sich ein Fazieswechsel von brackisch nach limnisch zu vollziehen. Weitere fazielle Veränderungen sind aufgrund der ungenügenden Kenntnis des Profils und etwaiger Begleitfaunen oder -flore nicht erfassbar. In der im Hangenden folgenden Probe R 36 sind die zuvor nur vereinzelt gefundenen *Gobius helvetiae* und *G. longus* verhältnismäßig häufig, erstmals wird *Mikroumbra? salisae* angetroffen. Letztere spricht für eine endgültige Aussüßung, da rezente Vertreter der Umbridae ausschließlich im Süßwasser verbreitet sind. Die beiden *Gobius*-Arten sind kein eindeutiger Hinweis auf brackische oder limnische Fazies, da die Vertreter dieser Familie eine hohe Anpassungsfähigkeit sowohl an brackische als auch an limnische Bedingungen aufweisen. Für die stratigraphisch höchste Probe R 25 kann mit WEILER (siehe oben) aufgrund der Cypriniden-Schlundzähne und des Fehlens aller Arten, die auf eine brackische Fazies hinweisen könnten, eine vollständige Aussüßung angenommen werden.

Gobiiden, Atheriniden und Cyprinodontiden sind fossil und rezent überwiegend in flachen Gewässern verbreitet. Dasselbe gilt für *Channa*, die rezent nur aus China und Indonesien bekannt ist. Als Faziesraum kann für die Fisch-Gemeinschaft des Entlebuch daher ein flaches Binnen-Gewässer angenommen werden, in dem zunächst noch brackische Verhältnisse herrschten.

Nach SALIS (1967) handelt es sich bei der Fischfauna des Entlebuch teilweise um eine marine Reliktfauna. Die Verbindung zum Molassemeer der Paratethys und die Einwanderung der marin-euryhalinen (*Atherina*, *Gobius*) und brackischen (*Prolebias*) Arten bestand bzw. erfolgte wahrscheinlich im oberen Otnangien. Bei einer noch bestehenden Meeresverbindung oder -nähe im Karpatien wären weitere marin-euryhaline Arten zu erwarten (z.B. *Morone* oder Spariden).

Zur stratigraphischen Einstufung der Otolithen-führenden Proben aus der OSM des Entlebuch erwähnt SALIS (1967) einige Säugetier-Reste aus dem Fundpunkt R 36, die nach Hürzeler (in SALIS 1967: 37) eine Einstufung in das "obere Vindobonien" bzw. in das damals noch gebräuchliche "Tortonien" erlauben. Aus einer Probe, die dem Fundpunkt R 36

etwa entsprechen dürfte, gelangen im Rahmen der vorliegenden Arbeit weitere Kleinsäugerfunde. Diese wurden von T. BOLLIGER (ETH Zürich, schriftl. Mitt. 1991) als *Eumyarion* cf. *weinfurteri* "Morphotyp bifidus" und *Megacricetodon* cf. *germanicus* bestimmt und erlauben eine stratigraphische Einstufung in die Kleinsäuger-Zonen MN 5 – MN 6, wobei T. BOLLIGER MN 5 für wahrscheinlicher hält. Für eine Einstufung in die Zone MN 5 und damit in das Karpatien sprechen auch die lithostratigraphischen Gegebenheiten. So stammt die Fischfauna des Fundpunkts R 36 aus der "Basismergelzone" (SALIS 1967), die im Entlebuch die Ablagerungen der OSM einleitet. Im Liegenden ist die "Schüpferegg-Nagelfluh" anzutreffen, die lithostratigraphisch zur OMM gehört und von SALIS (1967) unter Vorbehalt ins Helvetien gestellt wird. Daraus ergibt sich, daß der Fundpunkt R 36 in der tiefen OSM gelegen ist. Da T. BOLLIGER (Vortrag 1991 zur Tagung der Paläontologischen Gesellschaft in Eggenburg) über Kleinsäugerfaunen der Zone MN 4b aus der basalen OSM der NE-Schweiz berichtet und ENGESSER (1990) die Grenze OMM/OSM schräg durch die Säuger-Zonen MN 4 und MN 5 legt, ist für den Fundpunkt R 36 – sowie für die übrigen Fundpunkte im Entlebuch – eine Einstufung in MN 5 und damit in das Karpatien sehr wahrscheinlich.

Von den zehn aus der OSM des Entlebuch nachgewiesenen Arten kommt *Prolebias napfi* bislang ausschließlich in dieser Region vor. *Gobius helvetiae* ist in seinem Vorkommen möglicherweise gleichfalls auf das Gebiet beschränkt; eine sehr ähnliche Art (*Gobius* cf. *helvetiae*) wurde allerdings auch in der NE-Schweiz nachgewiesen. *Mikroumbra? salisae* und *Gobius longus* sind außer in der OSM des Entlebuch in den stratigraphisch etwa vergleichbaren Ablagerungen der NE-Schweiz gefunden worden. *Gobius latiformis* und *Channa elliptica* kommen sowohl in der OSM der NE-Schweiz und des Entlebuch als auch in den obermiozänen Ablagerungen der W-Schweiz und des Schweizer Jura vor (Fundpunkte 11-12). *Ch. elliptica* ist weiterhin aus den Haldenhofmergeln des Bodenseegebiets und den Kirchberger Schichten der Ulmer Region bekannt geworden. Sowohl in der OSM der NE-Schweiz und des Entlebuch, in den Haldenhofmergeln des Bodenseegebiets sowie in den Kirchberger Schichten der Ulmer Region kommen *Aphanius konradi* und *A. gubleri* vor; *A. konradi* ist außerdem in der Fauna der "Limnischen Unteren Serie" (siehe DOPPLER 1989) des S-deutschen Raums enthalten. Von den verbleibenden Arten kommt *Atherina* sp. in der OSM des Entlebuch und in den Haldenhofmergeln vor; *Prolebias weileri* ist in der OSM des Entlebuch und in den höheren Kirchberger Schichten der Ulmer Region anzutreffen.

SALIS (1967) vermutet, daß die "marine Reliktfauna" des Entlebuch aus einer Verbindung mit dem Meer im Oberrheingraben stamme. Nur für die Süßwasserfauna, die Cypriniden, nimmt sie auch eine Verbindung nach E, zur bayerischen Molasse an. Allerdings war zur Zeit der Untersuchung durch SALIS (1967) kaum etwas über brackische oder limnische

Fischfaunen der S-deutschen bzw. der bayerischen Molasse bekannt. Die mittlerweile verfügbaren Daten belegen die Beeinflussung oder Herkunft der Fischfauna des Entlebuch aus dem Molassemeer der Paratethys des oberen Otnangien. So kommen fünf Arten (und damit die Hälfte aller Arten der OSM des Entlebuch) außerdem in den brackischen unteren Haldenhofmergeln des Bodenseegebiets und/oder in den brackischen Kirchberger Schichten der Ulmer Region vor: *Prolebias weileri*, *Atherina* sp., *Channa elliptica*, *Aphanius konradi* und *A. gubleri*. Dagegen sind keine gemeinsamen Arten mit den miozänen Ablagerungen des Oberrheingrabens anzutreffen. Ein weiterer Austausch fand mit der Fischfauna der NE-Schweiz statt, worauf im folgenden noch eingegangen wird (Abb. 3).

NE-Schweiz

Die Fischfauna in der OSM der NE-Schweiz setzt sich aus acht Arten der Gattungen *Mikroumbra*, *Aphanius*, *Channa* und *Gobius* zusammen. Die Fauna (Tab. 3) ist vorwiegend durch Einzelfunde von verschiedenen Lokalitäten belegt. Nur die Fundstelle "westlich Horgen" (Abb. 1, Fp. 8) erbrachte eine verhältnismäßig artenreiche, vor allem aber individuenreiche Fauna. Insgesamt sind Otolithen in der OSM der NE-Schweiz – wie alle organischen Reste in der OSM – selten, reichere Faunen sind auf wenige Lokalitäten begrenzt.

Die Fischfauna in der OSM der NE-Schweiz weicht durch das Fehlen von *Atherina* und *Prolebias* von der in der OSM des Entlebuch ab. Auch *Gobius helvetiae* wurde nicht in der typischen Form gefunden. Eine bislang auf die OSM der NE-Schweiz begrenzte Art ist *Mikroumbra maendlii*.

Die rezent und fossil überwiegend aus limnischer Fazies bekannten Umbridae sprechen für den limnischen Charakter dieser Fischfauna. Zwar ist von den *Aphanius*- und *Gobius*-Arten wie auch von *Channa elliptica* eine gewisse Toleranz gegenüber brackischer Fazies bekannt, jedoch fehlen die typischen Brackwasserarten von *Atherina*, *Morone* und *Prolebias*. Die Fisch-Gemeinschaft der OSM der NE-Schweiz dürfte somit flache, limnische Binnen-Gewässer besiedelt haben. Auf warmes Wasser weisen die Cyprinodontiden und *Channa elliptica* hin.

Eine genaue biostratigraphische Einstufung liegt nur für die Fundstelle "Horgen, Rotweg-Stollen" (Fp. 8) vor, die aufgrund von Kleinsäugerfunden in die Zone MN 5 gestellt wird (T. BOLLIGER, mündl. Mitt. 1990). Eine stratigraphische Aussage aufgrund der Fisch-Gemeinschaft kann nur für die Fundstelle "westlich Horgen" (Fp. 7) gewagt werden. Diese Fauna stimmt gut mit der aus der OSM des Entlebuch überein und kann daher wahrscheinlich in das Karpatien eingestuft werden. Dabei könnte die Fauna des Fp. 7 geringfügig jünger sein als die Fauna des Entlebuch, da die brackischen

Arten im Fp. 7 fehlen. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß der schwach brackische Faziesraum im Entlebuch und das vollständig ausgesüßte Binnen-Gewässer der Fundstelle "westlich Horgen" zeitgleich existierten. Die armen Fischfaunen der übrigen Fundpunkte erlauben keine Angaben zur Stratigraphie.

Die gemeinsamen Arten in den etwa gleichalten Faunen der OSM des Entlebuch und der NE-Schweiz (Abb. 3) lassen erwarten, daß diese Gebiete über Flußsysteme und/oder Überschwemmungsebenen miteinander verbunden waren. Außerdem enthält die Fisch-Gemeinschaft der NE-Schweiz mit *Aphanius konradi*, *A. gubleri* und *Channa elliptica* solche Arten, die auch in den Haldenhofmergeln des Bodenseegebiets und/oder den Kirchberger Schichten der Ulmer Region gefunden wurden. Die Haldenhofmergel (Alter nach Kleinsäugern etwa MN 4b – Basis MN 5) und die Kirchberger Schichten (Alter nach Säugern etwa MN 4b) sind allerdings stratigraphisch etwas älter als die Ablagerungen der NE-Schweiz. Möglicherweise repräsentieren die Arten aus der OSM der NE-Schweiz eine Reliktfaua der Paratethys, in der die euryhalinen *Gobius*-Arten persistierten, während die brackischen Arten, wie z. B. *Atherina* sp. und *Prolebias weileri*, bereits erloschen waren.

W-Schweiz

Aus Ablagerungen der obermiozänen OSM lagen Otolithen von zwei Fundstellen vor; aus Bohrungen bei Le Locle (Schweizer Jura; Fp. 12) und bei Tramelan (W-Schweiz; Fp. 11). Während die Ablagerungen bei Le Locle aufgrund von Säugerfunden in das Sarmatien bzw. in die Kleinsäuger-Zone MN 8 eingestuft werden können (M. WEIDMANN, schriftl. Mitt. 1990), ist für die Fundstelle bei Tramelan bislang keine biostratigraphische Einstufung erfolgt.

Die Fischfauna umfaßt drei Arten, *Gobius altiformis*, *G. latiformis* und *Channa elliptica*, wobei *Ch. elliptica* in Tramelan (noch) nicht gefunden wurde. Die vorliegenden Arten lassen auf Süßwasserfazies in einem flachen Binnen-Gewässer schließen, *Ch. elliptica* spricht für ein warmes Gewässer.

Während *G. latiformis* und *Ch. elliptica* auch aus der OSM des Entlebuch und der NE-Schweiz bekannt sind, bleibt *G. altiformis* bislang auf die Fundstellen bei Le Locle und Tramelan begrenzt. Aufgrund des Vorkommens von *G. altiformis* in der Fauna von Tramelan wird diese Fundstelle hier unter einem gewissen Vorbehalt als gleichaltrig mit Le Locle gedeutet und in das Sarmatien gestellt. Dieser Vorbehalt ist erforderlich, weil über die limnischen Fischfaunen des Badenien bislang keine Erkenntnisse vorliegen und es daher nicht gesichert ist, ob *G. altiformis* tatsächlich auf das Sarmatien beschränkt ist.

Die Brackwassermolasse (BWM) des nördlichen Bodenseegebiets

Übersicht

Die Grimmelfinger Schichten rechne ich in Anlehnung an die meisten bisherigen Bearbeiter trotz ihres überwiegend fluviatilen Charakters zur Brackwassermolasse, da marine und brackische Fossilien, wenngleich selten, enthalten sind.

Die Regression des Molassemeeres der OMM aus dem S-deutschen Raum erfolgte vornehmlich nach W in die NE-Schweiz und entspricht stratigraphisch dem Ende des 2. Zyklus der helvetischen OMM der NE-Schweiz (HOFMANN 1967; siehe auch Tab. 1) und damit etwa dem mittleren Ottmangien. Während im S-deutschen Molassebecken, mit Ausnahme der niederbayerischen Region, eine Sedimentationspause zu verzeichnen ist, entwickelte sich im Gebiet des heutigen Bodensees und nordöstlich davon ein zum Teil limnischer, zum Teil terrestrischer Knollen- und Krustenkalk, der Albstein (Näheres in KIDERLEN 1931, HAUS 1952, RUTTE 1955, NÄGELE 1962).

Am Alpenrand wurde das Molassebecken in der nachfolgenden Zeit allmählich von den fluviatilen Schüttungen des alpinen Hochgratfächers überdeckt. Am Nordrand des Molassebeckens kam es währenddessen zur Eintiefung eines von NE nach SW abströmenden Flusses; dort entstand die 60-70 m tiefe, 8-13 km (im Bodenseegebiet auch bis 25 km) breite Graupensandrinne (KIDERLEN 1931, SCHREINER 1966a, 1978, 1979, WERNER 1975; siehe auch Abb. 9).

Im Zuge der Eintiefung der Graupensandrinne wurden die Ablagerungen der OMM weitgehend erodiert. Den Boden der Rinne bilden daher die Sedimente der Unteren Süßwassermolasse, an ihrem Nordrand, d.h. im Hegau und in der Region Schaffhausen, auch Malm-Kalke (ERB 1931, KIDERLEN 1931, SCHREINER 1976, 1978). Nur innerhalb der "erweiterten Graupensandrinne" sensu HAUS (1951), die etwas jünger ist als die ursprüngliche Graupensandrinne, sind die Sedimente der OMM erhalten geblieben (HAUS 1951, 1952, WERNER 1975, HEIZMANN 1987 u. a.).

Der Graupensandfluß wurde hauptsächlich von einem "Ur-Main" aus dem Saxothuringikum (Frankenwald) und einer "Ur-Naah" aus dem Moldanubikum (Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald) gespeist (LEMCKE 1985). Die Ablagerungen dieses Flusses, die zumeist 10-20 m mächtigen Grimmelfinger Schichten, umfassen Tone, Sande, Kiese und Schotter; weit verbreitet sind vor allem feine Quarzkiese und grobe Quarzsande, die Graupensande. Die Grimmelfinger Schichten einschließlich der Graupensande sind von rostgelber oder grauer, seltener auch braungrauer Farbe, weitgehend karbonatfrei und durch einen hohen Feldspat-Gehalt sowie rosafarbene Quarze und schwarze Lydite gekennzeichnet (KIDERLEN 1931, HAHN 1968, WERNER 1975, LEMCKE 1985 u. a.). Fossilien sind ziemlich selten, bislang sind vor allem Blattabdrücke, Austern, Pectiniden, Haifischzähne und Säugerreste (überwiegend eingeschwemmte Landsäugerknochen) bekannt geworden.

Etwa in der Gegend von Schaffhausen mündete der Graupensandfluß in das dort noch bestehende Molassemeer. Dort sind Verzahnungen von Graupensanden mit von W geschütteten marinen Austern-Nagelfluhen zu beobachten (MOOS 1925, KIDERLEN 1931, BAUSCH et al. 1989).

Die Schüttung der Graupensande/Grimmelfinger Schichten endete mit einer neuerlichen Transgression des Molassemeeres aus der Schweiz in die Graupensandrinne (= 3. Zyklus des Helvetien der Schweizer Literatur, siehe Tab. 1). Die Transgression blieb im Bodenseegebiet nicht auf die ursprüngliche Graupensandrinne begrenzt, sondern reichte über diese hinaus in die erweiterte Graupensandrinne (HAUS 1951). Die dabei sowohl in der "eigentlichen Graupensandrinne" (WERNER 1975) als auch in der erweiterten Graupensandrinne abgelagerten marinen und brackischen Sedimente werden allgemein als Kirchberger Schichten bezeichnet. Die Ablagerungen weisen allerdings hinsichtlich der Lithologie und Fossilführung insbesondere in der erweiterten Graupensandrinne wenig Ähnlichkeit mit den Kirchberger Schichten der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm auf, worauf bereits KIDERLEN (1931) aufmerksam macht. So sind die Kirchberger Schichten in der erweiterten Graupensandrinne in einer alpinen Geröllfazies (Mischgeröllhorizont und Samtsande) entwickelt. Nur in der eigentlichen Graupensandrinne, vor allem an deren Nordrand, liegen sie in einer an die Verhältnisse bei Ulm erinnernden Tonmergelfazies vor.

In der erweiterten Graupensandrinne sind die Kirchberger Schichten in der alpinen Fazies im Hangenden der OMM anzutreffen (HAUS 1951, ERB et al. 1961, SCHREINER 1973, 1976). In der eigentlichen Graupensandrinne überlagern sie, meistens in Tonmergelfazies, Graupensande oder Untere Süßwassermolasse oder Malm-Kalke (KIDERLEN 1931, SCHREINER 1976). Die Trennung in die beiden Faziesbereiche alpine Geröllfazies (= alpine Fazies) und Tonmergelfazies wurde möglicherweise durch den Grobsandzug der OMM verursacht (HAUS 1951). Lokal wird auch eine "trennende Jura-Schwelle" in Erwägung gezogen (SCHREINER 1966a: 52).

Die Tonmergelfazies der Kirchberger Schichten

In der bis 25 m mächtigen Tonmergelfazies dominieren dunkelgraue, fossilführende Tonmergel und Kalksandsteine, in die graue, glimmerreiche Feinsande, seltener auch kohlige Lagen eingeschaltet sein können (SCHREINER 1966a, 1978, 1979, WERNER 1975). Die Fauna der Tonmergel und Kalksandsteine enthält die nachfolgend aufgeführten, für die Kirchberger Schichten der Ulmer Region bezeichnenden Arten (nach SCHALCH 1899, KIDERLEN 1931, SCHREINER 1966a, 1978, HAHN 1968, WERNER 1975):

- Theodoxus cyrtocelis* (KRAUSS),
- Hydrobia semiconvexa* SANDBERGER,
- Melanopsis impressa impressa* KRAUSS,
- Bithynien-Deckel,
- Cerastoderma sociale* (KRAUSS),
- C. friabilis* (KRAUSS),
- Congerina amygdaloides* DUNKER,
- C. clavaeformis* (KRAUSS),
- Candona suevica* STRAUB,
- C. ? kirchbergensis* STRAUB,
- Ilyocypris gibba* (RAMDOHR),
- Mediocypris candonaeformis* (STRAUB),
- Cytheromorpha zinndorfi* (LIENENKLAUS).

Außerdem werden einige Süßwassergastropoden sowie häufige Vorkommen von *Nitellopsis meriani* (BRAUN) erwähnt. Letztere ist jedoch auch in der OSM verbreitet und kann daher, genau wie die Süßwassergastropoden, nicht als charakteristisch für die Kirchberger Schichten gelten.

Aus den Mergelgruben bei Büttenhardt (nahe Schaffhausen) sind gleichfalls Kirchberger Schichten in der Tonmergelfazies bekannt geworden (SCHALCH 1881). Die Kirchberger Schichten überlagern dort Malm-Kalke oder Graupensande und führen eine Congerien- und Cardiiden-Fauna.

Die alpine Fazies der Kirchberger Schichten

Der Mischgeröllhorizont (sensu HAUS 1951) der alpinen Geröllfazies wurde erstmals von KIDERLEN (1931) als grobklastische Fazies der Kirchberger Schichten mit alpinen Geröllern erwähnt. Der 0.2 bis 7 m mächtige Geröllhorizont enthält Gerölle der Napf-Schüttung (bis 10 cm Ø), Albsteingerölle (bis 40 cm Ø) sowie feine und grobe Sande. An Fossilien sind vereinzelt *Viviparus suevicus*, *Melanopsis impressa impressa*, *Congeria amygdaloides*, Cardiidenreste, Austernschalen, Hai- und Spardenzähne bekannt geworden (KIDERLEN 1931, ERB 1934, HAUS 1951, ERB et al. 1961, WERNER 1975, SCHREINER 1976).

Das Zwischenmittel sowie das Hangende des Mischgeröllhorizonts bilden die 2-15 m mächtigen Samtsande (sensu ERB et al. 1961; früher allgemein als "Feinsande" bezeichnet). Die Samtsande sind gelbliche oder bräunliche, quarzreiche, feinglimmerige, feingeschichtete, karbonatfreie oder -haltige, meistens gut sortierte Feinsande, in die cm-dicke Lagen alpiner Gerölle oder glaukonitische Sandlagen eingeschaltet sein können (ERB 1931, 1934, ERB et al. 1961, SCHREINER 1973, WERNER 1975, HEIZMANN 1987). Lokal führen die Samtsande eine *Melanopsis*-Fauna, außerdem sind vereinzelt Austern, Hai- und Spardenzähne, Reste von Cardiiden und Congerien sowie der Ostracode *Candona suevica* enthalten (ERB et al. 1961, WERNER 1975).

Von einer Fundstelle nahe der Ortschaft Lohn bei Schaffhausen beschreibt PFANNENSTIEL (1931) eine verhältnismäßig reiche Fauna aus den dort bis 6 m mächtigen "Lohner Feinsanden". Diese entsprechen aufgrund ihrer lithostratigraphischen Position den Samtsanden des Hegaus. Der Autor erwähnt eine Molluskenfauna, die bezeichnende Elemente der Kirchberger Fauna mit *Congeria clavaeformis*, *Oncophora partschi* var. *socialis*, *Oncophora partschi* var. *gümbeli* (alle beide vermutlich = *Rzehakia partschi*) sowie *Cardium* sp. cf. *edule* (vermutlich = *Cerastoderma sociale*) und einige weitere Arten umfaßt.

Die Parallelisierung der alpinen Geröllfazies mit der Tonmergelfazies beruht, außer auf der Fossilführung, hauptsächlich auf der Lithostratigraphie. So beschreibt SCHREINER (1966a) die *Verzahnung der Kirchberger Fauna* führenden Tonmergel und Kalksandsteine (= Tonmergelfazies) mit den meistens fossilfreien Samtsanden (= alpine Fazies).

Während über die Herkunft des Mischgeröllhorizonts von W aus der Schweiz aufgrund des Geröllspektrums kein Zweifel besteht, werden die Samtsande von einigen Autoren als Sedimente des im E gelegenen *Oncophora*-Meeres gedeutet (PFANNENSTIEL 1931; aufgrund der Fauna; HOFMANN

1967; aufgrund der moldanubischen Schwermineralfraktion; BÜCHI & SCHLANKE 1977; vor allem aufgrund paläogeographischer Überlegungen). KIDERLEN (1931) und LEMCKE (1972, 1984, 1988) deuten die Kirchberger Schichten des Bodenseegebiets dagegen als Ablagerungen einer letzten Transgression des Molassemeeres aus der NE-Schweiz.

Zum Hangenden werden die Kirchberger Schichten durch das Einsetzen der ersten Süßwasser-Kalkbänke abgegrenzt (KIDERLEN 1931, WERNER 1975, SCHREINER 1979). Diese Süßwasserkalke, im Bodenseegebiet sind es die Haldenhofmergel, werden allgemein in die Obere Süßwassermolasse gestellt.

Untersuchung der Kirchberger Schichten

Eine detaillierte Beschreibung der untersuchten Fp. 13 bis 17 mit genauen Angaben zur Lage, Geologie und Fossilführung siehe REICHENBACHER (1992: 33-35).

Aus der am Nordrand der Graupensandrinne verbreiteten Tonmergelfazies der Kirchberger Schichten (Fp. 13) wurde eine brackische Ostracodenfauna mit *Candona suevica*, *C. ? kirchbergensis*, *Heterocypris* sp. und *Darwinula stevensoni* gewonnen. Diese Arten repräsentieren charakteristische Faunenelemente der Kirchberger Schichten der Ulmer Region. Die Häufigkeit von *C. ? kirchbergensis* spricht für die Parallelisierung mit dem Horizont 2 der Kirchberger Schichten (siehe REICHENBACHER 1989), darauf weisen außerdem die von SCHREINER (1976) aus der betreffenden Fundstelle erwähnten Congerien und Cardiiden hin. Die Mikrofauna bestätigt somit die allgemein in der Literatur vorgenommene Parallelisierung der Tonmergelfazies der Kirchberger Schichten der südwestlichen Graupensandrinne (Hegau und Bodenseegebiet) mit den Kirchberger Schichten der Ulmer Region.

Die Sedimente der alpinen Fazies der Kirchberger Schichten (Fp. 14, 15) enthalten eine marine Mikrofauna, die allerdings bislang auf das Zwischenmittel des Mischgeröllhorizonts begrenzt blieb. Die Samtsande der beiden Lokalitäten erwiesen sich weitgehend fossilfrei; seltene Molluskenreste könnten von Congerien stammen. Das Geröllspektrum des Mischgeröllhorizonts und die marinen Mikrofossilien lassen auf die Herkunft aus dem Napf-Fächer der Schweiz und auf einen marinen Transport schließen. Die wenig gerundeten Albstein-Gerölle könnten aus der näheren Umgebung durch Flüsse oder starke Regenfälle in die Graupensandrinne eingeschwemmt worden sein. Nach HAUS (1951) könnten sie auch aus dem aufgearbeiteten ehemaligen Rinnenboden stammen.

Die in den Erläuterungen zu den Geologischen Karten verschiedentlich erwähnten fossilführenden Proben aus der alpinen Fazies und der Tonmergelfazies der Kirchberger Schichten wurden durch einen Brand im Archiv des Geologischen Landesamts von Baden-Württemberg in Freiburg alle vernichtet und konnten daher nicht überprüft werden.

Die tiefe Obere Süßwassermolasse (OSM) des nördlichen Bodenseegebiets

Übersicht

Mit dem Einsetzen von "Süßwasser-Kalkbänken" im Hangenden der Kirchberger Schichten beginnt in der südwestlichen Graupensandrinne nach allgemeiner Auffassung die Sedimentation der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Die für die vorliegende Bearbeitung wichtigen ältesten lithostratigraphischen Formationen der OSM sind am N-Rand der Graupensandrinne die "Süßwasserkalke" und die "Jüngere Juranagelfluh", in der Rinne die "Haldenhofmergel".

Bei den Süßwasserkalken handelt es sich im allgemeinen um hellgraue, sehr harte, splittige Kalksteinbänke, die stellenweise eine limnische und terrestrische Gastropodenfauna führen. Die häufigsten Fossilien sind *Cepaea silvana silvana*, *Radix (Radix) socialis dilatata* und *Planorbarius cornu mantelli* (ENGEL 1908, SCHREINER 1976). Auch die für ihre reiche Fauna und Flora bekannten "Engelswieser Süßwasserkalke" auf Blatt Leibertingen (HAHN 1968) gehören zu diesen basalen Bildungen der OSM.

Die bis 70 m mächtige "Jüngere Juranagelfluh" (Definition in SCHREINER 1965) besteht aus einer Wechsellagerung von Gerölllagen, Kalksandsteinen, kalkigen Sanden, Schluffen und Mergeln. Auf ihre Herkunft aus der Alb und aus dem Schwarzwald weisen umgelagerte Jura-Foraminiferen und -Ostracoden sowie triassische Gesteinskomponenten hin (SCHREINER 1965, 1966a, 1978). Der Kalkreichtum, die gelbrotten Farben und das weitgehende Fehlen von Pflanzenresten veranlaßten SCHREINER (1966a) für die Zeit der Ablagerung der Jüngeren Juranagelfluh ein semiarides Klima mit episodischen, starken Regenfällen anzunehmen; diese Regenfälle verursachten murartige Fluten, die den Verwitterungsschutt aus der Alb in die Graupensandrinne transportierten. Auf den Kartenblättern Engen (SCHREINER 1966a) und Meßkirch (WERNER 1975) sind Jura-Geröllagen und gelbe Mergel aus Jura-Material in den Kirchberger Schichten festgestellt worden; die Schüttung der Jüngeren Juranagelfluh begann somit schon während der Ablagerung der Kirchberger Schichten.

Der Begriff Haldenhofmergel geht auf SCHMIDLE (1918) zurück. Der Autor bezeichnet damit die basale, durch graue Mergel und Kalkbänke gekennzeichnete Abfolge der OSM im Hangenden der brackischen Samtsande und im Liegenden der "Steinbalmensande" unterhalb des Haldenhofs bei Sipplingen am Überlinger See. In späteren Arbeiten (ERB 1931 und andere Autoren) wird allgemein die Abfolge im Liegenden der Steinbalmensande (oder "Glimmersande") mit den Haldenhofmergeln SCHMIDLES parallelisiert. Die Mächtigkeit der Haldenhofmergel an der Typuslokalität beträgt 46 m, in den übrigen Gebieten um 20 m, seltener 40-50 m (ERB 1934, 1935, ERB et al. 1961, SCHREINER 1973, 1976).

ERB (1934) weist bereits darauf hin, daß "Haldenhofmergel" und "Steinbalmensande" keine durch übereinstimmende chronostratigraphische Grenzen definierten Schichtglieder sind, sondern daß damit lediglich lithofaziell gleichartige oder ähnliche Abfolgen gemeint sind, deren Grenzen nicht überall genau gleich sein müssen.

An Fossilien sind aus den Haldenhofmergeln bislang folgende Arten bekannt geworden (ERB 1934, ERB et al. 1961, SCHREINER 1973): *Radix (R.) socialis dilatata*, *Planorbarius cornu mantelli*, *Cepaea* sp., Bithynien-Deckel, *Unio* sp., *Cinnamomum polymorphum* und die Charophyte *Nitellopsis meriani*. Aufgrund dieser Fauna und Flora wird, wie auch für die Süßwasserkalke, eine überwiegend limnische Bildung der Haldenhofmergel angenommen (SCHREINER 1973).

Entsprechend der allgemeinen Grenzziehung Kirchberger Schichten/Obere Süßwassermolasse mit dem Einsetzen von Süßwasserkalken wird an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten (Illerkirchberg bei Ulm) die Grenze zur OSM von den meisten Autoren innerhalb der "Bithynien-Schichten" gezogen, da hier die ersten Süßwasserkalke auftreten. Danach repräsentieren die Haldenhofmergel Äquivalente des (oberen) Bithynien-Horizonts der Kirchberger Schichten der Ulmer Region. Nach REICHENBACHER (1988b, 1989) sind jedoch an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten brackische Einflüsse auch noch in den oberen Bithynien-Schichten sowie in den im Hangenden folgenden "Silvana-Schichten" nachweisbar. Der Übergang Kirchberger Schichten → OSM ist daher in der Ulmer Region erst mit dem Einsetzen der fluviatil geprägten "Grauen Schluffe" (siehe REICHENBACHER 1989) gegeben und liegt etwas oberhalb der bisherigen Grenze (vgl. auch DOPPLER 1989).

Untersuchung der Haldenhofmergel

Aufschlüsse in den Haldenhofmergeln findet man meines Wissens zur Zeit nur an deren Typuslokalität unterhalb des Haldenhofs bei Sipplingen (Fp. 18, siehe auch SCHREINER (1976: Abb. 15)). Weiteres Schlammaterial aus den Haldenhofmergeln erhielt ich von D. ELLWANGER (Geol. Landesamt Freiburg). Dieses Material stammt aus einem Bagger-Schurf bei Herdwangen (Fp. 19). Eine detaillierte Beschreibung beider Fundpunkte mit genauen Angaben zur Lage, Geologie und Fossilführung siehe REICHENBACHER (1992: 38-40).

Fp. 19 enthielt als Besonderheit einige Kleinsäuger-Zähnen, darunter Reste von *Megacricetodon* cf. *collongensis*, die eine Datierung der Probe in die Kleinsäuger-Zone MN 4 bis unterste MN 5 ermöglichen (det. T. BOLLIGER, ETH Zürich).

Die Fischfauna der Haldenhofmergel

Die Fischfauna der Haldenhofmergel umfaßt neun Arten der Gattungen *Aphanius*, *Atherina*, *Channa*, *Dapalis*, *Mugil* und *Gobius* (Tab. 4). In den Proben von der Typuslokalität der Haldenhofmergel (Fp. 18) sind Otolithen verhältnismäßig häufig; vorwiegend Gobi-

iden, gefolgt von den Atheriniden. Dagegen sind in der Probe von Herdwangen (Fp. 19) Otolithen außerordentlich selten: einzig *Aphanius konradi* und *Channa elliptica*.

Die Proben vom Fp. 18 stammen aus dem unteren Bereich der Haldenhofmergel. Dort sind marin-euryhaline Arten (*Mugil* sp., *Atherina* sp., *Gobius multipinnatus*) und die Brackwasserarten *Dapalis formosus/curvirostris*, *Gobius gregori* und *G. doppleri* anzutreffen. Von den außerdem vorkommenden limnischen Arten *Aphanius konradi* und *A. gubleri* ist eine gewisse Toleranz gegenüber oligohaliner Fazies bekannt. Die Fischfauna der unteren Haldenhofmergel läßt somit auf Brackwasserfazies schließen. *Gobius*, *Atherina* und *Mugil* sind rezent in küstennaher Flachwasserfazies verbreitet, die Arten dieser Gattungen sprechen daher für geringe Wassertiefen.

Die Fischfauna aus den Haldenhofmergeln des Fp. 19 enthält die limnischen Arten *Aphanius konradi* und *Channa elliptica*. Die fehlenden Atheriniden und Gobiiden indizieren die endgültige Aussüßung. Leider ist nichts über die genaue stratigraphische Position des Fp. 19 innerhalb der Abfolge der Haldenhofmergel bekannt. Die Fischfauna erlaubt jedoch die Annahme, daß es sich um obere Haldenhofmergel handelt, da die brackischen Arten der unteren Haldenhofmergel von dem nahe gelegenen Fp. 18 fehlen.

Die Probe vom Fp. 19 kann, wie oben erwähnt, aufgrund von Kleinsäuger-Zähnen in die Säuger-Zonen MN 4 bis unterste MN 5 eingestuft werden. Weiterhin kann aufgrund der Fischfauna vermutet werden, daß diese Probe aus den oberen Haldenhofmergeln stammt. Der Fp. 18, an dem die unteren Haldenhofmergel zutage treten, kann dadurch indirekt in das der Säuger-Zone MN 4 entsprechende Ottngang eingestuft werden.

Die Fauna der unteren Haldenhofmergel (Fp. 18) umfaßt zwei Süßwasserarten, die auch in den Kirchberger Schichten der Ulmer Region und der tiefen OSM der Zentral-Schweiz (Entlebuch) und der NE-Schweiz vorkommen: *Aphanius konradi* und *A. gubleri*. Mit *Atherina* sp. ist eine Art enthalten, die außerdem nur in der tiefen OSM des Entlebuch angetroffen wurde. *Dapalis formosus/curvirostris* und *Gobius multipinnatus* sind hauptsächlich aus den Kirchberger Schichten der Ulmer Region bekannt geworden. *Gobius doppleri* und *G. gregori* sind sowohl in den Kirchberger Schichten der Ulmer Region als auch in den Oncophora-Schichten Niederbayerns verbreitet. Mit *Mugil* sp. weist die Fauna der unteren Haldenhofmergel eine bislang auf diese Abfolge begrenzte marine Art auf.

Tabelle 4. Die Fischfauna der Haldenhofmergel.

A = Fundpunkt-Nrn.; B = Bezeichnung des Fundpunkts; C = stratigraphische Einstufung der Fundpunkte anhand von Kleinsäugerfaunen und mit Hilfe der Fischfaunen; Kü = Kümmerform.

Fischfauna	C		oberes Ottngang		MN4-Basis
	B	A	Haldenhof bei Sippingen		Herdwangen
			18/1	18/2	
<i>Aphanius gubleri</i> n. sp.			2		
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER			2		2
<i>Atherina</i> sp.			10		
<i>Channa elliptica</i> (SALIS)					2
<i>Dapalis formosus/curvirostris</i>				1	
<i>Mugil</i> sp.			1		
<i>Gobius doppleri</i> n. sp.			9		
<i>Gobius gregori</i> n. sp.			20		
<i>Gobius multipinnatus</i> (H.v.MEYER)/KÜ.			12		

Die gemeinsamen Arten lassen eine faunistische Beziehung der Haldenhofmergel des Bodenseegebiets zu den Kirchberger Schichten der Ulmer Region sowie zur OSM des Entlebuch und der NE-Schweiz vermuten. *Mugil* sp. kann als Hinweis auf die Nähe des Molassemeeres in der NE-Schweiz gewertet werden.

Aufgrund der vorherrschenden Gobiiden und Atheriniden sowie der Seltenheit von *Dapalis* handelt es sich bei den unteren Haldenhofmergeln sehr wahrscheinlich um fazielle und stratigraphische Äquivalente der Horizonte 7 und 8 der Kirchberger Schichten der Ulmer Region. Diese Annahme wird durch die stratigraphischen Einstufungen bekräftigt; sowohl die Kirchberger Schichten als auch die unteren Haldenhofmergel können in das obere Ottngang gestellt werden. Die gemeinsamen Fischarten wären damit durch einen direkten Faunenaustausch über den verbrackten Meeressarm in der Graupensandrinne erklärbar.

Zur Fauna der OSM der NE- und der Zentral-Schweiz (Entlebuch) dürfte aufgrund des geringen Altersunterschieds nur eine indirekte Beziehung bestehen. Vermutlich standen die betreffenden Regionen im oberen Ottngang über das Molassemeer mit dem Bodenseegebiet in Verbindung und enthielten eine gemeinsame Fischfauna, die durch die Fauna der unteren Haldenhofmergel zumindest in groben Zügen dokumentiert ist.

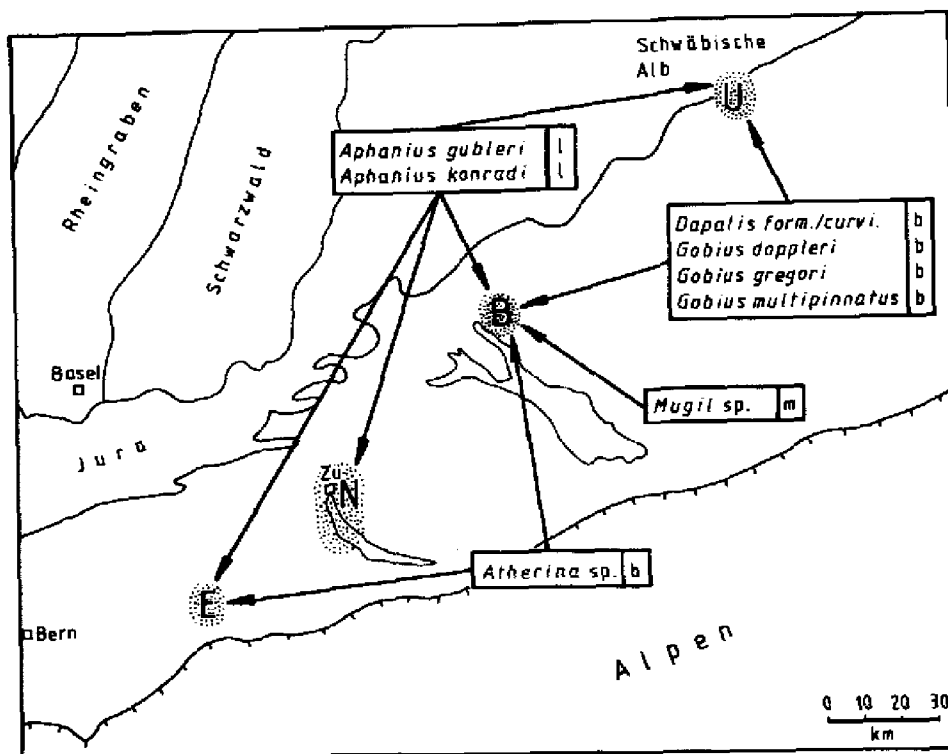


Abb. 4. Überregionale Beziehungen der Fischfauna der unteren Haldenhofmergel des nördlichen Bodenseegebiets zu anderen Gebieten. — Punktirt = schematische Verbreitung der Fischfaunen. Pfeile = Verbreitung der Arten in den verschiedenen Regionen. 1 = limnische Art, b = brackische Art, m = marine Art.

E = Entlebuch: OSM, Napf-Schichten.
N = NE-Schweiz: OSM, Basiszone.

B = Bodenseegebiet: BWM und tiefe OSM, Haldenhofmergel.
U = Ulmer Region: BWM, Kirchberger Schichten.

Ergebnisse zur Fazies, Paläogeographie und Stratigraphie der Haldenhofmergel

Die unteren Haldenhofmergel unterhalb des Haldenhofs bei Sipplingen enthalten eine brackische Fischfauna. Die gemeinsam mit den Fischen massenhaft vorkommenden Charophyten lassen eine oligohaline, ruhige Flachwasserfazies für den Bildungsraum dieser Ablagerungen vermuten. Sowohl zum Molassemeer der NE-Schweiz (*Mugil*-Vorkommen) als auch zum brackischen Faziesraum der Kirchberger Schichten der Ulmer Region ist eine Verbindung über eine verbrackte Meeresstraße nachweisbar.

Die Fischfauna erlaubt die Parallelisierung der unteren Haldenhofmergel mit den durch oligohaline Fazies gekennzeichneten Horizonten 7 und 8 der Kirchberger Schichten der Ulmer Region. Für diese Parallelisierung sprechen auch die Charophyten-Art *Nitellopsis merianii globula* und der Ostracode *Eucypris* sp., da diese in ihrem Vorkommen innerhalb der Kirchberger Schichten auf die Horizonte 7 und 8 beschränkt sind.

Die unteren Haldenhofmergel werden somit aufgrund ihrer brackischen Fauna zur Brackwassermolasse gestellt. Bislang wurden sie als basale Bildung der Oberen Süßwassermolasse aufgefaßt. Stratigraphisch können die unteren Haldenhofmergel — wie oben gezeigt — in das obere Ottnangien eingeordnet werden. Die Grenze Brackwassermolasse — Obere Süßwassermolasse, die bisher an der Basis der Haldenhofmergel gezogen wurde, liegt somit aufgrund der mikropaläontologischen Ergebnisse innerhalb der Haldenhofmergel.

Die Haldenhofmergel des Bagger-Schurfes an der Fundstelle bei Herdwangen werden aufgrund der Fischfauna als obere Haldenhofmergel aufgefaßt. Sie zeichnen sich durch eine arten- und individuenarme Mikrofauna und -flora aus. Die Süßwassergastropoden und die Fisch-Gemeinschaft weisen auf limnische Fazies und damit auf die Zugehörigkeit zur OSM hin. Für Stillwasserverhältnisse spricht das Vorkommen von *Stagnicola armaniensis*. Aufgrund von Kleinsäugern ist eine stratigraphische Einstufung in die Säuger-Zone MN 4 bis unterste MN 5 möglich.

Die Brackwassermolasse (BWM) des Donautals zwischen Ulm und Ingolstadt

Übersicht

Die Mächtigkeit der Grimmelfinger Schichten im nordöstlichen Teil der Graupensandrinne beträgt 10-30 m. Aufgeschlossen sind die Grimmelfinger Schichten vor allem in der Gegend W Ulm; dort sind mehrere große Kies- und Sandgruben in der Fazies der Graupensande sowie in deren feinerkörnigen Äquivalenten angelegt (Gruben bei Eggingen, Staig, Steinberg, Altheim).

Die Bezeichnung Kirchberger Schichten geht auf SANDBERGER (1875) zurück und bezieht sich auf die entlang der Iller bei Ober- und Unterkirchberg (heute Illerkirchberg) aufgeschlossenen brackischen Sedimente.

Die Kirchberger Schichten sind durch eine brackische Makro- und/oder Mikrofauna gekennzeichnet. An der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm bestehen sie aus einer verhältnismäßig fossilreichen Abfolge von Sanden, Schluffen, Tonen, Mergeln und Kalken. Die Mächtigkeit der Kirchberger Schichten beträgt im Ulmer Gebiet und an der Typuslokalität wenige Meter bis maximal 20 m. Das Liegende der Kirchberger Schichten bilden im allgemeinen die Grimmelfinger Schichten, am S-Rand der Graupensandrinne auch die Obere Meeressmolasse (OMM) und am N-Rand der Rinne auch die Untere Süßwassermolasse oder Malm-Kalke. Die Abgrenzung zum Liegenden kann lithologisch und aufgrund der Fauna gut durchgeführt werden. Der Übergang zur hangenden OSM erfolgt allmählich und ist nur mit Hilfe der Mikrofauna, besonders der Otolithen, feststellbar. An Fossilien sind aus den Kirchberger Schichten außer den sehr häufigen Mollusken vollständige Fischskelette, Fischreste, Otolithen, Ostracoden, Characeen, Blätter, Samen und Früchte bekannt geworden (zuletzt DOPPLER 1989, GREGOR et al. 1989, REICHENBACHER 1988b, 1989, SCHWARZ & REICHENBACHER 1989, REICHENBACHER & SCHWARZ 1990). Lokal kommen auch Säugerreste vor.

Die Gliederung der Kirchberger Schichten an der Typuslokalität ist in Tab. 5 dargestellt. In den Bezeichnungen für die Horizonte 3 und 6 erfolgen (gegenüber REICHENBACHER 1989: Tab. 2) einige nomenklatorische Berichtigungen: *Clupea humilis* wird der Gattung *Clupeonella* zugeordnet; *Gobius pretiosus* wird durch *Gobius multipinnatus* ersetzt (siehe "Beschreibung der Otolithen").

Das Alter der Kirchberger Schichten kann verhältnismäßig gut eingegrenzt werden. Die Fundstelle Langenau, die dem Horizont 2, möglicherweise auch dem Horizont 1 entspricht (REICHENBACHER 1988b: Abb. 11), kann mittels der Säugerreste in die Säuger-Zone MN 4b eingestuft werden (HEIZMANN et al. 1980). Eine damit übereinstimmende stratigraphische Einstufung derselben Fundstelle wurde aufgrund der Floren ermittelt (GREGOR 1982, 1989). Auch der Congerien-Horizont der Kirchberger Schichten bei Leipheim wird von GREGOR (1982, 1989) aufgrund der Floren in die Phytozone OSM-1, somit in einen der Säuger-Zone MN 4b etwa

entsprechenden Zeitabschnitt gestellt. Auch MARTINI (1983) und REICHENBACHER (1988b, 1989) kommen zu einer entsprechenden Einstufung, denn sie stellen die Horizonte 1 bis 6 der Kirchberger Schichten an der Typuslokalität und bei Langenau aufgrund der Fischfaunen in das obere Ottnangien. Demgegenüber war die stratigraphische Einstufung der Horizonte 7 und 8 bislang nicht gesichert. REICHENBACHER (1989) nimmt aufgrund der Fischfauna oberstes Ottnangien oder tiefstes Karpatien an. GREGOR (1989) stellt die florenführende Schicht des Horizontes 7 der Fundstelle Wochenau in die Phytozone OSM-2, die er mit der Kleinsäuger-Zone MN 5 und damit mit dem Karpatien parallelisiert. PLANDEROVA (1989) verweist jedoch aufgrund von Pollen-Untersuchungen dieselbe Schicht in das Ottnangien. Fauna und Fazies der Horizonte 7 und 8 sowie die Parallelisierung mit den unteren Haldenhofmergeln lassen eine Einstufung in das obere Ottnangien nunmehr als ziemlich gesichert erscheinen.

Kleinsäugerdatierung, e. europ. Stufe

Table 5. Gliederung der Kirchberger Schichten in der Ulmer Region. Die in Klammern gesetzten Horizonte können zumeist nur an der Typuslokalität festgelegt werden.

- 1 = stratigraphische Einstufung;
- 2 = lithostratigraphische Einheiten und Formationen:
BWM = Brackwassermolasse;
OSM = Obere Süßwassermolasse;
L.U.S. = Limmische Untere Serie;
- 3 = Gliederung der Kirchberger Schichten nach REICHENBACHER (1988b, 1989), leicht verändert;
- 4 = Gliederung der Kirchberger Schichten nach KRANZ (1904) und SCHLICKUM (1963). --
H = Horizont; Sch. = Schichten.

①	②	③	④
Karpät	OSM, L.U.S.	Gelbe Feinsande	Zapfen-, Pfah- und Dinotheriensande
		Graue Schluffe mit Tonschichten	mit Tonschichten
oberes Ottnang	BWM, Kirchberger Schichten	8 Aphanus-/Gobiden-H	Silvana-Schichten
		(7) Flußsand-2-H	
		6 Bithynien-/ Gobius multipinnatus-/ Dapalis crassirostris-H	Bithynien-Schichten
		5 Bithynien-/ Stephanochara ungeri-H	
		4 Unio-/Anaponta-H	Nematurien-Schichten
		3 Clupeonella humilis-/ (3a, 3b) Dapalis curvirostris-H	Fisch-Schichten
		2 Congerien-/Spariden-H	Congerien-/Cardien-Sch.
		1 Flußsand-1-/Viviparen-H (1s, 1n)	Flußsande/Viviparen-Sch.

Tabelle 6. Fossilliste der Fp. 25-34 der Kirchberger Schichten in der Ulmer Region (zumeist Baugruben).

A = Fundpunkt-Nrn.; B = Horizont-Nrn. der Kirchberger Schichten;
 C = Name des Fundpunkts. - n = Anzahl der Ex.; h = > 15 Ex.;
 R = Schalenreste.

Fossilien	Sandgrube Staig			Häuserhof			Senden-1, Pfarrer-Moog-Weg			Senden-2, Isarstraße			Finningen-1, Böschung A7			Finningen-2, Johannesweg westlich Steinheim			nördl. Kadeltshofen, Kiesgr. Mullentetten, Kugelesberg			Steinberg, Waldstraße		
	1	2	3a	6	2	3	2	2	3	2	2	3	2	6	7/8	6	6	6						
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	34	34	34	34	34	34	34						
<i>Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis</i> (KRAUSS)																								
<i>Nematocella</i> sp.	h	h	h	1	h	h		3	h	2	h	h												
<i>Bithynia</i> sp. (Deckel)																								
<i>Bithynia dunkeri</i> GUDE				14	h									15	h	h	h	h						
<i>Cyrtocya conoidea</i> (KRAUSS)	4									h														
<i>Melanopsis impressa impressa</i> KRAUSS										h								2						
<i>Stagnicola armaniensis</i> (NOULET)				13										5	h	h	h	h						
<i>Radix socialis dilatata</i> (NOULET)																		2						
<i>Gyraulus trochiformis dealbatus</i> (BRAUN)					1									5	h	h	h	h						
<i>Planorbarius cornu</i> (BRONGNIART)				2														h						
<i>Ferrissia wittmanni</i> (SCHLICKUM)																		1						
<i>Unio kirchbergensis</i> KRAUSS												h												
<i>Cerastoderma sociale</i> (KRAUSS)										h	h					R								
<i>Congeria amygdaloides</i> DUNKER										h	h			3										
<i>Candana suevica</i> STRAUB	2									5				3										
<i>Candana? kirchbergensis</i> STRAUB	3			2										1										
<i>Ilyocypris gibba</i> (RAMDOHR)	1			5																				
<i>Mediocypris candanaeformis</i> (STRAUB)	11			6														3						
<i>Heterocypris</i> sp.	3			9										2				2						
<i>Clupeanella humilis</i> (H.v.MEYER)	1			1																				
<i>Atherina martini</i> n. sp.					1										1	1								
<i>Atherinidarum brzobohaty</i> (MARTINI)					1																			
<i>Dapalis crassirostris</i> (RZEHA)																		1						
<i>Dapalis curvirostris</i> (RZEHA)																		5						
<i>Dapalis formosus</i> (H.v.MEYER)					6	2			1									23						
<i>Morone moravica</i> WEILER																		1						
<i>Gobius doppleri</i> n. sp.																		1						
<i>Gobius multipinnatus</i> (H.v.MEYER)					7	2								1				12						
<i>Gobius</i> sp. juv.	2											1						2						
Fischzähne				13		1									2	7								
Cypriniden-Schlundzähne	1					3						1		1				1						
<i>Nitellopsis meriani</i> (BRAUN)																		2						

Untersuchung der Kirchberger Schichten

Die Kirchberger Schichten wurden an der Typuslokalität durch REICHENBACHER (1988a, 1989) detailliert untersucht, feinstratigraphisch in die Horizonte 1 bis 8 gegliedert und die Fossilführung ausführlich dokumentiert (Tab. 5).

Die Gliederung der Kirchberger Schichten an der Typuslokalität läßt sich verhältnismäßig gut auf die Fundstellen im Jungholz bei Leipheim übertragen (REICHENBACHER & SCHWARZ 1990). Die hier vorlie-

gende Bearbeitung zeigt außerdem, daß die Gliederung in die Horizonte 1 bis 8 mit Einschränkung auf die Kirchberger Schichten in der weiteren Umgebung von Ulm übertragen werden kann: Die an der Typuslokalität unterscheidbare südliche und nördliche Fazies des Horizonts 1 (1s und 1n) wird zu einem Horizont 1 vereinigt. Ebenso werden die Horizonte 2a und 2b zu einem Horizont 2 und die Horizonte 3a-3c zu einem Horizont 3 zusammengefaßt. Der Horizont 7 läßt sich nur an der Typuslokalität vom hangenden Horizont 8 abgrenzen; diese beiden Horizonte werden daher an den übrigen Fundpunkten als Horizont 7/8 aufgefaßt.

Tabelle 7. Fossiliste zu den Bohrungen der Fundpunkte 35 bis 41 in den Kirchberger Schichten im Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt. – A = Fundpunkt-Nrn.; B = Teufe in m; C = Bezeichnung der Bohrung. n = Anzahl der Ex.; s = selten; h = häufig.

Fossilien	C		B		A		A		A		A		A		A				
	Bubersheim		Günzburg-Reisenburg		Donauwörth		Offingen		Auterried		Bergheim		Lichtentau						
	23-6	32	34	37-39	40-41	44-49	52-55	57	21-22	29-30	88.5	79-82	82-87	96.5-100	85-70	70-73	73-78	78-81	96-98
	35	36	37	38	39	40	41												
<i>Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis</i> (KRAUSS)					1														
<i>Nematurella</i> sp.		1	1		1	1					1								
<i>Bithynia</i> sp. (Deckel)	1	1								1	2	1	h	4	2				
<i>Bithynia dunkeri</i> GUDE	1	1	2			cf.				2				1					
<i>Ctyrokya conoidea</i> (KRAUSS)					2														
<i>Stagnicola armaniensis</i> (NOULET)	1								3										
<i>Gyraulus trochiformis dealbatus</i> (BRAUN)	1								1										
<i>Planorbarius cornu</i> (BRONGNIART)									1										
<i>Ferrissia wittmanni</i> (SCHLICKUM)								1											
Cerastoderma-Schalenreste					h														
<i>Limnopappia</i> -Schalenreste																		s	
Cardiiden-Schalenreste											h							s	h
<i>Congerina amygdaloides</i> DUNKER											1								
Congerien-Schalenreste						s					h			h	s	h			
<i>Mediocypris candanaeformis</i> (STRAUB)									1										
<i>Heterocypris</i> sp.	1												1	10					
<i>Clupeonella humilis</i> (H.v.MEYER)											1							1	
<i>Atherina martinii</i> n.sp.								1	1										
<i>Dapalis formosus</i> (H.v.MEYER)										1				1	2	1	1		
<i>Dapalis formosus/curvirostris</i>																			1
<i>Dapalis</i> sp. juv.										1	1								
<i>Gobius multipinnatus</i> (H.v.MEYER)	1																		
<i>Gobius</i> -Reste und <i>Gobius</i> sp. juv.											3					1			
Spariden-Zähnen						2													2
Fischzähnen			1	1					1	1				h		h			
Cypriniden-Schlundzähnen	1			3							2			1					
Foraminiferen											1								
<i>Spiromatasperrum wetzleri</i> (HEER)					1														

Aufschlüsse

An der Typuslokalität wurden die von REICHENBACHER (1988a, 1989) beschriebenen Fp. 12, 14, 15 und 18 (hier Abb. 1; Fp. 42a-d) erneut untersucht und ausgewertet (Tab. 8). Die Entnahme von Proben wurde dabei auf die bereits als Otolithen-führend bekannten Horizonte 3, 6, 7 und 8 beschränkt. – Daneben wurden an den Fp. 20-25 weitere Aufschlüsse in den Kirchberger Schichten faunistisch ausgewertet. [Eine detaillierte Beschreibung dieser Fundpunkte mit genauen Angaben zur Lage, Geologie, Fossilführung und Fazies siehe in REICHENBACHER (1992: 49-54).] – Durch die Untersuchungen von G. DOPPLER (Geol. Landesamt München) sind weitere kleine Vorkommen von Kirchberger Schichten in der Graupensandrinne zwischen Ulm und Günzburg bekannt geworden (Abb. 1; Fp. 26-34). Durch die Auswertung dieser Mikrofaunen/-flore konnten die jeweiligen Profile den Horizonten 2 bis 6 und 7/8 zugeordnet werden (Tab. 6). [Das Probenmaterial dazu ist im Geol. Landesamt in München hinterlegt.]

Bohrungen

In einigen Bohrungen erkannte DOPPLER (1989) die Kirchberger Schichten vorwiegend aufgrund lithologischer

Befunde. Bohrproben dieser und anderer (nicht publizierter) Bohrungen (Abb. 1; Fp. 35 bis 41) wurden von mir ausgewertet, konnten aber aufgrund der sehr armen Faunen nicht den einzelnen Horizonten zugeordnet werden (Tab. 7).

Die Mikrofaunen und -flore aus den Bohrungen sind in der Sammlung des Bayer. Geol. Landesamts hinterlegt. Nähere Informationen zu den Bohrungen, die entweder aus DOPPLER (1989) entnommen wurden oder von DOPPLER (schriftl. Mitt. 1990-1991) zur Verfügung gestellt wurden, siehe REICHENBACHER (1992: 56).

Die Fischfauna der Kirchberger Schichten

In der Fischfauna der Kirchberger Schichten wurden 19 Arten anhand von Otolithen nachgewiesen, fünf davon sind außerdem durch Skelettfunde belegt (v. MEYER 1852, 1856, WEILER 1955). Außerdem liegen eine oder mehrere Arten der Familien Cyprinidae und Sparidae vor.

Fischfauna	Kirchberger Schichten							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Clupeonella cornuta</i> (REICHENBACHER)			24					
<i>Clupeonella humilis</i> (H.V. MEYER)	2	3	125					
<i>Proteobias weileri</i> SALIS						11	8	61
<i>Aphanius gubleri</i> n. sp.								3
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER						5	5	23
<i>Atherina martinii</i> n. sp.			2	1		10	6	80
<i>Atherina molassica</i> n. sp.		1	1			3		
<i>Atherina schwarzhaasi</i> n. sp.			1					
<i>Atherinidarum brzobohaty</i> (MARTINI)						3		
<i>Channa elliptica</i> (SALIS)						1	1	7
<i>Dapalis crassirostris</i> (RZEHAKE)						7		
<i>Dapalis curvirostris</i> (RZEHAKE)			42			36		
<i>Dapalis formosus</i> (H.V. MEYER)		1	62	1	1	270		6
<i>Morone maravica</i> WEILLER					1	6		
<i>Sciaena kirchbergensis</i> KÖKEN		2						
<i>Gobius dapleri</i> n. sp.		2				11	8	120
<i>Gobius gregori</i> n. sp.						11	1	125
<i>Gobius multipinnatus</i> (H.V. MEYER)		4	95			180	1	8
<i>Gobius multipinnatus</i> /Kümmersform			1			22	4	87
<i>Solea kirchbergana</i> H.V. MEYER		1	2					
Spariden-Zähne	h	hh	s					
Cypriniden-Schlundzähne			s	s	s	hh	hh	hh
Cypriniden-Lapilli						h	h	hh

Tabelle 8. Die Fischfauna der Kirchberger Schichten im Donautal zwischen Eggingen, Ulm und Günzburg. — A = Horizont-Nrn.; n = Anzahl der Sagitten; s = 1-5 Ex., h = 6-20 Ex., hh = > 20 Ex.

Die Cypriniden-Schlundzähne und Cypriniden-Lapilli werden hier nicht nach Arten aufgeschlüsselt, da für die Schlundzähne eine umfassende Revision und taxonomische Neubearbeitung durch J. GAUDANT (Paris) in Vorbereitung ist bzw. für die Lapilli taxonomische Untersuchungen an rezenten Arten abgewartet werden sollen. Auf eine Artbestimmung der Spariden-Zähne, wie von REICHENBACHER (1988b) in Anlehnung an JONET (1975) durchgeführt, wurde gleichfalls verzichtet; auch dazu fehlen entsprechende Untersuchungen an rezenten Fischen. [Diese Fossilreste sind in Tab. 8 und den übrigen Fossiltabellen allgemein als Cypriniden-Schlundzähne, Cypriniden-Lapilli sowie Spariden-Zähne zusammengefaßt.]

Die Systematik der Fischfauna aus den Kirchberger Schichten an deren Typuslokalität (REICHENBACHER 1988b) wird in einigen Fällen revidiert, und dabei werden die zuvor 16 *Gobius*-Taxa auf nunmehr drei Arten zurückgeführt. 13 der *Gobius*-Arten waren bereits von REICHENBACHER (1988b: 25) ausdrücklich nur als Formgruppen aufgefaßt worden. Die Revision einiger Arten aus den Kirchberger Schichten (Einzelheiten dazu siehe unter "Beschreibung der Otolithen") ergab sich durch die Überprüfung des nunmehr verfügbaren Belegmaterials zu SALIS (1967).

Die Fischfauna der Kirchberger Schichten zeichnet sich gegenüber den Fisch-Gemeinschaften der übrigen

hier untersuchten Regionen durch ihre Artenvielfalt und den Individuenreichtum aus (Abb. 5, Tab. 8 sowie REICHENBACHER 1989: 158).

Der Horizont 1 repräsentiert die Delta-Ablagerungen eines von S in die Graupensandrinne mündenden Flusses (KRANZ 1904). Zu diesem Zeitpunkt stand die Graupensandrinne mit dem Molassemeer der NE-Schweiz und sehr wahrscheinlich mit dem niederbayerischen Oncophora-Becken in Verbindung, so daß in der Graupensandrinne marine bis brackische Bedingungen herrschten. Die Aufteilung des Horizonts 1 in eine nördliche, mehr brackisch beeinflusste Fazies (Horizont 1n) und eine südliche, eher fluviatil geprägte Fazies (Horizont 1s) (REICHENBACHER 1989) erweist sich nur an der Typuslokalität als durchführbar; andernorts werden die entsprechenden Ablagerungen allgemein zu einem Horizont 1 zusammengefaßt. Die Fischfaunen dieses Horizonts sind arten- und individuenarm; lediglich *Clupeonella humilis* und einige Spariden-Zähne wurden gefunden. Ihre Seltenheit könnte in der vermutlich raschen Schüttung der Feinsande des Horizonts 1 begründet sein. Gemeinsam mit den marin-euryhalinen und brackischen Mollusken, den Rzehakien und

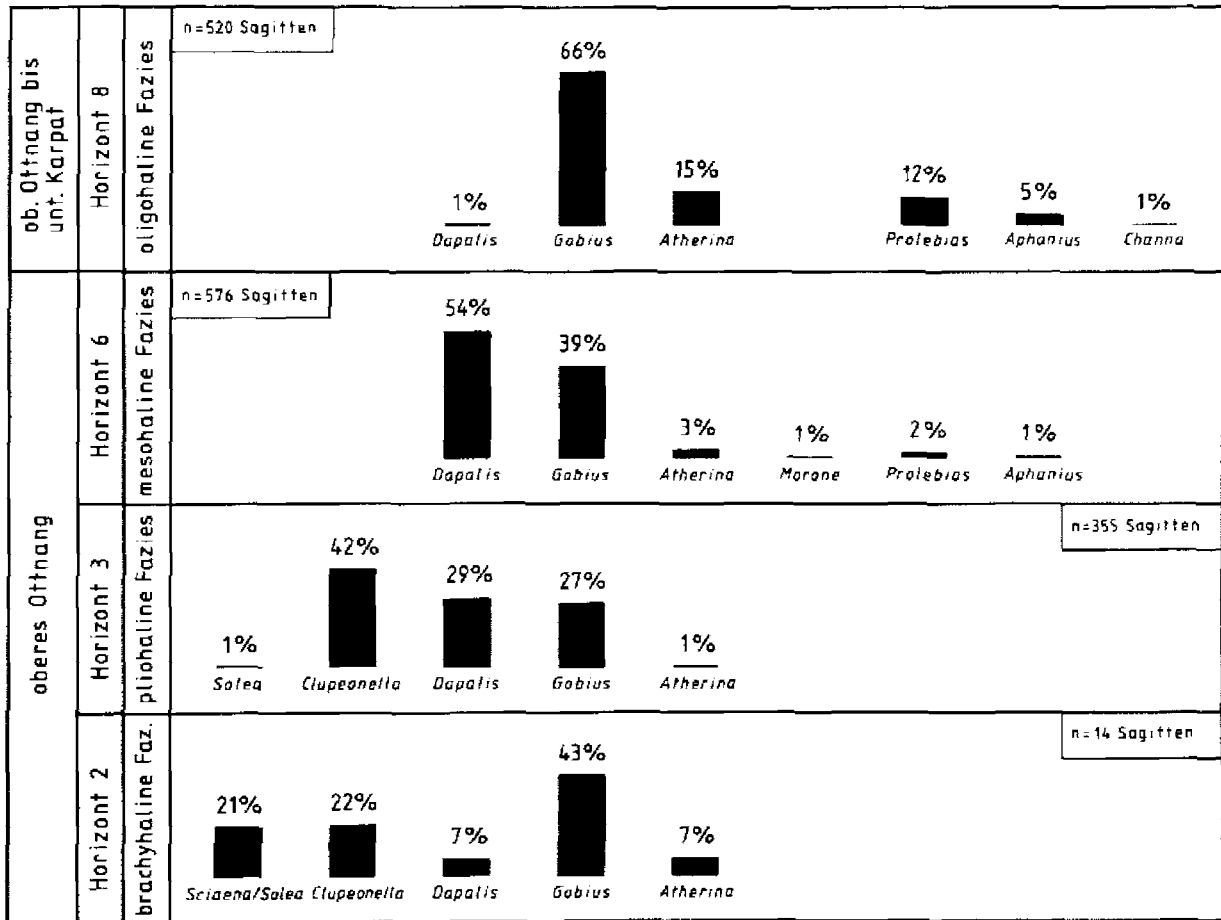


Abb. 5. Entwicklung der Fischfaunen in den Kirchberger Schichten in Abhängigkeit von der Salinität.

Cardiiden, weisen die genannten Fische des Horizonts 1 auf brachyhaline Fazies hin (18-30 ‰ Salzgehalt). Im einzelnen kann man sich den Faziesraum vermutlich stärker differenziert vorstellen: oligohaline (0,5-3 ‰ Salzgehalt) bis limnische Fazies in der Nähe des von S in die Graupensandrinne mündenden Flusses (z. B. bei Unter- und Oberkirchberg), im Delta (z. B. bei Staig, Steinberg und Hüttisheim) vermutlich brachyhaline Bedingungen und im deltafernen Bereich der Graupensandrinne möglicherweise sogar ein mariner Faziesraum, worauf die Sciaeniden von Langenau hinweisen (MARTINI 1983, REICHENBACHER 1988b: Abb. 11).

Auch die in REICHENBACHER (1988b, 1989) in die Horizonte 2a und 2b gegliederten Profilabschnitte sind nur an der Typuslokalität unterscheidbar und werden hier zu einem Horizont 2 zusammengefaßt. Er enthält eine verhältnismäßig artenreiche Fischfauna, in der marin-euryhaline Arten (*Clupeonella humilis*, *Atherina molassica*, *Sciaena kirchbergensis*, *Gobius multipinnatus*, *Solea kirchbergana* und Spariden) dominieren (Abb. 5). Bei den außerdem nachgewiesenen *Dapalis formosus* und *Gobius doppleri* handelt es sich um

Brackwasserarten. Aufgrund der Fischfauna kann für Horizont 2 ein flacher, gut durchlüfteter, leicht wellenbewegter, brachyhaliner Faziesraum angenommen werden, was mit den Ergebnissen aufgrund der Molluskenfaunen gut übereinstimmt (SCHLICKUM 1970c; STRAUCH 1973; REICHENBACHER 1989). — Die scheinbare Individuenarmut der Otolithen im Horizont 2 (Tab. 8) dürfte vorgetäuscht sein, weil in diesem Schillhorizont die Schalentrümmer der Mollusken die gleiche Korngröße wie die Otolithen aufweisen. [Um aus diesem Schillhorizont Otolithen zu gewinnen, sind sehr aufwendige Auslesearbeiten erforderlich.]

Die wiederum nur an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten mögliche Gliederung des Horizonts 3 in einen unteren (3a), mittleren (3b) und oberen Abschnitt (3c) und die Entwicklung der Fischfauna innerhalb dieses Horizonts wurde bereits ausführlich beschrieben (REICHENBACHER 1988b, 1989). Andernorts werden diese Abschnitte zu einem Horizont 3 zusammengefaßt, wenn die bezeichnenden Arten *Clupeonella humilis* (nur in 3a) und *Dapalis curvirostris* (erstmalig in 3c) nicht nachgewiesen werden konnten.

In der Fischfauna des Horizonts 3 kommen außer den seltenen Cypriniden und Spariden neun Arten vor; zwei davon (*Clupeonella cornuta*, *Atherina schwarzhansi*) sind nur in diesem Horizont anzutreffen, zwei andere kommen erstmals vor (*Atherina martinii* und *Dapalis curvirostris*). Es dominieren die marin-euryhalinen Clupeiden und *Gobius multipinnatus* sowie die verhältnismäßig häufigen *Dapalis*-Arten (Abb. 5). Atheriniden und *Solea kirchbergana* sind sehr selten. Insgesamt kann aufgrund der Fischfauna für den Horizont 3 pliohaline Fazies in einer ruhigen, vom offenen Meer abgeschlossenen Bucht oder Lagune angenommen werden. Der gegenüber dem Horizont 2 höhere Anteil typischer Brackwasserarten (*Dapalis*), die seltenen Sparidenreste und das Fehlen von *Sciaena kirchbergensis* zeigen, daß der Salzgehalt im Vergleich zum Horizont 2 etwas geringer war.

Die Fischfauna der Horizonte 4 und 5 enthält außer den Cypriniden nur drei Arten: im Horizont 4 jeweils eine Sagitta von *Dapalis formosus* und *Atherina martinii* (dies könnte jedoch auch im Zusammenhang mit der schlechten Schlammbarkeit des Gesteins stehen), im Horizont 5 nur vereinzelt Otolithen von *Morone moravica* und *Dapalis formosus* (aus gut schlammbaren Sedimenten). Trotz dieser artenarmen Fischfauna läßt sich auf einen immer noch brackischen Faziesraum schließen. Aufgrund der Mollusken (Süßwassergastropoden, *Unio*, *Anodonta*) und Ostracoden (*Darwinula*, *Limnocythere*, *Ilyocypris*) handelte es sich wahrscheinlich um ein ausgedehntes, gut durchlüftetes, oligohalines Binnen-Gewässer in Küstennähe.

Im Horizont 6 wurden 13 Arten nachgewiesen, außerdem einige Cypriniden; er belegt damit die arten- und individuenreichste Fischfauna innerhalb der Kirchberger Schichten. Vier Arten kommen erstmals vor (*Prolebias weileri*, *Aphanius konradi*, *Channa elliptica* und *Gobius gregori*), zwei Arten sind innerhalb der Kirchberger Schichten auf den Horizont 6 beschränkt (*Atherinidarum brzobohaty* und *Dapalis crassirostris*), es dominieren *Dapalis formosus* und, etwas weniger häufig, *Gobius multipinnatus*; *Dapalis curvirostris* ist als ziemlich selten zu bezeichnen, alle übrigen Arten sind selten. — Neben typisch entwickelten Sagitten von *Gobius multipinnatus* kommen im Horizont 6 im Habitus etwas abweichende Sagitten der Art vor. Diese sind gerinfügig höher, ihr anterodorsaler Umgang ist kantiger und der anteroventrale Fortsatz ist reduziert oder fehlt. Sie werden als "Kümmerformen" des marin-euryhalinen *G. multipinnatus* gedeutet, da ihre Anzahl in den Horizonten 3 bis 8 mit abnehmendem Salzgehalt zunimmt (Tab. 8).

Insgesamt setzt sich die Fischfauna überwiegend aus Brackwasserarten zusammen (*Prolebias weileri*, *Dapalis formosus*, *D. curvirostris*, *D. crassirostris*,

Gobius doppleri, *G. gregori*). Außerdem sind marin-euryhaline Arten vertreten (*Atherina martinii*, *A. mollassica*, *Atherinidarum brzobohaty*, *Morone moravica*, *Gobius multipinnatus*). Die übrigen Arten sind als limnisch, jedoch tolerant gegenüber brackischer Fazies zu werten, da sie sowohl aus brackischen als auch aus ausgesüßten Faziesräumen bekannt sind: *Aphanius konradi* und *Channa elliptica*. Von rezenten Cypriniden ist gleichfalls eine gewisse Toleranz gegenüber einer Verbrackung bekannt (bis 5 ‰ Salzgehalt).

Die Fischfauna des Horizonts 6 läßt aufgrund der dominierenden Brackwasserarten, insbesondere der *Dapalis*-Arten, auf ein "typisch brackisches", d. h. mesohalines Gewässer schließen (5-10 ‰ Salzgehalt). Die Gobiiden sprechen für ein flaches Gewässer, die Atheriniden und *Morone moravica* für Küstennähe. Im Unterschied zu den Horizonten 4 und 5 scheint somit während der Ablagerung des Horizonts 6 eine neuerliche Meeresverbindung bestanden zu haben.

Im Horizont 7 sind Cypriniden-Schlundzähne (wie zuvor im Horizont 6) verhältnismäßig häufig, Otolithen jedoch recht selten. Bislang wurden sieben Arten nachgewiesen, darunter die seltenen *Prolebias weileri*, *Aphanius konradi*, *Atherina martinii*, *Gobius doppleri* sowie Kümmerformen von *G. multipinnatus*. Von den übrigen (typische *G. multipinnatus*, *G. gregori* und *Channa elliptica*) liegt jeweils nur eine einzige Sagitta vor. Gegenüber der Fauna des Horizonts 6 fällt vor allem das Fehlen der zuvor so häufigen *Dapalis*-Arten auf. Der Nachweis von *Atherina martinii*, *Prolebias weileri* und *Gobius multipinnatus* zeigt jedoch, daß auch im Horizont 7 noch mit schwach brackischer Fazies gerechnet werden kann. Der Salzgehalt war anscheinend so gering, daß für die *Dapalis*-Arten keine geeigneten Lebensbedingungen mehr bestanden.

Die Fischfauna des Horizonts 8 umfaßt neun Arten sowie einige Cypriniden; er ist gegenüber dem Horizont 7 ausgesprochen individuenreich. Eine Art (*Aphanius gubleri*) kommt nur im Horizont 8 vor, die übrigen sind alle aus den tieferen Horizonten bekannt. Die Gobiiden überwiegen mit drei Arten. Bei *Gobius multipinnatus* hat sich das Verhältnis typisch entwickelter Sagitten zu Kümmerformen umgekehrt: Waren im Horizont 6 noch 90% der Sagitten typisch entwickelt und nur 10% "verkümmert", so ist dieses Verhältnis im Horizont 8 genau umgekehrt. Andere wichtige und häufige Arten sind *Atherina martinii* und *Prolebias weileri* sowie etwas untergeordnet *Aphanius konradi* (Abb. 5). Die übrigen, *Aphanius gubleri*, *Channa elliptica* und *Dapalis formosus*, sind selten. *D. formosus* wurde zudem nur anhand ziemlich kleiner, wenig entwickelter Sagitten nachgewiesen; sie stammen wahrscheinlich von Jungfischen.

Die Häufigkeit von *Prolebias weileri*, *Atherina martinii*, *Gobius doppleri*, *G. gregori* und *G. multipinnatus* zeigt, daß im Horizont 8 weiterhin mit brakischer (oligohaliner) Fazies gerechnet werden kann, da diese Arten in den vollständig ausgesüßten Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (fast) nicht mehr vorkommen.

Atherina martinii und *Prolebias weileri* wurden bei Illerkirchberg sehr selten auch im Hangenden der Kirchberger Schichten in der tiefen Oberen Süßwassermolasse gefunden. *P. weileri* kommt außerdem in der tiefen OSM des Entlebuch der Zentral-Schweiz vor. Die Faunen dieser Lokalitäten repräsentieren sehr wahrscheinlich in ausgesüßter Fazies noch eine Zeitlang persistierende Reliktfaunen.

REICHENBACHER (1989) konnte aufgrund der bis dahin verfügbaren Daten brakische Fazies für den Horizont 8 nur vermuten, jedoch nicht eindeutig belegen. DOPPLER (1989) betrachtet daher – und weil die makroskopisch erkennbaren Brackwassermollusken fehlen – die Horizonte 7 und 8 als ausgesüßt und stellt sie an die Basis der Oberen Süßwassermolasse bzw. seiner Linnischen Unteren Serie. Hingegen können die Horizonte 7 und 8 aufgrund ihrer brakischen Fischfaunen nunmehr eindeutig den Kirchberger Schichten zugewiesen werden, wie es auch KRANZ (1904) für die äquivalenten Silvana-Schichten bei Unter- und Oberkirchberg angenommen hat.

Stratigraphie und Paläoökologie der Kirchberger Schichten

Über die Evolution der brakischen und limnischen Fischfaunen im Otnangien und Karpatien liegen noch nicht genügend Daten vor, so daß auf eine überregionale Biostratigraphie der Brackwassermolasse und tiefen Oberen Süßwassermolasse anhand der Fische vorerst verzichtet wird. Möglicherweise handelt es sich bei *Aphanius gubleri* um einen evolutiven Nachfahren von *Aphanius konradi*. *A. gubleri* ist leider sehr selten, jedoch – nach den Säuger-Datierungen der betreffenden Proben zu urteilen – anscheinend charakteristisch für das oberste Otnangien und das Karpatien.

Bisher ist nur innerhalb eines räumlich begrenzten Gebiets oder Beckens, wie z. B. in der Ulmer Region, die biostratigraphische Gliederung einer lithostratigraphischen Formation (Kirchberger Schichten) anhand der Fische in "assemblage zones" möglich (Horizonte 1 bis 8). Diese Horizonte repräsentieren jedoch vor allem Bereiche einer ganz bestimmten Salinität, und die Fischfaunen (Abb. 5) dürften von diesen speziellen Bedingungen stark geprägt worden sein. Die durchge-

führte Gliederung der Brackwassermolasse anhand von Fischfaunen in einem Becken kann daher nicht ohne weiteres auf die übrigen Regionen übertragen werden. Vielmehr ist zu vermuten, daß gleichartige Fischfaunen verschiedener Regionen vor allem ähnliche Fazies anzeigen, jedoch nicht unbedingt gleichaltrig sind.

Anhand der Fischfaunen können die verschiedenen Stadien der Verbrackung gut rekonstruiert werden. So ist in den Kirchberger Schichten eine *Gobius-Clupeonella*-Gemeinschaft für brachyhaline Fazies bezeichnend, *Clupeonella-Dapalis-Gobius*-Assoziationen sind als Hinweis auf pliohaline Fazies zu werten, *Dapalis-Gobius* dominierte Faunen deuten auf mesohaline Fazies, und *Gobius-Atherina-Prolebias-Aphanius*-Faunen sind ein Indikator für oligohaline Fazies.

Überregionale Beziehungen der Kirchberger Schichten

Einige Fisch-Arten der Kirchberger Schichten sind auch in den Ablagerungen der tiefen OSM der NE-Schweiz und der Zentral-Schweiz (Entlebuch) verbreitet: *Prolebias weileri*, *Aphanius gubleri*, *A. konradi* und *Channa elliptica* (Abb. 3). Von diesen kann nur *P. weileri* als charakteristische Brackwasserart gelten und eine ehemalige Meeresverbindung der Ulmer Region über die Graupensandrinne mit der Schweiz belegen. Die dort gemeinsamen vier Süßwasserarten lassen keinen großen Altersunterschied zwischen der in das Karpatien einstuftbaren Fischfauna der OSM der Schweiz und der in das oberste Otnangien datierbaren Fischfauna der Kirchberger Schichten der Ulmer Region vermuten. Dazu paßt auch, daß die gemeinsamen Arten innerhalb der Kirchberger Schichten entweder auf den stratigraphisch jüngsten Horizont 8 beschränkt sind oder dort am häufigsten vorkommen.

Auch mit der Fischfauna der Haldenhofmergel des Bodenseegebiets bestehen Gemeinsamkeiten. Sowohl in den unteren Haldenhofmergeln als auch in den Kirchberger Schichten kommen *Aphanius gubleri*, *A. konradi*, *Dapalis formosus/curvirostris*, *Gobius gregori* und Kümmerformen von *G. multipinnatus* vor (Abb. 4). Demnach könnte auch zwischen dem Faziesraum der Haldenhofmergel und dem der Kirchberger Schichten eine – vielleicht nur sporadische – Meeresverbindung bestanden haben.

Gute Übereinstimmung zeigt die Fischfauna der Kirchberger Schichten mit der Fauna der Oncophora-Schichten in Niederbayern. Es liegen mindestens neun gemeinsame Arten vor (Abb. 6): *Aphanius konradi*, *Atherina molassica*, *A. schwarzhansi*, *Atherinidarum brzobohatyi*, *Dapalis crassirostris*, *D. curvirostris*, *D.*

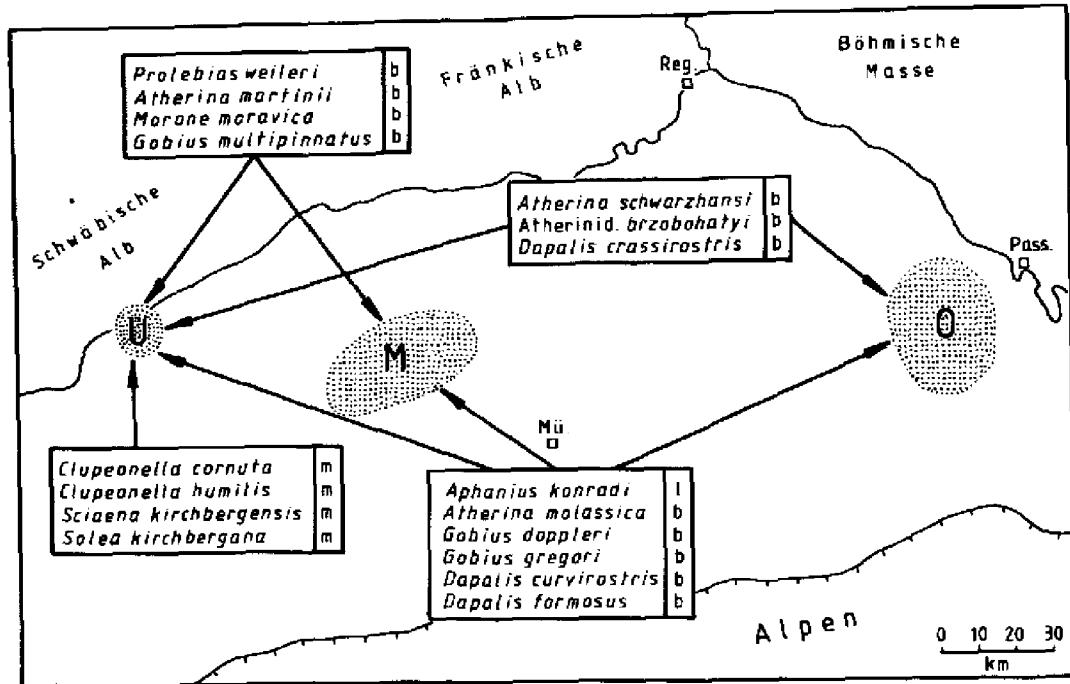


Abb. 6. Überregionale Beziehungen der Fischfauna der Kirchberger Schichten der Ulmer Region zu anderen Gebieten. — Punktiert = schematische Verbreitung der Fischfaunen; Pfeile = Verbreitung der Arten in den verschiedenen Regionen; l = limnische, b = brackische, m = marine Art.

U = Ulmer Region; BWM, Kirchberger Schichten.

M = mittleres oder zentrales Molassebecken zwischen Iller, Lech und Isar; SBM, Sand-Kalkmergelserie und Bunte Mergelserie.

O = Oncophora-Becken in Niederbayern und Oberösterreich; BWM, Oncophora-Schichten.

formosus, *Gobius doppleri* und *G. gregori*. Eine weitere gemeinsame Art ist wahrscheinlich *Morone moravica*; leider sind die Sagitten dieser Art aus den Oncophora-Schichten zu schlecht erhalten, um sie zweifelsfrei zu bestimmen. Da die Fischfauna mit Ausnahme von *Aphanius konradi* aus brackischen und marin-euryhalinen Arten besteht, kann davon ausgegangen werden, daß zwischen dem Oncophora-Becken in Niederbayern und dem Kirchberger Becken der Ulmer Region eine Meeresverbindung bestand, durch die ein Faunenaustausch möglich war. Deshalb können die Ablagerungen in beiden Becken als etwa gleichalt gelten.

Schließlich sind auch in der Süßbrackwassermolasse zwischen Iller und Isar mit *Prolebias weileri*, *Aphanius konradi*, *Atherina martinii*, *A. molassica*, *Dapalis curvirostris*, *D. formosus*, *Morone moravica*, *Gobius doppleri*, *G. gregori* und *G. multipinnatus* zahlreiche Arten der Kirchberger Fauna enthalten (Abb. 6), die ebenfalls auf einen Faunenaustausch bzw. eine Meeresverbindung beider Regionen hinweisen (siehe "Stratigraphie ...").

Die Übereinstimmung und mögliche Parallelisierung der Fischfaunen von Illerkirchberg mit der von

Langenau wurde bereits von MARTINI (1983) und REICHENBACHER (1988b) erläutert. Dort wird zwar auch auf einige Gemeinsamkeiten der Faunen von Ivančice mit denen der Ulmer Region hingewiesen. Darüber hinaus belegt die Ivančice-Fauna aber sehr viele eigenständige Elemente, die eine direkte Meeresverbindung der Ulmer Region mit dem S-mährischen Becken ausschließen lassen. Die gemeinsamen Arten *Morone moravica*, *Gobius multipinnatus*, *Dapalis formosus* und *D. curvirostris* sind vermutlich aus der Fischfauna des Eggenburgien und des mittleren Ottnangien abzuleiten, da zu dieser Zeit das Molassemeer von S-Mähren über S-Deutschland bis in die Schweiz reichte. In der sehr wahrscheinlich in das Eggenburgien einzustufenden Fischfauna von Znojmo in S-Mähren wurden gleichfalls einige dieser Arten nachgewiesen (BRZOBOHATÝ 1969: *Morone moravica*, *Dapalis formosus* und *D. curvirostris*), ebenso wie in der dem Eggenburgien zugewiesenen Fischfauna von Mägen in Niederösterreich (BRZOBOHATÝ 1989: *Morone moravica*). Außerdem dürften die nahezu übereinstimmenden Bedingungen im Ablagerungsraum von Ivančice und der Ulmer Region die gleichartigen Fischfaunen gefördert haben, worauf auch die sehr ähnlichen Molluskenfaunen hinweisen (ČTYROKÝ 1972).

Die tiefe Obere Süßwassermolasse (OSM) im Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt

Übersicht

Wie bereits im Bereich der südwestlichen Graupensandrinne wird hier nur die älteste Abfolge der OSM betrachtet. Dies sind am N-Rand der Graupensandrinne die "Süßwasserkalke" oder "Silvana-Kalke", im übrigen Gebiet die von DOPPLER (1989) als "(Palustrische) Limnische Untere Serie" definierten Ablagerungen. [Hinsichtlich der Süßwasserkalke siehe "Die basale Obere Süßwassermolasse des nördlichen Bodenseegebiets".] Die Limnische Untere Serie sensu DOPPLER (1989) umfaßt den basalen Teil der "Unteren Serie" der alten Gliederung der OSM nach ABELÉ et al. (1955). Den jüngeren Teil der Unteren Serie bildet die gleichfalls von DOPPLER (1989) neu eingeführte "Fluviatile Untere Serie", auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Nach DOPPLER (1989: Tab. 1) erreicht die Limnische Untere Serie auf dem Kartenblatt L 7726 Neu-Ulm eine Mächtigkeit zwischen 60 und 80 m und kann in das Karpatien bis untere Badenien eingestuft werden. Die Sedimente entstanden in einem "höchstens langsam durchströmten, großenteils versumpften Ablagerungsraum abseits der Flußrinnen mit fluviatilen Sedimenten" (DOPPLER 1989: 88). Charakteristische Ablagerungen sind überwiegend grau gefärbte, karbonathaltige Schluffe, Feinsande und Tonmergel. Auch die in REICHENBACHER (1989) von Illerkirchberg beschriebenen "Grauen Schluffe" gehören hierher. Mergelkalk- und Kalksteinbänke sind auf den tiefsten Abschnitt der Limnischen Unteren Serie begrenzt.

Nach REICHENBACHER (1989: Tab. 2) entsprechen die ältesten Bildungen der OSM in der Ulmer Region dem höchsten Otnangien oder tiefsten Karpatien. Anhand von Kleinsäugern, die zur Zeit von E. BOON (Paläont. Inst. München) neu bearbeitet werden, ist aus der OSM dieser Gegend bislang keine ältere Einstufung als MN 5 (Karpatien) bekannt geworden (mündl. Mitt. E. BOON, 1991). Die Floren erlauben eine stratigraphische Einstufung der betreffenden Abfolge in die Phytozone OSM-2, die mit der Säuger-Zone MN 5 parallelisiert wird (GREGOR 1982, 1989).

T. BOLLIGER (Vortrag zur Tagung der Paläont. Gesellschaft in Eggenburg 1991) berichtete über Kleinsäugerfaunen in der OSM der NE-Schweiz, die in die Säuger-Zone MN 4b gestellt werden. Daraus ist ersichtlich, daß innerhalb einer größeren Region mit nicht unbedeutenden Verzahnungen mariner Schichten (OMM) mit brackischen Ablagerungen (Kirchberger Schichten) und bereits ausgesüßten Abfolgen (OSM) gerechnet werden sollte.

An Fossilien sind aus den Ablagerungen der OSM vor allem limnische und terrestrische Gastropoden, Characeen, Ostracoden, Fischreste, Klein- und Großsäugerreste sowie Samen und Früchte bekannt geworden (RÜHL 1896, KIDERLEN 1931, GALL 1971, STRAUB 1952, GREGOR 1982, GREGOR et al. 1989, HEISSIG 1989, REICHENBACHER 1989, SCHWARZ & REICHENBACHER 1989).

Abgrenzung der OSM

gegen die Kirchberger Schichten

Die Abgrenzung der brackischen Kirchberger Schichten gegen die vollständig ausgesüßten Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse wurde immer wieder neu diskutiert. Es handelt sich um eine lithostratigraphische bzw. biofaziale und nicht um eine chronostratigraphische Grenze, weil davon ausgegangen werden kann, daß sich die Ausfüllung bzw. das Aussterben der brackischen Fauna nicht überall gleichzeitig vollzog. Die bisherige Abgrenzung der Kirchberger Schichten gegen die OSM erfolgte in den allermeisten Fällen anhand des Erlöschens der brackischen Mollusken, insbesondere der "Hydrobien" bzw. der Nematurrellen. So legen KIDERLEN (1931), STRAUB (1952) und LEMCKE et al. (1953) die Grenze zur OSM in die "Übergangsschichten", die den Bithynien- und den Silvana-Schichten bzw. den Horizonten 5 (oberer Teil) bis 8 entsprechen (Tab. 5). Nach STRAUB (1973) und SCHLICKUM (1974) setzt die OSM mit Beginn der Silvana-Schichten ein; die Silvana-Schichten umfassen den oberen Teil des Horizonts 7 sowie den Horizont 8. WERNER (1975) und ZÖBELEIN (1985) lassen die Grenze zur OSM, wie zuvor KIDERLEN (1931), durch die Bithynien-Schichten hindurchgehen. REICHENBACHER (1989) ermittelt den Beginn der OSM aufgrund der Mikrofauna und stellt auch die Silvana-Schichten bzw. die Horizonte 7 und 8 noch zu den Kirchberger Schichten. Der Einsatz der OSM erfolgt danach erst mit der überwiegend fluviatil geprägten Sedimentation im Hangenden der Silvana-Schichten bzw. des Horizonts 8. DOPPLER (1989) vertritt die Ansicht, daß allein die makroskopisch erkennbare brackische Molluskenfauna die Abgrenzung der Kirchberger Schichten gegen die OSM rechtfertigt. Entsprechend stellt er die Horizonte 7 und 8 bereits in die OSM.

Durch die hier erfolgten Untersuchungen wird das Einsetzen der Oberen Süßwassermolasse im Hangenden der Silvana-Schichten bzw. des Horizonts 8 bestätigt (siehe "Die Fischfauna der Kirchberger Schichten").

Untersuchung der OSM

Am Illersteinhang bei Illerkirchberg wurden die von REICHENBACHER (1988a: 176, 188) beschriebenen Fp. 8 und 15 (Abb 1: 42e, f) durch neue Proben aus dem Bereich der "Grauen Schluffe" ergänzt und hinsichtlich ihrer Fischfauna ausgewertet. Die "Grauen Schluffe" treten außerdem an einem neuen Hangrutsch S Oberkirchberg zutage (Fp. 42g). Ein weiterer Aufschluß in der tiefen OSM befindet sich unterhalb der Reisingburg bei Günzburg (Fp. 43). – Weiteres Fossilmaterial aus Baugruben und Bohrungen in der Limnischen Unteren Serie und den Silvana-Kalken wurde mir von G. DOPPLER (Geol. Landesamt München) zur Bearbeitung überlassen. [Eine kurze Beschreibung dieser Fundpunkte nach den Angaben von DOPPLER (schriftl. Mitt. 1989-1991)

Table 9. Fossilliste zu Aufschlüssen und Bohrungen in der Limnischen Unteren Serie im Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt.

A = Fundpunkt-Nrn.; B = Proben-Nrn. oder Teufe; C = Bezeichnung der Bohrung/des Aufschlusses. n = Anzahl der Ex.; h = > 15 Ex.; R = Schalenreste.

Mikrofossilien	Bhrg. Berghelm		Illerhang bei Illerkirchberg		Reisensburg bei Günzburg				Bgr. östl. Werzlen	Sportplatz Häusen	Tongrube Eulenberg	Tgr. Ichenhausen	Bhrg. Donauwörth B	Bhrg. Autenried	Bhrg. Meitingen					
	56-57m	42g/1	42g/2	43/1	43/3	43/4	43/5	43/6	43/7	43/9	27/82	46/85	64/85	65/85	68-75/85	58-62m	58,5m	94,6m		
	40	42g					43			44	45	46	47	48	49	50				
<i>Bithynia</i> sp. (Deckel)		7	h	h			4	2	h	1		13								
<i>Bithynia dunkeri</i> GUDE		7	h									2				1				
<i>Bithynia glabra</i> (ZIETEN)									3	5										
<i>Stagnicola armaniensis</i> (NOULET)	2	h	h		4	3			3	10	1	h	4	1			2	2		
<i>Radix socialis dilatata</i> (NOULET)		2	1																	
<i>Gyraulus trochiformis dealbatus</i> (BRAUN)	4	4		1						1	6			1						
<i>Planorbium cornu</i> (BRONGNIART)		5	1		3					2										
<i>Ferrissia wittmanni</i> (SCHLICKUM)			2																	
<i>Leucaceroopsis francofurtana</i> (WENZ)						R			R											
<i>Cepaea silv. silvana</i> (KLEIN)/Anfangswind.	1	2	3		2							9	2							
<i>Eucypris</i> ? sp.							h		3											
<i>Medioocypris condanaeformis</i> (STRAUB)			h									R		1						
<i>Atherina martinii</i> n. sp.		1																		
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER	1	1		1							1		1							
<i>Channa elliptica</i> (SALIS)		1																		
<i>Gobius doppleri</i> n. sp.			1																	
<i>Gobius</i> sp.	1	1	1	1	1					1										1
Cypriniden-Schlundzähnen		6	3	2	h	h			3				3	2	2					
Fischzähnen		h	3	4	h	3			h			4	12	5	3	4	2			
Kleinsäuger-Zähnen					1							2								
<i>Chara notata</i> GRAMBAST & PAUL			h																	
<i>Rhabdochara tartonica</i> (MADLER)			10																	
<i>Nitellopsis huangi</i> (LU)			9						8											
<i>Nitellopsis meriani</i> (BRAUN)		5	h	3											1					

siehe REICHENBACHER (1992: 72-75). Zur Lage der Aufschlüsse und Bohrungen (Fp. 40, 42g-50) siehe Abb. 1; zur Fossilführung Tab. 9.]

Die Fischfaunen der OSM

Die charakteristischen Komponenten der Fischfaunen in den Ablagerungen der Limnischen Unteren Serie sind die Cypriniden-Schlundzähnen. Außer diesen sind im allgemeinen nur ein bis zwei Arten (*Aphanius konradi* und/oder *Gobius* sp.) nachweisbar (Tab. 10). Unter *Gobius* sp. sind untypische oder aberrant entwickelte Sagitten zusammengefaßt, die keine nähere Bestimmung erlauben.

Nur am Illersteilhang bei Illerkirchberg kommt eine etwas reichere Fischfauna vor, die sechs bestimmbare Arten umfaßt (Tab. 10), darunter die Süßwasserfische *Aphanius konradi* und *Channa elliptica*. Die übrigen Arten (*Prolebias weileri*, *Atherina martinii*, *Gobius*

doppleri, *G. gregori*) sind Brackwasserfische; sie sind jedoch gegenüber ihrer sonstigen Verbreitung im Horizont 8 der Kirchberger Schichten auffällig selten. Da keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, daß eine "Vermischung" der brackischen und limnischen Arten durch Umlagerung erfolgt ist, kann davon ausgegangen werden, daß die ursprünglich brackischen Arten in der OSM eine Reliktfauna repräsentieren.

Für die übrigen Fundpunkte (Tab. 10) kann aufgrund des Fehlens eindeutig brackischer Fische limnische Fazies angenommen werden. Die Arten- und Individuenarmut der Fischfaunen weisen auf ungünstige ökologische Bedingungen hin, wie z. B. Kurzlebigkeit der Gewässer, Sauerstoffarmut, Nahrungsmangel usw. sowie auf verhältnismäßig hohe Sedimentationsraten ("Verdünnung" der Fauna).

Aphanius konradi ist auch aus den etwa gleichalten Ablagerungen der OSM in der NE- und Zentral-Schweiz bekannt. Dies ist ein weiterer Hinweis auf die

Tabelle 10. Die Fischfauna der Limnischen Unteren Serie im Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt. – A = Fundpunkt-Nrn.; B = Bezeichnung der Bohrung/des Aufschlusses. n = Anzahl Ex.; h = > 15 Ex.

Fischfauna	B									
	Illerkirchberg	Bhrg Berghelm	Reisensburg	Bgr. östl. Werzlen	Sportplatz Hausen	Tgr. Eulenberg	Tgr. Ichenhausen	Bhrg. Donauworth B	Bhrg. Meitingen	
	A	42	40	43	44	45	46	47	48	50
<i>Prolebias weileri</i> SALIS		13								
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER		5	1	1		1	1			
<i>Atherina martinii</i> n. sp.		2								
<i>Channa elliptica</i> (SALIS)		5								
<i>Gobius doppleri</i> n. sp.		4								
<i>Gobius gregori</i> n. sp.		2								
<i>Gobius</i> sp.		2	1	1	1					1
Cypriniden-Schlundzähnechen		h		h			3	2	2	

durch sedimentologische Untersuchungen bekannte Verbindung der S-deutschen mit der schweizerischen Region durch das Glimmersand-Flußsystem.

Paläoökologie und Fazies

Die Ablagerungen der tiefen OSM, der Limnischen Unteren Serie nach DOPPLER (1989), enthalten eine limnische Fauna und Flora, in der Süßwassergastropoden und Cypriniden-Schlundzähnechen sowie nicht näher bestimmbare Fischzähnechen die vorherrschenden Fossilien sind. Eindeutig brackische Einflüsse sind nicht nachweisbar.

In der Gastropodenfauna dominiert *Stagnicola armaniacensis*; außerdem kommen Bithynien-Deckel verhältnismäßig häufig vor.

Fischreste sind überwiegend durch kleine Cypriniden-Schlundzähnechen überliefert. Otolithen sind zwar nur vereinzelt zu finden, jedoch relativ weit verbreitet, da sich von den 10 fossilhaltigen Fundpunkten immerhin 7 als Otolithenführend erwiesen. Die bezeichnenden Arten sind der Süßwasserfisch *Aphanius konradi* und eine nicht näher bestimmbare *Gobius*-Art.

Die einzigen bislang nachgewiesenen Ostracoden *Eucypris?* sp. und *Mediocypris candonaeformis* wurden nur in wenigen Proben gefunden. Die beiden Arten sind auch aus meso- bis brachyhaliner (*M. candonaeformis*) und aus oligohaliner Fazies (*Eucypris?* sp.) bekannt; vermutlich handelt es sich um ausgesprochen euryhaline Arten. Allerdings liegt *M. candonaeformis* in der OSM nicht in normal entwickelten, sondern in leicht verkümmerten, in Größe und Ornamentierung reduzierten Klappen vor.

In der Charophytenflora dominieren *Nitellopsis meriani* und *Chara notata*. Außerdem wurde *Nitellopsis huangi* gefunden, die in den Kirchberger Schichten nur als Übergangsform *N. merianihuangi* anzutreffen ist.

Die Süßwassergastropoden, Cypriniden und Charophyten lassen auf einen völlig ausgesüßten Faziesraum mit wenig bewegtem Wasser und geringer Wassertiefe schließen.

Die anhand von Otolithen festgestellte Fischfauna läßt sich sehr deutlich von der des Horizonts 8 der Kirchberger Schichten unterscheiden. Der Horizont 8 enthält eine von Gobiiden dominierte *Gobius-Atherina-Prolebias-Aphanius*-Gemeinschaft, in der *Aphanius konradi* nur eine untergeordnete Rolle spielt. Dagegen liegt in der Limnischen Unteren Serie eine arme *Aphanius-Gobius*-Gemeinschaft vor.

Die Süßbrackwassermolasse (SBM)

des zentralen Molassebeckens zwischen Iller und Isar

Übersicht

Im mittleren Teil des alpinen Vorlandbeckens, zwischen den Flüssen Iller, Lech und Isar, wurden Sedimente der Oberen Meeresmolasse (OMM) und der Brackwassermolasse (BWM) bzw. Süßbrackwassermolasse (SBM) aus-

schließlich durch Bohrungen erschlossen. Der erste Nachweis brackisch beeinflusster Ablagerungen in diesem Gebiet erfolgte mittels kleinkalibriger Counterflush-(CF-)Bohrungen (LEMCKE et al. 1953). Die nur fingerdicken Bohrkerne erbrachten im allgemeinen zwar keine bestimmbare Makrofauna, dafür gelang aber der Nachweis einiger Mikrofaunen.

LEMCKE et al. (1953) führen für die in der Vorlandmolasse zwischen Iller und Isar im Hangenden der OMM und im Liegenden der OSM eingeschalteten Ablagerungen den Begriff Süßbrackwassermolasse (SBM) ein. Dazu rechnen sie den Albstein, die Graupensande, die vollbrackischen Kirchberger Schichten, die schwach brackischen Bithynien-Schichten, die brackische Sand-Kalkmergelserie und die fluviatile bis schwach brackische Bunte Mergelserie.

Die von LEMCKE et al. (1953) als Albstein im weiteren Sinne, Albsteinandeutungen usw. geschilderten Sedimente werden im folgenden als "Albstein" oder "Albsteinzone" bezeichnet. Durch die Schreibweise in Anführungszeichen sollen die von LEMCKE et al. (1953) erwähnten Bildungen vom etwas älteren, typischen Albstein im Gebiet zwischen dem Bodensee und Baltringen unterschieden werden (ZÖBELEIN 1985: 229). LEMCKE et al. (1953) unterscheiden "vollbrackische" Kirchberger Schichten, zu denen sie anscheinend die Horizonte 1 bis 3, evtl. auch 4 rechnen, von "schwach brackischen" Bithynien- oder Übergangs-Schichten, die den Horizonten 4/5 bis 8 entsprechen dürften.

Der Begriff Süßbrackwassermolasse wird von SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 336) abgelehnt und durch Brackwassermolasse ersetzt. Wie DOPPLER (1989: 86) jedoch zutreffend bemerkt, ist die Bezeichnung Brackwassermolasse für die fluviatilen und limnischen Sedimente der betreffenden Zeit (z. B. "Albstein", Teile der Bunten Mergelserie) nicht geeignet. Die Verwendung des Begriffs Süßbrackwassermolasse als Sammelbezeichnung für alle in der Zeit zwischen dem Ende der OMM und dem Beginn der OSM gebildeten Sedimente erscheint daher zweckmäßig. Daneben können die aufgrund der Fossilführung eindeutig brackischen Ablagerungen, wie die Grimmelfinger Schichten, die Kirchberger Schichten und die Sand-Kalkmergelserie, weiterhin als Brackwassermolasse beschrieben werden.

LEMCKE et al. (1953) stellen aufgrund ihrer Schwermineral-Untersuchungen zwei Haupt-Schüttungen (GSA, GE) in der SBM fest. Die GSA-(Granat-Staurolith-Apatit)-Schüttung repräsentiert eine alpine, radiale Schüttung von zumeist geringer Reichweite. Für die GE-(Granat-Epidot)-Schüttung nehmen sie östliche Herkunft an. Der Ursprung der GE-Schüttung im E wird durch FÜCHTBAUER (1954) bestätigt. Danach dokumentiert die beckenaxiale, alpine "Ostschüttung" einen Schuttfächer, der aufgrund seiner Schwermineralführung aus den zentralen, kristallinen Alpen gespeist wurde und der möglicherweise im Zusammenhang mit den Schüttungen einer Ur-Enns und Ur-Salzach steht.

LEMCKE et al. (1953) belegen aufgrund der Bohrungen einen westlich des Lech gelegenen, etwa bis zur Iller reichenden westlichen Faziesraum sowie einen sich östlich des Lech fast bis zur Isar erstreckenden östlichen Faziesraum. In diesen Regionen weisen sie faziell verschiedene Sedimente der SBM nach:

Im östlichen Faziesraum folgt im Hangenden der OMM die 40-60 m mächtige, brackische Sand-Kalkmergelserie, die in eine untere sandige Abteilung und eine obere kalkig-mergelige Abteilung unterteilt wird. Die insgesamt fossilarme Sand-Kalkmergelserie enthält in der unteren sandigen Abteilung neben Glaukonit eine verkümmerte Foraminiferenfauna; die untere sandige Abteilung wird daher als brackische Bildung mit starkem marinem Einschlag gedeutet (=

brachyhaline Ablagerung). Die obere kalkig-mergelige Abteilung weist dagegen eine schwach brackische Fauna auf, die nach LEMCKE et al. (1953) an die Fauna der Bithynien-Schichten der Ulmer Region erinnert. Schwermineralogisch ist die untere sandige Abteilung durch die GE-Schüttung gekennzeichnet. Dicht unter der Grenze zur oberen kalkig-mergeligen Abteilung verzeichnen die Autoren einen kurzfristigen GSA-Einfluß. Mit dem Beginn der oberen kalkig-mergeligen Abteilung sind dann wiederum ausschließlich GE-Sedimente anzutreffen. Die GE-Sedimentation setzt sich in der Oberen Süßwassermolasse fort.

Im westlichen Faziesraum beobachten LEMCKE et al. (1953) geringmächtige, sandige Ablagerungen im Hangenden der OMM, die sie als Äquivalente der unteren sandigen Abteilung des östlichen Faziesraums deuten; allerdings sind diese Sande nicht in allen Bohrungen nachweisbar. Im Hangenden der Sande oder direkt im Hangenden der OMM ist im westlichen Faziesraum der "Albstein" entwickelt, der von den Verfassern als Expositionsprodukt gedeutet wird.

ZÖBELEIN (1985: 234) deutet den "Albstein" aus dem Arbeitsgebiet von LEMCKE et al. (1953) wegen seiner Lithofazies und Fossilführung als limnische oder brackische Bildung. Außerdem handelte es sich bei den von LEMCKE et al. (1953) beobachteten "Albstein"-Sedimenten nicht um den typischen Albstein, der zwischen dem Bodensee und Baltringen die OMM gegen ihr Hangendes abgrenzt und der überwiegend als Verwitterungsbildung gedeutet wird.

Die "Albstein"-Bildung im westlichen Faziesraum vollzieht sich nach LEMCKE et al. (1953: Abb. 31) etwa zeitgleich mit der Sedimentation der unteren sandigen Abteilung im östlichen Faziesraum. Im Hangenden des "Albsteins" folgt eine 20-35 m, auch bis 50 m mächtige, rötliche oder violett-bunte Mergelserie (= Bunte Mergelserie) mit zwischengeschalteten, Fossiltrümmer enthaltenden, dunklen Mergeln, die eine schwach brackische Mikrofauna mit Bithynien-Dekken und *Mediocypris candonaeformis* enthalten. Aufgrund dieser Fauna parallelisieren sie den fossilführenden Teil der Bunten Mergelserie mit der oberen kalkig-mergeligen Abteilung des östlichen Faziesraums und damit mit den Bithynien-Schichten der Ulmer Region.

Die Bunte Mergelserie der südlichsten Bohrungen des westlichen Faziesraums (Abb. 1: Biberach CF 1004 und Scherstetten 1) enthält nach LEMCKE et al. (1953) ausschließlich GSA-führende Sedimente. Die etwas weiter nördlich gelegenen Bohrungen zeigen nur in den untersten 8-20 m der Bunten Mergelserie, also unmittelbar im Hangenden des "Albsteins", die GSA-Schüttung. Darüber folgen an einer mehr oder weniger scharfen Grenze GE-führende Ablagerungen, in denen nach LEMCKE et al. (1953) ein erhöhter Anteil an Rutil und Turmalin zu verzeichnen ist, was auf eine Schüttung aus der Graupensandrinne zurückgeführt werden könne. Etwa gleichzeitig mit dem Einsetzen der GE-Schüttung beobachten sie schwach brackische Mikrofaunen. In den am weitesten nördlich gelegenen Bohrungen Krumbach CF 1006 und Aichach CF 1001 sind keine GSA-haltigen Sedimente abgelagert worden, dort setzt die GE-Schüttung direkt im Hangenden des "Albsteins" ein.

Der sowohl im westlichen als auch im östlichen Faziesraum nachweisbare Wechsel von der GSA- zur GE-Schüttung wird von LEMCKE et al. (1953: Abb. 31) als B-Grenze

("B") bezeichnet und als Zeitmarke gedeutet. Aus dieser Zeitmarke schließen sie auf die Gleichaltrigkeit der Bunten Mergelserie unterhalb "B" (einschließlich des "Albsteins") mit der unteren sandigen Abteilung der Sand-Kalkmergelserie. Analog dazu halten sie die schwach brackische Bunte Mergelserie oberhalb "B" und die kalkig-mergelige obere Abteilung für zeitgleich.

Fossilien in den Bohrungen der SBM

Die Firma BEB Erdgas und Erdöl GmbH stellte die Schlammproben der von LEMCKE et al. (1953) beschriebenen CF-Bohrungen zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Weiterhin erhielt ich vom Bayerischen Geologischen Landesamt die aus den Bohrungen der Fp. 50-54 gewonnenen Mikrofossilien.

Die Fossilführung und Fazies der genannten Bohrungen sind in REICHENBACHER (1992: 83-100) ausführlich beschrieben und hier in den Tab. 11 und 12 sowie nachfolgend zusammengefaßt.

Untersuchung der SBM

Westlicher Faziesraum

"Albstein"

An der Basis der im westlichen Faziesraum verbreiteten unteren Bunten Mergelserie befindet sich der 1-4-5 m mächtige "Albstein". In den verfügbaren Schlammproben des "Albsteins" konnte keine Mikrofauna oder -flora nachgewiesen werden. Nach der Beschreibung der Lithologie in LEMCKE et al. (1953: 31) handelt es sich beim "Albstein" jedoch nicht um den typischen Albstein des nordöstlichen Bodenseegebiets (KIDERLEN 1931), sondern um "Albstein im weiteren Sinne", d. h. um Sand- und Tonmergel mit eingelagerten Kalkknollen. Daher möchte ich mich der Auffassung von ZÖBELEIN (1985) anschließen, daß es sich beim "Albstein" im Liegenden der unteren Bunten Mergelserie nicht um ein Verwitterungsprodukt, sondern um Kalksteinbildungen im Süß- oder Brackwasser, vielleicht unter Beteiligung von Algen, handelt.

untere Bunte Mergelserie

Die Mächtigkeit der unteren Bunten Mergelserie im Hangenden des "Albsteins" nimmt nach LEMCKE et al. (1953) nach S allmählich zu und beträgt zwischen 3 und 17 m. Eine Ausnahme bilden die nördlichste (Krumbach CF 1006) und die südlichste Bohrung (Biberach CF 1004): in Krumbach CF 1006 ist die untere Bunte Mergelserie nicht entwickelt, in Biberach CF 1004 erreicht sie mit 52 m eine besonders hohe Mächtigkeit.

Die Fossil-Gemeinschaften bestehen überwiegend aus Charophyten und unvollständig erhaltenen Bithynien-Deckeln, selten kommen auch Ostracoden und Landschneckenreste vor (Tab. 11). Unter den Charophyten sind *Rhabdochara tortonica* und *Nitellopsis me-*

riani am weitesten verbreitet (in 6 bzw. 3 von 10 Bohrungen). Bemerkenswert ist der Nachweis der bislang nur aus dem Horizont 5 der Kirchnerberger Schichten bei Illerkirchberg bekannten Charophyten-Art *Nitellopsis? procera* in der Bohrung Krumbach CF 1008. Als einzige Ostracoden-Art wurde *Candona praecox* nachgewiesen. LEMCKE et al. (1953) erwähnen außerdem sehr seltene, meistens unsichere Vorkommen des Ostracoden *Mediocypris candonaeformis*.

Die Armut dieser Mikrofaunen und -flore lassen eine Entstehung der unteren Bunten Mergelserie in überwiegend fluviatiler Fazies annehmen. Die an ruhige, flache Gewässer gebundenen Charophyten zeigen, daß zeitweise und wahrscheinlich nur lokal auch limnische Verhältnisse bestanden.

LEMCKE et al. (1953) nehmen an, daß die Bildung der unteren Bunten Mergelserie in Süßwasserfazies erfolgt ist. Dafür würden insbesondere der hier nachgewiesene Ostracode *Candona praecox* und die Charophyten-Art *Hornichara lagenalis* sprechen, da diese auch in nur schwach brackischer (oligohaliner) Fazies nach bisheriger Kenntnis nicht vorkommen. Allerdings sind die übrigen Charophyten sowie die Schnecke *Bithynia* zwar überwiegend in Süßwasserfazies verbreitet, tolerieren jedoch auch oligo- bis mesohaline Fazies. *Nitellopsis? procera* ist bisher sogar ausschließlich in oligohaliner Fazies gefunden worden. Es ist daher vorstellbar, daß der Ablagerungsraum der unteren Bunten Mergelserie zeitweise brackischen Einflüssen unterworfen war, wofür auch die von LEMCKE et al. (1953: 36) erwähnte "Verunreinigung" der üblicherweise GSA-führenden Sedimente durch GE-Material in den CF-Bohrungen Krumbach 1004, 1008 und 1009 spricht. Zu einer derartigen Vorstellung paßt außerdem, daß im benachbarten östlichen Faziesraum etwa zur gleichen Zeit brachyhaline bis marine Bedingungen bestanden (siehe "Zur paläogeographischen Entwicklung ..."). Beide Faziesräume waren vermutlich nur durch den im westlichen Faziesraum verbreiteten Schuttfächer eines alpinen Flußsystems voneinander getrennt; das Modell der trennenden "Albsteinschwelle" im Sinne von LEMCKE et al. (1953) scheidet mit der hier vorausgesetzten Entstehung des "Albsteins" unter Wasserbedeckung aus. Unter bestimmten Gegebenheiten, z. B. bei Sturmfluten oder Windstau, konnte Meer- oder Brackwasser aus dem östlichen Faziesraum in den westlichen Faziesraum eindringen und eine kurzfristige Erhöhung des Salzgehalts bewirken. Umgekehrt konnten die alpinen Flüsse bei entsprechender Wasserführung und durch tektonische Ereignisse erhöhtem Gefälle in den östlichen Faziesraum gelangen, was durch den in LEMCKE et al. (1953) erwähnten kurzfristigen GSA-Einschub in den normalerweise GE-führenden Sedimenten des östlichen Faziesraums angedeutet ist.

Tabelle 11. Zusammengefaßte Fossilführung der Bohrungen in der Süßbrackwassermolasse des westlichen Faziesraums. Die Mikrofossilien sind so angeordnet, daß links die limnischen Arten und von links nach rechts die zunehmend brackische Fazies tolerierenden Arten aufgeführt sind. - "B" = schwermineralogische B-Grenze im Sinne von LEMCKE et al. (1953); n = Anzahl der Ex.; s = selten; h = häufig. Aus LEMCKE et al. (1953) übernommene Daten: ss = sehr selten, + = normal vorhanden.

Süßbrackwassermolasse		westlicher Faziesraum zwischen Iller und Lech		Mikrofossilien																						
				<i>Cepea- und Leucothroopsis</i> -Reste	<i>Stagnicola armaniensis</i> (NOULET)	<i>Candona praecox</i> STRAUB	<i>Hornichara lagenalis</i> (STRAUB)	<i>Chara microcera</i> GRAMBAST & PAUL	<i>Nitellopsis meriani</i> (BRAUN)	<i>Rhabdochara fortanica</i> (MÄDLER)	<i>Nitellopsis? procerus</i> SCHWARZ&REICHEN.	kleine Reste von Bithynien-Deckeln	<i>Bithynia</i> sp. (Deckel)	<i>Aphanis konrad</i> REICHENBACHER	<i>Gobius</i> sp. juv.	kleine Reste von <i>Mediocypris candonaef.</i> (STRAUB)	<i>Mediocypris candonaeformis</i> (STRAUB)	<i>Gobius gregori</i> n. sp.	<i>Cyrclocypris</i> sp.	<i>Cyprinotus/Heterocypris</i> sp.	<i>Ilyocypris gibba</i> (RAMDOHR)	<i>Atherina martinii</i> n. sp.	<i>Gobius doppleri</i> n. sp.	<i>Congerio amygdaloides</i> DUNKER	Spariden-Zähnechen	Foraminiferen
obere Bunte Mergelserie (über "B")	Biberach CF 1001	s	1				1	s	2																	
	Biberach CF 1002	s	1																							
	Biberach CF 1004					1	5		h	1				s	12											
	Krumbach CF 1004																									
	Krumbach CF 1005																									
	Krumbach CF 1006	h																								
	Krumbach CF 1008		1	1							s	3														
	Krumbach CF 1009	s									s	1			s											
	Krumbach CF 1010	s	7	ss	2	2	1	2	2	h	5	1	1	s	1				3	ss	1	1		3		
	Scherstetten 1	s		1	20	30	100		h	4				ss		40	+						1			
untere Bunte Mergelserie (unter "B")	Biberach CF 1001						2	3	h																	ss
	Biberach CF 1002							1	s																	
	Biberach CF 1004			1				1			1															
	Krumbach CF 1004	s			30	6	34	22			3															
	Krumbach CF 1005							1																		
	Krumbach CF 1006																									
	Krumbach CF 1008								2	s																
	Krumbach CF 1009																									
	Krumbach CF 1010																									
	Scherstetten 1			1		5	4		s					ss												

B-Grenze

An der B-Grenze vollzieht sich im westlichen Faziesraum eine Änderung in der Schwermineral-Zusammensetzung der Sedimente. Die zuvor dominierende Granat-Staurolith-Apatit-(GSA-)Schüttung wird nunmehr von einer Granat-Epidot-(GE-)Schüttung abgelöst. Dies dokumentiert eine Umstellung in der Materialzufuhr. Die alpine, radiale GSA-Schüttung wird nach Süden zurückgedrängt und von der beckenaxialen, von Osten kommenden GE-Schüttung abgelöst. Die GE-Schüttung bleibt dann während der gesamten Sedimentationszeit der Oberen Süßwassermolasse bestehen. Nur die südlichsten Bohrungen Scherstetten 1 und Biberach CF 1004 sind von den veränderten Transportmechanismen nicht betroffen: dort dauert die GSA-Sedimentation bis in die tiefe OSM an.

LEMCKE et al. (1953) verzeichnen im Hangenden der B-Grenze eine Zunahme der Fossilführung und in einigen Bohrungen eine schwach brackische Mikrofauna. Als Brackwasseranzeiger bewerten die Autoren Bithynien-Deckel und *Mediocypris candonaeformis*. Allerdings sind weder isolierte

Bithynien-Deckel noch einzelne, meistens sogar nur in winzigen Fragmenten erhaltene Klappen von *Mediocypris candonaeformis* sichere Hinweise für brackische Fazies. Mikrofaunistisch ist die B-Grenze im westlichen Faziesraum eindeutig nur in der Bohrung Krumbach CF 1008 belegbar (REICHENBACHER 1992: 88).

In den südlichsten Bohrungen Biberach CF 1004, Scherstetten 1 und Krumbach CF 1010, in denen eine mineralogische B-Grenze nicht feststellbar ist, enthält die obere Bunte Mergelserie eindeutig brackische Faunen.

obere Bunte Mergelserie

Die obere Bunte Mergelserie im Hangenden der B-Grenze weist nach LEMCKE et al. (1953) Mächtigkeiten zwischen 5 und 41 m auf. Eine allgemeine Zunahme der Mächtigkeit nach S kann nicht beobachtet werden.

Die geringsten Mächtigkeiten (5-11 m) sind in den CF-Bohrungen Biberach 1002, Krumbach 1004, 1005

Brackwasserfazies, außerdem kommen Charophyten und Reste von Bithynien-Deckeln vor. Scherstetten 1 führt mit Congerien und Hydrobien eine brackische Molluskenfauna. Weiterhin kommen in Scherstetten 1 massenhaft die gegenüber brackischer Fazies toleranten Arten *Cyclocypris* sp. (Ostracoda) und *Rhabdochara tortonica* (Charophyta) vor. In der südöstlichsten Bohrung Krumbach CF 1010 ist eine brackische Fischfauna mit Spariden, *Atherina* und *Gobius* anzutreffen. Außerdem wurden die brackische Ostracoden-Art *Heterocypris* sp. sowie die bisher nur aus oligohaliner Fazies bekannte *Nitellopsis? procera* (Charophyta) nachgewiesen. Die beiden zuletzt genannten Arten sowie *Atherina martinii* lassen auf eine nahe Beziehung zum Faziesraum der Kirchberger Schichten der Ulmer Region schließen. Die *Gobius*-Arten und die Spariden können auf eine Überleitung zu dem östlichen Faziesraum, vielleicht auch zu dem niederbayerischen Oncophora-Becken hinweisen.

Insgesamt belegen die Mikrofaunen/-flore nicht den von LEMCKE et al. (1953) postulierten Übertritt von Brackwasser bzw. die Zufuhr von GE-Material aus der Graupensandrinne, da außer der Bohrung Krumbach CF 1008 nur die ganz im S gelegenen und von der GE-Schüttung nicht erfaßten Bohrungen brackische Faunen und Floren führen. Die in einigen Bohrungen feststellbare Beziehung zu den Kirchberger Schichten der Ulmer Region könnte zwar auf eine Brackwasserzufuhr hinweisen; jedoch wäre dann zu erwarten, daß die am weitesten im N gelegenen Bohrungen die eindeutig brackischen Faunen enthalten. Plausibler erscheint daher die Möglichkeit eines Austauschs der brackischen Faunen und Floren mit dem östlichen Faziesraum, der wiederum über die Graupensandrinne mit den Kirchberger Schichten der Ulmer Region verbunden war (siehe Abb. 10 und "Zur paläogeographischen Entwicklung ..."). Damit wird die Annahme von ZÖBELEIN (1985: 234) bekräftigt, daß das Brackwassermeer von E den westlichen Faziesraum und die Graupensandrinne erreichte und aus der Graupensandrinne kein Brackwasser in das südliche Vorland gelangte. Die brackische Region zwischen den CF-Bohrungen Biberach 1004 und Krumbach 1010 war möglicherweise (eindeutige Hinweise fehlen bisher) entlang dem N-Rand der Alpen mit dem Molassemeer der NE-Schweiz verbunden.

Östlicher Faziesraum

Die im östlichen Faziesraum verbreitete Sand-Kalk-mergelserie wird von LEMCKE et al. (1953) in die untere sandige Abteilung und die obere kalkig-mergelige Abteilung gegliedert, was anhand der Mikrofaunen nachvollziehbar ist.

untere sandige Abteilung

Die Mächtigkeit der unteren sandigen Abteilung nimmt von N (8-9 m in Aichach CF 1004) nach S (30-31 m in Hohenzell CF 1001) sowie von W (12 m in Aichach CF 1002) nach E (35 m in Aichach CF 1009) zu. In den ganz im N gelegenen Bohrungen Thierhaupten (Fp. 51) und Meitingen (Fp. 50) scheint die untere sandige Abteilung zu fehlen. Genauso fehlt sie in der Bohrung Aichach CF 1001, die – obwohl W des Lech gelegen – aufgrund der Mikrofauna und der Lithofazies dem östlichen Faziesraum zugewiesen wird.

Die Mächtigkeitsverhältnisse weisen darauf hin, daß die Absenkung des östlichen Faziesraums während der Ablagerung der unteren sandigen Abteilung im E und S am stärksten wirksam war. Dies spricht für eine Verbindung mit dem niederbayerischen Oncophora-Becken.

In der allgemein armen Mikrofauna der unteren sandigen Abteilung findet man eine Foraminiferenfauna, die nach LEMCKE et al. (1953) mit der Foraminiferenfauna der Oberen Meeresmolasse übereinstimmt, jedoch gegenüber dieser Verkümmierungs-Erscheinungen zeigt. Weitere marine bis brachyhaline Faunenelemente sind Spariden-Zähnen. Bithynien-Deckel (überwiegend als kleine Bruchstücke), der Süßwasserfisch *Aphanius konradi* und der Brackwasserostrocode *Heterocypris* sp. lassen dagegen auf oligo- bis mesohaline, vielleicht auch limnische Einflüsse schließen. Überwiegend ist die Fazies jedoch im Sinne von LEMCKE et al. (1953) als brachyhalin zu bewerten.

"Albstein"

An der Basis der oberen kalkig-mergeligen Abteilung erwähnen LEMCKE et al. (1953) in den westlichsten Bohrungen Aichach CF 1001 und 1002 sowie in der nördlichsten Bohrung Aichach CF 1004 "Albstein"-Vorkommen. Die den "Albstein" erfassenden Proben enthalten eine Mikrofauna und -flora (Tab. 12), die auf eine Entstehung des "Albsteins" im Süß- und Brackwasser schließen lassen, wie es schon für den "Albstein" des westlichen Faziesraums vermutet wurde.

B-Grenze

Die B-Grenze dokumentiert auch im östlichen Faziesraum den Wechsel von einer Granat-Staurolith-Apatit-Vormacht (GSA-Schüttung) zu einer Granat-Epidot-Dominanz (GE-Schüttung). Mikrofaunistisch ist die B-Grenze in den meisten Bohrungen gut nachweisbar, da die eindeutig brackischen Fossilien nur im unmittelbar Hangenden der B-Grenze vorkommen.

obere kalkig-mergelige Abteilung

Die Mächtigkeit der oberen kalkig-mergeligen Abteilung beträgt im allgemeinen zwischen 21 und 27 m. Für die Bohrung Aichach CF 1005 geben LEMCKE et al. (1953) mit 45 m eine sehr hohe Mächtigkeit an, die vielleicht auf die nicht ganz zutreffende Abgrenzung zur hangenden OSM zurückzuführen ist. Die östlichsten Bohrungen Aichach CF 1007a

und Aichach CF 1008 weisen mit 5 bzw. 12 m eine in der Mächtigkeit auffällig reduzierte obere kalkig-mergelige Abteilung auf. Für Aichach CF 1009 geben LEMCKE et al. (1953) zwar erneut eine "normale" Mächtigkeit von 25-5 m an, jedoch fehlen in Aichach CF 1009 in der gesamten oberen Abteilung eindeutig brackische Fossilien, so daß es sich bei der "Süßbrackwassermolasse" dieser Bohrung wahrscheinlich um Obere Süßwassermolasse handelt.

Aufgrund der beobachteten Mächtigkeiten dürfte die Vermutung gerechtfertigt sein, daß die Verlandung im E früher einsetzte und das Beckentiefste nun gegenüber der Entstehung der unteren sandigen Abteilung mehr nach W verschoben war. Dies erklärt zwanglos die nahe Beziehung der Faunen der oberen kalkig-mergeligen Abteilung zur Fauna der Kirchberger Schichten der Ulmer Region, wohingegen Einflüsse aus dem niederbayerischen Oncophora-Becken nur untergeordnet wahrnehmbar sind.

Die obere kalkig-mergelige Abteilung enthält eine gegenüber den bisher beschriebenen Abfolgen der Süßbrackwassermolasse reiche Mikrofauna und -flora (Tab. 12). In allen Bohrungen verbreitet sind Bithynien-Deckel und/oder deren Reste. Gleichfalls in mehreren Bohrungen sind *Stagnicola armaniensis* (in 7 von 9 Bohrungen), Bruchstücke von *Mediocypris candonaeformis* und Sagitten juveniler Gobiiden (jeweils in 5 von 9 Bohrungen) anzutreffen. Jedoch liefern die genannten Fossilien keinen sicheren Nachweis für brackische Fazies. Als sichere Brackwasser-Indikatoren sind dagegen die seltenen Nematoceren und Cardiiden, die Fischfaunen und die Ostracoden *Heterocypris* sp. und *Limnocythere rostrata* zu werten. Die Fischfauna führt außer den Spariden neun Brackwasserarten sowie eine limnisch-oligohaline Art. Unter den Brackwasserarten lassen *Prolebias weileri*, *Atherina martinii* und *Gobius multipinnatus* die nahe Beziehung zum Faziesraum der Kirchberger Schichten der Ulmer Region erkennen. Die übrigen brackischen Fischarten kommen sowohl in den Kirchberger als auch in den Oncophora-Schichten vor (Abb. 6). Die limnisch-oligohaline Art *Aphanius konradi* ist gleichfalls im Kirchberger und im Oncophora-Becken verbreitet.

Eine Kommunikation mit den Kirchberger Schichten, jedoch keine Beziehung zu den Oncophora-Schichten ist aufgrund der Ostracoden und der verhältnismäßig häufigen Bithynien-Deckel zu erwarten.

Aufgrund der nachgewiesenen Fauna, insbesondere der brackischen Fische, der Ostracoden und der Bithynien-Deckel sowie infolge paläogeographischer Überlegungen kann – wie von LEMCKE et al. (1953) durchgeführt – die obere kalkig-mergelige Abteilung mit den höheren Bithynien-Schichten (Horizonte 4-8) parallelisiert werden. Die Mächtigkeitsverhältnisse sowie das Vorkommen einiger in den Oncophora-Schichten nicht anzutreffenden Arten rechtfertigen die Annahme, daß das Oncophora-Becken bereits weitgehend ausgesüßt und verlandet war (siehe Abb. 11 und "Zur paläogeographischen Entwicklung ...").

Die eindeutig brackischen Sedimente der oberen kalkig-mergeligen Abteilung sind in fast allen Bohrungen auf die untersten 2 bis 8 m begrenzt, nur in Aichach CF 1002 und 1006 umfassen die brackischen Faunen die untersten 14 bis 16 m. Dennoch erscheint es zweckmäßig, die von LEMCKE et al. (1953) festgelegte Abgrenzung der oberen kalkig-mergeligen Abteilung aufgrund der lithofaziellen Besonderheiten (Fossilreichtum, Kalkbänke, abwechselnde Färbungen) und der nicht sicher auszuschließenden oligohalinen Fazies bestehen zu lassen. Eine weitere Möglichkeit wäre, die obere kalkig-mergelige Abteilung in "Kirchberger Schichten" (= eindeutig brackische Bildungen an der Basis) und die darüber folgende "Limnische Untere Serie" (sensu DOPPLER 1989) zu unterteilen. Es ist allerdings zu befürchten, daß dadurch die komplizierten Verhältnisse in den verschiedenen Regionen unnötig verwirrt werden, da ja auch noch die untere sandige Abteilung mit den Kirchberger Schichten (Horizonte 1-3) parallelisiert werden kann (siehe "Zur paläogeographischen Entwicklung ..."). Daher ist es wohl am sinnvollsten, die Begriffe Kirchberger Schichten und Limnische Untere Serie auf die brackischen bzw. limnischen Sedimente der Graupensandrinne zu begrenzen und für die entsprechenden Ablagerungen der südlich anschließenden Region weiterhin im Sinne von LEMCKE et al. (1953) die Bezeichnung Süßbrackwassermolasse zu verwenden. Dabei sei noch einmal betont, daß der höhere Teil der oberen kalkig-mergeligen Abteilung und der oberen Bunten Mergelserie vermutlich zeitgleich mit der tiefen Oberen Süßwassermolasse der Graupensandrinne und des Oncophora-Beckens abgelagert wurden.

Die Brackwassermolasse (BWM) des Molassebeckens in Oberbayern

Übersicht

Die brackischen Schichten ("Kirchberger Schichten") in Oberbayern werden erstmals von GÜMBEL (1887) erwähnt. Er beschreibt aus dem Kaltenbachgraben-Profil (etwa 9 km ESE Miesbach) einen kalkigen Feinsandstein mit Congerien und *Melanopsis* im Hangenden eines Austern-Konglomerats, das dort die marine Folge der Oberen Meeresmolasse (OMM) abschließt. HÖLZL (1973) nennt aus dieser Kalkbank *Conge-*

ria clavaeformis, *Congerina amygdaloides* und *Melanopsis impressa*; aus der hangenden OSM erwähnt er Konglomerate, Sande und Mergel.

Weitere Aufschlüsse in den brackischen Schichten befinden sich bei der Ratzinger Höhe in der Nähe von Prien/Chiemsee in einem Graben E Ulperdingen (SCHLOSSER 1893; SCHLICKUM 1970a; GREGOR 1982). Von dieser Lokalität sind nach SCHLOSSER (1893) und SCHLICKUM (1970a) folgende Arten

bekannt: *Congeria clavaeformis* (KRAUSS), *Theodoxus cyrtocelis* (KRAUSS), *Ctyrokya cf. conoidea* (KRAUSS) und *Melanopsis impressa impressa* KRAUSS.

Außerdem wurde die oberbayerische BWM im Chiemseegebiet und NE München in verschiedenen Bohrungen angetroffen und hinsichtlich ihrer Molluskenfauna durch PAULUS et al. (1964) und GANSS (1965), später erneut durch SCHLICKUM (1970a-c) ausgewertet.

Untersuchung der Mollusken aus der BWM

SCHLICKUM ist der Ansicht, daß die Molluskenfaunen der Kirchberger Schichten und der niederbayerischen Oncophora-Schichten jeweils einem isolierten, eigenständigen Becken angehören. Er vertritt (1970a: 143) daher die Auffassung "daß das gemeinsame Auftreten von Brackwasserarten, welche bisher nur in dem einen oder dem anderen Gebiet nachgewiesen werden konnten, von vorneherein nicht zu erwarten ist". SCHLICKUM kannte jedoch die Kirchberger Schichten bis dato nur vom N-Rand des Molassebeckens, aus der Graupensandrinne und vor allem aus der Ulmer Region.

Auf gemeinsam vorkommende Arten, die bisher entweder nur aus den Kirchberger Schichten oder nur aus den Oncophora-Schichten bekannt waren, verweisen aber bereits PAULUS et al. (1964) und GANSS (1965) aus Bohrungen in der BWM Oberbayerns. SCHLICKUM (1970a-c) bezweifelt das Vorkommen solcher "Mischfaunen", er revidiert die Mollusken aus diesen und weiteren Bohrungen NE des Chiemsees und führt außerdem Mollusken-Aufsammlungen in den bei der Ratzinger Höhe zutage tretenden brackischen Schichten durch (SCHLICKUM 1970a). Er kommt dabei zu dem Ergebnis, daß in der BWM Oberbayerns ausschließlich für die Kirchberger Schichten endemische und typische Brackwasserarten vorliegen und "daß diese Schichten nunmehr vom Hegau ... und dem Kanton Schaffhausen ... bis in das Chiemseegebiet nachgewiesen werden können" (SCHLICKUM 1970a: 155).

Die Überprüfung dieser Ergebnisse zeigt jedoch, daß die betreffenden Molluskenfaunen nicht ausschließlich charakteristische Arten der Kirchberger Schichten – wie von der Typuslokalität bei Illerkirchberg bekannt – enthalten. Die Faunen aus der BWM Oberbayerns zeigen zum Teil einen eigenen, endemischen Charakter, teilweise sind Einflüsse der Kirchberger Fauna, teilweise auch der Fauna des niederbayerischen Oncophora-Beckens nachweisbar. Schließlich ist meines Erachtens bei einigen der als Kirchberger Arten bestimmten Mollusken aufgrund sehr schlechter Erhaltung keine Artbestimmung möglich (REICHENBACHER 1992: 110ff).

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind wie folgt zusammengefaßt:

Aus der oberbayerischen BWM sind folgende für die Kirchberger Schichten bezeichnende Arten sicher nachgewiesen:

Congeria clavaeformis (KRAUSS),
Congeria amygdaloides DUNKER,
Limnopappia schuetti SCHLICKUM,
Siliqua suevica MAYER-EYMAR.

Diese Arten kommen in den Oncophora-Schichten von Niederbayern und Oberösterreich nicht vor.

Weiterhin kommen in der oberbayerischen BWM folgende, für die Oncophora-Schichten Niederbayerns charakteristische Arten sicher vor:

Clithon (Vittocliton) pictus pictus (FÉRUSAC),
Congeria rottensis (AMMON),
Limnopagatia modelli SCHLICKUM.

Diese Arten sind in den Kirchberger Schichten nicht anzutreffen.

Weitere, auf Einflüsse aus den Oncophora-Schichten hinweisende, jedoch aufgrund der schlechten Erhaltung nicht sicher bestimmbare Arten in der oberbayerischen BWM sind:

Euchilus cf. dehmi SCHLICKUM,
Limnopagatia schmieri SCHLICKUM ?

Schließlich belegen folgende Arten den zum Teil endemischen Charakter der brackischen Fauna des Chiemseegebiets:

Ctyrokya zoebeleini SCHLICKUM,
Cerastoderma traubi SCHLICKUM,
Limnopagatia ganssi (SCHLICKUM).

Diese Arten kommen in den Kirchberger und den Oncophora-Schichten nicht vor.

Nicht näher bestimmbare Arten der oberbayerischen BWM sind:

Nematurella sp.,
Cerastoderma sp.,
Limnopappia sp.

Die in Oberbayern verbreitete BWM repräsentiert somit aufgrund der Molluskenfauna weder typische Kirchberger Schichten, wie sie in der Graupensandrinne und an der Typuslokalität anzutreffen sind, noch typische Oncophora-Schichten, wie sie in Niederbayern und Oberösterreich vorliegen. Die endemischen Arten *Ctyrokya zoebeleini*, *Cerastoderma traubi* und *Limnopagatia ganssi* zeigen einerseits den zum Teil eigenständigen Charakter der brackischen Ablagerungen. Andererseits belegen *Congeria amygdaloides*, *Congeria clavaeformis*, *Limnopappia schuetti* und *Siliqua suevica* die Beziehung zur Brackwasserfauna der Kirchberger Schichten. Schließlich weisen *Clithon (Vittocliton) pictus pictus*, *Congeria rottensis* und *Limnopagatia modelli* außerdem auf eine faunistische Beziehung zum Oncophora-Becken hin.

SCHLICKUMS Vorstellungen von zwei vollständig getrennten "Ablagerungsräumen" können daher nicht

akzeptiert werden. Die Molluskenfaunen lassen eher auf einen Austausch zwischen den Brackwasser-Populationen des niederbayerischen/oberösterreichischen Oncophora-Beckens und des Kirchberger Beckens der Graupensandrinne und der Ulmer Region schließen. Demzufolge lag während der Ablagerung der oberbayerischen BWM ein mehr oder weniger zusammenhängender Faziesraum vor, der regional faziell gegliedert war (Abb. 10), belegt durch endemische Molluskenfaunen (siehe "Zur paläogeographischen Entwicklung ...").

Die in Oberbayern nachgewiesenen brackischen Schichten können daher nicht im Sinne SCHLICKUMS (1970a-c) als Kirchberger Schichten bezeichnet werden, da sie eine zum Teil erheblich abweichende Molluskenfauna enthalten. Auch handelt es sich, wiederum aufgrund der faunistischen Unterschiede, nicht um typische Oncophora-Schichten (vgl. PAULUS et al. 1964, GANSS 1965). Die brackischen Schichten am Alpenrand, im NW und NE des Chiemsees sowie NE München sollten daher neutral als Brackwassermolasse bezeichnet werden.

Die Brackwassermolasse (BWM)

in Niederbayern und Oberösterreich

Übersicht

Gegen Ende des mittleren Otnangien kam es zur allmählichen Verbrackung und Verlandung des Meeresbeckens im niederbayerisch-oberösterreichischen Raum. Durch einen vermutlich von SE einmündenden alpinen Fluß entstand in dieser Region – im sogenannten Oncophora-Becken – eine Abfolge brackischer, sandiger Sedimente mit reicher Molluskenfauna. Diese Ablagerungen werden nach der sehr häufig vorkommenden Brackwassermuschel *Rzehakia* (früher *Oncophora*) als Oncophora-Schichten bezeichnet.

Die Bezeichnung Oncophora-Schichten wurde ursprünglich von RZEHAKE (1882) für die brackische Abfolge im Liegenden des "Badener Tegels" in der Umgebung von Brünn (S-Mähren) eingeführt. Der Name geht auch dort auf das reichliche Vorkommen der Brackwassermuschel "*Oncophora*" (= heute *Rzehakia*) zurück. Den für die S-mährischen Schichten geprägten Namen übernahm SUSS (1891) aufgrund der vergleichbaren Molluskenführung für die niederbayerischen/oberösterreichischen brackischen Sedimente und nach ihm fast alle weiteren Autoren.

In Niederbayern beträgt die Mächtigkeit der Oncophora-Schichten 40-60 m (WITTMANN 1957), in Oberösterreich nur 15-25 m (ABERER 1957). Das Liegende der Oncophora-Schichten sind die marinen Sedimente der Oberen Meeresmolasse. Der Übergang ist im allgemeinen konkordant (NEUMAIER & WIESENER 1939, ZÖBELEIN 1940, MAYR 1957, WITTMANN 1956). Lokal ist, z. B. aus Oberösterreich (Hausruck), auch diskordante Lagerung bekannt geworden (GOETZINGER & VETTERS 1930). Das Hangende sind die "Fluviatilen Süßwasserschichten" (NEUMAIER & WIESENER 1939, GRIMM 1957) oder der "Quarzrestschotter" (WURM 1937).

Die zum Teil braunkohleführenden "Süßwasserschichten" (WURM 1937, NEUMAIER & WIESENER 1939) oder "Limnischen Süßwasserschichten" (SCHAUERTE 1962) wurden von den früheren Bearbeitern nicht mehr zu den Oncophora-Schichten gerechnet, wohl aber nach GRIMM (1964) und SCHLICKUM (1964) wegen der lagenweise brackischen Mollusken.

Bisher wurden aus den Oncophora-Schichten nur die Mollusken detailliert untersucht (AMMON 1888, PAPP 1955, SCHLICKUM 1964, SCHLICKUM & STRAUCH 1968) sowie lokale Funde von Pflanzenresten beschrieben (GREGOR 1982, 1985). Ostracoden, Foraminiferen und Blattfloren wurden nur allgemein erwähnt, bisher aber nicht detailliert untersucht.

Lithologisch und mit Hilfe der Fossilien werden die Oncophora-Schichten nach WITTMANN (1957) und SCHLICKUM (1964) in die Faziesbereiche Mehlsande – Schillhorizont – Glimmersande – Aussüßungshorizont – Schillsande – Unio-Sande – Limnische Süßwasserschichten gegliedert. SCHLICKUM & STRAUCH (1968) ersetzen den Begriff Limnische Süßwasserschichten durch "Lakustrische Schichten".

Der bei Ortenburg durch große Kiesgruben aufgeschlossene "Ortenburger Schotter" steht in einem engen genetischen Zusammenhang mit den Oncophora-Schichten (GRIMM 1977; HAAS 1987). Die schräggeschichteten Kiese des Ortenburger Schotters erreichen eine Mächtigkeit bis zu 50 m und sind über 40 km entlang dem N-Rand des niederbayerischen Molassebeckens verbreitet (UNGER 1983, HAAS 1987). Dieser Schotterkörper repräsentiert das Delta eines in das Oncophora-Becken mündenden alpinen Flusses, und die feinerkörnigen Oncophora-Sande und -mergel werden als das ausgeschwemmte Feinmaterial des Ortenburger Schotters gedeutet (HAAS 1987).

Stratigraphisch werden die Oncophora-Schichten in das obere Otnangien gestellt. Aus den Limnischen Süßwasserschichten sind Kleinsäugerfaunen bekannt geworden, die eine stratigraphische Einstufung in die Säuger-Zone MN 4b ermöglichen (ZIEGLER & FAHLEBUSCH 1986). SCHLICKUM (1964) kommt durch den Nachweis von *Cepaea brandtii*, die er als Vorläufer der "tortonen" *Cepaea silvana* deutet, zu einem entsprechenden "helvetischen" Alter (= oberes Otnangien, siehe Tab. 1). Auch die in den Sedimenten des Aussüßungshorizonts durchgeführten Pollenuntersuchungen (PLANDEROVA 1989) weisen auf die stratigraphische Einstufung in das Otnangien hin.

GREGOR (1985) weist in den Glimmersanden Endokarpien von *Spondiaemorpha dehmi* GREGOR nach und stuft die betreffenden Schichten in die Phytozone OSM-2 ein. Er vermutet somit ein etwas jüngeres Alter der Oncophora-Schichten, da die Phytozone OSM-2 nach GREGOR et al. (1989) mit der Säuger-Zone MN 5 und damit mit dem Karpatien parallelisiert werden kann.

Weitere Informationen zur bisherigen Bearbeitung der Oncophora-Schichten in Niederbayern und in Oberösterreich sind in REICHENBACHER (1992: 122ff) zusammengestellt. Einen zusammenfassenden Überblick zur Entwicklung der Paratethys und zur Biostratigraphie geben die Arbeiten von STEININGER et al. (1976), STEININGER & RÖGL (1979) und STEININGER et al. (1990).

Untersuchung der Oncophora-Schichten

Mehlsande

Allgemeines

Die Bezeichnung Mehlsande geht auf WITTMANN (1957: 57) zurück und ist aus dem mehligem Belag abgeleitet, den die Sande beim Zerreiben zwischen den Fingern hinterlassen. Die Mehlsande lagern als tiefste Einheit der Oncophora-Schichten auf Sedimenten der OMM. Die Grenze ist meistens scharf, nur im S des Verbreitungsgebiets (Inn-Region) erfolgt der Übergang allmählich und ohne scharfe Grenze (MAYR 1957). Die geringsten Mächtigkeiten der Mehlsande mit 3-9 m sind von Brombach und Anzenkirchen im Rott-Tal bekannt. Vom Rott-Tal nach N und NE beträgt die Mächtigkeit bis 25 m; die größten Mächtigkeiten mit 30-40 m werden im S, im Inn-Tal zwischen Kößlarn, Ering und Simbach erreicht (WITTMANN 1957).

Die Mehlsande sind gelblich-graue, kalkhaltige, schluffige, fossilführende Feinsande, die überwiegend Quarz enthalten; Nebengemengteile sind Glimmer und Feldspäte (BUCHNER 1967). Im N des Ablagerungsraums (Gegend um Aidenbach) sind die Mehlsande durch eine weitgehend sandfreie, mergelige Fazies vertreten (NEUMAYER & WIESENEDER 1939, ZOBELIN 1940, WITTMANN 1957). WITTMANN (1957) beobachtet in den Mehlsanden Horizontal-, Schräg- und Ripfelschichtung im mm- bis cm-Bereich. BUCHNER (1967) dokumentiert außerdem eine starke Schichtverwühlung, die lagenweise zur Entschichtung des Sediments geführt hat.

Die Makrofauna besteht nach SCHLICKUM (1964) aus *Cyrokya hoelzli*, *Congerina* sp., *Limnopagetia bavarica* und *Rzehakia guembeli*. Foraminiferen und Ostracoden werden allgemein erwähnt (HAGN 1955, SCHLICKUM & STRAUCH 1968). In den Oncophora-Schichten Oberösterreichs, die überwiegend als Mehlsande entwickelt sind, ist eine verarmte Mikrofauna mit Elphidien, Nonioniden, Caucasinen, Globigerinen und marinen Ostracoden enthalten (CICHA et al. 1973).

Die Schüttung der Mehlsande erfolgte nach HAAS (1987) im Zusammenhang mit dem alpinen, von SE einmündenden Fluß, durch den auch der Ortenburger Schotter akkumuliert wurde. Die Mehlsand-Sedimentation vollzog sich dabei im küstentfernen, verhältnismäßig ruhigen, 20-40 m tiefen

Flachseebereich (BUCHNER 1967). SCHLICKUM (1964) nimmt für diesen Ablagerungsraum brachyhaline Fazies (18-30 ‰ Salzgehalt) an, GRIMM (1964) vermutet 3-8 ‰ Salzgehalt und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) schließen auf pliohaline Fazies (10-18 ‰ Salzgehalt).

Untersuchung der Mehlsande

Die Mehlsande sind an Fp. 55 und 56 aufgeschlossen (Abb. 1 und REICHENBACHER 1992: 130-134). Dort wurden einige Mollusken und Fische nachgewiesen (Tab. 14). An Ostracoden wurden von mir *Pterygocythereis triebeli* WITT, *Schuleridea* sp. 1 und sp. 2, *Eucythere* sp., *Loxoconcha* sp. und *Falunia* sp. bestimmt und hinterlegt (SMF Xe 17012-17021). Die artenreiche Foraminiferenfauna enthält (det. CH. RUPP; Geol. Bundesanstalt Wien): *Caucasina cylindrica* ZAPLETALOVA, *Pappina bonoiensis primiformis* (PAPP & TURNOVSKY), *Ammonia parkinsonia* (D'ORB.), *A. tepida* (CUSH.), *A. simplex* (EGGER), *Bolivina* cf. *scitula* HOFFMANN, *Elphidium crispum* (L.), *E. flexuosum subtypicum* PAPP, *E. macellum* (FICHEL & MOLL), *E. glabratum* CUSH., *Nonion communis* (D'ORB.), *Lagena striata* (D'ORB.), *Plectofrondicularia* sp., *Angulogerina angulosa* (WILLIAMSON), *Globocassidulina oblonga* (REUSS), *Heterolepa dutemplei* (D'ORB.), *Monspeliensis* cf. *vulpesii* GLACON & LYS, *Hanzawaia boueana* (D'ORB.), *Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB), *Cassigerina globulosa* (EGG.), *Globigerina ciperoensis otnangensis* RÖGL, *G. angustiumbilitata* BOLL, *G. praebulloides* BLOW.

Paläoökologie der Mehlsande

Die in den Mehlsanden nachgewiesene Fauna belegt aufgrund der Erhaltung (doppelklappige, gut erhaltene Muscheln und Ostracoden; Gehäuse der Foraminiferen häufig nicht mit Sediment gefüllt) eine autochthone Faunenvergesellschaftung, die auf einen flachen, marinen bis brachyhalinen Faziesraum schließen läßt. So gelten *Rzehakia*- und *Limnopagetia*-Arten als kennzeichnende Bewohner der Sandböden verhältnismäßig flacher (20-40 m), brachyhaliner Gewässer (SCHLICKUM 1964). Bei den Ostracoden handelt es sich größtenteils um Vertreter mariner Gattungen, nur *Loxoconcha*-Arten kommen sowohl in mariner als auch in mesohaliner (5-10 ‰ Salzgehalt) Fazies vor (MORKHOVEN 1963). Entsprechend der überwiegend marinen Ostracoden- und Foraminiferenfauna lag der Salzgehalt nur wenig unter 30 ‰. Auf einen derartigen Salzgehalt sowie geringe Wassertiefe weist auch die marine Art *Gobius* cf. *vicinalis* hin, da rezente *Gobius*-Arten überwiegend in Wassertiefen unter 1 m bis 25 m verbreitet sind. Die Wasserbewegung war offensichtlich sehr gering, da die Mollusken überwiegend in "Todesstellung" (doppelklappig geöffnet, mit der Öffnung nach unten im Sediment steckend; SCHLICKUM 1964: 38) anzutreffen sind; das heißt, eine Verfrachtung hat nicht stattgefunden. Auf einen sehr ruhigen Faziesraum weist auch *Pterygocythereis triebeli* hin, da die Arten der Gattung im allgemeinen jegliche Wellenbewegung meiden (LIEBAU 1980).

Der Sedimentation erfolgte vermutlich verhältnismäßig zügig, was sich aus den weitgehend fehlenden Wühlspuren und vielleicht aus der artenarmen Molluskenfauna ableiten läßt. Auch die Seltenheit der *Gobius*-Otolithen könnte auf eine rasche Schüttung hinweisen, da *Gobius*-Arten in marinen und brackischen miozänen Sedimenten der Paratethys allgemein recht häufig sind. Die an Fp. 56 feststellbare auffällig kleinwüchsige Molluskenfauna ist ein Hinweis auf ungünstige Lebensbedingungen; Nahrungsmangel und/oder rasche Sedimentation könnten neben anderen Faktoren eine Rolle gespielt haben.

Überregionale Beziehungen der Mehlsande

Die Molluskenfauna und Lithofazies der in Oberösterreich gelegenen Fp. 55 und 56 stimmen mit der Fauna und Fazies der in Niederbayern verbreiteten Mehlsande weitgehend überein; beide können daher miteinander parallelisiert werden. Von den aus den niederbayerischen Mehlsanden beschriebenen Mollusken wurde nur die von SCHLICKUM (1964) beschriebene *Congeria* sp. nicht gefunden. Weiterhin erwähnt SCHLICKUM (1964) ausschließlich *Rzehakia guembeli*, wohingegen in den Fundpunkten 55 und 56 nur *Rzehakia partschi* nachgewiesen wurde. Wie vergleichende Untersuchungen anhand der im Forschungsinstitut Senckenberg hinterlegten Sammlung SCHLICKUM ergaben, handelt es sich jedoch bei der von SCHLICKUM (1964) aus den Mehlsanden dokumentierten "*Rzehakia guembeli*" gleichfalls um *Rzehakia partschi* (siehe "Zur Molluskenfauna der Oncophora-Schichten").

Ostracoden und Otolithen sind aus den Mehlsanden Niederbayerns noch nicht beschrieben worden. *Pterygocythereis triebeli* ist vereinzelt in den in das Eggenburgien zu stellenden Ortenburger Meeressanden festgestellt worden (WITT 1967). *Gobius vicinalis* ist aus marinen und brackischen Ablagerungen des Eggenburgien und Ottmangien in Niederösterreich und S-Mähren bekannt (BRZOBOHATÝ 1969, 1989). Beide Arten lassen somit auf faunistische Beziehungen des Oncophora-(Brack)Meeres zu den marinen Ablagerungen des Eggenburgien und Ottmangien der Paratethys schließen.

Aufgrund der Funde von *Rzehakia partschi* wird für den Faziesraum der Mehlsande eine Verbindung mit dem Kirchberger Becken der Ulmer Region und der Graupensandrinne vermutet. Da *Rzehakia partschi* außerdem in der Brackwassermolasse Oberbayerns gefunden wurde, erfolgte möglicherweise auch mit dieser Region ein Faunenaustausch.

Stratigraphie der Mehlsande

Die *Rzehakia*-Arten *R. guembeli* (GÜMBEL), *R. partschi* (MAYER) und *R. socialis* (RZEHA) gelten als Leitfossilien der

Brackwassermolasse oder Rzehakia-Schichten (SENEŠ 1973), zu denen auch die Oncophora-Schichten in Niederbayern und Oberösterreich gehören.

Die Oncophora-Schichten schließen in Oberösterreich die in das höhere Ottmangien eingestuftes Treubacher Sande und deren Äquivalente nach oben ab (PAPP & CICHÁ 1973, FAUPL & ROETZEL 1987). In Niederbayern überlagern sie die stratigraphisch in das mittlere Ottmangien zu stellenden Brombacher Meeressande und deren fazielle Äquivalente, die Glaukonitsande und Blättermergel (UNGER 1984, WENGER 1987). Allgemein werden die Oncophora-Schichten daher in das obere Ottmangien eingestuft.

Die Ostracoden- und Fischfauna liefern zur Stratigraphie keine genaueren Informationen. *Pterygocythereis triebeli* und *Gobius* cf. *vicinalis* kommen sowohl in Sedimenten des Eggenburgien als auch des Ottmangien vor. Auch die Foraminiferenfauna enthält stratigraphisch wenig aussagekräftige Arten, die überwiegend in den Ablagerungen des Eggenburgien und Ottmangien verbreitet sind. Bemerkenswert ist vielleicht das allerdings nicht ganz gesicherte (cf.) Vorkommen von *Bolivina scitula*, die nach WENGER (1987) bisher nur aus dem unteren Ottmangien bekannt ist.

Schillhorizont

Allgemeines

Der Schillhorizont (Bezeichnung nach WITTMANN 1957: 62) folgt mit scharfer Grenze im Hangenden der Mehlsande und ist nach WITTMANN (1957) und BUCHNER (1967) über ein Gebiet von 200 km² verbreitet. Im Inn-Tal erreicht er mit 40 cm seine größte Mächtigkeit (GRIMM 1963). Nach N nimmt die Mächtigkeit ab, im Rott-Tal und nördlich davon kommen nur noch vereinzelt dünne Schilllagen vor (SCHLICKUM & STRAUCH 1968).

An seiner Basis besteht der Schillhorizont aus wirt durcheinander liegenden Schalenrümern oder Klappen von *Rzehakia* ohne oder fast ohne Zwischenmittel (BUCHNER 1967). Darüber folgen zunehmend ganze Klappen und geöffnete oder geschlossene Gehäuse von *Rzehakia* und *Limnopageta* (WITTMANN 1957, BUCHNER 1967). Das Zwischenmittel bildet dort ein glimmerhaltiger Sand, der sedimentologisch und nach seinen Schwermineralien den unteren Glimmersanden entspricht (SCHESSL 1960). Nach oben nimmt der Sandgehalt weiter zu und die Fossilführung allmählich ab.

Die autochthone Molluskenfauna enthält nach SCHLICKUM & STRAUCH (1968) *Hydrobia frauenfeldi*, *Staliopsis dehmi*, *St. puisseguri*, *Congeria schuetti*, *Limnopageta bavaria* und *Rzehakia guembeli*. Die übrigen im Schillhorizont gefundenen Arten werden aufgrund ihrer Seltenheit als eingeschwennt betrachtet (Tab. 13).

BUCHNER (1967) erwähnt als weitere, seltene Faunenelemente ohne nähere Angaben Foraminiferen, Ostracoden, Diatomeen, Haifisch-Zähne sowie Knochenreste von Walen und Seekühen.

WITTMANN (1957), GRIMM (1963) und BUCHNER (1967) deuten den Schillhorizont als basale Bildung der Glimmersande. Mit SCHLICKUM (1964) teile ich jedoch die Auffassung, den Schillhorizont aufgrund der faunistischen Unterschiede als selbständige Einheit von den Glimmersanden zu trennen.

Das Zustandekommen des Schillhorizonts ist vielfach erörtert worden. WITTMANN (1957) und GRIMM (1963) deuten ihn als Aufarbeitungsprodukt der oberen Mehlsande infolge zunehmender Strömungen durch die Verflachung des Beckens. Nach SCHLICKUM (1964) kommt *Rzehakia guembeli* im Schillhorizont nicht mehr in der für die Mehlsande typischen "Kümmerform", sondern massenhaft in einer länglicheren und größeren "Normalform" vor und könne deshalb nicht aus den Mehlsanden aufgearbeitet sein. Ebenso scheidet weitgehend eine Zusammenschwemmung aus, da in dem Schill zahlreiche geschlossene Gehäuse vorkommen. Deshalb dokumentiere der Schillhorizont den ehemaligen Lebensraum der Tiere und die Massenvorkommen seien auf sehr gute Lebensbedingungen (flaches, bewegtes, sauerstoffreiches Wasser) zurückzuführen. BUCHNER (1967) deutet den Schillhorizont ähnlich wie zuvor WITTMANN (1957) und GRIMM (1963) als Ausspülungsprodukt der Mehlsande infolge zunehmender Wasserbewegung durch die Verflachung des Beckens. Am Ende der Mehlsand-Sedimentation vermutet BUCHNER (1967) eine kurze Sedimentationspause mit einhergehender Erosion und Aufarbeitung. Den Formenwechsel der Rzehakien führt er darauf zurück, daß die obersten Mehlsande, in denen die auch im Schillhorizont enthaltene "Normalform" der *Rzehakia* lebte, erodiert wurden und die Muscheln dabei ausgeschwemmt wurden.

SCHLICKUM & STRAUCH (1968) lehnen diese Vorstellungen ab und weisen erneut darauf hin, daß kein größerer Transport der Mollusken-Schalen erfolgt sei. Die von einigen Autoren beobachteten Schalentrümmern an der Basis des Schillhorizonts interpretieren sie als Pseudobruchschill und entwerfen dementsprechend ein Faziesmodell, das hier sehr verkürzt wiedergegeben werden soll (SCHLICKUM & STRAUCH 1968: 348ff): Unter ruhigen Strömungsverhältnissen findet in einer Tiefe von über 10 m die Mehlsand-Sedimentation statt. Bei 10 m Tiefe nehmen die Autoren die kritische Fläche an. Dort wird die einsetzende grundberührende Wellenbewegung durch einen deutlichen Korngrößenwechsel (Glimmersande) markiert; die gröberkörnige Glimmersand-Sedimentation erfolgt also nur im küstennahen Flachwasser bis zu einer Tiefe von maximal 10 m. Unterhalb 10 m werden die zugeführten Sedimentmassen zu Sandbänken aufgehäuft; auf und in den Sandbänken leben massenhaft Rzehakien. Durch das Vorrücken der Glimmersand-Schüttung zum Beckeninneren im Zuge der Verflachung und Auffüllung des Beckens werden die Tiere in den Sandbänken vom Glimmersand überwändert und freigespült. Der dabei entstehende Schillhorizont kann sich nur im Bereich der kritischen Linie, also an der Grenze Mehlsand-/Glimmersand-Sedimentation, bilden; es handelt sich um eine diachrone Ablagerung.

Die scheinbar kontroversen Ansichten der einzelnen Autoren weichen meines Erachtens nicht so sehr voneinander ab. Was SCHLICKUM & STRAUCH (1968) als Sandbänke unterhalb 10 m Tiefe bezeichnen, müssen den Mehlsanden entsprechende Bildungen gewesen sein, da die Glimmersande als Flachwasser-Ablagerungen bis maximal 10 m Tiefe gelten, denen im Beckeninneren die Mehlsande entsprechen (SCHLICKUM & STRAUCH 1968, HAAS 1987). Die Ausspülung

der Rzehakien erfolgte somit tatsächlich aus den obersten Mehlsanden (= Sandbänken), die dabei lagenweise abgetragen wurden, wie es BUCHNER (1967) bereits erkannt hat.

Wie zuvor für die Mehlsande postulieren SCHLICKUM & STRAUCH (1968) auch für den Schillhorizont pliohaline Fazies (10-18 ‰ Salzgehalt), GRIMM vermutet dagegen einen Salzgehalt zwischen 3 und 8 ‰.

Untersuchung des Schillhorizonts

Der Schillhorizont wurde am Fp. 57 untersucht (Abb. 1). Die Lokalität (Muschelbergwerk Hinterholz) wurde auch schon von GRIMM (1963) detailliert und treffend dokumentiert. Otolithen wurden dort nicht nachgewiesen, nur eine Ostracoden-Art, *Campylocythere* aff. *subscrobiculata* (EGGER) [SMF Xe 17022] sowie Mollusken (Tab. 13).

Paläoökologie des Schillhorizonts

Die massenhaften Rzehakien erlauben in Übereinstimmung mit SCHLICKUM (1964) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) die Annahme eines flachen, wellenbewegten Gewässers. Auch die *Campylocythere*-Art weist analog zur Verbreitung rezenter *C.*-Arten auf einen solchen Faziesraum hin (MORKHOVEN 1963). Die von SCHLICKUM (1964) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) vermutete pliohaline Fazies ist nicht eindeutig nachweisbar; *Campylocythere* deutet eher auf brachyhaline bis marine Fazies.

Stratigraphie des Schillhorizonts

Rzehakia guembeli spricht für oberes Otrnangien, die übrigen Fossilien erlauben keine genauere stratigraphische Einstufung.

Glimmersande

Allgemeines

Die Bezeichnung Glimmersande geht auf WITTMANN (1957: 64) zurück und leitet sich aus dem hohem Gehalt großschuppiger Glimmerblättchen und mm-dicker Glimmerlagen im Sediment ab.

Die Glimmersande entwickeln sich durch zunehmende Sandführung und abnehmenden Fossilgehalt aus dem Schillhorizont. Ihre Mächtigkeit beträgt zwischen 15 und 25 m und nimmt nach N ab (WITTMANN 1957). Petrographisch entsprechen sie den Mehlsanden, jedoch mit größerem Glimmer-Anteil (BUCHNER 1967).

Die gelbbraunen bis grauen Glimmersande werden in einen feinsandigen, vornehmlich horizontal geschichteten, fossilreichen unteren Abschnitt und einen fein- bis mittelsandigen, kaum fossilhaltigen oberen Abschnitt mit Schräg-

Kreuz- und Rippelschichtung im cm- bis dm-Bereich gegliedert (WITTMANN 1957; BUCHNER 1967). Aus der mittleren Einfallrichtung der Schrägschichtung ermittelt BUCHNER (1967: Karte 2) einen fächerförmigen Verlauf der Schüttung: im S des Verbreitungsgebiets war der Transport nach W gerichtet, im mittleren Teil nach NW und im nördlichen Verbreitungsgebiet nach N bis NW. Als lokale Besonderheit beschreiben MAYR (1957) und BUCHNER (1967) aus den Glimmersanden eine 2-5 m mächtige Grobschotterlage alpiner Herkunft (Pettenauer Schotter), die von SE oder E nach W bis N geschüttet wurde.

An Makrofossilien wurden vor allem *Rzehakia guembeli* und *Limnopagetia*-Arten gefunden (Tab. 13). Die Mollusken und Sedimentstrukturen lassen die Glimmersande als Bildungen eines gut durchlüfteten, stark durchströmten und bis 10 m tiefen Flachwassers deuten. Mit zunehmender Glimmersand-Sedimentation schritt die Verflachung und Aussüßung des Beckens voran. SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 355) bemerken dazu treffend: "Der Abschluß der Sedimentation bedeutet zugleich auch das Ende des offenen Brackwassermeeeres". GRIMM (1964) vermutet für die Glimmersande eine Salinität zwischen 3 und 8 ‰, SCHLICKUM & STRAUCH (1968) nehmen pliohaline Fazies an (10-18 ‰).

Untersuchung der Glimmersande

Die Glimmersande sind an den Fp. 57 und 58 abgeschlossen (REICHENBACHER 1992: 141-142). Otolithen wurden nicht gefunden, an Ostracoden wurden *Campylocythere* aff. *subscrobiculata* (EGGER), *Cytheridea* (n.) sp., *Pontocythere* sp., *Schuleridea* sp. 3 und *Loxoconcha* sp. bestimmt (SMF Xe 17023-17025) und daneben reichlich Mollusken nachgewiesen (Tab. 13).

Paläoökologie der Glimmersande

Die fossilreichen Sande des Fp. 57 gehören dem unteren Bereich der Glimmersande an, da sie direkt im Hangenden des Schillhorizonts zutagetreten. Die weitgehend fossilereen Sande des Fp. 58 sind dem oberen Teil der Glimmersande zuzurechnen, da im Hangenden die Schillsande nachweisbar sind. Die Glimmersande lassen sich somit, wie auch schon von WITTMANN (1957) und BUCHNER (1967) festgestellt, in einen fossilreichen unteren Abschnitt (= untere Glimmersande) und einen fossilarmen oberen Abschnitt (= obere Glimmersande) unterteilen.

Die im Fp. 57 angehäuften Rzehakien in den unteren Glimmersanden belegen, daß die Sedimentation in einem flachen, gut durchlüfteten, wellenbewegten Gewässer erfolgte (so auch BUCHNER 1967 und SCHLICKUM & STRAUCH 1968). Die erstmals aus den unteren Glimmersanden belegte Ostracodenfauna bestätigt diese Annahme vollauf, da *Pontocythere*- und *Campylocythere*-Arten im stark durchströmten Flachwasser optimale Lebensbedingungen finden. Die Ostracoden zei-

gen außerdem, daß in den unteren Glimmersanden vermutlich weiterhin brachyhaline Fazies bestand, da Arten mariner Gattungen (*Campylocythere*, *Pontocythere*, *Schuleridea*) vorherrschen. Mit *Cytheridea* (n.) sp. und *Loxoconcha* sp. sind Gattungen vertreten, deren Arten sowohl aus mariner als auch aus brackischer Fazies bekannt sind.

In den oberen Glimmersanden lassen die Sedimentstrukturen auf eine weiterhin bestehende Flachwasserfazies mit wechselnden Strömungsrichtungen schließen. Die fehlenden Rzehakien und marinen bzw. brackischen Ostracoden sowie die Anwesenheit der Congerien könnten ein Hinweis auf nur noch schwach brackische Fazies sein. Die insgesamt jedoch verhältnismäßig selten auftretenden organischen Reste zeigen, daß ungünstige Lebensbedingungen vorherrschten, die möglicherweise auf der raschen Sandzufuhr und den starken Strömungen beruhen.

Stratigraphie der Glimmersande

Wie schon im Schillhorizont erlauben die Rzehakien wenigstens für die unteren Glimmersande die Einstufung in das obere Ottnangien.

Aussüßungshorizont

Allgemeines

WITTMANN (1957: 70) führte die Bezeichnung Aussüßungshorizont (oder Leithorizont 2) wegen der darin erstmals reichlich enthaltenen Süßwassergastropoden ein.

Der Aussüßungshorizont folgt im Hangenden der Glimmersande mit im allgemeinen unscharfer Grenze. Er besteht aus grauen und schwarz- oder braunvioletten, sandigen Mergeln, Tonen und Sanden und erreicht eine Mächtigkeit bis 1 m (ZOBELIN 1940, WITTMANN 1957). In vielen Aufschlüssen kann er lithologisch jedoch nicht eindeutig vom Liegenden und/oder Hangenden getrennt werden; eine Abgrenzung ist aber durch die kennzeichnende Molluskenfauna möglich (WITTMANN 1957, SCHLICKUM & STRAUCH 1968).

Die petrographische Zusammensetzung aus Quarz und untergeordnet auch Feldspäten und Glimmer ist der in den liegenden Schichten ähnlich; der Glimmeranteil tritt jedoch gegenüber den Glimmersanden deutlich zurück. BUCHNER (1967) beschreibt aus dem Aussüßungshorizont cm-mächtige, kleindimensionale Schrägschichtung sowie Horizontalschichtung im mm-Bereich. Außerdem beobachtet er Wühlspuren, die auch von SCHLICKUM & STRAUCH (1968) erwähnt und auf Bauten kleiner Krebse zurückgeführt werden.

In der Molluskenfauna dominieren Süßwassergastropoden vor brackischen *Nematurella*-Arten (Tab. 13). Daneben werden Holz- und Pflanzenreste sowie Braunkohlenlagen erwähnt (WITTMANN 1957) und bereichsweise Wurzelhöden erkannt (SCHLICKUM & STRAUCH 1968).

WITTMANN (1957) deutet den Aussüßungshorizont als höchsten bzw. stratigraphisch jüngsten Bereich der Glimmersande; nach SCHLICKUM (1964) und auch aufgrund eigener Ergebnisse sollte er jedoch wegen seiner besonderen Molluskenfauna von den Glimmersanden abgetrennt und als eigenes Schichtglied behandelt werden.

Der Aussüßungshorizont wurde von WITTMANN (1957) als humose Verlandungszone erkannt. BUCHNER (1967) vermutet ruhige Wasserverhältnisse und eine maximale Wassertiefe von 3 m. SCHLICKUM & STRAUCH (1968) nehmen an, daß der Aussüßungshorizont hinter der Küstenlinie im Zusammenhang mit der fortschreitenden Verlandung entstand; dabei wirkten die Uferwälle des Glimmersand-Flußsystems als trennende Schwelle zwischen dem Faziesraum des Aussüßungshorizonts und dem des Brackmeers. Aufgrund der zahlreichen Süßwassermollusken vertreten die Autoren die Ansicht, daß im Aussüßungshorizont oligohaline Fazies bestand (0,5-3 ‰ Salzgehalt).

Untersuchung des Aussüßungshorizonts

Der Aussüßungshorizont ist am Fp. 59 gut abgeschlossen (WITTMANN 1957: 70 und REICHENBACHER 1992: 145-148). Neben reichlich Mollusken (Tab. 13) sowie Otolithen, Spariden-Zähnen und Cypriniden-Schlundzähnen (Tab. 14) wurden auch Ostracoden gefunden: *Candonopsis* sp., *Eucypris* sp., *Ilyocypris* sp. und *Herpetocypris* sp. (SMF Xe 17026-17030). Außerdem konnten folgende Charophyten nachgewiesen werden (hinterlegt im Forschungsinstitut Senckenberg): *Chara notata* GRAMBAST & PAUL, *Rhabdochara tortonica* (MÄDLER), *Nitellopsis meriani* (BRAUN) und *N. huangi* (LU); andere Pflanzenfunde wurden von H.-J. GREGOR (Naturmuseum Augsburg) als *Cladiocarya treborensis* (BUZEK) und *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) bestimmt.

Paläoökologie des Aussüßungshorizonts

Die gemeinsam vorkommenden Brack- und Süßwassermollusken (Tab. 13) lassen in Übereinstimmung mit den bisherigen Bearbeitern darauf schließen, daß im Aussüßungshorizont oligohaline Fazies bestand. Auch die Kleinwüchsigkeit der Brackwasserarten *Hydrobia frauenfeldi*, *Clithon pictus pictus* und *Congeria roitensis* könnte auf den für sie ungünstigen, da zu geringen Salzgehalt zurückzuführen sein (SCHLICKUM 1964).

In der Fischfauna weisen die marin-euryhalinen Spariden zwar auf ein küstennahes, plio- bis brachyhalines Gewässer hin; die Cypriniden sowie *Aphanius* lassen allerdings eher auf limnische bis oligohaline Fazies schließen. Die meist marinen Gobiiden erlauben keine genaue Aussage zur Salinität, weil sie außer im marinen auch im limnischen Bereich vorkommen. Eindeutig marine Arten, wie z. B. *Gobius vicinalis* und *G.*

inimus, fehlen jedoch. Für brackisches Wasser sprechen auch die *Dapalis*-Arten, die bisher nur aus oligo- bis brachyhaliner Fazies bekannt wurden (BRZOBOHATÝ 1969, MARTINI 1983, REICHENBACHER 1988b). Insgesamt weist die Fischfauna zumindest auf oligohaline, lagenweise – aufgrund der Spariden – offenbar auch auf plio-/brachyhaline Fazies hin. Wahrscheinlich war der Salzgehalt, z. B. durch sporadische Meerwasserzufuhr, größeren Schwankungen unterworfen.

Die ökologischen Ansprüche der Ostracoden und Charophyten sind auf eine limnische bis oligohaline Seichtwasserfazies ausgerichtet; die häufige *Herpetocypris* sp. spricht allerdings eher für oligohalin ebenso wie die etwas abweichende Form der Oogonien von *Nitellopsis meriani* und *Rhabdochara tortonica*.

Die im Sediment weit verbreiteten Wühlspuren, das Fehlen geschlossener Gehäuse, der reiche Pflanzenbewuchs und die verhältnismäßig häufigen *Gobius*-Otolithen lassen eine nur geringe Sedimentationsrate vermuten. Weitgehend fehlende Strömungen belegen die Charophyten und die glattschaligen Ostracoden, die beide ruhige Wasserverhältnisse benötigen. Eine zeitweise dennoch vorhandene, leichte Wellenbewegung wird durch zusammengeschwemmte Mollusken-Klappen und -Gehäuse in Fossilinsen angezeigt.

Die Fauna und Flora des Aussüßungshorizonts am Fp. 59 belegen somit ein ruhiges, überwiegend schwach brackisches Gewässer. Die Brackwassermollusken und marin-euryhalinen Fische zeigen an, daß sporadisch eine Verbindung zum offenen Meer bestand und der Salzgehalt dadurch zeitweise erhöht war. Die geringe Wassertiefe wird durch die Charophytenflora, die Fisch- und Ostracodenfauna bestätigt.

Stratigraphie des Aussüßungshorizonts

Dapalis crassirostris ist bisher nur aus dem oberen Ottangien bekannt (MARTINI 1965; BRZOBOHATÝ & KALABIS 1978; BRZOBOHATÝ 1983); analog dazu kann der Aussüßungshorizont in das obere Ottangien eingestuft werden.

Schillsande

Allgemeines

WITTMANN (1957: 76) prägte den Begriff Schillsande aufgrund der im Sediment enthaltenen, in Schillagen angereicherten Fossilien. Weil die betreffenden Ablagerungen aber überwiegend aus Grobschluffen bestehen, ist der Name Schillsande ungünstig gewählt (SCHLICKUM & STRAUCH 1968).

Die Schillsande liegen im allgemeinen mit deutlicher Grenze auf dem Aussüßungshorizont, ihre Mächtigkeit

schwankt zwischen 5 und 15 m. Es handelt sich um schokoladenbraune bis graue, feinglimmerige, schlecht sortierte Schluffe, Feinsande und sandige Mergel, die durch eingelagerte Schillagen, Schalenpflaster und fossilreiche Linsen gekennzeichnet sind. Stellenweise ist Schrägschichtung im cm-bis dm-Bereich zu beobachten. Petrographisch und in der Zusammensetzung der Makrofauna ähneln die Schillsande den Glimmersanden (WITTMANN 1957). Die Fauna ist nunmehr nicht mehr durch *Rzehakia guembeli*, sondern durch Massenvorkommen von *Congeria rottensis* und *Limnopageta schmieri* geprägt (SCHLICKUM & STRAUCH 1968). Außerdem kommen darin einige der aus dem Aussüßungshorizont bekannten Süßwasserarten vor (Tab. 13). Auch eine Ostracodenfauna wird von SCHLICKUM & STRAUCH (1968) ohne nähere Angaben erwähnt. WITTMANN (1957) beobachtet stellenweise Lagen plattig spaltender Mergel mit Blattabdrücken von *Salix*, *Populus*, *Cinnamomum*, *Acer* und *Ficus*.

WITTMANN (1957) deutet die Schillsande als Stillwasser-sediment, wobei er gegenüber dem Faziesraum der Mehlsande eine etwas erhöhte Wasserströmung annimmt. Der Salzgehalt sei niedriger als während der Mehlsand-Ablagerung, jedoch höher als im Aussüßungshorizont. Nach GRIMM (1963) repräsentieren Mehl-, Glimmer- und Schillsande die Bildungen eines verbrackten Meeres mit einer Salinität zwischen 3 und 8 ‰. SCHLICKUM & STRAUCH (1968) nehmen an, daß die Schillsande wie der Aussüßungshorizont hinter der Küstenlinie entstanden. durch Setzung konnte in die seichten Becken hinter den Strandwällen Brackwasser aus dem offenen Meer nachströmen. Aus den Congerien-Rasen und Massenvorkommen von *Melanopsis* leiten sie eine sehr geringe Wassertiefe von 20-30 cm ab und nehmen ruhige Strömungsverhältnisse sowie oligo- bis pliohaline Fazies an. Aus den heterogenen Sedimenten und den wechselnden Faunen schließen sie auf einzelne lagunäre Becken, die bei starkem Seegang vom Meer überspült oder über Barren hinweg mit feinen Sanden aufgefüllt werden konnten.

Untersuchung der Schillsande

Die Schillsande sind an den Fp. 58 und 59 gut abgeschlossen (WITTMANN 1957: 70 und REICHENBACHER 1992: 151-153). Neben reichlich Mollusken (Tab. 13), einzelnen Otolithen (Tab. 14) wurden an Ostracoden *Schuleridea* sp. 3 sowie massenhaft *Cytheridea* (n.) sp. gefunden (SMF Xe 17031-17034). Charophyten wurden nicht nachgewiesen.

Paläoökologie der Schillsande

Die Mollusken-Vergesellschaftungen *Congeria-Melanopsis* bzw. *Congeria-Limnopageta-(Rzehakia)* und das Fehlen der Süßwassergastropoden weisen auf einen gegenüber dem Faziesraum des Aussüßungshorizonts erhöhten Salzgehalt hin. Hingegen läßt das spärliche Vorkommen der *Rzehakien* darauf schließen, daß die Salinität gegenüber den Glimmersanden und Mehlsanden deutlich verringert ist. Diesem Faziesmodell entsprechen auch die Ostracoden: Süßwasserarten, wie sie im Aussüßungshorizont zu finden sind, fehlen. In

Cytheridea (n.) sp. liegt eine auf marin-brackische Fazies hinweisende Art vor, die auch in den unteren Glimmersanden nachgewiesen wurde. Die dort außerdem vorkommenden marinen Ostracoden sind jedoch in den Schillsanden nicht enthalten. Allgemein marin-brackische Fazies belegen Spariden und *Gobius*.

Aufgrund der Congerien und *Melanopsis* kann mit SCHLICKUM & STRAUCH (1968) ein sehr flaches, ruhiges Gewässer als Ablagerungsraum angenommen werden. Diese Annahme wird durch die individuenreiche Ostracodenfauna noch bekräftigt. Auch die Fischfauna enthält Arten, die bevorzugt im Flachwasser vorkommen. Insgesamt weist das Faunenbild somit auf ein flaches, ziemlich ruhiges, pliohalines Gewässer hin. Zeitweise Strömungen belegen die in den Schillagen zusammengeschwemmten Mollusken, die jedoch aufgrund der weitgehend unversehrten Klappen kaum weit transportiert worden sein können.

Einige der nach SCHLICKUM (1964) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) in den Schillsanden enthaltenen Molluskenarten wurden in den beiden Aufschlüssen nicht gefunden und daher anhand der Sammlung SCHLICKUM im Forschungsinstitut Senckenberg überprüft. Seine Angaben können danach weitgehend bestätigt werden. Nur bei *Staliopsis puisseguri* aus den Schillsanden handelt es sich meines Erachtens um *Staliopsis dehmi* (siehe "Zur Molluskenfauna der Oncophora-Schichten"); diese Art wurde daher in die Artenliste für die Schillsande (Tab. 13) nicht übernommen. Ein wenig verwirrend sind die verfügbaren Angaben zu *Limnopageta schmieri* und *Limnopageta modelli*. Nach SCHLICKUM (1964) ist in den Schillsanden nur *Limnopageta modelli* zu finden, in SCHLICKUM & STRAUCH (1968) ist dagegen – ohne Erklärung – allein das Vorkommen von *Limnopageta schmieri* angegeben. Im Fundpunkt 59 sind beide Arten zu finden, entsprechend werden beide auch in die Artenliste für die Schillsande übernommen (Tab. 13).

Stratigraphie der Schillsande

Rzehakia guembeli erlaubt die Einstufung der Schillsande in das obere Ottnangien.

Unio-Sande

ZOBELIN (1940) prägte den Begriff Unio-Sande aufgrund der darin enthaltenen großen Unioniden.

Die 5-10 m mächtigen Unio-Sande entwickeln sich mit unscharfer Grenze durch Kornvergrößerung aus den liegenden Schichten. Meistens sind sie zwischen die Schillsande und die Lakustrischen Schichten eingeschaltet, sie können jedoch auch beide faziell ersetzen (WITTMANN 1957, SCHLICKUM & STRAUCH 1968). WITTMANN stellt die Unio-Sande an die Basis seiner Einheit IV, der Süßwassersande und -mergel. SCHLICKUM (1964) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) trennen sie als selbständige fazielle Einheit ab.

Die Unio-Sande schließen petrographisch an die Glimmersande an. Sie bestehen überwiegend aus Fein- und Mittelsanden, in die bereichsweise Tone und Mergel eingeschaltet sind. Die Sande zeichnen sich durch gelbbraune bis hellgelbe Farbe und reichlich großschuppigen Glimmer aus. Sie sind im dm-Bereich horizontal und schräg geschichtet, zum Hangenden ist eine Zunahme der Korngröße zu verzeichnen (WITTMANN 1957). GRIMM (1964) weist eine ausschließlich alpine Schwermineral-Assoziation nach und belegt nach N und NW gerichtete Schüttungen.

Die Molluskenfauna setzt sich nach SCHLICKUM (1964) aus Süß- und Brackwasserarten zusammen (Tab. 13), kennzeichnend sind reiche Vorkommen von *Unio eseri*.

Die Unio-Sande belegen die Ablagerungen des Glimmersand-Flusses hinter der Küstenlinie. Hinter den Strandwällen des Flusses entstanden zeitgleich Aussüßungshorizont und Schillsande, im Becken Glimmersande bzw. Mehlsande (SCHLICKUM & STRAUCH 1968). GRIMM (1964) vermutet oligohaline Fazies in den Unio-Sanden, SCHLICKUM & STRAUCH (1968) nehmen limnische bis oligohaline Fazies an.

Die in der Literatur erwähnten Aufschlüsse in den Unio-Sanden sind heute verfüllt oder verwachsen. Auch über etwaige neue Aufschlüsse konnte ich keine Auskünfte erlangen. Neue Untersuchungen mußten daher leider entfallen. Es ist allerdings zu erwarten, daß die Otolithen-"Höflichkeit" aufgrund der sandigen Fazies und der fluviatilen Genese äußerst gering sein wird.

Lakustrische Schichten

Allgemeines

WITTMANN (1957: 79) bezeichnete diese Abfolge als Süßwassersande und -mergel. SCHAUERTE (1962) und SCHLICKUM (1964) sprechen von limnischen Süßwasserschichten und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) führen dafür den Begriff Lakustrische Schichten ein, der auch hier verwendet wird.

Der Übergang der bis 60 m mächtigen Lakustrischen Schichten aus den liegenden Unio-Sanden oder Schillsanden erfolgt allmählich durch zunehmenden Ton- und Mergelgehalt. Die Sedimente, im allgemeinen graue Sande und Mergel, sind durch die Einschaltung braunvioletter oder kakao-brauner Sandmergel und Tone mit Lignit-Anreicherungen, Braunkohlenlagen und Süßwasserfossilien gekennzeichnet (WITTMANN 1957). Nach SCHLICKUM & STRAUCH (1968) ist die braune Färbung auf Humus zurückzuführen. GRIMM (1964) beobachtet, daß außer den Süßwasserfossilien auch brackische Mollusken, angereichert in bestimmten "Bändern", zu finden sind. SCHLICKUM (1964) weist die noch bestehende Verbindung zum offenen Meer aufgrund der Röhren von "*Bankia* vel *Teredo* sp." nach.

Die kennzeichnende Molluskenart der Lakustrischen Schichten ist nach SCHLICKUM (1964, 1976) die nur hier vorkommende *Stagnicola praebouilleti*. Auch sind erstmals eingeschwemmte kleine Landschnecken zu finden (Tab. 13).

Nach SCHLICKUM & STRAUCH (1968) erfolgte die Ablagerung der Lakustrischen Schichten in einer hinter der Küstenlinie gelegenen Seen- und Tümpel-Landschaft, die durch das Zusammenwachsen der verschiedenen Altwasser der Flüsse

infolge von Setzungen entstanden war. Dieser Faziesraum war noch weiter landeinwärts gelegen als der Bildungsraum der Schillsande und des Aussüßungshorizonts. Nach Auffassung der Autoren konnte auch in diese Gebiete, z. B. durch Windstau und Hochwasser, eine Zeitlang noch Brackwasser aus dem offenen Brackmeer eindringen.

Untersuchung der Lakustrischen Schichten

Die Lakustrischen Schichten sind an den Fp. 60 und 61 aufgeschlossen. Leider konnte dort nur eine sehr arme Mikrofauna gewonnen werden, die sich ausschließlich aus Cypriniden-Schlundzähnen, unbestimmbaren Pflanzenresten und ?Amphibienresten zusammensetzt (REICHENBACHER 1992: 156-157).

In der mikropaläontologischen Sammlung des Forschungsinstituts Senckenberg fand ich Franke-Zellen mit Mikrofossilien aus drei heute nicht mehr aufgeschlossenen Fundstellen: Oberbirnbach (Fp. 62), Fuchsöd (Fp. 63) und Walksham (Fp. 64). Von Oberbirnbach war außerdem noch nicht ausgelesener Schlammrückstand aus 70 kg Sediment hinterlegt. Nach der jeweiligen Beschriftung der Proben stammt das Material von Fuchsöd und Walksham aus Aufsammlungen von SCHLICKUM und die Probe von Oberbirnbach von Prof. DEHM. Das gesamte Material wurde mir von Dr. H. MALZ freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

In allen Proben der drei Fundstellen ist die nach SCHLICKUM (1964, 1976) für die Lakustrischen Schichten charakteristische *Stagnicola praebouilleti* reichlich enthalten. Außerdem werden die drei Lokalitäten in SCHLICKUM (1964) erwähnt und aufgrund der Molluskenfauna den Limnischen Süßwasserschichten (= Lakustrische Schichten) zugewiesen. Damit dürfte die Zuordnung der Fossilien zu den Lakustrischen Schichten als gesichert gelten.

Die faunistische Auswertung der Fp. 62-64 (REICHENBACHER 1992: 158-160) ist hier zusammenfaßt: Mollusken (Tab. 13), Otolithen (Tab. 14). An Ostracoden wurden *Eucypris* sp. und *Herpetocypris* sp. gefunden (SMF Xe 17035-17036). Außerdem wurden folgende Charophyten nachgewiesen (alle hinterlegt im Forschungsinstitut Senckenberg): *Rhabdochara tortonica* (MÄDLER), *Nitellopsis meriani* (BRAUN) und *N. globula* (MÄDLER). Als weitere Pflanzenreste können seltene Vorkommen von *Cladiocarya treborensis* (BUZEK) genannt werden.

Paläoökologie der Lakustrischen Schichten

Unter den Mollusken dominieren limnische Arten (Tab. 13), hingegen sind unter den Fischen brackische und limnische Arten gleichermaßen nachweisbar (Tab. 14). Das Nebeneinander von Süß- und Brackwasserar-

ten läßt im allgemeinen auf oligohaline Fazies schließen. Jedoch kommt *Dapalis formosus* nur in einer Probe (Fp. 64) vor, die auch brackische Mollusken enthält. *D. formosus* benötigte anscheinend einen etwas höheren Salzgehalt, wie es auch in den Kirchberger Schichten der Ulmer Region festgestellt wurde. Es kann daher angenommen werden, daß der Faziesraum der Lakustrischen Schichten wie der des Aussüßungshorizonts gelegentlichen Salinitäts-Schwankungen unterworfen war. Jedoch zeigt die Abwesenheit der marinen Fische – der Spariden – und die Seltenheit der Brackwassermollusken, daß auch während derartigen kurzen Salinitäts-Erhöhungen der mesohaline Bereich nicht überschritten wurde.

Die Untersuchungsergebnisse lassen sich gut mit dem von SCHLICKUM & STRAUCH (1968) entworfenen Faziesmodell eines ziemlich weit hinter der Küste gelegenen Gewässers, in das gelegentlich Brackwasser eindringen konnte, vereinbaren. Auf sehr geringe Wassertiefe und Stillwasserverhältnisse weisen die Süßwassergastropoden, die Gobiiden, die Charophyten und die Ostracoden hin.

Stratigraphie der Lakustrischen Schichten

SCHLICKUM (1964) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) erwähnen aus den Lakustrischen Schichten stellenweise *Rzehakia guembeli*. Diese Art kann, wie erwähnt, als kennzeichnendes Fossil des oberen Ottangien gewertet werden. Eine gesicherte stratigraphische Einstufung in die dem oberen Ottangien entsprechende Säuger-Zone MN 4b ist anhand der von ZIEGLER & FAHLBUSCH (1986) nachgewiesenen Kleinsäuger möglich.

Zur Molluskenfauna der Oncophora-Schichten

Die Verbreitung der wichtigsten limnischen und brackischen Mollusken nach SCHLICKUM (1964, 1965, 1976), SCHLICKUM & STRAUCH (1968) und eigenen Ergebnissen ist in der Tab. 13 zusammengestellt. Die eingeschwemmten Landschnecken-Arten sind dabei nicht berücksichtigt; Angaben dazu können der Arbeit von SCHLICKUM (1964: 51) entnommen werden. Bis auf *Nematurella irenae*, *Statiopsis grimmii*, *St. puisseguri* und die Unioniden wurden die in Tab. 13 aufgelisteten Arten im Rahmen der eigenen Aufsammlungen gefunden. Außerdem wurden alle in SCHLICKUM (1964, 1965) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) dokumentierten Brackwasserarten in der Sammlung SCHLICKUM des Forschungsinstituts Senckenberg begutachtet. Insbesondere wurde geprüft, inwieweit die brackischen Arten aus den Oncophora-Schichten tatsächlich von den am nächsten verwandten Arten aus den Kirchberger Schichten abgegrenzt werden können. Dazu stand aus den Kirchberger Schichten durch die eigenen Aufsammlungen reichlich Material zur Verfügung. Im Bedarfs-

fall, z. B. bei den seltenen Arten aus dem Horizont 1 (= Viviparenhorizont), konnte wiederum auf das Originalmaterial der Sammlung SCHLICKUM zurückgegriffen werden.

Table 13. Die Molluskenfauna der Oncophora-Schichten.

Kreis mit x gefüllt = Vorkommen nach SCHLICKUM (1964) und eigenen Aufsammlungen.

x = Vorkommen nach SCHLICKUM (1964); konnte anhand des Belegmaterials überprüft und bestätigt werden.

(x) = Vorkommen nach SCHLICKUM (1964); konnte aufgrund des fehlenden Belegmaterials nicht überprüft werden.

o = eingeschwemmte Art (nach SCHLICKUM 1964).

gefülltes o = Vorkommen aufgrund eigener Untersuchungen und abweichend von SCHLICKUM (1964).

– = Vorkommen nach SCHLICKUM (1964) kann anhand des Belegmaterials nicht akzeptiert werden.

B = Brackwasserart; L = limnische Art; B/L = Zuordnung unsicher; M = marine Art.

Molluskenfauna	Horizonte der Oncophora-Schichten						
	Mehlsande	Schilfhorizont	Grünersande	Aussüßungshorizont	Schilfsande	Uniosande	Lakustrische Schicht
<i>Clithon pictus pictus</i> (FÉRUSACI)	B			⊗	x		x
<i>Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis</i> (KR)	B/L			⊗	⊗	x	x
<i>Hydrobia frauenfeldi</i> (HOERNES)	B	⊗	⊗	⊗	⊗	x	x
<i>Nematurella irenae</i> SCHLICKUM	B						x
<i>Nematurella klemmi</i> SCHLICKUM	B			●	–	x	●
<i>Nematurella pappi</i> SCHLICKUM	B			⊗			x
<i>Statiopsis dehmi</i> (SCHLICKUM)	B	⊗	⊗		x		
<i>Statiopsis grimmii</i> (SCHLICKUM)	B			x	x		
<i>Statiopsis puisseguri</i> (SCHLICKUM)	B	x	–	–			
<i>Ctyrokyra amani</i> SCHLICKUM	B	o			⊗		
<i>Ctyrokyra haezli</i> (SCHLICKUM)	B	⊗	o				
<i>Bithynia glabra</i> (ZIETEN)	L						x
<i>Melanopsis impressa impressa</i> KRAUSS	L	o	⊗	⊗	⊗	x	x
<i>Stagnicola armaniensis</i> (NOULET)	L			⊗			⊗
<i>Stagnicola praebouilleti</i> SCHLICKUM	L			●			⊗
<i>Radix socialis dilatata</i> (NOULET)	L			x	x	x	x
<i>Gyraulus trachiformis dealbatus</i> (BRAUNI)	L			⊗			⊗
<i>Planorbis cornu</i> (BRONGNIART)	L			⊗			⊗
<i>Ferrissia wittmanni</i> (SCHLICKUM)	L			⊗			⊗
<i>Margaritifera flabellata</i> (GOLDFUSS)	L			x	x		
<i>Unio eseri</i> KRAUSS	L			y	x	x	
<i>Unio kirchbergensis</i> KRAUSS	L						x
<i>Anodonta splendens</i> GOLDFUSS	L			x			x
<i>Limnapagetia bavaria</i> (AMMON)	B	⊗	⊗	⊗	⊗		
<i>Limnapagetia modelli</i> SCHLICKUM	B	(x)	(x)		⊗	x	y
<i>Limnapagetia schmiereri</i> SCHLICKUM	B	o	x	●	⊗		
<i>Limnappia kuiperi</i> SCHLICKUM	B	o	⊗	⊗	⊗		
<i>Cangeria rottensis</i> (AMMON)	B	●	⊗	⊗	⊗	x	⊗
<i>Cangeria</i> sp.	B	x					
<i>Rzehakia guembeli</i> (GUMBELI)	B	●	⊗	⊗		⊗	x
<i>Rzehakia partschi</i> (MAYER)	B	●					
<i>Bankia vel Teredo</i> sp.	M			o	o	o	o

Durch die eigenen Aufsammlungen ergaben sich gegenüber den Angaben von SCHLICKUM (1964, 1965) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968) kleine Differenzen hinsichtlich der Artenverteilung in den verschiedenen Schichtgliedern der Oncophora-Schichten (Tab. 13). Einige der von SCHLICKUM (1964, 1965) gegebenen Bestimmungen wurden dabei revidiert. So handelt es sich bei *Nematurella scholli* um *N. pappi*, bei *Staliopsis puisseguri* aus den Glimmersanden und den Schillsanden um *St. dehmi*, bei *Limnopappia kuiperi kuiperi* und *L. kuiperi sauerzopfi* um *L. kuiperi*, bei *Congeria schuetti* um *C. rottensis* und bei den als *Rzehakia guembeli* bestimmten Muscheln aus den Mehlsanden um *R. partschi*. Im folgenden soll dies kurz erläutert werden:

Nematurella pappi SCHLICKUM 1960

Die Art zeichnet sich durch ihre schlanke Form und leicht gewölbte Umgänge, die eine gleichmäßige Größenzunahme zeigen, aus. Übereinstimmende Form und Größe zeigt *N. scholli* SCHLICKUM 1960, die ausschließlich und sehr selten im Viviparenhorizont (= Horizont 1) der Kirchberger Schichten vorkommt. Schon SCHLICKUM (1964: 6) verweist auf die Ähnlichkeit von *N. scholli* mit *N. pappi*; als Unterscheidungsmerkmale nennt er für *N. scholli* "noch etwas flachere Umgänge und wesentlich seichtere Nähte" sowie ein "ziemlich festschaliges Gehäuse". Im sehr reichen Material von *N. pappi* sind jedoch immer wieder Exemplare zu finden, die genauso flache Umgänge bzw. seichte Nähte aufweisen wie *N. scholli*. Bezüglich der Festschaligkeit der Gehäuse ist zwischen beiden Arten kein Unterschied feststellbar.

SCHLICKUM & STRAUCH (in SENEŠ 1973) deuten an, daß es sich bei *N. pappi* und *N. scholli* um Unterarten handeln könne. Danach wäre *N. pappi pappi* die Unterart aus den Oncophora-Schichten und *N. pappi scholli* die Unterart aus den Kirchberger Schichten. Meines Erachtens stimmen die beiden Formen jedoch überein, so daß auf die Abtrennung von Unterarten verzichtet werden kann.

Staliopsis dehmi (SCHLICKUM 1961)

St. puisseguri (SCHLICKUM 1965) zeigt einen Mündungswulst und eine besonders bauchige Endwindung. Die Exemplare aus dem Schillhorizont sind mit einer Höhe bis etwa 3 mm geringfügig kleiner und dicker als *St. dehmi*, der sie ansonsten recht ähnlich sind. Dagegen halte ich die Stücke von *St. puisseguri* aus den Glimmersanden und den Schillsanden (Stg. SCHLICKUM) trotz ihrer etwas geringeren Größe, aber aufgrund ihrer Form eindeutig für *St. dehmi*.

Limnopappia kuiperi SCHLICKUM 1962

Die Unterarten *L. kuiperi kuiperi* und *L. kuiperi sauerzopfi* SCHLICKUM 1964 lassen sich nach SCHLICKUM (1964: 31-32) nur durch die Entwicklung des Wirbels und des Schlosses unterscheiden, alle anderen Merkmale stimmen überein. Der "kaum hervortretende" Wirbel und das "auffallend zarte" Schloß von *L. kuiperi kuiperi* stehen dem "etwas, aber wenig hervortretenden" Wirbel und dem "recht zarten" Schloß von *L. kuiperi sauerzopfi* gegenüber. Form und Stärke des Schlosses stimmen jedoch völlig überein. Der Wirbel tritt zwar bei manchen Exemplaren tatsächlich etwas mehr hervor, aber aufgrund dieses offenbar variablen Merkmals können meines Erachtens keine Unterarten voneinander unterschieden werden.

Nahe verwandt und nur durch den mehr gestreckten Hinterrand unterscheidbar ist *Limnopappia schuetti* aus dem Horizont 1 der Kirchberger Schichten.

Congeria rottensis (AMMON 1888)

SCHLICKUM (1964: 26) weist darauf hin, daß die Kümmerformen von *C. rottensis* aus dem Aussüßungshorizont der *C. schuetti* sehr ähnlich werden können, *C. schuetti* lasse sich dennoch durch den weniger abfallenden Hinterrand und die dickere Schale von *C. rottensis* unterscheiden. Der überprüfte Holotypus von *C. schuetti* aus dem Schillhorizont ist mit 1-8 cm Länge ein besonders großes Exemplar und zeigt eine auffällig schmale, schlanke Wirbelregion. Auch unter den übrigen, von SCHLICKUM als *C. schuetti* bestimmten Exemplaren, zeigen einige einen etwas spitzeren Wirbel als *C. rottensis*. Die von SCHLICKUM (1964) aufgeführten Unterschiede (weniger abfallender Hinterrand, Dickschaligkeit) sind dagegen nicht nachvollziehbar. Insgesamt bleibt *C. schuetti* im Rahmen der Variabilität der äußerst variablen *C. rottensis* und steht morphologisch zwischen der *rottensis*-Formengruppe aus den Schillsanden und der *rottensis*-Formengruppe aus dem Aussüßungshorizont. *C. schuetti* wird daher von mir als Synonym von *C. rottensis* aufgefaßt.

Rzehakia partschi (MAYER 1876)

R. guembeli wird erstmals in GÜMBEL (1868) nach einer anscheinend mündlich mitgeteilten Bestimmung durch HORNES an GÜMBEL als "*Venerupis gümbeli*" aus den Oncophora-Schichten Niederbayerns erwähnt und kurz beschrieben. Aus diesen Angaben sind jedoch keine Informationen zum Original-Fundort bzw. zur Original-Fundschicht der Art zu entnehmen. Nach der von GÜMBEL (1868: 785) gegebenen Beschreibung der als "ungemein häufig" bezeichneten Fossilien ist "die Schale ... nach vorn sehr kurz, etwas zusammengezogen, nach hinten stark verlängert, gerundet, fast rechtwinkelig abgestutzt". Diese Beschreibung und die Angaben zur

Häufigkeit treffen am besten auf die Rzehakien aus dem Schillhorizont und den Glimmersanden zu, so daß diese die typischen Vertreter der *R. guembeli* darstellen dürften.

Gegenüber *Rzehakia partschi* (MAYER 1876) zeigt *R. guembeli* einen stärker hervortretenden und etwas nach vorne verlagerten Wirbel, auch sind die Klappen ein wenig länglicher. Insgesamt ist jedoch die Form von *R. guembeli* ziemlich variabel, worauf auch GÜMBEL (1868) hinweist. Nach SCHLICKUM (1964) läßt sich *R. partschi* aufgrund der Form sowie einer dickeren Schwiele hinter dem vorderen Schließmuskel von *R. guembeli* unterscheiden. Allerdings haben nach meinen Beobachtungen zahlreiche Exemplare von *R. guembeli*, z. B. aus dem Schillhorizont, eine genauso dicke Schwiele, so daß dieses Merkmal offensichtlich variiert und nicht arttypisch ist.

Durch eine Grabung in einer verwachsenen Sandgrube bei Hüttisheim (Fp. 23) konnten aus den Kirchberger Schichten zahlreiche vollständige Stücke von *R. partschi* geborgen werden. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei diesem Fp. um dieselbe Fundstelle, von der MAYER (1876) erstmals "*Tapes Partschi*" erwähnt und somit um den Locus typicus der Art. Desweiteren wurden in den Mehlsanden der Fp. 55-56 in Oberösterreich zahlreiche Rzehakien gefunden, bei denen es sich nach SCHLICKUM (1964) um *R. guembeli* handeln soll. Schließlich standen Rzehakien aus dem Schillhorizont und den Glimmersanden des Fp. 57 (bei Simbach) zur Verfügung, auch diese sollen nach SCHLICKUM (1964) zu *R. guembeli* gehören.

Bei meinen Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Rzehakien aus den Mehlsanden Oberösterreichs (= nach SCHLICKUM "*R. guembeli*") gut mit der aus den Kirchberger Schichten bei Hüttisheim gesammelten *R. partschi* übereinstimmen, wohingegen sie von den Rzehakien aus den Glimmersanden bei Simbach (= *R. guembeli*) deutlich unterscheidbar sind. Dies veranlaßte mich, die im Forschungsinstitut Senckenberg hinterlegte Sammlung von *R. guembeli* aus den Oncophora-Schichten und von *R. partschi* aus den Kirchberger Schichten zu überprüfen. Dabei fiel mir auf, daß von *R. partschi* aus den Kirchberger Schichten nur einige kleine, etwa 1 cm große Klappen aus dem Viviparenhorizont bei Unterkirchberg vorhanden sind. Anscheinend standen SCHLICKUM außer diesen kleinen Stücken keine weiteren Exemplare von *R. partschi* zum Vergleich zur Verfügung. Demgegenüber liegt von den als *R. guembeli* bestimmten Muscheln aus den Oncophora-Schichten eine umfangreiche Aufsammlung vor. Der überwiegende Anteil stammt aus dem Schillhorizont und den Glimmersanden. Diese Stücke stimmen mit den hier aus den Glimmersanden am Fp. 57 gesammelten Rzehakien gut überein und sind nach den oben dargelegten Ausführungen und nach SCHLICKUM

(1964) als *R. guembeli* bestimmbar. Dagegen sind aus den Mehlsanden Niederbayerns von *R. guembeli* abweichende Exemplare hinterlegt, die von SCHLICKUM (1964: 38) als Kümmerformen von *R. guembeli* bestimmt wurden. Sie erinnern jedoch durch die rundlichere Form und vor allem durch den kaum hervortretenden Wirbel an *R. partschi* (eines davon abgebildet in SCHLICKUM 1964: Taf. 5 Fig. 75). Bei diesen Exemplaren handelt es sich, genau wie bei jenen aus den Mehlsanden Oberösterreichs, aufgrund der guten Übereinstimmung mit *R. partschi* von Hüttisheim ebenfalls um *R. partschi*.

Bereits AMMON (1888) beschrieb aus den Oncophora-Schichten sowohl "*Oncophora Partschi*" als auch "*Oncophora Partschi* var. *Gümbeli*". Erst SCHLICKUM (1964: 33) stellte die seit AMMON (1888) als Unterart (PAPP 1955) oder Varietät (PFANNENSTIEL 1931) betrachtete "*gümbeli*" in den Rang einer Art. Es ist sicherlich schwierig zu entscheiden, ob es sich bei *R. guembeli* und *R. partschi* um zwei Arten, Unterarten oder vielleicht nur eine Art handelt. Jedenfalls hat es sich gezeigt, daß auch in den Mehlsanden Niederbayerns, genau wie in Oberösterreich, mit *R. partschi* übereinstimmende Stücke vorkommen. Einige Rzehakien aus den Mehlsanden Niederbayerns repräsentieren dagegen morphologische Übergangsformen zwischen *R. guembeli* und *R. partschi*. Eindeutig als *R. guembeli* bestimmbare Exemplare, wie sie z. B. im Schillhorizont verbreitet sind, wurden in den Mehlsanden allerdings nicht angetroffen. Demnach bestehen zwei Möglichkeiten: *R. partschi* und *R. guembeli* werden zu einer einzigen, variablen Art vereinigt, die dann *R. guembeli* heißen müßte. Oder: *R. guembeli* hat sich während der Sedimentation der Mehlsande allmählich aus *R. partschi* entwickelt und diese schließlich ersetzt. Ich möchte hier die zuletzt genannte Möglichkeit für die wahrscheinlichere halten, da *R. guembeli* aus dem Schillhorizont durch den aufgeblasenen, häufig auch zugespitzten Wirbel und die gestreckte Form verhältnismäßig deutlich von *R. partschi* abweicht.

Die Fischfaunen der Oncophora-Schichten

Anhand von Otolithen konnten in den Oncophora-Schichten Niederbayerns und Oberösterreichs 13 Arten festgestellt werden. Außerdem liegen je eine oder mehrere Arten der Familien Cyprinidae, Sparidae und Gadidae vor.

Trotz ziemlich umfangreichen Probenmaterials sowie der entsprechenden Schlamm- und Auslesearbeiten konnten aus den vorherrschend sandigen Horizonten (Mehlsande, Glimmersande, Schillsande) sowie aus dem Schillhorizont kaum

oder keine Otolithen gewonnen werden (Tab. 14). Dagegen lieferte der Aussüßungshorizont eine verhältnismäßig reiche Fischfauna, aber auch davon mußten etwa 90 kg Sediment verarbeitet werden. Die Unio-Sande (nicht in Tab. 14) konnten wegen fehlender Aufschlüsse nicht bearbeitet werden. Gleichfalls schlecht aufgeschlossen waren die Lakustrischen Schichten, jedoch konnte ich auf Archivmaterial im Forschungsinstitut Senckenberg zurückgreifen, in dem ich eine verhältnismäßig arten- und individuenreiche, sehr gut erhaltene Otolithenfauna vorfand (siehe "Untersuchungen in den Oncophora-Schichten. Lakustrische Schichten").

Paläoökologie und Fazies
der Oncophora-Schichten

Die arten- und individuenarme Fischfauna der Mehlsande umfaßt ausschließlich marine Gobiiden, Gadiden und Rajiden. Gobiidae und Rajidae lassen aufgrund ihrer rezenten und fossilen Verbreitung und ökologischen Ansprüche auf ein marines bis brachyhalines Küstengewässer schließen, ebenso wie die Ostracoden-, Mollusken- und Foraminiferenfauna (siehe "Untersuchung der Oncophora-Schichten. Mehlsande").

Im Aussüßungshorizont kommt eine verhältnismäßig reiche Fischfauna vor, die außer den Cypriniden- und Spariden-Vertretern 12 Arten umfaßt und in der die Gobiiden dominieren (Abb. 7). Unter den Gobiiden herrscht *G. brzobohatyi* vor. Weniger häufig sind *G. doppleri* und *G. gregori*. *G. cf. vicinalis* stellt eine vergleichsweise seltene Art dar. Die übrige Fischfauna besteht aus *Dapalis*-, *Morone*-, *Atherina*- und *Aphanius*-Arten; *D. formosus* ist verhältnismäßig häufig, alle übrigen sind sehr selten. — Mit Ausnahme von *Aphanius konradi* setzt sich die Fischfauna des Aussüßungshorizonts somit aus marin-euryhalinen (Spariden, *Atherina*, *Morone*, *Gobius*) und brackischen (*Dapalis*) Fischen zusammen. Die überwiegenden Gobiiden und das Fehlen anderer mariner Fische lassen auf einen brackischen Ablagerungsraum schließen. Zeitweise kann aufgrund der reichlich vorkommenden Spariden mit brachyhalinen Verhältnissen, überwiegend jedoch mit oligohalinen Verhältnissen gerechnet werden. Weiterhin sprechen alle Arten für geringe Wassertiefen, worauf auch die Mollusken, Charophyten und Ostracoden hinweisen (siehe "Untersuchung der Oncophora-Schichten. Aussüßungshorizont").

Die Fischfauna der Schillsande besteht aus wenigen Sagitten von *Gobius cf. vicinalis* und *G. doppleri*. Dies weist auf ein brackisches, flaches Gewässer hin.

In den Lakustrischen Schichten ist mit neun Arten eine relativ reiche Fischfauna enthalten, die in der Zusammensetzung an die Fauna des Aussüßungshorizonts

erinnert. Unter den überwiegenden Gobiiden kommt *G. brzobohatyi* am häufigsten vor (Tab. 14). *Aphanius konradi* nimmt jedoch einen gegenüber dem Aussüßungshorizont wesentlich erhöhten Anteil ein, auch die Atheriniden sind häufiger (Abb. 7). Von den *Dapalis*-Arten ist nur *D. formosus* sehr selten anzutreffen; *Morone* ist nicht nachweisbar. In den Lakustrischen Schichten liegt somit eine *Gobius-Aphanius-Atherina*-Gemeinschaft vor, die aufgrund des ziemlich häufigen, limmisch-oligohalinen *Aphanius konradi* und der Seltenheit des mesohalinen *Dapalis formosus* oligohaline Fazies vermuten läßt. Die veränderte Zusammensetzung der Fischfauna weist auf einen gegenüber dem Aussüßungshorizont verringerten Salzgehalt hin. Die Wassertiefe muß weiterhin sehr gering gewesen sein. Die mittels der Fisch-Gemeinschaften möglichen Aussagen stimmen mit dem Faziesmodell von SCHLICKUM & STRAUCH (1968) gut überein.

Tab elle 14 . Die Fischfauna der Oncophora-Schichten in Niederbayern und Oberösterreich. Die Horizonte der Oncophora-Schichten repräsentieren einen diachronen Schichtverband, es handelt sich nicht um eine stratigraphische Abfolge. — n = Anzahl der Ex.; für die Fischzähnnchen gilt: h = > 20 Ex.; hh = > 50 Ex.

Fischfauna	Oncophora-Schichten					
	Mehlsande	Schillhorizont	Glinnersande	Aussüßungshoriz.	Schillsande	Lakustrische Schicht
<i>Aphanius konradi</i> REICHENBACHER				7		79
<i>Atherina molassica</i> n. sp.				3		5
<i>Atherina schwarzhansi</i> n. sp.				3		15
<i>Atherinidarum brzobohatyi</i> (MARTINI)						1
<i>Dapalis crassirostris</i> (RZEHAKE)				1		
<i>Dapalis curvirostris</i> (RZEHAKE)				3		
<i>Dapalis formosus</i> (H.v.MEYER)				48		4
<i>Dapalis kaelini</i> n. sp.				2		
<i>Morone cf. maravica</i>				9		
<i>Gobius brzobohatyi</i> n. sp.				580		178
<i>Gobius doppleri</i> n. sp.				100	2	68
<i>Gobius gregori</i> n. sp.				100		30
<i>Gobius cf. vicinalis</i> KÖKEN	4			22	1	1
Gadidae gen. et sp. indet.	1					
Rachen-Zähnnchen	1					
Spariden-Zähnnchen				hh		
Cypriniden-Schlundzähnnchen				h		

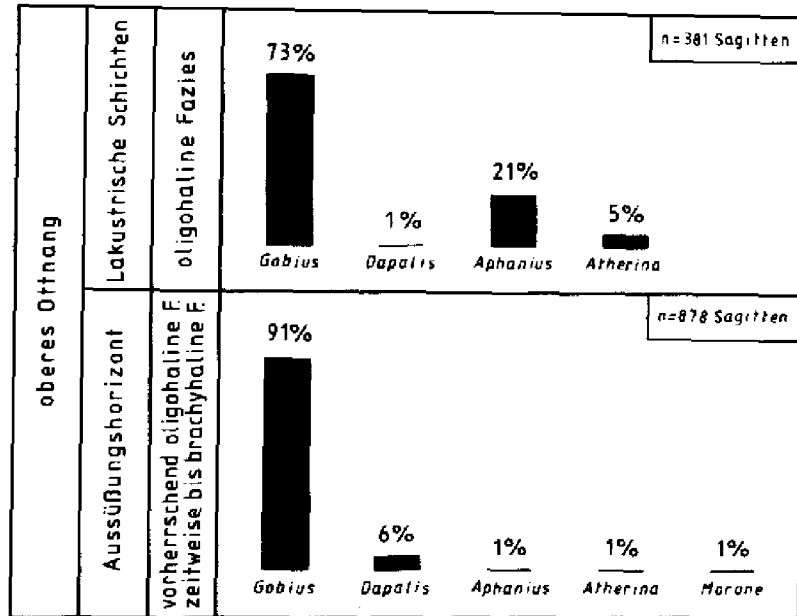


Abb. 7. Die Zusammensetzung der Fisch-Gemeinschaften im Aussüßungshorizont und in den Lakustrischen Schichten der Oncophora-Schichten in Niederbayern.

Überregionale Beziehungen der Oncophora-Schichten

Einige Arten der Fischfauna aus den Oncophora-Schichten sind aus den marinen Ablagerungen des Eggenburgien in Niederösterreich (Maigen) und S-Mähren (Znojmo) bekannt: In Maigen kommen *Gobius brzobohaty* (= *G. cf. multipinnatus* sensu BRZOBOHATÝ 1989) und *Morone moravica* vor. Von Znojmo wurden *G. brzobohaty* (= *G. cf. multipinnatus* sensu BRZOBOHATÝ 1969) sowie *Dapalis formosus*, *D. curvirostris* und *D. kaelini* (= *D. sp.* sensu BRZOBOHATÝ 1969) beschrieben. Die gemeinsamen Arten weisen darauf hin, daß das niederbayerisch-oberösterreichische Oncophora-Becken zumindest während des Eggenburgien noch einen einheitlichen Faziesraum mit dem Molassemeer der zentralen Paratethys bildete.

Die Fischfauna der Oncophora-Schichten zeigt gute Übereinstimmung mit der aus den Kirchberger Schichten (siehe "Die Fischfaunen der Kirchberger Schichten"). Mögliche Wege des Faunenaustauschs zwischen dem Oncophora- und dem Kirchberger Becken sind im folgenden Kapitel dargestellt.

Stratigraphie der Oncophora-Schichten

In der Fischfauna der Oncophora-Schichten kommen neun Arten vor, die auch in der in das obere Otttnangien eingestufteten Fischfauna der Kirchberger Schichten anzutreffen sind. Außerdem treten in den Oncophora-Schichten zwei Arten auf, die bislang nur aus dem Eggenburgien bekannt waren (*Dapalis kaelini*, *Gobius brzobohaty*); diese Arten kommen in den Kirchberger Schichten nicht vor.

Aufgrund des Vorkommens von *Dapalis crassirostris* und der Ähnlichkeit mit der Fauna der Kirchberger Schichten kann die Fischfauna der Oncophora-Schichten in das obere Otttnangien gestellt werden. Insgesamt scheint die Fauna innerhalb des oberen Otttnangien aufgrund der "alten" Arten aus dem Eggenburgien geringfügig älter zu sein als die Fauna der oberen Kirchberger Schichten (Horizonte 4 bis 8). Diese Annahme wird auch durch die Überlegungen gestützt, die im folgenden zur paläogeographischen Entwicklung der westlichen Paratethys angestellt werden.

Zur paläogeographischen Entwicklung der westlichen Paratethys im mittleren und oberen Ottnangien

Bisherige Vorstellungen zur Paläogeographie

Die Meeresverbindungen und Strömungsrichtungen in der Paratethys während der Ablagerung der Brackwassermolasse und deren Äquivalente sind immer wieder neu diskutiert worden. Im folgenden wird nur eine Zusammenfassung bereits zuvor dargelegter Details gegeben.

Nach SCHLICKUM & STRAUCH (1968) waren das Oncophora- und das Kirchberger Becken (einschließlich des oberbayerischen Beckens) vollständig voneinander isoliert. Die Grenze zwischen beiden Becken blieb jedoch unklar.

Nach LEMCKE (1972, 1973) dokumentieren die Kirchberger Schichten und die Süßbrackwassermolasse zwischen Iller und Isar eine letzte, kurzfristige Transgression des Molassemeeres aus der NE-Schweiz. Das vermutlich bereits verbrackte Molassemeer sei in die Graupensandrinne transgrediert und aus dieser über die Albsteinschwelle hinweg in den südlich angrenzenden Raum eingedrungen. Nach E habe diese Transgression bis an den W-Rand des Landshut-Neuöttinger Hochs gereicht, das als trennende Schwelle zwischen den Ablagerungsräumen der Kirchberger Schichten und den als etwa gleichalt eingestuftem Oncophora-Schichten gewirkt habe. Später kommt LEMCKE (1984, 1988) aufgrund des Vorkommens von "Kirchberger Arten" im Aussüßungshorizont der Oncophora-Schichten zu dem Schluß, daß die aus der Schweiz erfolgte Transgression doch über das Landshut-Neuöttinger Hoch hinweg das Oncophora-Becken erreichte. Die oberen Oncophora-Schichten interpretiert er als das Resultat dieser Transgression und deutet daher obere Oncophora-Schichten = Kirchberger Schichten. [Auf die im Aussüßungshorizont nachgewiesenen "Kirchberger Arten" *Theodoxus cyrtocelis*, *Stagnicola armaniensis*, *Radix socialis dilatata* und einige andere Süßwassermollusken wird noch eingegangen.]

Im Gegensatz zur Annahme isolierter Becken steht außerdem die von BÜCHI & SCHLANKE (1977) und ZÖBELEIN (1985) angenommene Transgression des Meeres "von Osten" in die Graupensandrinne sowie – nur nach ZÖBELEIN (1985) – in eine S der Albsteinschwelle gelegene E – W verlaufende Depression. [Auch KIDERLEN (1931) und PFANNENSTIEL (1931) haben bereits eine Verbindung der Kirchberger Schichten in der Graupensandrinne mit einem nicht näher definierten Meer im E sowie zum Meer in der NE-Schweiz angenommen.]

Nach einer anderen Vorstellung (DOPPLER 1989) erfolgte die Auffüllung des niederbayerischen und oberösterreichischen Beckens durch die Oncophora-Schichten erst, nachdem sich das Meer aus dem übrigen S-deutschen Molassebecken zurückgezogen hatte. Auch er betrachtet damit die Oncophora-Schichten als Ablagerungen eines isolierten Beckens, führt jedoch die Isolation auf das stratigraphisch etwas jüngere Alter der Oncophora-Schichten gegenüber den Kirchberger Schichten zurück. Dies steht im Gegensatz zu den von den übrigen Bearbeitern vertretenen Auffassungen; SCHLICKUM & STRAUCH (1968) und STRAUCH (1971) vermuten

ein etwas höheres Alter der Oncophora-Schichten im Vergleich mit den Kirchberger Schichten und LEMCKE (1984, 1988) sowie ZÖBELEIN (1985) fordern Gleichaltrigkeit der Kirchberger Schichten mit den oberen Oncophora-Schichten.

Die westliche Paratethys im mittleren und oberen Ottnangien

Die faunistischen Beziehungen zwischen dem "Kirchberger" und dem "Oncophora-Becken" sind meines Erachtens Angelpunkt für die Beurteilung der paläogeographischen Entwicklung.

Dazu sind jeweils die einander am ähnlichsten brackischen Molluskenarten aus dem Kirchberger und dem Oncophora-Becken paarweise gegenübergestellt (Tab. 15). Daraus geht hervor, daß die brackischen *Hydrobia*-, *Nematurella*- und *Cyrokya*-Arten auf "Paare" zurückgeführt werden können. Die morphologischen Gehäuse-Merkmale dieser "Artenpaare" ermöglichen zwar die Trennung in endemische Arten (wie von SCHLICKUM durchgeführt); denkbar ist aber auch, daß es sich um faziell bedingte, morphologische Varianten ein und derselben Art handeln könnte.

Wie die Gastropoden zeigen auch die Lamellibranchiaten im Kirchberger bzw. im Oncophora-Becken voneinander abweichende Faunen, insbesondere fallen die verschiedenen Cardiiden-Faunen auf (Tab. 15).

Trotz vieler Endemismen der brackischen Molluskenfaunen geben die im Kirchberger ebenso wie im Oncophora-Becken verbreiteten Arten *Rzehakia partschii* und *Nematurella pappi* gute Hinweise auf eine Verbindung der beiden Becken. Da die gemeinsamen Arten in den Kirchberger Schichten auf den stratigraphisch ältesten Horizont 1 begrenzt sind, kann angenommen werden, daß der Faunenaustausch hauptsächlich während der Ablagerung dieses Horizonts stattfand. Dafür sprechen auch die ähnliche Lithofazies und die zum Teil vergleichbaren Mächtigkeiten des Horizonts 1 und der Mehlsande. – In der brackischen Fischfauna sind mehrere Arten enthalten, die sowohl in den Kirchberger Schichten als auch in den Oncophora-Schichten vorkommen:

- Atherina schwarzhansi* n. sp.,
- A. molassica* n. sp.,
- Atherinidarum brzobohaty* (MARTINI),
- Dapalis crassirostris* (RZEHAK),
- D. curvirostris* (RZEHAK),
- D. formosus* (H. v. MEYER),
- Gobius doppleri* n. sp.,
- G. gregori* n. sp.

Tabelle 15. Gegenüberstellung der brackischen Molluskenfaunen aus den Oncophora- und den Kirchberger Schichten. Identische oder aufgrund der Ähnlichkeit vermutlich am nächsten verwandte Arten sind nebeneinander angeordnet.

Oncophora-Schichten	Kirchberger Schichten
<i>Clithon pictus pictus</i>	—
<i>Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis</i>	<i>Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis</i>
<i>Hydrobia frauenfeldi</i>	<i>Hydrobia semiconvexa</i>
<i>Nematurella irenae</i>	<i>Nematurella zilchi</i>
<i>Nematurella klemmi</i>	<i>Nematurella convexula</i>
<i>Nematurella pappi</i>	<i>Nematurella pappi</i>
<i>Staliopsis dehmi</i>	—
<i>Staliopsis grimmi</i>	—
<i>Staliopsis pulissegari</i>	—
<i>Ctyrakya ammoni</i>	<i>Ctyrakya conoidea</i>
<i>Ctyrakya hoelzli</i>	<i>Ctyrakya irenae</i>
—	<i>Cerastoderma sociate</i>
—	<i>Cerastoderma solitarium</i>
<i>Limnopageta bavarica</i>	<i>Limnopageta friabilis</i>
<i>Limnopageta modelli</i>	—
<i>Limnopageta schmieri</i>	—
<i>Limnopappia kuiperi</i>	<i>Limnopappia schuetti</i>
<i>Congeria rattensis</i>	<i>Congeria clavaeformis</i>
—	<i>Congeria amygdaloides</i>
<i>Rzehakia guembeli</i>	—
<i>Rzehakia partschi</i>	<i>Rzehakia partschi</i>

Tabelle 16. Mögliche Parallelisierung der lithostratigraphischen Einheiten und Formationen des S-deutschen Raums im höheren Unter-Miozän. Grundlagen dieses Vorschlags sind die Makrofaunen, insbesondere aber die Mikrofaunen und -flore sowie Angaben zur lithostratigraphischen Abfolge in der diesbezüglichen Literatur. Gestrichelte Linie = vermutete stratigraphische Grenze. Senkrechte Schraffur = Schichtlücke.

		Graupensandrinne, Kirchberger Becken (=Nordrand des Molassebeckens)		Mittleres Molassebecken (=südlich der Graupensandrinne)				Oberbayerisches Becken		Oncophora-Becken			
		Badenseegebiet/Hegau		Ulmer Region		Iller-Lech		Lech-Isar		Oberbayern (ne'Mü, Chiemsee)		Niederbayern, Oberösterreich	
		OSM	LUS	OSM	LUS	OSM	LUS	OSM	LUS	OSM	LUS	OSM	LUS
oberes Oftnang	Karpät	Brackwassermolasse	obere Haldenmergel	Brackwassermolasse	"Graue Schluffe" u. Äquivalente	Brackwassermolasse	"Glimmersande"	Brackwassermolasse	"Glimmersande"	Brackwassermolasse	Konglomerate, Sande, Mergel	Brackwassermolasse	Konglomerate, Sande, Mergel
		Kirchberger Schichten	untere Haldenmergel	Kirchberger Schichten	Horizonte 4-8	Brackwassermolasse	obere Bunte Mergelserie	Süßbrackwassermolasse	obere kalkig-mergel. Abterlung	Brackwassermolasse	brackische Sande und Mergel	Brackwassermolasse	Meißsande und Äquivalente
mittleres Oftnang	Karpät	Brackwassermolasse	Samt-Ton-sande } Mergel	Kirchberger Schichten	Horizonte 2-3	Brackwassermolasse	B	Süßbrackwassermolasse	untere sandige Abterlung	Brackwassermolasse		Brackwassermolasse	
		Kirchberger Schichten	Mischgeröll-horizont	Kirchberger Schichten	Horizont 1 = Graupensand-Deckschichten	Brackwassermolasse	untere Bunte Mergelserie	Süßbrackwassermolasse	"Albstein"	Brackwassermolasse		Brackwassermolasse	
		Brackwassermolasse	Grimmfinger Sch. Graupensande (lok. auch fehlend)	Brackwassermolasse	Grimmfinger Sch. Graupensande	Brackwassermolasse		Süßbrackwassermolasse		Brackwassermolasse		Brackwassermolasse	
		lok. Albstein											
		Malm oder USM oder OMM		USM		OMM		OMM		OMM		OMM	

Eine weitere gemeinsame Art ist wahrscheinlich *Morone moravica*; leider sind die betreffenden Sagitten aus den Oncophora-Schichten so schlecht erhalten, daß keine eindeutige Bestimmung möglich ist. Auch die limnisch-oligohaline Art *Aphanius konradi* ist in beiden Becken vertreten.

Die Fischfaunen der Kirchberger und der Oncophora-Schichten lassen darüber hinaus auch einige

Unterschiede erkennen: *Gobius brzobohatyi* n. sp., *G. cf. vicinalis* und *Dapalis kaelini* n. sp. kommen zwar im Oncophora-Becken, jedoch nicht im Kirchberger Becken vor. *Gobius multipinnatus* (H. V. MEYER) ist im Kirchberger Becken, jedoch nicht im Oncophora-Becken verbreitet. Es handelt sich dabei aber nicht um Endemismen, da diese Arten allgemein in der Paratethys verbreitet sind und fazielle Gründe ausschlaggebend für das Vorkommen der einen oder der anderen

Art gewesen sein dürften. Demzufolge könnten *Gobius brzobohatyi* und *Dapalis kaelini* sandige Böden, *Gobius multipinnatus* eher tonig-mergeligen Untergrund bevorzugt haben.

Zur Rekonstruktion der Paläogeographie im mittleren und oberen Ottnangien werden vier Modelle entworfen, um die Ereignisse seit der Regression des Molassemeeres der OMM aus dem S-deutschen Gebiet bis zum Einsetzen der OSM aufzuzeigen (Abb. 8-11 und Tab. 16).

Zur Paläogeographie des tiefen mittleren Ottnangien

(Abb. 8)

Die Regression des Molassemeeres aus dem S-deutschen Raum ist weitgehend abgeschlossen, nur in Niederbayern/Oberösterreich und der NE-Schweiz dauert die marine Sedimentation noch an. Vermutlich steht das niederbayerische/oberösterreichische Meeresbecken weiterhin mit der zentralen Paratethys in Verbindung. Inwiefern die beiden "Restmeere" im E und SW entlang dem Alpenrand miteinander korrespondieren, ist ungewiß. Radiale Schüttungen aus den Alpen dürften jedenfalls eine baldige Aussüßung bewirkt haben.

Im verlandeten S-deutschen Molassebecken entsteht lokal der Albstein. Teils handelt es sich dabei um Verwitterungsbildungen, teils anscheinend auch um Süßwasserkalke (KIDERLEN 1931). Die möglicherweise bereits wirksamen Schuttfächer des Ur-Main und der Ur-Naab bleiben auf den Albrand begrenzt.

Insgesamt kann von einer epirogenetisch ruhigen Phase von verhältnismäßig kurzer Dauer unter wahrscheinlich semiaridem Klima (Krustenkalke) ausgegangen werden. Mit Abtragungen ist nach ZÖBELEIN (1985) aufgrund der weitgehenden Einebnung des Untergrunds durch die vorangegangene Meeresbedeckung kaum zu rechnen.

Zur Paläogeographie des hohen mittleren Ottnangien

(Abb. 9)

Im höheren mittleren Ottnangien kommt es am N-Rand des Molassebeckens entlang einer tektonisch vorgezeichneten Schwächezone zur Eintiefung der Grau-

pensandrinne. Diese Rinne stellt ein erosiv in die OMM und USM eingeschnittenes, nach SW abfließendes, zumeist 13-15 km breites Flußsystem dar. Nach der erosiven Phase erfolgt die Auffüllung der Graupensandrinne mit Sanden und Feinkieseln, die Grimmelfinger Schichten bzw. die Graupensande. Die Grimmelfinger Schichten führen moldanubisches Material und einige spezifische Schwerminerale, wie z. B. Andalusit, weshalb sie bereits frühzeitig als Schüttungen der Böhmisches Masse erkannt wurden. LEMCKE (1985) weist darauf hin, daß die Sedimentzufuhr aus dem Saxothuringikum durch die "Ur-Naab" erfolgt ist. Die in den Grimmelfinger Schichten weit verbreiteten Lydite belegen außerdem eine Schüttung aus dem Frankenswald ("Ur-Main").

Südlich der Graupensandrinne besteht weiterhin Festland. Vermutlich handelt es sich um ein relativ flaches, wiederum tektonisch angelegtes Hochgebiet, das etwa dem nördlichsten Teil der "Albstainschwelle" sensu LEMCKE et al. (1953) entsprechen dürfte. Die geringe Höhe dieser Schwelle zeigt sich darin, daß sie an einigen Stellen durch alpine Flüsse durchquert werden konnte, so z. B. bei Ulm (KIDERLEN 1931, LEMCKE et al. 1953).

Im südlichen Vorland dieses Hochgebiets werden zwischen Iller und Lech gleichzeitig die fluviatilen, zum Teil auch limnischen Sedimente eines alpinen Flußsystems abgelagert. Diese repräsentieren den tiefsten Teil der von LEMCKE et al. (1953) erstmals beschriebenen Bunten Mergelserie sowie den unterlagernden "Albstein" (Tab. 16). Über eine etwaige Ausdehnung dieses Flußsystems nach W ist nichts bekannt. Im östlich angrenzenden Gebiet findet weiterhin keine Sedimentation statt. Aufgrund der alpinen Schüttungen kann die noch als möglich angedeutete Meeres-Verbindung (Abb. 8) entlang dem Alpenrand zwischen der NE-Schweiz und Niederbayern/Oberösterreich weitgehend ausgeschlossen werden.

Etwa zur gleichen Zeit setzt in Niederbayern und Oberösterreich die alpine Schüttung der Ortenburger Schotter ein (GRIMM 1977, HAAS 1987). Dadurch besteht jetzt keine Verbindung mehr nach Osten zur zentralen Paratethys. Durch die Süßwasserzufuhr des Flusses, der die Ortenburger Schotter lieferte, verbrachte das niederbayerische und oberösterreichische Meer, es beginnt die Sedimentation der Oncophora-Schichten. Dabei entstehen im Beckentiefsten die Mehlsande, in den flacheren Beckenteilen etwa zeitgleich der Schillhorizont, die Schillsande usw. (SCHLICKUM & STRAUCH 1968; HAAS 1987).

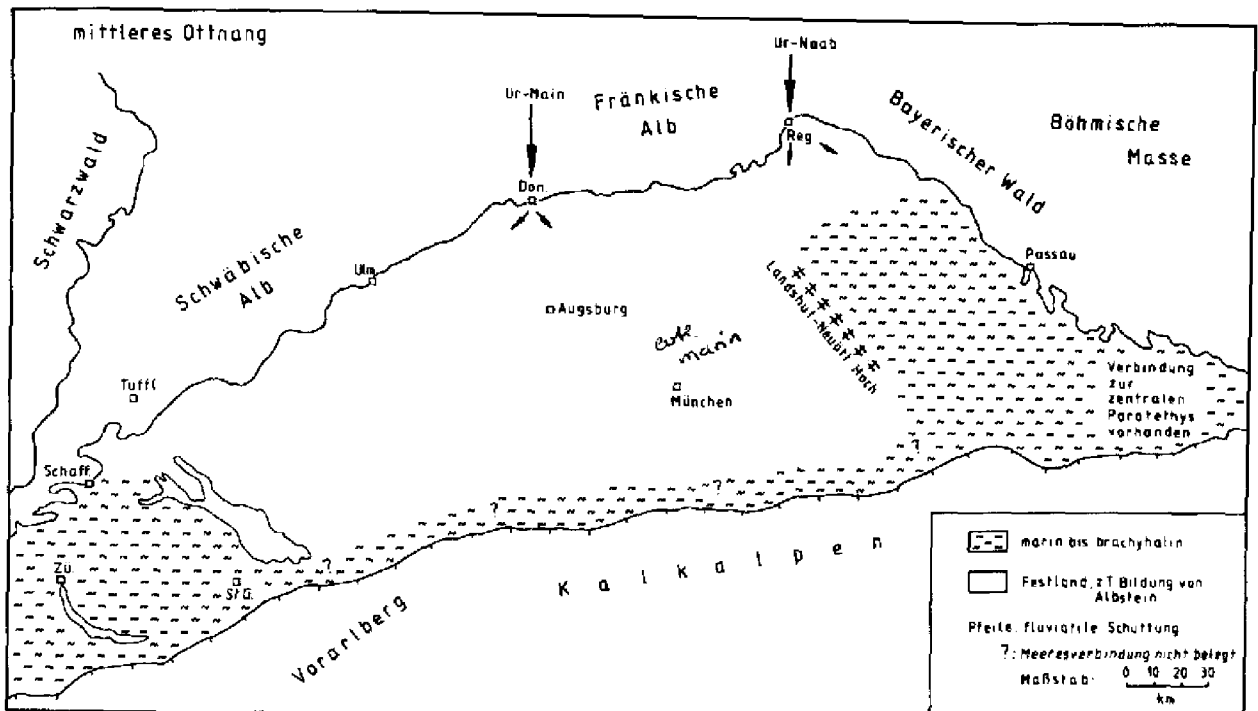


Abb. 8. Paläogeographie des ^{höheren} mittleren Ottingen.

Zü. = Zürich, St. G. = St. Gallen, Schwaff. = Schaffhausen, Tuttl. = Tuttlingen, Don. = Donauwörth, Reg. = Regensburg.

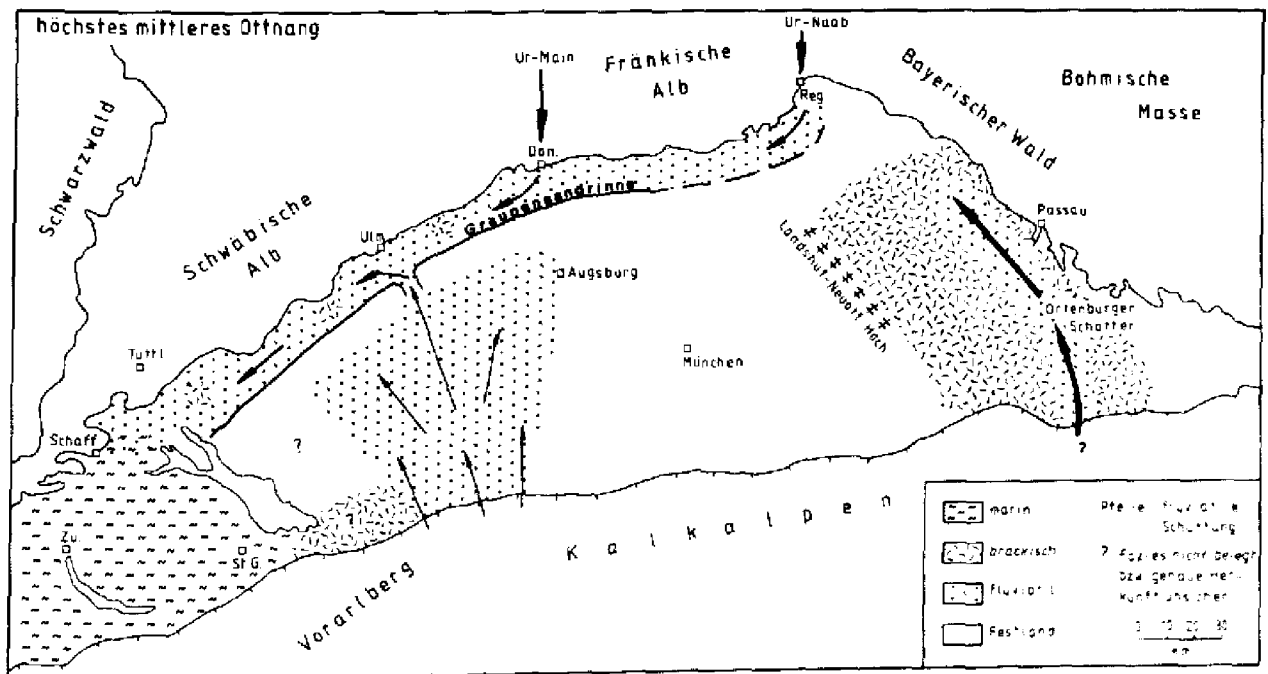


Abb. 9. Paläogeographie des ^{höchsten} mittleren Ottingen. — Erklärungen siehe Abb. 8.

Zur Paläogeographie
des tiefen oberen Ottnangien
(Abb. 10)

Vermutlich durch eine leichte Kippung des Molassebeckens, vielleicht auch begünstigt durch den gestiegenen Wasserstand im Oncophora-Becken infolge der starken Wasserzuführung durch den Ortenburger Schotter-Fluß, überflutet das Oncophora-Meer das westlich angrenzende Gebiet. Dadurch entstehen auch in der Region E München und im Chiemseegebiet brackische Ablagerungen, die dort als Brackwassermolasse bezeichnet werden. Im Gebiet zwischen Lech und Isar kommt es zur Sedimentation der von LEMCKE et al. (1953) erstmals nachgewiesenen unteren sandigen Abteilung der Sand-Kalkmergelserie. Im westlich anschließenden Raum zwischen Lech und Iller wird weiterhin die untere Bunte Mergelserie abgelagert, die lagenweise brackische Einflüsse aufweist. Diese sind auf kurzfristiges Eindringen von Brackwasser durch Sturmfluten oder infolge Windstau aus dem östlichen Gebiet zurückzuführen.

Die ursprüngliche Graupensandrinne ist denkbar als eine die Regionen verbindende Wasserstraße. Sie entwickelte sich zu einem brackischen Meeresarm, der von Niederbayern bis in die NE-Schweiz reichte und ermöglichte dabei einen Faunenaustausch mit dem oberbayerischen Gebiet. Für *Rzehakia partschi* und *Nematurella pappi* sowie für die brackischen Fische bestand somit die Möglichkeit, aus dem Oncophora-Becken über die Graupensandrinne in den angrenzenden Raum und in das Kirchberger Becken zu gelangen.

Der Wasserweg aus dem Oncophora-Becken in die Graupensandrinne entlang dem S-Rand der Böhmisches Masse und der Fränkischen Alb könnte durch die Schwelle des Landshut-Neuöttinger Hochs auch bei gestiegenem Wasserspiegel oder nach einer Kippung des Beckens blockiert gewesen sein. Die genaue Position des Landshut-Neuöttinger Hochs ist noch nicht bekannt, so daß eine Ausdehnung dieser Schwelle bis an den Rand der Böhmisches Masse und der Alb nicht ausgeschlossen werden kann. In diesem Fall müßte die Faunenwanderung über eine Wasserstraße an einer anderen Stelle des Landshut-Neuöttinger Hochs oder aber an dessen bisher ebenfalls nicht genau lokalisierbarem SE-Rand erfolgt sein, möglicherweise indirekt über das oberbayerische Brackwassermeer. Die aufgezeigten Verbindungswege schließen sich gegenseitig nicht aus; alle drei können – wenigstens kurzfristig – nebeneinander bestanden haben. Eine Überflutung des Landshut-Neuöttinger Hochs wird auch von LEMCKE (1984, 1988) für möglich gehalten.

Während dieser Vorgänge findet in der NE-Schweiz der 3. Zyklus des Helvetien statt. Dieser transgressive

Meeresvorstoß aus der NE-Schweiz in die Graupensandrinne des Bodenseegebietes ist durch eingeschwemmte Gerölllagen des Napf-Fächers belegt. Die Einflüsse dieses Meeres aus der Schweiz lassen sich außerdem durch den Congerien- und Cardiid-führenden Horizont 2 der Kirchberger Schichten bis in die Ulmer Region nachweisen. Einige der aus der NE-Schweiz eingewanderten Arten gelangten sogar bis in den oberbayerischen Faziesraum (*Congeria clavaeformis*, *C. amygdaloides*, *Cerastoderma solitarium*).

Verschiedene Möglichkeiten bieten sich an die endemische Molluskenfauna des Oncophora-Beckens zu erklären: Die Endemismen könnten einerseits auf den vielleicht nur sehr kurzzeitig bestehenden Verbindungsweg nach W zurückgeführt werden, andererseits könnten sie in verschiedenen Biotopen eines Beckens entstanden sein (ZÖBELEIN 1985: 239), oder es könnte sich bei den einander nahestehenden Formen in den Kirchberger und den Oncophora-Schichten nicht um endemische Arten, sondern um ökologisch bedingte morphologische Varianten einer Art handeln.

Zur Paläogeographie
des hohen oberen Ottnangien
(Abb. 11)

Verringertes Gefälle und kürzere Reichweite des alpinen Flußsystems zwischen Iller und Lech bzw. die verstärkte GE-Schüttung aus E ermöglichen das Eindringen von Brackwasser in den westlichen Faziesraum. Entlang des vermutlich weiterhin südlich der Graupensandrinne bestehenden Festlands bildet sich ein brackisches Gewässer, das möglicherweise im SW mit dem Molassemeer der NE-Schweiz kommuniziert. Durch das weiterhin zugeführte Süßwasser der alpinen Flüsse entstehen schwach brackische Ablagerungen, die Sedimente der oberen Bunten Mergelserie (sensu LEMCKE et al. 1953).

Im östlich angrenzenden Faziesraum belegen die Fischfaunen der oberen kalkig-mergeligen Abteilung, insbesondere *Atherina martinii* und *Prolebias weileri*, die weiterhin bestehende Verbindung mit der Graupensandrinne bzw. dem Kirchberger Becken. Als zeitliche Äquivalente der oberen kalkig-mergeligen Abteilung können die höheren Kirchberger Schichten (Horizonte 4-8) und die Haldenhofmergel der südwestlichen Graupensandrinne angesehen werden (Tab. 16).

Die verstärkte GE-Schüttung aus dem E kann als Hinweis auf eine leichte Hebung des niederbayerischen und vielleicht auch des oberbayerischen Gebiets gewertet werden. Für eine Verlagerung des zuvor im E gelegenen Beckentiefsten nach W spricht auch die nach E abnehmende Mächtigkeit der oberen kalkig-mergeli-

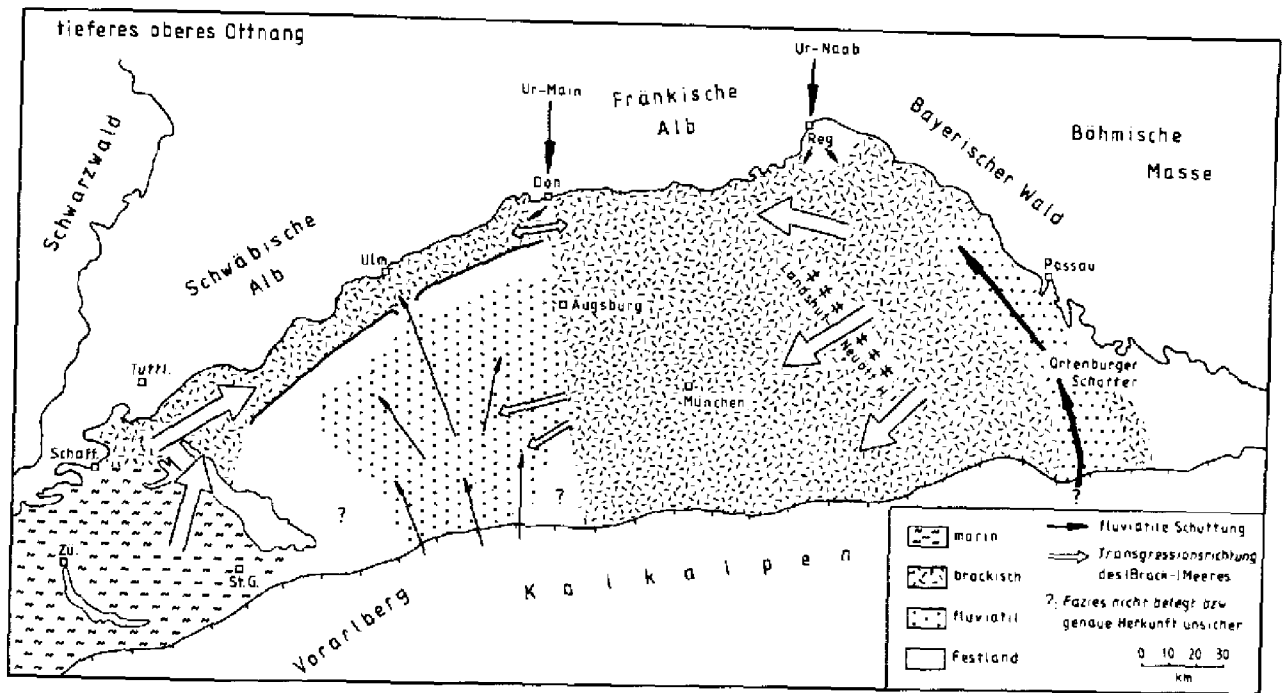


Abb. 10. Paläogeographie des tiefen oberen Otnangium. — Erklärungen siehe Abb. 8.

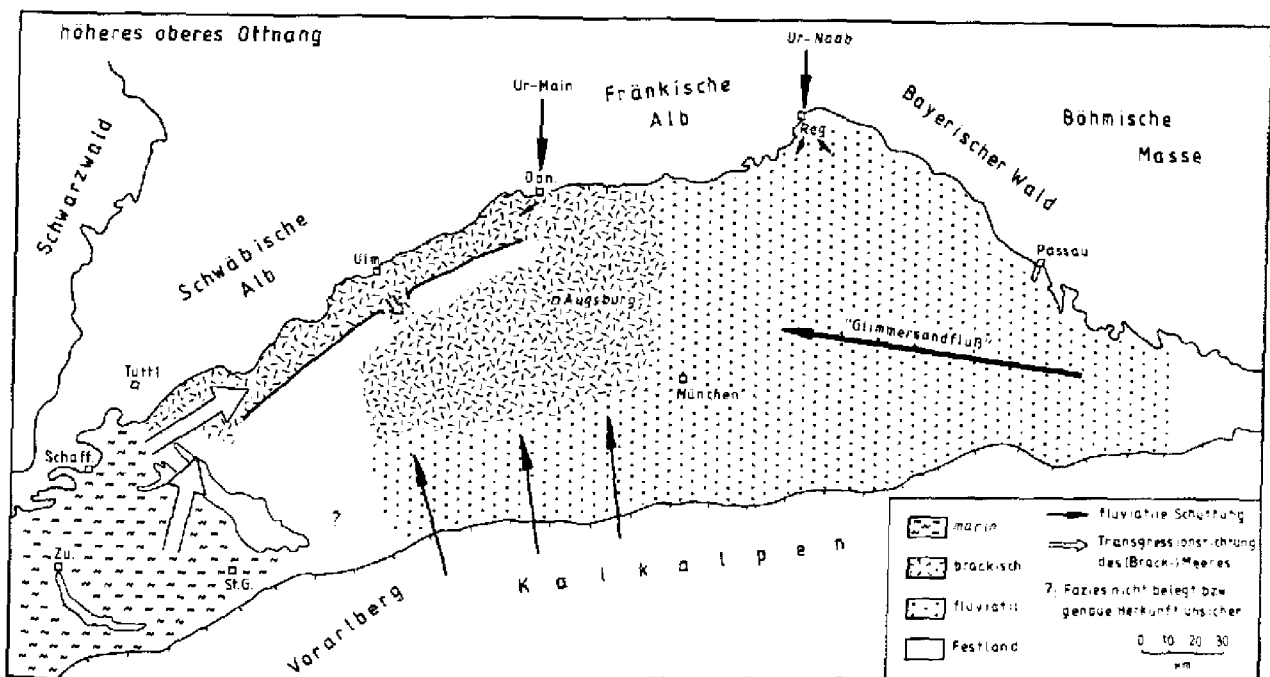


Abb. 11. Paläogeographie des hohen oberen Otnangium. — Erklärungen siehe Abb. 8.

gen Abteilung. In diese Zeit fällt daher sehr wahrscheinlich die Verlandung bzw. der Beginn der Sedimentation der OSM im Oncophora-Becken und wohl auch im oberbayerischen Becken. Daraus resultiert eine zwanglose Erklärung für die auf die Kirchberger Schichten und die obere kalkig-mergelige Abteilung begrenzten Vorkommen von *Atherina martinii* und *Prolebias weileri*.

Im höchsten Otnangium oder tiefsten Karpatien erfolgt die rasche Verlandung der noch bestehenden

Brackwasser- und Meeresbecken in der NE-Schweiz und in S-Deutschland. Damit ist die Sedimentation der Brackwassermolasse in der westlichen Paratethys beendet. Im gesamten Molassebecken kommt es nun zur Ablagerung der überwiegend fluviatilen, untergeordnet auch limnischen Sedimente der Oberen Süßwassermolasse. Die Materialzufuhr erfolgt hauptsächlich von E durch das "Glimmersand-Stromsystem", daneben aber auch radial aus den Alpen sowie aus den nördlich des Molassebeckens gelegenen Regionen.

Beschreibung der Otolithen

Ordnung Atheriniformes ROSEN 1964
 Familie Cyprinodontidae AGASSIZ 1834

Prolebias SAUVAGE 1874

Prolebias weileri SALIS 1967

Taf. 1 Fig. 1-9

- v*1967 *Prolebias weileri* n. sp. – SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 41, Fig. 11/8-16.
 v 1988b *Aphanius maderae* n. sp. – REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 12, Taf. 3 Fig. 1-4, 7-10, 13-14.

Material: 93 Sagitten.

- ✓ BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a-d),
 ✓ Horizont 6: 11 Ex. – SMF P. 8958, 8963,
 ✓ Horizont 7: 8 Ex. – SMF P. 8957, 8962,
 ✓ Horizont 8: 61 Ex. – SMF P. 8956, 8960, 8961, 8965,
 8966 und SMNS 55448-55450, 59103;
 ✓ OSM/"Graue Schluffe" bei Illerkirchberg (Fp. 42c, e, g):
 13 Ex. – SMF P. 8953-8955, 8959, 8964.

Maße (in mm): L = 0.64 - 1.12, H = 0.60 - 1.00; L/H = 0.91 - 1.22.

Beschreibung

Rundliche bis abgerundet-dreieckige Sagitten mit einem stumpfen oder schlanken Zipfel in der Mitte des Dorsalrands. Hinterrand gerundet, Ventralrand flach gewölbt, glatt oder gewellt. Rostrum kufenförmig und vorne breit abgerundet, gegenüber dem rundlichen Antirostrum weit vorspringend. Excisura U- bis V-förmig und tief eingeschnitten. Sulcus undeutlich in ein schmales Ostium und eine ziemlich gerade, am Ende abgerundete Cauda unterteilt. Die schmale, leistenförmige Crista superior ist im Bereich der Area eingebuchtet, die Crista inferior – soweit vorhanden – verläuft gerade. Die rundliche Area ist tief eingesenkt, eine Ventralinie fehlt.

Variabilität

Die Variabilität betrifft vor allem den Umriss der Sagitten (rundlich oder länglich), den dorsalen Zipfel (schlank oder breit abgestumpft, kurz oder lang) und die Form der Ränder (glatt oder gewellt). Auch die Länge des Rostrums kann ein wenig variieren, ebenso wie der Bereich zwischen dem dorsalen Zipfel und dem Antirostrum (flach konvex bis buckelförmig gewölbt; Taf. 1 Fig. 2, 7). – Zur Variabilität siehe auch SALIS (1967: 41) und REICHENBACHER (1988b: 13).

Bemerkungen: Die Art wird der fossilen Gattung *Prolebias* zugeordnet, für die der dorsale Zipfel ein bestimmendes Merkmal der Gattung darstellt.

Das als verschollen gemeldete Material von SALIS (1967) aus der tiefen OSM der Zentral-Schweiz konnte im Frühjahr 1989 wieder aufgefunden werden. Erst zu diesem Zeitpunkt

war daher ein Vergleich des "*Aphanius maderae*" aus den Kirchberger Schichten mit den von SALIS dokumentierten Sagitten möglich. Es zeigte sich, daß "*A. maderae*" mit dem von SALIS (1967) neu beschriebenen *Prolebias weileri* gut übereinstimmt und daher dieser Art zugeordnet werden kann. Ein wesentlicher Unterschied ist der bei "*A. maderae*" höher ausgezogene und zumeist auch schlankere Zipfel. Alle anderen Unterschiede bleiben im Rahmen der Variabilität. Allerdings sind die Sagitten aus der Zentral-Schweiz nicht so gut erhalten wie die aus den Kirchberger Schichten. Daher liegt der Verdacht nahe, daß die verschiedene Form des dorsalen Zipfels durch eine leichte Abrollung der Sagitten aus der Schweiz bedingt und damit vorgetäuscht sein könnte.

Beziehungen: Die Art läßt sich von *P. alatus* WEILER und *P. meyeri* (AGASSIZ) aus dem Mainzer Becken und dem Oberrheingraben sowie von *P. boudryensis* REICHENBACHER aus der W-Schweiz durch ihr kräftiges und vorspringendes Rostrum unterscheiden.

Fazies: oligohalin bis limnisch.

Vorkommen: oberes Ottmangien von Schwaben und Karpatien der Zentral-Schweiz.

Prolebias napfi SALIS 1967

Taf. 1 Fig. 11-13

- v*1967 *Prolebias napfi* n. sp. – SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 42, Fig. 11/17-20.

Material: 4 Sagitten.

OSM, Napf-Schichten des Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz: 4 Ex. – Belegsammlung SALIS (1967), Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nr.

Maße (in mm): L = 0.60 - 0.76, H = 0.60 - 0.76; L/H = 0.94 - 1.00.

Beschreibung

Von *P. napfi* stand nur das in SALIS (1967) beschriebene Material zur Verfügung. Es handelt sich um kleine, rundliche Sagitten mit wenig entwickelten Merkmalen. Das Rostrum ist verhältnismäßig breit und vorne abgerundet, gegenüber dem gleichfalls abgerundeten Antirostrum tritt es kaum hervor. Der Sulcus ist sehr ähnlich wie bei *P. weileri* geformt. Eine Crista superior ist vorhanden, die Crista inferior nur angedeutet. Die rundliche Area ist flach bis deutlich eingesenkt, eine Ventralinie fehlt.

Beziehungen: Die Art läßt sich von *P. weileri* SALIS durch ihre rundliche Form und das kurze Rostrum unterscheiden.

Vorkommen: Karpatien des Entlebuch, Zentral-Schweiz.

Aphanius NORDO 1827*Aphanius gubleri* n. sp.

Taf. 1 Fig. 10, 14-17

v 1967 Otol. (Cyprinodontidarum?) sp. 1. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 44, Fig. 12/16-17.

N a m e : Herrn Dipl.-Geol. THOMAS GUBLER (ETH Zürich) gewidmet, der mir freundlicherweise sein Otolithenmaterial aus der OSM der Schweiz zur Verfügung stellte, darunter 2 Exemplare der neuen Art.

H o l o t y p u s : Linke Sagitta, Taf. 1 Fig. 16; SMF P. 8967. — **L o c u s t y p i c u s :** W Horgen (Fp. 7), ca. 7 km W des Zürichsees, NE-Schweiz, Landeskarte der Schweiz 1:50000, Nr. 225 Zürich, R:685325 H:233100. — **S t r a t u m t y p i c u m :** Obere Süßwassermolasse.

P a r a t y p o i d e : 8 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42d),
✓Horizont 8: 3 Ex. — SMF P. 8971, 8972;

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18):
2 Ex. — SMF P. 8967, 8970; 8969 *Bedina?*

OSM W Horgen (Fp. 7): 1 Ex. — SMF P. 8968;

OSM/Napf-Schichten des Entlebuch:

2 Ex. — Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nrn.

M a ß e (in mm): Holotypus L = 1.04, H = 0.88; L/H = 1.18.; Paratypoiden L = 0.84 - 1.20, H = 0.68 - 0.93; L/H = 1.14 - 1.29.

D i a g n o s e : Sagitten von abgerundeter, stumpf dreieckiger Form mit kaum hervortretendem Rostrum.

B e s c h r e i b u n g

Die Sagitten zeigen einen länglich-rundlichen bis abgerundet-dreieckigen Umriss; Innen- und Außenseite sind gewölbt. Der verhältnismäßig kurze Dorsalrand ist hoch gewölbt, ein Medianknick ist angedeutet, der Übergang zum Hinterrand leicht eingebuchtet. Der Hinterrand ist breit gewölbt, bei kleinen Sagitten (< 1 mm) gerundet und bucklig (Taf. 1 Fig. 10, 14-15); bei großen Sagitten etwas weniger gerundet und am posteroventralen Umgang mit einer schwachen Kante versehen. Der Ventralrand ist flach bis kräftig gewölbt und mündet in das nicht sehr breite, vorne abgerundete und nur wenig gegenüber dem Antirostrum hervorragende Rostrum. Das Antirostrum ist abgerundet oder stumpf zugespitzt, bei einigen Sagitten auch beulenartig verstärkt. Die Excisura ist flach bis U-förmig. Der Sulcus steigt von der Mitte aus zunächst nach oben/hinten an, knickt dann am Ende nach unten ab und schließt mit stumpfer Spitze. Er ist in ein kleines, rundliches Ostium und eine nur wenig schmalere, mäßig eingetiefte Cauda unterteilt. Das Ostium ist gegenüber der Cauda leicht vertieft, sein Oberrand ist konvex, der Unterrand konkav. Die Crista superior ist nur im Bereich der Area in Form einer dicken Leiste ausgeprägt, die Crista inferior kann fehlen oder angedeutet sein.

V a r i a b i l i t ä t

Innerhalb einer ontogenetischen Reihe lassen sich Änderungen der Form des Hinterrands und des posteroventralen Umgangs erkennen. Die Wölbung des Ventralrands scheint mit zunehmender Größe der Sagitten abzunehmen.

B e z i e h u n g e n : Vermutlich hat sich die neue Art aus *A. konradi* entwickelt. So stehen einzelne Stücke von *A. konradi*, die eine etwas untypische, niedrige Form zeigen (Taf. 3 Fig. 46), der neuen Art sehr nahe. Sie lassen sich aber immer noch durch die kantigere Form und das kräftigere Rostrum von *A. gubleri* unterscheiden. Ein weiteres kennzeichnendes Merkmal für *A. gubleri* ist der im Vergleich zu *A. konradi* besser gegliederte Sulcus durch das gegenüber der Cauda merklich eingetiefte Ostium.

F a z i e s : oligohalin bis limnisch.

V o r k o m m e n : oberes Ottmangien von Schwaben, Karpaten der NE- und der Zentral-Schweiz.

Aphanius konradi REICHENBACHER 1988

Taf. 2 Fig. 18-28; Taf. 3 Fig. 34-47

v 1967 *Aphanius?* sp. 1. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 42, Fig. 12/5-7.

v 1967 *Aphanius* cf. *germaniae* WEILER. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 42, Fig. 12/1-4.

v*1988b *Aphanius konradi* n. sp. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 14, Taf. 3 Fig. 5-6, 11-12.

M a t e r i a l : Etwa 130 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a-b,d) und Fp. 13 in REICHENBACHER (1989),

✓Horizont 6: 5 Ex. — SMF P. 9006, 9007,

✓Horizont 7: 5 Ex. — SMF P. 8976-8978, 9008,

✓Horizont 8: 18 Ex. — SMF P. 9009, 9010 und SMNS 55454, 59104;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim, 48.7373
Horizont 7/8: 5 Ex. — SMF P. 8973-8975; 10.5833

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18):

2 Ex. — SMF P. 9003;

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am
Türkenbach (Fp. 59): 7 Ex. — SMF P. 9002; 48.2667

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberhirnbach
(Fp. 62): 74 Ex. — SMF P. 8984-8999; 48.2667

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Fuchsöd (Fp. 63):
2 Ex. — SMF P. 9000; 48.2667

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Walksham (Fp. 64):
3 Ex. — SMF P. 9001; 48.2667

✓OSM/"Graue Schluffe" bei Illerkirchberg (Fp. 42e, 42f):
5 Ex. — SMF P. 8979-8981 und SMNS 55453;

OSM/obere Haldenhofmergel bei Herdwangen (Fp. 19):
2 Ex. — SMF P. 9004; 48.2667

OSM/Limnische Untere Serie an der Reisenburg bei
Günzburg (Fp. 43): 1 Ex. — SMF P. 9005; 48.2667

Limnische Untere Serie der Bhrg. Bergheim (Fp. 40) und
der Tongr. Eulenberg W Autenried (Fp. 46): je 1 Ex. —

Bayer. Geol. Landesamt München;

48.2667
10.2667

OSM/Silvana-Kalke, Sportplatz Hausen (Fp. 45):

1 Ex. – Bayer. Geol. Landesamt München;

OSM/Fluviatile Untere Serie der Sandgrube E Bubenhausen:

1 Ex. – Bayer. Geol. Landesamt München;

OSM W Horgen (Fp. 7): 3 Ex. – SMF P. 8982, 8983.

M a ß e (in mm): L = 0.68 - 1.44, H = 0.68 - 1.16; L/H = 0.95 - 1.41.

B e s c h r e i b u n g (siehe REICHENBACHER 1988b: 14).

V a r i a b i l i t ä t

Erstmals steht von dieser Art nun eine größere Anzahl von Sagitten zur Verfügung, so daß Aussagen zur Variabilität getroffen werden können. Wie aus den Abbildungen ersichtlich, unterliegt insbesondere die

Form der Sagitten beträchtlichen Änderungen. So kommen neben relativ hohen Sagitten auch auffällig niedrige Formen vor (Taf. 3 Fig. 39, 44, 46); beide Formtypen sind durch Übergänge verbunden. Desweiteren kann die Länge des Rostrums (wenig oder deutlich hervorspringend) und seine Form (stumpfe Spitze oder breit abgerundet) variieren. Ventral- und Dorsalrand können glatt, gewellt oder fein gekerbt sein. Das Antirostrum ist im allgemeinen in Form eines großen Höckers sehr gut entwickelt, bei einigen Stücken ist es nur angedeutet. – Eine ähnliche Variabilität hinsichtlich der Form und des Rostrums ist von *Aphanius germaniae* WEILER aus dem Mainzer Becken bekannt (MALZ 1978b: 459-460).

T a f e l 1 – 11

Die meisten Foto-Aufnahmen wurden an einem dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Frankfurt am Main von der VW-Stiftung zur Verfügung gestellten Rasterelektronenmikroskop (Stereoscan Mark 2) durchgeführt. Die Negative der REM-Aufnahmen des Beleg-Materials zu SALIS (1967) wurden von P.A.M. Gaemers (Leiden/Niederlande) zur Verfügung gestellt. Soweit nicht anders erwähnt, handelt es sich bei den abgebildeten Sagitten um Innenansichten. Die Abkürzungen bedeuten: OSM = Obere Süßwassermolasse, BWM = Brackwassermolasse, SBM = Süßbrackwassermolasse, OMM = Obere Meeresmolasse.

T a f e l 1

Fig. 1-9. *Prolebias weileri* SALIS 1967

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.

Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.

Stücke: Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nrn.

1. Linke Sagitta, H o l o t y p u s ; × 51.

(= SALIS 1967: Fig. 11/10).

2. Linke Sagitta; × 51.

(= SALIS 1967: Fig. 11/13).

3. Rechte Sagitta; × 51.

(= SALIS 1967: Fig. 11/11).

4. Linke Sagitta; × 51.

(= SALIS 1967: Fig. 11/9).

5. Linke Sagitta; × 38.

(= SALIS 1967: Fig. 11/14).

6. Rechte Sagitta; × 41.

(= SALIS 1967: Fig. 11/15).

Grenzbereich Otnangien/Karpatien, tiefe OSM; "Graue Schluffe".

Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42e).

7. Linke Sagitta; × 42. – SMF P. 8953.

8. Linke Sagitta; × 42. – SMF P. 8954.

Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.

Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42b).

9. Rechte Sagitta; × 42. – SMF P. 8956.

Fig. 10. *Aphanius gubleri* n. sp.

Oberes Otnangien, BWM; unt. Haldenhofmergel. Sipplingen (Fp. 18). Hegau.

10. Rechte Sagitta; × 44. – SMF P. 8969.

Fig. 11-13. *Prolebias napfi* SALIS 1967

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.

Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.

Stücke: Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nrn.

11. Linke Sagitta; × 55.

(= SALIS 1967: Fig. 11/17).

12. Linke Sagitta, H o l o t y p u s ; × 55.

(= SALIS 1967: Fig. 11/18).

13. Rechte Sagitta; × 53.

(= SALIS 1967: Fig. 11/19).

Fig. 14-17. *Aphanius gubleri* n. sp.

Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.

Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42d).

14. Rechte Sagitta; × 43. – SMF P. 8971.

Karpatien, tiefe OSM.

W Horgen (Fp. 7), NE-Schweiz.

15. Linke Sagitta; × 43. – SMF P. 8968.

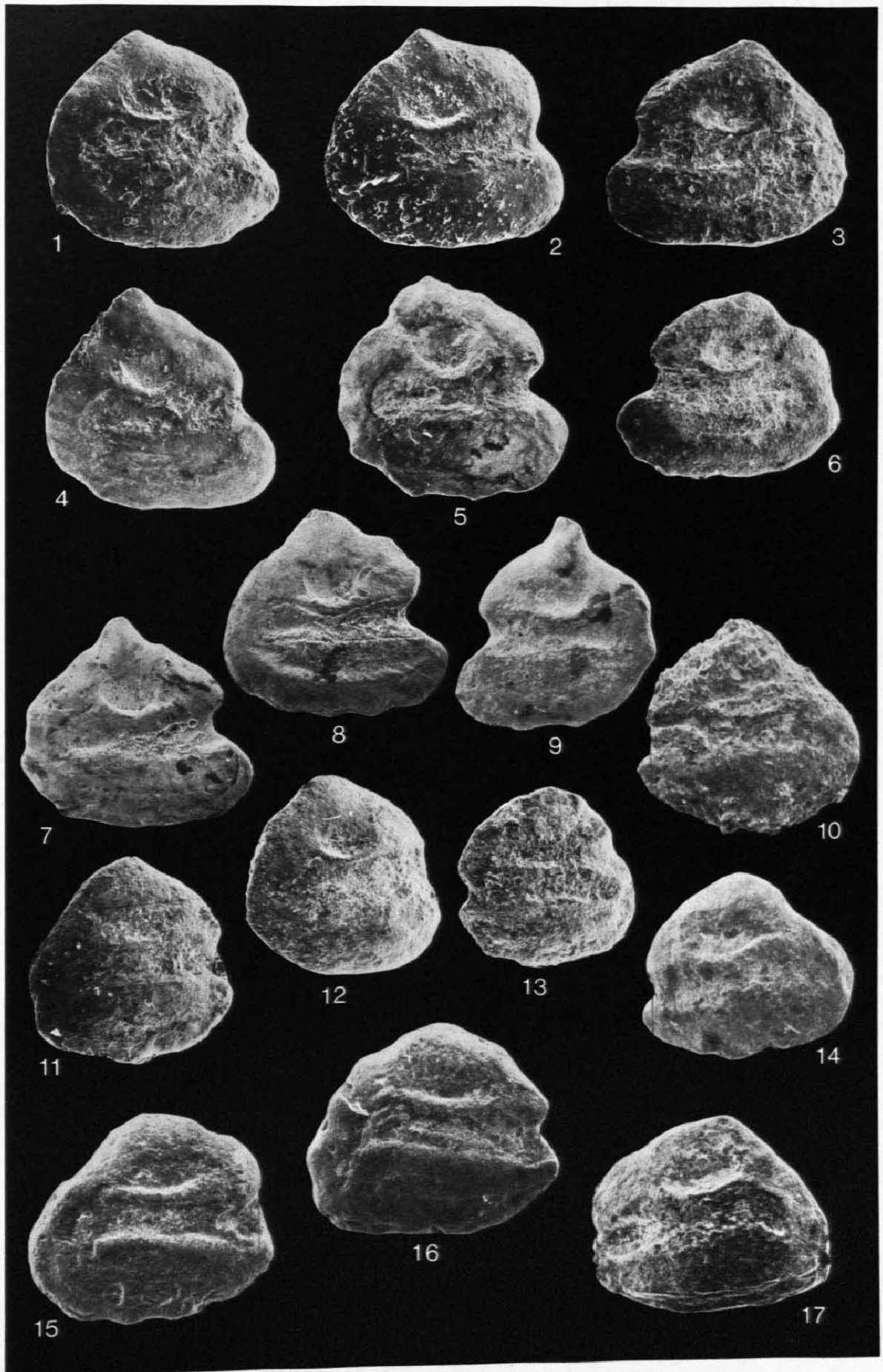
16. Linke Sagitta, H o l o t y p u s ; × 43. – SMF P. 8967.

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.

Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.

17. Rechte Sagitta; × 36.

[= SALIS 1967: Fig. 12/16, dort als "Otol. (Cyprinodontidarum?) sp. 1"].



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Bemerkungen: Die von SALIS (1967) als *Aphanius*? sp. 1 und *Aphanius* cf. *germaniae* dokumentierten Arten stimmen mit *A. konradi* überein und werden daher mit diesem vereinigt.

Die Sagitten von *A. konradi* aus dem Oncophora-Becken sind gegenüber den Exemplaren aus dem Kirchberger Becken größer und etwas besser entwickelt. So ragt bei den Sagitten aus dem Oncophora-Becken das Rostrum bei etlichen Exemplaren weit hervor und der Dorsal- und Ventralrand sind deutlich gewellt. Die kennzeichnenden Merkmale sind jedoch bei beiden Populationen gleich (buckelförmige Aufwölbung oberhalb des Antirostrums, abgeplatteter Dorsalrand), die Unterschiede betreffen die variablen Merkmale (Länge und Stärke des Rostrums, Kerbung bzw. Wellung der Ränder).

Nach MAYR (1967, 1979) und MÜLLER (1983) sind zwischen den Populationen einer Art, die in verschiedenen geographischen Räumen vorkommen, stets gewisse Unterschiede feststellbar. Daher und aufgrund der oben dargelegten Ausführungen werden die Sagitten aus dem niederbayerischen und dem schwäbisch-schweizerischen Gebiet in einer Art vereinigt.

Beziehungen: *A. konradi* zeigt sowohl Ähnlichkeit mit *A. germaniae* (Taf. 2 Fig. 29-31) wie auch mit *A. moraviae* (Taf. 2 Fig. 32-33). Von *A. germaniae* läßt sich *A. konradi* durch seinen aufgewölbten oder buckelförmig verdickten Vorderrand und die insgesamt etwas mehr abgerundete Form unterscheiden. Auch ist das Rostrum von *A. germaniae* etwas länger und spitzer als bei *A. konradi*. Gegenüber dem noch mehr abgerundeten *A. moraviae* ist *A. konradi* durch die kantigere Form, insbesondere durch den geraden posteroventralen Umgang unterscheidbar.

Fazies: oligohalin bis limnisch.

Vorkommen: oberes Ottnangien und Karpatien von S-Deutschland, Karpatien der NE- und der Zentral-Schweiz. Eine einzelne Sagitta aus der stratigraphisch ins Badenien zu stellenden Fluviatilen Unteren Serie (DOPPLER 1989) ist vermutlich aus älteren Schichten umgelagert.

Familie Atherinidae RISSO 1826

Atherina LINNAEUS 1758

Atherina schwarzhansi n. sp.

Taf. 4 Fig. 48-56

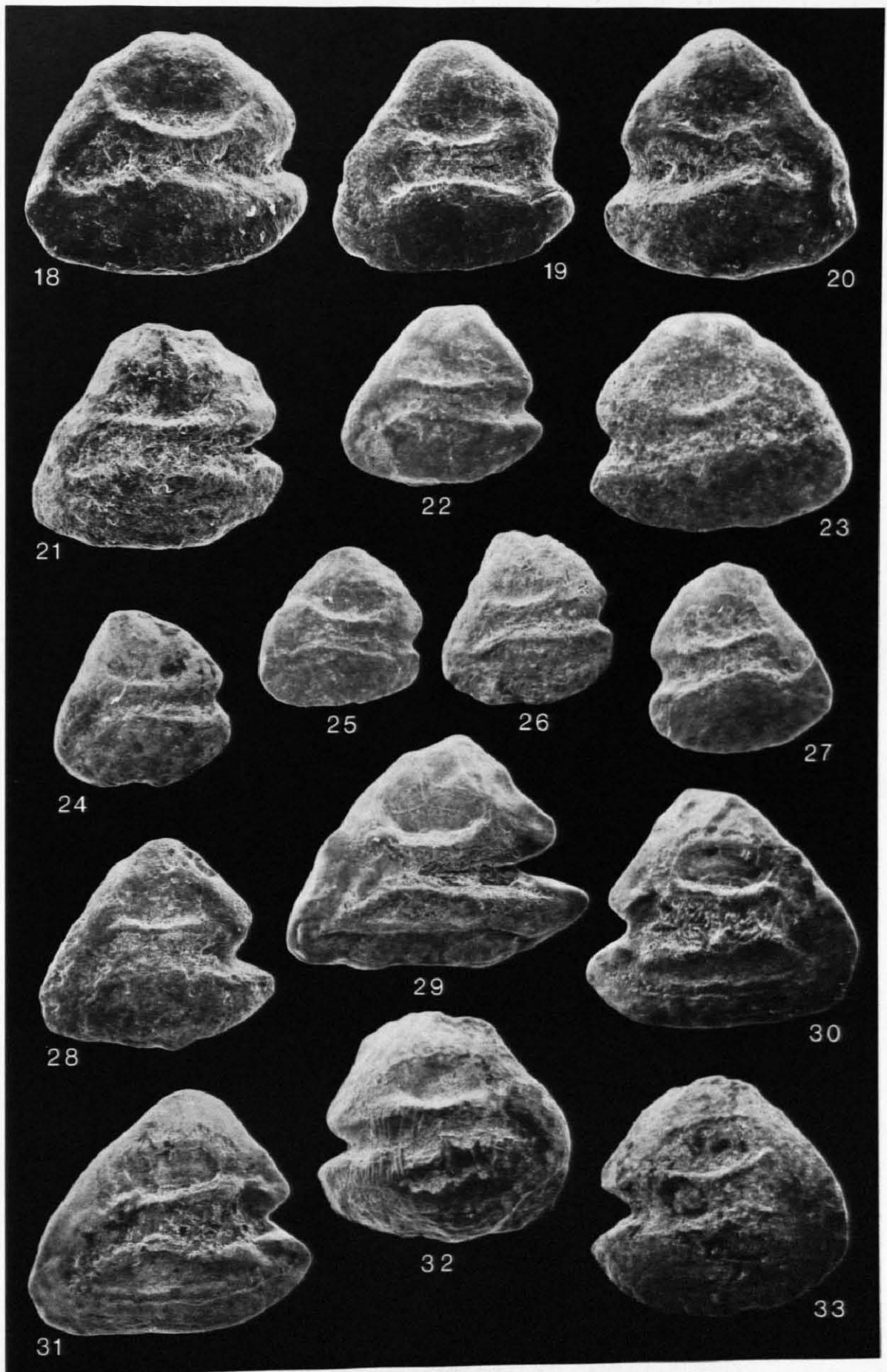
Name: Herrn Dr. WERNER SCHWARZHANS (Duisburg) gewidmet, der mit guten Ratschlägen und Diskussionen zum Gelingen dieser Arbeit beitrug.

Holotypus: Linke Sagitta, Taf. 4 Fig. 48; SMF P 9011. — **Locus typicus:** Ehemalige Mergelgrube, ca. 1 km NNW Oberbirnbach (Fp. 62), TK 25, 7544 Birnbach, R:458008 H:537217. — **Stratum typicum:** Oncophora-(Lakustrische)Schichten.

- Fig. 18-28. *Aphanius konradi* REICHENBACHER 1988
Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.
Stücke: Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nrn.
18. Linke Sagitta; × 43.
(= SALIS 1967: Fig. 12/6, dort als "*Aphanius*? sp. 1").
19. Linke Sagitta; × 48.
(= SALIS 1967: Fig. 12/1, dort als "*Aphanius* cf. *germaniae* WEILER").
20. Rechte Sagitta; × 48.
(= SALIS 1967: Fig. 12/2, dort als "*Aphanius* cf. *germaniae* WEILER").
21. Linke Sagitta; × 50.
(= SALIS 1967: Fig. 12/7, dort als "*Aphanius*? sp. 1").
- Oberes Ottnangien, BWM; Kirchberger Sch.
Jungholz bei Leipheim.
22. Linke Sagitta; × 43. — SMF P. 8973.
Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42b).
23. Rechte Sagitta; × 43. — SMF P. 8976.
Grenzbereich Ottnangien/Karpatien, tiefe OSM;
"Graue Schluffe".
Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42e).
24. Linke Sagitta; × 41. — SMF P. 8979.
Oberes Ottnangien, BWM; Kirchberger Sch.
Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42b).
25. Linke Sagitta; × 42. — SMF P. 8977.
Grenzbereich Ottnangien/Karpatien, tiefe OSM;
"Graue Schluffe".
Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42e).
26. Linke Sagitta; × 40. — SMF P. 8980.
Oberes Ottnangien, BWM; Kirchberger Sch.
Jungholz bei Leipheim.
27. Linke Sagitta; × 42. — SMF P. 8974.
Karpatien, tiefe OSM.
W Horgen (Fp. 7), NE-Schweiz.
28. Linke Sagitta; × 43. — SMF P. 8982.

- Fig. 29-31. *Aphanius germaniae* WEILER 1963
Unter Miozän, Obere Hydrobien-Schichten.
Frankfurt am Main, Ecke Robert Mayer-/Gräferstraße, Versuchs-Bhrg. IV: 6.5 m.
29. Linke Sagitta; × 37. — SMF P. 5568.
Unter Miozän, Obere Hydrobien-Schichten.
Schwalbach bei Höchst, Großraum Frankfurt am Main, Brunnen-Bhrg. Dr. Hübner.
30. Rechte Sagitta; × 37. — SMF P. 5572.
31. Linke Sagitta; × 38. — SMF P. 5572.

- Fig. 32-33. *Aphanius moraviae* BRZOBHATÝ 1969
Oberes Ottnangien, Brackische Schichten.
Dobšice, S-Mähren.
- Stücke: Slg. J. E. Purkyně-Univ.
32. Rechte Sagitta; × 45.
(= BRZOBHATÝ 1969: Taf. 1 Fig. 7). —
Inv.-Nr. 0107.
33. Rechte Sagitta, **Holotypus**; × 42.
(= BRZOBHATÝ 1969: Taf. 1 Fig. 2). —
Inv.-Nr. 0101.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Paratypoide: 18 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg; Fp. 13
in REICHENBACHER (1989).

Horizont 3a: 1 Ex. – SMF P. 9021;

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am
Türkenbach (Fp. 59): 3 Ex. – SMF P. 9022;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberbirnbach
(Fp. 62): 14 Ex. – SMF P. 9012-9020.

M a ß e (in mm): Holotypus L = 1.22, H = 0.88; L/H = 1.39; Paratypoide L = 1.00 - 1.22, H = 0.82 - 0.92; L/H = 1.16 - 1.40.

D i a g n o s e: Länglich-rundliche Sagitten mit markanter postdorsaler Ecke und einem beulenförmig nach hinten verlängerten Hinterrand.

B e s c h r e i b u n g

Die Innenseite der Sagitten ist gewölbt, die Außenseite konkav. Der Dorsalrand ist hoch gewölbt, gewellt oder gekerbt, bei wenigen Exemplaren auch mit einem Medianknick versehen. Die postdorsale Ecke ist gut entwickelt, darunter ist der Hinterrand flach bis deutlich eingebuchtet und mündet dann in den etwa in Höhe der Cauda gelegenen, beulenförmigen Fortsatz. Von dort verläuft der gewölbte Ventralrand zum kräftigen, stumpf oder spitz endenden Rostrum, das gegenüber dem zugespitzten oder höckerartigen Antirostrum deutlich hervorspringt. Je nach der Gestalt des Antirostrums ist die Excisura U- bis V-förmig und von unterschiedlicher Größe. Der ein wenig suprmedian gelegene Sulcus ist in ein längliches, meist kelchförmiges Ostium und eine gerade, lange Cauda gegliedert. Das Ostium ist gegenüber der verhältnismäßig flach eingesenkten Cauda vertieft. Der relativ lange Ostium-Unterrand verläuft vom Collum zum Rostrum in einem flach konkaven Bogen. Der kurze Ostium-Oberrand steigt in gerader Linie vom Collum zum Antirostrum nach vorne/oben an, bei einigen Stücken ist er auch konvex gebogen. Das hintere Ende der Cauda ist entweder offen oder abgerundet und meistens ein klein wenig nach unten gebogen. Die Crista superior und Crista inferior sind in Form kräftiger Leisten gut entwickelt, die Crista superior ist gegenüber der Crista inferior zumeist noch etwas mehr betont. Die längliche bis halbmondförmige Area ist flach bis mäßig eingetieft, eine Ventrallinie ist nur angedeutet oder fehlt.

V a r i a b i l i t ä t

Die Variabilität der Art ist ziemlich groß, dennoch ist *A. schwarzhansi* durch die charakteristische Form des Hinterrands gut definiert. Die Variabilität betrifft den Dorsalrand (mit oder ohne Medianknick, glatt, gewellt, gekerbt), die Form des Antirostrums sowie Form und Länge des Rostrums (Taf. 4 Fig. 48-56). Bei manchen Stücken ist die beulenartige Verstärkung des Hinterrands zu einer abgerundeten Kante reduziert. Der L/H-Index nimmt mit zunehmender Größe der Sa-

gitten zu; kleine Sagitten sind relativ höher (auch fast rundlich) als größere und somit gestrecktere Stücke.

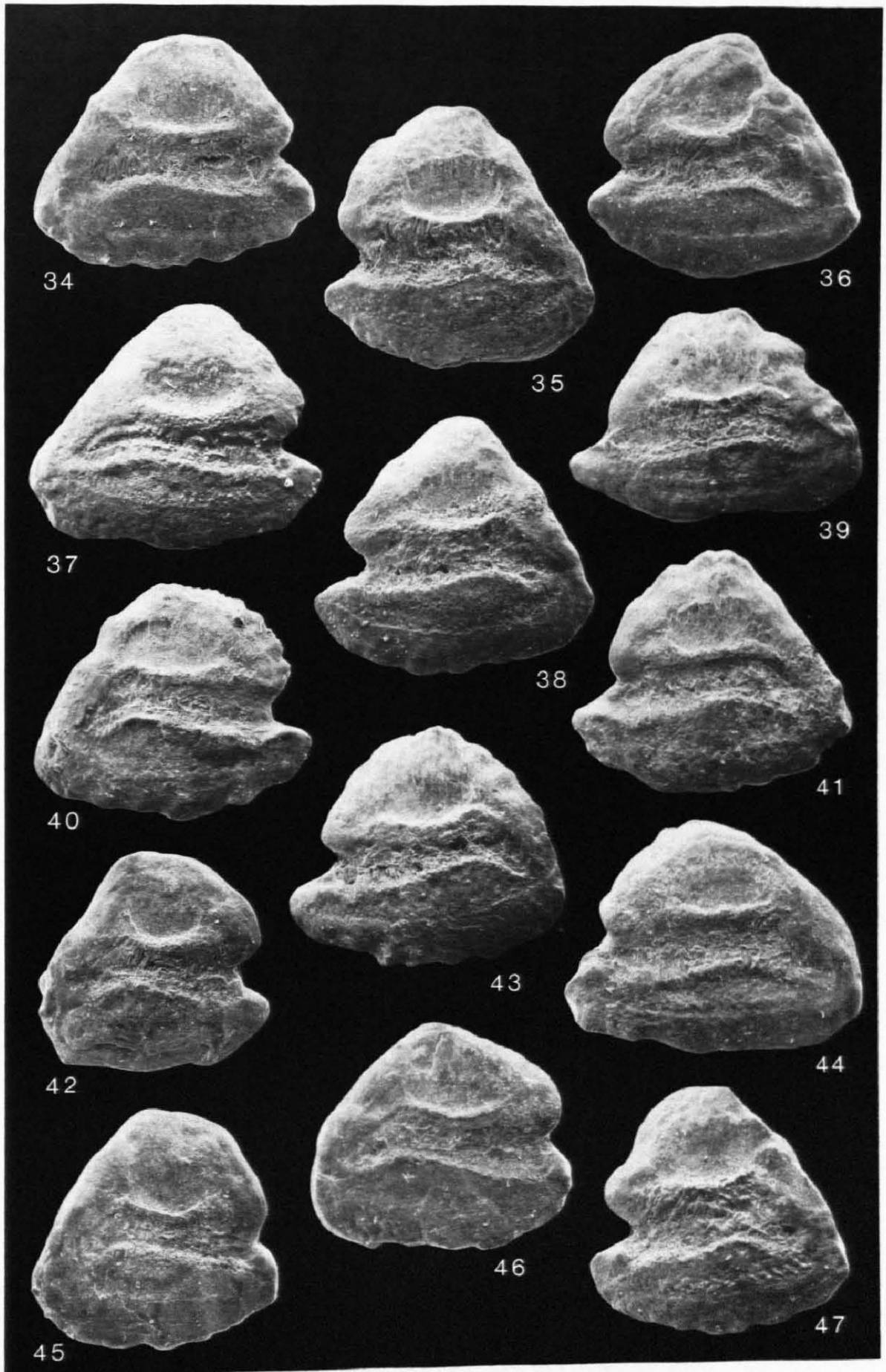
B e z i e h u n g e n: Sulcus und Form der Sagitten weisen auf die Zugehörigkeit zur Familie Atherinidae hin. – Von Sagitten der nur fossil bekannten Gattung *Palaeoatherina* GAUDANT 1989 lassen sich die hier vorliegenden Stücke durch die Form des Sulcus, insbesondere des Ostiums, sowie durch das vorspringende Rostrum gut unterscheiden (GAUDANT 1989: Fig. 1). – Die Sagitten der gleichfalls nur fossil bekannten Gattung *Dapalooides* GAUDANT 1989 weisen zwar einen ziemlich ähnlichen Sulcus auf (GAUDANT 1989: Fig. 4), weichen jedoch durch ihre rundliche Form erheblich von den *schwarzhansi*-Sagitten ab. – Anzumerken ist außerdem, daß *Dapalooides* nach den von GAUDANT (1989: Fig. 6) gegebenen Abbildungen keinesfalls zur Familie Atherinidae gehören kann. GAUDANT stellt *Dapalooides* vorläufig in die Familie Percichthyidae.

Die beste Übereinstimmung zeigen die Exemplare aus der Brackwassermolasse mit den Sagitten der in Europa weit verbreiteten rezenten Gattung *Atherina*. Die Unterschiede betreffen vor allem die Größe (die Sagitten der rezenten *Atherina* sind 3-4 mal so groß wie die hier vorliegenden fossilen Sagitten) und die Gestalt des Ostiums. So ist das Ostium der rezenten *Atherina*-Sagitten nur in Ausnahmefällen durch eine Excisura eingeschnitten, der Ostium-Oberrand ist konvex gebogen und kaum kürzer als der Ostium-Unterrand. Trotz dieser Unterschiede stimmen die hier vorliegenden fossilen Exemplare in den Grundzügen gut mit den Sagitten der rezenten *Atherina* überein.

T a f e l 3

Soweit nicht anders angegeben, Vergrößerung $\times 42$.

- Fig. 34-47. *Aphanius konradi* REICHENBACHER 1988
Oberes Ottnangien, BWM; Oncophora-
(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
34. Linke Sagitta; $\times 38$. – SMF P. 8984.
35. Rechte Sagitta. – SMF P. 8992.
36. Rechte Sagitta. – SMF P. 8997.
37. Linke Sagitta; $\times 38$. – SMF P. 8985.
38. Rechte Sagitta. – SMF P. 8993.
39. Rechte Sagitta. – SMF P. 8994.
40. Linke Sagitta. – SMF P. 8995.
41. Rechte Sagitta. – SMF P. 8986.
42. Linke Sagitta. – SMF P. 8988.
43. Rechte Sagitta. – SMF P. 8998.
44. Rechte Sagitta. – SMF P. 8989.
45. Linke Sagitta. – SMF P. 8987.
46. Linke Sagitta. – SMF P. 8990.
47. Rechte Sagitta. – SMF P. 8991.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Unterschiede zu *A. elior*: Rostum schmal u. wenig hervortretend, postventrale
Umgebung häufig mehr gerundet u. Dorsalrand mehr gerundet,
einzelne Schichten können viel sehr ähnlich, hat man Populationen

A. schwarzhansi kann durch die höhere Form und den spezifischen Hinterrand sowohl von *A. martinii* n. sp. als auch von *A. molassica* n. sp. unterschieden werden. Durch die charakteristische Entwicklung des Hinterrands ist *A. schwarzhansi* auch von den *Atherina*-Arten aus der W-Schweiz, *A. bergeri* REICHENBACHER und *A. dentifera* (STINTON & KISSLING 1968), eindeutig abgrenzbar.

Fazies: brachy-/pliohalin bis oligohalin.

Vorkommen: ob. Ottmangien von S-Deutschland.

Atherina molassica n. sp.

Taf. 4 Fig. 57-60, 62, (cf.) 61

Name: nach dem Vorkommen der Art in der Molasse.

Holotypus: Linke Sagitta, Taf. 4 Fig. 58; SMF P. 9023. — Locus typicus: Illersteilhang S Unterkirchberg; Fp. 2 in REICHENBACHER (1989), TK 25, 7626 Ulm-Südost, R:357492 H:535574. — Stratum typicum: Kirchberger Schichten, Horizont 3a.

Paratypoiden: 12 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a),

✓ Horizont 6: 3 Ex. — SMF P. 9030, 9032 (cf.);

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim,

Horizont 2b: 1 Ex. — SMF P. 9031;

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüfungshorizont) am

Türkenbach (Fp. 59): 3 Ex. — SMF P. 9029;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberbirnbach

(Fp. 62): 4 Ex. — SMF P. 9024-9027;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Walksham (Fp. 64):

1 Ex. — SMF P. 9028.

Maße (in mm): Holotypus L = 1.12, H = 0.81; L/H = 1.38; Paratypoiden L = 0.76 - 1.20, H = 0.60 - 0.84; L/H = 1.22 - 1.43.

Diagnose: Länglich-ovale Sagitta mit glatten Rändern und kaum gewölbtem Dorsalrand.

Beschreibung

Die Sagitten zeigen eine gewölbte Innenseite und eine konkave Außenseite. Der Dorsalrand ist sehr flach gewölbt und ohne Medianknick, eine postdorsale Ecke ist nicht vorhanden. Der Hinterrand ist breit abgerundet bis ganz schwach abgestutzt; dabei bleibt die insgesamt abgerundete Form erhalten. Der Ventralrand ist gleichmäßig gewölbt, die tiefste Stelle kann ein wenig nach vorne verschoben sein. Das kräftige, mäßig lange Rostrum endet mit stumpfer Spitze. Nur das auf Taf. 4 Fig. 61 abgebildete Exemplar zeigt ein auffallend langes, etwas schlankeres Rostrum und wird aus diesem Grund unter Vorbehalt zu der Art gestellt. Die Anlage des Antirostrums ist variabel, es kann fehlen, angedeutet oder gut entwickelt sein. Entsprechend dem Antirostrum kann auch die Excisura fehlen oder eine flach U- bis V-förmige Gestalt aufweisen. Die Form und

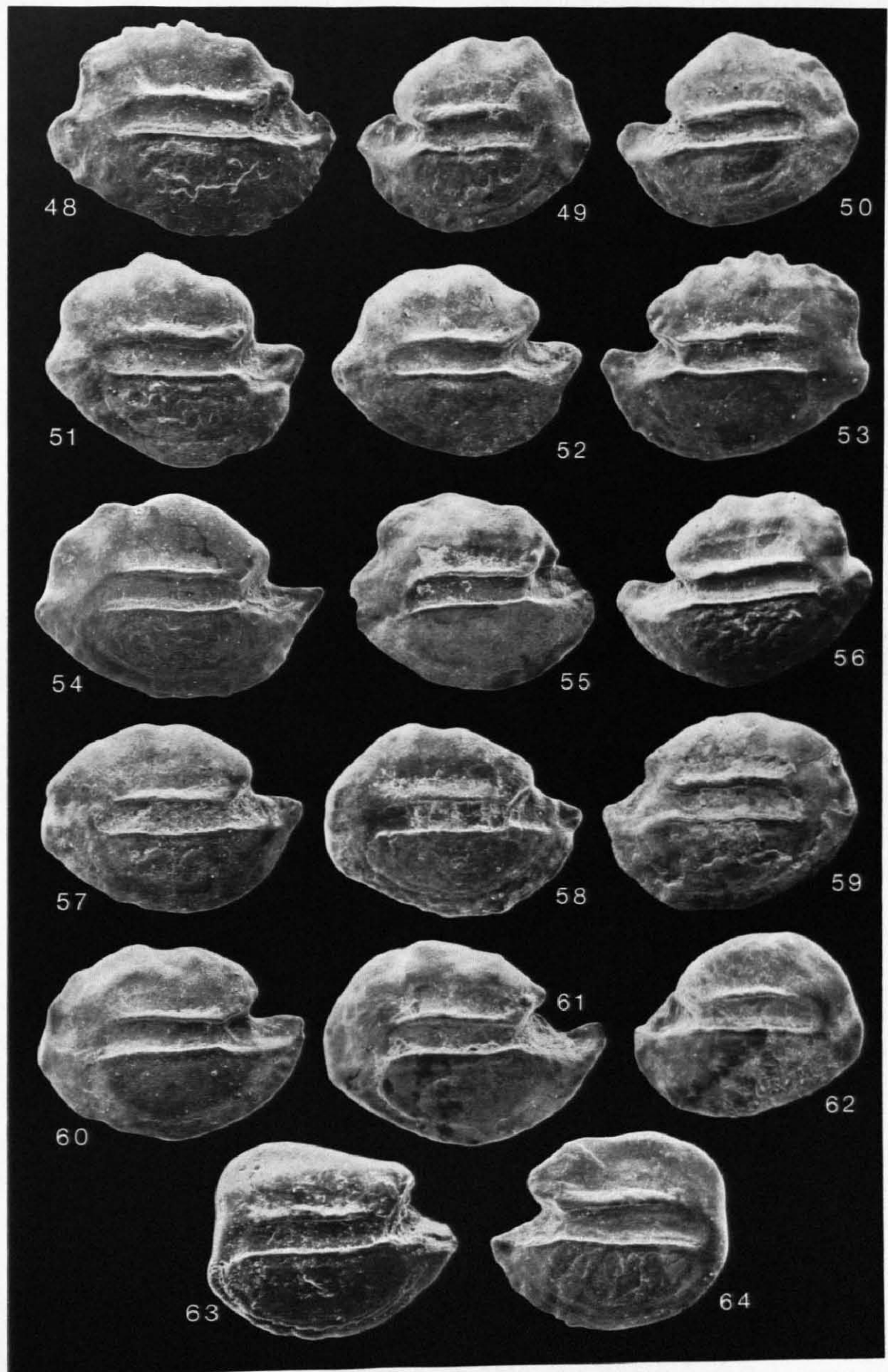
Lage des Sulcus stimmen mit der von *A. schwarzhansi* überein. Crista superior und Crista inferior sind als schmale Leisten gut entwickelt. Die halbmondförmige Area ist nach oben kaum begrenzt, eine Ventrallinie ist angedeutet bis deutlich ausgeprägt.

Tafel 4

Alle Stücke: oberes Ottmangien, BWM.

Soweit nicht anders angegeben, Vergrößerung $\times 42$.

- Fig. 48-56. *Atherina schwarzhansi* n. sp.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
48. Linke Sagitta, Holotypus. — SMF P. 9011.
49. Rechte Sagitta. — SMF P. 9012.
50. Rechte Sagitta. — SMF P. 9013.
51. Linke Sagitta. — SMF P. 9014.
52. Linke Sagitta. — SMF P. 9018.
53. Rechte Sagitta. — SMF P. 9015.
54. Linke Sagitta. — SMF P. 9016.
Kirchberger Schichten.
Illerkirchberg (Fp. 13 in REICHENBACHER 1989).
55. Linke Sagitta (mit beschädigter Rostrumspitze). — SMF P. 9021.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
56. Rechte Sagitta; $\times 38$. — SMF P. 9019.
- Fig. 57-60. *Atherina molassica* n. sp.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
57. Linke Sagitta. — SMF P. 9024.
Kirchberger Schichten.
Illerkirchberg (Fp. 2 in REICHENBACHER 1989).
58. Linke Sagitta, Holotypus. — SMF P. 9023.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
59. Rechte Sagitta. — SMF P. 9025.
60. Linke Sagitta. — SMF P. 9026.
- Fig. 61. *Atherina cf. molassica* n. sp.
Kirchberger Schichten.
Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42a).
61. Linke Sagitta. — SMF P. 9032.
- Fig. 62. *Atherina molassica* n. sp.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
62. Rechte Sagitta. — SMF P. 9027.
- Fig. 63-64. *Atherinidarum brzobohaty* (MARTINI 1983)
Kirchberger Schichten.
Langenau, Schwaben.
63. Linke Sagitta, Holotypus. — SMNS 51996 (= MARTINI 1983: Taf. 2 Fig. 3-4).
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
64. Rechte Sagitta. — SMF P. 9058.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Variabilität

Die Variabilität dieser einfach geformten Sagitten ist nicht sehr groß, sie betrifft die Anlage und Form des Antirostrums sowie die Länge des Rostrums.

Beziehungen: *A. molassica* n. sp. läßt sich durch die oval-eiförmige Form und den kaum gewölbten Dorsalrand von *A. martinii* n. sp. und *A. schwarz-hansi* n. sp. unterscheiden. Gegenüber *A. austriaca* SCHUBERT zeigt *A. molassica* ein schlankeres, weiter hervortretendes Rostrum; *A. bergeri* REICHENBACHER aus dem Ober-Oligozän der W-Schweiz weist ein kürzeres, stumpferes Rostrum und eine rundlichere Form auf. *A. dentifera* (STINTON & KISSLING) aus dem Grenzbereich Oligozän/Miozän der W-Schweiz zeigt einen völlig anderen Umriß als *A. molassica*.

Fazies: brachy-/pliohalin bis oligohalin.

Vorkommen: ob. Ottmangien von S-Deutschland.

Atherina martinii n. sp.

Taf. 5 Fig. 65-74, 78

Name: Ich widme die Art Herrn Prof. Dr. ERLEND MARTINI (Univ. Frankfurt am Main), der diese Untersuchung anregte und dem ich zahlreiche wertvolle Hinweise und Ratschläge verdanke.

Holotypus: Rechte Sagitta, Taf. 5 Fig. 70; SMF P. 9033. — **Locus typicus:** Illersteilhang S Oberkirchberg (Fp. 42b), TK 25, 7626 Ulm-Südost, R:357669 H:535292. — **Stratum typicum:** Kirchberger Schichten, Horizont 8.

Paratypoiden: Etwa 100 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a-d), Horizont 3a: 1 Ex. — SMF P. 9053,

Horizont 4: 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München,

✓Horizont 6: 8 Ex. — SMF P. 9046, 9047, 9052,

✓Horizont 7: 6 Ex. — SMF P. 9040, 9045,

✓Horizont 8: etwa 75 Ex. — SMF P. 9034-9039, 9041-9044, 9048, 9049;

Kirchberger Schichten bei Steinberg,

Horizont 3a: 1 Ex. — SMNS 56829;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim,

Horizont 7/8: 5 Ex. — SMF P. 9054;

Kirchberger Schichten zwischen Neu-Ulm und dem Fluß Roth (Fp. 26, Fp. 32), Horizont 6: je 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

Kirchberger Schichten der Bhrg. Offingen (Fp. 38) NW Günzburg (DOPPLER 1989: 125) und der Bhrg. Autenried (Fp. 39): je 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

OSM/"Graue Schluffe" bei Illerkirchberg (Fp. 44e, 44g): 3 Ex. — SMF P. 9050, 9051.

Maße (in mm): Holotypus L = 1.12, H = 0.78; L/H = 1.43; Paratypoiden L = 0.70 - 1.20, H = 0.50 - 0.84; L/H = 1.20 - 1.53.

Tafel 5

Soweit nicht anders angegeben, Vergrößerung $\times 42$.

Fig. 65-74. *Atherina martinii* n. sp.

Oberes Ottmangien, BWM; Kirchberger Sch. Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42b-d und Fp. 27 in REICHENBACHER 1989).

65. Linke Sagitta. — SMF P. 9041.

66. Linke Sagitta. — SMF P. 9042.

67. Rechte Sagitta; $\times 45$. — Bayer. Geol. Landesamt München; Pr.-Nr. Dp A51/85.

68. Linke Sagitta; $\times 45$. — SMF P. 9048.

69. Linke Sagitta. — SMF P. 9034.

70. Rechte Sagitta, **Holotypus**; $\times 45$. — SMF P. 9033.

71. Linke Sagitta. — SMF P. 9035.

72. Linke Sagitta. — SMF P. 9036.

Grenzbereich Ottmangien/Karpatien, tiefe OSM; "Graue Schluffe".

73. Rechte Sagitta. — SMF P. 9050.

Oberes Ottmangien, BWM; Kirchberger Sch. Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42g).

74. Linke Sagitta; $\times 44$. — Bayer. Geol. Landesamt München; Pr.-Nr. Dp A48/85.

Fig. 75-77. *Atherina* sp.

Ob. Ottmangien, BWM; unt. Haldenhofmergel. Sipplingen (Fp. 18), Hegau.

75. Linke Sagitta (korrodiert). — SMF P. 9055.

76. Linke Sagitta (korrodiert). — SMF P. 9056.

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.

Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.

Stück: Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nr.

77. Linke Sagitta; $\times 48$.

(= SALIS 1967: Fig. 12/22, dort als "*Morone?* sp.").

Fig. 78. *Atherina martinii* n. sp.

Oberes Ottmangien, BWM; Kirchberger Sch. Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42d).

78. Linke Sagitta. — SMF P. 9043.

Fig. 79. *Atherina* sp.

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.

Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.

Stück: Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nr.

79. Rechte Sagitta; $\times 48$.

(= SALIS 1967: Fig. 12/21, dort als "*Smerdis?* sp.").

Fig. 80-82. *Atherinidarum rotundus* (WEILER 1963)

Unter-Miozän, Untere (Fig. 82) und Obere (Fig. 80-81) Hydrobienschichten.

Mainzer Becken.

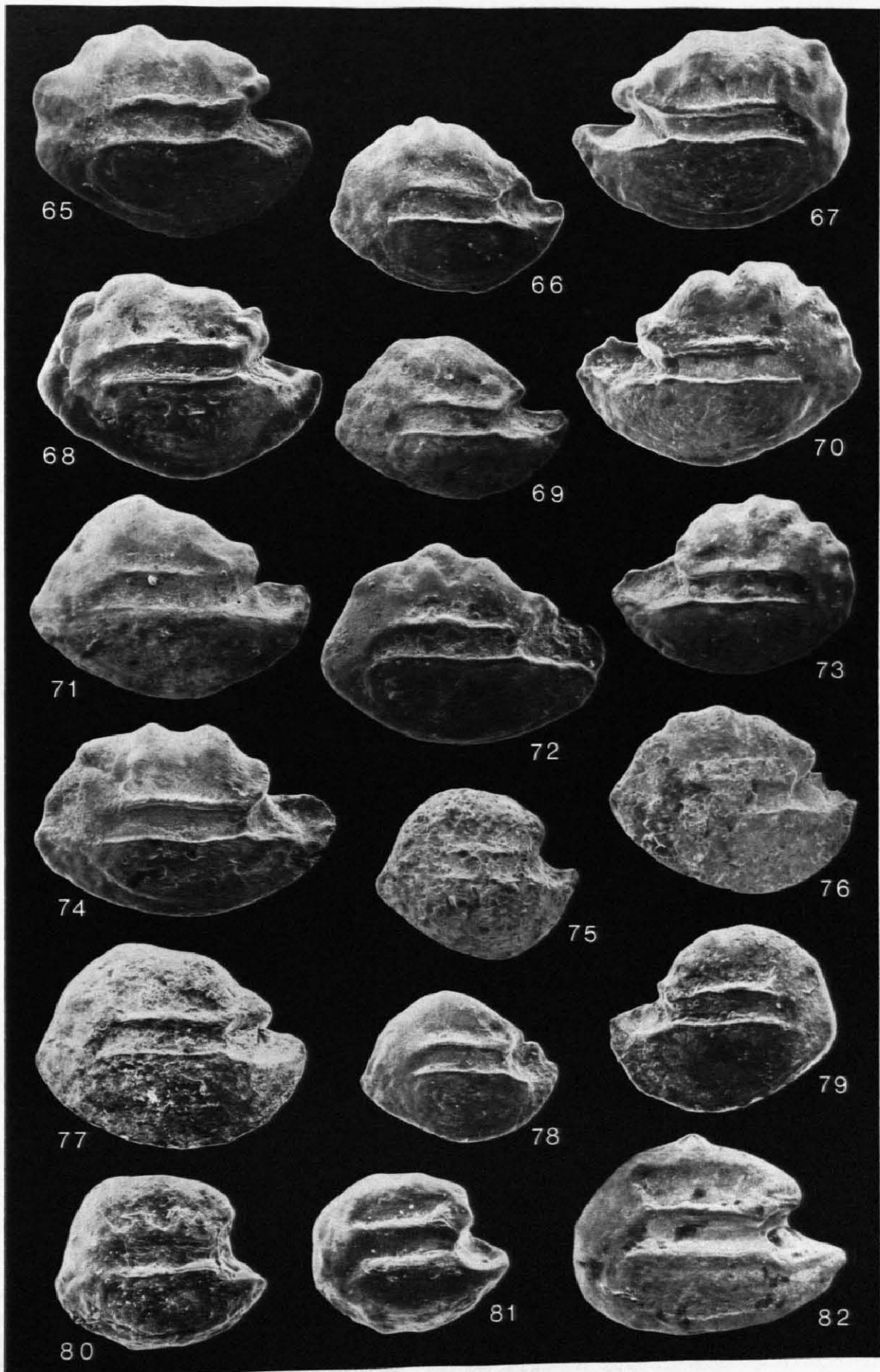
80. Linke Sagitta, **Holotypus**. — SMF P. 3399 (= WEILER 1963: Abb. 122).

81. Linke Sagitta. — SMF P. 3404

(= WEILER 1963: Abb. 127).

82. Linke Sagitta; $\times 44$. — SMF P. 3403

(= MALZ 1978b: Taf. 1 Fig. 2).



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Diagnose: Länglich-gestreckte Sagitta mit einem relativ langen, kräftigen Rostrum und hoch gewölbtem Dorsalrand.

Beschreibung

Die Sagitten sind auf der Innenseite gewölbt, auf der Außenseite konkav. Der Dorsalrand ist gekerbt oder gewellt, meistens hoch gewölbt mit einem etwas nach hinten verschobenen Medianknick. Eine postdorsale Ecke ist schwach entwickelt, sie kann auch fehlen; der Hinterrand ist leicht gefälteht oder glatt und in Höhe der Cauda stumpf zugespitzt. Der Ventralrand ist glatt und kräftig gewölbt, der posteroventrale Bereich kann etwas abgeschrägt sein, wobei dann der tiefste Punkt des Ventralrands nach vorne verschoben ist. Das verhältnismäßig lange, gut entwickelte Rostrum springt weit hervor und endet mit stumpfer Spitze. Das Antirostrum ist unterschiedlich ausgeprägt, es kann die Form eines kleinen, rundlichen Höckers oder einer stumpfen Spitze aufweisen und nach oben, seltener auch nach vorne gerichtet sein. Bei einigen Sagitten fehlt das Antirostrum. Zwischen Rostrum und Antirostrum ist die Excisura U- oder V-förmig eingebuchtet oder eingeschnitten, bei den Sagitten ohne Antirostrum fehlt eine Excisura. Lage und Form des Sulcus im wesentlichen wie bei *A. schwarzhansi* n. sp. Die Crista superior ist gut entwickelt; auch die Crista inferior kann deutlich ausgeprägt sein, sie kann aber auch fehlen. Die Area ist länglich und nach oben unscharf begrenzt, die Ventrallinie deutlich eingetieft oder nur angedeutet, bei einigen Sagitten fehlt sie.

Variabilität

Die Variabilität der Sagitten ist groß, bleibt aber im Rahmen der von rezenten *Atherina*-Sagitten bekannten Variabilität (CHAINE 1958: Taf. 6). Außer den oben beschriebenen Unterschieden, die vor allem Antirostrum und Excisura betreffen, soll auf die variable Form des Hinterrands hingewiesen werden; dieser kann anstelle der stumpfen Spitze auch eine abgerundete (Taf. 5 Fig. 73) oder abgestutzte Form aufweisen (Taf. 5 Fig. 65, 67). Die Crista inferior ist manchmal nicht ganz gerade, sondern ein wenig gebogen. Der L/H-Index steigt mit zunehmender Größe der Sagitten; kleine Exemplare (L = 0.7 - 0.8 mm) sind daher rundlicher als große Exemplare.

Beziehungen: Die neue Art kann von *A. molassica* n. sp. durch den höheren Dorsalrand, das massive Antirostrum und das längere Rostrum unterschieden werden. Gegenüber *A. schwarzhansi* n. sp. zeigt sie eine weniger ausgeprägte postdorsale Ecke, einen anders geformten Hinterrand und eine insgesamt schlankere Form. Von *A. austriaca* SCHUBERT aus dem Badenien des Wiener Beckens ist sie durch den Umriß, insbesondere den hoch gewölbten Dorsalrand und das

schlanke, vorspringende Rostrum unterscheidbar. *A. bergeri* REICHENBACHER aus der W-Schweiz ist rundlicher und mit einem kürzeren Rostrum versehen. Die gleichfalls aus der W-Schweiz bekannte *A. dentifera* (STINTON & KISSLING) hat ein kräftigeres, weit nach vorne zeigendes Antirostrum und eine andere Form als *A. martinii*.

Fazies: brachy-/pliohalin bis oligohalin.

Vorkommen: oberes Ottangien von Schwaben.

Atherina sp.

Taf. 5 Fig. 75-77, 79

v 1967 *Smerdis?* sp. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 45, Fig. 12/21.

v 1967 *Morone?* sp. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 45, Fig. 12/22-23.

Material: 10 Sagitten.

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18):
10 Ex. — SMF P. 9055-9057.

Maße (in mm): L = 0.68 - 1.04, H = 0.60 - 0.76; L/H = 1.10 - 1.43.

Beschreibung

Sagitten von leicht gestreckter bis rundlicher Form, mit konvex gewölbter Innen- und Außenseite und zu meist glatten Rändern. Der Dorsalrand ist breit gewölbt, eine postdorsale Ecke ist nicht entwickelt. Der Hinterrand ist kurz, stumpf zugespitzt und geht dann in den gewölbten Ventralrand über. Die tiefste Stelle des Ventralrands ist nach vorne verschoben. Das mäßig lange Rostrum tritt gegenüber dem kleinen, stumpf zugespitzten Antirostrum deutlich hervor. Das Antirostrum zeigt nach vorne oder nach oben/vorne, selten tritt es fast ganz zurück. Die Excisura ist meistens klein und V-förmig, bei einigen Stücken ist sie auch tief eingebuchtet (Taf. 5 Fig. 75). Gestalt und Lage des Sulcus wie bei *A. martinii*. Die Crista inferior und die Crista superior sind in Form schmaler Leisten bei den meisten Exemplaren gut entwickelt. Die Area ist länglich bis halbmondförmig und sehr seicht, eine Ventrallinie fehlt oder ist an den Seiten nur angedeutet.

Variabilität

Die Variabilität dieser Sagitten betrifft vor allem die Form, die von rundlich-gedrungen bis schlank-gestreckt reicht.

Bemerkungen: *Atherina* sp. ähnelt *A. martinii* n. sp. aus den Kirchberger Schichten; sie zeigt jedoch ein kürzeres Rostrum, glattere Ränder und eine etwas andere Form als die sicher nahe verwandte *A. martinii*. Leider stehen nur wenige und zudem nicht sehr gut erhaltene Sagitten von *Atherina* sp. zur Verfügung, so daß vor der Aufstellung einer neuen Art weitere Funde abgewartet werden.

Fazies: oligohalin bis limnisch.

Vorkommen: oberes Otnangien von Schwaben, Karpatien der Zentral-Schweiz.

Atheriniden unsicherer Gattungszugehörigkeit

Atherinidarum *brzobohatyi* (MARTINI 1983)

Taf. 4 Fig. 63-64

- v 1969 Ot. (inc. sed.) sp. 1. — BRZOBHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 33, Taf. 5 Fig. 6a-b.
 v*1983 Otol. (inc. sed.) *brzobohatyi* n. sp. — MARTINI, Langenau: 13, Taf. 2 Fig. 3-4.

Material: 4 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a),
 ✓Horizont 6: 1 Ex. — SMF P. 9059;

Kirchberger Schichten bei Langenau (MARTINI 1983),
 Horizont 6: 1 Ex. — SMNS 51996;

Kirchberger Schichten, Senden — Neu-Ulm (Fp. 26),
 Horizont 6: 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

BWM/Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberbirnbach
 (Fp. 62): 1 Ex. — SMF P. 9058.

Maße (in mm): L = 0.90 - 1.00, H = 0.80 - 0.90; L/H = 1.10 - 1.20.

Beschreibung

Sagitten von rundlicher Form, mit kräftig gewölbtem Ventralrand, flach gewölbtem Dorsalrand und sehr steil abfallendem Hinterrand. Das Rostrum ist verhältnismäßig kurz, stumpf zugespitzt und kräftig; das Antirostrum ist gleichfalls kräftig und kurz. Der Sulcus ist in eine lange, gerade Cauda und ein kleines, gegenüber der Cauda vertieftes Ostium unterteilt. Crista superior und Crista inferior sind vorhanden. Die Area ist länglich und nach oben unscharf begrenzt, die Ventrallinie schwach bis deutlich eingetieft.

Variabilität

Die wenigen Exemplare erlauben kaum Aussagen zur Variabilität. Beim Holotypus ist der Dorsalrand nicht so gut gerundet wie bei den übrigen Exemplaren, wahrscheinlich ist dies auf den leichten Abrieb dieser Sagitta zurückzuführen.

Beziehungen: Obwohl die systematische Zugehörigkeit von *A. brzobohatyi* zur Familie Atherinidae aufgrund der Form des Sulcus eindeutig ist, kann die Art zunächst keiner Gattung zugeordnet werden. Die rundliche Form der Sagitten und der hohe, steil abfallende Hinterrand schließen die Zugehörigkeit zur Gattung *Atherina* aus. Möglicherweise handelt es sich um eine fossile Gattung; um dies herauszufinden, müssen weitere Untersuchungen an rezenten Atheriniden-Otolithen abgewartet werden.

Aufgrund des Umrisses besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit *Atherinidarum rotundus* (WEILER) aus dem Mainzer Becken und dem Oberrheingraben (Taf. 5 Fig. 80-82). Jedoch zeigen nur sehr kleine Exemplare von *A. rotundus* eine ähnlich rundliche Gestalt wie *A. brzobohatyi*, wobei sie jedoch nie einen so steilen und hohen Hinterrand aufweisen wie *A. brzobohatyi*. Mit zunehmender Größe zeigt *A. rotundus* auch eine zunehmend gestreckte Form und kann dann leicht von der Art aus dem Molassebecken unterschieden werden. Ein weiteres Unterscheidungs-Merkmal ist die verschiedene Form des Ostiums, dessen Unterrand bei *A. rotundus* stets mit einem Knick von der Cauda abgesetzt ist.

Fazies: mesohalin bis oligohalin.

Vorkommen: oberes Otnangien von S-Deutschland und S-Mähren.

Atherinidarum *rotundus* (WEILER 1963)

Taf. 5 Fig. 80-82

- v*1963 *Smerdis rotundus* n. sp. — WEILER, Oberrheinischer Graben: 32, Abb. 122-127.
 v 1978 *Dapalis rotundus* (WEILER 1963). — MALZ, Aquitane Otolithen-Horizonte: 462, Taf. 1 Fig. 1-3.

Bemerkungen: *Atherinidarum rotundus* (WEILER 1963) wurde bislang nur in den Unteren und Oberen Hydrobien-Schichten des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens gefunden. Die Zuordnung zur Familie Atherinidae erfolgt aufgrund des kennzeichnenden Sulcus. Die rundliche Form der Sagitten schließt jedoch die Zugehörigkeit zur Gattung *Atherina* aus. — Am nächsten verwandt mit *A. rotundus* ist wahrscheinlich *Atherinidarum brzobohatyi* aus der Brackwassermolasse S-Deutschlands. Von dieser Art läßt sich *A. rotundus* gut durch den besser gerundeten Hinterrand und durch den Verlauf des Ostium-Unterrands unterscheiden.

Vorkommen: "Aquitane" des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens.

Ordnung Perciformes BLEEKER 1859

Familie Chandidae NORMAN 1955

Dapalis GISTEL 1848

Dapalis crassirostris (RZEHAk 1893)

Taf. 6 Fig. 83, 90

- *1893 Otol. (inc. sed.) *crassirostris*. — RZEHAk, Oncophora-Schichten: 185, Taf. 2 Fig. 19.
 v 1966 *Smerdis crassirostris* (RZEHAk). — WEILER, Ivančice: 128, Abb. 30-33.
 v 1969 *Smerdis crassirostris* (RZEHAk). — BRZOBHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 19, Taf. 7 Fig. 5; Taf. 6 Fig. 8, 9, 10.

- v 1973 *Dapalis crassirostris* (RZEHAČ). — BRZOBHATÝ & SCHULTZ, Innviertler Schichtengruppe: 675, Taf. 4 Fig. 3.
 v 1988b *Dapalis crassirostris* (RZEHAČ). — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 18, Taf. 4 Fig. 1-2.

Material: 8 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42d),
 ✓Horizont 6: 6 Ex. — SMF P. 9061 und SMNS 55456;
 Kirchberger Schichten von Steinberg/Waldstraße (Fp. 34),
 Horizont 6: 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;
 BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am
 Türkenbach (Fp. 59): 1 Ex. — SMF P. 9060.

Maße (in mm): L = 1.65 - 2.80, H = 1.27 - 2.12; L/H = 1.29 - 1.33.

Beschreibung

Die Art läßt sich von *D. curvirostris* (RZEHAČ) durch die charakteristische Form des Dorsalrands unterscheiden. Die praedorsale Ecke ist als Höcker ausgebildet; ein weiterer, nach oben ragender Höcker folgt in der Mitte des Dorsalrands. Alle anderen Merkmale wie bei *D. curvirostris*.

Bemerkungen: Die Sagitten von *D. crassirostris* aus den Kirchberger und den Oncophora-Schichten sind gegenüber Vertretern dieser Art aus den Rzehakia-Schichten von Ivančice etwas weniger gut entwickelt: die Sagitten sind zumeist kleiner, die Höcker nur angedeutet und das Rostrum weniger kräftig. Dennoch handelt es sich sicher um dieselbe Art, deren optimale Lebensbedingungen sehr wahrscheinlich nur in der S-mährischen Region gegeben waren.

Fazies: mesohalin.

Vorkommen: oberes Oltangien von S-Deutschland und S-Mähren.

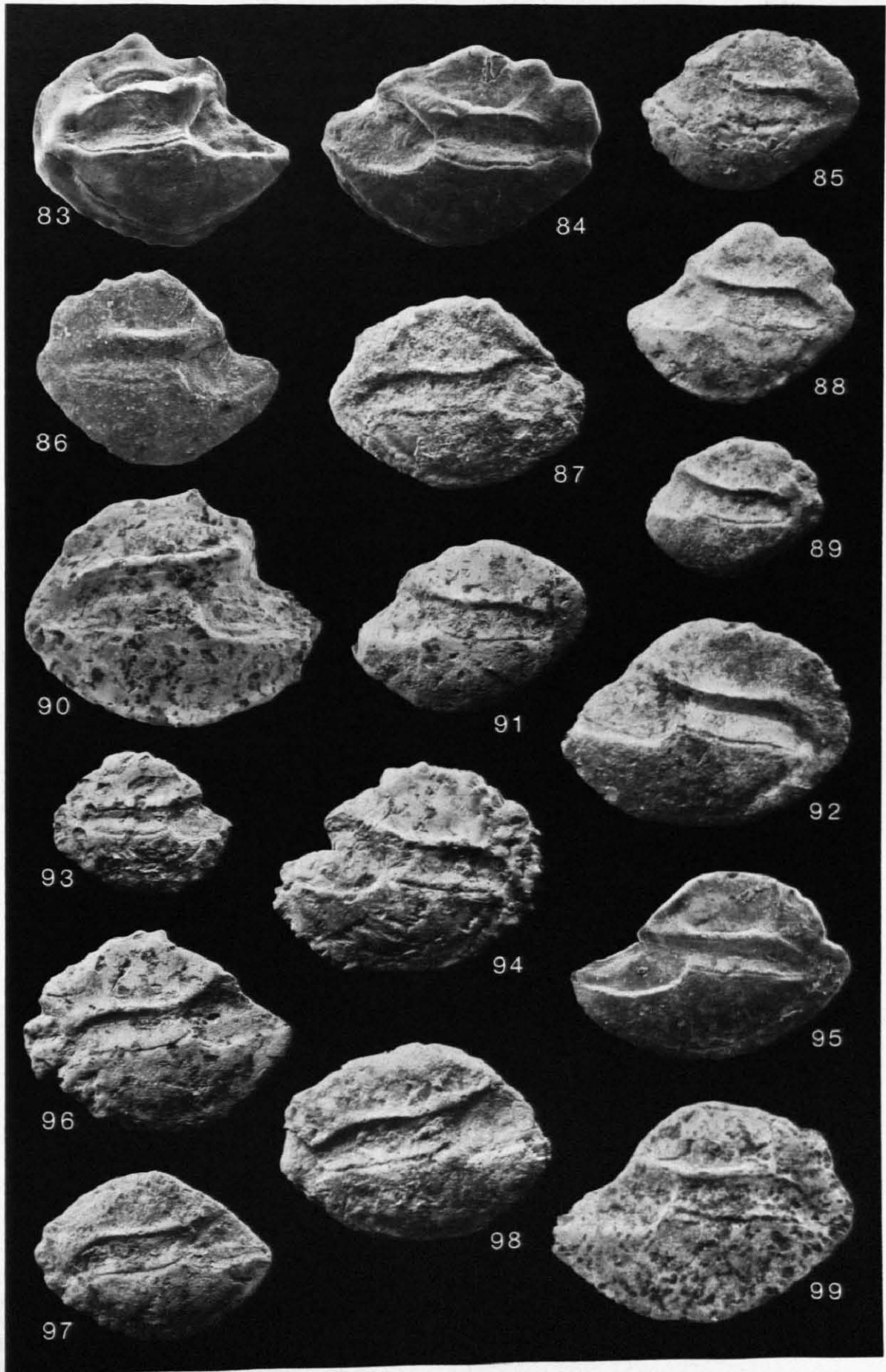
Dapalis formosus (H. v. MEYER 1852)

Taf. 6 Fig. 84-85, 87-89, 91-92, 96-98

- v*1852 *Smerdis formosus*. — H.V.MEYER, Unterkirchberg: 110, Taf. 16 Fig. 5.
 1893 *Otol. (inc. sed.) solitarius* n. f. — RZEHAČ, Oncophora-Schichten: 185, Taf. 2 Fig. 30.
 v 1955 *Smerdis formosus* H.V.MEYER. — WEILER, Unter- und Oberkirchberg: 95, Abb. 7, Taf. 8 Fig. 1-6.
 v 1966 *Smerdis formosus* H.V.MEYER. — WEILER, Ivančice: 124, Abb. 21-22.
 v 1969 *Smerdis formosus* H.V.MEYER. — BRZOBHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 18, Taf. 6 Fig. 1-5.
 1973 *Dapalis formosus* (H.V.MEYER). — BRZOBHATÝ & SCHULTZ, Innviertler Schichtengruppe: 674, Taf. 4 Fig. 4.
 v 1983 *Dapalis formosus* (H.V.MEYER). — MARTINI, Langenau: 8, Taf. 2 Fig. 5-10.
 v 1988b *Dapalis formosus* (H.V.MEYER). — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 16, Taf. 4 Fig. 9-10.

Soweit nicht anders angegeben,
 alle Stücke: oberes Oltangien, BWM.

- Fig. 83. *Dapalis crassirostris* (RZEHAČ 1893)
 Kirchberger Schichten.
 Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42d).
 83. Linke Sagitta; × 26. — SMNS 55456
 (= REICHENBACHER 1988b: Taf. 4 Fig. 1).
 Fig. 84-85. *Dapalis formosus* (H. v. MEYER 1852)
 Kirchberger Schichten.
 Langenau, Schwaben.
 84. Rechte Sagitta; × 20. — SMNS 53878.
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 85. Rechte Sagitta; × 20. — SMF P. 9062.
 Fig. 86. *Dapalis curvirostris* (RZEHAČ 1893)
 untere Haldenhofmergel.
 Sipplingen (Fp. 18), Hegau.
 86. Linke Sagitta; × 20. — SMF P. 9095.
 Fig. 87-89. *Dapalis formosus* (H. v. MEYER 1852)
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 87. Linke Sagitta; × 20. — SMF P. 9063.
 88. Rechte Sagitta; × 20. — SMF P. 9064.
 89. Rechte Sagitta; × 26. — SMF P. 9065.
 Fig. 90. *Dapalis crassirostris* (RZEHAČ 1893)
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 90. Linke Sagitta; × 20. — SMF P. 9060.
 Fig. 91-92. *Dapalis formosus* (H. v. MEYER 1852)
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 91. Rechte Sagitta; × 26. — SMF P. 9066.
 92. Rechte Sagitta; × 20. — SMF P. 9067.
 Fig. 93-94. *Dapalis curvirostris* (RZEHAČ 1893)
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 93. Linke Sagitta; × 26. — SMF P. 9096.
 94. Rechte Sagitta; × 26. — SMF P. 9097.
 Fig. 95. *Dapalis kaelini* n. sp.
 Eggenburgien, Brackische Schichten.
 Znojmo, S-Mähren.
 95. Rechte Sagitta; × 15.
 (= BRZOBHATÝ 1969: Taf. 7 Fig. 11). —
 J. E. Purkyně-Univ.; Inv.-Nr. 0195.
 Fig. 96-98. *Dapalis formosus* (H. v. MEYER 1852)
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 96. Linke Sagitta; × 26. — SMF P. 9068.
 97. Linke Sagitta; × 26. — SMF P. 9069.
 98. Linke Sagitta; × 20. — SMF P. 9070.
 Fig. 99. *Dapalis kaelini* n. sp.
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 99. Rechte Sagitta, Holotypus; × 20.
 — SMF P. 9110.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

v 1988b *Dapalis* sp. 1. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 19, Taf. 4 Fig. 13-14.

M a t e r i a l: Etwa 410 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a, d) sowie Fp. 1-4, 13, 19, 27 in REICHENBACHER (1989),

Horizont 3a: 26 Ex. — SMF P. 9077, 9082, 9084, 9085, 9088, 9089 und SMNS 55458,

Horizont 3c: 30 Ex. — SMF P. 9083, 9086, 9090, 9094 und SMNS 55459,

Horizont 4: 1 Ex. — SMF P. 9087,

Horizont 5: 1 Ex. — SMF P. 9078,

✓Horizont 6: etwa 240 Ex. — SMF P. 9079-9081, 9091-9093 und SMNS 59105,

✓Horizont 8: 6 Ex. — SMF P. 9278;

Kirchberger Schichten bei Steinberg,

Horizont 3: 1 Ex. — SMF P. 9073;

Kirchberger Schichten bei Eggingen (Fp. 20),

Horizont 3a: 1 Ex. — SMF P. 9074;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim,

Horizont 2b: 1 Ex. — SMF P. 9075,

Horizont 3a: 2 Ex. — SMF P. 9076;

Kirchberger Schichten zwischen Senden und Neu-Ulm (Fp. 26, 27, 30, 34),

Horizont 3: 3 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München,

Horizont 6: 29 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

BWM/Bohrungen im Donautal zwischen Ulm und Ingolstadt, Bhrg. Bergheim (Fp. 40): 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

Bhrg. Lichtenau (Fp. 41): 5 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

BWM/Bohrung im Molassebecken zwischen Iller und Lech, Bhrg. Meitingen (Fp. 50): 2 Ex. und Bhrg. Augusta Kellerei bei Dasing (Fp. 52): 1 Ex. sowie Bhrg. Altenmünster (Fp. 53): 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

BWM/Bohrung im Molassebecken zwischen Lech und Isar, Bhrg. Aichach TB 2 (Fp. 54): 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

SBM/CF-Bohrungen,

Bhrg. Aichach 1004: 9 Ex. — BEB Hannover;

Bhrg. Hohenzell 1001: 2 Ex. — BEB Hannover;

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am Türkenbach (Fp. 59): 48 Ex. — SMF P. 9062-9071;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Walksham (Fp. 64): 4 Ex. — SMF P. 9072.

M a ß e (in mm): L = 0.84 - 2.80, H = 0.64 - 2.20; L/H = 1.22 - 1.52.

B e s c h r e i b u n g

Siehe WEILER (1955) und REICHENBACHER (1988b), hier nur die wichtigsten Merkmale: Die Sagitten weisen einen länglich-eiförmigen Umriss auf. Der Dorsalrand ist glatt, gewellt oder gekerbt und mäßig gewölbt. Eine postdorsale Ecke kann fehlen, angedeutet oder kräftig ausgeprägt sein. Der Hinterrand ist abgestutzt, gerundet oder leicht zugespitzt, der Ventralrand gewölbt. Das stumpfe Rostrum springt gegenüber dem kleinen, auch fehlenden Antirostrum hervor. Der Sulcus ist in ein geräumiges, großes Ostium und eine weniger breite, gerade Cauda gegliedert.

V a r i a b i l i t ä t

Die Art ist sehr variabel hinsichtlich Form, Dicke, Entwicklung des Dorsal- und des Hinterrands und Anlage des Antirostrums.

B e m e r k u n g e n: Die von REICHENBACHER (1988b) als *Dapalis* sp. 1 beschriebene Art bleibt im Rahmen der Variabilität von *D. formosus* und wird daher als deren Synonym aufgefaßt.

F a z i e s: brachy-/pliohalin bis oligohalin.

V o r k o m m e n: Eggenburgien von S-Mähren, oberes Ottmangien von S-Deutschland und S-Mähren.

Dapalis curvirostris (RZEHAKE 1893)

Taf. 6 Fig. 86, 93-94

*1893 Otol. (inc. sed.) *curvirostris*. — RZEHAKE, Onco-phora-Schichten: 185, Taf. 2 Fig. 18.

v 1966 *Smerdis curvirostris* (RZEHAKE). — WEILER, Ivančice: 127, Abb. 23-27.

v 1969 *Smerdis curvirostris* (RZEHAKE). — BRZOBHATÝ, Süd-mährisches Untermiozän: 19, Taf. 6 Fig. 6-7; Taf. 7 Fig. 7.

1973 *Dapalis curvirostris* (RZEHAKE). — BRZOBHATÝ & SCHULTZ, Innviertler Schichtengruppe: 674, Taf. 4 Fig. 5.

v 1983 *Dapalis curvirostris* (RZEHAKE). — MARTINI, Langenau: 7, Taf. 2 Fig. 15-16.

v 1988b *Dapalis curvirostris* (RZEHAKE). — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 17, Taf. 4 Fig. 5-6.

M a t e r i a l: 83 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a, d) sowie Fp. 1, 3, 13, 19, 21, 27 in REICHENBACHER (1989),

Horizont 3c: 39 Ex. — SMF P. 9104, 9105, 9109 und SMNS 55457,

✓Horizont 6: 36 Ex. — SMF P. 9101-9103, 9106-9108;

Kirchberger Schichten bei Steinberg,

Horizont 3: 1 Ex. — SMF P. 9100;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim,

Horizont 3c: 2 Ex. — SMF P. 9099;

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am

Türkenbach (Fp. 59): 3 Ex. — SMF P. 9096-9098;

SBM/CF-Bhrg. Aichach 1004: 1 Ex. — BEB Hannover;

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18):

1 Ex. (Übergangsform *formosus/curvirostris*) — SMF P. 9095.

M a ß e (in mm): L = 1.20 - 3.12, H = 0.92 - 2.40; L/H = 1.20 - 1.40.

B e s c h r e i b u n g

Siehe WEILER (1966) und REICHENBACHER (1988b); hier nur die wichtigsten Merkmale: Die Sagitten sind im Vergleich mit *D. formosus* rundlicher. Der Dorsalrand ist hoch gewölbt, auch der Ventralrand ist stark konvex. Das Rostrum springt gegenüber dem kleinen Antirostrum deutlich hervor, dazwischen ist bei den meisten Sagitten eine tiefe Excisura einge-

schnitten. Der Sulcus ist in ein geräumiges Ostium und eine schmale, gerade Cauda gegliedert.

Fazies: brachy-/pliohalin bis mesohalin, selten auch oligohalin.

Vorkommen: Eggenburgien von S-Mähren, oberes Ottungien von S-Deutschland und S-Mähren.

Dapalis kaelini n. sp.

Taf. 6 Fig. 95, 99

v 1969 *Smerdis* sp. — BRZOBHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 20, Taf. 7 Fig. 11.

Name: Herrn Dipl.-Geol. DANIEL KALIN (ETH Zürich) gewidmet, der mir freundlicherweise sein Otolithenmaterial aus der Unteren und Oberen Süßwassermolasse zur Bearbeitung überließ.

Holotypus: Rechte Sagitta, Taf. 6 Fig. 99; SMF P. 9110. — **Locus typicus:** Prallhang am Türkenbach S Mehlmäusl (Fp. 59), TK 25, 7743 Markt, R:456715 H:534585. — **Stratum typicum:** Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).

Paratypoiden: 2 Sagitten.

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am

Türkenbach (Fp. 59): 1 Ex. — SMF P. 9111; Eggenburgien, brackische Schichten bei Znojmo:

1 Ex. — Inv.-Nr. 0195, J.E. Purkyně-Univ., Brno.

Maße (in mm): Holotypus L = 2.95, H = 2.05; L/H = 1.44; Paratypoiden L = 2.80 und 3.20, H = 1.88 und 2.20; L/H = 1.49 und 1.45.

Diagnose: Länglich-eiförmige Sagitta mit einem schlanken, langen Rostrum.

Beschreibung

Innen- und Außenseite sind schwach gewölbt. Der Dorsalrand ist mäßig gewölbt, der Hinterrand stumpf zugespitzt. Der gewölbte Ventralrand mündet in das schlanke, lange, leicht zugespitzte Rostrum. Vom abgerundeten Antirostrum ist der Vorderrand ziemlich steil nach oben gewölbt. Der Sulcus ist deutlich in ein langes, verhältnismäßig enges Ostium und eine gerade Cauda gegliedert; Ostium gegenüber der Cauda etwas vertieft; Collum vorhanden. Die Crista superior ist kräftiger entwickelt als die Crista inferior. Eine große Area ist deutlich vertieft, die Ventrallinie angedeutet.

Beziehungen: *D. kaelini* n. sp. zeigt gegenüber dem vermutlich am nächsten verwandten *D. formosus* ein längeres und spitzeres Rostrum sowie ein schmaleres Ostium. Durch das Rostrum und die eiförmige Gestalt läßt sich die neue Art weiterhin von *D. crassirostris* und *D. curvirostris* unterscheiden.

Bemerkungen: Die von BRZOBHATÝ (1969) aus dem Eggenburgien von Znojmo als *Smerdis* sp. beschriebene

Sagitta konnte anhand des Originalmaterials überprüft werden. Die Sagitta stimmt völlig mit *D. kaelini* überein (Taf. 6 Fig. 95).

Fazies: meso- bis oligohalin.

Vorkommen: Eggenburgien von S-Mähren, oberes Ottungien von Niederbayern.

Familie Serranidae SWAINSON 1839

Morone MITCHELL 1814

Morone moravica WEILER 1966

Taf. 7 Fig. 100-104

v*1966 *Morone moravica* n. sp. — WEILER, Ivančice: 122, Abb. 10-15.

v 1969 *Morone moravica* WEILER. — BRZOBHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 15, Taf. 7 Fig. 6-9.

1973 *Morone moravica* WEILER. — BRZOBHATÝ & SCHULTZ, Innviertler Schichtengruppe: 673, Taf. 4 Fig. 1.

v 1988b *Morone* cf. *moravica* WEILER. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 19, Taf. 4 Fig. 11-12.

v 1989 *Morone moravica* WEILER. — BRZOBHATÝ, Maigen: 25, Taf. 1 Fig. 1.

Material: 8 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a) sowie Fp. 27 in REICHENBACHER (1989),

Horizont 5: 1 Ex. — SMF P. 9114,

✓Horizont 6: 3 Ex. — SMF P. 9113 und SMNS 55461;

Kirchberger Schichten von Steinberg/Waldstraße (Fp. 34),

Horizont 6: 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

Kirchberger Schichten im Junholz bei Leipzig,

Horizont 6: 2 Ex. — SMF P. 9112 und 1 Ex. Bayer. Geol.

Landesamt München;

SBM/CF-Bohrung Aichach 1004: 1 Ex. — SMF P. 9291.

Maße (in mm): L = 4.30 - 5.80, H = 2.50 - 3.40; L/H = 1.63 - 1.82.

Beschreibung

Siehe WEILER (1966) und REICHENBACHER (1988b); hier nur die wichtigsten Merkmale: Sagitten von länglich-elliptischer Form mit einem stumpf zugespitzten, bei manchen Exemplaren auch abgestutzten Hinterende. Der Dorsalrand ist wenig gewölbt; der Bereich zwischen dem Antirostrum und der Mitte des Dorsalrands kann buckelartig verstärkt sein (Taf. 7 Fig. 101-103). Der kräftig gewölbte Ventralrand mündet in ein breites, stumpf zugespitztes Rostrum. Der Sulcus ist in ein geräumiges Ostium und eine schmale, am Ende nach unten abbiegende Cauda gegliedert. Der Ostium-Oberrand ist kurz und nach oben gerichtet.

Beziehungen: *M. moravica* WEILER wurde mit Belegstücken von *M. aequalis* (KOKEN) und *M. moguntina* (KOKEN) aus dem Mainzer Becken verglichen. *M. aequalis* (Taf. 7 Fig. 105, 109) läßt sich von *M. moravica* durch die mehr gedrungene Form unter-

scheiden. *M. moguntina* zeigt zwar eine ähnlich elliptische Form wie *M. moravica*, jedoch ist ihr Ostium schmaler und durch einen konvex gebogenen Oberrand begrenzt (Taf. 7 Fig. 106-107).

Bemerkungen: FRIZZELL & DANTE (1965: 702) führen die fossile Gattung *Allomorone* neu ein, zu der sie auch *M. moguntina* (KOKEN) stellen. *M. moguntina* ist jedoch wie *M. aequalis* und *M. moravica* ein typischer *Morone*-Vertreter (Taf. 7 Fig. 111: Sagitta der rezenten *M. labrax*). Es besteht keine Beziehung zu der Gattung *Allomorone*.

Fazies: marin-euryhalin, bis oligohalin.

Vorkommen: Eggenburgien von Niederösterreich und S-Mähren, oberes Otnangien von Schwaben und S-Mähren.

Morone cf. moravica WEILER 1966

Taf. 7 Fig. 108, 110, 112

Material: 9 Sagitten.

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am Türkenbach (Fp. 59): 9 Ex. – SMF P. 9115-9118.

Bemerkungen

Die Sagitten aus den Oncophora-Schichten sind alle mehr oder weniger korrodiert. Sie sind von typischen Vertretern der *M. moravica* durch die etwas gedrungene Form bzw. den niedrigeren L/H-Index (zwischen 1.5 und 1.6) unterscheidbar. Allerdings kommen auch unter den Sagitten von *M. moravica* aus den Kirchberger Schichten einige Exemplare vor, die gleichfalls einen etwas niedrigeren L/H-Index (um 1.6) aufweisen. Es ist auch nicht auszuschließen, daß die Form der Sagitten aus den Oncophora-Schichten durch den Abrieb des Materials etwas verfälscht ist. Die schlechte Erhaltung der Sagitten erlaubt jedenfalls keine sichere Bestimmung. Da die Sagitten hinsichtlich ihrer Gestalt, insbesondere der Wölbung des Dorsalrands und der Form des Hinterrands am besten mit *M. moravica* WEILER übereinstimmen, werden sie unter Vorbehalt zu dieser Art gestellt.

Fazies: oligohalin.

Vorkommen: ob. Otnangien von Niederbayern.

Familie Mugilidae CUVIER 1829

Mugil LINNAEUS 1758

Mugil sp.

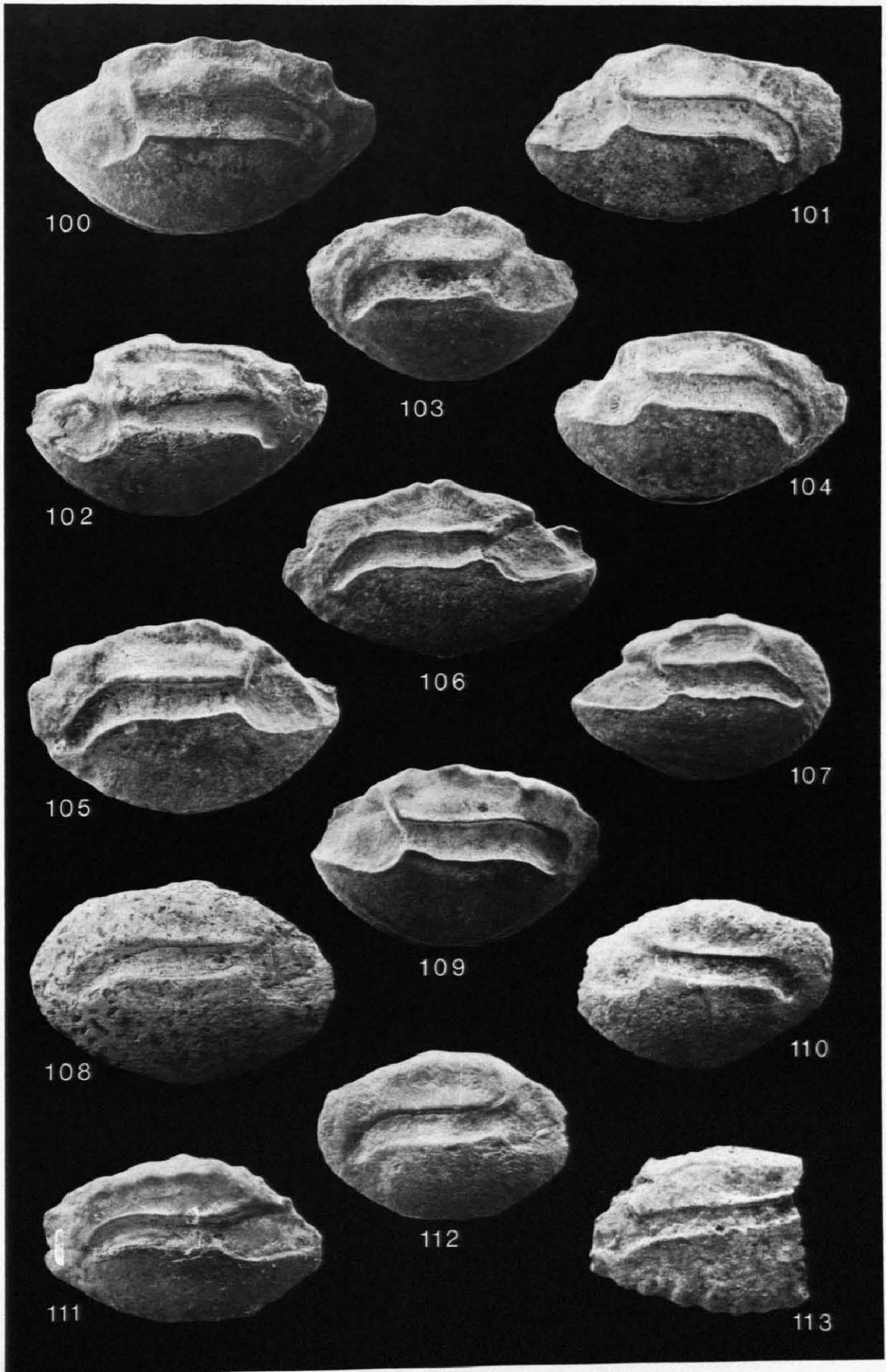
Taf. 7 Fig. 113

Material:

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18): 1 unvollständige Sagitta. – SMF P. 9120.

Soweit nicht anders angegeben, alle Stücke: oberes Otnangien, BWM. Vergrößerung $\times 10$.

- Fig. 100-104. *Morone moravica* WEILER 1966
Kirchberger Schichten.
Steinberg/Waldstraße (Fp. 34), Ulmer Region.
100. Rechte Sagitta. – Bayer. Geol. Landesamt München; Pr.-Nr. Dp7726/88f.
Rzehakia-Schichten. Ivančice, S-Mähren.
101. Rechte Sagitta. – SMF P. 3640
(= WEILER 1966: Abb. 12).
SBM.CF-Bhrg. Aichach 1004:192.4-193.1 m.
102. Rechte Sagitta. – SMF P. 9291.
Kirchberger Schichten. Jungholz/Leipheim.
103. Linke Sagitta. – SMF P. 9112.
Rzehakia-Schichten. Ivančice, S-Mähren.
104. Rechte Sagitta. – SMF P. 3642
(= WEILER 1966: Abb. 14).
- Fig. 105. *Morone aequalis* (KOKEN 1891)
Unter-Miozän, Untere Hydrobien-Schichten.
Frankfurt am Main, Mörfelder Landstraße, Slg. Wenz.
105. Linke Sagitta. – SMF P. 2711.
- Fig. 106-107. *Morone moguntina* (KOKEN 1891)
Unter-Miozän, Untere Hydrobien-Schichten.
Rheinhessen, Gausalgesheimer Kopf, Slg. Wenz.
106. Linke Sagitta. – SMF P. 2719.
Unter-Miozän, Untere Hydrobien-Schichten.
Mainz Mombach, Slg. Kinkelin.
107. Rechte Sagitta. – SMF P. 1480.
- Fig. 108. *Morone cf. moravica* WEILER 1966
Oncophora-Schichten. (Aussüßungshorizont).
Türkenbach/Marktl (Fp. 59), Niederbayern.
108. Linke Sagitta (etwas korrodiert). – SMF P. 9115.
- Fig. 109. *Morone aequalis* (KOKEN 1891)
Unter-Miozän, Untere Hydrobien-Schichten.
Frankfurt am Main, Taubenhofstraße, Slg. Wenz.
109. Rechte Sagitta. – SMF P. 2712.
- Fig. 110. *Morone cf. moravica* WEILER 1966
Oncophora-Schichten. (Aussüßungshorizont).
Türkenbach/Marktl (Fp. 59), Niederbayern.
110. Rechte Sagitta (etwas korrodiert); $\times 15$.
– SMF P. 9116.
- Fig. 111. *Morone labrax* LINNAEUS 1758
Rezent. Küste bei Porto, N-Portugal.
111. Linke Sagitta; $\times 20$. – SMF P. 9119.
- Fig. 112. *Morone cf. moravica* WEILER 1966
Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
Türkenbach/Marktl (Fp. 59), Niederbayern.
112. Linke Sagitta (etwas korrodiert); $\times 15$.
– SMF P. 9117.
- Fig. 113. *Mugil* sp.
untere Haldenhofmergel.
Sipplingen (Fp. 18), Hegau.
113. Rechte Sagitta (vordere Hälfte); $\times 15$. –
SMF P. 9120.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Bemerkungen: Leider liegt nur ein Bruchstück vor, das keine nähere Bestimmung erlaubt. Die Gattung ist bislang zwar aus den Rzehakia-Schichten von Ivančice, jedoch nicht aus den brackischen Kirchberger oder Oncophora-Schichten bekannt geworden. Dagegen wurde sie nun erstmals in den bisher als limnisch geltenden, aufgrund der Fischfauna jedoch nachweislich oligohalinen, unteren Haldenhofmergeln gefunden. – Das Vorkommen von *Mugil* sp. in den Haldenhofmergeln läßt vermuten, daß während der Ablagerung dieser Sedimente das Molassemeer in der Schweiz noch existierte und die Art von dort einwanderte.

Fazies: marin-euryhalin.

Vorkommen: oberes Otnangien von Schwaben.

Familie *Gobiidae* BONAPARTE 1832

Gobius LINNAEUS 1758

Gobius brzobohaty n. sp.

Taf. 8 Fig. 114-125

- v 1966 *Gobius pretiosus* PROCHAZKA. – WEILER, Ivančice: 129, Fig. 34, 36 [non Fig. 35].
 v 1969 *Gobius* cf. *multipinnatus* (H. v. MEYER, 1852) [pro parte]. – BRZOBOHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 24, Taf. 3 Fig. 8-10 [non Taf. 4 Fig. 12, 13].
 v 1989 *Gobius praetiosus* PROCHAZKA. – BRZOBOHATÝ, Maigen: 30, Taf. 2 Fig. 11.
 v 1989 *Gobius* cf. *multipinnatus* (H. v. MEYER). – BRZOBOHATÝ, Maigen: 31, Taf. 3 Fig. 9-12.

Name: Herrn Dr. R. BRZOBOHATÝ (J.E. Purkyně-Univ., Brno) gewidmet, der mir die Überprüfung des Originalmaterials von Ivančice und Znojmo ermöglichte und mir außerdem Vergleichsmaterial aus der Brackwassermolasse von Ivančice zur Verfügung stellte.

Holotypus: Rechte Sagitta, Taf. 8 Fig. 119; SMF P. 9121. – **Locus typicus:** Prallhang am Türkenbach S Mehlmäusl (Fp. 59), TK 25, 7743 Markt, R:456715 H:534585. – **Stratum typicum:** Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).

Paratypoiden: Etwa 760 Sagitten.

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am Türkenbach (Fp. 59): etwa 580 Ex. – (davon 20 Ex. Slg. REICHENBACHER) SMF P. 9122-9127;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberhirnbach (Fp. 62): 152 Ex. – SMF P. 9128-9133;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Fuchsöd (Fp. 63): 1 Ex. – SMF P. 9134;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Walksham (Fp. 64): 27 Ex. – SMF P. 9135.

Maße (in mm): Holotypus L = 1.24, H = 1.20; L/H = 1.03; Paratypoiden (einschließlich der Ex. aus BRZOBOHATÝ 1989) L = 0.68 - 3.20, H = 0.64 - 2.60; L/H = 1.02 - 1.23.

Diagnose: Sagitten von nahezu quadratischer bis abgerundet-rechteckiger Form, etwas länger als hoch, mit gut entwickeltem posterodorsalen Fortsatz.

Beschreibung

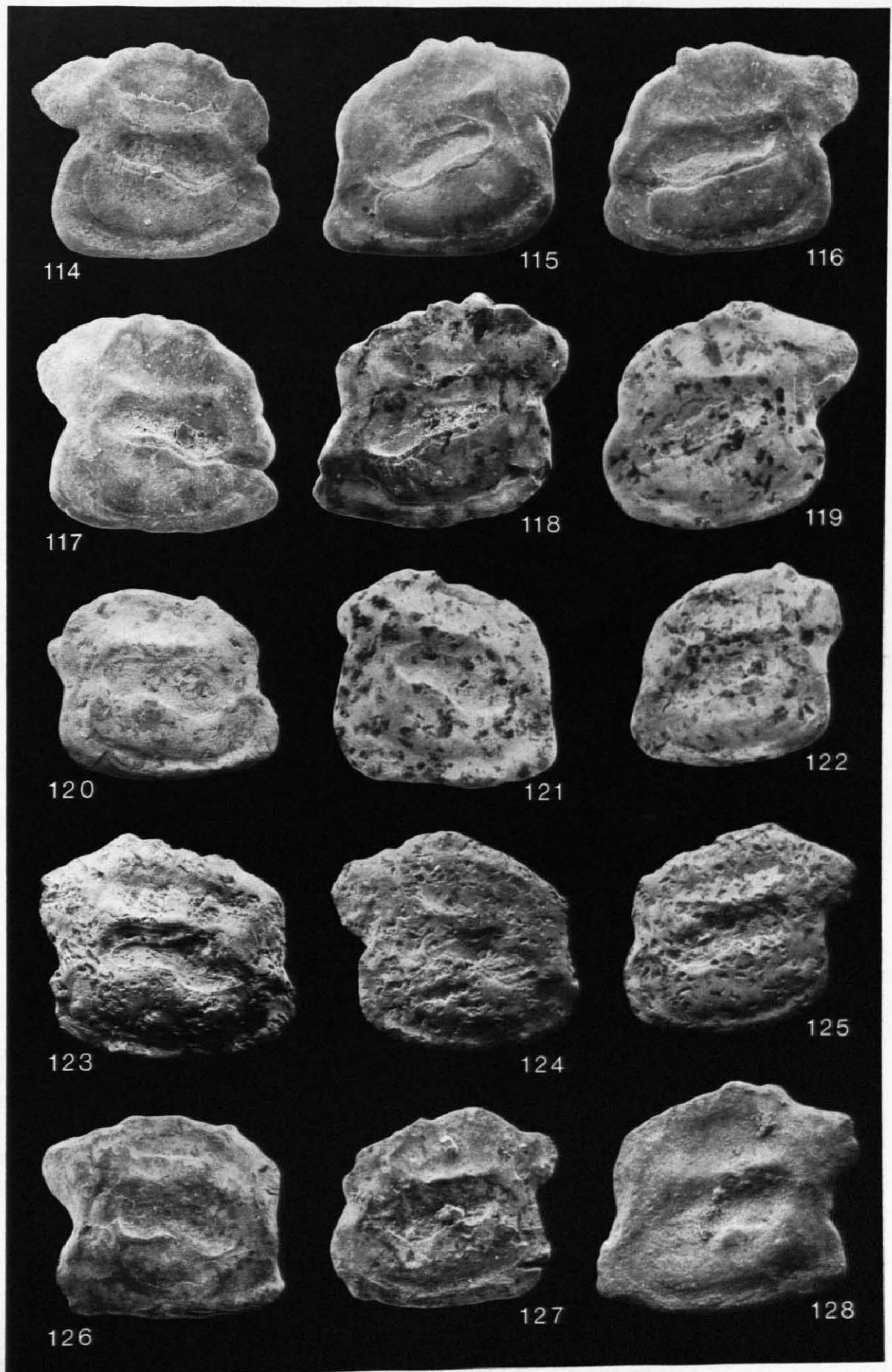
Innen- und Außenseite sind leicht gewölbt. Bei den Sagitten aus mariner Fazies (vor allem bei den Stücken aus den "Basalen Peliten"; BRZOBOHATÝ 1989) ist die Außenseite mit mehreren, rundlichen Höckern versehen, bei allen anderen Exemplaren ist sie glatt. Der gekerbte oder gewellte, seltener auch glatte Dorsalrand ist schwach bis mäßig gewölbt oder steigt nach oben/hinten an. Ein gut entwickelter, stumpf oder spitz endender posterodorsaler Lappen ist stets vorhanden. Der Hinterrand ist unterhalb des posterodorsalen Lappens V-förmig eingeschnitten oder breit U-förmig eingebuchtet. Der posteroventrale Umgang ist bei kleinen Sagitten abgerundet, große Exemplare zeigen einen kantigen, rechtwinkligen bis schwach abgerundeten Umgang. Der im allgemeinen glatte Ventralrand ist gerade oder leicht konvex und mündet in die abgerundete oder kantige praeventrale Ecke. Ein anteroventraler

Tafel 8

Soweit nicht anders angegeben, alle Stücke: oberes Otnangien, BWM.

- Fig. 114-125. *Gobius brzobohaty* n. sp.
 Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
 Oberhirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
 114. Linke Sagitta; $\times 37$. – SMF P. 9128.
 115. Rechte Sagitta; $\times 37$. – SMF P. 9129.
 116. Rechte Sagitta; $\times 37$. – SMF P. 9130.
 117. Linke Sagitta; $\times 37$. – SMF P. 9131.
 Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 118. Rechte Sagitta; $\times 30$. – SMF P. 9122.
 119. Rechte Sagitta, *Holotypus*; $\times 32$. – SMF P. 9121.
 120. Linke Sagitta; $\times 21$. – SMF P. 9123.
 121. Linke Sagitta; $\times 21$. – SMF P. 9124.
 122. Rechte Sagitta; $\times 21$. – SMF P. 9125.
 Eggenburgien, marine Molasse.
 Maigen, Niederösterreich.
Material: BRZOBOHATÝ [1989, dort als "*Gobius* cf. *multipinnatus* (H. v. MEYER)"]. – Naturhist. Mus. Wien; 1988/104/24.
 123. Linke Sagitta; $\times 18$.
 124. Linke Sagitta; $\times 23$.
 125. Rechte Sagitta; $\times 23$.

- Fig. 126-128. *Gobius* aff. *brzobohaty* n. sp.
 Rzehakia-Schichten, Ivančice, S-Mähren.
 Stücke: Slg. J. E. Purkyně-Univ.
 126. Linke Sagitta; $\times 16$.
 – Slg. Brzobohatý; ohne Inv.-Nr.
 127. Rechte Sagitta; $\times 22$.
 (= BRZOBOHATÝ 1969: Taf. 3 Fig. 15, dort als "*Gobius* cf. *telleri* SCHUBERT").
 – Inv.-Nr. 0136.
 128. Rechte Sagitta; $\times 23$.
 – Slg. Brzobohatý; ohne Inv.-Nr.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Fortsatz kann angedeutet oder schwach ausgeprägt sein, meistens fehlt er jedoch. Der Vorderrand ist gewellt oder gerade und in der Mitte eingebuchtet; er endet im verhältnismäßig hoch angelegten und abgerundeten anterodorsalen Umgang. Der etwa median gelegene Sulcus ist in eine längliche bis rundliche, schmale Cauda und ein vorne stumpf zugespitztes Ostium gegliedert. Während die Crista inferior als schmale Leiste gut erkennbar ist, fehlt die Crista superior bei den meisten Stücken. Die breite Ventrallinie und die große, elliptische Area sind flach eingetieft.

Variabilität

Es sind Änderungen während des Wachstums zu verzeichnen. So nimmt mit zunehmender Größe der Sagitten der L/H-Index ein wenig zu. Außerdem weisen kleine Sagitten etwas rundlichere Umgänge auf als größere. Es kann eine von den Salinitätsverhältnissen abhängige Variabilität beobachtet werden: in mariner Fazies (BRZOBOHATÝ 1989) ist die Außenseite durch kleine Höcker verziert; Sagitten aus oligohaliner Fazies zeigen dagegen eine glatte Außenseite. Sehr variabel sind Stärke und Form des posterodorsalen Lappens.

Beziehungen: Von *G. multipinnatus* läßt sich die neue Art durch die größere Höhe, den steileren Vorderrand, die rundlichere Form und den höher angelegten anterodorsalen Umgang unterscheiden. Desweiteren ist der posterodorsale Fortsatz bei *G. brzobohatyi* im allgemeinen noch mehr betont, der anteroventrale Fortsatz dagegen kaum entwickelt.

Nahe Verwandtschaft besteht zu *G. doppleri* n. sp.; in den Oncophora-Schichten kommen beide Arten meistens gemeinsam vor. *G. doppleri* zeigt jedoch eine weniger rundliche Form, steilere Seitenränder, einen kürzeren posterodorsalen Fortsatz und einen geringeren L/H-Index als *G. brzobohatyi*.

Von *G. francofurtanus* kann *G. brzobohatyi* durch die größere Höhe, den reduzierten anteroventralen Fortsatz, die größere Dicke und die Ausprägung des posteroventralen Umgangs getrennt werden. Dieser Umgang ist bei *G. francofurtanus* sehr kantig und nach hinten verlängert, bei *G. brzobohatyi* dagegen rechtwinklig und leicht abgerundet.

Gegenüber *G. latiformis* läßt sich *G. brzobohatyi* durch seinen betonten, schlanken posterodorsalen Lappen, die niedriger gelegene und abgerundete praedorsale Ecke und den schlankeren Sulcus unterscheiden.

Von *G. longus*, *G. helvetiae* und *G. gregori* n. sp. ist *G. brzobohatyi* durch seine Form, insbesondere den ausgeprägten posterodorsalen Lappen unterscheidbar.

G. telleri SCHUBERT zeigt gleichfalls einen ganz anderen Umriß sowie eine abweichende Form des Sulcus.

Bemerkungen: Die von BRZOBOHATÝ (1989) als *Gobius* cf. *multipinnatus* dokumentierten Sagitten aus marinen Schichten des Eggenburgien in Niederösterreich konnten

vom Naturhistorischen Museum in Wien entliehen und überprüft werden. Diese Otolithen stimmen vollkommen mit *G. brzobohatyi* aus den Oncophora-Schichten überein (Taf. 8 Fig. 123-125).

Fazies: marin bis oligohalin.

Vorkommen: Eggenburgien von Niederösterreich und S-Mähren, oberes Ottnangien von Niederbayern.

Gobius aff. *brzobohatyi* n. sp.

Taf. 8 Fig. 126-128

v 1969 *Gobius* cf. *telleri* SCHUBERT. — BRZOBOHATÝ, Südmährisches Untermiozän: Taf. 3 Fig. 14-15, ?16.

Bemerkungen: Aus den brackischen Ablagerungen von Ivančice wurden mir einige Exemplare von "*Gobius* cf. *telleri* SCHUBERT" durch Herrn Dr. BRZOBOHATÝ zur Verfügung gestellt. Diese Sagitten zeigen große Ähnlichkeit mit *G. brzobohatyi* aus Niederösterreich und Niederbayern, sie sind jedoch durch ihre kantigere Form unterscheidbar. Es steht zu wenig Material aus S-Mähren zur Verfügung, um zu entscheiden, ob eine für das südmährische Becken endemische Art vorliegt oder ob die Unterschiede durch Variabilität erklärt werden können.

Vom Originalmaterial des *G. telleri* SCHUBERT lassen sich die Sagitten aus Ivančice durch ihren Umriß und die Form des Sulcus unterscheiden.

Fazies: brackisch.

Vorkommen: oberes Ottnangien von S-Mähren.

Gobius doppleri n. sp.

Taf. 9 Fig. 132-137

v 1988b *Gobius* sp. 4, 10, 12. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 27, Taf. 5 Fig. 7-8; Taf. 6 Fig. 5-8, 15-16.

Name: Herrn Dr. GERHARD DOPPLER (Geol. Landesamt München) gewidmet, der durch die Bereitstellung von Fossilmaterial und durch wertvolle Diskussionen zum Gelingen dieser Arbeit beitrug.

Holotypus: Rechte Sagitta, Taf. 9 Fig. 133; SMF P. 9136. — **Locus typicus:** Bachanschnitt im Jungholz, etwa 3 km SW Leipheim, TK 25, 7527 Günzburg. R:358860 H:536760. — **Stratum typicum:** Kirchberger Schichten, Horizont 2b.

Paratypoiden: Etwa 330 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a-d) sowie Fp. 22 in REICHENBACHER (1989),

✓ Horizont 6: 10 Ex. — SMF P. 9142, 9147,

✓ Horizont 7: 8 Ex. — SMF P. 9141, 9146 und SMNS 55478,

✓ Horizont 8: etwa 120 Ex. — SMF P. 9138-9140, 9143-9145, 9148 und SMNS 55484-55485, 55487;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim, Horizont 2b: 1 Ex. — SMF P. 9137;

- Kirchberger Schichten von Steinberg/Waldstraße (Fp. 34),
Horizont 6: 1 Ex. – Bayer. Geol. Landesamt München;
Kirchberger Schichten bei Wullenstetten (Fp. 33),
Horizont 8: 1 Ex. – Bayer. Geol. Landesamt München;
BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18):
9 Ex. – SMF P. 9159;
BWM/Oncophora-Schichten bei Kirn (Fp. 58),
Schillsande: 2 Ex. – SMF P. 9158;
Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am Türkenbach
(Fp. 59): etwa 100 Ex. – SMF P. 9156, 9157;
Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberbirnbach
(Fp. 62): 65 Ex. – SMF P. 9149-9153;
Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Fuchsöd (Fp. 63):
1 Ex. – SMF P. 9154;
Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Walksham (Fp. 64):
2 Ex. – SMF P. 9155;
SBM/CF-Bohrungen, Bhrg. Aichach 1001: 1 Ex., Bhrg.
Aichach 1007a: 1 Ex., Bhrg. Aichach 1008: 1 Ex., Bhrg.
Hohenzell 1001: 4 Ex. – alle Stücke BEB Hannover;
✓OSM/"Graue Schluffe" bei Illerkirchberg (Fp. 42e, 42g):
4 Ex. – SMF P. 9160, 9161.

Maße (in mm): Holotypus L = 1.28, H = 1.28; L/H = 1.0; Paratypoide L = 0.60 - 1.52, H = 0.64 - 1.56; L/H = 0.90 - 1.05, meistens 0.95 - 1.0.

Diagnose: Sagittan von rechteckiger Form, meistens etwas höher als lang; häufig mit kräftigem posterodorsalem Fortsatz.

Beschreibung

Die Form der Sagitta ist rechteckig, Innen- und Außenseite sind leicht gewölbt. Der Dorsalrand ist flach gewölbt, glatt oder etwas gekerbt, bei kleineren Sagittan (L um 0.8 mm) auch zerlappt (REICHENBACHER 1988b: Taf. 5 Fig. 7-8, Taf. 6 Fig. 5-8). Ein kräftiger, abgerundeter oder stumpf zugespitzter posterodorsaler Fortsatz ist meistens vorhanden. Von diesem fällt der gerade oder leicht gewellte Hinterrand zum rechtwinkligen – bei kleinen Sagittan auch abgerundeten – posteroventralen Umgang ab. Der gerade oder leicht konvexe Ventralrand endet im anterovertralen Umgang, der rechtwinklig und ein wenig abgerundet, bei kleinen Sagittan auch leicht zugespitzt ist. Der steile Vorderrand ist in der Mitte geringfügig eingebuchtet und mündet in einer abgerundeten oder zugespitzten praedorsalen Ecke. Der schlanke, gut gegliederte Sulcus ist bei den meisten Sagittan median gelegen, bei großen Sagittan der Art aus dem Oncophora-Becken liegt er bei einigen Exemplaren auch oberhalb der Mitte. Eine schmale Crista inferior ist vorhanden, die Crista superior ist nur wenig entwickelt. Die breite Ventrallinie ist deutlich eingetieft, sie reicht fast bis zur Spitze des Ostiums. Die große Area ist von ovaler bis halbmondförmiger Form und gut umgrenzt.

Variabilität

Wie bei allen Gobiiden ist die Form der Ränder, insbesondere des Dorsalrands (zerlappt, gekerbt, gewellt, glatt), variabel. Größe und Form des postero-

dorsalen Lappens sind unterschiedlich; auffällig entwickelt ist er im allgemeinen nur bei großen Sagittan (L um 1.3 mm). Eine nach oben verschobene Lage des Sulcus ist gleichfalls nur bei einigen großen Exemplaren zu beobachten.

Beziehungen: Die Art läßt sich von *G. altiformis* REICHENBACHER aus der höheren OSM der Schweiz durch den im allgemeinen mehr betonten, dabei aber schlankeren posterodorsalen Lappen, die Form des Sulcus und die geringere Dicke unterscheiden.

Von *G. altus* WEILER kann die neue Art durch den höheren anterodorsalen Umgang und den fehlenden posteroventralen Lappen unterschieden werden.

Von *G. gregori* n. sp. ist sie durch die höhere Form und den posterodorsalen Fortsatz unterscheidbar.

Bemerkungen: Die von REICHENBACHER (1988b) als *Gobius* sp. 4, 10 und 12 beschriebenen Sagittan stimmen mit *Gobius doppleri* n. sp. überein.

Vergleicht man die Vertreter dieser neuen Art aus dem Kirchberger Becken mit jenen aus der niederbayerischen Region, so bestehen, wie schon bei *Aphanius konradi* beobachtet, kleine Unterschiede. Bei den großen Exemplaren (L um 1.3 mm) aus Niederbayern ist der Sulcus manchmal etwas nach oben verschoben und der anterodorsale Umgang mehr abgerundet. Während die unterschiedliche Form des anterodorsalen Umgangs im Rahmen der Variabilität der Art bleibt, scheint die etwas nach oben verschobene Lage des Sulcus auf den ersten Blick ein "spezifisches" Merkmal zu sein. Dieses Merkmal wurde jedoch nur bei manchen Sagittan beobachtet, kommt aber auch bei einigen Sagittan anderer Arten vor, z. B. bei *Dapalis rhomboidalis* aus der W-Schweiz (REICHENBACHER & WEIDMANN 1992: Taf. 6 Fig. 4).

Die Unterschiede zwischen den Populationen aus dem Oncophora-Becken und dem Kirchberger Becken resultieren aus dem Vorkommen der Art in verschiedenen geographischen Arealen, die verhältnismäßig kurzfristig miteinander in Verbindung standen. Sie beruhen sehr wahrscheinlich auf der selektiven Wirkung der jeweiligen faziellen Gegebenheiten, wobei auch die allgemein hohe Variabilität der Gobiiden eine Rolle gespielt haben dürfte.

Fazies: brachyhalin bis oligohalin.

Vorkommen: oberes Ottngien und tiefes Karpatien von S-Deutschland.

Gobius altiformis REICHENBACHER 1992,

in REICHENBACHER & WEIDMANN

Taf. 9 Fig. 138-140

v* 1992 *Gobius altiformis* n. sp. – REICHENBACHER, Otolithen: 41, Taf. 7 Fig. 1-6, 15; Taf. 8 Fig. 1-3.

Material: 41 Sagittan.

OSM/Bohrung bei Tramelan, W-Schweiz (Fp. 11):
7 Ex. – SMF P. 9162-9165;

OSM/Bohrungen bei Le Locle, Schweizer Jura (Fp. 12):
34 Ex. – SMNS 58183/1-34.

Beziehungen: *G. altiformis* weist denselben Form-Typ wie *G. altus* WEILER auf, zeigt jedoch gegenüber diesem einen weniger gut entwickelten posterodorsalen Fortsatz, keinen posteroventralen Fortsatz und einen kürzeren und mehr gerundeten Sulcus.

Gegenüber *G. helvetiae* SALIS und *G. gregori* n. sp. ist *G. altiformis* höher und sein posterodorsaler Fortsatz ist kräftiger.

Von *G. doppleri* n. sp. läßt sich *G. altiformis* durch seine mehr abgerundete Form, den stumpferen posterodorsalen Lappen, den rundlicheren Sulcus und die größere Dicke unterscheiden.

Am nächsten ist *G. altiformis* mit *G. latiformis* verwandt, er kann von diesem vor allem durch die etwas höhere Form unterschieden werden.

Fazies: limnisch.

Vorkommen: Sarmatien der W-Schweiz und des Schweizer Jura.

Gobius vicinalis KOKEN 1891

Taf. 9 Fig. 141

- v*1891 Ot. (*Gobius*) *vicinalis*. — KOKEN, Tertiäre Fischotolithen. 2: 133, Textfig. 21.
 v 1906 Otolithus (*Gobius*) *vicinalis* KOKEN. — SCHUBERT, Österr.-ungar. Tertiär. III: 644, Taf. 20 Fig. 32-34.
 v 1966 *Gobius vicinalis* KOKEN. — WEILER, Ivančice: 132, Abb. 40-41.
 v 1969 *Gobius vicinalis* KOKEN. — BRZOBOHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 23, Taf. 3 Fig. 2-4.
 v 1969 *Gobius* sp. 1. — BRZOBOHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 29, Taf. 3 Fig. 6.
 v 1989 "Genus *Gobiidarum*" *vicinalis* (KOKEN). — BRZOBOHATÝ, Maigen: 32, Taf. 3 Fig. 13-14.

Beschreibung

Abgerundete, hohe Sagitten mit gewölbtem Dorsalrand mit Medianknick. Posterodorsaler Fortsatz breit abgerundet und stumpf, darunter ist der steile Hinterand ein wenig eingebuchtet. Posteroventraler Umgang abgerundet, Ventralrand gerade oder flach gewölbt, anteroventraler Umgang abgerundet. Vorderrand steil und median ein wenig eingebuchtet, anterodorsaler Umgang verhältnismäßig niedrig und abgerundet. Sulcus deutlich gegliedert, Crista inferior zuweilen angedeutet, Crista superior fehlend. Ventrallinie und halbmondförmige Area deutlich eingetieft.

Fazies: marin bis brackisch.

Vorkommen: Eggenburgien von Niederösterreich und Znojmo/S-Mähren; oberes Ottnangien bei Ivančice/S-Mähren; marines Badenien des Wiener Beckens sowie aus dem Miozän von Polen (SMIGIELSKA 1966) und aus dem Miozän von Sardinien (SCHUBERT 1907) beschrieben.

Gobius cf. *vicinalis* KOKEN 1891

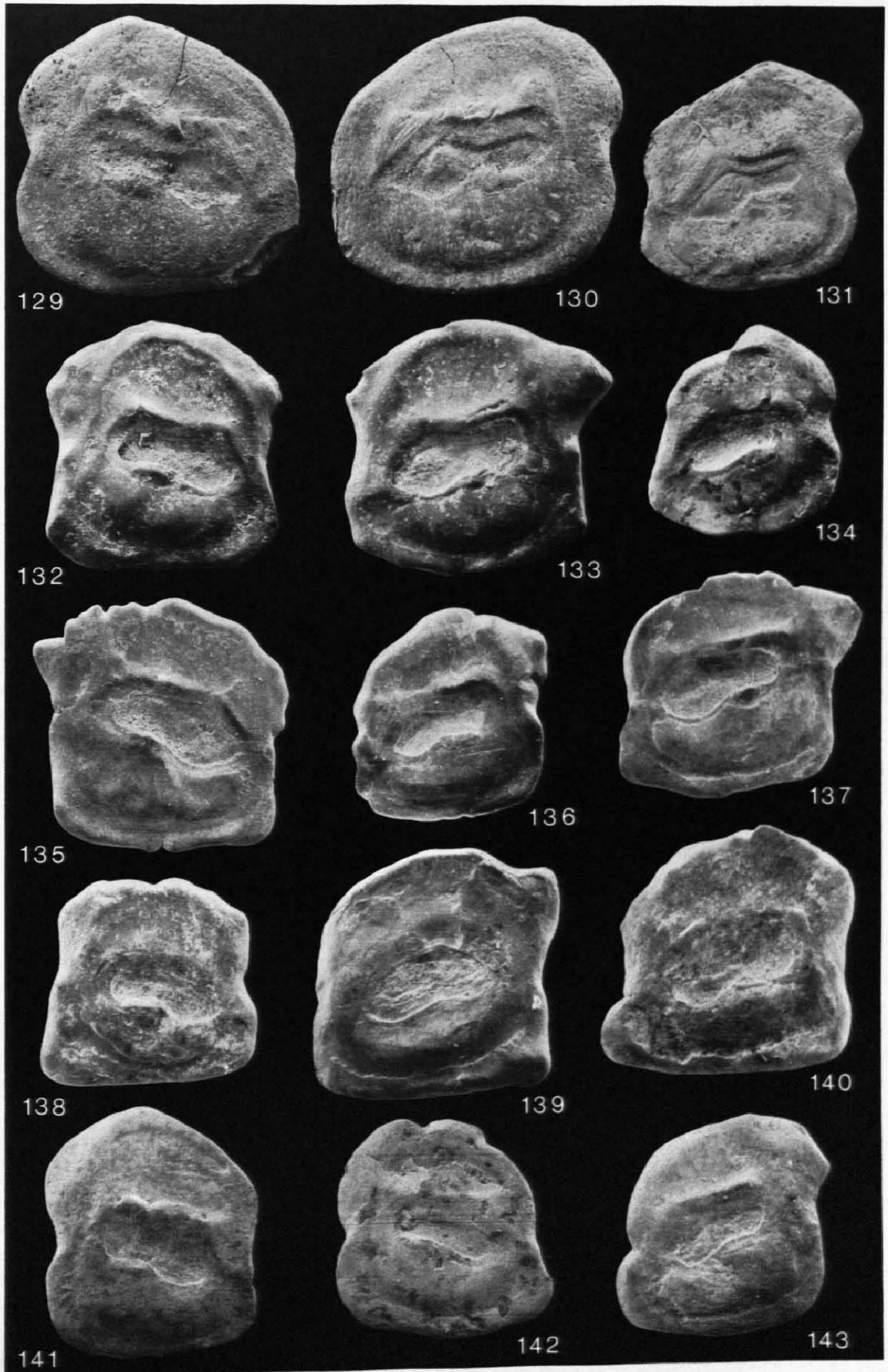
Taf. 9 Fig. 142-143

Material: 28 Sagitten.

- BWM/Oncophora-Schichten bei Diepoltscham (Fp. 55), Mehlsande: 1 Ex. — SMF P. 9170;
 Oncophora-Schichten bei Rödham (Fp. 56), Mehlsande: 3 Ex. — SMF P. 9171;
 Oncophora-Schichten am Türkenbach (Fp. 59), Schillsande: 1 Ex. — SMF P. 9168,
 Aussüßungshorizont: 22 Ex. — SMF P. 9166, 9167;
 Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberbirnbach (Fp. 62): 1 Ex. — SMF P. 9169.

Tafel 9

- Fig. 129-131. *Gobiidarum bolligeri* n. sp.
 Ottnangien, OMM.
 Curtisberg (Fp. 3), NE-Schweiz.
 129. Linke Sagitta; $\times 23$. — SMF P. 9232.
 130. Rechte Sagitta, *Holotypus*;
 $\times 23$. — SMF P. 9231.
 131. Rechte Sagitta; $\times 23$. — SMF P. 9233.
- Fig. 132-137. *Gobius doppleri* n. sp.
 Oberes Ottnangien, BWM; Kirchberger Sch. Jungholz bei Leipzig.
 132. Linke Sagitta; $\times 33$. — SMF P. 9137.
 133. Rechte Sagitta, *Holotypus*;
 $\times 33$. — SMF P. 9136.
 Oberes Ottnangien, BWM; Kirchberger Sch. Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42b).
 134. Rechte Sagitta; $\times 33$. — SMF P. 9138.
 Oberes Ottnangien, BWM;
 Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
 Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
 135. Linke Sagitta; $\times 30$. — SMF P. 9149.
 136. Rechte Sagitta; $\times 35$. — SMF P. 9152.
 137. Rechte Sagitta; $\times 30$. — SMF P. 9150.
- Fig. 138-140. *Gobius altiformis* REICHENBACHER 1992
 Sarmatien, OSM.
 Bhr. Tramelan (Fp. 11), W-Schweiz.
 138. Linke Sagitta; $\times 33$. — SMF P. 9162.
 139. Rechte Sagitta; $\times 33$. — SMF P. 9163.
 140. Rechte Sagitta; $\times 33$. — SMF P. 9164.
- Fig. 141. *Gobius vicinalis* KOKEN 1891
 Badenien.
 Vöslau, Wiener Becken, Österreich.
 141. Linke Sagitta; $\times 17$.
 — Naturhist. Mus. Wien, Slg. Fuchs;
 ohne Inv.-Nr.
- Fig. 142-143. *Gobius* cf. *vicinalis* KOKEN 1891
 Oberes Ottnangien, BWM; Oncophora-Sch. (Aussüßungshorizont).
 Türkenbach/Markt (Fp. 59), Niederbayern.
 142. Linke Sagitta; $\times 31$. — SMF P. 9166.
 Oberes Ottnangien, BWM;
 Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
 Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
 143. Rechte Sagitta; $\times 36$. — SMF P. 9169.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Maße (in mm): L = 0.72 - 1.72, H = 0.80 - 1.96; L/H = 0.90 - 1.0.

Beschreibung

Die Sagitten weisen einen etwas höheren L/H-Index (0.9 - 1.0) auf als *G. vicinalis* aus den marinen Schichten des Karpatien und Badenien (0.8 - 0.9). Auch ist der Dorsalrand weniger gewölbt. Da es sich außerdem bei den meisten Exemplaren um ziemlich kleine Sagitten handelt, erfolgt die Bestimmung unter Vorbehalt.

Bemerkungen: WEILER (1966: 132) und BRZOBOHATÝ (1969: 24) stellen bei *G. vicinalis* aus den brackischen Ablagerungen von Ivančice gleichfalls einen etwas höheren L/H-Index (0.9 - 1.0) fest. Möglicherweise ist bei *G. vicinalis* wie bei *G. multipinnatus* das L/H-Verhältnis durch die Salinitätsverhältnisse beeinflusst.

Von *G. doppleri* n. sp. läßt sich *Gobius* cf. *vicinalis* durch den breit abgerundeten posterodorsalen Lappen und die mehr abgerundete Form abgrenzen.

Fazies: marin bis oligohalin.

Vorkommen: oberes Ottmangien von Niederbayern und Oberösterreich.

Gobius multipinnatus (H. v. MEYER 1852)

Taf. 10 Fig. 144 - 146

- v*1852 *Cottus multipinnatus* n. sp. — H. v. MEYER, Fossile Fische: 106, Taf. 17 Fig. 1.
- 1893 *Ot. (Gobius) praetiosus* n. sp. — PROCHAZKA, Seelowitz: 63, Taf. 3 Fig. 7a-b.
- v 1955 *Gobius multipinnatus* (H. v. MEYER). — WEILER, Unter- und Oberkirchberg: 93, Fig. 5, 6, 8.
- v 1966 *Gobius pretiosus* PROCHAZKA. — WEILER, Ivančice: 129, Abb. 34-36.
- v 1969 *Gobius* cf. *multipinnatus* (H. v. MEYER) [pro parte]. — BRZOBOHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 24, Taf. 4 Fig. 12-13 [non Taf. 3 Fig. 8-10].
- v 1969 *Gobius praetiosus* PROCHAZKA. — BRZOBOHATÝ, Südmährisches Untermiozän: 29, Taf. 3 Fig. 11-12.
- v 1983 *Gobius pretiosus* PROCHAZKA. — MARTINI, Langenau: 12, Taf. 2 Fig. 13-14, 17-18.
- v 1988b *Gobius multipinnatus* (H. v. MEYER). — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 22, Taf. 4 Fig. 17-18.
- v 1988b *Gobius pretiosus* PROCHAZKA. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 23, Taf. 4 Fig. 15-16.
- v 1988b *Gobius* sp. 1-3, 5-9, 11. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 26-29, Taf. 5 Fig. 1-6, 9-14; Taf. 6 Fig. 1-4, 9-10.

Material: Etwa 430 Sagitten (darunter 126 Kümmerformen; n/n = Verhältnis typische Ex. zu Kümmerformen). BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a-b,d) sowie Fp. 1, 3, 4, 6, 7, 13, 22, 27 in REICHENBACHER (1989).

Horizont 3: 81/1 Ex. — SMF P. 9184, 9192-9194, 9196-9203 und SMNS 55477, 55482.

Horizont 6: 180/22 Ex. — SMF P. 9172-9175, 9185, 9191, 9195 und SMNS 55475, 55481, 55486.

Horizont 7: 1/4 Ex. — SMF P. 9176, 9186, 9187.

Horizont 8: 8/87 Ex. — SMF P. 9177, 9188-9190;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipzig,

Horizont 2: 2/0 Ex. — SMF P. 9181,

Horizont 3: 14/0 Ex. — SMF P. 9178-9180;

Kirchberger Schichten bei Eggingen (Fp. 20),

Horizont 2: 2/0 Ex. — SMF P. 9204;

Kirchberger Schichten zwischen Senden und Neu-Ulm (Fp. 26, 27, 32, 34),

Horizont 3: 2 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München,

Horizont 6: 20 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

Kirchberger Schichten der Bhrg. Bubesheim (Fp. 35):

1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18):

0/12 Ex. — SMF P. 9182, 9183;

SBM der Bhrg. Augusta Kellerei in Dasing (Fp. 52):

1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München.

Maße (in mm): L = 0.80 - 2.90, H = 0.70 - 2.70; L/H = 1.10 - 1.30.

Beschreibung

Umriss rechteckig bis schief rechteckig, Innen- und Außenseite schwach konvex, Außenseite im ventralen Bereich zumeist abgeknickt. Dorsalrand fast flach bis konvex, zuweilen nach oben/hinten ansteigend. Posterodorsaler Fortsatz gut entwickelt, Form und Größe unterschiedlich. Hinterrand steil abfallend, posteroventraler Umgang rechtwinklig, abgerundet oder abgeschragt. Ventralrand gerade oder leicht gewölbt, anteroventraler Fortsatz deutlich ausgeprägt oder nur angedeutet oder auch fehlend. Vorderrand bei den meisten Sagitten schräg zum abgerundeten oder kantigen anterodorsalen Umgang ansteigend. Sulcus deutlich in ein längliches, vorne zugespitztes Ostium und eine rundliche, kleine Cauda gegliedert. Eine schmale Crista inferior steht einer kaum erkennbaren oder fehlenden Crista superior gegenüber. Ventrallinie und Area flach eingetieft und meistens gut umgrenzt.

Variabilität

Die Variabilität dieser Art ist beträchtlich. Die Unterschiede betreffen das L/H-Verhältnis, wobei hier eine Zu- oder Abnahme mit zunehmender Größe der Sagitten nicht beobachtbar ist. Außerdem sind die Anlage des anterodorsalen Umgangs sowie die Stärke und Größe des posterodorsalen und anteroventralen Fortsatzes verschieden.

Vor allem im Horizont 8 der Kirchberger Schichten und in den unteren Haldenhofmergeln, aber auch in den Horizonten 3 und 6 treten gegenüber der typischen Art etwas veränderte Sagitten auf (Taf. 10 Fig. 146), die jedoch durch Übergangsformen eng mit *G. multipinnatus* verbunden sind. Sie sind bis zu 1 mm groß und zeigen gegenüber typischen Exemplaren der Art eine mehr betonte anterodorsale Ecke, einen weniger gut entwickelten posterodorsalen Fortsatz und eine etwas höhere Gestalt. Vermutlich handelt es sich um eine Kümmerform aufgrund des abnehmenden Salzgehalts

im Ablagerungsraum. Dafür spricht, daß diese Sagitten im oligohalinen Horizont 8 und in den gleichfalls oligohalinen Haldenhofmergeln am häufigsten sind und dort in manchen Proben die "typischen" *G. multipinnatus* ersetzen. Dagegen kommen solche Kümmerformen in den meso- bis pliohalinen Schichten (Horizonte 3 und 6) nur vereinzelt vor.

Bemerkungen: Leider ist das Originalmaterial zu *G. pretiosus* PROCHAZKA verschollen. Meine Untersuchungen an sekundär als *G. pretiosus* bestimmten Otolithen ergaben, daß er mit *G. multipinnatus* synonym ist. Die von REICHENBACHER (1988b) als *Gobius* sp. 1-3, 5-9 und 11 beschriebenen Formen können alle zu *G. multipinnatus* gestellt werden, ebenso wie die von WEILER (1966), BRZOBHATÝ (1969) und MARTINI (1983) als *G. pretiosus* bestimmten Stücke. Dagegen gehören die von BRZOBHATÝ (1969) dargestellten *Gobius* cf. *multipinnatus* nur teilweise zu *G. multipinnatus*, denn bei den von Znojmo (S-Mähren) beschriebenen Stücken handelt es sich um die neue Art *G. brzobohatyi*.

WEILER (1955) synonymisierte schon einmal die Arten *G. multipinnatus* und *G. pretiosus* im Rahmen seiner Untersuchung an Otolithen von *G. multipinnatus* in situ. In einer späteren Arbeit (WEILER 1966) kommt er aber zu der Auffassung, daß sich beide Arten doch unterscheiden lassen, da *G. multipinnatus* relativ etwas höher sei als *G. pretiosus*. Vergleicht man jedoch gleichgroße Sagitten von "*G. pretiosus*" und *G. multipinnatus*, so ist kein spezifischer Unterschied hinsichtlich des L/H-Index zu beobachten.

Bei *G. multipinnatus* handelt es sich um eine variable, marin-euryhaline Art, ihre Sagitten können beträchtlich in der Form variieren, wobei die herrschenden Salinitätsbedingungen eine wesentliche Rolle gespielt haben dürften.

Fazies: brachy-/pliohalin bis oligohalin.

Vorkommen: oberes Otmangien von Schwaben und S-Mähren, außerdem bekannt aus dem Miozän von Kärnten (WEINFURTER 1952), S-Rumänien und N-Deutschland (WEILER 1942) sowie aus dem Badenien des Wiener Beckens (SCHUBERT 1906, WEINFURTER 1950).

Gobius latiformis REICHENBACHER 1992,

in REICHENBACHER & WEIDMANN

Taf. 10 Fig. 147-148

v 1967 *Gobius* cf. *francofurtanus* KOKEN. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 45, Fig. 13/2-4, 6 [non Fig. 13/5, 7, 8].

v*1992 *Gobius latiformis* n. sp. — REICHENBACHER, Otolithen: 42, Taf. 7 Fig. 7-10; Taf. 8 Fig. 7-10.

Material: 117 Sagitten.

OSM W Horgen, NE-Schweiz (Fp. 7):

67 Ex. — SMF P. 9205-9207;

OSM bei Horgen, Rotweg-Stollen (Fp. 8):

1 Ex. — SMF P. 9208;

OSM/Bohrung bei Tramelan, W-Schweiz (Fp. 11):

1 Ex. — SMF P. 9209;

OSM/Bohrungen bei Le Locle, Schweizer Jura (Fp. 12):

48 Ex. — SMNS 58187/1-40.

Bemerkungen: Die von SALIS (1967) als *Gobius* cf. *francofurtanus* dokumentierten Exemplare stimmen größtenteils mit *G. latiformis* überein. Nur die von SALIS (1967: Fig. 13/5, 13/7) abgebildeten Sagitten gehören zu *G. helvetiae* SALIS (Taf. 10 Fig. 154). Das in SALIS (1967: Fig. 13/8) dargestellte Exemplar wird als *G. longus* bestimmt.

Beziehungen: *G. latiformis* ist nahe verwandt mit *G. altiformis*. Beide Arten kommen häufig gemeinsam vor; sie lassen sich durch das verschiedene Länge/Höhe-Verhältnis unterscheiden.

Die Sagitten von *G. latiformis* aus der tieferen OSM erinnern in manchen Fällen ein wenig an *G. multipinnatus* (Taf. 10 Fig. 148). Jedoch ist bei *G. latiformis* im Unterschied zu *G. multipinnatus* kaum ein anteroventraler Fortsatz ausgeprägt, sein Vorderrand ist steiler und der Sulcus rundlicher.

Durch die kantige Form und den rundlichen Sulcus kann *G. latiformis* gut von *G. brzobohatyi* n. sp. unterschieden werden.

Gobius telleri zeigt einen mehr abgerundeten Umriss und eine völlig andere Form des Sulcus.

Gobius francofurtanus kann eine ähnliche Gestalt wie *G. latiformis* aufweisen, ist jedoch durch seinen längeren und schlankeren Sulcus unterscheidbar. Auch sind die Sagitten von *G. francofurtanus* dünner, die postero-/anterodorsalen und -ventralen Fortsätze sind stärker entwickelt und der Dorsalrand ist markant durch Wellen oder Kerben gegliedert.

Von *G. longus* läßt sich *G. latiformis* durch die höhere, kantigere Form und den eingebuchteten Vorder- und Hinterrand gut unterscheiden.

G. helvetiae zeigt einen schwächer entwickelten postero-dorsalen Fortsatz und einen niedrigeren L/H-Index als *G. latiformis*.

Fazies: limnisch.

Vorkommen: Karpatien der NE- und Zentral-Schweiz, Sarmatien der W-Schweiz und des Schweizer Jura.

Gobius longus SALIS 1967

Taf. 10 Fig. 149-152

v*1967 *Gobius longus* n. sp. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 47, Fig. 13/16-22.

v 1967 *Gobius helvetiae* n. sp. [pro parte]. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen, nur Fig. 13/10.

v 1967 *Gobius* cf. *francofurtanus* KOKEN [pro parte]. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen, nur Fig. 13/8.

Material: 3 Sagitten.

OSM W Horgen, NE-Schweiz (Fp. 7):

2 Ex. — SMF P. 9210, 9211;

OSM im Stierlitobel, NE-Schweiz (Fp. 6):

1 Ex. — SMF P. 9212.

Maße (in mm): L. = 1.05 - 1.48, H = 0.80 - 1.16; L/H = 1.22 - 1.34.

Beschreibung

Längliche, abgerundet-rechteckige Sagitten mit ansonsten glatten Rändern. Ventral- und Dorsalrand gerade bis schwach gewölbt, Seitenränder median kaum merklich eingebuchtet. Ein anteroventraler und/oder posterodorsaler Fortsatz ist bei einigen Sagitten angedeutet. Sulcus, Ventrallinie und Area im wesentlichen wie bei *G. helvetiae*.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine sehr seltene Art, die bislang nur im Bereich der tiefen OSM nachgewiesen wurde.

Beziehungen: *G. longus* kann durch seine längliche Form, die glatten Ränder und die abgerundeten Ecken gut von anderen fossilen *Gobius*-Arten unterschieden werden.

Fazies: limnisch.

Vorkommen: Karpatien der NE- und der Zentral-Schweiz.

Gobius helvetiae SALIS 1967

Taf. 10 Fig. 153-155

v*1967 *Gobius helvetiae* n. sp. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 45, Fig. 13/9, 11-15 [non Fig. 13/10].

v 1967 *Gobius* cf. *francofurtanus* KOKEN [pro parte]. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: nur Fig. 13/5 und 13/7.

Material:

Von *G. helvetiae* standen nur die Belegstücke aus den Napf-Schichten (SALIS 1967) zur Verfügung.

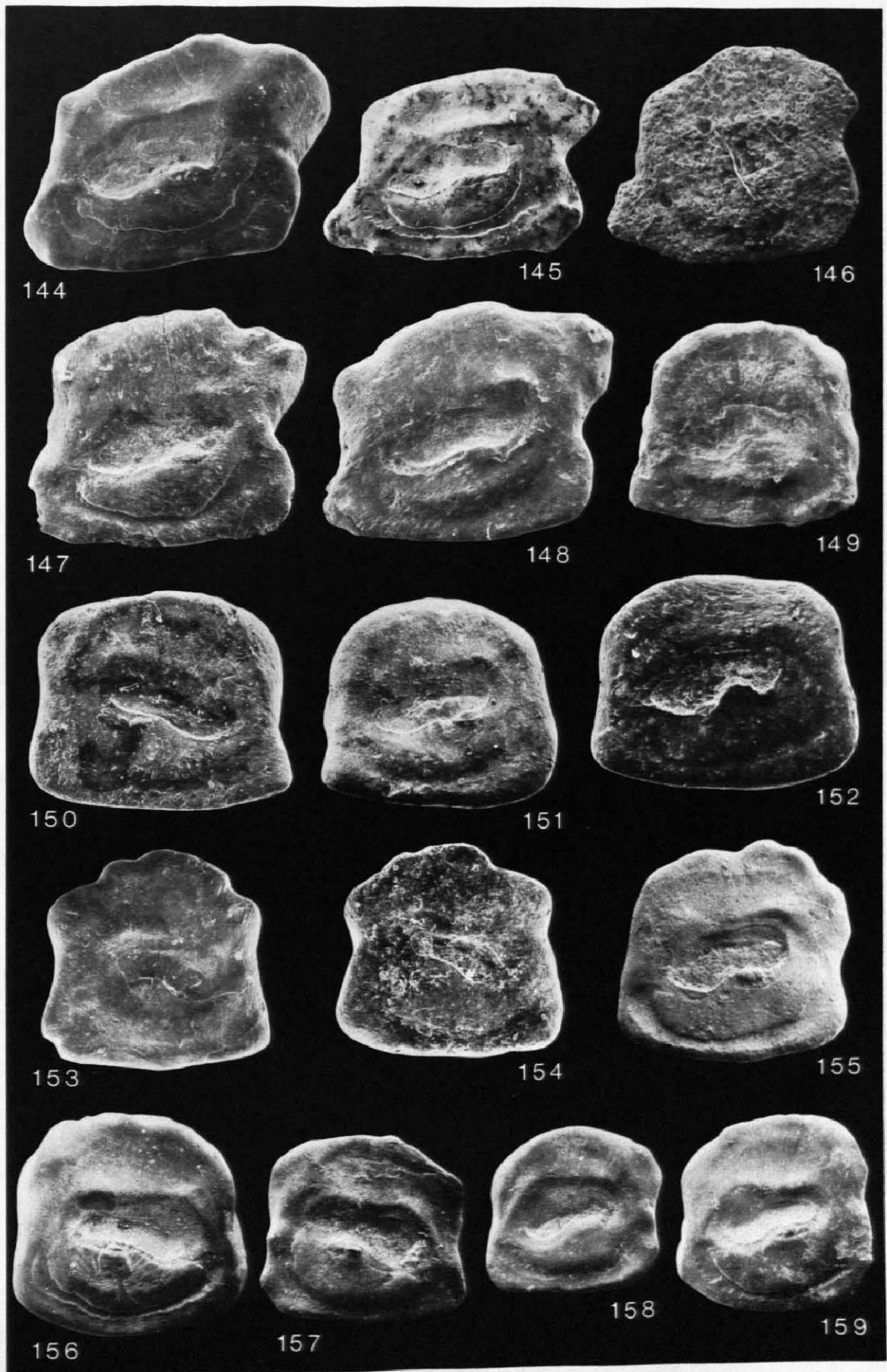
Beschreibung

G. helvetiae zeigt eine nahezu quadratische, sehr gleichmäßige, leicht abgerundete Form mit einem flach gewölbten Ventralrand, senkrechten, median schwach eingebuchteten Seitenrändern und einem gewellten, gewölbten Dorsalrand. Der posterodorsale Umgang ist wie der anterodorsale Umgang hoch angelegt und leicht abgerundet. Ein kurzer, posterodorsaler Lappen ist angedeutet. Der Sulcus ist median gelegen und in eine kleine, rundlich-längliche Cauda und ein schlankes, vorne spitz zulaufendes Ostium gegliedert. Eine Crista inferior ist nur unterhalb der Cauda deutlich zu erkennen, eine Crista superior fehlt. Die breite Ventrallinie und die unscharf begrenzte Area sind flach eingetieft.

Beziehungen: Am nächsten verwandt könnten die limnischen Arten *G. altiformis* und *G. latiformis* sein. Von *G. latiformis* läßt sich *G. helvetiae* durch seinen schlankeren Sulcus und die gleichmäßigere, mehr abgerundete Form unterscheiden. *G. altiformis* ist höher als *G. helvetiae* und zeigt eine weniger betonte anterodorsale Ecke.

Soweit nicht anders angegeben, alle Stücke: oberes Ottnangien, BWM.

- Fig. 144-145. *Gobius multipinnatus* (H. v. MEYER 1852)
Kirchberger Schichten.
Illerkirchberg (Fp. 42d).
144. Rechte Sagitta; × 27. — SMF P. 9172.
Kirchberger Schichten.
Jungholz bei Leipzig.
145. Rechte Sagitta; × 26. — SMF P. 9178.
- Fig. 146. *Gobius multipinnatus* (H. v. MEYER 1852),
Kümmerform.
untere Haldenhofmergel.
Sipplingen (Fp. 18), Hegau.
146. Rechte Sagitta (korrodiert); × 36. —
SMF P. 9182.
- Fig. 147-148. *Gobius latiformis* REICHENBACHER 1992
Karpatien, tiefe OSM.
W Horgen (Fp. 7), NE-Schweiz.
147. Rechte Sagitta; × 33. — SMF P. 9205.
148. Rechte Sagitta; × 33. — SMF P. 9206.
- Fig. 149-152. *Gobius longus* SALIS 1967
Karpatien, tiefe OSM.
W Horgen (Fp. 7), NE-Schweiz.
149. Rechte Sagitta; × 36. — SMF P. 9210.
Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.
Stücke: Geol. Inst. Bern; ohne Inv.-Nrn.
150. Linke Sagitta; × 36.
(= SALIS 1967: Fig. 13/22).
151. Rechte Sagitta; × 39.
(= SALIS 1967: Fig. 13/20).
152. Rechte Sagitta, Holotypus; × 41.
(= SALIS 1967: Fig. 13/17a).
- Fig. 153-155. *Gobius helvetiae* SALIS 1967
Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.
Stücke: Geol. Inst. Bern; ohne Inv.-Nrn.
153. Linke Sagitta; × 39.
(= SALIS 1967: Fig. 13/12).
154. Linke Sagitta; × 39.
(= SALIS 1967: Fig. 13/5, dort als
"Gobius cf. francofurtanus WEILER").
155. Rechte Sagitta, Holotypus; × 38.
(= SALIS 1967: Fig. 13/9a).
- Fig. 156-159. *Gobius gregori* n. sp.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
156. Linke Sagitta, Holotypus; × 39.
— SMF P. 9214.
Kirchberger Schichten.
Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42d).
157. Linke Sagitta; × 39. — SMF P. 9218.
158. Rechte Sagitta; × 38. — SMF P. 9219.
Oncophora-(Lakustrische)Schichten.
Oberbirnbach (Fp. 62), Niederbayern.
159. Rechte Sagitta; × 40. — SMF P. 9215.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Bemerkungen: Das von SALIS (1967: Fig. 13/10) als *G. helvetiae* abgebildete Exemplar gehört aufgrund seiner Form zu *G. longus*.

Fazies: oligohalin bis limnisch.

Vorkommen: Karpatien der Zentral-Schweiz.

Gobius cf. helvetiae SALIS 1967

Material: 45 Sagitten.

OSM W Horgen (Fp. 7), NE-Schweiz; unter Vorbehalt zu der Art gestellt und als *Gobius cf. helvetiae* bezeichnet. — SMF P. 9213.

Bemerkungen: Die Sedimente der tiefen OSM des Fundpunkts W Horgen (Fp. 7) in der NE-Schweiz enthalten Sagitten, die an *G. helvetiae* erinnern, jedoch einen weniger hoch gewölbten, glatteren Dorsalrand aufweisen. Sie werden daher als *Gobius cf. helvetiae* bezeichnet.

Fazies: limnisch.

Vorkommen: Karpatien der NE-Schweiz.

Gobius gregori n. sp.

Taf. 10 Fig. 156-159

v 1988b *Gobius* aff. *telleri* SCHUBERT. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 25, Taf. 6 Fig. 11-12.

Name: Herrn Dr. HANS-JOACHIM GREGOR gewidmet (Naturmuseum Augsburg), der durch seine Hilfe bei der Erkundung von Aufschlüssen sowie durch etliche Diskussionen zum Gelingen dieser Arbeit beitrug.

Holotypus: Linke Sagitta, Taf. 10 Fig. 156; SMF P. 9214. — **Locus typicus:** Ehemalige Mergelgrube etwa 1 km NNE Oberbirnbach (Fp. 62), TK 25, 7544 Birnbach, R:458008 H:537217. — **Stratum typicum:** Oncophora-(Lakustrische)Schichten.

Paratypoiden: Etwa 290 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a-d), ✓ Horizont 6: 11 Ex. — SMF P. 9222, 9223.

✓ Horizont 7: 1 Ex. — SMF P. 9224.

✓ Horizont 8: etwa 125 Ex. — SMF P. 9218-9221, 9225, 9226 und SMNS 55474;

BWM/Oncophora-Schichten (Aussüßungshorizont) am Türkenbach (Fp. 59): etwa 100 Ex. — SMF P. 9228, 9229;

Oncophora-(Lakustrische)Schichten bei Oberbirnbach (Fp. 62): 30 Ex. — SMF P. 9215-9217;

BWM/untere Haldenhofmergel bei Sipplingen (Fp. 18): 20 Ex. — SMF P. 9230;

SBM/CF-Bohrungen, Bhrg. Aichach 1002: 1 Ex. sowie

Bhrg. Krumbach 1010: 1 Ex. — jeweils BEB Hannover;

✓ OSM/"Graue Schluffe" bei Illerkirchberg (Fp. 42f):

2 Ex. — SMF P. 9227.

Maße (in mm): Holotypus L = 1.04, H = 1.00; L/H = 1.04; Paratypoiden L = 0.60 - 1.60, H = 0.60 - 1.48; L/H = 1.00 - 1.10.

Diagnose: Annähernd quadratische Sagitten mit glatten Rändern, mehr oder weniger abgerundeten Ecken und ohne posterodorsalen Fortsatz.

Beschreibung

Die Innen- und Außenseite sind schwach konvex, der glatte oder kaum gefaltete Dorsalrand nur mäßig gewölbt. Der posterodorsale Umgang ist bei wenigen Stücken in Form einer schwachen Kante entwickelt, meistens ist er gerundet und geht dann in den steil abfallenden, in der Mitte etwas eingebuchteten Hinter- rand über. Der Ventralrand kann gerade oder leicht gebogen ausgeprägt sein und mündet in den abgerundeten oder schwach kantigen anteroventralen Umgang. Der Vorderrand ist steil und in der Mitte geringfügig eingebuchtet. Der gut gegliederte Sulcus ist median gelegen. Die Crista inferior und Crista superior sind nur schwach ausgebildet, die Ventrallinie ist breit und tief, die Area groß und im allgemeinen deutlich eingetieft.

Variabilität

Die Variabilität dieser Sagitten ist gering; sie betrifft im wesentlichen nur die unterschiedlich gerundeten Umgänge.

Beziehungen: *G. gregori* läßt sich durch seine rundlich-quadratische Form, die glatten Ränder und den fehlenden posterodorsalen oder anteroventralen Lappen von den übrigen in der Brack- und Süßwas- sermolasse nachgewiesenen *G.*-Arten unterscheiden.

Fazies: oligohalin bis limnisch.

Vorkommen: ob. Ottangien von S-Deutschland.

Gobiiden unsicherer Gattungszugehörigkeit

Gobiidarum bolligeri n. sp.

Taf. 9 Fig. 129-131

Name: Herrn Dr. THOMAS BOLLIGER (ETH Zürich) gewidmet, der mir freundlicherweise sein Otolithenmaterial aus der Molasse der Schweiz zur Bearbeitung überließ, darunter diese seltenen Otolithen aus der OMM.

Holotypus: Rechte Sagitta, Taf. 9 Fig. 130; SMF P. 9231. — **Locus typicus:** Curtisberg E Jona am Zürichsee (Fp. 3), Landeskarte der Schweiz, Nr. 226 Rapperswil, R:709100 H:232800. — **Stratum typicum:** Obere Meeresmolasse.

Paratypoiden: 8 Sagitten (topotypisch). — SMF P. 9232-9234.

Maße (in mm): Holotypus L = 2.10, H = 2.10; L/H = 1.00; Paratypoiden L = 1.32 - 2.20, H = 1.36 - 2.20; L/H = 0.95 - 1.05.

Diagnose: Rundliche Sagitten mit glatten Rändern, einem hoch gewölbten Dorsalrand und einem schlanken, gut gegliederten Sulcus.

Beschreibung

Umriß gerundet, meistens etwas länger als hoch, Innenseite glatt, Außenseite leicht gewölbt und im ventralen Bereich verdickt. Der gewölbte Dorsalrand zeigt einen etwas nach hinten verschobenen Medianknick und mündet dann in den kurzen, breit abgerundeten posterodorsalen Lappen. Unterhalb des Lappens ist der Hinterrand U-förmig eingebuchtet, dann verläuft er im Bogen in den Ventralrand. Der anteroven-trale Umgang ist abgerundet, der verhältnismäßig kurze Vorderrand steil und glatt oder median geringfügig eingebuchtet. Auch der anterodorsale Umgang ist abgerundet, er liegt ein Stück tiefer als der posterodor-sale Umgang. Der schlanke Sulcus weist in den Grund-zügen die für die Gobiiden kennzeichnende Form auf, er ist in ein breites Ostium und eine schmale Cauda gegliedert. Die Cauda ist kaum kürzer als das Ostium; dadurch weicht sie von der bei der Gattung *Gobius* üb-lichen Entwicklung ab. Eine kurze, dicke Crista infe-rior ist nur im Bereich der Cauda entwickelt. Die lei-stenförmig verdickte Crista superior ist ein kleines Stück über dem Sulcus gelegen, bei einem Exemplar ist sie in drei dicke Knoten aufgelöst (Taf. 9 Fig. 129). Die breite Ventrallinie ist nur flach eingetieft, die länglich-ovale Area ist flach und unscharf begrenzt.

Variabilität

Die Variabilität ist, soweit an den wenigen Stücken erkennbar, sehr gering und betrifft im wesentlichen nur den anterodorsalen Umgang, der abgerundet oder als kleine, stumpfe Kante ausgebildet sein kann.

Bemerkungen: Die Art ist von anderen Gobiiden durch den abgerundeten Umriß und die abweichende Form des Sulcus unterscheidbar.

Fazies: marin.

Vorkommen: oberes Ottngangien der NE-Schweiz.

Familie Sciaenidae CUVIER 1829

Sciaena CUVIER 1829

Sciaena kirchbergensis KOKEN 1891

Taf. 11 Fig. 172a, b

- v*1891 *Sciaena kirchbergensis*. — KOKEN, Tertiäre Fischphoto-lithen. II: 109.
- v 1966 *Sciaena kirchbergensis*. — WEILER, Ivančice: Fig. 46.
- v 1981 *Sciaena kirchbergensis* KOKEN. — MARTINI, Sciaeni-den: Taf. 3 Fig. 13, 16.
- v 1993 ? *Umbrina kirchbergensis* (KOKEN). — SCHWARZHANS, Sciaeniden: 78, Abb. 126, 127.

Material: 2 Sagitten aus den Kirchberger Schichten bei Eggingen (Fp. 20). — SMF P. 9252 und SMNS 55862.

Maße (in mm): L = 7 und 12, H = 4 und 7; L/H = je-weils 1-7.

Beschreibung

Die Sagitten weisen einen nahezu rechteckigen Umriß auf, nur der Hinterrand fällt schräg vom kantigen posterodorsalen Umgang nach unten/vorne ab. Der Dorsalrand ist flach gewölbt. Der Ventralrand ist mäßig gewölbt und mündet mit guter Rundung in den schwach konvexen Vorderrand. Der Sulcus ist gegliedert in ein großes Ostium, das fast die Hälfte der Sa-gitta einnimmt, und eine schlanke, nach unten gebog-ene Cauda.

Bemerkungen: Von dieser Art waren bisher nur der Holotypus (KOKEN 1891) und ein weiteres Exemplar be-kannt (abgebildet in MARTINI 1983). Das hier vorliegende größere Exemplar (Fig. 172) fand R. Böttcher (Staatl. Mu-seum für Naturkunde in Stuttgart); eine weitere, leider nicht ganz vollständige Sagitta entstammt eigenen Aufsammlun-gen. Die Art ist sehr selten.

Die Zuordnung der Art zur Gattung *Umbrina* durch SCHWARZHANS (1993: 78) wird von ihm als fraglich angese-hen, weil die *kirchbergensis*-Sagitten gegenüber denen an-derer *U.*-Arten gestreckter sind. Er hält die Art daher für ei-nen möglichen, spezialisierten Seitenzweig von *Umbrina*. Durch ihr größeres Ostium und die kürzere, breitere Cauda erinnert sie jedoch eher an die rezente *Sciaena umbra* LINNAEUS 1758.

Fazies: marin-euryhalin, brachyhalin.

Vorkommen: oberes Ottngangien von Schwaben.

Ordnung Channiformes GREENWOOD et al. 1966

Familie Channidae (BERG 1940)

Channa BLOCH 1793

Channa elliptica (SALIS 1967)

Taf. 11 Fig. 160-167

- v*1967 Otol. (Cyprinodontidarum?) *ellipticus* n. sp. — SA-LIS, Geol. sediment. Unters.: 44, Fig. 12/8-15.
- v 1983 *Morone moravica* WEILER. — MARTINI, Langenau: Taf. 2 Fig. 1-2.
- 1985 *Channa elliptica* (SALIS). — NOLF, Otol. piscium: 75.
- v 1988b *Channa rzehaki* (BRZOBHATÝ). — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 15, Taf. 1 Fig. 18-19.
- v 1989 *Eurotilapia elliptica* (SALIS). — GAEMERS, Cichlids from Europe: 110, Taf. 1 Fig. H-K.
- v 1989 *Eurotilapia rzehaki* (BRZOBHATÝ) [pro parte]. — GAEMERS, Cichlids from Europe: 110, Taf. 1 Fig. C-D [non Taf. 1 Fig. A-B, E-F].

Material: 25 Sagitten und mehrere Bruchstücke.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42b-d) sowie Fp. 27 in REICHENBACHER (1989).

✓Horizont 6: 1 Ex. — SMF P. 9245.

✓Horizont 7: 1 Ex. — SMF P. 9248.

✓Horizont 8: 7 Ex. — SMF P. 9240, 9242-9244 und SMNS 55455;

OSM/obere Haldenhofmergel bei Herdwangen (Fp. 19): 2 Ex. — SMF P. 9247;

- √OSM/"Graue Schluffe" bei Illerkirchberg (Fp. 42e, 42g):
5 Ex. — SMF P. 9241, 9246;
OSM bei Wallisellen, NE-Schweiz (Fp. 10):
1 Ex. — SMF P. 9239;
OSM W Horgen, NE-Schweiz (Fp. 7):
2 Ex. — SMF P. 9235, 9236;
OSM bei Horgen, Rotweg-Stollen, NE-Schweiz (Fp. 8):
4 Ex. — SMF P. 9237, 9238,
(1 Ex. Slg. H. MÄNDLI/Horgen);
OSM bei Le Locle, W-Schweiz (Fp. 12):
2 Ex. — SMNS 58127-58128.

M a ß e (in mm): L = 0.96 - 8.20, H = 0.66 - 4.70; L/H = 1.45 - 1.74.

B e s c h r e i b u n g

Die Sagitten weisen einen länglich-elliptischen Umriß auf; die Innenseite ist konvex, die Außenseite konkav. Der fein gekerbte Dorsalrand steigt von beiden Seiten steil zum meistens vor der Mitte gelegenen Medianknick an. Der kurze Hinterrand ist stumpf zugespitzt. Der leicht gewellte Ventralrand ist mäßig gewölbt und mündet in das stumpf zugespitzte Rostrum, das gegenüber dem kleinen Antirostrum hervorragt. Eine Excisura ist nur bei einem Exemplar vorhanden. Der median gelegene Sulcus ist in ein großes, gegenüber der Cauda vertieftes Ostium und eine schlanke Cauda gegliedert. Die Cauda steigt vom Ostium zunächst ein wenig nach hinten an, biegt dann nach hinten/unten ab und endet rund. Crista superior und Crista inferior sind als schmale Leisten entwickelt. Die elliptische Area ist sehr flach; eine am Cauda-Ende abschließende Ventrallinie ist vorhanden.

B e m e r k u n g e n : Die von SALIS (1967) erstmals beschriebene Art gehört systematisch zur Gattung *Channa* BLOCH (siehe NOLF 1985). Die Übereinstimmung der generischen Merkmale (Umriß, Größe; Lage und Form des Sulcus) dieser fossilen Sagitten mit Sagitten der rezenten *Channa pleurophthalma* (BLEEKER) ist fast perfekt. Kleine Abweichungen, wie z. B. das stärker verjüngte Hinterende der fossilen Art, rechtfertigen zwar die Trennung der fossilen von der rezenten Art, sind jedoch unzureichend für die Abtrennung einer fossilen Gattung (*Eurotilapia* GAEMERS 1989). [P.A.M. GAEMERS hat inzwischen (schriftl. Mitt. 1990) die systematische Einordnung von "*Eurotilapia*" in die Familie Cichlidae als unzutreffend erkannt und sie nun gleichfalls den Channidae zugeordnet.]

B e z i e h u n g e n : *Channa elliptica* ist nahe verwandt mit *Channa rzehaki*. Die beiden vorliegenden großen Exemplare von *Ch. rzehaki* (L > 6 mm; siehe WEILER 1966: Fig. 45 und BRZOBOHATÝ 1969: Taf. 2 Fig. 1) lassen sich durch ihre weniger schlanke Form, die Wölbung des Dorsalrands und das rundliche, anders geformte Ostium gut von *Ch. elliptica* unterscheiden. Die kleineren Sagitten (L < 5 mm; siehe BRZOBOHATÝ 1969: Taf. 2 Fig. 2-4) sind dagegen nur durch das etwas breitere und rundlichere Ostium von *Ch. elliptica* unterscheidbar.

F a z i e s : limnisch.

V o r k o m m e n : oberes Ottngangien von Schwaben und S-Mähren; Karpaten und Sarmatien von S-Deutschland und der Schweiz.

Ordnung Salmoniformes BLEEKER 1859

Familie Umbriidae BLEEKER 1859

Mikroumbra REICHENBACHER 1992,
in REICHENBACHER & WEIDMANN

Mikroumbra maendlii n. sp.

Taf. 11 Fig. 170-171

N a m e : Herrn Dr. HUGO MÄNDLI (Horgen/Schweiz) gewidmet, der diese seltenen Otolithen sammelte und mir freundlicherweise zur Bearbeitung überließ.

H o l o t y p u s : Linke Sagitta, Taf. 11 Fig. 170; SMF P. 9250. — L o c u s t y p i c u s : Horgen/NE-Schweiz, Rotweg-Stollen (Fp. 8). — S t r a t u m t y p i c u m : tiefe Obere Süßwassermolasse.

P a r a t y p o i d : Eine rechte Sagitta (topotypisch), Taf. 11 Fig. 171. — SMF P. 9251.

M a ß e (in mm): Holotypus L = 0.88, H = 0.76; L/H = 1.16; Paratypoid L = 0.72, H = 0.68; L/H = 1.06.

D i a g n o s e : Kleine, abgerundet-quadratische Sagitten mit einem kurzen, stumpfen Rostrum.

B e s c h r e i b u n g

Die Sagitten weisen eine schwach gewölbte Innenseite und eine im hinteren Teil kräftig verdickte Außenseite auf. Der mäßig gewölbte Dorsalrand geht am gerundeten posterodorsalen Umgang in den steil abfallenden, median etwas eingebuchteten Hinterrand über. Bei dem kleineren Exemplar (Fig. 171) ist der posteroventrale Umgang gerundet, bei dem größeren (Fig. 170) nahezu rechtwinklig. Der leicht gewölbte Ventralrand mündet in ein kurzes, stumpfes Rostrum. Zwischen dem Rostrum und dem angedeuteten Antirostrum ist eine flache Excisura ausgebildet. Der Sulcus verläuft schräg von vorne/unten nach hinten/oben und zeigt die für die Gattung kennzeichnende Form. Eine posterocaudale Bucht ist vorhanden. Die schwach verdickte Crista superior steht einer schmalen, leistenförmigen Crista inferior gegenüber. Die ovale Area ist kaum eingetieft, eine Ventrallinie ist nicht erkennbar.

B e z i e h u n g e n : Die geringe Größe und der ähnliche Umriß lassen auf eine enge Beziehung zu *M. ringadei* schließen. Von dieser kann *M. maendlii* n. sp. durch die höhere Form, das kurze Rostrum und den sehr flach gewölbten Dorsalrand unterschieden werden.

F a z i e s : limnisch.

V o r k o m m e n : Karpaten der NE-Schweiz.

Mikroumbra? salisae n. sp.

Taf. 11 Fig. 168-169, 173

v 1967 *Umbra praekrameri* WEINFURTER. — SALIS, Geol. sediment. Untersuchungen: 44, Fig. 12/18-20.

N a m e : Frau Dr. KATHARINA VON SALIS gewidmet, die im Jahr 1967 erstmals eine Otolithenfauna aus der OSM der Schweiz publizierte, darunter auch die neu beschriebene Art.

H o l o t y p u s : Rechte Sagitta, Taf. 11 Fig. 168; Slg. Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nr. — **L o c u s t y p i c u s :** Schanderholzwald, 2,5 km S Wolhusen (Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz). Fp. R 36 in SALIS (1967), R:648471 H:209630. — **S t r a t u m t y p i c u m :** Obere Süßwassermolasse (Napf-Schichten).

P a r a t y p o i d e : 4 Sagitten.

OSM/Napf-Schichten des Entlebuch; Slg. SALIS:

3 Ex. — Slg. Geol. Inst. Univ. Bern; ohne Inv.-Nrn.; tiefe OSM von Zürich (Fp. 9): 1 Ex. — SMF P. 9249.

M a ß e (in mm): Holotypus L = 0.92, H = 0.70; L/H = 1.31; Paratypoiden L = 0.68 - 0.80, H = 0.56 - 0.64; L/H = 1.21 - 1.25.

D i a g n o s e : Kleine Sagitten von abgerundet-rechteckiger Form mit sehr kurzem Rostrum.

B e s c h r e i b u n g

Die Innenseite der Sagitten ist flach, die Außenseite in der hinteren Hälfte verdickt. Der lange Dorsalrand ist mäßig gewölbt und mündet am schwach kantigen posterodorsalen Umgang in den steil abfallenden, median etwas eingebuchteten Hinterrand. Vom abgerundet-rechteckigen posteroventralen Umgang erstreckt sich der sehr flach gewölbte Ventralrand zum kurzen Rostrum. Die abgerundete Rostrumspitze tritt gegenüber dem kleinen, rundlichen Antirostrum nur wenig hervor. Eine kleine, U-förmige Excisura ist nur beim Holotypus ausgeprägt. Der Sulcus verläuft schräg von vorne/unten nach hinten/oben und ist in eine längere Cauda und ein kürzeres Ostium unterteilt. Der Ostium-Oberrand ist konvex gebogen, der Unterrand gerade. Die Cauda ist hinten offen und mündet in eine verhältnismäßig tiefe, breite, posterocaudale Bucht. Crista superior und Crista inferior sind in Form kräftiger Leisten entwickelt. Die halbmondförmige Area ist deutlich eingetieft, eine Ventrallinie ist nicht ausgebildet.

B e z i e h u n g e n : *Mikroumbra? salisae* n. sp. läßt sich von *Umbra praekrameri* WEINFURTER durch den flachen, langen Dorsalrand, die geringere Größe und das kurze Rostrum unterscheiden. Von *Mikroumbra ringadei* (STEURBAUT 1978) kann die neue Art gleichfalls aufgrund des langgestreckten Dorsalrands und des kürzeren Rostrums unterschieden werden. Gegenüber *M. maendlii* n. sp. weist sie eine länglichere Form, insbesondere einen längeren Dorsalrand und einen etwas abweichenden Sulcus auf.

B e m e r k u n g e n : *Mikroumbra? salisae* fügt sich hinsichtlich der Größe und der annähernd rechteckigen Gestalt gut in das Gattungsbild ein. Durch das sehr kurze Rostrum weicht sie jedoch ein wenig von den bisher bekannten *M.*-Arten ab. Auch zeigt der Sulcus einige abweichende Merkmale. So ist die Cauda relativ etwas länger und das Ostium etwas schmaler als bei *M.* Auch der konvexe Ostium-Oberrand und die gut entwickelte posterocaudale Bucht sind Merkmale, die bisher von *M.* nicht bekannt geworden sind, so daß die neue Art unter Vorbehalt zu *Mikroumbra* gestellt wird.

V o r k o m m e n : Ein ungefähr dem Fundpunkt R 36 aus SALIS (1967) entsprechender Aufschluß wurde beprobt, etwa 10 kg Sediment wurden geschlämmt und ausgelesen. Die braunen, sandigen Mergel enthielten zwar zahlreiche Gastropodenreste, jedoch nur einen einzigen, juvenilen *Gobius*-Otolithen. Dafür erbrachte die Probe einige Kleinsäugerreste, die nach T. BOLLIGER (ETH Zürich, schriftl. Mitt. 1991) in die Kleinsäuger-Zonen MN 5 bis MN 6 eingestuft werden können. Nach den in SALIS (1967) angegebenen lithostratigraphischen Daten kann die betreffende Fundstelle in das Karpatien eingestuft werden.

Ordnung Clupeiformes BLEEKER 1859**Familie Clupeidae BONAPARTE 1831*****Clupeonella* KESSLER 1877*****Clupeonella cornuta* (REICHENBACHER 1988)**

v 1988b *Clupea cornuta* n. sp. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 6, Taf. 2 Fig. 1-14.

M a t e r i a l : 34 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg; Fp. 1, 3, 4, 6, 7 in REICHENBACHER (1989).

Horizont 3a: 27 Ex. — SMF P. 9253-9257 und SMNS 55432, 55433, 55435-55437, 59106, 59107.

Horizont 3b: 2 Ex. — SMF P. 9258 und SMNS 55434;

Kirchberger Schichten bei Eggingen (Fp. 20).

Horizont 3a: 1 Ex. — SMF P. 9259;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim.

Horizont 3a: 4 Ex. — SMF P. 9260 und SMNS 55438.

B e m e r k u n g e n : *C. cornuta* wurde von REICHENBACHER (1988b) ausführlich beschrieben. Sie läßt sich durch ihr kräftiges, hornartig nach oben ragendes Antirostrum mit der dahinter gelegenen Einkerbung im Dorsalrand sowie durch die kürzere Gestalt von *C. humilis* unterscheiden.

Die bislang in der deutschsprachigen Literatur als *Clupea humilis* H. v. MEYER 1852 beschriebene Art gehört nach MENNER (1949) und GRANDE (1985) zur Gattung *Clupeonella* KESSLER. Die Ähnlichkeit der Sagitten von *C. cornuta* und *C. humilis*, insbesondere die gute Übereinstimmung des Sulcus zeigt, daß beide Arten einer Gattung angehören. REICHENBACHER (1988b) nimmt aufgrund einiger Übergangsformen an, daß sich *C. cornuta* aus *C. humilis* entwickelt hat. Die bisher als *Clupea cornuta* beschriebene Art wird daher der Gattung *Clupeonella* zugeordnet.

F a z i e s : marin bis brachy-/pliohalin.

V o r k o m m e n : oberes Ottangien von Schwaben.

Clupeonella humilis (H. v. MEYER 1852)

Taf. 11 Fig. 174-175

- *1852 *Clupea humilis*. — H. v. MEYER, Unterkirchberg: 87, Taf. 14 Fig. 3, 5, 7-9; Taf. 16 Fig. 12.
 1949 *Clupeonella humilis* (v. MEYER). — MENNER, PISCES.
 v 1955 *Clupea humilis* H. v. MEYER. — WEILER, Unter- und Oberkirchberg: 89, Abb. 1-4, 13-14.
 v 1983 *Clupea humilis* H. v. MEYER. — MARTINI, Langenau: 4, Abb. 6-7, Taf. 3 Fig. 1-3.
 1985 *Clupeonella humilis* (v. MEYER). — GRANDE, Clupeomorph fishes: 314.
 v 1988b *Clupea humilis* H. v. MEYER. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 5, Taf. 1 Fig. 1-2; Taf. 2 Fig. 15-20.

Material: Etwa 130 Sagitten.

- BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg (Fp. 42a) sowie Fp. 1-4, 6, 7, 13 in REICHENBACHER (1989),
 Horizont 1s: 1 Ex. — SMF P. 9276,
 Horizont 3a: 118 Ex. — SMF P. 9265-9273, 9275 und SMNS 55429, 55431, 59108;
 Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim,
 Horizont 2b: 3 Ex. — SMF P. 9261-9263,
 Horizont 3a: 4 Ex. — SMF P. 9264 und SMNS 55430;
 Kirchberger Schichten bei Eggingen (Fp. 20),
 Horizont 3a: 2 Ex. — SMF P. 9274;
 Kirchberger Schichten bei Staig (Fp. 25),
 Horizont 1s: 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München,
 Horizont 3a: 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München;
 Kirchberger Schichten der Bohrungen Bergheim (Fp. 40) und Lichtenau (Fp. 41): je 1 Ex. — Bayer. Geol. Landesamt München.

Tafel 11

Fig. 160-167. *Channa elliptica* (SALIS 1967)

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
 Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.
 Stück: Geol. Inst. Bern; ohne Inv.-Nr.
 160. Linke Sagitta; $\times 24$.
 (= SALIS 1967: Fig. 12/13).

Karpatien, tiefe OSM.
 W Horgen (Fp. 7), NE-Schweiz.
 161. Linke Sagitta; $\times 16$. — SMF P. 9235.

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
 Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.
 Stück: Geol. Inst. Bern; ohne Inv.-Nr.
 162. Rechte Sagitta; $\times 26$.
 (= SALIS 1967: Fig. 12/14).

Karpatien, tiefe OSM.
 Horgen, Rotweg-Stollen (Fp. 8), NE-Schweiz.
 163. Linke Sagitta; $\times 11$. — SMF P. 9237.

Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.
 Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42c).
 164. Rechte Sagitta; $\times 10$ (fot. B. Kahl). — SMF P. 9240.

Grenzbereich Otnangien/Karpatien, untere OSM; "Graue Schluffe".
 Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42g).
 165. Linke Sagitta; $\times 18$. — SMF P. 9241.

Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.
 Illerkirchberg bei Ulm (Fp. 42b).
 166. Rechte Sagitta; $\times 18$. — SMF P. 9242.

Karpatien, tiefe OSM.
 Bei Wallisellen (Fp. 10), NE-Schweiz.
 167. Rechte Sagitta; $\times 15$. — SMF P. 9239.

Fig. 168-169. *Mikroumbra? salisae* n. sp.

Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
 Entlebuch, Kt. Luzern, Zentral-Schweiz.
 Stücke: Geol. Inst. Bern; ohne Inv.-Nrn.

168. Rechte Sagitta, Holotypus; $\times 41$.
 (= SALIS 1967: Fig. 12/19, dort als "*Umbra praekrameri* WEINFURTER").

169. Rechte Sagitta; $\times 55$.
 (= SALIS 1967: Fig. 12/20, dort als "*Umbra praekrameri* WEINFURTER").

Fig. 170-171. *Mikroumbra maendlii* n. sp.

Karpatien, tiefe OSM.
 Horgen, Rotweg-Stollen (Fp. 8), NE-Schweiz.
 170. Linke Sagitta, Holotypus; $\times 37$.
 — SMF P. 9250.
 171. Rechte Sagitta; $\times 37$. — SMF P. 9251.

Fig. 172.

Sciaena kirchbergensis KOKEN 1891
 Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.
 Eggingen (Fp. 20), Ulmer Region.
 172. Rechte Sagitta, a) von außen; b) von innen; $\times 3$ (fot. B. Kahl). — SMNS 55862.

Fig. 173.

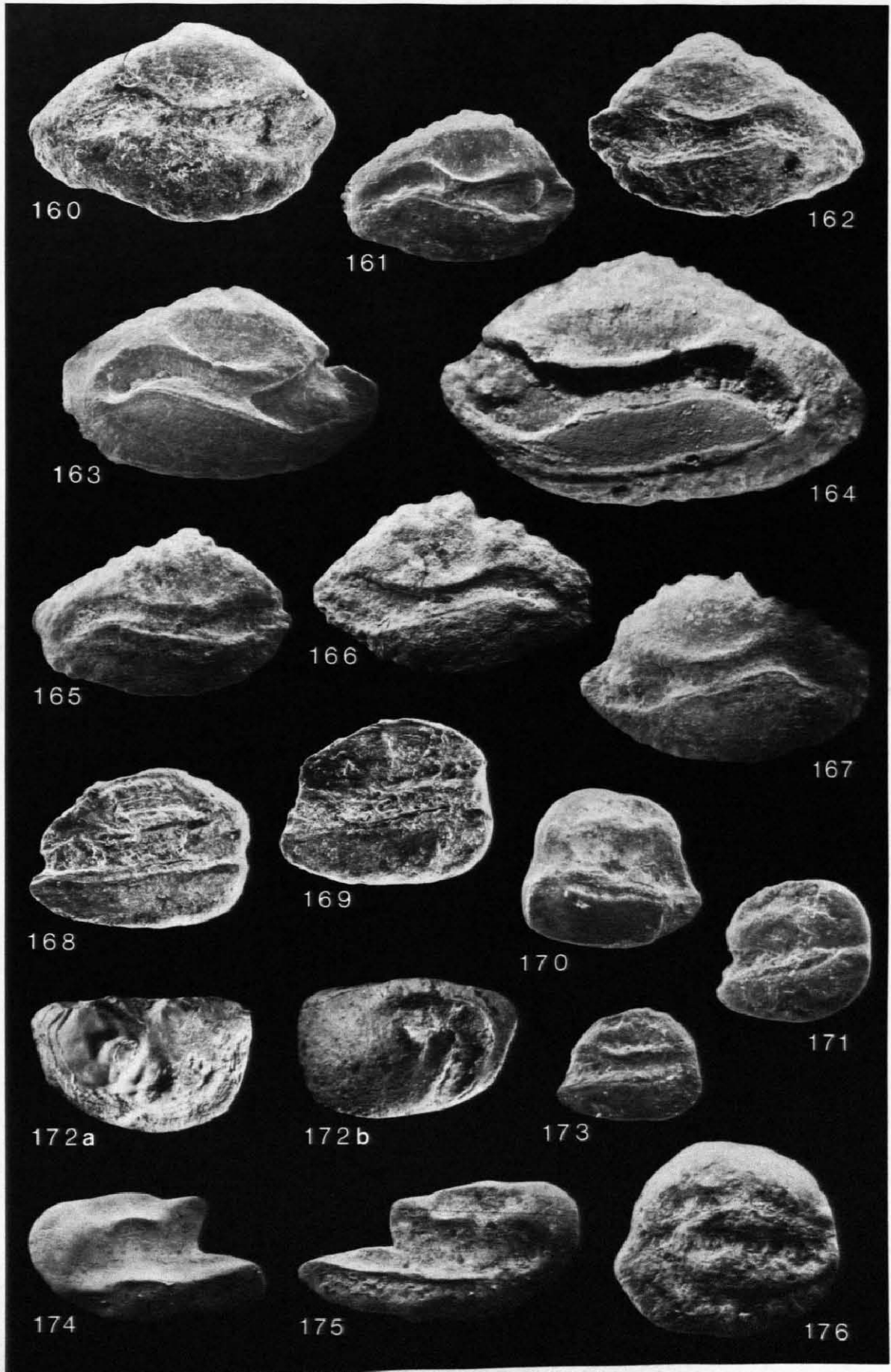
Mikroumbra? salisae n. sp.
 Karpatien, tiefe OSM; Napf-Schichten.
 Zürich (Fp. 9), NE-Schweiz.
 173. Rechte Sagitta; $\times 38$. — SMF P. 9249.

Fig. 174-175. *Clupeonella humilis* (H. v. MEYER)

Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.
 Jungholz bei Leipheim.
 174. Linke Sagitta; $\times 30$. — SMF P. 9261.
 175. Rechte Sagitta; $\times 30$. — SMF P. 9262.

Fig. 176.

Solea kirchbergana H. v. MEYER 1852
 Oberes Otnangien, BWM; Kirchberger Sch.
 Jungholz bei Leipheim.
 176. Linke Sagitta; $\times 40$. — SMF P. 9277.



B. REICHENBACHER: Fisch-Otolithen der miozänen Brack- und Süßwassermolasse

Bemerkungen: Form und Variabilität von *C. humilis* wurden von WEILER (1955) und REICHENBACHER (1988b) ausführlich beschrieben. Die Sagitten sind durch ihre schlanke, gestreckte Gestalt, die tief ausgeschnittene Excisura und das weit hervorragende Rostrum gekennzeichnet. Die Ränder können glatt, schwach gewellt oder kräftig gekerbt sein. Der Sulcus ist breit, tief und kaum gegliedert.

Beziehungen: Die von BRZOBOHATÝ (1969) aus den Rzehakia-Schichten bei Ivančice in S-Mähren neu beschriebene Art *Ot. (Clupeidarum) singularis* konnte anhand des Originalmaterials überprüft werden. Aufgrund ihres ähnlichen Habitus könnte sie mit *C. humilis* verwandt sein, läßt sich jedoch durch ihr noch längeres Rostrum eindeutig von der S-deutschen Art unterscheiden. [Das Rostrum von *C. humilis* erreicht etwa ein Drittel der Gesamtlänge, bei *Ot. (Clupeidarum) singularis* fast die Hälfte der Sagitta.]

Aus den brackischen Schichten des Eggenburgien bei Znojmo in S-Mähren beschreibt BRZOBOHATÝ (1969) eine isolierte Sagitta mit abgebrochenem Rostrum als *Clupea* sp., aff. *humilis*. Diese Sagitta gehört jedoch aufgrund der relativ kurzen dorsalen Partie sehr wahrscheinlich auch zu der von BRZOBOHATÝ als *Ot. (Clupeidarum) singularis* beschriebenen Art.

Fazies: marin bis brachy-/pliohalin.

Vorkommen: oberes Otnangien von Schwaben.

Ordnung Pleuronectiformes BLEEKER 1859

Familie Soleidae BONAPARTE 1832

Solea WALBAUM 1792

Solea kirchbergana H. v. MEYER 1852

Taf. 11 Fig. 176

- *1852 *Solea kirchbergana*. — H. v. MEYER, Unter-Kirchberg: 102, Taf. 17 Fig. 2-3.
- 1852 *Solea antiqua*. — H. v. MEYER, Unter-Kirchberg: 103, Taf. 17 Fig. 4-7.
- v 1955 *Solea kirchbergana* H. v. MEYER. — WEILER, Unter- und Oberkirchberg: 91, Abb. 9-10.
- v 1988b *Solea kirchbergana* H. v. MEYER. — REICHENBACHER, Kirchberger Schichten: 30, Taf. 1 Fig. 5-6.

Material: 3 Sagitten.

BWM/Kirchberger Schichten bei Illerkirchberg; Fp. 7 in REICHENBACHER (1989).

Horizont 3a: 2 Ex. — SMNS 55488;

Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim,

Horizont 2b: 1 Ex. — SMF P. 9277.

Beschreibung

Die Sagitten zeigen eine rundlich-ovale Form mit glatten Rändern. Der Sulcus ist von einer Art Wall umsäumt und in ein etwas größeres Ostium und eine kleine, rundliche Cauda gegliedert (WEILER 1955 und REICHENBACHER 1988b).

Fazies: marin bis brachy-/pliohalin.

Vorkommen: oberes Otnangien von Schwaben.

Schriften

- ABELE, G., FUCHS, B., & STEPHAN, W. (1955): Die westliche bayerische Vordlandmolasse. — In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300000: 46-58, 2 Abb.; München.
- ABERER, F. (1957): Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. — Mitt. geol. Ges. Wien, 50: 23-94, 1 Kt.; Wien.
- AGASSIZ, L. (1833-1844): Recherches sur les Poissons fossiles, 5: XII + 122 + 160 S., 95 Taf. (Atlas); Neuchâtel (Petitpierre).
- ALLEN, P.A., MANGE-RAJETZKY, M., MATTER, A., & HOMEWOOD, P. (1985): Dynamic palaeogeography of the open Burdigalian seaway, Swiss Molasse basin. — Ecl. geol. Helv., 78 (2): 351-381, 19 Abb.; Basel.
- AMMON, L. v. (1888): Die Fauna der brackischen Tertiärschichten in Niederbayern. — Geogn. Jh., 1: 1-22, 1 Taf.; Kassel.
- BAUSCH, W., GEYER, O.F., SCHÖBER, T., & SCHREINER, A. (1989): Zur Geologie des badischen Klettgaus (Exkursion M am 31. März 1989). — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., n. F., 71: 199-224, 9 Abb.; Stuttgart.
- BENKERT, J.P. (1984): Die litorale Faziesentwicklung des Luzerner Sandsteins im Entlen-Querschnitt. — Ecl. geol. Helv., 77 (2): 363-381, 4 Abb., 2 Tab.; Basel.
- BERGER, J.P. (1984): La transgression de la molasse marine supérieure (OMM) en Suisse occidentale. — Münchner geowiss. Abh., A, 5: 1-208, 94 Abb., 16 Taf., München.
- BOLLIGER, T. (1992): Kleinsäuger aus der Miozänmolasse der Ostschweiz. — Documenta naturae, 75: 1-296, 106 Abb., 23 Tab.; München.
- BOLLIGER, T., GATTI, H., & HANTKE, R. (1988): Zur Geologie und Paläontologie des Zürcher Oberlandes. — Vierteljahrsschr. naturforsch. Ges. Zürich, 133 (1): 1-24, 4 Abb.; Zürich.
- BOLLIGER, T. & EBERHARD, M. (1989): Neue Floren- und Faunenfund aus der Oberen Süßwassermolasse des Hörntligebietes (Ostschweiz). — Vierteljahrsschr. naturforsch. Ges. Zürich, 134 (2): 109-138, 17 Abb., 4 Tab.; Zürich.
- BRZOBOHATÝ, R. (1969): Die Fischfauna des südmährischen Untermiozäns. — Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynia-

- nae Brunensis, 10 (1), *Geologia* 17: 1-49, 1 Abb., 3 Tab., 8 Taf.; Brno.
- — — (1983): Fish otoliths from the west carpathian Tertiary and their biostratigraphical significance. — *Miscellanea Micropalaeontologica*, 4: 247-266, 1 Abb., 7 Taf.; Hodonin.
- — — (1989): Die untermiozäne Otolithenfauna von Maigen bei Eggenburg, Niederösterreich. — *Ann. naturhist. Mus. Wien*, A, 90: 21-47, 4 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Wien.
- BRZBOHATÝ, R. & KALABIS, V. (1978): Biostratigrafické korelácie v paleogénu a neogénu na základe ichtyofauny. — *Zemný plyn a nafta*, 23: 533-542, 1 Abb., 1 Tab.; Hodonin.
- BRZBOHATÝ, R. & SCHULTZ, O. (1973): Die Fischfauna der Innviertler Schichtengruppe und der Rzehakia Formation. — *Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der zentralen Paratethys*, 3. M2 Ottangien: 652-693, 5 Taf.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- BUCHNER, A. (1967): Das Sedimentgefüge im unteren Teil der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. — *Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Abh., n. F.*, 130: 3-76, 23 Abb., 4 Tab., 12 Taf., 2 Kt.; München.
- BÜCHI, U.P. (1955): Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen. — *Ecl. geol. Helv.*, 48 (2): 257-321, 6 Abb., 14 Tab., 1 Taf.; Basel.
- BÜCHI, U.P. & SCHLANKE, S. (1977): Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse. — *Erdöl-Erdgas-Z.*, 93: 57-69, 8 Abb., 3 Tab.; Hamburg, Wien.
- BÜCHI, U.P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965): Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. — *Ecl. geol. Helv.*, 58 (1): 87-108, 5 Abb., 1 Taf.; Basel.
- BÜRGISSER, H.M. (1981): Zur zeitlichen Einordnung der Oberen Süßwassermolasse in der Nordostschweiz. — *Naturforsch. Ges. Zürich*, 126 (3): 149-164, 4 Abb., 2 Tab.; Zürich.
- BÜRGISSER, H.M. & FURRER, H. (1985): Die Erdgeschichte des Hüllisteins im Lichte neuer Fossilienfunde. — *Jh. Verkehrsver. Rütli-Tann*, 43 (1984): 49-63, 11 Abb.; Rütli.
- BÜRGISSER, H.M., FURRER, H. & HÜNERMANN, K.A. (1983): Stratigraphie und Säugetierfaunen der mittelmiozänen Fossilfundstellen Hüllistein und Martinsbrünneli (Obere Süßwassermolasse, Nordostschweiz). — *Ecl. geol. Helv.*, 76 (3): 733-762, 14 Abb., 4 Tab., 1 Faltaf.; Basel.
- CHAIINE, J. (1958): Recherches sur les otolithes des poissons. Description des espèces. — *Bull. C.E.R.S.*, 2 (2): 141-233, 8 Taf.; Biarritz.
- CICHA, I., RÖGL, F., ČTYROKÁ, J., ZAPLETALOVÁ, I. & PAPP, A. (1973): Die Foraminiferen des Ottangien. — *Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der zentralen Paratethys*, 3. M2 Ottangien: 297-325, 11 Taf.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- ČTYROKÝ, P. (1972): Die Molluskenfauna der Rzehakia-(*Oncophora*)-Schichten Mährens. — *Ann. naturhist. Mus. Wien*, 76: 41-141, 28 Abb., 21 Taf.; Wien.
- DOPPLER, G. (1989): Zur Stratigraphie der nördlichen Vorlandmolasse in Bayerisch-Schwaben. — *Geologica Bavarica*, 94: 83-133, 25 Abb., 4 Tab.; München.
- DUNKER, W. (1848): Über die in der Molasse bei Günzburg unfern Ulm vorkommenden Conchylien und Pflanzenreste. — *Palaeontographica*, 1 (4): 155-168, 3 Taf.; Cassel.
- ENGEL, Th. (1908): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3. Aufl.: XXV + 675 S., 261 Abb., 6 Taf., 4 geol. Bilder, 5 Prof.-Taf., 1 geol. Kt. 1:100000; Stuttgart (Nägele).
- ENGESSER, B. (1990): A preliminary mammal zonation of the Upper Marine Molasse of Switzerland. — In: E.H. LINDSAY, V. FAHLBUSCH & P. MEIN (Hrsg.): *European Neogene Mammal Chronology*. — NATO ASI Ser. A, 180: 177-180, 3 Tab.; New York (Plenum Press).
- ERB, L. (1931): Erläuterungen zu Blatt Hitzingen (Nr. 146). — *Geol. Spezialkarte von Baden*: 115 S., 10 Abb.; Freiburg.
- — — (1934): Erläuterungen zu Blatt Überlingen (Nr. 148) und Blatt Reichenau (Nr. 161). — *Geol. Spezialkarte von Baden*: 120 S., 12 Abb.; Freiburg.
- — — (1935): Erläuterungen zu Blatt Mainau (Nr. 149). — *Geol. Spezialkarte von Baden*: 83 S., 4 Abb.; Freiburg.
- ERR, L., HAUS, H.A. & RUTTE, E. (1961): Erläuterungen zu Blatt Stockach. — *Geol. Karte von Baden-Württ.* 1:25000: 140 S., 3 Abb., 3 Taf., 6 Beil.; Stuttgart.
- EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H. & SAXER, F. (1960): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000. Blatt St. Gallen-Appenzell. Erläuterungen: 86 S., 12 Abb.; Bern.
- FAHLBUSCH, V. (1991): The meaning of MN-Zonation: considerations for a subdivision of the European continental Tertiary using Mammals. — *Newsl. Stratigr.*, 24 (3): 159-173; Berlin, Stuttgart.
- FAUPL, P. & ROETZEL, R. (1987): Gezeitenbeeinflusste Ablagerungen der Innviertler Gruppe (Ottangien) in der oberösterreichischen Molassezone. — *Jber. geol. Bundesanst.*, 130 (4): 415-447, 30 Abb., 3 Tab.; Wien.
- FRIZZELL, D.L. & DANTE, J.H. (1965): Otoliths of some early Cenozoic fishes of the Gulf Coast. — *J. Palaeont.*, 39 (4): 687-718, 2 Abb., 3 Taf.; Tulsa/Oklahoma.
- FUCHTBAUER, H. (1954): Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse. — *Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr.*, 4: 26-53, 6 Abb.; Heidelberg.
- GAEMERS, P.A.M. (1989): The first Cichlids (Perciformes, Pisces) from Europe: The new, fossil genus *Eurotilapia*, evidence from otoliths and teeth. — *Ann. Mus. roy. Afr. Centr., Sci. Zool.*, 257: 109-116, 1 Taf.; Tervuren.
- GALL, H. (1971): Erläuterungen zu Blatt Nr. 7328 Wittlingen. — *Geol. Karte von Bayern* 1:25000: 186 S., 17 Abb., 6 Tab.; München.
- GANSS, O. (1965): Ergebnisse der Kohlenbohrungen BI-B14 im Gebiet Endorf-Wasserburg/Inn-Obing. — *Geologica Bavarica*, 55: 290-309, 2 Abb.; München.
- GAUDANT, J. (1989): L'ichthyofaune stampienne des environs de Chartres-de-Bretagne, près de Rennes (Ille-et-Vilaine): un réexamen. — *Géologie de la France*, 1-2: 41-54, 6 Abb., 2 Taf.; Paris.
- GOETZINGER, G. & VETTERS, H. (1930): Aufnahmebericht auf Blatt Ried-Vöcklabruck und Blatt Wels. — *Verh. geol. Bundesanst.*, 1930: 76-79; Wien.

- GRANDE, L. (1985): Recent and fossil clupeomorph fishes with materials for revision of the subgroups of clupeoids. — Bull. Americ. Mus. natur. Hist., **181** (2): 231-372, 51 Abb., 10 Tab.; New York.
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. — 278 S., 34 Abb., 7 Tab., 16 Taf.; Stuttgart (Enke).
- — — (1985): Pflanzenreste aus der Brackwassermolasse E-Niederbayerns. — Documenta naturae, **27**: 23-24, 2 Abb.; München.
- GREGOR, H.-J., HOTTENROTT, M., KNOBLOCH, E. & PLANDEROVA, E. (1989): Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns. — Geologica Bavarica, **94**: 281-369, 10 Abb., 6 Tab., 9 Taf.; München.
- GRIMM, W.-D. (1957): Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). — Beih. geol. Jb., **26**: 97-199, 14 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; Hannover.
- — — (1963): Der Schillhorizont in der ostniederbayerischen Süßbrackwassermolasse und seine bergbauliche Gewinnung. — Geol. Mitt., **3** (3): 221-252, 9 Abb., 1 Tab.; Aachen.
- — — (1964): Die "Süßwassersande und -mergel" in der ostniederbayerischen Molasse und die Aussüßung des miozänen Brackmeeres. — Mitt. bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., **4**: 145-175, 3 Abb.; München.
- — — (1965): Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse. — Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abh., n. F., **121**: 3-135, 3 Abb., 10 Beil.; München.
- — — (1977): Erd- und Landschaftsgeschichte der Umgebung von Griesbach im Rottal. — Therme, Kulturhefte aus Griesbach i. Rottal, **1**: 2-8, 11 Abb.; Griesbach.
- GÜMBEL, C.W. v. (1868): Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges oder des Bayerischen und Oberpfälzer Waldgebirges. — 968 S., 16 Abb., zahlr. Holzschnitte, 5 Kt., 1 Beil.; Gotha (Justus Perthes).
- — — (1887): Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet und die Stellung des Schliers von Ottang. — Sitz.-Ber. königl. bayer. Akad. Wiss., math.-physik. Kl., **17**: 221-325, 7 Abb.; München.
- HAAS, J. (1987): Das Ortenburger Schotter-Delta in der Süßbrackwassermolasse von Ostniederbayern (geologische, sedimentpetrographische und terrestrisch-photogrammetrische Untersuchungen). — Inaug.-Diss., 145 S., 58 Abb., 23 Tab.; München.
- HAGN, H. (1955): Paläontologische Untersuchungen am Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1001, 1002 und 1003 in Niederbayern. — Z. dtsh. geol. Ges., **105** (1953): 324-359, 4 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- — — (1960): Die Gliederung der bayerischen Miozän-Molasse mit Hilfe von Kleinforminiferen. — Mitt. geol. Ges. Wien, **52** (1959): 133-141; Wien.
- — — (1961): Die Gliederung der Oberen Meeresmolasse nördlich vom Überlinger See (Bodensee) in mikropaläontologischer Sicht. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württ., **5**: 293-321, 4 Abb., 1 Tab.; Freiburg.
- HAHN, W. (1968): Erläuterungen zu Blatt Leibertingen. — Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000: 106 S., 12 Abb., 8 Taf., 1 Beil.; Stuttgart.
- HANTKE, R. (1984): Floreninhalt, biostratigraphische Gliederung und Paläoklima der mittelmiozänen Oberen Süßwassermolasse (OSM) der Schweiz und ihrer nördlichen Nachbargebiete. — August-Wetzler-Gedenkband. Heimat. Schriften. Lkr. Günzburg, **2**: 47-53, 6 Abb. (auf S. 139); Günzburg.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. — Science, **235**: 1156-1167, 5 Abb.; New York.
- HAUS, H.A. (1951): Zur paläogeographischen Entwicklung des Molassetroges im Bodenseegebiet während des mittleren Miozäns. — Mitt.-Bl. bad. geol. Landesanst., 1950: 48-66, 3 Abb.; Freiburg.
- — — (1952): Das Molassebecken im südwestdeutschen Gebiet. — Bull. Ver. schweizer. Petrol-Geol. Ing., **19** (57): 25-30; Basel.
- HEISSIG, K. (1989): Neue Ergebnisse zur Stratigraphie der mittleren Serie der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. — Geologica Bavarica, **94**: 239-257, 5 Abb.; München.
- HEIZMANN, E.P.J., GINSBURG, L. & BILOT, CH. (1980): *Prosansanosmilus peregrinus*, ein neuer machairodontider Felide aus dem Miocän Deutschlands und Frankreichs. — Stuttgarter Beitr. Naturkde., **B**, **58**: 1-27, 7 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- HEIZMANN, W. (1987): Erläuterungen zu Blatt Riedlingen. — Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000: 149 S., 28 Abb., 12 Tab., 4 Taf., 1 Beil.; Stuttgart.
- HÖLZL, O. (1973): 2. Faziostatotypus: Kaltenbachgraben, Landkreis Miesbach-Aibling, Oberbayern, Bundesrepublik Deutschland (Profil der Gerner, Alber und Kirchnerberger Schichtenfolge). — Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der zentralen Paratethys, **3**. M2 Ottangien: 155-196, 2 Abb., 1 Tab.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- HOFMANN, F. (1955): Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. — Ecl. geol. Helv., **48** (1): 99-124, 3 Abb., 3 Tab.; Basel.
- — — (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. — Ecl. geol. Helv., **50** (2): 289-322, 2 Abb., 8 Tab.; Basel.
- — — (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der Oberen Süßwassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. — Ecl. geol. Helv., **53** (1): 1-25, 5 Abb., 11 Tab.; Basel.
- — — (1967): Über die Tertiärbildungen im Kanton Schaffhausen. — Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen, **28**: 171-210, 7 Abb., 3 Tab., 1 Kt.; Basel.
- — — (1976): Überblick über die geologische Entwicklungsgeschichte der Region Schaffhausen seit dem Ende der Jurazeit. — Bull. Ver. schweizer. Petrol-Geol. Ing., **42** (102): 1-16, 12 Abb., 1 Tab.; Basel.
- HOMWOOD, P. (1986): Geodynamics and palaeogeography of the Western Molasse Basin: a review. — Giornale Geologia, ser. 3a, **48** (1/2): 275-284, 4 Abb.; Bologna.
- HOMWOOD, P., ALLEN, P.A. & WILLIAMS, G.D. (1986): Dynamics of the Molasse Basin of western Switzerland. — Spec. Publ. internat. Assoc. Sediment., **8**: 199-217, 17 Abb.; Oxford.

- JONET, S. (1975): Notes d'ichthyologie Miocène Portugaise VI – Les Sparidae. – Bol. Soc. Geol. Portugal, 19 (3): 135-172, 4 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Lisboa.
- JUNG, P. (1982) [Hrsg.]: Nouveaux résultats biostratigraphiques dans le bassin molassique, depuis le Vorarlberg jusqu'en Haute-Savoie. – Docum. Lab. Géol. Lyon, hors Sér. 7: 91 S., 28 Abb., 8 Tab., 3 Taf., 1 Kt.; Lyon.
- KELLER, B. (1990): Wirkung von Wellen und Gezeiten bei der Ablagerung der Oberen Meeresmolasse. – Mitt. naturforsch. Ges. Luzern, 31: 245-271, 16 Abb.; Luzern.
- KIDERLEN, H. (1931): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs. – N. Jb. Mineral., Beil.-Bd., 66, Abt. B: 215-384, 15 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- KOKEN, E. (1891): Neue Untersuchungen an tertiären Fischotolithen. II. – Z. dtsh. geol. Ges., 43: 77-170, 10 Taf.; Berlin.
- KRANZ, W. (1904): Stratigraphie und Alter der Ablagerungen bei Unter- und Oberkirchberg, südlich Ulm a. D. – Cbl. Min. Geol. Paläont., 1904: 481-502, 528-540, 545-566, 5 Abb.; Stuttgart.
- KRAUSS, F. (1852): Die Mollusken der Tertiär-Formation von Kirchberg an der Iller. – Jh. Ver. vaterländ. Naturkde. Württ., 8: 136-157, 1 Taf.; Stuttgart.
- LEMCKE, K. (1972): Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland. – Bull. Ver. schweizer. Petrol-Geol. Ing., 39 (95): 29-41, 7 Abb.; Basel.
- – – (1973): Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. – Geologica Bavarica, 69: 5-48, 11 Abb., 2 Beil.; München.
- – – (1984): Geologische Vorgänge in den Alpen ab Obereozän im Spiegel vor allem der deutschen Molasse. – Geol. Rdsch., 73 (1): 371-397, 14 Abb.; Stuttgart.
- – – (1985): Flußfracht von Ur-Main und Ur-Naab in der Schweiz und im deutschen Molassebecken. – Bull. Ver. schweizer. Petrol-Geol. Ing., 51 (121): 13-21, 1 Abb.; Basel.
- – – (1988): Geologie von Bayern I. Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit. – 175 S., 71 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Stuttgart (Nägele u. Obermiller).
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. v. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. – Beih. geol. Jb., 11: VIII + 110 + A64, 31 Abb., 72 Tab., 9 Taf.; Hannover.
- LIEBAU, A. (1980): Paläobathymetrie und Ökofaktoren: Flachmeer-Zonierungen. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 160: 12-216, 5 Abb.; Stuttgart.
- MALZ, H. (1978): Aquitane Otolithen-Horizonte im Untergrund von Frankfurt am Main. – Senckenbergiana lethaea, 58 (6): 451-471, 5 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Frankfurt am Main. [1978a]
- – – (1978): Vergleichend-morphologische Untersuchungen an aquitanen Fisch-Otolithen aus dem Untergrund von Frankfurt am Main. – Senckenbergiana lethaea, 59 (4/6): 441-481, 4 Abb., 1 Tab., 6 Taf.; Frankfurt am Main. [1978b]
- MARTINI, E. (1965): Die Fischfauna von Sieblos/Rhön (Oligozän). 1. *Smerdis*-Skelette mit Otolithen in situ. – Senckenbergiana lethaea, 46a: 291-305, 7 Abb., 3 Taf.; Frankfurt am Main.
- – – (1981): Sciaeniden (Pisces) aus dem Basisbereich der Hydrobien-Schichten des Oberrheingrabens, des Mainzer und des Hanauer Beckens (Miozän). – Senckenbergiana lethaea, 62 (2/6): 93-123, 5 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Frankfurt am Main.
- – – (1983): Die Fischfauna von Langenau bei Ulm (Unter-Miozän, Ottang-Stufe). – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 91: 1-18, 13 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.
- MAYER-EYMAR, K. (1858): Versuch einer neuen Klassifikation der Tertiärgebilde Europa's. – Verh. allg. schweizer. Ges. ges. Naturwiss., 42: 70; wechselnde Verlagsorte.
- – – (1876): Description des coquilles fossiles des terrains tertiaires supérieurs. – J. Conchyliologie, 24: 168-180, 1 Taf.; Paris.
- MAYR, E. (1967): Artbegriff und Evolution. – 617 S., 65 Abb.; Hamburg, Berlin (Parey).
- – – (1979): Evolution und die Vielfalt des Lebens. – 275 S., 13 Abb.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- MAYR, M. (1957): Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn (Positionenblätter Simbach a. Inn 653 und Julbach 652/Ostteil). – Beih. geol. Jb., 26: 309-370, 15 Abb., 3 Taf.; Hannover.
- MEIN, P. (1975): Résultats du Groupe de Travail des Vertébrés. – Rep. Activity R.C.M.N.S. Working Groups (1971-1975): 78-81, 1 Tab.; Bratislava.
- – – (1990): Updating of MN-Zones. – In: E.H. LINDSAY, V. FAHLBUSCH & P. MEIN (Hrsg.): European Neogene Mammal Chronology. – NATO ASI Ser. A, 180: 73-90, 2 Tab.; New York, London (Plenum Press).
- MENNER, V.V. (1949): The class Pisces. Fish. – In: Atlas rukovodyashchikh form iskopaemykh fauny SSSR. Moskva [An atlas of index fossils of U.S.S.R. Faunas, vol. 13, Neogene].
- MEYER, H. v. (1852): Fossile Fische aus dem Tertiärthon von Unter-Kirchberg an der Iller. – Palaeontographica, 2: 85-113, 3 Taf.; Cassel.
- – – (1856): Neuer Beitrag zur Kenntnis der fossilen Fische aus dem Tertiärthon von Unter-Kirchberg. – Palaeontographica, 6: 22-30, 1 Taf.; Cassel.
- MOOS, A. (1925): Beiträge zur Geologie des Tertiärs im Gebiet zwischen Ulm a. D. und Donauwörth. – Geogn. Jh., 37 (1924): 167-252, 1 geol. Kt. 1:200000, 2 Taf.; München.
- MORKHOVEN, F.P.C.M. VAN (1963): Post-Paleozoic Ostracoda. Their Morphology, Taxonomy and Economic Use. II: Generic Descriptions. 478 S., 763 Abb., 4 Tab.; Amsterdam, London, New York (Elsevier).
- MÜLLER, A.H. (1983): Lehrbuch der Paläozoologie. 1. Allgemeine Grundlagen. – 466 S., 261 Abb.; Jena (VEB G. Fischer).
- NÄGELE, E. (1962): Zur Petrographie und Entstehung des Albsteins. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 115: 44-120, 10 Abb., 2 Tab., 8 Diagr., 5 Taf.; Stuttgart.

- NEUMAIER, F. & WIESENER, H. (1939): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. — Sitz.-Ber. bayer. Akad. Wiss., math. naturwiss. Abt., 1939: 177-252, 7 Abb., 2 Taf.; München.
- NOLF, D. (1985): *Otolithi piscium*. — 145 S., 81 Abb.; Stuttgart, New York (Enke).
- PAPP, A. (1955): Bemerkungen über Vorkommen und Variabilität der Bivalvengattung *Oncophora*. — Verh. geol. Bundesanst., 2: 120-133, 2 Taf.; Wien.
- PAPP, A. & CÍCHA, I. (1973): A. Die Entwicklung der Innviertler Schichtengruppe — M2a-c(d) — und ihrer Äquivalente in Österreich und anschließenden Gebieten. — Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der zentralen Paratethys, 3. M2 Ottangien: 54-78, 3 Abb.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- PAPP, A. & RÖGL, F. (1973): Die Definition der Zeiteinheit M2-Ottangien. — Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der zentralen Paratethys, 3. M2 Ottangien: 39-42; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- PAPP, A. & STEININGER, F. (1973): Die Stellung des Ottangien zum Typusprofil des Helvetien. — Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der zentralen Paratethys, 3. M2 Ottangien: 29-31; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- PAULUS, B. (1964) [unter paläont. Mitarbeit von M. BROCKERT u. W. HINSCH, mit sedimentpetrographischem Beitrag von W. ZIMMERLE]: C. Schichtenfolge (Stratigraphie). I. Der tiefere Untergrund unter besonderer Berücksichtigung des von den Bohrungen Landsham 1 und Pliening 101-105 erschlossenen Tertiärs. — In: BRUNNACKER et al., Erl. geol. Karte Bayern 1:25000, Blatt Nr. 7726 Ismaning: 9-53, 5 Abb., 7 Tab., 2 Beil.; München.
- PFANNENSTIEL, M. (1931): Die Fauna der Kirchberger Schichten von Lohn am Randen. — Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 1931, 1. Abh.: 1-19, Taf. 1; Berlin-Leipzig.
- PLANDEROVA, E. (1989): Korrelation der mikrofloristischen Assoziationen der Brack- und Süßwasser-Molasse mit denen des neogenen Paratethys-Raumes. — In: GREGOR et al., Neue mega- und mikrofloristische Untersuchungen in der jungtertiären Molasse Bayerns. — Geologica Bavarica, 94: 317-326, 5 Abb.; München.
- PROCHAZKA, V.J. (1893): Das Miocän von Seelowitz in Mähren und dessen Fauna. — Sitz.-Ber. böhm. Franz. Josef Akad., 2 (2/24): 1-90, 3 Taf.; Praha.
- REICHENBACHER, B. (1988): Geologische und paläontologische Untersuchungen im Gebiet von Illerkirchberg (Blatt 7626 Ulm Südost). — Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt am Main: 222 S., 34 Abb., 38 Tab., 11 Taf., 2 Beil.; Frankfurt am Main. [1988a]
- — — (1988): Die Fischfauna der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. — Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 139: 1-53, 11 Abb., 2 Tab., 6 Taf.; Stuttgart. [1988b]
- — — (1989): Feinstratigraphische Gliederung der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. — Geologica Bavarica, 94: 135-177, 3 Abb., 4 Tab., 3 Taf.; München.
- — — (1992): Mikrofaunen, Paläogeographie und Biostratigraphie der miozänen Brack- und Süßwassermolasse in der westlichen Paratethys unter besonderer Berücksichtigung der Fisch-Otolithen. — Diss. Univ. Frankfurt am Main: 248 S., 21 Abb., 12 Tab., 11 Taf.; Frankfurt am Main.
- REICHENBACHER, B. & SCHWARZ, J. (1990): Biostratigraphie der Kirchberg-Schichten (Unter-Miozän) bei Leipheim an der Donau und Beschreibung von *Chara venusta* n. sp. — Paläont. Z., 64 (3/4): 161-171, 11 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- REICHENBACHER, B. & WEIDMANN, M. (1992): Fisch-Otolithen aus der oligo-/miozänen Molasse der West-Schweiz und der Haute-Savoie (Frankreich). — Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 184: 1-83 S., 9 Abb., 1 Tab., 8 Taf.; Stuttgart.
- REMANE, A. (1958): Die Biologie des Brackwassers. — In: A. THIENEMANN (Hrsg.), Binnengewässer, 22: 1-216, 81 Abb., 7 Tab., 4 Beil.; Stuttgart.
- RÜHL, F. (1896): Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerungen in Bayerisch-Schwaben von den Alpen bis zum Jura und der Iller bis zum Ammersee. — 32. Ber. naturwiss. Ver. Schwaben u. Neuburg: 327-490; Augsburg.
- RUTSCH, F. (1958): Das Typusprofil des Helvétien. — Ecl. geol. Helv., 51 (1): 107-118, 2 Abb.; Basel.
- RÜTTE, E. (1955): Der Albstein in der miozänen Molasse Südwestdeutschlands. — Z. dtsh. geol. Ges., 105, Jg. 1953: 360-383, 3 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- RZEHA, A. (1882): *Oncophora*, ein neues Bivalvengenus aus dem mährischen Tertiär. — Verh. kaiserl. königl. geol. Reichsanst., 1882: 41-42; Wien.
- — — (1893): Die Fauna der *Oncophora*-Schichten Mährens. — Verh. naturforsch. Ver. Brünn, 31: 142-192, 2 Taf.; Brünn.
- SALIS, K. v. (1967): Geologische und sedimentologische Untersuchungen in Molasse und Quartär südöstlich Wollhusen (Entlebuch, Kt. Luzern). — Mitt. naturforsch. Ges. Luzern, 21: 1-106, 27 Abb., 6 Tab., 1 Taf.; Luzern.
- SANDBERGER, F. v. (1871-1875): Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. — 1000 S., 1 Tab., 38 Taf.; Wiesbaden (Kreidel).
- SCHALCH, F. (1881): Über einige Tertiärbildungen der Umgebung von Schaffhausen. — N. Jb. Min. Geol. Paläont., 1881 (2): 42-76, 1 Taf.; Stuttgart.
- — — (1899): Über ein neues Vorkommen von Meeres- und Brackwassermolasse (Kirchberger Schichten) bei Ansfeltingen unweit Engen im Hegau. — Mitt. bad. geol. Landesanst., 3: 192-223; Heidelberg.
- SCHAUERTE, E. (1962): Die Geologie des Blattes Haidenburg und seiner Umgebung. (Ein Beitrag zur Kenntnis des ostniederbayerischen Tertiärs.) — Inaug.-Diss. Univ. München: 156 S., 16 Abb., 4 Tab., 1 Kt., 1 Profiltaf.; München.
- SCHIESSL, K.-H. (1960): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Blatt Pleinting 537/Niederbayern. — Dipl.-Arb. Univ. München: 93 S., 13 Abb., 4 Tab., 1 Profiltaf.; München.

- SCHLICKUM, W.R. (1961): Die Gattung *Euchilus* SANDBERGER. — Arch. Moll., **90** (1/3): 59-68; Frankfurt am Main.
- — — (1962): Die Gattung *Limnopappia* n. gen. — Arch. Moll., **91** (1/3): 109-115, 4 Abb.; Frankfurt am Main.
- — — (1963): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg. — Arch. Moll., **92** (1/2): 1-10, 1 Taf.; Frankfurt am Main.
- — — (1964): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. — Arch. Moll., **93** (1/2): 1-70, 5 Taf.; Frankfurt am Main.
- — — (1965): Zur Gattung *Euchilus* Sandberger. — Arch. Moll., **94** (3/4): 99-104, 3 Abb.; Frankfurt am Main.
- — — (1966): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. — Arch. Moll., **95** (5/6): 321-335, 2 Taf.; Frankfurt am Main.
- — — (1968): Zur Nomenklatur von *Staliopsis* Rzechak 1893. — Arch. Moll., **98**: 53-54; Frankfurt am Main.
- — — (1970): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Chiemsee-Gebietes. — Geologica Bavarica, **63**: 143-158, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; München. [1970a]
- — — (1970): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten der Bohrungen Plienig 101-104 (nordöstlich München). — Geologica Bavarica, **63**: 159-162, 1 Tab.; München. [1970b]
- — — (1970): Die Molluskenfauna der oberhelvetischen bis untertortonischen brackischen und ausgesüßten Teile der Kohlenbohrungen zwischen Trostberg a. d. Alz und Titmoning a. d. Salzach. — Mitt. bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., **10**: 175-188, 1 Tab., 3 Taf.; München. [1970c]
- — — (1971): Die beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse und ihre Molluskenfauna. — Senckenbergiana lethaea, **52** (5/6): 569-581, 3 Taf.; Frankfurt am Main.
- — — (1974): Der Aussüßungs- und Verlandungsvorgang im Bereich der Oberen Brackwassermolasse Süddeutschlands. — Senckenbergiana lethaea, **54**: 521-526; Frankfurt am Main.
- — — (1976): Die in der pleistozänen Gemeindegrotte von Zwiefaltendorf a. d. Donau abgelagerte Molluskenfauna der Silvanaschichten. — Arch. Moll., **107** (1/3): 1-31, 5 Taf.; Frankfurt am Main.
- SCHLICKUM, W.R. & ČTYROKÝ, P. (1965): Zur Systematik der miozänen Brackwassercardiiden. — Arch. Moll., **94** (3/4): 105-110; Frankfurt am Main.
- SCHLICKUM, W.R. & STRAUCH, F. (1967): *Nematurella convexula* n. sp. — Eine statistisch analytisch begründete Art aus den Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. — Arch. Moll., **96** (3/6): 169-174, 2 Abb.; Frankfurt am Main.
- — — & — — — (1968): Der Aussüßungs- und Verlandungsprozeß im Bereich der Brackwassermolasse Niederbayerns. — Mitt. bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., **8**: 327-391, 7 Abb., 2 Tab.; München.
- SCHLOSSER, M. (1893): Geologische Notizen aus dem bayrischen Alpenvorlande und dem Innthale. — Verh. kaiserl. königl. geol. Reichsanst., **8**: 188-198; Wien.
- SCHMIDLE, W. (1918): Die Stratigraphie der Molasse und der Bau des Überlinger- und Unterseebeckens. — Schr. Ver. Gesch. Bodensee, H. 47: 20 S.; Lindau.
- SCHREINER, A. (1965): Die Juranagefluh im Hegau. — Jh. geol. Landesamt Bad.-Württ., **7**: 303-354, 10 Abb., 6 Tab., 2 Taf.; Freiburg.
- — — (1966): Erläuterungen zu Blatt 8118 Engen. — Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000: 190 S., 9 Abb., 7 Taf., 2 Beil.; Stuttgart. [1966a]
- — — (1966): Zur Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse zwischen der Oberen Donau und dem Überlinger See (Baden-Württemberg). — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., n.F., **48**: 91-104, 5 Abb., 1 Tab.; Stuttgart. [1966b]
- — — (1973): Erläuterungen zu Blatt 8219 Singen. — Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000: 130 S., 12 Abb., 4 Taf., 6 Beil.; Stuttgart.
- — — (1976): Hegau und westlicher Bodensee. — Samml. geol. Führer, **62**: 93 S., 22 Abb., 1 Tab.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- — — (1978): Erläuterungen zu Blatt 8119 Eigeltingen. — Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000: 82 S., 8 Abb., 2 Taf., 4 Beil.; Stuttgart.
- — — (1979): Erläuterungen zu Blatt 8019 Neuhausen ob Eck. — Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000: 86 S., 6 Abb., 4 Taf., 3 Beil.; Stuttgart.
- SCHUBERT, R.J. (1906): Die Fischotolithen des österr.-ungarischen Tertiärs. — Jb. kaiserl. königl. geol. Reichsanst., **56**: 623-706, 3 Taf.; Wien.
- — — (1907): Über Fischotolithen aus dem sardischen Miozän. — Verh. kaiserl. königl. geol. Reichsanst., **14**: 341-343; Wien.
- SCHWARZ, J. & REICHENBACHER, B. (1989): Die Charophytenflora der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän). — Geologica Bavarica, **94**: 179-193, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; München.
- SCHWARZHANS, W. (1993): A comparative morphological treatise of Recent and fossil otoliths of the Family Sciaenidae (Perciformes). — In: Piscium Catalogus, part otolithi piscium, **1**: 3-245, 406 Abb.; München (Fr. Pfeil).
- SENEŠ, J. (Hrsg.) (1973): Miozän M2 Ottmangien. Die Innviertler, *Salgótarján*er, *Bántapuszta*er Schichtengruppe und die Rzehakia Formation. — Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der zentralen Paratethys, **3**: 7-841, zahlr. Abb. u. Taf.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- SMIGIELSKA, T. (1966): Otoliths of Fishes from the Tortonian of Southern Poland. — Ann. Soc. Géol. Pol., **36** (3): 205-275, 1 Abb., 4 Tab., 8 Taf.; Kraków.
- STEININGER, F., BERNOR, R.L. & FAHLBUSCH, V. (1990): European Neogene marine-continental chronologic correlations. — In: E.H. LINDSAY, V. FAHLBUSCH & P. MEIN (Hrsg.), European Neogene Mammal Chronology. — NATO ASI Ser. A, **180**: 15-46, 1 Abb., 1 Tab.; New York, London (Plenum Press).

- STEININGER, F. & RÖGL, F. (1979): The Paratethys History – a contribution towards the Neogene Geodynamics and the Alpine Orogene (an Abstract). – *Ann. géol. Pays hellén.*, hors sér., III: 1153-1165, 1 Tab.; Athen. (Proc. VIIth Internat. Congr. Mediterr. Neogene, Athens 1979).
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E. (1976): Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). – *Newsl. Stratigr.*, 4: 174-202, 3 Abb., 1 Tab.; Berlin, Stuttgart.
- STEURBAUT, E. (1978): Otolithes de téléostéens de quelques formations continentales d'âge Aquitanien du midi de la France. – *Bull. Soc. belge Géol.*, 87 (3): 179-188, 1 Taf.; Bruxelles.
- STINTON, F.C. & KISSLING, D. (1968): Quelques otolithes de téléostéens de la Molasse oligocène de Suisse occidentale. – *C. R. Séances SPHN, Genève, n.S.*, 3 (3): 140-154, 3 Abb., 1 Taf.; Genève.
- STRAUB, W. (1952): Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär zwischen Ehingen und Ulm an der Donau. – *Geol. Jb.*, 66: 433-524, 24 Abb., 3 Text-Taf., 1 Taf.; Hannover.
- STRAUCH, F. (1971): Die paläogeographische Situation der beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse. – *Senckenbergiana lethaea*, 52 (5/6): 583-588; Frankfurt am Main.
- – – (1973): Faziostratotypus: Unter- und Oberkirchberg, Oberbayern [lies: Baden-Württ.]. – *Chronostratigraphie und Neostratotypen. Miozän der zentralen Paratethys*, 3. M2 Ottmangien: 253-255, 1 Abb.; Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- SUSS, F.E. (1891): Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. – *Ann. kaiserl. königl. naturhist. Hofmus.*, 6 (3): 407-427, 3 Abb., 1 Tab.; Wien.
- TRÚMPY, R. (1980): An outline of the Geology of Switzerland. – In: *Geology of Switzerland. A Guide-Book*, A: 104 S., 46 Abb., 1 Tab., 1 Taf.; Basel, New York.
- UNGER, H. J. (1983): Die Forschungsbohrungen Osterhofen GLA 1-5, die Stratigraphie des tieferen Untergrundes und die Lagerung des Ortenburger Schotter. – *Verh. geol. Bundesanst.*, 1982 (3): 285-311, 11 Abb., 2 Tab.; Wien.
- – – (1984): *Geol. Karte von Bayern 1:50000, Erläuterungen zum Blatt Nr. L 7544 Griesbach im Rottal*: 245 S., 53 Abb., 6 Beil., 1 Kt.; München.
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M. & THOMPSON, S. (1977): Global cycles of relative changes of sea level. – In: *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration*. – *Mem. amer. Ass. Petrol. Geol.*, 26: 83-91; Tulsa, Oklahoma.
- WEILER, W. (1942): Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs. – *Abh. Reichsanst. Bodenforsch.*, n. F., 206: 140 S., 2 Abb., 14 Taf.; Berlin.
- – – (1955): Untersuchungen an der Fischfauna von Unter- und Oberkirchberg bei Ulm vornehmlich an Hand von Otolithen in situ. – *Paläont. Z.*, 29: 88-102, 1 Taf., 1 (14-teilige) Abb.; Stuttgart.
- – – (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintales und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. – *Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges.*, 504: 1-75, 258 Abb., 1 Kt., 2 Taf.; Frankfurt am Main.
- – – (1966): Die Fischfauna des Helvets von Ivančice (Eibenschitz) in Mähren. – *Paläont. Z.*, 40 (1/2): 118-143, 50 Abb.; Stuttgart.
- WEINFURTER, E. (1950): Die oberpannonische Fischfauna von Eichkogel bei Mödling. – *Sitz.-Ber. österr. Akad. Wiss., math. naturwiss. Kl., Abt. I*, 159 (1-5): 37-50, 2 Taf.; Wien.
- – – (1952): Die Otolithen aus dem Torton (Miozän) von Mühlendorf in Kärnten. – *Sitz.-Ber. österr. Akad. Wiss., math. naturwiss. Kl., Abt. I*, 161 (2/3): 149-172, 1 Abb., 2 Taf.; Wien.
- WENGER, W.F. (1987): Die Foraminiferen des Miozäns der bayerischen Molasse und ihre stratigraphische sowie paläogeographische Auswertung. – *Zitteliana*, 16: 173-340, 28 Abb., 22 Taf.; München.
- WERNER, J. (1975): Erläuterungen zu Blatt 8020 Meßkirch. – *Geol. Karte von Baden-Württ. 1:25000*: 209 S., 16 Abb., 5 Taf., 8 Beil.; Stuttgart.
- WITT, W. (1967): Ostracoden der bayerischen Molasse (unter besonderer Berücksichtigung der Cytherinae, Leptocytherinae, Trachyleberidinae, Hemicytherinae und Cytherettinae). – *Geologica Bavarica*, 57: 5-120, 16 Abb., 3 Tab., 7 Taf.; München.
- WITTMANN, D. (1957): Gliederung und Verbreitung der Süßbrackwassermolasse in Ost-Niederbayern. – *Beih. geol. Jb.*, 26: 49-95, 13 Abb., 1 Taf.; Hannover.
- WURM, A. (1937): Beiträge zur Kenntnis der nordalpinen Saumtiefe zwischen unterem Inn und unterer Isar. – *N. Jb. Mineral., Geol., Paläont., B, Beil.-Bd.*, 78: 285-326, 1 Abb., 3 Beil.; Stuttgart.
- ZIEGLER, R. & FAHLBUSCH, V. (1986): Kleinsäuger-Faunen aus der basalen Oberen Süßwasser-Molasse Niederbayerns. – *Zitteliana*, 14: 3-58, 31 Abb., 17 Tab., 10 Taf.; München.
- ZÖBELEIN, H.K. (1940): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). – *N. Jb. Mineral., Geol., Paläont., B, Beil.-Bd.*, 84: 233-302, 6 Abb., 2 Tab., 4 Taf.; München.
- – – (1985): Stratigraphie der nördlichen und teils mittleren Vorlandmolasse zwischen Hegau und Isar anhand von 11 Profilen. – *Mitt. bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol.*, 25: 209-273, 1 Abb., 2 Tab., 1 Beil.; München.