

## Die Kirchberger Typusschichten an der Iller (Untermiozän, Vorlandmolasse Württembergs) und ihre stratigraphisch-paläogeographischen Beziehungen

Von HANS KARI ZOBELIN, München\*

Mit 7 Abbildungen und 5 Tabellen

### Kurzfassung

Als Faziostratotypus der Kirchberger Schichten wird die KRANZ'sche brackische Schichtfolge an der Iller (1904) einschließlich der Bithynien-Schichten bevorzugt. Das von Osten kommende Brackwasser hat die *Oncophora*-Schichten Ostniederbayerns und die Kirchberger Schichten in der Graupensandrinne und danach im südlichen Vorland von der Salzach bis zum Bodensee abgesetzt. Beide sind Obere Brackwassermolasse, Oberottnang (MN 4b). Gleichen Alters ist die Säugetierfundstelle Langenau 1 NE Ulm, wogegen die Säuger in der Oberen Süßwassermolasse über den *Oncophora*-Schichten (ZIEGLER & FAHLBUSCH) dem Karpat angehören. Es wird (wie 1995) begründet, warum der Begriff „Süßbrackwassermolasse“ entfällt. Die Graupensandrinne des Oberottnang ist ein Produkt des Graupensandflusses. Seine Sedimente reichen von Regensburg über Bern (Schweiz) bis gegen das Rhonegebiet (Zöbelein 1995). Es bleibt ein Problem, daß sich nach der Literatur östlich der Salzach *Oncophora*-Schichten, westlich davon aber Kirchberger Schichten gegenüberstehen.

### Abstract

The definition of the brackish Kirchberg beds, including the Bithynia bed, of the Iller according to KRANZ (1904) is the preferred facies-stratotype. The brackwater, which came from the east, deposited the *Oncophora* beds of eastern lower Bavaria and the Kirchberg beds in the Graupensandrinne (channel of grits) and later on in the southern depression, between the Salzach river and the Lake Constance. They form the Upper Brackwassermolasse series, Upper Ottnangian (MN 4b). Of the same age is the mammal occurrence of Langenau 1, northeast of Ulm, where as the mammals in the Upper Süßwassermolasse above the *Oncophora* beds (ZIEGLER & FAHLBUSCH) are of Carpatian age. Arguments will be given (as in 1995) why the term „Süßbrackwassermolasse“ should not be used. The Graupensandrinne of Upper Ottnangian is a product of the Graupensandriver. Its deposits extend from Regensburg to Bern (Switzerland) and into the Rhone area (ZOBELIN 1995). The problem remains, that according to the literature the *Oncophora* beds of the eastern side of the Salzach are directly opposite to the Kirchberg beds of the westside.

\* DR. HANS KARI ZOBELIN, Arnpeckstraße 10, 81545 München

# Inhalt

A.	Vorwort .....	49
B.	Die Kirchberger Schichten .....	49
B.1.	Erstreckung des Tertiärs an der Iller .....	49
B.11.	Bisherige Gliederungen im Illerprofil ESER, SANDBERGER, GUMBEL, O. FRAAS (Tab. 1), KRANZ (Abb. 1 und 2), MOOS, KIDLERLEN, STRAUB, SCHLICKUM, STRAUCH, GROSCHOPF, REICHENBACHER und andere .....	51
B.III.	Vertikale Begrenzung, Begriff und Mächtigkeit der Kirchberger Schichten .....	54
B.III.1.	Die Untergrenze .....	54
B.III.2.	Die Obergrenze .....	55
B.III.3.	Der Begriff „Kirchberger Schichten“ .....	56
B.III.4.	Mächtigkeit der Kirchberger und Grimmelfinger Schichten in der Graupensandrinne .....	56
B.IV.	Bemerkungen zu Tab. 2 und 3 .....	57
B.IV.1.	Zu Tab. 2: Abgrenzung von Silvana-/Bithynien-Schichten .....	57
B.IV.2.	Zu Tab. 3: Taxonomie der Mollusken .....	59
B.V.	Weitere Aussagen von SCHLICKUM, STRAUCH und REICHENBACHER zu den Kirchberger Schichten nebst Diskussionen .....	62
B.V.1.	Zur stratigraphischen Nomenklatur der Autoren .....	62
B.V.2.	Weitere Aussagen SCHLICKUM's .....	63
B.V.2.a.	Zusammenfassung von „Congerien- und Cardienhorizont“ .....	63
B.V.2.b.	SCHLICKUM's Kritik .....	63
B.V.2.c.	Die Nematurellenarten und der Nematurellenhorizont SCHLICKUM's .....	64
B.V.2.d.	Zu Salinitäten in den Kirchberger Typusschichten .....	66
B.V.3.	Weitere Aussagen STRAUCH's .....	66
B.V.4.	Weitere Aussagen REICHENBACHER's .....	68
B.V.4.a.	Allgemeines .....	68
B.V.4.b.	Schichtgliederung (Tab. 4) und Bemerkungen .....	68
B.V.4.c.	Zur Verteilung der Fische und „Fischschichten“ im Illerprofil (Tab. 5) .....	72
B.V.4.d.	Zu REICHENBACHER's Tab. 3 (1989: 144–145): Vorkommen und Häufigkeit der Makro- und Mikrofossilien .....	73
B.V.4.e.	„Palökologie“, „Ablagerungsmilieu der Horizonte I bis 8 an der Iller“ .....	74
B.V.4.f.	„Stratigraphie u. Paläogeographie der Kirchberger Schichten“ .....	78
B.VI.	Wahl des Typusprofils der Kirchberger Schichten .....	79
C.	Verbreitung der Oncophora-Schichten und der Kirchberger Schichten .....	80
C.1	Oncophora-Schichten .....	80
C.2	Kirchberger-Schichten .....	80
C.2.a.	in der Graupensandrinne .....	80
C.2.b.	außerhalb der Graupensandrinne .....	81
D.	Entstehung der eigentlichen Graupensandrinne u. Tektonik .....	81
D.1.	Literaturangaben (Abb. 3) .....	81
D.2.	Diskussion (Abb. 4) .....	85
E.	Herkunft des Brackwassers und Paläogeographie .....	86
E.1.	Literaturangaben (Abb. 5, 6) .....	86
E.2.	Diskussion .....	90
F.	Alter der Oberen Brackwassermolasse (OBrM) .....	94
F.1.	Literaturangaben .....	94
F.2.	Diskussion .....	94
G.	Altersbeziehungen zwischen Oncophora-Schichten und Kirchberger Schichten .....	96
G.1.	Literaturangaben .....	96
G.2.	Diskussion (Abb. 7) .....	97
H.	Ergänzende Bemerkungen .....	100
I.	Zusammenfassung .....	101
J.	Schriftenverzeichnis .....	102

## A. Vorwort

### Kürzel

OSM = Obere Süßwassermolasse	
OBrM = Obere Brackwassermolasse	(auch BM, BWM einiger Autoren). (OBM = Obere Bunte Molasse)
UBrM = Untere Brackwassermolasse	(UBM = Untere Bunte Molasse, etwa in den Bohrungen Scherstetten und Freising)
SBM = Süßbrackwassermolasse	(entfällt; ZOBELIN 1995: Kap. H. 3)

### Danksagung

Herrn Dr. E.-Dieter MULLER, Freising/München, bin ich für wertvolle Auskünfte, insbesondere für die Erstellung der vorliegenden Abb. 4 (S. 85) mit Erläuterungen zu Dank verpflichtet. Herrn Dipl.-Geol. E. RIEBER danke ich für einen Gedankenaustausch zum Problem der Oncophora-Schichten/Kirchberger Schichten beiderseits der Salzach, Herrn Dr. R. SCHERREIKS für die Durchsicht des Abstract und Herrn K. DOSSOW für die Reinzeichnung der Abbildungen und Tabellen.

### Literaturangaben

Die als ZOBELIN (1995) zitierte Abhandlung wird in Zitteliana 21, München erscheinen. Sie war als Jh. 35, 1993 des Geol. Landesamts Baden-Württemberg vorgesehen. Wegen der verlangten Umstellung meines seit 1939/1940 gebräuchlichen Gliederungssystems auf das weniger übersichtliche Dezimalsystem und wegen Differenzen hinsichtlich der Zitate habe ich mein Manuskript vom Mai 1992 im Oktober 1994 zurückgezogen. Herrn PD. Dr. D. H. STORCH, Freiburg, danke ich für die leider vergeblichen Vorarbeiten.

Ich folge den „Anweisungen für die Verfasser“ (R. RICHTER 1948: 58, in „Einführung in die zoologische Nomenklatur“ etc.) und zitiere Seitenzahlen; bei mehreren Autoren setze ich wie empfohlen „&“ statt „und“ (vgl. ZOBELIN 1958; 1991: 131; 1995: Vorwort).

## B. Die Kirchberger Schichten

SANDBERGER hat (1874: 552) den Namen „Kirchberger Schichten“ „nach den am längsten bekannten und reichsten Fundstellen für Fossilien bei Ober- und Unterkirchberg an der Iller“ geprägt.

### B.1. Erstreckung des Tertiärs an der Iller

KRANZ (1904: 483 Fig. 1, 552 Fig. 4) und REICHENBACHER (1989: 138 Abb. 1) begrenzen die 5 km lang aufgeschlossene Tertiärfolge am Westufer der unteren Iller (dem Grenzfluß zwischen Württembergisch- und Bayerisch-Schwaben) zwischen Ober- und Unterkirchberg, jetzt Illerkirchberg (rund 11 bis 6 km SSE Ulm). STRAUCH skizziert (1973: 254 Abb. 3) die Verbreitung der „Kirchberger Schichten“ und erklärt sie (: 253-255) zum „Faziostratotypus“.

Tabelle I. Profil vom Illerufer bei Kirchberg nach O. FRAAS (aus ENGEL 1896: 386; links mit Schicht-Nrn. von KRANZ (1904: 501, 529-531).

## I. Profil vom Illerufer bei Kirchberg nach O. FRAAS (von oben nach unten):

		Waldbewachsener Abhang aus petrefactenleeren Geröllen und Lehm.	
6	Fisch- und Hydrobienschichten, zusammen 4,26 m	0,20 m	1. harte graue Kalkbank: <i>Hydrobia acuta</i> , <i>Paludina tentaculata</i> .
		0,23 m	2. schmierige dunkle Thone mit denselben Petrefacten.
		0,12 m	3. lichte Kalkmergelbänke mit Paludinendeckeln.
		0,57 m	4. leere plastische Thone, hier und da Nester von Paludinendeckeln.
		1,15 m	5. magere graue Thone mit Millionen von Paludinendeckeln, die durchgehende Lager bilden; <i>Chara</i> -Samen und Fischgräte.
		0,32 m	6. lichte Kalkmergelbänke mit <i>Anodonta</i> und <i>Paludina tentaculata</i> .
		1,15 m	7. dunkle magere Thone mit Fischresten ( <i>Cottus</i> ), nach unten wohlherhaltene, noch bebänderte Neritinen, Schilf etc.
		0,06 m	8. sehr harte lichte Kalkbank mit <i>Anodonta</i> im Liegenden.
		0,46 m	v. dunkle, grünlichgefärbte Fischthone ( <i>Clupea</i> , <i>Cottus</i> , <i>Cyprinus</i> , <i>Gobius</i> , <i>Smerdis</i> und <i>Rhombus</i> ).
18 a	Echte Brakwasser- ( <i>Mytilus</i> -) Schichten, zusammen 1,28 m	0,06 m	10. Sandconglomerat mit <i>Anodonta</i> , <i>Dreissena</i> und <i>Cardium</i> .
		0,14 m	11. blaugraue feste Dreissenenbank.
		0,06 m	12. gelbe sandige Dreissenenbank.
		0,14 m	13. leere gelbe Sande.
		0,29 m	14. gelbe Sande mit <i>Dreissena</i> , <i>Anodonta</i> und <i>Cardium</i> .
		0,14 m	15. <i>Cardium</i> -Sande mit <i>Melanopsis</i> und <i>Neritina</i> .
		0,05 m	16. braune kohlige Schichten aus Schilf und Gräsern mit Anodonten.
		0,23 m	17. leere Sande.
		0,17 m	18. Trümmersand von <i>Cardium</i> , <i>Dreissena</i> und <i>Melanopsis</i> .
21 Obere Grenze	Paludinenschichten, zus. 7,96 m	1,72 m	19. braungelbe Sande mit Blättern von <i>Quercus</i> , <i>Acer</i> , <i>Salix</i> etc.
		0,17 m	20. gelbe feine Sande mit <i>Paludina varicosa</i> .
		0,86 m	21. gelbe feine Sande mit vereinzelt Paludinen.
		0,40 m	22. Paludinenbank.
		0,57 m	23. gelbe feine Sande mit vereinzelt Paludinen.
		0,23 m	24. Paludinenbank.
		3,44 m	25. Paludinensande.
0,57 m	26. Paludinensandstein, kalkreich, mit Wirbelthierresten, Knochen und Schildern riesiger Schildkröten, prachtvoll in schwarzem Schmelz glänzenden Zähnen v. <i>Rhinoceros incisivus</i> , <i>Anchitherium Aurelianense</i> , <i>Cervus furcatus</i> , seltener Fleischfresser und Crocodilen, nebst einem vereinzelt Haifischzahn.		
		Illerniveau.	



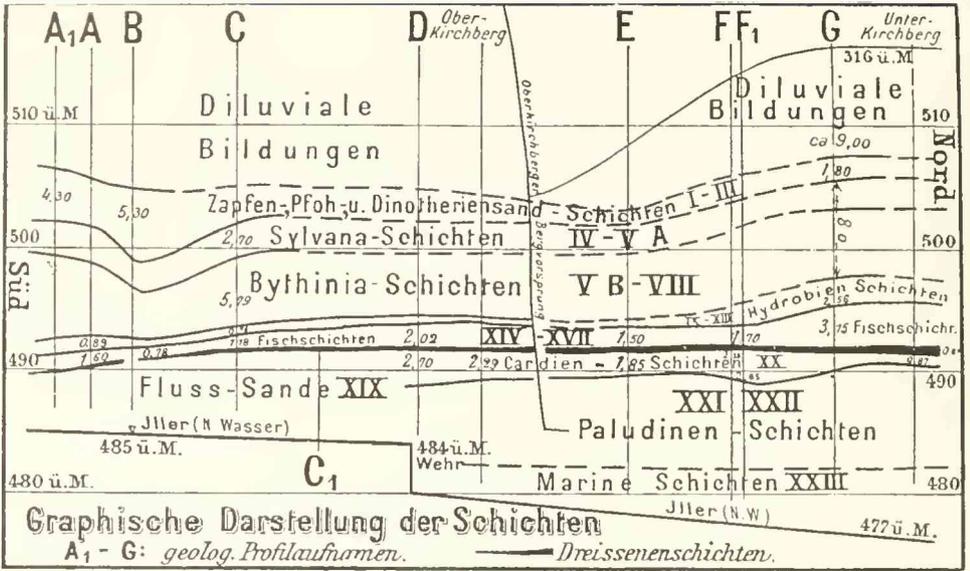


Abb. 1 Profile der Kirchberger Schichten (= KRANZ 1904: 532, Fig. 4)

I und 2 in heutiger Schreibweise wiedergegeben. Laut KRANZ (: 531) sind „Die einzelnen Schichtkomplexe ... fast nirgends scharf abgegrenzt. Man kann daher ihre Grenzen ebensogut etwas höher oder tiefer legen. Ich habe die Einteilung lediglich nach dem Vorherrschen der betreffenden Fossilien versucht.“ Weiteres zu KRANZ' Gliederung des Illerprofils siehe Kap. B. III. 1-3, IV.

Moos (1925: 224-227) erkennt die Grimmelfinger Schichten bis zu ihrem südwestlichen Ende bei Riedern am Sand (SW-Baden) als Flußsande in der Graupensandrinne. Er führt sie,

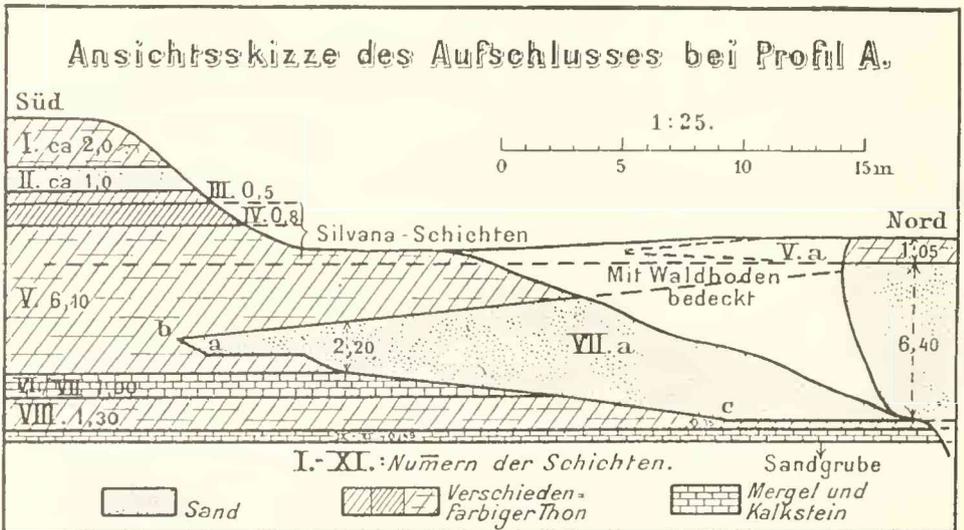


Abb. 2 Der Aufschluß bei Profil A (= KRANZ 1904: 485, Fig. 2)

früheren irrigen Angaben folgend, auf eine SW-NE-Schüttung von den Schweizer Alpen zurück. Er betont (: 227 ff.) die Eigenständigkeit der überlagernden Kirchberger Schichten und deren Charakter und Verbreitung, auch im Ulmer Bezirk (: 233) 4).

KIDERLEN beweist (1931: 293 ff., 303) die Herkunft der Grimmelfinger Graupensande von NE und bestätigt (: 289, 303) die Graupensandrinne als Flußrinne, allerdings nur bis Schaffhausen, wo sie in das Helvet-Meer münden soll. Auf die KRANZ'sche Gliederung der Kirchberger Schichten geht er (: 308 ff.) nicht näher ein. Er ordnet über der Leitschicht „Muschelagglomeratbank“ die Fischschichten ein, die mit den Muschelagglomeraten“ die „Congerienschichten“ bilden, welche die Kirchberger Schichten darstellen. Hangendes der Congerienschichten = Kirchberger Schichten sind die „Bythinien- und Hydrobienschichten (= Übergangsschichten)“ der OSM. Liegendes der Muschelagglomerate sind die „Zwischensande“ und darunter die „*Suevicus*-Sande“ und die „Graupensande“, die zusammen die „Gr. Sch.“ [Grimmelfinger Schichten] bilden. Andererseits nennt er (: 311) als „Die normale Kirchberger Schichtfolge: Fluviale Sande – Muschelagglomeratbank – Fischschichten – Übergangsschichten“. Zuzug seiner Fassung auf S. 316 folgen über Grimmelfinger Schichten „Fluviale *Suevicus*-Sande“, darüber „Sandige Muschelagglomeratstufe (mit Zwischensanden) Congerien und Cardien“, überlagert von „Fischschichten“, worauf „Übergangsschichten“ folgen.

Bei STRAUB (1952: Taf. 4, 454–459) stehen die fluviatilen, Ostracoden-freien „Grimmelfinger Schichten (einschließlich *Suevicus*-Sande)“ außerhalb seiner bearbeiteten Schichtfolge. Er gliedert diese in „Brackwasser-M.“ mit „Zwischen-Sande(n)“ und „Congerien-Sch.“ sowie „O.S.M.“ mit „Übergangs-Sch. und „Sylvana-Sch.“. Seine „Kirchberger Schichten“ enden mit der Obergrenze der „Übergangs-Sch.“. STRAUB verweist bei seinen Proben auf KRANZ'sche Schichtnummern in dessen Profilen A und G. LEMCKE & a. (1953: 35) bezeichnen die Kirchberger Schichten als „Liegendens der Bythinien-Schichten“. Letztere sind (: 31) „im klassischen Gebiet der Kirchberger Schichten südlich Ulm für die Übergangszone zwischen (der) vollbrackischen Schichtenfolge und der vollständig ausgesüßten OSM charakteristisch (Übergangs- oder Bythinien-Schichten)“. ERB & KIDERLEN (1955: 33 ff.) behandeln den Anteil Baden-Württembergs in den Erläuterungen zur Molassekarte, dort auch die Graupensandrinne und ihre Füllung. Bezüglich der Kirchberger Typusschichten an der Iller bemerken sie u. a. (: 37): „Eine Süßwasserkalkbank mit Hydrobien, Lymnaeen und *Bulimus* leitet in die Sandmergel und Kalkserie der Oberen Süßwasser-M. über ...“ 5).

SCHICKUM verwendet (1963: 8), teils modernisiert, die KRANZ'schen Namen für die Schichtkomplexe, bezeichnet diese (: 1, 8) aber als „Horizonte“. Unter der Signatur „a)“ faßt er dessen Schichtpakete 19 + 21 unter „b)“ 18 + 20 zusammen und setzt „c)“ für dessen Nrn. 14–17, „d)“ für 9–13, „e)“ für 5B–8 und „f)“ für 4–5A. KRANZ' Hydrobien-Schichten (Nrn. 9–13) nennt er Nematurellen-Horizont (vgl. unsere Tab. 3). Er erklärt (1963: 7), daß mit dem Bithynienhorizont „bereits eine völlige Aussüßung eingetreten“ ist, dagegen (1974: 524), daß es sich „auch bei dem Nematurellen- und Bithynienhorizont um Brackwasserbildungen handelt.“ Weiteres siehe Kap. 5.V.2.

4) Man lese den Nachruf auf A. MOOS von A. BENTZ (1948).

5) Mit „*Bulimus*“ wird *Bulimus dunkeri* (GUDE) oder *Bulimus glabrus glabrus* (ZIETEN) gemeint sein (vgl. WENZ 1928: 2236, 2239 u. 2260).– KRANZ bezeichnet seine Schicht A 6 bis G 6 als Kalk. Er führt die in unserer Tab. 3 genannten Mollusken der Bithynien-Schichten. RUHL betrachtet (1896: 387) diese Schicht mit *Hydrobia*, „die oft in harten Steinmergel übergeht“, „als die oberste Ablagerung der Kirchbergerschichten“, womit ich nun übereinstimme (: XXX). Auch JERZ & a. (1975: 105) verweisen auf eine „Süßwasserkalkbank (u.a. mit *Bithynia*, *Hydrobia*)“, die vielfach als Grenze gegen die OSM im Hangenden gezogen werden kann (wobei *Hydrobia* noch schwach brackisches Wasser anzeigt).

GROSCHOPI bezieht (1972: 26–28) das „Profil Illerabhang bei Unterkirchberg, beim Bau der Wasserleitung 1951“ auf die Schichtfolge im KRANZ'schen Zusammenfassenden Profil (1904: 529–531).

STRAUCH folgt (1973: 253–255) bei seiner Gliederung des Faziostratotypus: Unter- und Oberkirchberg <sup>6)</sup> der Gliederung SCHLICKUM's (1963: 8), wobei er dessen Horizonte a) – e) durch seine I Horizonte 1–5 ersetzt, f), die Silvana-Schichten, also wegläßt und sie (: 255) zur OSM stellt. Weiteres s. Kap. B.V. 3.

Für WERNER (1975: 57) ist die Obergrenze der Kirchberger Schichten identisch mit der Untergrenze der OSM. Bei Kirchberg zieht er jedoch die Obergrenze der Kirchberger Schichten unter Bezug auf KIDERLEN (1931: 309, 316) zwischen den Congerienschichten und den Übergangsschichten.

Laut MARTINI (1983: 14) ist die Fischfauna von Langenau 1 (10 km NE Ulm) am besten mit jener von Ivančice (Eibenschütz) in Mähren zu vergleichen, die er evtl. für etwas jünger hält. „Die Kirchberger Fischhorizonte (vgl.: B.V.4.c.) mit jenen von Langenau zu vergleichen, erscheint nach dem derzeitigen Stand zu gewagt“ (: 15). Langenau, Unter- und Oberkirchberg und Ivančice hält er für anscheinend lokale Entwicklungen.

REICHENBACHER bringt (1989: 139–140) eine Übersicht über frühere Bearbeitungen von Kirchberger Schichten. Sie zeichnet an der Iller von N nach S (1989: 139 Abb. 2) 27 bearbeitete Fundpunkte und dazu 4 Nebenfundpunkte (5c, 9b–9d). Die Unterteilung der Schichtfolge (1989: 140 Tab. 2, 141 ff; s. 1988: 3 Tab 1) in 8 „I Horizonte“ (wobei Horizont 3 in 3 Unterhorizonte unterteilt ist) gibt unsere Tabelle 4 (: 69) wieder. Dort und in unserer Tab. 3 (: 60) sind die unterschiedlichen Abgrenzungen der KRANZ'schen Schichtkomplexe und der „I Horizonte“ REICHENBACHER's dargestellt. Ihre Fossilisten über die Fischfauna (1988: 34) und die Makro- und Mikrofossilien (1989: 144–145) geben nicht nur, wie die Titel der Publikationen besagen, die Funde „an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm“, sondern insgesamt auch jene der Aufschlüsse in Steinberg, Staig, Hüttisheim und Jungholz bei Leipheim wieder (s. 1988: 2 Abb. 1 wie 1989: 138 Abb. 1). 1989 (: 135 wie 1988: 1): „Für die Horizonte 2, 3 und 6 wird anhand der Fisch-Gemeinschaft eine Meeresverbindung zur zentralen Paratethys [in Ivančice/Eibenschütz, Südmähren] während der Ottang-Stufe nachgewiesen“, wie auch (1988: 37) eine Verbindung zum Vorkommen von Langenau bei Ulm (MARTINI 1983) besteht.

### B.III. Vertikale Begrenzung, Begriff und Mächtigkeit der Kirchberger Schichten

Unter „Kirchberger Schichten“ verstehen die in Kap. B.II genannten Autoren Verschiedenes. Die Begrenzung und Gliederungen durch SCHLICKUM (1963), STRAUCH (1972) und REICHENBACHER (1989) werden in Kap. B.V näher behandelt. Zum folgenden siehe Abb. 1 und 2 (: 52) sowie die Bemerkungen zu Tab. 2 und 3 (Kap. B.IV).

#### B.III.1. Die Untergrenze

Die Flußsande (Nr. 19) sind fossilere Ablagerungen eines von S über eine Landfläche kommenden und in die Graupensandrinne mündenden Flusses. Nordwärts gehen sie in die Paludinen-Schichten (Nr. 21) einer sumpfigen Flußmündung (SANDBLGER 1874: 555) und in die brackischen Cardien-Schichten (Nr. 20) über. Die Paludinen-Schichten wurden bisher mit 7 Namen belegt (ZOBELLIN 1995: Vorwort). Zwar sind die Gattung *Paludina* und ihre Arten nach WENZ (1930: 3178) durchwegs Synonyma, was aber die Beibehaltung der „Paludinen-Schichten“ in der Stratigraphie nicht zu stören bräuchte. Weil aber KIDERLEN (1931: 309) dafür

6) Dieser liegt nicht, wie die Redaktion irrtümlich hinzugesetzt hat, in „Oberbayern“, sondern in Württemberg (s. SCHLICKUM 1976: 94).

bereits den Begriff *Suevicus*-Schichten (von *Viviparus suevicus*) eingeführt hatte und WENZ (F. C.: 2392 f.) neben dieser Art zahlreiche *Viviparus*-Arten aufführt (F. C.: 2410 ff.), wird KIDERLEN's Benennung beibehalten<sup>7)</sup>. Paludinsande und z.T. Paludinsandstein über dem tiefen Illerniveau erwähnen ESER (1848: 267) bei Oberkirchberg, O. FRAAS (unsere Tab. 1: 50), KRANZ (1904: 502, 528, 531 Nrn. 22 und 23) und (: 538-539) am westlichen Hochsträß, ENGEL (1898: 384, 385, 388; 1908: 527-529, 536, 538) und REICHENBACHER (1988: 31; dort weitere Autoren). Über die Herkunft der Säuger- und Reptilienfunde im Paludinen-Sandstein (Schicht Nr. 22 in KRANZ und unserer Tab. 3) gibt es laut REICHENBACHER in der Literatur keine genaueren Angaben. Ihre Erwägung, die Schicht mit der Säugerfundstelle Langenau 1 (s. unsere S. 96) zu parallelisieren, kann wegen deren Lage im Endbereich der OBrM (hohes Oberottnang) nicht zutreffen. Die Autorin berichtet vom Aushub eines Baggersees Freudenberg bei Senden (3 km ENE Oberkirchberg), worin sich *Viviparus suevicus*, *Brotia escheri*, Cardien und Congerien der Kirchberger Schichten und außerdem „zahlreiche Haifischzähne, einige Sparoiden-Mahlzähne und große Säugerknochen“ fanden. Die letztere Gruppe spricht „für eine Herkunft der Funde aus den Grimmelfinger Schichten.“ Eine Beschreibung der Lagerungsverhältnisse lag für dieses Aushub-Material nicht vor.

#### Diskussion zu KRANZ' Schichten Nr. 22 und 23

Aus dem Paludinen-Sandstein erwähnt KRANZ (1904: 531 Nr. 22) unter Auswertung von FRAAS (unsere Tab. 1 Nr. 26) keine Paludinen. Das spricht für eine Herkunft der Haifischzähne, Säuger- und Reptilreste aus den Grimmelfinger Schichten. Da diese fluviatilen Sedimente aber arm oder frei von eigenen tierischen Bewohnern sind (MOOS 1925: 216), ist eine Einschwemmung der genannten Fossilien, auch wegen ihrer Mischung, anzunehmen. Auf entsprechende Erscheinungen wurde in ZOBELEIN (1955: Kap. K) verwiesen. KRANZ bezeichnet (1904: 539 Nr. 22) die tiefsten Kirchberger Schichten am westlichen Hochsträß als „Untere Cardien-schichten“ mit brackischen Mollusken, „welche hier die Kirchberger Paludinschichten ersetzen.“ Im Illerprofil weist Schicht 22 aber keinerlei Hinweise auf Brackwasserfossilien auf. Außerdem liegt zwischen den Grimmelfinger Graupensanden und den Kirchberger bzw. *Oncophora*-Schichten der westlichen und östlicheren Vorlandmolasse eine Schichtlücke (ZOBELEIN 1985: Tab. 1, 2. Profil Nr. 21, 5. Profil über Nr. 48, 10. Profil Nr. 97, 11. Profil Nr. 115). Ich habe daher den Paludinen-Sandstein Nr. 22 zu den Grimmelfinger Schichten gestellt. – Nr. 23 bezeichnet KRANZ (1904: 531) im Illerprofil und (: 539) im westlichen Hochsträß (hier mit Graupensanden) als „Marine Molasse“. Weil diese in der Graupensandrinne laut MOOS aber ausgeräumt wurde, gehört Nr. 23 an der Iller ebenfalls zu den Grimmelfinger Schichten, wie KRANZ schon angenommen hatte.

#### B.III.2. Die Obergrenze

KRANZ hat (: 529-531) wie gesagt im „Zusammenfassenden Profil der Kirchberger Schichten“ die gesamte Schichtfolge bei Kirchberg dargestellt, wie er auch (: 553) das entsprechende Profil 22 km nordostwärts „Günzburger Schichten“ nennt. In dem nach der Ortslage benann-

7) *Viviparus suevicus* mit Begleitarten werden auch genannt aus der tiefen Brackwassermolasse von Heudorf bei Meßkirch („Römische Altstadt“) (SANDBERGER 1874: 554; ENGEL 1896: 383; KIDERLEN 1931: 325; WERNER 1975: 53); Schwörzkirch/Hochsträß (KIDERLEN: 316, 368 Prof. 13); Landauhof bei Riedlingen/Binzwanen (ENGEL 1896: 383; KIDERLEN: 321, 372 Prof. 20); aus der Bohrung Dillingen/Hofbräuhaus (KIDERLEN: 291, 362 Prof. 8); von der Westflanke des Tautschbuchs (KIDERLEN: 372 Prof. 19); auf der GK 25 Nr. 8119 Eigeltingen (SCHRIJNER 1978: 18); von Günzburg, Pfeilergründung der Donaubrücke (PFLÜGER 1984: 56). Diese Vorkommen könnten auf ähnliche Absatzverhältnisse wie im Illertal hinweisen.

ten Profil von Kirchberg erscheinen auch seine 2,15–2,80 m mächtigen „*Silvana*-Schichten“ (Nrn. IV–VA) und darüber seine bis 5 m mächtigen „Zapfen-, Pfoh- und Dinotheriensande mit Tonschichten“ (Nrn. 1–3). KRANZ bezieht seine *Silvana*-Schichten nicht in seine „brackischen Bildungen“ ein<sup>8)</sup>. Der Begriff „Kirchberger Schichten“ wird in der nachfolgenden Literatur meist auf die brackischen Ablagerungen des Illergebietes und seiner weiteren Umgebung angewandt.

Die Festlegung der Obergrenze der Kirchberger Schichten hängt von der vertikalen Reichweite brackischer Fossilien ab. Das Vorkommen von Hydrobien in der von mir so benannten Schicht B'6 der Bithynien-Schichten (Tab. 3), das KRANZ (: 534–535; vgl. ZOBELFIN 1983: 158–159 u. Tab. 1 Profil 7) auch in den Bithynien-Schichten von Günzburg allgemein, „besonders unten“ erwähnt, beweist, daß die Bithynien-Schichten mindestens teilweise in Brackwasser abgelagert wurden. Deshalb möchte ich die Grenze Bithynien-Schichten/*Silvana*-Schichten, die ich (1985 b: 221 Nr 46) durch die Bithynien-Schichten gezogen habe, nun an die Obergrenze der Bithynien-Schichten verlegen. Sie ist damit die Obergrenze der Kirchberger Schichten und damit des Ottmang<sup>9)</sup>. Über REICHTENBACHER's Zuteilung ihres Horizonts 8, der KRANZ' *Silvana*-Schichten entspricht (unsere Tab. 4: 69) zu den Kirchberger Schichten siehe Kap. B.V.4.b.

### B.III.3. Der Begriff „Kirchberger Schichten“

Zufolge obiger Abgrenzungen (Kap. B.III.1. u. 2.) sind als Kirchberger Schichten die brackischen Schichten zwischen den Grimmelfinger Graupensanden und den *Silvana*-Schichten (OSM) in der Graupensandrinne zu definieren, außerhalb dieser die Kirchberger Schichten in der Depression südlich davon (: 81). Die Kirchberger Schichten gehören wie die *Oncophora*-Schichten Niederbayerns zur Oberen Brackwassermolasse (OBrM). Der Begriff „Süßbrackwassermolasse (SBM)“ entfällt (ZOBELFIN 1955: 3 u.: 5f.). Mit den überlagernden *Silvana*-Schichten beginnt die Obere Süßwassermolasse (OSM).

### B.III.4. Mächtigkeit der Kirchberger und Grimmelfinger Schichten in der Graupensandrinne

Aus KRANZ (: 532 Fig. 4 = unsere Abb. 1) ergeben sich für dessen Schichten VB bis XXI gemäß unserer obigen Unter- und Obergrenze 19,25 m. Nach KRANZ' zusammenfassendem Profil

- 8) KRANZ (1904: 540): „Vom Beginn der brackischen Bildungen bis zum Beginn der *Silvana*-Schichten ...“ (:545) „... mit Beginn der *Silvana*-Schichten ... hat sich jetzt das ganze Ulmer Becken vollkommen ausgesüßt.“ (: 555) „... die gleichmäßige Unterteilung dieser (*Silvana*-) Schichten durch die *Bythyma*- und brackischen Bildungen in der Ulmer Gegend ...“ (: 556) „... müssen die typischen *Silvana*-Schichten an die Basis des Obermiocän gestellt werden ...“ (: 563) „1. Obermiocäne Süßwasser- oder limmische Absätze, der *Silvana*-Stufe einzureihen ...“ (1905: 195): „Die Ablagerungen der Ulmer Bucht sind von oben nach unten: *Silvana*-Schichten – Obermiocän/ *Bythyma*-Schichten (und Liegendes) – Oberes Mittelmiocän ...“. Abweichend hiervon schreibt KRANZ (1904: 540), daß bei Kirchberg und Günzburg „das Wasser völlig ausgesüßt wurde (*Bythyma*-Schichten)“ und (:557), daß in der Ulmer Gegend „über der Brackwassermolasse jüngere Süßwasserschichten, zunächst *Bythyma*- und *Silvana*-Schichten“ folgen.
- 9) Da die *Silvana*-Schichten, wie KRANZ zurecht betont, völlig ausgesüßt sind, zeigt das Vorkommen von brackischen *Hydrobia semicostata* in den *Silvana*-Kalken „unten“ am westlichen Hochsträß (KRANZ: 537 Nrn. 4 und 5) an, daß ein Teil davon noch zu den Bithynien-Schichten gehört. Kommen doch in den Kirchberger Typusschichten an der Iller keine *Hydrobia* mehr in den *Silvana*-Schichten vor (unsere Tab. 3). — KJELLERIN's Zuteilung von Sedimenten mit Hydrobien zur OSM hat zur Folge, daß er (1931: 320, 323, 369–370 Prof. 16, 17) am Emerberg bei Zwiefaltendorf zwischen den Grimmelfinger Schichten und der OSM keine Kirchberger Schichten ausgeschieden und einen Hiatus erwogen hat.

beträgt die Mächtigkeit minimal 14,85 m, maximal 23,27 m, im Mittel also 19,06 m<sup>10)</sup>. STRAUCH gibt (1972: 253) für die „brackischen Kirchberger Schichten“ „nach Messungen von KRANZ 1904, S. 24–26“ [= 529–531] ca. 15,5 bis 23,5 m [für dessen Schichten VB bis XXI] an. Nach REICHENBACHER (1989: 142 Abb. 3) sind die Horizonte I n bis 7 (485–502,5 m ü. NN.) 17,5 m, nach Mächtigkeitsangaben bei den Horizonten( 141–162) 21,20 m mächtig, was für beide im Mittel 19,35 m ergibt. Hinzu kommen ( 146) für Is zwischen I und 5 m. REICHENBACHER stellt ihren Horizont 8 (= Äquivalent der KRANZ'schen *Sylvana*-Schichten) in dieser Abb. 3 mit 161 m und auf S. 156 mit 1,75 bis 2,85 m noch zu den Kirchberger Typusschichten.

Auf dem westlichen Hochsträß sind laut KRANZ ( 536 ff.) seine Schichten 5B bis 21/22 23,73 m mächtig, was für seine Maximalwerte an der Iller (23,27 m) spricht. In diesem Mächtigkeitsbereich liegen auch die Angaben von GUMBFL (1887: 287; 1889: 36) für die Ulmer Gegend mit 20–25 m, MOOS (1915: 271) mit 23,5 m und (1925: 229) für die Bohrung 23 bei Niederstotzingen (um die 20 km NE Ulm) mit 23 m sowie KIDERLEN (1931: 365–368 Nr. 13) für Altheim-Schwörz Kirch auf dem Hochsträß mit 10,42 m Kirchberger Schichten + 11,77 m Übergangsschichten = 22,19 m. Ähnliche Mächtigkeit erreichen die Grimmelfinger Schichten in der Nachbarschaft, nach MOOS (1925: 211) bis 25 m bei Grimmelfingen und Eggingen, ELWERT (1966: 30) max. 25 m auf B1. Ulm SW und NE und GROSCHOPE (1972: 23) etwa 25 m im Ulmer Gebiet. Man kann also die ursprüngliche Mächtigkeit der Grimmelfinger und Kirchberger Schichten mit je rund 20–25 m angeben.

#### B.IV. Bemerkungen zu Tab. 2 und 3

##### B.IV.1. Bemerkungen zu Tabelle 2: Abgrenzung von *Silvana*-/Bithynien-Schichten

KRANZ hat die Schichtkomplexe *Silvana*-Schichten und Bithynien-Schichten in den Profilen A, A', B und G nicht abgegrenzt, diese Abgrenzung jedoch in Profil C vorgenommen<sup>11)</sup>. Dort bezeichnet er Nr. 4 als „oberste *Silvana*-Schicht“, Nr. 5 als „Untere Grenze der *Silvana*-Schichten.“ Unter Bezug darauf wurde die Grenze *Silvana*-Schichten/Bithynien-Schichten in den oben genannten, im Text nicht unterteilten Profilen durch Mächtigkeitsvergleiche ermittelt (Tab. 2). Die Abgrenzung und Unterteilung der beiden Schichtkomplexe war nötig, um die Verteilung der Fossilien auf die Kirchberger und *Silvana*-Schichten in Tab. 3 zu ermitteln. – Tab. 2 zeigt, daß die aus KRANZ Fig. 2 (= unsere Abb. 1; Höhenmaßstab 1 mm = 25 m) und aus Fig. 4 (= unsere Abb. 2; 1 mm = 50 m) ermittelten Mächtigkeiten mit jenen in den Schichtbeschreibungen weitgehend übereinstimmen. Die Stärken insbesondere der *Silvana*-Schichten zwischen 2,25 und 2,75 m, doch auch der Bithynien-Schichten zwischen 5,50 und 6,80 m bestätigen die Richtigkeit unserer Abgrenzungen. – Von den weiteren, in unserer Tab. 2 nicht aufgeführten KRANZ'schen Profilen beginnt das von mir als B' bezeichnete ( 489) erst ab Schicht 6, die anderen erst darüber. KRANZ hat in seiner Fig. 4 die Abgrenzungen von *Silvana*-Schichten (IV–VA) und Bithynien-Schichten (VB–VIII) also extrapoliert. Die aus Fig. 4 zu entnehmenden ungefähren Mächtigkeiten in Metern betragen bei den *Silvana*-Schichten/

10) Statt Schicht Nr. 19 mit „mindestens 7 m“ wurden deren Übergänge Schicht Nr. 21 mit 5–7 m und Schicht Nr. 20 mit 1,80–2,70 m, zusammen 6,80–9,70 m gerechnet. Laut REICHENBACHER (1989: 143) dürfte ihr Horizont 1 in einer Bohrung unterhalb des Fugger'schen Schlosses in Oberkirchberg zwischen 6,5 und 8,5 m mächtig und von Grimmelfinger Schichten unterlagert sein. Nach SANDBERGER (1874: 554) ist „kurz nach dem Absatz dieses (Fluß-) Sandes eine Senkung“ im Bereich des „Brackwasser-Sec(s)“ eingetreten. Deshalb ist die Mächtigkeit der Schichten Nr. 20 + 21 etwas größer als jene von Nr. 19 anzunehmen.

11) Laut KRANZ ( 529<sup>2)</sup> bilden die Bithynien-Schichten zusammen mit den *Silvana*-Schichten RUHL's (1896) „graue Günstburgmolasse“. Darüber folgt RUHL's „Gelbe Molasse“ (s. ZOBELIN 1983: Tab. 1, Profile 5 und 6), wozu KRANZ Schichten Nrn. 1–3 gehören.

Tabelle 2. Abgrenzung von Silvana-Schichten und Bithynien-Schichten und deren Mächtigkeiten (in Metern) an der Iller nach KRANZ'schen Profilen

Profile	Zusammenfassendes Profil (: 529)	A (: 484)	A Fig. 2 (: 485)	A Fig. 4 (: 532)	A <sub>1</sub> (: 482)	A <sub>1</sub> Fig. 4	B (: 488)	B Fig. 4	C (: 490)	C Fig. 4 Angabe	C Fig. 4 Messung	G (: 498)	G Fig. 4
Bithynien-Schichten	Schicht-Nummern												
	4 = 0,15-0,80 VA = ca. 2,00	4 = 0,80	IV = 0,80 V (oben) = 1,60	IV = 0,80 V (oben) = 1,60 VA = 2,75	4 = 0,25	IV = 2,50	4 = 2,50 [4-5C=4,52 5a-5c=3,72"]	IV = 2,25	4 = 2,70	IV = 2,70	IV = 2,75	4 = 2,25 5a bis 5b	IV = 2,25
	5 2,15-2,80 Jeweiliges Mittel der Schichtmächtigkeiten 2,47	5 "6,10"	V (unten) = 4,50	IV + VA = 2,40 IV = 2,75	5 7,30	VA = 2,50	5a 2,50 [4-5C=4,52 5a-5c=3,72"]	VA = 2,25	bis 2,70	VA = 2,70	VA = 2,75	5a bis 5b	VA = 2,25
	6 = 3,30-5,30 6 = 0,27-0,41	6 2,30	VI + VII = 1,00	VB = 6,00	6 = 0,10	VB = 6,75	6 = 4,13	VB = 4,25	bis 5,79	VB = 5,79	VB = 5,65	5c bis 5d 7a-7b	VB = 5,50
	7 + 8 1,62-2,17	bis 8	VIII = 1,30	bis VIII = 6,00	7 2,35	bis VIII = 6,75	7 = 4,13	bis VIII = 4,25	bis 5,79	bis VIII = 5,79	bis VIII = 5,65	bis VIII = 5,65	bis VIII = 5,50

Bithynien-Schichten in Profil D (: 493) 2,50/5,50; E (: 496) 2,50/5,50; F<sub>1</sub> (: 497) 2,50/6,25; F<sub>1</sub> (: 497) 2,25/6,25.

Einen hellen Kalkstein in den Bithynien-Schichten erwähnt KRANZ unter Nr. 6 in den Profilen A mit 0,60 m, A<sub>1</sub> 0,10 m, B 0,35 m, C 0,27 m und G 0,41 m. Wahrscheinlich ist er auch in den übrigen, in diesem Bereich nicht aufgeschlossenen oder unterteilten Profilen vorhanden. Über Nr. 6 und unter den meist einhergehenden hellen Steinmergeln Nr. 7 liegen im allgemeinen „Tone“ etc. (vgl. unsere Abb. 2). Die Mächtigkeiten der Zwischenschichten zwischen Nr. 6 und den Sohlen der Silvana-Schichten betragen in Profil A (Fig. 2, Südrand, unterer Teil von Schicht V) ca. 4.50 m, in C (: 490, Schichten 5f–5o) 3,90 m. Der Versuch, mittels der Mächtigkeiten der Zwischenschichten unsere Abgrenzungen von Silvana- und Bithynien-Schichten zu erhärten, bleibt mangels verfügbarer Daten auf die Profile A und C beschränkt. Mit dem hellen Kalk in unseren Bithynien-Schichten sind die vermeintlichen Süßwasserkalke der OSM in der Graupensandrinne des westlichen Bodensee-Gebietes (ZOBELIN 1995: 3c Nr. 10) zu vergleichen, die zufolge ihrer brackischen Fossilien auch noch hohe Kirchberger Schichten sind.

#### B.IV.2. Bemerkungen zu Tabelle 3: Taxonomie der Mollusken

SCHLICKUM stellt (1963: 2–3) den KRANZ'schen Taxa (unsere Tab. 3 Nrn. 1–29) neuere, aus der Literatur (teils aus WENZ, Gastropoda, 1923–1930) entnommene Fossilnamen gegenüber, die er um MODELL's Taxa (1941: Tab. 1 Nrn. 31–34) und eigene, neu benannte Taxa (Tab. 3: Nrn. 35–42) ergänzt. Die folgenden Notizen betreffen die mit \* bezeichneten Fossilien.

Nr. 1. SCHLICKUM führt (1963: 8) die Art bei seinem „a) Viviparenhorizont, 19+21“ und „b) Cardien- und Congerienhorizont, 18+20“ als Funde von K(RANZ) und S(SCHLICKUM), dazu bei „d) Nematurellenhorizont, 9–13“ als Fund von K(RANZ) an. KRANZ nennt aber nur (1904: 492 Nr. 18a) „häufig *Neritina* (wahrscheinlich *cyrtoscelis* KRAUSS)“ und *Neritina cyrtoscelis* im Petrefaktenverzeichnis (: 550), sonst nur „*Neritina*“ (nicht in den Nrn. 11–13; s. unsere Tab. 3). REICHENBACHER nennt (1989: 144) „*Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis* (KRAUSS) SCHLICKUM 1963“, SANDBERGER (1874: 561/562) „*Neritina cyrtoscelis*“ auch von Kirchberg. „*Neritina sparsa* = *Theodoxus* (*Th.*) *cyrtocelis sparsus* (KRAUSS)“ findet sich bei SCHLICKUM (1963) nur auf S. 2, *Neritina sparsa* bei KRANZ im Petrefaktenverzeichnis. SANDBERGER erwähnt (1874: 554) „*Neritina* (*cyrtoscelis* und *sparsa* Kr.)“ in Nr. 10 seines Profils von ESER, Unterkirchberg (= dessen Nr. 7; s. unsere Tab. 5), der dort „*Neritina fluviatilis*?“ aufführt. Die Verteilung weiterer Mollusken ergibt sich aus unserer Tab. 3.

Nr. 4 siehe Kap. B.V.2.c.

Nr. 9: *Cingula conoidea* (SCHL. 1963: 2) = *Ctyrokya conoidea* (SCHL. 1966: 325).

Nr. 10: *Brotia escheri* wird auch in Süßwasser (USM, OSM) genannt (vgl. MOOS 1926: 12). WENZ (1929: 2579–2584) führt *Brotia escheri escheri* aus dem Torton und Sarmat, Unterarten aus dem Burdigal bis Sarmat an. „Die Abgrenzung der einzelnen Subspecies dieser Art stößt auf große Schwierigkeiten.“

Nr. 14: In A 4 und B 4 auch *Planorbium cornu mantelli*, die SCHLICKUM (1963: 2, 8) nicht nennt.

Nr. 16: *Ancylus wittmanni* (SCHL. 1964: 15–17; 1966: 326–327; 1970: 180) ist (opp. SCHLICKUM 1963: 2) nicht *Ancylus deperditus* DESMAREST und nicht (opp. REICHENBACHER 1989: 144) *Ferrissia wittmanni*. *Ancylus deperditus* DESMAREST ist ein Synonym von *Ferrissia deperdita* (DESMAREST); SCHL. (1976: 7) erklärt *Ancylus* und *Ferrissia* für eigene Gattungen.

Nr. 20, 21 erwähnt schon SANDBERGER (1874: 555, 557) aus den „Sandschiefern“ von Kirchberg. Auch MODELL (1941: 135, 136; s. auch Nr. 21) nennt sie von dort aus der „unteren grauen Sandschicht“, *U. eseri* auch aus den Hydrobienschichten.

Tab. 3: Verteilung der Mollusken (ohne Landschnecken) und Fische in den Kirchberger Typusschichten an der Iller. Aus KRANZ (1904) 10 "Schichtkomplexe" (I-X v. Verf.) mit den Schichten Nrn. 4-21 und den Fossilien Nrn. 1-30. Aus MODELLE (1941) Fossilien Nrn. 31-34. Aus SCHLICKUM (1963) Fossilien Nrn. 35-41, 42 (1970a). Namen der Fossilien teils nach SCHLICKUM (1963 etc.) revidiert.

Nrn. der Fossilien	Schichtkomplexe (Mächtigkeiten s. KRANZ: 529-531, 532 Fig. 4)	(I) Silvana- Schichten				(II) Bithynien- Schichten												(III) Hydrobien- Schichten														
		Schicht-Nrn. der Komplexe				4-5A												5B-8						9-13								
		A	B	C	G	A	C	G	A	B	B'	C	G	C	A	B	C	G	A	B	C	G	G	E	S.	U.	A	C	D1	E	S.	U.
	Deren Schicht-Nrn. (Sedimentsbeschaffenheiten siehe KRANZ)	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	11	11	11	11	11	12	
*1	<i>Theodoxus (Th.) cyrtocelis</i>																															
2	<i>Theodoxus</i> sp.																															
3	<i>Viviparus suevicus</i>																															
*4	<i>Hydrobia semiconvexa</i> (s.36)																															
5	<i>Hydrobia</i> sp.																															
6	<i>Bithynia dunkeri</i>																															
7	<i>Bithynia glabra</i>																															
8	<i>Bithynia</i> sp. (oft Deckel)																															
*9	<i>Cyrtokya conoides</i>																															
*10	<i>Brotia (Tinnysa) escheri</i>																															
11	<i>Melanopsis impressa</i> , M. sp.																															
12	<i>Radix socialis dilatata</i>																															
13	<i>Radix</i> sp.																															
*14	<i>Planorbis cornu</i>																															
15	<i>Planorbis</i> sp.																															
*16	<i>Ancylus deperditus</i> (s.40)																															
17	<i>Congeris amygdaloides</i>																															
18	<i>Congeris claviformis</i>																															
19	<i>Congeris</i> sp.																															
*20	<i>Unio eseri</i>																															
*21	<i>Unio kirchbergensis</i>																															
*22	"Unio" sp.																															
*23	<i>Anodonta</i> sp.																															
*24	<i>Rzehakia partschi</i>																															
*25	<i>Cardium (Cerastoderma) jugatum</i>																															
*26	<i>Cardium (Cerastoderma) sociale</i>																															
*27	<i>Cardium (Cerastoderma) solitarium</i>																															
28	"Cardium" sp.																															
*29	<i>Limnopaetia friabilis</i>																															
30	Fische																															
31	<i>Margaritifera flabellata</i>	"Oberkirchberg"																														
32	<i>Margaritifera hanna</i>	"Oberkirchberg"																														
*33	<i>Unio mandisiohi</i>	"Kirchberg"																														
*34	<i>Anodonta splendens</i>	"Ober- u. Unterkirchberg"																														
*35	<i>Nematurella scholli</i>																															
*36	<i>Nematurella zilchi</i> (s. 4)																															
*37	<i>Nematurella zoobelegni</i>																															
*38	<i>Cyrtokya irenae</i>																															
*39	<i>Stalioopsis (St.) edlaueri</i>																															
*40	<i>Ancylus wittmanni</i> (s.16)																															
*41	<i>Limnopaetia schuetzi</i>																															
*42	<i>Limnopaetia cf. kraussi</i>	"Oberkirchberg"																														
Horizonte REICHENBACHER'S (1989: 140 Tab.2 Spalte 4)		8				7				6				5				4														
R.'s Bezug (Spalte 6) auf KRANZ		4-5a				5B-8												9-10						11-12								







Nr. 21: *Unio broili* MODELL (1941: 135) (nicht *Unio kirchbergensis broili* wie bei SCHLICKUM 1963: 8<sup>b</sup>) aus den Suevius-Schichten ist *Unio kirchbergensis* (briefl. Mitt. MODELL's an SCHLICKUM).

Nr. 22: „Wo ‚*Unio*‘ angegeben wird, war infolge des Erhaltungszustandes nicht näher festzustellen, ob es sich um *Unio* oder *Anodonta* handelt“ (KRANZ: 484<sup>2</sup>).

Nr. 23: KRANZ nennt (: 491) aus C II „*Anodonta* (wahrscheinlich *Kirchbergensis* KRAUSS)“, die MODELL (1942) nicht erwähnt und SCHLICKUM (1963: 3) als *Unio kirchbergensis* erklärt. Wegen dieser Unklarheiten registriere ich sie als *Anodonta* sp..

Nr. 24: siehe SCHLICKUM 1963: 3<sup>a</sup>).

Nr. 25–27: Die Untergattung bei „*Cardium* (*Cerastoderma*)“ erhebt SCHLICKUM (1965: 105<sup>1</sup>; 1966: 322) zur Gattung *Cerastoderma*.

Nr. 29: *Cardium friabile* KRAUSS wird zu *Limnopageta friabilis* (KRAUSS) (SCHLICKUM 1962: 109 ff.; 1963: 3, 5-6). SCHLICKUM & CTYROKY (1965: 109; s. SCHLICKUM 1962: 110; 1963: 6; 1964: 31) stellen *Limnopageta* und *Limnopappia* zur Unterfamilie der Limnopappiinae mit der Typusgattung *Limnopappia* SCHLICKUM 1962, STEININGER (1973: 511–515) zu den Limnocardiinae. Die beiden Gattungen reichen von brachyhalinem bis ins oligohaline Wasser mit einem Salzgehalt von 3‰ (1964: 30, 32 opp. 1963: 6).

Nr. 33 erwähnt MODELL (1941: 137) auch „bei Kirchberg“, SCHLICKUM sie (1963: 2, 8) ohne „Horizont“-Angabe und KRANZ sie nicht aus den Kirchberger Typusschichten (s.: 549).

Nr. 34: *Anodonta splendens anatinoides* (SCHL. 1963: 3) = *Anodonta splendens*, wovon *A. anatinoides* ein Synonym ist (MODELL 1941: 134). Nr. 35–37: Wie 4 (Hinweis auf Kap. B.V.2.c.).

Bei Nr. 36 gibt SCHLICKUM (1963: 8) auch eigene, benannte Funde aus den KRANZ'schen Cardien- und Fischschichten an, während er die übrigen aus KRANZ' *Hydrobia semiconvexa* umwandelt.

Nr. 38: *Euchilus irenae* (SCHL. 1961: 65; 1963: 3) = *Ctyrokyia irenae* (SCHL. 1971: 576 Fig. 9; s. 1965).

Nr. 39: *Euchilus edlaueri* (SCHL. 1963, 3, 8) = *Staliopsis* (*St.*) *edlaueri* (SCHL. 1971: 576 Fig. 8).

Nr. 40: Siehe 16.

Nr. 41: Siehe Nr. 29.

Nr. 42: nennt KRANZ nicht, doch SCHLICKUM (1970a: 182) auch von Oberkirchberg. Ergänzungen: Das von SCHLICKUM (1963: 8) ohne Fundpunkt- und Finderangabe („?“) im Horizont 18+20 genannte *Cardium* (*Cerastoderma*) *jugatum* führt KRANZ (unsere Tab. 3 Nr. 25) in den Congerien-Schichten („cf.“) und in den Cardien-Schichten an. Die dort ebenso mit „?“ markierten *Cardium* (*Cerastoderma*) *reconditum*, *Cardium* (?) *wetzleri* und ohne Horizontangabe genannte *Cyrena suessi* nennt PROBST (1871: 112) aus den Kirchberger Schichten von Hüttsheim (7 km SW Oberkirchberg).

B.V. Weitere Aussagen von SCHLICKUM, STRAUCH und REICHENBACHER zu den Kirchberger Schichten nebst Diskussionen

Zu den allgemeineren Aussagen dieser Autoren siehe Kap. B.II.

B.V.1. Zur stratigraphischen Nomenklatur der Autoren

SCHLICKUM ersetzt (1963: 1, 8) die von KRANZ im zusammenfassenden Profil (: 529–531, rechte Spalte; s. unsere Abb. 1 u. Tab. 3) aufgeführten 8 „Schichtkomplexe“ (= Schichtpakete) durch 6 „Horizonte“, worin ihm STRAUCH (1972) folgt. REICHENBACHER (1989: 135, 138, 141 f.; 1989: unsere Tab. 4: 69) unterteilt das Illerprofil „in 8 biostratigraphische Horizonte“, wobei ihre Nr. 8 ein Teil der KRANZ'schen Silvana-Schichten ist. Nach MURAWSKI (1992: 85) ist

der Horizont die „kleinste, geologische Zeiteinheit, durch einheitliche, definierbare Fauna (Fossilhorizont) oder bestimmte Gesteine (z.B. Salzhorizont) charakterisiert.“ Das Code-Committee der Stratigraphischen Kommission der Schweiz setzt (1977:133) für die kleinste lithostratigraphische Einheit „Bank, Lage“<sup>12)</sup>.

## B.V.2. Weitere Aussagen SCHLICKUM's

### B.V.2.a. Zusammenfassung von Cardien- und Congerienhorizont

Gegen SCHLICKUM's (1963: 8 Chiffre b) Zusammenfassung von „Congerien- und Cardienhorizont“ ist einzuwenden, daß beide nach ihrer stratigraphischen Lage (s. KRANZ, unsere Abb. 1) und der Verteilung ihrer Fossilien (unsere Tab. 3 Nrn. 20 und 18) auseinanderzuhalten sind. Auch REICHENBACHER kann (1989: 147–148) SCHLICKUM's (1963: 7) „Unterteilung in eine nördliche, von Cardien (= *Cerstoderma*) beherrschte Fazies und in eine südliche, von Congerien beherrschte Fazies . . . nicht aufrechterhalten. Vielmehr ist *Cerastoderma socialis* an einigen Fundpunkten zwar sehr häufig (z. B. Fundpunkt 13), insgesamt aber nicht so reichhaltig vertreten wie die *Congeria*-Arten.“

### B.V.2.b. SCHLICKUM's Kritik

SCHLICKUM kritisiert (1963: 1): „KRANZ (1904) hat sich mit den Mollusken der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg nur insoweit befaßt, als er die häufigen – ihm bekannten – Arten zur Kennzeichnung der Horizonte und zu deren Parallelisierung benutzt hat. Das beigegefügte ‚Petrefaktenverzeichnis‘ ist, ohne Rücksicht auf Systematik und Nomenklatur, offensichtlich nur aus älteren Angaben – ohne eigene Sachkunde – zusammengestellt.“ Und (1963: 6): „Die 34 für das Gebiet bekannt gewordenen Arten verteilen sich auf 6 Horizonte [die SCHL. nennt]. Da diese Tatsache leider im Schrifttum kaum beachtet worden ist – selbst KRANZ berücksichtigt in seinem Petrefaktenverzeichnis die Verteilung auf die einzelnen Horizonte nicht – kann bei einigen Arten, die in jüngerer Zeit nicht wieder aufgesammelt werden konnten, der Horizont nicht mehr sicher angegeben werden.“

Diskussion: SCHLICKUM schreibt (1974: 523), daß der Schichtenaufbau bei Ober- und Unterkirchberg seit KRANZ (1904) bekannt war, „hinsichtlich dessen ich nur die Nomenklatur geändert habe (SCHLICKUM 1963: 6)“. SCHLICKUM's „eigene Beobachtungen“ in seiner Artenübersicht (1963: 8) zeigen, daß er bis auf drei Ausnahmen Arten aus seinen „Horizonten“ neben Arten aufführt, die KRANZ bereits nicht nur in seinen Schichtkomplexen, sondern auch in den einzelnen Schichten seiner Profile A<sub>1</sub>-G genannt hat. Dagegen gibt SCHLICKUM für seine eigenen Molluskenfunde keine Fundpunkte an. Er hat alte Gattungs- und Artnamen nach der neueren Literatur, Gastropoden besonders nach WENZ (1923–1930) taxonomisch berichtigt. Sieht man von den fragwürdigen Nematurrellen ab (s. unten), so hat er den KRANZ'schen Molluskenbestand von der Iller nur um die Arten Nrn. 38, 39, 41 und nachträglich 42 vermehrt (s. unsere Tab. 3, wovon die ersten 3 aus ausgeschlammten Gehäusen des limnischen (bis

12) Die Arbeitsgruppe (der Schweizerischen Geologischen Kommission: 1973: 482<sup>1)</sup>) empfiehlt, den Ausdruck Horizont (horizon, orizonte) in der Stratigraphie möglichst zu vermeiden, da er in der Bodenkunde sehr häufig in einem anderen Sinn verwendet wird.“ Die in der Literatur gelegentlich noch auftauchenden „Lithozonen“ UNGER's sind stratigraphisch unbrauchbar (ZOBELLIN 1985: 253, 257, 259). Zudem bemerkt die Schweiz. Geol. Komm. (1973: 482, 484): „Die Mehrheit der Arbeitsgruppe ist der Auffassung, daß der Ausdruck ‚Zone‘ in der lithostratigraphischen Nomenklatur möglichst vermieden werden sollte.“

schwach brackischen) *Viviparus suevicus* stammen. SCHLICKUM's Herabsetzung der KRANZ'schen Leistung kann daher nur als krasses Fehlurteil bezeichnet werden. Das von SCHLICKUM (1963: 1) kritisierte Petrefaktenverzeichnis von KRANZ (: 546-553) hat dieser (: 545) nach 8 dort genannten Quellen und eigenen Funden zusammengestellt, wobei „Die Stuttgarter Sammlung ... leider nicht berücksichtigt werden“ konnte (vgl.: 79<sup>34</sup>). Das Register umfaßt an Taxa 118 Pflanzen, die 22 Lamellibranchiaten, 52 Gastropoden, 78 Vertebraten, 4 Arthropoden und 1 Koproolith. Die Fossilien stammen aus 14 Örtlichkeiten, davon 90 nachgewiesene Taxa aus Ober- und Unterkirchberg samt drei benachbarten Orten. SCHLICKUM's Vorwurf, daß KRANZ sein Petrefaktenverzeichnis „ohne eigene Sachkunde“ zusammengestellt hätte, ist unhaltbar und fordert zur Frage heraus, wer je ein solches Register aus eigener Sachkunde hätte erstellen können.

#### B.V.2.c. Die Nematurellen-Arten und der Nematurellenhorizont SCHLICKUM's

Der Autor führt (1960: 203 ff.; 1971: 159 ff.) aus, daß die Gattung *Nematurella* in der Literatur kontrovers definiert wurde. – SANDBERGER hat (1874: 360, 561) *Hydrobia semiconvexa* aus den brackischen Kirchberger Schichten und (1874: 575, 576) *Nematurella flexilabris* aus den tortonen Silvana-Schichten (OSM) von Tramelan (Tramlingen, Kanton Bern) aufgestellt (s. WENZ 1930: 3166, 3373). Bei der Beschreibung von *Nematurella* bemerkt er (1874: 575): „Ich war daher genötigt, eine neue Gattung zu errichten, über deren Berechtigung allerdings erst die Beschaffenheit des Deckels entscheiden wird.“ Aus den gesamten Kirchberger Schichten erwähnt SANDBERGER keine *Nematurella*, SCHLICKUM dagegen (1960: 207-209; 1963: 8) von der Iller nur *Nematurella*-Arten (unsere Tab. 3 Nrn. 35-37)<sup>13</sup>). *Hydrobia semiconvexa* nennt er nur (1960: 210, Taf. 18, Fig. 9) aus den „Kirchberger Schichten“ von Jungholz bei Leipheim, die O. BOETTGER nach Material bei Senckenberg bestimmt hatte. Sie tritt hier zusammen mit *Nematurella zilchi* SCHLICKUM auf (1960: 209<sup>3</sup>, Taf. 19, Fig. 13-14; 1966: 323). Von Fundorten außerhalb des Illerprofils nennt SCHLICKUM *Nematurella pappi* (1960: 206; 1964: 6); *N. schuetzi* (1960: 211), die er, da von SANDBERGER (1874: 576) als *Hydrobia bavarica* beschrieben, (1961: 57) einzieht und *Nematurella bavarica* nennt; *N. klemmi* (1964: 7); *N. arenae* (1964: 8) und *N. cf. makowskyi* (1960: 209<sup>3</sup> Taf. 19, Fig. 13-14) [RZFHAK: *Hydrobia makowskyi*], für die und „*Nematurella zilchi*?“ (1966: Taf. 12, Fig. 15) SCHLICKUM & STRAUCH (1967: 173) die Art *Nematurella convexula* n. sp. aufstellen.

Diskussion: SANDBERGER hat (1874: 360) „*Hydrobia semiconvexa* n. sp.“ aus Kirchberger Schichten von Hüttisheim aufgestellt (Ortslage s. REICHENBACHER 1989: 138 Abb. 1). Weiterhin hat er (: 360, 552) die Kirchberger Schichten bei Hausen ob. Allmendingen auf dem westlichen Hochsträß (vgl. KRANZ 1904: 536 f.; KIDERLEN 1931: 365 Prof. 13, 368 Prof. 15) unter Führung von K. MILLER besucht und wohl Fossilien aufgesammelt. Er hat (: 362<sup>1</sup>) das „von WETZLER sehr genau aufgenommene Profil [bei Reisenburg/Günzburg; vgl. KRANZ: 533 f.] selbst untersucht. Die beiderseitigen Resultate stimmen völlig überein.“ Er spricht (: 562) „von zahlreichen mir durch WETZLER und MILLER aus den Cardien- und Dreissenien-Bänken von Kirchberg, Schwörzkirch am Hochsträß und Leipheim bei Günzburg mitgeteilten trefflich erhaltenen Stücken“, worunter auch Hydrobiden nicht gefehlt haben dürften. Auch hat er (: 555) die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten mit jener der Oncophora-Schichten Niederbayerns anhand einer von GUMBEL mitgeteilten Suite verglichen. SCHALCH berichtet (1881: 64), daß SANDBERGER eine völlige Übereinstimmung von SCHALCH's brackischen Mollusken mit

13) *Nematurella zilchi* nur aus den dortigen KRANZ'schen Cardien- und Fischschichten; dessen Hydrobiden- und Bithyniensichten waren SCHLICKUM nicht zugänglich.

jenen der Kirchberger Gegend festgestellt hat. Daraus ist zu schließen, daß SANDBERGER *Hydrobia semiconvexa*, aber auch die von ihm beschriebene, aber gattungsmäßig noch ungesicherte *Nematurella flexilabris* genauer gekannt und deshalb unterschieden hatte<sup>14</sup>). Es ist ganz unwahrscheinlich, daß der namengebende Autor die beiden Taxa laut SCHLICKUM „verkannt“ hätte und ihm darin so erfahrene Malakologen wie RZEHAJ, WENZ und THIELE gefolgt wären. Außerdem stammen *Nematurella flexilabris* und ihre Begleiter laut WENZ (1926: 2007) aus dem „O. Mioc., Tortonien: Silvanaschichten“, also aus limnischem Milieu. Auch *Nematurella scholli* und *zoebeleini* (unsere Tab. 2 Nrn. 35 und 37) nennt SCHLICKUM aus den zunächst limnofluviatilen *Suevicus*-Schichten. Dagegen führt er *Nematurella zilchi* (Nr. 36) aus den auch nach ihm (1974: 524) brackischen Fisch-Schichten an und annulliert die noch bis schwach brackischen Hydrobien (*H. semiconvexa*) in der Brackwasserfolge. Entgegen SCHLICKUM's aus SANDBERGER's Beschreibung (dort ohne Abbildung)<sup>15</sup>) hergeleitetem Ersatz von *Hydrobia semiconvexa* durch mehrere, teils aus gleichen Schichten stammende *Nematurella*-Arten bleibe ich bei SANDBERGER's Taxonomie und den entsprechend benannten Hydrobien-Schichten.

Darin bestärken mich folgende Aussagen: RUHL meint (1896: 386-387), daß die weit verbreitete *Hydrobia semiconvexa* „im allgemeinen gut den Horizont nach dem Grade der Aussüßung angeben dürfte.“ Die rezente *Hydrobia stagnalis* BASTER (= *H. neglecta* oder *H. stagnorum*) weise einen großen Formenreichtum auf und zeige große Verwandtschaft mit *Hydrobia baltica* NILSON der Ostsee. „Ähnliche Verhältnisse finden wir in Bezug auf die Gehäusewindungen bei *Hydrobia semiconvexa*. Das Gehäuse ist langgezogen, die Windungen weniger eingeschnitten in den tieferen brackischen Schichten; hingegen kürzer, schärfer eingeschnitten, der letzte Umgang bauchig in den völlig ausgesüßten [tatsächlich schwach brackischen] Regionen.“ Dabei verweist er auf Beobachtungen bei Kirchberg, Jungholz bei Leipheim und Günzburg. Weiterhin schreibt RUHL (: 391), daß *Hydrobia semiconvexa* „Allgemein als vorzügliche Aussüßungsform in den Grenzschichten“ vorkommt. „*Hydrobia* (= *Cingula*) sp. ... ist eine langgezogene Form, die in den tieferen Lagen schon, aber auch in dem ganzen Komplex der Brackwasserschichten vorkommt, jedoch nicht mehr in der obersten Grenzschicht. Bei der Variabilität der Hydrobien kann sie wohl die Stammutter der *H. semiconvexa* sein und halte ich dies für das Wahrscheinlichste; denn wenn auch die extremsten Formen bei den Hydrobien weit auseinandergehen, so glaube ich in meiner Sammlung alle möglichen Mittelformen zu besitzen.“ PAPP bemerkt (1954: 25) bei seiner Beschreibung von *Hydrobia* s. str.: „Die Variabilität der im Sarmat des Wiener Beckens vorkommenden Arten ist an meinem Material so divergierend, daß es mir nur möglich war, einige markantere Formen zu isolieren...“. Desgleichen betonen SCHLICKUM & STRAUCH (1967: 169) die verhältnismäßig große Variationsbreite der Arten der Gattung *Nematurella* „in den Größenverhältnissen

14) *Hydrobia bavaria* hat SANDBERGER (1874: 576) aus den Kirchberger Schichten bei Günzburg aufgestellt. WENZ (1926: 1872; s. SCHLICKUM 1961: 57) dazu: „Ungenügend bekannt, nicht abgebildet! Systematische Stellung fraglich.“ Nach SCHLICKUM dürfte sie mit der von ihm (1960: 21) beschriebenen *Nematurella schuetli* aus der Süßbrackwassermolasse von Günzburg übereinstimmen.

15) WENZ (1926: 1931-1933) zählt Synonyma von *Hydrobia semiconvexa* SANDBERGER auf und nennt Abbildungen unter „*Paludina thermalis*“ bei ZIETEN (1832: 42 Taf. 31, Fig. 11a-c), desgleichen bei QUENSTEDT (1884: 177 Taf. 190, Fig. 59-60) und unter „*Paludina Renouvieri*“ bei LOCARD (1893, 19: 190, Taf. 10, Fig. 2). – *Nematurella*-Arten kennt WENZ (1926: 2007-2015) nur aus den Aquitan (1), Torton (6), darunter SANDBERGER's Monotypus *Nematurella flexilabris* (1874: Tab. 20, Fig. 24) aus den Silvana-Schichten von Tramelan bei Belsberg, Kt. Bern. Sarmat (1), Pont (4), Plaisancien (7) und Astien (6). Die von SANDBERGER (1875: 744) genannten *Nematurella oblonga oblonga* (BRONN) und *N. ovata* (BRONN) läßt WENZ (1926: 2010, 2011) fortbestehen und erklärt (: 2013) SANDBERGER's (:724) *Hydrobia assimineiformis* als *Nematurella subcarinata* (MICHELOTTI).

(Länge, Breite, Verhältnis von Länge und Breite), in der Art der  $\pm$  spindelförmigen Gestalt und in der Wölbung der Umgänge ...". – Laut SCHLICKUM (1971 b: 571) stellt „Die Gattung *Hydrobia* ... in den Kirchberger Schichten die für diese endemische Brackwasserart *semiconvexa* SANDBERGER“, obwohl SCHLICKUM (1963) diese Art in den Typusschichten gar nicht aufführt und er SANDBERGER deren Verkennung zuschreibt.

#### B.V.2.d. Zu Salinitäten in den Kirchberger Typusschichten

Die Schichten [I] bis [VIII] der Tabelle 3 werden nach der Salzverträglichkeit ihrer Mollusken in ihrem eigentlichen Biotop beurteilt. Die Salinitätsbegriffe entsprechen jenen in HILTERMANN (1966: 489). (I) = limnisch; (II) = meist limnisch, z.T. oligohalin; (III) = oligohalin, z.T. limnisch; (IV) oben = oligohalin, unten = bis schwach miohalin, z.T. oligohalin; (V) = wie (VII), vielleicht etwas weniger halin; (VII) = miohalin (höchstens mesohalin) mit oligohalinen Lagen; (VI) = fluviatil; (VIII) = limnisch, nordwärts oligohalin, dann in (VII) übergehend. Weil die Flußsande (VI) in Suevicus-Schichten (VIII) und diese dann in mio- bis oligohaline Schichten (VII) übergehen, muß die mit Brackwasser erfüllte Graupensandrinne schon bestanden haben, ehe der Fluß (VI) über Festland von Süden eingemündet ist und zunächst die Sumpflandschaft der Suevicus-Schichten (VIII) gebildet hat. Die von mehreren Autoren vertretene Auffassung einer fortschreitenden Verminderung des Brackwassergehalts in der Rinne (VI bis I) wird bestätigt.

#### B.V.3. Weitere Aussagen STRALICH'S

STRALICH berichtet (1973: 95-97 im Kapitel „Kirchberger Schichten“ über Vorkommen in der Graupensandrinne und der Vorlandmolasse sowie deren Bearbeiter (so auch: 253). Nach KRANZ (1904: 24 [529]) würden die Kirchberger Schichten der Typuslokalität auch die Silvana-Schichten umfassen. „Die brackischen Kirchberger Schichten entwickeln sich aus den fluviatil-ästuarinen Grimmelfinger Schichten, worauf sowohl die Petrofazies als auch die zahlreichen Viviparen hinweisen.“ „Wahrscheinlich gehen die ‚Zwischensande‘ KIEDERLINS (1931, S. 309) seitlich in den Viviparenhorizont des Typusprofils über.“ Die Fauna des Cardien-Congerienhorizontes „deutet eine grössere Ausdehnung des Gewässerareals an. Das Ästuar muß sich zu einer größeren Bucht erweitert haben.“ Ein relativ rascher Brackwassereinbruch wird „im ersten [Viviparen-] oder wahrscheinlicher zweiten [Cardien-Congerien-] Horizont mit brachyhalinem Charakter am stärksten spürbar. Im Congerienhorizont fehlt *Rzehakia* allerdings bereits ..., nicht wegen geänderter salinärer Bedingungen, sondern weil sie wegen der festeren mergeligen Böden keine günstigen Lebensbedingungen vorfand. Erst mit Ende der Sedimentation des fünften Horizontes [Bithynienhorizontes], in dem noch *Nematurella zilchi* nachweisbar ist, ist die Aussüßung, die besonders im dritten und vierten Horizont gut verfolgbar ist, abgeschlossen.“ „Seitliche Verzahnungen und das Auftreten von *Cerastoderma* lassen einen ununterbrochenen Kontakt zum Ottangien vermuten.“ Im Bereich der Typuslokalität dürften „Die hangenden völlig ausgesüßten Schichten der Oberen Süßwassermolasse ... der Karpatien-Stufe äquivalent einzugliedern sein. Insgesamt vertreten somit die Kirchberger Schichten – zumindest an der Typuslokalität – einen sehr kleinen Zeitabschnitt und dürfen altersmäßig höchstens den obersten Teilen der ostniederbayerischen *Oncopora*-Schichten entsprechen“ (: 255).

Diskussion: Die Grimmelfinger Schichten (Graupensande) sind keine „fluviatil-ästuarinen“ Bildungen, sondern durchwegs Ablagerungen des Graupensandflusses. Aus ihnen entwickeln sich auch nicht die brackischen Kirchberger Schichten. Über den Grimmelfinger Schichten liegt eine Schichtlücke (ZOBELHIN 1985: Tab. 1, 5. Profil). Die Graupensande unterscheiden sich

von der Flußdeltabildung bei Kirchberg (SCHLICKUM's Horizont a, STRAUCH's Horizont 1; unser Kap. B.II.1.) sowohl durch die Petrofazies wie dadurch, daß die Grimmelfinger Schichten keine oder fast keine autochthone Fossilien, das Flußdelta aber massenhaft Viviparen führt. Diese sind laut WENZ (1939: 489) wie die sie begleitenden Unionen genuine Süßwasserbewohner. KIDERLEN's „Zwischensande“ (1931: 309, 316; unsere S. 53) liegen über seinen *Suevicus*-Sanden und zählen zudem zu seiner „Sandigen Muschelagglomeratstufe“ mit Congerien- und Cardien. Das schließt einen Übergang des Viviparenhorizontes in die Zwischensande aus. Das Ästuar erweitert sich um das Areal des Flußdeltas und zwar bis zu den Rändern der Graupensandrinne, als diese vollständig unter Meeresniveau abgesunken und mit vollbrackischem Wasser erfüllt war. Ausweislich der Süßwasser bewohnenden Viviparen und der Unionen war während des „ersten Horizontes“ der Salzgehalt des Ablagerungsmilieus viel geringer als während des zweiten und dritten Horizontes<sup>16)</sup>. Sporadische Unionen im dritten Horizont, den Congerien-Schichten, sprechen gegen einen „brachyhalinen Charakter.“ Nach HILTERMANN (1966: 489) hat „brachyhalines Meerwasser, marin-brackisch“ 18–30‰ Gesamt-salzgehalt, der meines Erachtens nur in Randgebieten von Paratethys und Tethys, nicht aber im Inneren der brackischen Paratethys erreicht wurde. *Rzehakia* (früher *Oncophora*) *partschi* kommt sporadisch in den *Suevicus*- wie in den Cardien-Schichten zusammen mit Unionen vor, die im allgemeinen nicht über 3‰ Salzgehalt gehen. SCHLICKUM gibt (1964: 46–47) für die brackisch-limnischen Unionsande der OBRM Niederbayerns mit *Rzehakia guembeli* einen Salzgehalt von „nicht mehr weit über 3‰ an. Nach ČTYROKY (1968: 267, 268) kann *Rzehakia* im Brachyhalin bis zur Untergrenze des Oligohalin (30–18 bis 0,5‰ Salzgehalt) vorkommen. Übrigens weisen die Congerien-Schichten nicht nur „festere mergelige Böden“, sondern auch fossilreiche „Thon-Mergel- und Sandschichten“ auf (KRANZ: 530, vgl. 486, 492, 493). Den fünften Horizont, die Bithynien-Schichten, erklärt SCHLICKUM (1974: 524) als „Brackwasserbildung“, was durch ein letztmaliges, aber massenhaftes Erscheinen von *Hydrobia semiconvexa* (SCHLICKUM's *Nematurella zilchi*) bestätigt wird (unsere Tab. 3). Der „ununterbrochene Kontakt zum Ottngangien“ kann weder durch „seitliche Verzahnungen“ noch durch das „Auftreten von *Cerastoderma*“ begründet werden, da Verzahnung nur zwischen den *Suevicus*- und den Cardien-Schichten vorliegt und *Cerastoderma* profilaufwärts nur bis in die Congerien-Schichten geht (Tab. 3). Übrigens steht dieser „ununterbrochene Kontakt“ im Widerspruch zur Aussage von STRAUCH und SCHLICKUM (s. Kap. E. I. i.), daß ein abgeschlossenes Becken vorlag. Zu seiner obigen Bemerkung schreibt STRAUCH (1971: 587): „Alleine der Bereich des Kirchberger Beckens stand – aufgrund der petrofaziellen Entwicklung, des wiederholten Einflusses mariner, nicht abgewandelter Elemente ... – noch längere Zeit ... mit nahezu normaler Salinität im Raum der Schweizer Molasse über wechselnd breite Straßen mit dem offenen Meer in Verbindung.“ Dazu ist zu sagen: Das Kirchberger Becken stand nie mit dem offenen Meer in Verbindung und wies nie „normale“, sondern Brackwassersalinität auf. „Marine“ Faunenelemente kommen nur in den Cardien- und Congerien-Schichten vor; die betreffenden Gattungen gehen auch in Brackwasser<sup>17)</sup>. Sie kamen auch nicht aus dem Raum der Schweizer Molasse, sondern aus der brackischen Paratethys von Osten her (ZOBELIN 1985: 209, 234). Mit STRAUCH's (: 255) zutreffender Einstufung der Silvana-Schichten in das Karpat bleibt die OBRM im obersten Ottngang. Siehe dazu wie zum Altersverhältnis Kirchberger Schichten/Oncophora-Schichten unsere Kap. F und G.

16) Dagegen setzen in KRANZ' Profilen der Kirchberger Schichten von Günzburg (: 536) und vom westlichen Hochsträß (: 539) die vollbrackischen Cardien-Schichten unmittelbar über den Grimmelfinger Graupensanden ein.

17) Ebenso geht die „eingedriftete *Bankia vel Teredo*“, die als „marine Art“ die „offene Verbindung zum Meer belegen“ soll (SCHLICKUM 1964: 34, 48, 51; SCHLICKUM & STRAUCH 1968: 377), in schwach brackisches Wasser.

STRAUCH's Register (1973: 254-255) mit 29 Molluskenarten beruht auf SCHLICKUM's Artenübersicht (1963: 2, 8), jedoch mit folgenden Änderungen: Die in unserer Tab. 3 unter den Nummern 29, 38, 39 und 40 genannten Arten führt STRAUCH wie dort nach der neueren Nomenklatur auf. Weiteres (in STRAUCH's Artenfolge): Zu den Nematurellen, hier *N. scholli* und *N. zilchii* s. Kap. B.V.2.c., „*Nematurella connexula*“ (lies *N. convexula*) haben SCHLICKUM & STRAUCH (1968) aus den Kirchberger Schichten des Jungholz bei Leipheim aufgestellt. Zu *Cingula conoidea* s. unsere Tab. 3 Nr. 9; zu *Margaritana flabellata flabellata* Nr. 31; zu *Anodonta splendens anatinoides* Nr. 34. Die von SCHLICKUM den Kirchberger Typusschichten zugeschriebenen, aber von Hüttsheim stammenden Arten erwähnt STRAUCH nicht mehr. Über die Verteilung der von KRANZ und SCHLICKUM genannten Mollusken auf die einzelnen „Schichten“ bzw. „Horizonte“ in STRAUCH's Fossiliste siehe unsere Tab. 3.

#### B.V.4. Weitere Aussagen REICHENBACHER's

##### B.V.4.a. Allgemeines

Zu REICHENBACHER's Bearbeitung der Kirchberger Schichten (1989) siehe unsere S. 54. Die unter dem Titel „Typuslokalität Illerkirchberg“ aufgeführten Mollusken und Fische stammen aus 5 örtlich verschiedenen Vorkommen. „Ziel der Untersuchung war eine paläontologische Überarbeitung und Neugliederung der Kirchberger Schichten durch die Erfassung des gesamten Fossilinhalts, insbesondere der Mikrofauna und -flora“ (: 136). Bearbeitet wurden Gastropoden, Muscheln, Ostracoden, Fische (REICHENBACHER 1989: 144-145; 1988), Charophyten (SCHWARZ & REICHENBACHER 1989) und einige Pflanzentaxa (1989: 145). Die biostratigraphische Gliederung der Kirchberger Typusschichten ergab sich laut REICHENBACHER (: 135) aus ihrer Lithologie und ihrem Fossilgehalt. Die von der Autorin „aufgrund von Fisch- und Gastropoden-Gemeinschaften“ erstellte Tabelle (unsere Tab. 4) zeigt als Horizont 4 auch Bivalven und in Horizont 5 eine Charophyten-Art.

##### B.V.4.b. Schichtgliederung (Tab. 4) und Bemerkungen

Falls man die Schichtglieder 1 bis 8 als „Horizonte“ bezeichnet, wären deren Unterabteilungen sozusagen Unterhorizonte, was definitionsgemäß noch weniger als der Begriff „Horizonte“ haltbar ist.

Zu Nr. 1s (: 143 ff.). Der „Flußsand-1-H.“ ist bis 8 m mächtig und „fossilfrei“ (REICHENBACHER 1989: 146 ff.). Er entspricht dem mindestens 7 m mächtigen, „leeren“ KRANZ'schen Flußsand Nr. 19 (: 530). Daher gehören die brackischen Mollusken, auch Dupletten etc., die REICHENBACHER in den oberen 100 bis 150 cm fand, wie die tiefsten Schichten ESER's (1848: 266-267) und SANDBERGER's (1874: 554) bereits zu deren Paludinen- bzw. Melantho-Schichten und zu REICHENBACHER's „Viviparen-Horizont“ 1n (KRANZ Nrn. 20 und 21), unseren Suevicus-Schichten. Das in obiger Tab. 4 nicht mehr erfaßte Liegende sind der Paludinen-Sandstein (KRANZ Nrn. 22 und 23) der Grimmelfinger Schichten.

Zu Nr. 2a/2b (: 147 ff.) Cardien- und Congerien-Schichten sind (opp. SCHLICKUM und STRAUCH; unsere S. 54) auch nach REICHENBACHER selbständige Einheiten, wiewohl die Autorin (: 147) den Horizont 2a als „lokale Sonderfazies“ von 2b auffaßt. 2a und 2b sollten aber zufolge ihrer durchlaufenden stratigraphischen Lage und ihrer unterschiedlichen Molluskenverteilung (unsere Tab. 3) als selbständige Einheiten und nicht als Teile eines „Horizont 2“ aufgeführt werden. KRANZ unterteilt (: 530) seine Nr. 20, „Cardien-Schichten“, in 4 Untereinheiten (α-δ) mit teils unterschiedlicher Fossilführung. REICHENBACHER's Entsprechung, der „Horizont 2a“, stellt demnach keinen Horizont, sondern einen Schichtkomplex dar. Weil auch Mollusken zur Schichtgliederung herangezogen wurden, wäre es angemessener gewesen,

Tabelle 4: Parallelisierung der alten Gliederung der Kirchberger Schichten mit den neu aufgestellten Horizonten 1 bis 8 (Kopie von REICHENBACHER: 140, Tab. 2)  
 (1) - Einteilung des Miozäns, (2) - Stufen der Paratethys, (3) - Lithofazielle Schichtglieder der Molasse, (4) - Biostratigraphische Gliederung aufgrund von Fisch- und Gastropoden-Gemeinschaften, (5) - Schichtnummern des Gesamtprofils der Kirchberger Schichten nach KRANZ (1904), (6) - Bisherige Gliederung der Kirchberger Schichten nach KRANZ (1904) und SCHLICKUM (1963).

①	②	③	④	⑤	⑥	
Unter - Miozän	Karpat - Baden	OSM	Gelbe Feinsande	1	Zapfen-, Pfah- und Dinotheriensande mit Tonschichten	
			Graue Schluffe mit Tonschichten	2		
				3		
	Ottomány	BWM (Kirchberger Schichten)	8	Aphanis-/Gabiiden - H.	4 5Aob Teil	Silvana - Schichten
			7	Flußsand - 2 - H.	5Aunt Teil 5B ob. Teil	
			6	Bithynien -/ Gabiis pretiosus -/ Dapalis crossirostris - H.	5Bunt Teil	Bithynien - Schichten
			5	Bithynien -/ Stephanachara ungeri - H.	6 7 8	
					9 10	
			4	Unio -/Anodonta - H.	11 12 13	Nematurellen - Schichten
			3c	Dapalis curvirostris - H.	14	Fisch - Schichten
			3b	steriler H.	15	
			3a	Clupea humilis - H.	16 17	
			2b	Congerien - H.	18	Congerien - Schichten
2a	Sporiden - H.	20	Cardien - Schichten			
1s/1n	(1s=Flußsand - 1 - H., 1n=Viviparen - H.)	19/21	Flußsonde/Viviparen - Schichten			

Cardien und Congerien bei der Namensgebung beizubehalten, statt bei 2a ein Fisch-Taxon einzuführen.

Zu Nr. 3 (3a, 3b, 3c, :148 ff.): KRANZ verzeichnet in jedem Profil seiner „Fischschichten“ (Nrn. 14-17) (außer in D 1 Nr. 15) Fische oder Fischreste (s. unsere Tab. 3), wodurch seine Benennung gerechtfertigt ist. Er beschreibt Nr. 14, soweit eigens ausgeschieden, als Ton bzw. Mergel mit Pflanzen- und Fischresten, teils auch Mollusken, und zwar in den Profilen A (: 484), D (: 493), D1 (: 495) und G (: 499). Nr. 15 ist, soweit gesondert aufgeführt, in A gelber Kalkstein mit Fischresten und Mollusken, in C hellgrauer Mergel, in D hellgrauer Steinmergel, desgleichen in D 1 mit *Hydrobia semiconvexa* und in G blaugrauer, toniger Kalkstein mit Fisch- und Pflanzenresten. Als Nrn. 16/17 werden genannt Tone, teils dunkel- oder grünlich-grau, mit Fisch- und Pflanzenresten in D, D 1 und G, in D 1 mit „Unio“. Vergleichbar sind die Fischschichten von O. FRAAS (unsere Tab. 1: 50) Nrn. 7, 8, 9 und die Schichten von KRANZ/ Horizonte von REICHENBACHER 14/3c, 15/3b und 16 + 17/3a. Nun unterteilt KRANZ aber Nr. 14 in Profil C in 4 Lagen (: 492), in D in 3 Lagen (: 493) und in D 1 in 5 Lagen (: 495). Daraus geht hervor, daß REICHENBACHER's „Horizont 3 c“ kein Horizont, sondern ein zusammengesetztes Gebilde ist, wie auch der „Horizont 3a“ aus den KRANZ'schen Schichten 16 und 17 besteht. - Zur Verteilung der Fische und „Fischschichten“ siehe Kap. B.V.4.c.

Zu Nr. 4 (: 150 ff.). In der in REICHENBACHER's Tabelle (= unsere Tab. 4) mit ihrer Nr. 4 korrelierten Teil 11-13 der KRANZ'schen Hydrobien-Schichten kommen (s. unsere Tab. 3)

7 mal in 6 Schichten *Unio/Anodonta* vor, in KRANZ' Bithynien-Schichten (Nrn. 5B–8) 11 mal in 13 Schichten und zwar in jeder Schicht außer A 5 und C 8. Der *Unio/Anodonta*-Horizont ist demnach durch die beiden Fossilien nicht besonders herausgehoben. Dagegen zeichnen sich KRANZ' Hydrobien-Schichten (Nrn. 9–13, besonders 11–13) gegenüber allen anderen Schichtkomplexen dadurch aus, daß Hydrobien dort, wo sie vorkommen, meist häufig bis massenhaft auftreten. Es erscheint auch nicht zweckmäßig, diesen dadurch erwiesenen brackischen Schichtkomplex nach den genuinen Süßwassermuscheln *Unio* und *Anodonta* zu benennen, auch wenn sie schwach brackisches Wasser vertragen. Die KRANZ'schen Schichten 11–13 können nicht zu einem „Horizont“ zusammengefaßt werden. Die Autorin bezeichnet bei Nr. 4 in ihrer Tabelle 3 (: 144, Vorkommen und Häufigkeit der Fossilien) abweichend von unserer Tab. 3 keine „Nematurellen“ (= unsere Hydrobien) ein.

Zu Nr. 5 (: 152 ff.) Diesem „Horizont 5“ werden [als 2 Unterhorizonte] 2 Lagen der KRANZ'schen Hydrobien-Schichten (Nrn. 9+10) und 3 Lagen von dessen Bithynien-Schichten (Nrn. 6–8) zugeteilt. Der „Horizont 5“ ist „durch die erstmals häufigen Bithynien-Deckel gegen die liegenden Horizonte sehr gut abgegrenzt.“ „Kennzeichnend ist die Vergesellschaftung der Deckel mit den ausschließlich in Horizont 5 verbreiteten, gleichfalls nur im basalen Bereich zahlreichen Charophyten-Arten *Stephanochara ungeri* und *Nitellopsis? procera* ...“.

Diskussion: Bezüglich des „Horizonts 5“ und seiner beiden Unterhorizonte gelten die schon beiden vorangehenden „Horizonten“ erhobenen generellen Einwände. Gegen die Abtrennung der Nrn. 9+10 von KRANZ' Hydrobien-Schichten spricht das (mit Ausnahme in Profil B' 6) letztmals teils massenhafte Vorkommen von Hydrobien (s. unsere Tab. 3). In den von den KRANZ'schen Bithynien-Schichten abgetrennten Nrn. 8–6 kommen Bithynien so häufig wie im „Horizont 6“ vor, hier nach REICHNBACHER (: 144 Tab. 3) sogar häufiger. Deshalb erscheint es (opp. KRANZ) nicht angebracht, das Schichtpaket der Bithynien-Schichten zufolge von Begleitfossilien auf die „Horizonte“ 5 und 6 aufzuteilen. „Die Mergelbank in Form eines ‚Steinmergels‘ im oberen Teil der Abfolge“ und einigen gleichartigen, den Horizont 5 lithologisch abschließenden „Steinmergel“ (REICHNBACHER: 152) habe ich (: 59) als meist „heller Steinmergel“ und als „heller Kalkstein“ darüber wie KRANZ (Nrn. 7 und 8) im Paket der Bithynien-Schichten genannt.

Zu Nr. 6 (: 153 ff.). Zunächst zu REICHNBACHER's Korrelierung von KRANZ' Bithynien-Schichten und ihren Horizonten: In KRANZ' zusammenfassendem Profil (: 529) sind die Bithynien-Schichten mit 5B–8 beziffert. Davon entsprechen (s. unsere Tab. 3) die Nrn. 6–8 REICHNBACHER's Horizont Nr. 5. (Die Nrn. 6–8 betrachtet die Autorin gemäß dem Folgenden als KRANZ' untere Bithynien-Schichten.) Nr. 5B teilt die Autorin in 2 Teile auf: Der „5B unt. Teil“, den sie (: 153) als „mittleren Teil“ von KRANZ' Bithynien-Schichten bezeichnet, entspricht ihrem Horizont 6; „5B ob. Teil“ ihrem Horizont 7 (der also ihr zufolge den oberen Teil von KRANZ' Bithynien-Schichten darstellt). Die namentliche Unterteilung des Horizonts Nr. 6 in einem basalen, mittleren und oberen Abschnitt erfolgt nach Lithologie und Fossilführung (: 153 ff.).

Diskussion: Unter den bei Nr. 6 aufgeführten Mollusken fehlen in den Bithynien-Schichten bei KRANZ (unsere Tab. 3) und SCHLICKUM (1963: 8, e) *Melanopsis impressa* und *Theodoxus cyrtocelis*, die KRANZ nur im Petrefaktenverzeichnis (: 550) für eine Serie von Fundorten nennt. *Nematurella zilebi* fand SCHLICKUM nur in b.), dem Congerien- und Cardienhorizont und in c), dem Fischhorizont; die Vorkommen in d), Nematurellenhorizont und e), Bithynienhorizont beruhen auf Umdeutungen von KRANZ' *Hydrobia semiconvexa*. *Nematurella bavaria* (ohne „cf.“) erwähnt SCHLICKUM (1960: 210; 1961: 57) nur von Günzburg.

Zu Nr. 7 (: 155 ff.). Der „Flußsand-2-H.“ besteht aus „5B ob. Teil“, demnach aus KRANZ'schen oberen Bithynien-Schichten und darüber aus „5A unt. Teil“, also aus dessen tiefen Silvana-Schichten. Die feinkörnige, etwa 6 m mächtige „Flußsandlinse (Flußsand-2)“ ist karbonat- und

fossilfrei. Die „südlich und nördlich lateral an die Sandlinie angrenzende Fazies“ ist nachgewiesen zwischen 230 und 340 cm mächtig und besteht aus Ton, Mergelton, Tonmergel, Schluff und Feinsand. „Der Karbonatgehalt der Mergel beträgt zwischen 15 und 35%“. In der lateralen Fazies kommen laut REICHENBACHER „die schon aus Horizont 6 bekannten Süßwassergastropoden *Stagnicola armaniensis* [vorher nur von Jungholz bei Leipheim bekannt, SCHLICKUM 1966: 325; s. auch REICHENBACHER 1989: 144 Tab. 3], *Planorbarius cornu*, *Bithynia dunkeri* und *Radix socialis dilatata* vor“, dazu Reste von *Unio/Anodonta*. Ein Übergang von der Flußsandlinie zum Liegenden oder Hangenden konnte nicht aufgegraben werden (: 155).

Diskussion: Ein Übergang ist in Anbetracht des in einer Erosionsrinne abgesetzten Flußsand- des auch nicht zu erwarten. KRANZ zeichnet (unsere Abb. 2) und beschreibt (: 486-487) die Schichtfolge mit der bis 6,40 mächtigen Sandlinie (VII a) seines Profils A. Der anzunehmende, von SW nach NE geflossene Fluß hat die Bithynien-Schichten scharf abgeschnitten und sie teils bis auf einen schwächtigen Rest von Schicht VIII erodiert. Über dem abgelagerten Flußsand ging die limnische Sedimentation mit den tieferen Silvana-Schichten (Va, am rechten Bildrand) weiter. KRANZ nennt daraus (modernisiert) *Radix socialis dilatata*, *Planorbarius cornu* und *Unio*, darüber aus mergeligem Ton *Bithynia dunkeri*, *Radix socialis dilatata*, *Cepaea silvana*, *Unio* und zahlreiche Schalenreste. REICHENBACHER schreibt (1989: 162): „Die nördlich und südlich lateral an den Flußsand-2 angrenzenden, tonig-schluffigen Ablagerungen bezeugen aufgrund ihrer petrographischen Beschaffenheit einen genetischen Zusammenhang mit der Flußsand-2-Ablagerung.“ Nun ist der Fluß- „Sand“ aber karbonat- und fossilfrei, während die lateralen „Mergel“ 15–35% Kalk und limnische (bis schwach brackische) Fossilien führen. Auch hat der Fluß mit seiner Sandfüllung die Bithynien-Schichten scharf abgeschnitten. Und schließlich gehört der obere Teil von REICHENBACHER's „Flußsand-2-Horizont“ („5a unt. Teil“) zu KRANZ' Silvana-Schichten (Va, s. Abb. 2). Diese Gesichtspunkte werfen die Frage nach Art und Stellung der „lateralen Fazies“ und der zutreffenden Benennung des „Flußsand-2-Horizonts“ auf.

Zu Nr. 8 (: 156 ff.). Die Autorin grenzt Horizont 8 von Horizont 7 aufgrund von Fisch-Otolithen ab und stellt auch KRANZ' Schicht 4 der Silvana-Schichten zu ihrem Horizont 8. An Mollusken kommt zu *Bithynia dunkeri* die aus Horizont 7 bekannte Vergesellschaftung hinzu, dazu sehr selten *Cepaea silvana silvana*. Die Autorin kommt zum Schluß (: 163): „Anhand der vorliegenden Ergebnisse kann eine sicher zutreffende Aussage zur Fazies des Horizontes 8 nicht gewagt werden. Es sollte noch erwähnt werden, daß KRANZ (1904) für seine diesem Horizont etwa entsprechenden Silvana-Schichten einen schwach brackischen Einfluß postuliert, die Schicht hingegen von allen folgenden Bearbeitern als ausgesüßte Fazies in die Obere Süßwassermolasse gestellt wird (vgl. ZOBELIN 1985).“ Entsprechend schließt auf REICHENBACHER's Tabelle (unsere Tab. 4) der Horizont 8 die „BMW (Kirchberger Schichten)“ ab.

Diskussion: Die Fische erlauben laut REICHENBACHER keine gesicherte Zuteilung des Horizontes 8 zu den Kirchberger Schichten. Die Mollusken der Silvana-Schichten (s. unsere Tab. 3) sind genuin limnisch; brackische Hinweise fehlen. Wo KRANZ „(1904)“ die Silvana-Schichten oder einen Teil davon als „brackisch“ bezeichnet hätte, konnte ich mangels Seitenzitat nicht überprüfen<sup>18)</sup>. In den hier (: 50) zitierten Bekundungen hat er sie als Süßwasserbildung zur OSM gestellt. Aus jenem Teil der Silvana-Schichten, die die Autorin in ihrer Tabelle als Horizont 7, „5a unt.“ bezeichnet, melden u. a. SANDBERGER (1874: 362, 363, 565) und KRANZ (1904: 486) *Cepaea silvana* etc.. Diese und die folgenden Autoren sowie nun auch ZOBELIN betrachten die Silvana-Schichten als Beginn der OSM. In KRANZ' Profil C (: 490) bestehen die klar abgerundeten Silvana-Schichten aus Schicht 4 sowie aus 5 Lagen (a-e) der

18) KRANZ hat die gesamte Schichtfolge an der Iller als „Kirchberger Schichten“ bezeichnet (unsere S. 50), was REICHENBACHER vielleicht zu obiger Aussage veranlaßt hat.

Schicht 5, wovon die unterste schon *Cepaea silvana* führt. Es erscheint nicht gerechtfertigt, dieses Schichtpaket auf zwei verschieden benannte „Horizonte“ aufzuteilen.

#### B.V.4.c. Zur Verteilung der Fische und „Fischschichten“ im Illerprofil

In neuerer Zeit unterscheidet MARTINI (1983: 14; unsere S. 54) bei KRANZ (1904) reichlich Fische bzw. deren Reste in dessen Cardien-Schichten (Nr. 20), „Dreissenen“- (= Congerien-) Schichten (Nr. 18) und in den Fisch-Schichten (Nrn. 14–17). REICHENBACHER (1988: 31 ff.) stellt Ähnlichkeiten, teils auch Abweichungen in den Fischfaunen von Illerkirchberg, Ivančice (Eibenschütz) und Langenau fest, die sie alle dem Ottwang zuteilt. Abweichend von KRANZ und MARTINI stellt sie (: 32–33) ESER's Fischfunde bei Unterkirchberg (1848: 266) nur in die KRANZ'schen Fisch-Schichten, nämlich vor allem in ihren Horizont 3a und daneben 3c. Häufig bis sehr häufig erscheinen Fische oder deren Reste in ihrem Horizont 6 (: 33, 34 Tab. 2, 35) (den höheren Bithynien-Schichten von KRANZ). ESER's Profil von Unterkirchberg (1848: 266–267) geben SANDBERGER (1874: 553–554) und KRANZ (1904: 500) mit eigenen Schicht-Nrn. wieder. ESER's Profil von Oberkirchberg (1848: 267) bringt niemand außer KRANZ (1904: 501):

Tab. 5. Numerierung der Fischschichten bei ESER, SANDBERGER und KRANZ

Unterkirchberg			Oberkirchberg		
ESER	SDB.	KRANZ	ESER		KRANZ
1	1	8/9			
2	2	10			
3	3	11			
4	4	12			
5	5	13-15			
6a	6	16	1	Obere Fischschichte Unt. Fischschichte	14/15 ‚Obere Fischsch.‘ 16/17 ‚Untere Fischsch.‘
6b	7	17			
6c	8	18			
6d	9	20 ‚Unt. Fischsch.‘	2		18 $\alpha$
			3		18 $\beta$
			4		20 $\alpha$
			5		20 $\beta$
7	10	21	6		21

ESER nennt von Unterkirchberg in den Nrn. 5, 6a und 6b Fischgräten, Fischschuppen und Kiemendeckel, desgleichen SANDBERGER in den Nrn. 5–7 und KRANZ (: 500) in den Nrn. 13–15, 16 und 17. ESER führt in Nr. 6c meist nach H. v. MEYER 7 Arten von Fischen an, desgleichen SANDBERGER in Nr. 8 und KRANZ in Nr. 18. In Nr. 6d nennt ESER, SANDBERGER in Nr. 9 und KRANZ in Nr. 20 *Clupea ventricosa* und *Smerdis minutus*. Das Liegende von 6d und seinen Entsprechungen mit den „vielen Cardien“ (= Cardien-Schichten) sind die *Suevicus*-Schichten (bei Unterkirchberg die Nrn. 7 bzw. 10 und 21, bei Oberkirchberg die Nrn. 6 bzw. 21). KRANZ gibt in seinem zusammenfassenden Profil (: 530) fast keine Ortsangaben. Hier stehen (abweichend von den obigen Zuordnungen) bei den Fisch-Schichten Nr. 14–17 acht Fisch-Gattungen, dabei 5 Gattungen aus ESER's Unterkirchberg Nr. 6c. Bei Nr. 18, den „Dreissenenschichten“ (ESER's 6c) bemerkt KRANZ nach Aufzählung der Mollusken nur: „bei Unterkirchberg ausserdem

Fische“. Bei Nr. 20 $\alpha$  erwähnt er südlich Oberkirchberg Fischreste, bei 20 $\beta$  bei Unterkirchberg *Clupea* und *Smerdis* (siehe oben). Bei Oberkirchberg gibt ESER im „Fischlager“ nur Fischschuppen und Gräten, KRANZ (: 501) nur Fischreste an.

Nach ENGEL (1896: 388; 1908: 536) folgt von Kirchbergilleraufwärts über den Paludinsanden die „Untere Fischschicht“. In der Nähe der Brücke von Oberkirchberg „kommen wieder blaue Thone, der Hauptplatz für Grabungen auf Heringe ... (zweite oder obere Fischschicht)“ (1896: 389; 1908: 536; [KRANZ Nrn. 14/15, 16/17]. ENGEL hat bereits vorher (1896: 388; 1908: 529) auf „die berühmten Fischschiefer mit den zahlreichen Exemplaren von Heringen (*Clupea*)“ hingewiesen, die über den „Dreissenenschichten“ zwischen Ober- und Unterkirchberg und „übrigens ganz ähnlich auch schon tiefer (Unterkirchberg) vorkommen.“ Im Profil für das „mittlere Miocän“ faßt ENGEL (1896: 390) seine Befunde zusammen. Er nennt „Fischschichten (untere) bläuliche Thone“ zwischen den Sanden des Illerbetts und dem „Paludinsandstein von Kirchberg“ sowie „Fischschichten (obere) von Kirchberg, bläuliche Thone“ über den Dreissenenbänken. O. FRAAS (unsere Tab. 1: 50) erwähnt in seinem Illerprofil Fische aus Schicht 7 und 9 [= KRANZ Nrn. 14 und 16/17]. REICHENBACHER bringt (1988: 5 ff., 34 Tab. 2) Fischarten von Kirchberg, weitere Arten sowie Synonyma nach neuer Systematik und Nomenklatur.

Folgerungen: Aus KRANZ (unsere Tab. 3) geht hervor, daß Fischreste in allen „Schichten“ des Illerprofils außer in D 1 Nr. 15 vorkommen. Häufungen von Fischen treten zufolge obiger Autoren in den Cardien- und Congerien-Schichten, dazu in den zweigeteilten Fischschichten auf. KRANZ hat sie aus ESER und ENGEL übernommen. Wahrscheinlich liegen sie bei Ober- und Unterkirchberg vor, da die Schichten laut unserer Abb. 1 (: 52) durchlaufen. Entsprechende Häufungen sind auch aus REICHENBACHER's Tabelle (1988: 34) zu ersehen. Ihre Einwände gegen die Aussagen von KRANZ und MARTINI erscheinen daher nicht haltbar.

B.V.4.d. Zu REICHENBACHER's Tab. 3 (1989: 144–145): Vorkommen und Häufigkeit der Makro- und Mikrofossilien in den Horizonten 1 bis 8 der „Kirchberger Schichten...“ etc.

Die Autorin hat (: 136) die Fossilien in den Kirchberger Schichten und in ihrer „OSM“ (über dem Horizont 8) an der Iller bei Steinberg, Staig und Hüttisheim zusammengefaßt (s. unsere Abb. 1), dazu einige Stücke von Jungholz bei Leipheim in ihrer Tab. 3 (: 144) aufgeführt, so daß abweichend vom Titel ihrer Publikation der Fossilbestand an der Typuslokalität nicht offenkundig wird<sup>19)</sup>. An Gastropoden stehen in REICHENBACHER's Tab. 3 (ohne die Landschnecken) 16 Taxa (14 genannte Arten) den 21 Gastropoden-Taxa in unserer Tab. 3 (Nrn. 1–16, 35–39) mit 16 genannten Arten gegenüber. 10 benannte Arten kommen in beiden Registern vor (unsere Tab. 3: Nrn. 1, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 36, 40). Aus ihrer Tab. 3 fehlen in unserer Tab. 3 *Nematurella* cf. *bavarica*, die bisher als *Hydrobia bavarica* (SANDBERGER 1874: 576) bzw. als *Nematurella bavarica* (SCHLICKUM 1960: 219; 1961: 57) von Günzburg bekannt war; *Nematurella convexula* war bisher von Jungholz bei Leipheim bekannt (SCHLICKUM & STRAUCH 1968); desgleichen von dort *Stagnicola armaniacensis* (SCHLICKUM 1966: 325); *Gyraulus trochiformis dealbatus* und *Leucochroopsis francofurtana* (letztere s. SCHLICKUM 1964: 19, 51 aus den Oncophora-Schichten), die KRANZ (Petrefactenverzeichnis) und SCHLICKUM (1963: 2, 8) auch nicht nennen. Zu „*Ferrissia wittmanni*“ = *Ancylus wittmanni* s. unsere Tab. 3, Bemerkungen zu Nrn. 16, 40. Statt Hydrobien führt die Autorin, SCHLICKUM folgend, nur Nematurellen auf (s. Kap. B.V.2.c.). Die Lamellibrachiaten sind in REICHENBACHER's Tab. 3 mit 9 Taxa (8 genannte Arten) vertreten, denen der marine Grabfüßler *Dentalium* beigelegt ist, den KRANZ und SCHLICKUM nicht erwähnen. Demgegenüber weist unsere Tab. 3 19 Taxa (15 genannte

19) In KRANZ' Petrefactenverzeichnis (: 549–551, Spalte 1) findet sich eine ähnliche Zusammenfassung, doch mit Schnürpflingen (3,6 km ESE Hüttisheim) statt Steinberg.

Arten) auf. Alle Lamellibranchiaten-Taxa REICHENBACHER's sind auch in unserer Tab. 3 zu finden. Ostracoden wurden in unserer Tab. 3 nicht aufgeführt. REICHENBACHER nennt in ihrer Tab. 3 8 Taxa (6 benannte Arten), STRAUB (1952: 454–459, Taf. 4) 13 Taxa (10 benannte Arten) aus den Kirchberger Schichten an der Iller<sup>20)</sup>. Hiervon kommen 3 Arten (eine mit Gattungsänderung) und 3 Synonyma bei SCHWARZ & REICHENBACHER vor. *Heterocypris* sp. der beiden Autoren nennt STRAUB nicht, zusätzlich aber *Cypria ophthalmica*, *Cyprinotus* cf. *francofurti* und *Darwinula cylindrica*<sup>21)</sup>. Die Charophyten-Flora der Kirchberger Typus-schichten haben SCHWARZ & REICHENBACHER (1989) neu bearbeitet. Ihr Register (: 187 Tab. 1; s. REICHENBACHER 1989: 145 Tab. 3) weist aus den Horizonten 1–8 11 Taxa (10 genannte Arten) auf, dazu *Hornchara lagenalis* nur aus der „OSM“. STRAUB beschreibt (1952: 466 f.) und registriert (Taf. 4) aus „Kirchberger Schichten“ 7 Taxa von Iller und *Tolypella parvula?* (: 472) von Blienshofen (: 460, N.P. 33,6) und Schwörz Kirch (: 461, N.P. 34,1, 34,2, s. Probenverzeichnis: 511). SCHWARZ & REICHENBACHER führen aus STRAUB *Chara molassica* und *Hornchara lagenalis* (letztere aus der OSM) an, dazu weitere 4 nomenklatorisch geänderte Arten. Die Fischfauna der Kirchberger Schichten an der Typuslokalität umfaßt bei REICHENBACHER (1988: 34 Tab. 2; 1989: 144–145 Tab. 3) 41 Taxa (16 genannte Arten).

Es bestehen demnach unterschiedliche Bestandsangaben zwischen REICHENBACHER und der älteren Literatur, besonders bei den Mollusken und Ostracoden, weniger bei den Charophyten nach der Neubearbeitung durch SCHWARZ & REICHENBACHER.

B.V.4.e. „Palökologie“ „Ablagerungsmilieu der Horizonte 1 bis 8 an der Iller“ (1989: 157 ff.)

Die Autorin hat ihre Horizonte 1 bis 8 nach dem Vorkommen der gesamten Faunen- und Florenasoziation festgelegt. Deren Änderungen, eine „paläo-ökologische Faziesanalyse“, beruhen vor allem auf Änderungen der Salinität und Wassertiefe. Im allgemeinen sind „Die Grundlagen einer derartigen ökostratigraphischen Gliederung ... die angenommenen Analogien der Umweltansprüche fossiler und rezenter, nahe verwandter Taxa.“ Die Klassifikation des Brackwassers erfolgt nach HILFERMANN (1966: Tab. 4).

„Ablagerungsmilieu der Horizonte 1 bis 8“

H. 1s (: 158) ist ein glaukonit- und fossilfreier, von S in die Graupensandrinne zugeführter Flußsand.

H. 1n (: 158) ist nach KRANZ (1904: [493]) und KIEFERLEN (1931: [310]) limnisch, nach SCHLICKUM (1963: 7) [wie SANDBERGER 1974: 554 und KRANZ: 496] aber brackisch und führt neben *Viviparus suevicus* und *Rzehakia partschi* [nach SANDBERGER auch, modernisiert, *Theodoxus cyrtoscelis*, *Tb. sparsa*, Trümmer von *Anodonta*; nach KRANZ (: 531) und SCHLICKUM (1963: 8) dazu *Brotia escheri*, *Umo*; s. unsere Tab. 3 Nr. 21]. Von einem „Fehlen der typisch limnischen Faunenelemente“ kann also nicht die Rede sein, zumal REICHENBACHER „Süßwasserschnecken“ zur Beurteilung der Salinität mit heranzieht. Die Autorin lehnt zurecht SCHLICKUM's Auffassung ab, [die auch jener SANDBERGER's 1874: 554 widerspricht], daß die massenhaften

20) Bei STRAUB (: 454) lies Unterkirchberg statt „Illerhang 700 m sudl. Oberkirchberg“. Für den „Steinbruch bei P. 602,88 nordwestl. Altheim“ (: 462) gibt STRAUB (: 511) „Stbr.“ nordwestl. Schwörz Kirch b. P. 602,88“ an. STRAUB's *Cytheromorpha zinndorfi* und *Hirschmannia viridis* (: 460, Taf. 4) stammen aus Kirchberger Schichten vom „Hohlweg nordwestl. Blienshofen“, „Oberholz“ bei MÜLLER (1871: 191–192).

21) Von den 8 Ostracodenarten REICHENBACHER's sind *Candona suevica* und *Candona? kirchbergensis* brackisch (STRAUB 1953: 457), die übrigen brackisch und limnisch (STRAUB 1953: 488, 497; DEHM 1952: 88; ILTZ 1966: 310–311 in der OSM bei Undorf mit weiteren Ostracoden STRAUB's; REICHENBACHER 1989: 144).

Viviparen „aus einem größeren Fluß eingeschwemmt sein“ dürften<sup>22)</sup>. REICHENBACHER halt H. 1n für eine „oligohaline bis miohaline Fazies“ (0,5-5 ‰ Gesamtsalzgehalt) [wogegen SCHLICKUM's Annahme (1963: 7) „eines brachyhalinen Gewässers“ (also mit 18-30 ‰) unhaltbar ist].

H. 2 (: 159). Laut Autorin ist die „Bildung des Horizontes 2 auf eine Erweiterung des Meeresraumes nach Süden über das frühere Delta hinweg zurückzuführen. Dadurch kam es zur Einwanderung der primär marinen Faunenelemente *Cerastoderma*, *Dentex* und *Sparus*.“ „Es liegen die für das mesohaline Brackwasser typischen Gattungen *Nematocella* und *Congeria* vor.“ „SCHLICKUM (1963; 1974) nimmt für den Congerien-Horizont einen geringeren Salzgehalt als im Viviparen-Horizont an. STRAUCH (1973) vermutet den maximalen Brackwassereinfluß eher im Congerien-Horizont.“ Nach REICHENBACHER's Erachten läßt insbesondere das Vorkommen von *Cerastoderma sociale* und der Spariden auf eine meso- bis pliohaline (5-18 ‰), möglicherweise sogar brachyhaline Fazies (18-30 ‰) schließen.

Diskussion: Eine Erweiterung des Meeresraumes nach S kann hier nicht angenommen werden, weil der über Land kommende Fluß H. 1s in die Graupensandrinne gemündet ist, deren Südgrenze fest steht. Zur Ausdehnung des Festlands nach S kann nur gesagt werden, daß in den Bohrungen Scherstetten J und Freising CF 1001-1004 neben limnischen Mollusken nur *Hydrobia semiconvexa*, *Congeria amygdaloides* und nur einmal (in Freising CF 1004) *Cardium kraussi* gefunden wurden (ZÖBELEIN 1955: 22; Berichte an die Wintershall-AG., 1951-1952)<sup>23)</sup>. Weiterhin haben SCHLICKUM und STRAUCH die Cardien- und Congerien-Schichten unter einer Ziffer zusammengefaßt (Kap. B.V.2.a.) und REICHENBACHER die Cardien-Schichten in 2a Spariden-Horizont umbenannt. Gerade in den Cardien-Schichten sind die „primär marinen“ Cardiaceen (*Cerastoderma*) aber nach Arten- und Individuenzahl häufig vertreten, wozu die „brachyhaline bis limnische“ Cardiacee *Limnopagetia friabilis* kommt (s. Kap. B.IV.2 Nr. 29). Sporadisch gehen Unionen von den limnischen bis schwach brackischen *Suevicus*-Schichten noch in die Cardien- und Congerien-Schichten hinein. Die Cardien-Schichten halte ich für die am stärksten brackischen Ablagerungen des Illerprofils, die aber in miohalinem, höchstens mesohalinem („typischem“) Brackwasser (5-10 ‰) abgelagert wurden. In einem ähnlichen, doch wohl etwas schwächeren Brackwasser sind die Congerien-Schichten entstanden. Die in den Cardien- und Congerien-Schichten sporadisch vorkommenden, genuin limnischen „*Unio*“ vertragen wie andere „Süßwassermollusken“ noch schwaches, wohl oligohalines Brackwasser (0,5-3 ‰), das (REICHENBACHER) „für die meisten marinen Organismen letal“ ist (HILTERMANN 1966). Die Unionen dürften sich im Bereich von Süßwasserzuflüssen angesiedelt haben, für deren Existenz die Bildung der „Kalksandsteinbänke sowie festen Kalkmergel“ (REICHENBACHER: 147) in H. 2b spricht.

H. 3 (: 159-160). Laut REICHENBACHER erfolgte „Die Bildung des Horizontes 3 ... durch eine Vertiefung des Ablagerungsraumes in einer zeitweise mit dem Meer verbundenen Lagune oder Bucht.“ „Der hohe Calcitanteil könnte zum Teil auf die Zufuhr karbonatreichen Wassers (Karstwasser) aus der Alb zurückzuführen sein.“ Es nehmen „STRAUB (1952: [462]) mesohalines Milieu, SCHLICKUM (1963: [7]); 1974: [522]) und STRAUCH (1973: [96]) ... eine gegenüber den liegenden Schichten zunehmend aussüßende Fazies, das heißt höchstens schwach brackisches Milieu an.“ „Das Fehlen der eine meso- bis brachyhalinen Fazies anzeigenden *Congeria*- und

22) Etwas abweichend spricht SCHLICKUM (1974: 523) vom „Mündungstrichter eines Flusses (SANDBERGER 1874: 554), welcher durch das massenhafte Auftreten zusammengeschwemmter *Viviparus suevicus* WENZ gemeinsam mit *Rzehakia partschi* (MAYER) ... gekennzeichnet ist.“

23) *Cardium kraussi* ist nach SCHLICKUM (1970a: 182) *Limnopagetia kraussi*, die auch in Oberkirchberg und Hüttisheim vorkommt. AMMON's „*Cardium Kraussi*“ (1888: 11 z. T.) aus den Oncophora-Schichten Niederbayerns ist *Limnopapectia kuiperi* (SCHLICKUM 1962: 112; 1964: 31).

*Cerastoderma*-Vertreter ist nicht auf eine Ausübung zurückzuführen, sondern auf die Vertiefung des Ablagerungsraumes und die sich einstellenden ungünstigen Lebensbedingungen für das Benthos .... Das weiterhin herrschende meso- bis plio-/brachyhaline Milieu spiegelt sich in der Fischgemeinschaft wider. Nachgewiesen wurden Arten der primär marinen Gattungen *Clupea* und *Gobius* sowie der Brackwassergattung *Dapalis*.“ In H. 3a mit *Clupea humilis* und *Dapalis formosus* läßt das Vorkommen von *Clupea* „eine Verbindung zu einem nahegelegenen marinen Raum annehmen ...“. In H. 3b weist das sporadische Vorkommen der Ostracoden *Mediocypris cantonaeformis* und *Candona suevica* auf weiterhin bestehende brackische Fazies hin. „Die Sedimente der Horizonte 3c entstanden durch eine neuerliche Meeresverbindung mit sich nachfolgend einstellender meso- bis pliohaliner Fazies.“ „Die Meeresverbindung wird durch den „primär marinen *Dentex cf. fossilis* und die Einwanderung der für die Ottung-Stufe der Paratethys typischen Brackwasser-Arten *Dapalis curvirostris* und *Gobius cf. telleri* belegt.“ Mehrere der aufgeführten Belege „und die Funde von Bithynien-Deckeln sprechen für einen gegenüber dem Horizont 3a ein wenig verringerten Salzgehalt. Mit dieser neuerlichen Meeresverbindung erfolgte eine Erweiterung der seit den Horizonten 3a und 3b bestehenden Brackwasserfazies nach Süden ...“. Dies wird u. a. durch den „basalen schwarzen Mergelton angezeigt“, der nach Literaturhinweisen „als Bildung an der Basis einer Transgression in ein abgeschlossenes Teilbecken aus dem Schelf ... gedeutet werden kann.“

Diskussion: Da *Clupea* und andere „primär marine Gattungen“ neben der brackischen Gattung *Dapalis* vorkommen, die (REICHENBACHER 1988: 16) „in marin-brackischen bis brackisch limnischen Ablagerungen“ verbreitet ist und hier als Brackwasserbewohner gilt, müssen auch die „primär marinen“ Gattungen in dieses Milieu eingedrungen sein, können somit nicht für abweichende Salinitätsaussagen herangezogen werden. Das fast völlige Ausbleiben von Congerien und das völlige von Cardüiden (s. Tab. 3) beruht nicht auf einer „Vertiefung des Ablagerungsraumes“, sondern auf dem verminderten Salzgehalt. Auch die erstmals auftretenden, genuin limnischen, doch schwach brackisches Wasser tolerierenden *Bithynia*, *Radix* und die Mehrung von „*Uno*“ (unsere Tab. 3, Nrn. 7, 13 und 22; s. auch REICHENBACHER 1989: 144 Tab. 3) sprechen für einen gegenüber H 2 nachlassenden Salzgehalt, jedenfalls nicht mehr für ein „meso- bis plio-/brachyhalines Milieu“ wie in H 2. STRAUB'S und SCHLICKUM'S Salinitätsdeutungen sind hier also realistischer als jene REICHENBACHER'S. Gegen die Annahme der Autorin eines mehrfach nach Süden ausgeweiteten Meeresraums wurden schon bei H 2 Einwendungen erhoben. An die Stelle einer „Verbindung mit einem nahegelegenen marinen Raum“ tritt die Zugehörigkeit zum Brackmeer der Paratethys, das sich vom Aralsee (mit *Oncophora*) bis in den süddeutsch-schweizerischen Molassebereich erstreckte (s. ČTYROKY 1968; ŠENFŠ 1973: 22 Abb. 1). Die „Schwarzmergel“ in H 3 können mangels eines Schelfs nicht mit einem solchen in Beziehung gebracht werden. „Absenkungen“ im Bereich der Kirchberger Schichten anzunehmen, erübrigt sich bei einer anderen Salinitätsansprache und im Hinblick auf örtlich verstärkte Süßwasserzufuhren in die Graupensandrinne mit einhergehender Bildung von Kalkstein- und Steinmergel-Bänken.

H. 4 (: 160–161). „Mit dem Ende des Horizontes 3c vollzog sich dann die weitgehende Abschnürung der Bucht vom Meer.“ Es kam zur Bildung eines „nur schwach brackischen Binnengewässers.“ „Das gleichzeitige Vorkommen von Nematorellen [Hydrobien] als Brackwasser-Indikatoren und von Süßwassermollusken ist ein Hinweis auf oligohaline Fazies“ (0,5–3 ‰ Gesamtsalzgehalt). „Auch ein Nebeneinander von reiner Süßwasser- und oligohaliner Brackwasserfazies kann nicht ausgeschlossen werden.“

Diskussion: Angesichts der Häufung von Hydrobien in diesen KRANZ'SCHEN Hydrobien-Schichten kann man nicht an eine weitgehende Abschnürung eines Binnengewässers glauben. Die Sedimente von H 4 sind in der mit dem Osten verbundenen Paratethys entstanden. Die Salinitätsaussage ist einleuchtend.

H. 5 (: 161). Die Häufigkeit der Ostracoden und die Artenvielfalt der Charophyten weisen auf eine gegenüber H 4 etwas ausgesüßtere Flachwasserfazies hin, die Fischfauna jedoch auf eine „(schwach) brackische Fazies“. Das Fehlen „der typischen Brackwassergastropoden, der Nematurellen“, machen eine schwach oligohaline Fazies wahrscheinlich. Dafür spricht auch der Individuenreichtum der Bithynien, die rezent auch Brackwasser (5–8 ‰) vertragen.

Diskussion: KRANZ meldet (: 489) aus Schicht 6 (Tab. 3, B'6): „Heller Kalkstein mit zahllosen gut erhaltenen *Hydrobia semiconvexa*“ neben ursprünglich limnischen Mollusken, was schwach brackisches Milieu belegt.

H. 6 (: 161–162). Die Autorin setzt den Horizont 6 mit den [Unter-] Horizonten (profilaufwärts) *Dapalis crassirostris*, *Gobius pretiosus* und Bithynien KRANZ' „5B unt. Teil“ gleich (s. unsere Tab. 3). „Die lithologische Beschaffenheit von Horizont 6 läßt einen mehrfachen Wechsel der Sedimentationsverhältnisse erkennen.“ Im unteren und oberen Abschnitt setzen Nematurellen zusammen mit der Brackwassergattung *Melanopsis* wieder ein. Dazu kommen die „marin euryhaline bis brackische, artenreiche Fischfauna (*Morone*, *Gobius*, *Dapalis*)“ und die im Süßwasser lebenden Cypriniden, „deren rezente Vertreter zumeist bis 5 ‰ Salzgehalt vertragen.“ „Die Vergesellschaftung dieser unterschiedliche Salinitäts-Ansprüche stellenden Arten läßt eine küstennahe, brackische Flachwasserfazies vermuten, in deren Süßwasserorganismen vom Festland eingeschwemmt wurden. Der seit den Horizonten 4 und 5 vorliegende Trend der langsamen Aussüßung wird somit während des Horizontes 6 durch eine zweimalige, jeweils kurzfristige Verbindung zum offenen Meer mit nachfolgender Einstellung einer wahrscheinlich mesohalinen Fazies [5–19 ‰] unterbrochen. Die frühere Annahme einer kontinuierlichen Aussüßung (SCHLICKUM 1963, 1974; STRAUCH 1973) von der Ablagerung der Congerien-Schichten bis zu den Silvana-Schichten muß daher revidiert werden“. Diese Dreiteilung des Horizontes 6 sieht die Autorin gegeben durch die im unteren Abschnitt „nach anfänglich vollbrackischer Fazies mit dem Ende der Meerwasserzufuhr“ eingetretene „limnische Stillwasserfazies“; im mittleren, fossilfreien karbonatarmen Abschnitt durch schwarze Tone und die nachfolgende Besiedelung durch Süßwassermollusken; im obersten Abschnitt durch „eine neuerliche kurzfristige Öffnung zum Meer“, worauf sich eine brackische Flachwasserfazies wie im unteren Abschnitt entwickelte.

Diskussion: Für eine Einschwemmung von „Süßwasserorganismen vom Festland“ liegen keine Angaben vor, weshalb diese als autochthone Bewohner des Brackwassers gelten müssen (s. REICHENBACHER 1989: 145). Dies, die einhergehende „marin euryhaline bis brackische, artenreiche Fischfauna und die im Süßwasser lebenden Cypriniden“ erlauben es nicht, eine „zweimalige, jeweils kurzfristige Verbindung zum offenen Meer“ herzuleiten und die Annahmen SCHLICKUM's und STRAUCH's abzulehnen. Die „Verbindung zum offenen Meer“ könnte sich nur auf das Brackwasser (Brackmeer) im Osten beziehen. Somit verbleibt bei einer profilaufwärts fortschreitenden Verminderung des Salzgehaltes in den Kirchberger Schichten, wie sie u. a. auch schon SANDBERGER (1874: 563), KRANZ (1904: 540) und STRAUB (1952: 463) vertreten hatten. Vgl. auch die Diskussion zu STRAUCH (unsere S. 66).

H. 7 (: 162–163) beginnt mit einem raschen Wechsel zu einer limnisch-fluviatilen Fazies mit einem Charophytenreichtum. „Im Anschluß daran tiefte sich der nach KRANZ (1904) von Südwest nach Nordost fließende Fluß ein ...“. Die Feinheit des „Flußsand-2“-Horizontes „läßt auf eine sehr langsame Strömungsgeschwindigkeit schließen. Die nördlich und südlich lateral an den Flußsand-2 angrenzenden, tonig-schluffigen Ablagerungen bezeugen aufgrund ihrer petrographischen Beschaffenheit einen genetischen Zusammenhang mit der Flußsand-2-Ablagerung.“ „Typisch für derartige Sedimente ist die laterale Horizontunbeständigkeit und die Besiedelung durch Süßwassergastropoden und Charophyten. Auf eine noch recht ausgedehnte Wasserbedeckung deuten das Fehlen der Landschnecken und die nur sehr seltenen Kleinsäugerreste hin.“

Diskussion: KRANZ stellt den tieferen Teil von H 7 zu seinen Bithynien-Schichten (:VB in Abb. 1 bzw. S. 529), den höheren Teil (VA) zu seinen Silvana-Schichten, worin stellenweise sämtliche Fossilien von Schicht 4, auch *Cepaea silvana* (vgl. 490, 5e), vorkommen (: 529). Über die an den Flußsand angrenzenden „tonig-schluffigen Ablagerungen“ siehe KRANZ: 486/487; unsere Abb. 2. Da der KRANZ'sche Flußsand laut unserer Abb. 2 (: 52) nur einen Teil der Bithynien-Schichten Vb, dazu Teile der Schichten VI bis VIII ausgeräumt hat, kann er nicht wie in REICHENBACHER (unsere Tab. 4) namengebend für den Horizont 7 eingesetzt werden. KIDDERIEN (1931: 312 Abb. 4, 313) verweist unter Bezug auf KRANZ (1904) auf diese „Fluviatile Rinne („Gerlenhofer Sande)“, an deren Basis er „Fossilerschmitzen mit Mischfauna“ (brackische bis brackisch-limnische Arten, u.a. mit *Viviparus suevicus*) auf sekundärer Lagerstätte gefunden hat.

H. 8 (: 163). Dazu bemerkt die Autorin: „Gegenüber der ausgesüßten, fluviatil beeinflussten Fazies in Horizont 7 lassen in Horizont 8 die zuvor weitgehend erloschenen *Dapalis*- und *Gobius*-Vertreter einen kurzfristigen, schwach brackischen Einfluß vermuten. Allerdings kann auch die Möglichkeit einer an die limnische Fazies angepaßten Reliktfauna nicht ausgeschlossen werden.“ *Gobius* und *Aphanius* gehen nach der Literatur auch in küstennahe limnische und brackische Gewässer. „Die Gastropoden, Charophyten und Cypriniden deuten zwar eher auf limnische Verhältnisse hin, vertragen aber wahrscheinlich alle zumindest oligohalines Milieu.“ „Anhand der vorliegenden Ergebnisse kann eine sicher zutreffende Aussage ... nicht gewagt werden.“ „Da die in Horizont 8 vorhandenen Fossilien, vor allem aber die Fischgemeinschaft, deutliche Beziehungen zu den liegenden Horizonten aufweisen, und ein schwach brackisches Milieu nicht ausgeschlossen werden kann, bezeichne ich den Horizont 8 im Sinne von KRANZ (1904) als den Kirchberger Schichten bzw. der Brackwassermolasse zugehörig.“

Diskussion: Autoren wie SANDBERGER (1874: 563), RUH (1896: 385–387), KRANZ (1904: s. unsere S. 56<sup>8</sup>), MOOS (1925: 238), SCHIEKUM (1974: 524) bis ZOBELIN (1983: Tab. 1, 160; 1985: Tab. 1, 5. Profil) haben die Silvana-Schichten von den Kirchberger Schichten abgetrennt und zur OSM gestellt. Daß einige marin-brackische und brackische Fisch-Taxa in Süßwasserschichten weitergehen (s. REICHENBACHER 1989: 144–145), kann kein Grund sein, die KRANZ'schen Silvana-Schichten in Horizont 7 (mit „5A unt. Teil“) und in Horizont 8 (mit „5A ob. Teil“) aufzuteilen und noch zu den Kirchberger Schichten zu stellen. Daß KRANZ „(1904)“ die Silvana-Schichten zur Brackwassermolasse gestellt hätte, dürfte darauf beruhen, daß KRANZ das gesamte Tertiär des Illergebietes als „Kirchberger Schichten“ bezeichnet hat (: 55, 56<sup>7</sup>, 71<sup>18</sup>).

B.V.4.f. „Stratigraphie und Palaogeographie der Kirchberger Schichten“ (: 166–167).

„Abgrenzung der Kirchberger Schichten zur OSM“: STRAUCH (1973) und SCHIEKUM (1974) halten die Silvana-Schichten für den Beginn der OSM. Dagegen fassen KIDDERIEN (1931), STRAUB (1952) und LEMKE & a. (1953) die Bithynien- und Silvana-Schichten zu den zwischen den Kirchberger Schichten und der OSM vermittelnden Übergangsschichten zusammen. – „Einstufung der Horizonte 1 bis 8 und Bezüge zur zentralen Paratethys“: Die im Horizont 2 angetroffenen Zähne „von primär marinen Spariden und in Horizont 3 eine *Clupea-Dapalis*-/*Gobius*-Vergesellschaftung“ und „Gleichartige Fisch-Gemeinschaften mit typischen Brackwasser-Arten (*Dapalis*) und marin-euryhalinen Arten (*Clupea*, *Gobius*, Spariden)“ werden auch aus Mähren genannt. MARTINI (1983) beschreibt aus dem Ottang von Langenau 1 bei Ulm eine *Clupea/Dapalis*-Gemeinschaft mit den Arten wie in Horizont 3a. „Eine Verbindung der Kirchberger Bucht zur zentralen Paratethys im österreichischen und mährischen Raum während des die Horizonte 2 und 3 umfassenden Zeitraums und eine entsprechende stratigraphische Einstufung dieser Horizonte in die Ottang-Stufe kann daher als sicher gelten. Durch

den Abbruch dieser Meeresverbindung kam es während der folgenden Horizonte 4 und 5 zu einer allmählichen Aussüßung; damit verbunden fehlt die typische Brackwasserfauna.“ Bezüglich des Horizontes 6 trägt die Autorin ihre Ansicht über „eine neuerliche, zweimalige, jeweils kurzfristige Meeresverbindung“ zur zentralen Paratethys vor und betrachtet u. a. *Melanopsis impressa impressa* auch in Oncophora-Schichten (Niederbayern) und Rzehakia-Schichten (Mähren) als brackische Ablagerungen während der Ottang-Stufe. Die Einstufung der Silvana-Schichten in Horizont 7 und des Horizonts 8 ist weniger eindeutig. Die in Horizont 8 auftretenden *Chamna rzechaki* und *Mediocypris candonaeformis* kommen in den Kirchberger Schichten wie auch in den Grauen Schluffen der tiefsten OSM vor. Die Horizonte 1 bis 6 können sicher in die Ottang-Stufe gestellt, die Horizonte 7 und 8 einschließlich der Grauen Schluffe als Ablagerungen im Grenzbereich Ottang-/Karpät-Stufe betrachtet werden.

Diskussion: *Melanopsis impressa* läuft vom Helvet bis zum Sarmat durch (SCHLICKUM 1964: 52), ist daher kein „brackisches“ Fossil. Zur Abgrenzung von Kirchberger Schichten und OSM siehe unsere S. 50 und 56. Während des Absatzes der Horizonte 4 und 5 bestand die Verbindung mit dem Brackmeer des Ostens und dessen Brackwasserfauna und -flora fort, wie das Vorkommen von *Hydrobia semiconvexa* („*Nematurella zilchi*“) in KRANZ' Bithynien-Schichten beweist. Gegen die Auffassung einer zweimaligen Meeresverbindung zur zentralen Paratethys während des Horizontes 6 siehe die Einwendungen auf S. 77. In den Kirchberger Schichten erfolgte (abgesehen von den basalen Flußsanden und den *Suevicus*-Schichten an der Iller) eine fortschreitende Aussüßung bis in die KRANZ'schen Bithynien-Schichten (: 56). Diese Kirchberger Schichten stellt KRANZ (1905: 195<sup>1</sup>) in das „Obere Mittelmioçän“. Zum Ottang stellen sie neben den genannten STRAUCH und SCHLICKUM auch JERZ & a. (1975: 105), DOPPLER (1989: 87 Tab. 1, 107) und ZOBELFIN (: 96); das Hangende zu KRANZ' Silvana-Schichten der OSM und damit in das Karpät.

#### B.VI. Wahl des Typusprofils der Kirchberger Schichten

Die älteren Autoren gliedern die 7 KRANZ'schen Schichtkomplexe (ohne die Silvana-Schichten) (s. Abb. 1, Tab. 3) nicht so eingehend auf oder grenzen sie anders ab. Von den neueren Autoren bezeichnen SCHLICKUM (1963), STRAUCH (1973) und REICHENBACHER (1989; 1988) in ihren detaillierten Gliederungen ihre Schichtkomplexe als „Horizonte“. Dabei weichen die ersteren Autoren von KRANZ' Gliederung ab, die REICHENBACHER zumeist neu benennt. Sie schlägt die Silvana-Schichten noch zu den Kirchberger Schichten, faßt die Fossilverteilung in den Kirchberger Typusschichten entgegen der Überschrift der Veröffentlichungen mit jener von 4 weiteren Vorkommen zusammen (unsere S. 54) und weicht in einer Reihe anderer Aussagen, etwa über den Salinitätsablauf, von bisherigen Meinungen ab. Ein Typusprofil sollte durch eine beschränkte Zahl von zutreffend begrenzten und deshalb ansprechbaren Schichtkomplexen charakterisiert sein, was nur auf KRANZ' „Zusammenfassen des Profils der Kirchberger Schichten“, hier dessen brackischen Teil zutrifft (1904: 529–531). Er soll daher als Typusprofil der Kirchberger Schichten gelten<sup>24</sup>).

24) Es ist erstaunlich, daß E. FRAAS (1911: 539 und im weiteren Text) nicht auf KRANZ (1904) verweist, wenn er meint: „Eine Spezialuntersuchung der Faziesdifferenzierung innerhalb der Kirchberger Schichten, insbesondere unter Beobachtung der geographischen Verbreitung, wäre eine sehr wünschenswerte und dankbare Aufgabe.“ Vgl. dazu die KRANZ'schen Ausführungen auch über die „Günzburger Schichten“ (: 533 ff.) und das „Profil vom westlichen Hochsträss“ (: 536 ff.).

## C. Verbreitung der *Oncophora*-Schichten und der Kirchberger Schichten

### C.1. *Oncophora*-Schichten

Die *Oncophora*-Schichten des östlichen Niederbayern sind laut Molassekarte (1954) von 9 km SW Passau an 42 km lang südwärts bis Simbach/Julbach und 33 km lang westwärts aufgeschlossen (s. auch SCHLICKUM 1970b: 144 Abb. 1). Unter Tage werden sie u. a. bei Landau an der Isar und Landshut (ZOBELIN 1985: Tab. 1, 11. und 10. Profil) sowie bei Mühldorf a. I. (Kurzprofile Ampfing in Erl. Molassekarte: 90) angegeben.

Laut ABERER (1958: 64, 66) und ČTYROKY & PAPP (1973: 100) stehen die *Oncophora*-Schichten Niederbayerns mit jenen Oberösterreichs in Verbindung. Hier sind sie (ABERER 1958: geol. Kt., 64–70; 1962: Tab. 1) ostwärts bis Roßbach–Höhenhart (18 km), als „Mehlsande“ noch weiter im E im Hausruck/Kobernauer Wald bekannt. Am rechten österreichischen Inn-Salzach-Ufer ziehen sich die *Oncophora*-Schichten von 4 bis 12 km SW Braunau hin. Nach 4 km nicht erschlossener Strecke folgen „Kohleführende Süßwasserschichten“ des „Torton-Sarmat“ (mit dem Trimmelkammer Kohlenrevier) bis Oberndorf (gegenüber Laufen) (25 km Luftlinie) und im Untergrund *Oncophora*-Schichten. FUCHS bringt (1980: 156 Abb. 30) einen Überblick über die Verbreitung der *Oncophora*-Schichten („Oberrottang“) und kohleführenden Schichten („Karpat“) im E und SW von Braunau. Laut ABERER (1958: 68, 70) wurden im Liegenden der letzteren *Oncophora*-Schichten bis in die OMM hinein durchbohrt: Unter und über den im allgemeinen 15–25 m mächtigen, randlich etwas schwächeren *Oncophora*-Schichten liegen weitflächig Schichtlücken bzw. Diskordanzen (ABERER 1958: 65, 68/69; BRAEMULLER 1961: 518, 519; FUCHS 1980: 160 Abb. 31; WLBER & WEISS 1983: 186). – Weiteres siehe Kap. G.

PAPP's Meinung (1973: 57), daß „Das westlichste Vorkommen der *Oncophora*-Schichten ... Kirchberg a. A.“ wäre, trifft nur eingeschränkt zu, wenn darunter die Kirchberger Schichten an der Iller gemeint sind. Kirchberger Schichten sind noch 100 km weiter nach SW bis Riedern am Sand nachgewiesen (KIDERLEN 1931: 375 Nr. 24; ZOBELIN 1995: Kap. F1 Abb. 3). Nach PAPP (1973: 58) spricht *Rzebakia guembeli* vom Reitlinger Berg am Südrand des Tullner Beckens für synonyme Ablagerungen in Oberösterreich und Niederbayern. (Die Art soll nach SCHLICKUM (1964: 33) auf die *Oncophora*-Schichten Niederbayerns und die angrenzenden Teile Oberösterreichs beschränkt sein, kommt aber auch in Mähren vor.) Durch die von PAPP vom Reitlinger Berg genannten *Rzebakia socialis* (RZEHAK) und *Limnopageta moravica* (RZEHAK)<sup>25)</sup> wird „die Äquivalenz der *Oncophora* Schichten im Westen mit jenen in Mähren nahegelegt.“ Das ist nicht ersichtlich, weil beide Arten „im Westen“ nicht genannt werden; vgl. hierzu ČTYROKY & PAPP (1973: 100) in M<sub>2</sub>.

### C.2. Kirchberger Schichten

#### C.2.a. In der Graupensandrinne

Siehe Kap. B (: 49 ff.). Auf S. 55<sup>7)</sup> wurde bemerkt, daß Vorkommen von *Viviparus suevicus* nebst Begleitern an einigen Stellen ebenso entstanden sein könnten wie jene in den Flußsanden des Illerprofils. Laut KIDERLEN (1931: 307) sind Schüttungen von Süden von Ulm bis Singen nachzuweisen. Er zeichnet (: 328–329 Abb. 12) einige Schüttungen nordostwärts bis Riedlingen ein. Er erwähnt (: 321–324) in den Kirchberger Schichten Haifischzähne, Austernbruchstücke, Knochenreste, „fremde Gerölle“ und 6 Fundstellen mit Nagerzähnen nebst solchen Begleitern

25) Siehe dazu SCHLICKUM (1964: 33) und SCHLICKUM & ČTYROKY (1965: 107).

aus „aufgearbeiteten Liegendschichten“ [seitlichen Einschwemmungen aus älteren Sedimenten].<sup>25a)</sup>).

Aus obigen Darlegungen ist zu folgern, daß die Materialzufuhren über ein von Fließgewässerdurchsetztes Festland erfolgten.

#### C.2.b. Außerhalb der Graupensandrinne

Von den Bohrungen LEMCKE's & a. (1953) kommt laut Molassekarte (1954) Aichach CF 1001 mit ca. 18 km senkrechtem Abstand der Graupensandrinne im N am nächsten. Bei den Bohrungen mit brackischen Mollusken (ZOBELIN 1985: 227 Tab. 2) betragen diese Abstände bei Hohenzell CF 1001 ca. 45 km, Aichach CF 1005 ca. 31 km, Scherstetten 1 ca. 36 km und Baitenhausen 1 ca. 15 km. Freising CF 1004 liegt 27 km SE Manching (s. ZOBELIN & FÜCHTBAUER 1965).<sup>26)</sup>

In Oberbayern, östlich der Graupensandrinne, stehen Kirchberger Schichten am Ratzinger Berg westlich des Chiemsees an (SCHLOSSER 1983: 192; SCHLICKUM 1970b, 145, 156). Weiter fanden sie sich unter „Torton“ und über OMM in Kohlebohrungen zwischen Salzach und Alz und zwar im N und NW des Chiemsees zwischen Endorf–Obing–Wasserburg a. I. (s. Molassekarte 1954; SCHLICKUM 1970a, b). Die Bohrungen liegen bei Tittmoning rund 27 km S und bei Trostberg 40 km SSW der Oncophora-Schichten bei Simbach a. I./Julbach. Kirchberger Schichten zwischen OMM und OSM sind auch aus den Bohrungen von Pliening NE von München bekannte (SCHLICKUM 1970c). Die Kirchberger Schichten außerhalb der Graupensandrinne wurden etwas später als jene in der Rinne in einer Depression abgesetzt, die von der Landesgrenze an der Salzach bis in das Bodenseegebiet (Baitenhausen) reichte.

### D. Entstehung der Eigentlichen Graupensandrinne und Tektonik

#### D.1. Literaturangaben

(a) Laut KLUPFEL (1923: 42; 1926: Tab. nach S. 416) greift im Vorries durch Absenkung des Jura USM, dann OMM bis östlich Donauwörth über, welch letztere von dort aus unter jüngere Molasse abtaucht. Gegenüber diesem Tiefgebiet war die mittlere und südliche Oberpfalz seit der Oberkreide Hoch- und vorwiegend Abtragungsgebiet. Nach KLUPFEL erfolgte im Zuge eines tektonischen Ereignisses vor Beginn des Obermiozäns eine Kippung des Geländes und dessen Absenkung längs des Laufes der Graupensandrinne. Diese ist wie der „Donauabbruch“ bzw. die „Albsüdrandflexur“ KIDERLEN's im Oberottnang entstanden (ZOBELIN 1991: 149 links).

(b) MOOS (1925: 203, 297) stellt entgegen älteren Ansichten fest, daß die Annahme von Verwerfungen der OMM nicht mehr zwingend ist. S. 204, 210: Die Heraushebung der Platte der Giengener Meeresmolasse erfolgte zum kleineren Teil vor Ablagerung der Grimmelfinger Graupensande, zum größten Teil aber nach der Ablagerung dieser Sande und der Kirchberger Schichten und, da die altpliozänen Quarzschotter im Bereich der Giengener Meeresmolasse auch noch beträchtlich schief gestellt sind, sogar erst nach der Ablagerung dieser Schotter. Die Albplatte fällt hier gegen Ost-südost ein. Die tektonische Verstellung der OMM und der Grimmelfinger Schichten stellt MOOS in der folgenden Abbildung dar.

25a) Mangels genauerer Ortsangaben konnten die zur Ausbeutung vorgesehenen Nagerfundstellen nicht gefunden werden

26) Die Bohrung Ingolstadt–Buschletten 2, die (abweichend von der Molassekarte 1954) in der ostnordostwärts zu verlängernden Graupensandrinne liegt, hat laut Zobelin (1986: 146) in Kirchberger Schichten Bruchstücke von Cardien und Congerien geliefert.

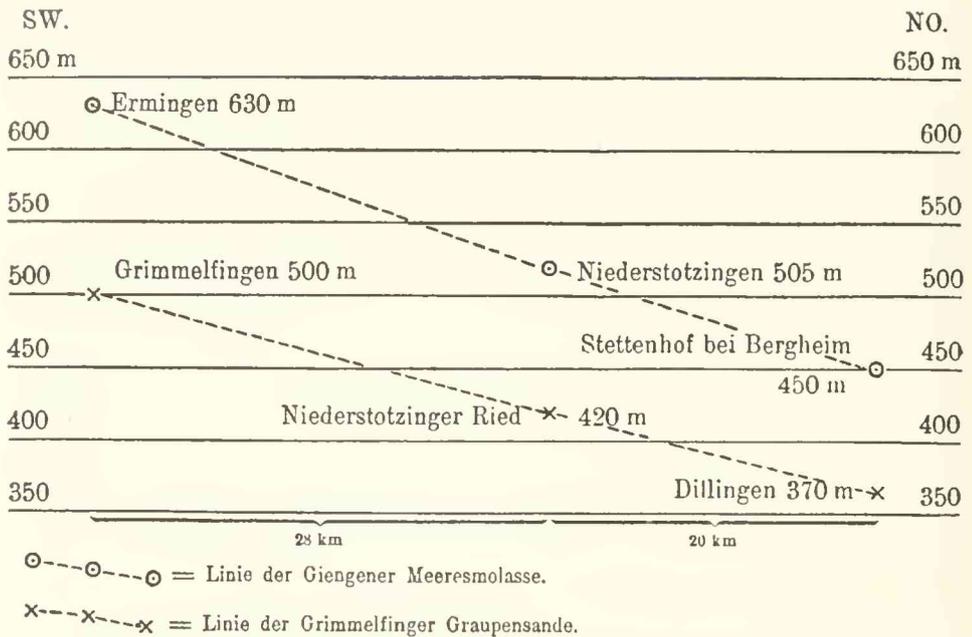


Abb. 3: Aus Moos (1925: 209, 208) „Die Höhenlage der Liegendgrenze der Grimmelfinger Graupensande und Tektonik.“

Für die Höhenlage der Graupensande unter Tag bei Unterkirchberg, Niederstotzingen und Dillingen hat Moos 20 m Mächtigkeit angenommen. Zum Südostrand der Graupensandrinne bemerkt Moos (: 207, 208), daß gleich im SE des Verbreitungsgebietes der Graupensande S von Laupheim die OMM durch den Albstein überlagert wird. Die SE-Grenze der Graupensande mag ungefähr auf der Strecke Riedlingen – Laupheim verlaufen. Moos (1925: 217-219) bringt einen Abriß der wissenschaftlichen Geschichte der Graupensande und (: 219-220) Darlegungen zur Fazieshypothese. Er bemerkt (1925: 223-224): „nun [174-177] wurde auseinandergesetzt, daß die Höhenlagen des jurassischen Untergrunds nicht für das Bestehen einer einheitlichen, bedeutenden Verwerfung sprechen, daß vielmehr der Jurauntergrund allmählich und zwar schon zur Aquitanzeit nach Süden absank. So kann der Höhenunterschied zwischen der Ablagerung der Giengener Meeresmolasse und der Graupensande nur durch die nachträgliche Entfernung von einst vorhandenen Sedimenten gedeutet werden.“ „Es bleibt noch die Deutung übrig, daß die Graupensandrinne als Flußbett eingetieft wurde. Hierfür spricht, daß, wie aus der Lage der Liegendflächen der Giengener Meeresmolasse und der Graupensande hervorgeht, Krustenbewegungen in der Zeit zwischen beiden Ablagerungen stattfanden, welche das nötige Gefälle für eine Erosion schufen.“ Moos hat (1925: 226) die Grimmelfinger Schichten unter Bezug auf ältere Auffassungen irrtümlich aus den Schweizer Alpen über die Bodenseeegend hergeleitet. Als Füllung der Graupensandrinne, die während einer Trockenlegung der Rinnenränder entstand, hat er auch die Glassande von Riedern [in der letzten Grube in SW-Baden] als Absätze eines vindobonenschen Flusses angesprochen. Die Grimmelfinger Schichten sind jünger als die OMM der Schweiz. Die Säugetierreste, Haifischzähne und Austern könnten eingeschwemmt worden sein.

(c) Nach KIDERLEN (1928: 602) ist der NW-Rand der Graupensandrinne bedingt „durch eine Flexur, welche sich bis zu kleinen Verwerfungen steigern kann.“ „Die Graupensandrinne

verdankt also ihre Lage und damit ihre Entstehung einer Flexur, dem „Donauabbruch“. Er fällt zwischen die Sedimentation der obersten ausgesüßten Schicht der Meeresmolasse [das heißt des Albsteins] und die Ablagerung der Grimmelfinger Sande. KIDERLEN (1931: 278) nennt den Donauabbruch „Albsüdrandflexur“. Die Abgrenzung der Grimmelfinger Schichten im NW (: 274–278) erfolgt bis in das Gebiet von Schaffhausen durch eine Hangstufe des Untergrundes aus Weißjura und USM (: 274, 275). Diesem etwa 100 m höher emporragenden Rücken sind die Grimmelfinger Schichten vor- und angelagert. KIDERLEN fragt (: 274), ob „diesem Kontakt eine Störung, eine vor Ablagerung der Gr. Sch. bestehende Hangstufe oder beides?“ entspricht. Der fast schnurgerade Verlauf der Anlagerungslinie „wäre als tektonisch nicht unmittelbar beeinflusste Ausräumungsform nur schwer zu deuten“ (: 275). „Es bleibt noch zu untersuchen, ob auch auf der ganzen Strecke der Verlauf tektonisch angelegt ist. Die exakte Feststellung muß bei der besonderen Art der Stratigraphie des oberen Weißjura Spezialarbeiten vorbehalten bleiben. Immerhin gibt es schon jetzt einige Anhaltspunkte, nach welchen eine Fortsetzung der Flexur nach SW recht wahrscheinlich ist“ (: 277). Zum „Alter der Albsüdrandflexur“ (: 278–289): Da die Abbiegung in den Deckschichten der OMM (des SW) nicht zum Ausdruck kommt, ist sie jünger. „Zur Zeit der Ablagerung der Gr. Sch. war die Flexur vorhanden und bestimmte die Nordwestgrenze des Verbreitungsgebietes. Die Strömung, welche die Gr. Sch. herbeitransportiert und sedimentiert hat, verminderte zuerst durch Ausräumung die Mächtigkeit der U.S.M- (und M.M.) besonders in der Nähe der Flexur und verstärkte so morphologisch die Gefällstufe.“ KIDERLEN widerspricht (: 280) MOOS (1925: 223), der eine tektonische Anlage der Graupensandrinne abgelehnt hatte. KIDERLEN bemerkt (: 301): „Vor allem macht sich keine Tiefenlinie, welche der Vorläufer der Graupensandrinne sein könnte, entlang des Albsüdrandes bemerkbar.“ „Denn wollten wir in der Graupensandrinne wegen der Ausräumung eine antezedente Meeresenge ... sehen, so müßte sich ein derartiger Vorläufer feststellen lassen.“ Die Graupensandrinne ist laut KIDERLEN (: 303) [oberstrom Schaffhausen] eine Flußrinne und keine Meeresenge. – KIDERLEN's Ausführungen folgen einige Autoren.

(d) ANDRES (1951: 32/33) erklärt das Alter der Flexur wie überhaupt dasjenige der Verstellung der Südalb gemäß der Höhenlage der Flinzsande als nachsarmatisch. „Jedoch fällt der Beginn der Abbiegung nach Süden ... schon in das Ende des Torton“. Das Alter der jüngsten und endgültigen Heraushebung der südlichen Frankenalb wurde als mittelplicän bestimmt (: 35).

(e) v. BRAUN (1954: 155): „Unzweifelhafte Fortsetzung einer tektonisch angelegten Klifflinie oder eines ‚Donaubruches‘ (KIDERLEN 1931) sind im (Untersuchungs-)Gebiet nicht nachweisbar.“

(f) Nach HUTTNER (1961: 85) kann man annehmen, daß die Graupensandrinne „mehr den Charakter eines durch Meeresströmungen ausgefurchten Kanals, als einer echten Flußrinne trägt ...“.

(g) ERB & a. (1961: 13) lassen die Graupensandrinne „vermutlich als Meeresenge zwischen dem schweizerischen Helvetien-Meer und der Oncophora-See der Passauer Gegend“ in Erscheinung treten.

(h) SCHNITZER (1965: 40, 43/44) kommt unter Bezug auf ANDRES (1951) und eigene Veröffentlichungen zum Ergebnis, daß die Frankenalb zur Donau hin nicht an Verwerfungen, etwa einem Donaurandbruch, abgesunken ist. Offenbar handelt es sich um ein allmähliches Absinken der Malmoberfläche ohne Beteiligung größerer Störungen, nämlich um mehrere flexurartige Abbiegungen (vgl. Tab. 15). Die heutige Höhenlage der obermiocänen Süßwasserkalke ist nur durch eine postobermiocäne Verstellung der südlichen Frankenalb zu erklären. Man hat „den Eindruck, daß die Verbiegungstektonik und das Generaleinfallen nach SE sehr alt sind, aber in junger und jüngster Zeit erhebliche posthume Bewegungen stattgefunden haben.“

(i) Bei GOLWER (1959: 39) und (j) HAHN (1962: 36–37; 1968: 51; 1969: Schitt II) fällt KIDERLEN'S (1931: 274 ff.) NW-Grenze der Graupensandrinne mit keiner tektonischen Linie zusammen. GOLWER (1978: 88–90) stellt in seiner „Donau-Zone“ ein Abtauchen der Schwäbischen Alb „teils an Verwerfungen, teils an flexurartigen Abbiegungen zum süddeutschen Molassebecken“ fest. „Die ersten Bewegungen in dieser Zone reichen in die Kreide zurück“. „Die bruchtektonischen Vorgänge waren wahrscheinlich vor Ablagerung der Juranagelfluh beendet.“ „Die Störungen und flexurartigen Abbiegungen der Donau-Zone entstanden vorwiegend im Tertiär in mehreren Bewegungsphasen“. Der Autor verweist auf ROLI'S „Donauabbruch“ bzw. „System des Donauabbruchs“ und auf dessen ältere sowie vormittelmiozäne und interpliozäne Bewegungsetappen.

(k) Laut HOEMANN (1965: 80) entstand die Graupensandrinne nach Ablagerung des Albsteins. 1967 (: 197): „Das abrupte Abbrechen der Randengrobkalkschicht gegen SE [im Kanton Schaffhausen] ist auf Erosion, nicht auf Verwerfung zurückzuführen.“

(l) TRAUB (1971: 359) hat in zwei Wasserbohrungen bei Ingolstadt Quarzkiese in 104–115 und 90,40–102,60 m Tiefe gefunden und sie GALL (1971b: 316) gegenüber als Grimmelfinger Schichten erklärt. „Bei der geringen Entfernung der beiden Bohrungen darf man eher an eine Verwerfung denken als an eine Flexur.“

(m) GALL zufolge (1971a: 57, 83 Abb. 13, 85) „transgredierte die OMM bereits über eine nach SE gekippte Weißjura-Tafel ..., auch (muß) eine post-mittelhelvetische Kippung des Albkörpers nach E, Heraushebung im W und Absenkung im E, stattgefunden haben.“ „Wahrscheinlich beeinflusste diese Verkippung der Juratafel die Sedimentationsunterbrechung im Ober-Helvet zwischen OMM und OSM im Arbeitsgebiet.“ Während dieses oberhelvetischen Hiatus bestand weiter im S die Graupensandrinne.

(n) GALL (1975: 179, 193) berichtet über einen III. Zyklus der OMM mindestens 50 m über dem II. Zyklus. Zwischen beiden liegt eine schwache Schichtlücke (: 179, 194, 202 Abb. 4). GALL skizziert (: 190 Abb. 1) den Verlauf der Klifflinie des II. Zyklus und jenen des III. Zyklus, auch (: 200 Abb. 3) die drei OMM-Zyklen in den CF-Bohrungen LEMCKE'S & a. (1953) und (: 202 Abb. 4) die zyklische Entwicklung der OMM am Südrand der Alb und im Molassebecken. In der Phase der Herausbildung und Freilegung zwischen OMM und OSM wurde im heutigen Donauroum die oberhelvetische Graupensandrinne ausgeformt (: 195, 203). Dabei fielen im unmittelbar nördlich angrenzenden Raum die unverfestigten OMM-Sedimente anscheinend nahezu quantitativ der Abtragung zum Opfer (: 203). Im Posthelvet bewirkte eine starke Abkippung der Alb ein gleichmäßiges Eintauchen der Transgressionsfläche der OMM in insgesamt (süd-)östliche Richtung (: 181/182, 184).

(o) Laut WERNER (1975, etwa Beil. 5) hat eine nachoberhelvetische Störung wie weitere Verwerfungen die Bildung und Füllung der Graupensandrinne s. str. nicht beeinflusst. Der Autor zeichnet (wie GOLWER und HAHN etc.) keine Verwerfung am NW-Rand der Graupensandrinne ein. Er ermittelt (: 98–100) den Einsatz einer kräftigen Kippung des Molassetrog-Nordschenkels im Chatt/Aquitain, die etwa mit dem späteren Nordrand der Graupensandrinne identisch ist. Im „Burdigal“-Helvet und während der Sedimentation der OSM setzt sich der Kippvorgang um eine 12 km beckenwärts verlagerte Achse fort. „Nördlich davon, im Graupensandrinnenbereich, liegen die postaquitanen Schichtgrenzen – nach Eliminierung der Bruchtektonik – heute noch so gut wie söhlig.“

(p) ZOBELFEN (1985: Tab. 1; 1991: 132 Tab. 1) gliedert tabellarisch mit Erläuterungen die nördliche Vorlandmolasse. Die Graupensandrinne und ihre Füllung, teils unter Einwirkung der Tektonik, behandelt er 1983: 160/161; 1995 (soweit hier einschlägig) in Kap. B–D 3–5, K II, L–M.

(q) ZOBELFEN & FUCHTBAUER berichten 1986 über die Graupensande und Kirchberger Schichten bei Manching und Ingolstadt a. d. Donau nebst Umgebung.

## D.2. Diskussion

Die Annahmen von HÜTTNER (Notiz f) und ERB & a. (g) sind durch den Nachweis einer Flußrinne (MOOS (b), KIDERLEN (c)) widerlegt. MOOS' Aussagen (b) über den Graupensandfluß wurden bis auf die von KIDERLEN (c) bestimmte Fließrichtung bestätigt (ZOBELFLEIN 1995: Kap. M.1). MOOS hat auch den fluviatilen Charakter der Grimmelfinger Graupensande in der südwestlichen Grube bei Riedern am Sand erkannt, die laut KIDERLEN (1931) im Bereich des Helvetmeeres ab Schaffhausen innerhalb der Graupensandrinne gelegen hätten (ZOBELFLEIN 1995: Kap. J–M). KIDERLEN's (c) tektonisch bedingten „Donauabbruch“ (1928) bzw. die „Albsüdrandflexur“ (1931) verneinen MOOS (b) und nachfolgende Autoren (Notizen e, h, i, k, m, o), führen die Bildung der Graupensandrinne vielmehr auf Erosion durch den Graupensandfluß zurück. Vor deren Bildung war der Untergrund bereits schiefgestellt, wofür die Kreidezeit bzw. die Zeiten ab dem Chatt/Aquitän oder aber bis kurz vor der Rinnenbildung angegeben werden. Die OMM entstand in Meereshöhe. Eine nachfolgende Hebung des Geländes ermöglichte dem Graupensandfluß, sich rund 100 m tief (davon stellenweise bis 30 m tief in USM oder Weißjura; MOOS 1925: 210, 223, 228; GALL & a. 1977: 76) einzuschneiden. Die Entstehung der Graupensandrinne geht auf ein großtektonisches Ereignis zurück, nämlich die Kippung der Juratafel vor Beginn der Rinne im Oberottang (ZOBELFLEIN 1991: 187), welches das

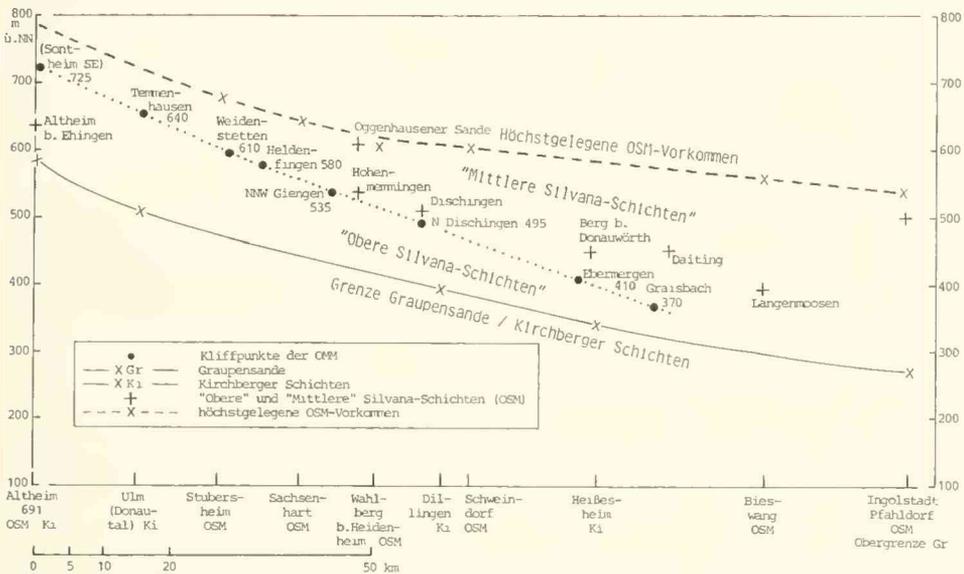


Abb. 4.: E.-D. MULLER (Brief vom 3.7.1990): „Höhe der nördlichsten OSM-Vorkommen in Relation zur Grenze Graupensande/Kirchberger Schichten (ohne Berücksichtigung von syn- bzw. epigeneischen Verstellungen)“<sup>27)</sup>.

27) E.-D. MULLER hat in ZOBELFLEIN (1991: 134<sup>4)</sup> erklärt, weshalb die „Oberen Silvana-Schichten“ tiefer einzuzeichnen sind als die „Mittleren Silvana-Schichten.“ Es ergibt sich aus den Angaben der betreffenden Autoren und aus den topographischen Höhenlagen der einzelnen Vorkommen, wurde aber von den Autoren nicht herausgestellt. – Das + bei den Oggenhausener Sanden bezieht sich auf die Typuslokalität in der Grube 1100 m nördlich des Ortes. Das x, 6 mm östlich auf der Skizze, bezieht sich auf das „Höchstgelegene OSM-Vorkommen“ nahe dem Ort Wahlberg, ca. 8 km E Heidenheim a. d. Brenz. Es fällt etwas nach unten heraus und ist wahrscheinlich ein Erosionsrest ein wenig unterhalb des maximalen präriesischen Aufschüttungsniveaus und wurde nicht tektonisch abgesenkt. Deshalb wurde es etwas unterhalb der gestrichelten Linie eingezeichnet.

Gebiet um Regensburg bis zur Rhone betroffen und den Verlauf des Graupensandflusses und sein Gefälle bestimmt hat (ZOBELIN 1995: Kap. M). Danach erlaubte die Senkung von Geländeteilen wiederum auf Meereshöhe die brackische Ingression der Kirchberger Schichten aus dem Osten. GALL (1971: 83 Abb. 13) hat Bewegungstendenzen vom Chattium bis zum oberen Tortonium und (1975: 202 Abb. 4) in der OMM und damit auch die Beweglichkeit des Jura-Untergrundes dargestellt. Nach der Auffüllung der Graupensandrinne durch die tiefe OSM setzte die Ost-West-Schüttung wieder ein. Weiteres siehe S. Kap. E.

Die tektonische Verstellung der OMM und der Grimmelfinger Schichten hat MOOS (b, unsere Abb. 3) herausgestellt, jene der Graupensande/Kirchberger Schichten bis zur höchstgelegenen OSM. E.-D. MÜLLER ermittelt (unsere Abb. 4).

Zu obigem bemerkt Herr E.-D. MÜLLER: „Aus der Skizze kommt deutlich zum Ausdruck, daß 1. die Eintiefung der Graupensandrinne (in Relation zur Klifflinie) von Ost nach West zugenommen hat, als Folge einer westwärts zunehmenden epirogenetischen Heraushebung der Alb, wie bereits MOOS (1925: 210) festgestellt hat.

2. Die Sedimentation der OSM gleicht die Unterschiede größtenteils wieder aus, wobei die Sedimentationsrate westwärts etwas abnimmt, eventuell aus faziellen Gründen (Abnahme der Korngröße Ost-West). – Die Klifflinie der OMM hat demnach eine Verkippung *s e h o n i m o b e r e n O t t n a n g* (Anlage der Graupensandrinne) und dann wieder im Plio-Pleistozän erfahren; die Grenze Graupensande/Kirchberger Schichten und die höchstgelegenen OSM-Vorkommen sind dagegen *n u r* im Plio-Pleistozän verstellt worden. Gegen Westen nimmt allgemein die Verkippung zu.“ Mündlich teilt Herr MÜLLER noch mit, daß im Riesgebiet laut BOHLEN [1977: 201 ff.] die westlichen Teile höher als im Osten liegen und daß die Graupensandrinne auf einem flexurartigen Ansteigen der Alb beruht. Die Vorstöße der Graupensande zeigen eine Hebung der Böhmisches Masse an.

In den Graupensanden der Ulmer Gegend sind Feldspatanteile aus dem granitischen Einzugsgebiet [der Urnaab] sehr viel häufiger als in den Altisheimer Sanden und Monheimer Höhenganden [aus dem Mesozoischen Einzugsgebiet des Urains]. Die oberpfälzischen Schutzfelschichten (der Oberkreide) führen keine makroskopisch erkennbaren Feldspäte (vgl. ZOBELIN 1986: 150–151).

## E. Herkunft des Brackwassers und Paläogeographie

Darüber hat ZOBELIN (1985: 209, 265) berichtet. Zwecks Überblicks und Ergänzungen und weil LIMCKE bis 1988 das Brackwasser von Westen herleitet, die nachfolgende Zusammenstellung. Siehe auch Kap. G.

### E.1. Literaturangaben

(a) Nach MOOS (1925: 236) tritt das Brackwasser vom Wiener Becken aus nach W heran. Nahe der österreichisch-bayerischen Grenze erfüllt es den ganzen Raum zwischen den Alpen und dem Bayerischen Wald. Der Autor verweist (: 235) u.a. auf GUMBEL's Funde (1887) von Kirchberger Schichten im Kaltenbachgraben bei Miesbach und jene SCHLOSSER's (1893) am Ratzinger Berg zwischen Prien und dem Simsee in Oberbayern. Gegen W erfolgt eine Verschmälerung und der Eintritt in die Graupensandrinne. MOOS (1925: 237) betont, daß mit dem von Osten heranrückenden Meer auch jene Brackwasserfauna in unsere Gegend kam, „die in so schroffem Gegensatz zu der Fauna der burdigalen [helvetischen] Meeresmolasse steht, daß auch nicht eine einzige Art der Kirchberger Schichten aus einer Form der Meeresmolasse abgeleitet werden kann.“ Auch in BUCHH's Fauna der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen (1956) kommt keine Kirchberger Molluskenfauna vor. *Theodoxus (Calvertia) crenulatus*

*crenulatus* wird fraglich aus dem Oberen Helvetien, dazu aus dem Oberen Vindobon genannt (: 283, 286), *Hydrobia semiconvexa* aus dem Unteren Helvet bis Oberen Vindobon, wobei die Fundstelle bereits im Torton liegen kann, und *Brotia escheri grossecostata*, wofür Aquitan und Unteres Burdigal angegeben wird (: 283, 284).

(b) KIDERLEN (1928: 601–602) läßt die Kirchberger Schichten von SW bzw. S her kommen, nimmt dann aber (1931: 329, 354/355) eine „Einwanderung wichtiger Faunenelemente aus dem O in die Kirchberger Schichten der Ulmer Gegend“ an.

(c) PFANNENSTIEL (1931) führt „Die Fauna der Kirchberger Schichten von Lohn am Randen“ (Kanton Schaffhausen) mit 10 Mollusken-Arten sowie Muschelbruchstücken und unbestimmbaren Pflanzenabdrücken auf ein Meer im Osten zurück. Die durch das Brackwasser immer ärmer an Arten werdende Fauna wandert nach Westen ein (: 17).

(d) LEMCKE & a. (1953: 28) stellen den Begriff „Süßbrackwassermolasse (SBM)“ auf und (: 35 ff.) leiten ihn ab. KIDERLEN's (1931) von E „ingredierende Kirchberger Schichten“ lehnen sie ab (: 29). Nach dem Absinken der Graupensandrinne unter Meeresniveau drang (von der NE-Schweiz her) Brackwasser in die Rinne ein. Von dort aus erfolgten über die Albsteinschwelle Schüttungen in das Vorland bis zur Linie der Bohrungen Biberach CF 1004 und Scherstetten I (: 38, 44). Ihre Abb. 4 (: 43) zeigt eine Schüttung vom Oncophora Meer westwärts bis östlich des Lechs, SW und S Augsburg und bis S Ulm (: 94)<sup>28)</sup>.

LEMCKE & a. bemerken zur Paläogeographie (: 80–81, 92 ff.), daß der W–E-Transport in der höheren USM bzw. am Ende der OMM durch eine Kippbewegung umgekehrt wird, was in der nach SW entwässernden Graupensandrinne merkbar wird und bis zum Ende der OSM anhält. Auf die in der OSM E–W verlaufende Strömung in der Vorlandmolasse über die Schweiz zum Rhonetal verweisen LEMCKE & a. (1953: 65, 68, 79) und FUCHTBAUER (1954: 33 Abb. g, 39; 1967: 288 Abb. 11, 290, 294). HOFMANN spricht von einer Glimmersandschüttung von den östlichen Ostalpen über die nördliche Vorlandmolasse, die Nordschweiz und den Kettenjura gegen das Mittelmeer (1955: 107; 1956: 23, 25, 26; 1959: 70; 1960b; 1969: 270, 280 Fig. 1). Vgl. ZOBELIN 1983: 160; 1995: Kap. M 1.

(e) In LEMCKE's Skizze (1972: 35 Fig. 6) fließen zwei Zubringeräste des Graupensandflusses mit fraglichem Anfang 85 km ENE Ulm zusammen, fließen nach Aufnahme des Ur-Mains als Graupensandfluß nach SW und münden knapp W des Bodensees in das „Meer der NE-Schweiz“. Dagegen transgredieren von dort aus die Kirchberger Schichten nach NE. Sie durchbrechen mehrmals die Albsteinschwelle in ihrem SE, um weiterhin nach deren Ende (ca. 88 km ESE Ulm) sich süd- und südostwärts gegen die Faltenmolasse und bis zum Landshut-Neuöttinger Hoch auszubreiten. Östlich dieses Hochs erstrecken sich die Oncophora-Schichten. Sie transgredieren N von Regensburg in die Oberpfalz. Mit der Unterbrechung der Meeresverbindung zwischen Niederösterreich und Oberösterreich/Ostbayern durch die Kulmination Enns-St. Pölten endet zugleich die OMM des deutschen Alpenvorlandes (: 34).

(f) LEMCKE (1973: 15 Abb. 2) wiederholt die Abb. in 1972: Fig. 6 und bestätigt seine dortigen Ausführungen. S. 15: „Im Helvet (Beil. 1, Fig. 12) wächst sich die im Burdigal eingeleitete Transgression der Oberen Meeresmolasse (OMM) zu einer Gesamtüberflutung des Molassebeckens aus.“ Sie steht „am Beginn einer epirogenetischen Wende, die sich in der Regressionsphase, der etwa oberhelvetischen Süßbrackwassermolasse (SBM) ... vollendet.“ S. 16: Es bildet sich die Graupensandrinne und SE davon der Albstein (mit Literaturhinweisen). Ab Untertorton (Karpat) entwickelt sich im ganzen Becken ein gewaltiges, von E nach W abströmendes Flußnetz bis zum untersten Pliozän.

28) Daß im Bodenseegebiet bisher keine SBM angetroffen wurde, wird durch Funde u. a. von vier Hydrobien-Exemplaren in der Bohrung Baitenhausen berichtet (ZOBELIN 1995: Kap. H. 3). Deren Bedeutung hatte ich erst mit Brief vom 10.10.55 an die Wintershall-AG., Herrn Dr. HAUS herausgestellt.

(g) LEMCKE läßt 1984 abweichend von 1972 (: 35 Fig. 6) und 1973 (: 15 Abb. 2) einen Ast der Graupensandrinne NE von München beginnen, einen Ast der Kirchberger Schichten über das Landshut-Neuöttinger Hoch in die Oncophora-Schichten hineinreichen und von diesen aus die Transgression über Regensburg in die Oberpfalz entfallen. Die Unterbrechung der Meeresverbindung Bayern-Niederösterreich durch die „Schwellenregion von Amstetten“ fällt wohl ins ausgehende Unterhelvet (: 382). Das ziemlich kleine, etwas nach Oberösterreich hineinreichende Restmeer der brackischen ‚Oncophoraschichten‘ (SCHICKUM 1971: 569) bleibt erhalten, die mit einem Aussüßungshorizont enden (WITTMANN 1957: 75, 87) (: 383). „Im restlichen deutschen Vorland kommt es zu dieser Zeit zunächst zwischen Bodensee und Lech zur Bildung einer als ‚Albstein‘ bezeichneten Krustenkalkdecke LEMCKE et al. 1953: 39.“

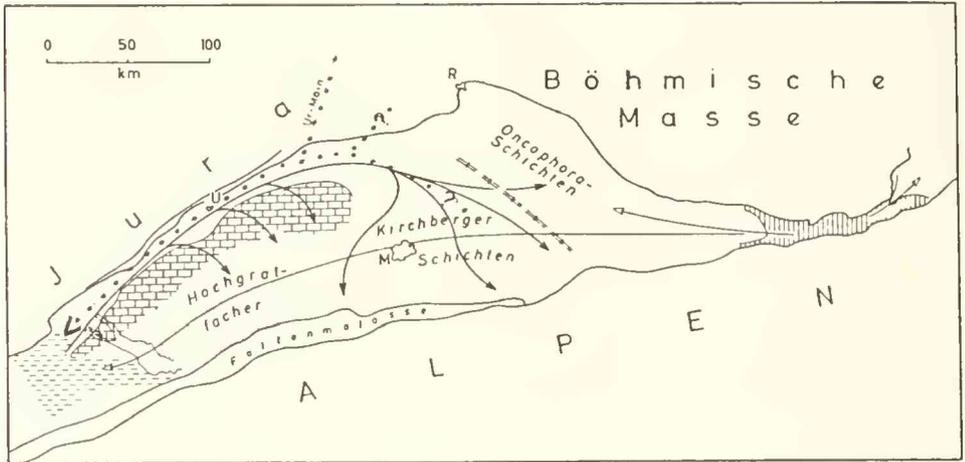


Abb. 5 (= LEMCKE's Abb. 6, 1984: 382), hier Kopie

„Ihr Nordteil bildet als ‚Alsteinschwelle‘ den SE-Rand der ... Graupensandrinne, des mutmaßlichen Unterlaufs des vom Frankenswald damals zur NE-Schweiz abströmenden Ur-Mains“. „Am Ende des Helvet überflutet das Meer aus der NE-Schweiz via Graupensandrinne noch einmal das östliche Bayern (LEMCKE 1972: 36), zunächst bis zum Chiemsee und zur Salzach, und hinterläßt dort wie in der Rinne die brackischen ‚Kirchberger Schichten‘“. In Ostniederbayern (Abb. 7) kommt es zu einer Überdeckung der Oncophora-Schichten (Oberottwang) durch Kirchberger Schichten (Karpat), die zusammen die Süßbrackwassermolasse bilden. Dann folgt mit einem E-W-Gefälle die fluviale Schüttung der OSM im Alpenvorland.

(h) LEMCKE weicht 1988 von seiner Darstellung (1984: 282 Abb. 6) ab, indem er auch einen Flußtransport zur Graupensandrinne über Salzburg herleitet, ihn einige km NE Donauwörth in diese münden läßt, „Ur-Naab“ und „Ur-Main“ sich bei Donauwörth treffen und als Graupensandfluß in der Rinne weiterfließen, eine? „Ur-Enns“ längs der Böhmischen Masse nach NW zieht und die „Ur-Naab“ aus der Oberpfalz kommt. Die weiteren Darlegungen entsprechen in dem hier einschlägigen Teil im wesentlichen jenen von 1984.

(i) SCHICKUM (1964; 1971), SCHICKUM & STRAUCH (1968) und STRAUCH (1971) behandeln das ostniederbayerische Brackwasserbecken (die „Oncophora-Schichten“), dazu seine Beziehungen zu den Kirchberger Schichten.

SCHICKUM & STRAUCH lehnen (1968: 335 ff.) den Begriff „Süßbrackwassermolasse“ ab. Laut SCHICKUM (1971: 573) entwickeln sich die Oncophora-Schichten „unmittelbar aus der Obe-

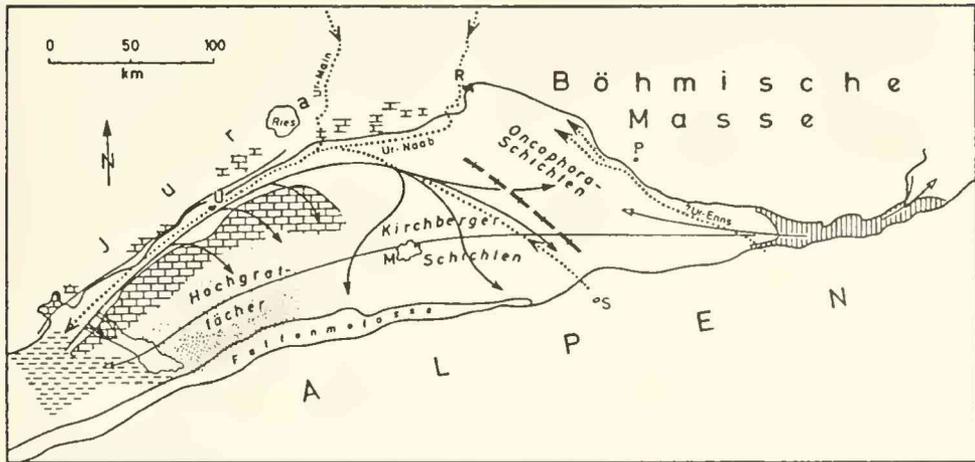


Abb. 6 (= LEMCKE's Abb. 25, 1988: 40), hier Kopie

ren Meeresmolasse.“ SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 382-383): „Nur drei von sechzehn Brackwasserarten des niederbayerischen Beckens sind mit dem östlichen Raum gemeinsam, nämlich *Hydrobia frauenfeldi*, *Melanopsis impressa* und der weit verbreitete *Clithon pictus*.“ „In keinem Falle läßt sich im Profil der Brackwassermolasse Niederbayerns das plötzliche Erscheinen einer Art feststellen, deren erste Entwicklung allein in randlichen Brackwasserzonen des niederösterreichischen Beckens gelegen hätte.“ S. 386: Die in sämtlichen Horizonten der Oncophora-Schichten nachgewiesenen Tereidinen können nicht aus dem Raum Niederösterreichs abgeleitet werden. SCHLICKUM (1964: 36), SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 327, 328, 386, 388): Die 7 petrofaziellen Einheiten der Oncophora-Schichten geben den Ablauf eines kontinuierlichen, zeitschräg verlaufenden Aussüßungs- und Verlandungsprozesse wieder. S. 328, 380, 382: Die Brackwassermolassen Ostniederbayerns, des Ulm-Kirchberger Raumes und Niederösterreich-Mährens stellen getrennt Becken dar. Laut SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 380), SCHLICKUM (1971: 373) und STRAUCH (1971: 583; 1973: 96) konnte das kleinere niederbayerische Becken schnell verbracken und verlanden, während das größere Ulm-Kirchberger Becken vielleicht noch nach SW Meeresverbindung besaß und in der Entwicklung gegenüber dem östlichen nachhinkte. SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 383): Die St. Pölter Straße war zur Zeit des Absatzes der Oncophora-Schichten geschlossen. Cerastodermen fehlen hier, „während in den Kirchberger Schichten mindestens noch 4 Arten auftreten, die eher Hinweise auf einen sporadischen Salzwasserzustrom (vielleicht von SW) für das Ulmer Becken geben können.“ „Es muß also der brachyhaline Zustand des bayerischen Molassebeckens bereits weitgehend durchschritten gewesen sein, bevor überhaupt die Ablagerung der Oncophora-Schichten einsetzte.“

(j) SCHLICKUM hat (1970a-c) die Mollusken von oberbayerischen Brackwasservorkommen den Kirchberger Schichten zugeteilt. Er schließt (1971: 573) daraus, daß sich das große schwäbisch-bayerische Brackmeer „vom Kanton Schaffhausen (PFANNENSTIEL 1931) und vom Hegau (SCHREINER 1959) bis zum Raum München (SCHLICKUM 1970b) und darüber hinaus bis zur Salzach im N des Waginger Sees ausgedehnt hat (SCHLICKUM 1970c).“

(k) Nach PAPP & STEININGER (1973: 31) liegt am „Kaltenbachgraben ein Komplex von Kirchberger Schichten mit einer verarmten Molluskenfauna vom Typus der *Oncophora* Schichten“ vor, „die letzte Phase der Faunenentwicklung mit den ‚*Oncophora* Schichten‘ und ihren Äquivalenten, den Kirchberger Schichten und der Süßbrackwassermolasse Bayerns.“

(l) Über PAPP's paläogeographische Ansichten hat ZOBELIN (1985: 239) referiert. PAPP (1973: 57): „Das westlichste Vorkommen der *Oncophora* Schichten wäre Kirchberg a. A.“ (lies: an der Iller).

(m) SENIŠ (1973: 47): „(Die Schweizerische, sogar schon die Bayerische Molasse nehmen wir bereits zum Gebiet der westlichen Paratethys)“.

(n) ČTYROKY (1968: 260 Fig. 1, 263 Fig. 2, 266; 1987: 74,75; ČTYROKY & a. 1973: 92): Nach KVIASCHVIL (1962) und Vorgängern, etwa MERKLIN (1953) entstanden die *Rzebakia* Schichten in einem einzigen großen brackischen Meer, das von der Schweiz bis zum Aralsee reichte (vgl. auch SCHLICKUM & STRAUCH 1968: 380<sup>m</sup>). ČTYROKY (1987: 94): „In Mähren kommt auf keiner einzigen Lokalität in den *Rzebakia* Schichten eine brachyhaline Vergesellschaftung mit einer typischen marinen Molluskenfauna vor“. ČTYROKY (1973: 95) zitiert Literaturangaben, wonach eine periodische Verbindung brackischer Räume mit dem offenen Meer nicht auszuschließen ist.

(o) SENIŠ (1973: 124 Abb. 17): Die Verbindung zwischen dem Becken von Brünn etc. bis Ulm besteht fort, wie die teils gestrichelte Abbildung zeigt. Die *Rzechaki* (*Oncophora*) Schichten sind Transgressionsablagerungen.

(p) ERB & a. (1961: 45) führen die Samtsande im Bodensee-Gebiet nach sedimentpetrographischen Untersuchungen von HOFMANN (1956: 31) auf eine Zufuhr von E zurück.

(q) BUCH & SCHLANKE bemerken (1977: 67): „Zur Zeit der Bildung der Graupensandrinne im obersten Helvetian stand der nördliche Beckenteil der Ostschweiz ganz unter dem Einfluß der Ostschüttung. Zeitweise gelangten sogar die für den pannonischen Raum typischen *Oncophora*schichten im Gebiet des Kantons Schaffhausen zur Ablagerung.“

(r) ZOBELIN (1985: 238-239 Nr. 78) erörtert die „Paläogeographie der Oberen Brackwassermolasse“ und hält u.a. die „isolierten Becken“ SCHLICKUM'S & STRAUCH'S (1968: 327, 355 f., 366) für unwahrscheinlich.

(s) DOPPLER (1989: 83) zieht „ein höheres Alter der Kirchberger Schichten gegenüber den *Oncophora*-Schichten“ in Betracht. Er nimmt (: 107 ff.) in „Stratigraphisch-paläogeographische Überlegungen zur Süßbrackwassermolasse“ an, daß „Brackwassermolasse wahrscheinlich gleichermaßen von W wie von E“ in die Graupensandrinne eingedrungen ist.

## E.2. Diskussion

Den Ausführungen wird jeweils die Nr. der Notiz in Abschnitt (1) vorangestellt. Zu den Angaben über Alter und Beziehungen siehe Kap. F. und G.

(a) MOOS' Darlegung, daß sich die Fauna der Kirchberger Schichten nicht aus der OMM-Fauna der Schweiz entwickelt haben kann, wird durch BUCH'S Befunde erhärtet (vgl. auch ZOBELIN 1995: Kap. L). (d) Über den Verlauf des Graupensandflusses von Regensburg nach SW bis einschließlich zur Rhone hat ZOBELIN (1986: 149; 1991: 139 C 2) abweichend von LEMCKE & a. (1953) und LEMCKE berichtet. Der von LEMCKE & a. aufgestellte und von LEMCKE bis 1988 verwendete Begriff „Süßbrackwassermolasse (SBM)“ entfällt (ZOBELIN 1995: Kap. H. 3). Der Albstein im SW wurde als letzte, ausgesüßte Nachwirkung der OMM-Serie und nicht, wie LEMCKE annimmt, zur Zeit der *Oncophora*-Schichten gebildet. Der Albstein und die fluviatilen Grimmelfinger Schichten sind selbständige Einheiten, die nicht mit den *Oncophora*-Schichten und den Kirchberger Schichten zusammengefaßt werden können. Die beiden letzteren bilden zusammen die Obere Brackwassermolasse (OBrM). Den Begriff „*Oncophora*schichten“ und deren Verbreitung hat LEMCKE (1953: 40 Abb. 6; 1988) eingeschränkt. Die Kirchberger Schichten, die man laut LEMCKE (1984: 383; 1988: 42) dem Karpat zuordnen könnte, stelle ich (Kap. F) wie die *Oncophora*-Schichten zum Oberotttang. Die „Kippbewegung“ (d), welche die Umkehr der Entwässerung im Bereich der Graupensandrinne, nun von E nach W bewirkt hat, fand kurz vor deren Entstehung statt. Laut MOOS (1925:

207–208) werden Graupensande gleich SE von Laupheim durch OMM mit Albstein begrenzt. Nach NAGLE (1962: Abb. 1, 55) sind der Albstein und die im SE vorgelagerte Albsteinschwelle von Owingen (4 km nördlich Überlingen) bis Walpertshofen (5 km ENE Baltringen, 26 km SSW Ulm) und somit auf 70 km Erstreckung bekannt. Von dort aus reicht das Verbreitungsgebiet seiner „Albsteinschwelle“ 111 km weit (28 km über den Lech hinaus) nach ENE. LEMCKE & a. zeichnen die Albsteinschwelle (1953: Taf. VII Lageskizze) knapp N der Bohrung Biberach 1001 bis Aichach CF 1006 (rund 30 km ENE Augsburg) auf 106 km Länge ein. Nach NAGLE (1962: 44, 111; vgl. ZOBELIN 1985: 229–231) fehlt der typische Albstein in den CF-Bohrungen LEMCKE's & a. Diese Autoren hatten (ZOBELIN: 229, 235) von „Albstein i. w. S.“ und von „Albstein-Andeutungen“ gesprochen, die SE der gedachten Fortsetzung des Albsteins nach ENE liegen. ZOBELIN (1995: Kap. H. 3.) verwendet die Begriffe „Pseudo-Albstein“ und „Pseudo-Albsteinschwelle“, die besser Pseudo-Albsteinplatte genannt würde. Mit Ausnahme der Bohrung Aichach CF 1005, die auf der „Albsteinschwelle“ (12,5 km ENE Augsburg liegt (s. LEMCKE & a. 1953: Taf. VII Lageplan) und wenige brackische Mollusken geliefert hat, sind solche aus weiteren Bohrungen auf der Albsteinschwelle nicht bekannt geworden, obwohl das Brackwasser über diese „Schwelle“ und ihre Sedimente hinweggegangen sein soll. Auch südlich der Albsteinschwelle haben nur Hohenzell CF 1001 fragliche und weiter im SScherstetten 1, Freising CF 1004 sowie Baitenhausen einige Brackwassermollusken geliefert (s. ZOBELIN 1985: 227 Tab. 2; unsere S. 87<sup>28</sup>, 93).

(e, f) Von den in Abschnitt E 1 genannten Äußerungen über die Herkunft des Brackwassers votieren KIDERLEN (1928), LEMCKE & a. (1953), LEMCKE (bis 1988), STRAUCH (1971: 587) (i) und SCHLICKUM (1) für eine Zufuhr aus dem Westen, KIDERLEN (1931) und DOPPLER (1989) aus dem Westen und Osten, die übrigen Autoren aus dem Osten. Weil aber keine Hinweise auf eine Entwicklung der brackischen Mollusken der Kirchberger und Oncophora-Schichten aus den marinen Mollusken der OMM bestehen (Diskussion zu a), ein Helvet-Meer im Bereich der Graupensandrinne nicht bestand (ZOBELIN 1995: Kap. J–L) und das Brackmeer vom Aralsee bis in die Ostschweiz reichte, können die Brackwasserfaunen der OBrM nur mit dem Brackmeer von Osten gekommen sein. Damit entfallen die Darstellungen LEMCKE's & a. (1953) und LEMCKE's (1984; 1988) über eine Zufuhr des Brackwassers in der Graupensandrinne von Westen, das über die „Albsteinschwelle“ hinweg nach Süden übergelaufen wäre (vgl. ZOBELIN 1985: 209, 233, 234; 1995: Kap. H. 3, 4)<sup>29</sup>). Ein Übertritt des Brackwassers aus dem Niveau der Kirchberger Schichten der Graupensandrinne nach S war auch wegen des fehlenden Gefälles unmöglich, da die Kirchberger Schichten hier wie dort in Meereshöhe abgesetzt wurden. – Ein Argument gegen einen Brackwasseraustritt aus der Graupensandrinne nach S liefern auch die Mächtigkeitsverhältnisse (vgl. ZOBELIN 1985: 233). Während die Kirchberger Schichten 20 bis 25 m mächtig sind (Kap. B.III.4.), weisen 38 Kurzprofile (Erl. zur Molassekarte, 1955: 89–99) mit vollständigen Angaben über „SBM“, teils mit zusätzlichen „Oncophora-Schichten“, nur in Krumbach CF 1004 17,8 m, Krumbach 1005 und Aichach 1001 zwischen 20 und 25 m Mächtigkeit auf (S. auch LEMCKE & a. 1953: Taf. VII mit 18 SBM-Profilen und A-Seiten). In 35 Bohrungen ist die „SBM“ mächtiger, davon in 16 über 60 m und in 4 über 100 m (Birnbach 1, Freising CF 1001, Landsham 1 und Perach CF 5)<sup>30</sup>). Es ist unmöglich, daß diese Sediment-

29) Entgegen der W–E-Schüttung der Autoren schreibt FUCHTBAUER (1967: 299): „Ein neuer Zug in der Molassesedimentation ist das Auftreten einer Ostschüttung.“ „Am Ende des Helvets, in der ‚Süßbrackwassermolasse‘, vollzieht sich diese Umgestaltung im ganzen Becken.“

30) Haus (Erl. Molassekarte: 92–93) zeichnet in Freising CF 1001–1004 „SBM“, unterlagert (nur in 1001) von „Grenzzone“, darunter „Oncophora-Schichten (Ober-Helvet)“ statt Kirchberger Schichten (vgl. SCHLICKUM 1970a–c). Die Angaben über die SBM in den Kurzprofilen (Erl. z. Molassekarte) von LEMCKE (auch Scherstetten 1, LEMCKE & STRAUB, HAUS, HAUS & SCHAD beruhen zum Teil auf Molluskenbestimmungen ZOBELIN's in Berichten an die Erdölgesellschaften 1951/1952.

massen in ihrer Mächtigkeit und weiten Verbreitung aus dem relativ ruhigen Brackwasser der Graupensandrinne zugeführt wurden, zumal diese Rinne erst im Regensburger Gebiet begonnen hatte. Die unterschiedlichen Mächtigkeiten der SBM beweisen, auch wenn sie nur einigermaßen zutreffen, ein Relief der OMM-Oberfläche und damit eine Schichtlücke zwischen OMM und OBrM. (g, h) MACKENBACH bemängelt (1984: 109; vgl. ZOBELIN 1991: 178), daß LEMCKE 1984 den Ur-Inn als bedeutenden Materiallieferanten nicht berücksichtigt hat.

LEMCKE hält (1984: 383) die Oncophora-Schichten des Ottngang in Niederbayern und in Ober- und Niederösterreich für „Regressionsedimente“ und die einstweilen dem Karpat zuzurechnenden, aus der Schweiz kommenden Kirchberger Schichten für „Transgressionsbildungen“. Beide sind aber von Osten kommenden Transgressionsedimente des Ottngang (s. Kap. F, G). LEMCKE (1984: 383; 1988: 32) läßt die Oncophora-Schichten mit dem „Aussüßungshorizont“ enden, das ist die 4. Einheit im Profil von SCHLICKUM & STRAUCH (1968). Darüber folgen bei LEMCKE die Kirchberger Schichten des Karpat. Man fragt sich, wie die Kirchberger Schichten nach ihrem angeblich um 150 km westlich gelegenen Austritt aus der Graupensandrinne in dieses „abgeschlossene Becken“ (SCHLICKUM & STRAUCH) gelangen konnten. SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 365–366) bemerken bezüglich des „Schillsand-Bereiches“ [5. Einheit] über dem „Bereich des Aussüßungshorizontes“: „Die Molluskenfauna schließt sich in der artlichen Zusammensetzung eng an den Bestand der Glimmersande [3. Einheit] an“ und (: 367) ist deren konsequente Weiterentwicklung. Auch (: 371): „Die Uniosande [6. Einheit] besitzen petro- wie biofaziell große Ähnlichkeit mit den Glimmersanden.“ Und (: 379): „Die Lakustrischen Schichten [7. Einheit] stellen das Schlußglied eines einheitlichen Aussüßungsvorganges der Brackwassermolasse dar.“ Die Molluskenbestände bestätigen die Zugehörigkeit dieser Einheiten [4–7] zu den Oncophora-Schichten. Kirchberger Schichten wurden erst im S in Bohrungen angetroffen (s. Kap. C). – Gegen LEMCKE'S Abschnürung des Oncophora-Beckens durch die Kulmination Enns–St. Pölten bzw. Amstetten wie auch die Schließung der St. Pöltener Straße nach SCHLICKUM & STRAUCH sprechen die Aussagen von PAPP & STILINGER (k), PAPP (l) KVALIASCHVILI (n) und besonders von SENEŠ (o), daß die Verbindung vom Mährischen Becken zu den Kirchberger Schichten bei Ulm bis ins Oberottngang fortgedauert hat. Dem sind die Aussagen von ABERER (1958: 64) vorausgegangen, daß die „Oncophoraschichten dem höchsten Helvet in der Molasse entsprechen“ und (: 70) daß die „Abtrennung des Molassebeckens vom Weltmeer im obersten Helvet“ unter Abnahme des Salzgehaltes und schrittweiser Verlandung erfolgte. BRAUMÜLLER schreibt (1961: 519), daß „Bis zum I Helvet eine Meeresverbindung nach E“ bestand und nach deren Unterbrechung diskordant über dem Helvet die limnofluviatile OSM folgte. Diese Äußerungen wie jene MARTINI'S und REICHENBACHER'S (unsere S. 54) über die Fische machen es auch unwahrscheinlich, daß die süddeutsche und damit ostschweizerische OBrM von der zentralen Paratethys abgeschlossen waren und die Oncophora- und Kirchberger Schichten völlig getrennte Ablagerungsbereiche hatten. Dagegen haben v. AMMON (1888: 21), GRIMM (1964: 162), REICHENBACHER (1989: 35, 165–166 und ZOBELIN (1985: 233–235) Bedenken erhoben. Sie werden durch die Aussagen der obigen Autoren wie – teils auch durch die folgenden Darlegungen gestützt.

(i) Laut SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 382–383) sind nur 3 Brackwasserarten der niederbayerischen Oncophora-Schichten mit dem östlichen Raum gemeinsam. Da *Melanopsis impressa* und *Clithon pictus* Durchläufer sind, bleibt nur *Hydrobia frauenfeldi* übrig. Sie kommt im Vindobon und Sarmat des Wiener Beckens vor und verträgt ausgesüßtes Wasser mit einem Salzgehalt bis zu 0,5 ‰ (SCHLICKUM 1964: 5–6, 48–49). Zu *Mohrensternia* sp. siehe STILICKUM (1964: 11; 1971b: 569) und PAPP (1954: 32, 33). Die in sämtlichen „Horizonten“ vorkommenden Teredinen sind nicht „eingedrftet“ und belegen keine „offene Verbindung zum Meer“. Die Molluskenfauna der Oncophora-Schichten ist ebenso wie jene der Kirchberger Schichten (MOOS, Notiz a) eine eigenständige Brackwasserfauna, ohne Beziehung zur

Molluskenfauna der OMM und daher transgressiv aus dem Brackwasser der Paratethys von Osten eingewandert. Nach SCHLICKUM (1964: 56) enthält „Die Wassermolluskenfauna [der Oncophora-Schichten Niederbayerns] ... 13 endemische Arten der Gattungen *Nematurella*, *Euchilus*, *Congeria*, *Limnopageta*, *Limnopappia* und *Rzehakia*. Die gleichen Gattungen haben auch in den Kirchberger Schichten s. s. und in den Oncophoraschichten Mährens endemische Arten gestellt.“ Es besteht „im faunistischen Gesamtcharakter der drei Gebiete Übereinstimmung: in ihnen treten die kurzlebigen Gattungen *Limnopageta*, *Limnopappia* und *Rzehakia* auf. Außerdem sind die Arten der drei Gebiete teilweise über Artengruppen eng miteinander verwandt“ (!). SCHLICKUM & ČTYROKY (1965: 107) fällt auf, daß die Gattung *Limnopageta* in drei Gebieten unterschiedliche endemische Arten gestellt hat. Das gleiche gilt für die Gattungen *Congeria*, *Rzehakia*, *Nematurella*, *Euchilus* und *Ctyrokya*. S. 107<sup>2</sup>: „Das legt die Annahme nahe, daß die Entstehung und Ausbildung der unterschiedlichen Arten ... sich in isolierten Brackwasserbecken vollzogen hat.“ Ebenso meinen SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 380<sup>49</sup>), „daß die einzelnen Becken nichts miteinander zu tun haben“, desgleichen SCHLICKUM (1971: 569, 383) und STRAUCH (1971: 585, 586). SCHLICKUM zitiert (1970b: 143) als Aussage SANDBERGER'S (1874: 555) daß „die Fauna der Oncophoraschichten Niederbayerns (wohl) ‚einem getrennten und selbständigen Becken angehört‘ hat.“ – Gegen die Auffassung von SCHLICKUM, SCHLICKUM & STRAUCH und STRAUCH zweier getrennter, abgeschlossener Becken, (wobei die Kirchberger Schichten in den Bohrungen im S einzubeziehen sind), spricht folgende Übersicht. Es finden sich an brackisch-limnischen Molluskenarten, teils auch nur deren Gattungen: (1) in den Gebieten (1) Südmähren, Rzehakia- (Oncophora-) Schichten (ČTYROKY 1972: 63–128) 20 + 3 Gattungen, darunter *Siliqua*<sup>31</sup>); (2) E-Niederbayern, Oncophora-Schichten (SCHLICKUM 1964: 2, 51) 21; (3) W-Württemberg, Illerprofil (unsere Tab. 3) 18 + 4 Gattungen; (4) Lohn am Randen, Kt. Schaffhausen (PFANNENSTIEL 1931) 10, darunter *Oncophora* wie bei Büttenhardt (HOFMANN 1978: 9) und *Siliqua alemannica* und sp. (II) In Bohrungen im Süden von (1) (5) E-Oberbayern (SCHLICKUM 1970a: 175, 183–184, 186) 9, darunter *Hydrobia semiconvexa*, *Nematurella* sp., *Siliqua suevica*, *Rzehakia* (früher *Oncophora*) *partschii*; (6) Oberbayern, Chiemseegebiet (SCHLICKUM 1970b: 156) 13, darunter *Rzehakia partschii*; (7) NE München, Pliening (SCHLICKUM 1970c: 162) 7; (8) Oberbayern, Freising CF 1001–1004 (ZOBELIN 1951/1952, MS; HAUS 1955: 92–93) 6 + 4 Gattungen, darunter *Hydrobia semiconvexa*, *Rzehakia partschii* und *Cardium kraussi* = *Limnopageta kraussi* (SCHLICKUM 1970a: 182; unsere S. 75<sup>23</sup>); (9) Bohrfeld W-Oberbayern – Bayer. Schwaben – E-Württemberg (LEMCKE & a. 1953: Taf. II, VII, A 1–A 8; ZOBELIN (MS an LEMCKE, unsere S. 91<sup>10</sup>; 1985: 227 Tab. 2, 228) 3 Gattungen; (10) W-Bayer. Schwaben, Scherstetten I (LEMCKE 1955a: 10–11; 1955b: 12–21; ZOBELIN 1955: 22; 1985: 227 Tab. 2, 228) 3 Gattungen; (11) SE-Baden, Baitenhäuser I (ZOBELIN 1955, MS; HAUS & SCHAD 1955: 91) 1 Gattung (*Hydrobia*; unsere S. 87<sup>28</sup>).

Stellungnahme: Sicherlich haben sich in den „Becken“ der Oncophora- und der Kirchberger Schichten endemische Arten entwickelt. Doch die oben (: 93) zitierten Äußerungen und die dortigen Argumente besagen, daß kein vollständiger Abschluß dieser Becken vom Brackwasser des Ostens erfolgt war. Darauf läßt auch die Anzahl der Brackwassermollusken in die Oncophora-Schichten Mährens (I 1), Ostniederbayerns (I 2), den Kirchberger Schichten des Illerprofils (I 3) und von Lohn am Randen (I 4) schließen. Die Autoren, die „zwei isolierte

31) ČTYROKY (1972: 88) bemerkt: „... im ganzen Raum der Paratethys sind die Vertreter der Gattung *Siliqua* an eine brachyhaline-mesohaline Biofazies (30–18 bzw. 10–5 ‰ Salzgehalt) der *Rzehakia* Schichten zusammen mit *Polymesoda*, *Staliopsis* und *Ctyrokya* gebunden.“ – *Rzehakia* geht bis in oligohaline Gewässer (3–0,5 ‰) hinab (unsere S. 95). Über das Vorkommen von *Siliqua* in den Kirchberger Schichten Süddeutschlands siehe im folgenden PFANNENSTIEL (1931) und SCHLICKUM (1970a: 183; 1971: 571<sup>3</sup>), der auch auf den Fund (det. C. MAYER) von Hüttsheim verweist.

Becken" in Betracht ziehen, lassen außer Acht, daß molluskenführende Kirchberger Schichten weit nach SW (Lohn am Randen) und nach E und S (II) vorkommen. Die Ausbeute an brackisch-limnischen Mollusken wird an flächenmäßig erfaßten Fundstellen größer als in (vor allem vereinzelt) Bohrungen sein. Dennoch erfährt die Anzahl solcher Mollusken, die schon am Randen verringert ist, auch in den Bohrungen von E nach W eine beträchtliche Minderung. Diese Erscheinung kann nicht mit dem Verschuß durch die Schwelle von St. Pölten/Amstetten erklärt werden, wie sie LEMCKE und andere annehmen, noch laut STRAUCH (1971: 587) durch eine Verbindung des Kirchberger Beckens für „längere Zeit mit nahezu normaler Salinität im Raum der Schweizer Molasse ... mit dem offenen Meer“, die nicht bestand (ZOBELIN 1995). Außer der Verteilung der brackischen Mollusken sprechen auch deren Verwandtschaftsbeziehungen und jene der Fische für eine anhaltende Verbindung der süddeutschen Brackwassermolasse mit jener des Ostens, insbesondere Mährens. Vermutet doch auch STRAUCH (1973: 96) bezüglich der Kirchberger Schichten „einen ununterbrochenen Kontakt zum Ottngangien“, wie auch FUCHS (1980: 163) für die *Oncophora*-Schichten Oberösterreichs „einen temporären Kontakt zum Meer im Osten“ annimmt. Herr F. HOEMANN, Neuhausen am Rheinfeld, hat aus langer Molasseerfahrung Herrn LEMCKE und mir brieflich am 14.5.90 mitgeteilt: „Die Sedimente der Brackwassermolasse stammen offenbar alle aus E, ausgenommen die Quarzschotter aus dem Napf.“ Auch demnach hat die Verbindung mit dem Osten während der Brackwasserzeit bestanden. Zufolge der oben zitierten Literatur wurde der Verschuß der Straße St. Pölten/Amstetten, soweit er auf die Sedimentation in Süddeutschland Einfluß hatte, erst an der Wende OBrM/OSM wirksam.

## F. Alter der Oberen Brackwassermolasse (OBrM)

### F.1. Literaturangaben

KIDRIEHN (1931: 265) erklärt die Grimmelfinger Schichten wie (: 308) die Kirchberger Schichten und ihre Äquivalente als Helvet, einige Autoren die Kirchberger Schichten etc. als Oberhelvet oder als oberes Ottngang, teils bis Unterkarpat. In neuerer Zeit setzt SCHÖBER (1989: 90 f.; Tab. 8; s. ZOBELIN 1995: Kap. G 3i, Tab 3) nach Literaturangaben die „Brackwassermolasse (BM)“ in das Oberottngang bis Unterkarpat, wobei die Grimmelfinger Schichten Oberottngang und die Austernagelfluh und die Melaniensande Unterkarpat sind. Die Melaniensande vertreten im SW die Kirchberger Schichten (ZOBELIN 1995: Kap. G 3i) und gehen wie diese in die OSM über. ZIEGLER & FAHLBUSCH (1986) untersuchen „die basale Obere Süßwasser-Molasse Niederbayerns“ mittels Kleinsäuger-Faunen. Sie stellen (: 3, 55) die Vorkommen von Rauscheröd, Rembach und Forsthart, die gleichaltrig sind, in die „Limnischen Süßwasserschichten“ im Hangenden der ‚*Oncophora*-Schichten‘. Die Limnischen Süßwasserschichten leiten zu den Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse über. Die drei Faunen sind „deutlich älter als diejenigen der Oberen Süßwassermolasse (MN 5). Enge Beziehungen bestehen zur Fauna von Erkertshofen (MN 4b), die nur geringfügig älter ist.“ Ebenso etwas älter ist die Fauna von Vieux Collonges. „Etwas größere Altersunterschiede bestehen gegenüber Erkertshofen 2, welche aber ebenfalls zu MN 4 gehört.“ „Da die endgültige Aussüßung des Brackwassermeeres im östlichen Molassebecken etwa der Grenze Ottngang/Karpat entspricht, fällt diese Grenze in der säugetierpaläontologischen Gliederung etwa in die Mitte der Säugereinheit MN 4b.“

### F.2. Diskussion

ABIRER wie ČTYROKY & PAPP (unsere S. 90) stellen fest, daß die *Oncophora*-Schichten Niederbayerns und jene Österreichs in Verbindung stehen. Laut ČTYROKY & a. (1973: 91) „läßt

sich in der gesamten Paratethys ... eindeutig feststellen, dass die *Rzebakia*-Schichten in einer brachyhalinen bis oligohalinen Seichtwasserfazies [18 bis 0,5 ‰ Salz] der Meeresbecken entstanden sind.“ Nach CICHÁ & a. (1972: 131–132 Tab. 1) sind die *Rzebakia*-Schichten Mährens brachy- bis oligohalin und der 24,5 bis 22,5 Mio. Jahre alte Abschluß des Ottngang. In den *Rzebakia*-Schichten treten *Piezodus*, *Melissiodon* und *Ligerimys* letztmals auf. Die beiden letzten Gattungen finden sich in Langenau 1, Bézian und Artenay (HEIZMANN & a.: 4, 6, 8) sowie Rauscheröd, Rembach und Forsthart (ZIEGLER & FAHLBUSCH: 43 ff., 36, 50). Dem Obigen zufolge lägen die Fundpunkte nicht höher als im Ottngang; siehe aber unten. ZOBELIN (1983: 179–180) hat einen Literaturauszug über die Kleinsäugerfunde in der OBRM („SBM“ bzw. Oncophora-Schichten) Ostniederbayerns gebracht und (1991: 134<sup>3</sup>) zu ZIEGLER & FAHLBUSCH (1986) Stellung genommen. MAYR (1980: 170) hatte Forsthart und Rembach in MN 4b, die „noch ältere Fauna“ von Rauscheröd in MN 4 eingestuft. Er vermerkt hier (: 168) eine „Verzahnung der brackischen Meeresmolasse mit fluviatil-terrestrischen Elementen, Kleinsäufern und marinen Faunenelementen wie Haie, marine Teleostier und Seekuhreste“, was auf deren Einschwemmung in das Brackwasser schließen ließe. Laut SCHLICKUM (1964: 50<sup>10</sup>) und SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 328, 335–337) sind die „Limnischen Süßwasserschichten“ denkbar unglücklich benannt, da sie „zu einem wesentlichen Teil brackisch sind.“ Deshalb nennen SCHLICKUM & noch STRAUCH (: 337) diesen höchsten Teil der Oncophora-Schichten „Lakustrische Schichten“. Nach diesen Autoren (: 376<sup>17</sup>) liegen die Ablagerungen von Forsthart, worin SCHLICKUM (1964: 57) nur Landgastropoden, darunter erstmals *Cepaea silvana* angetroffen hat (und damit die gleichaltrigen von Rauscheröd und Rembach) in der OSM. GRIMM (1964: 172, 173) zufolge sind Limnische und Fluviale Süßwasserschichten „über weite Bereiche durch eine Erosionsdiskordanz“ getrennt, welche die Grenze zwischen SBM und OSM darstellt. ZOBELIN hat (1985) noch weiteren Aussagen bezüglich der Schichtlücke über den Limnischen Süßwasser-Schichten (: 247 Nr. 99, 260 Nr. 115) die Grenze SBM/OSM bzw. Ottngang/Karpat an der Obergrenze dieser Schichtlücke gezogen (1985 Tab. 1: Profil 10 Spalte f, Profil 11 Spalte l (der tiefste Querstrich entfällt). Demnach entspricht zwar (ZIEGLER & FAHLBUSCH) „die endgültige Aussüßung des Brackwassermeeres im östlichen Molassebecken etwa der Grenze Ottngang/Karpat“. Sie liegt auch in MN 4b, aber nicht in den Limnischen Süßwasser-Schichten, sondern, wie sich aus SCHLICKUM & STRAUCH und aus der richtigen Überschrift bei ZIEGLER & FAHLBUSCH ergibt, darüber in der tiefen OSM. Die gesamten Oncophora-Schichten gehören also zum Ottngang, die Kleinsäuger von ZIEGLER & FAHLBUSCH aber zum tieferen Karpat (MN 4b). STRAUCH hatte (1973: 97/98) bereits darauf hingewiesen, daß *Cepaea silvana* in allen Gliedern der Oncophora Schichten noch nicht auftritt (erst ab OSM). „Die von GRIMM (1964) wie ČTYROKY (1966) geäußerte Vermutung, dass die höchsten Folgen bereits der karpatischen Stufe zugeordnet werden, bestätigt sich also nicht.“ Nach HEIZMANN & a. (1980: 3, 4, 9) und HEIZMANN (1984: 36–37) paßt eine Auswahl von Säugetieren aus Langenau 1 (knapp 10 km NE Ulm) „am besten zum Niveau von Baigneaux, also MN 4b“ (1980: 9), mittleres Orleanium (1984: 36). Laut HEIZMANN (: 36) wurden in Langenau 1 aus „sandigen bis kiesigen Mergeln der basalen Oberen Süßwassermolasse (Äquivalente der Kirchberger Schichten) mehrere tausend Wirbeltierreste geborgen.“ Der untermiozäne Fluß von Langenau weist stark wechselnde Fließgeschwindigkeiten auf. „Brackische Einflüsse (Dreissenen, Clupeiden) [? aus einer bis 2 m mächtigen, ca 20 m breiten, seitlich auskeilenden Rinnenfüllung aus blaugrauem bis schwarzen Ton] zeigen Meeresnähe an, so daß eine Deutung als Mündungsbereich eines Flußsystems für die Langenauer Schichtenfolge am ehesten zutreffen dürfte.“

Ergänzung: Gemeinsame Aufsammlungen der Staatlichen Museen Tübingen und München in Langenau 2 (ca. 800 m SE von Langenau 1; s. HEIZMANN & a. 1980: 3 Abb. 1) und Göttingen bei Langenau erbrachten spärliche Ausbeute. An Mollusken fanden sich in dunkelgrauen und

braunlichen „Tonen“ (Tonmergeln ?) in 8 Schachteln (in Klammern Zahl der Stücke in verschiedenen Schachteln) *Theodoxus cytocelis* (2, 13), *Theodoxus* sp. (selten), *Hydrobia semiconvexa* (8), *Hydrobia* sp. (4), *Bithynia dunkeri* (1), *Bithynia glabra* (1, 4, 4, 5, 8), *Bithynia-Deckel* (1, 2), *Brotia escheri* (1 Abdruck), *Radix socialis dilatata* (4, 5), *Radix* sp. (1, 1), *Planorbatus cornu* (1, 2, 4, 8), *Gyraulus* sp. (4, 7), *Ancylus wittmanni* (22, 33), *Congeria amygdaloides* (2), *Congeria clavaeformis* (3x massenhaft, schillartig, 3 Kümmerformen, 9 Kümmerformen mit Farbstreifen, 17), *Cardiacea* (1 Bruchstück); an Landschnecken cf. *Tropidomphalus* sp. (1), *Triptychia*-Reste (1, 4), Landschneckenreste (1, 3, 8); an Fischresten 1 Wirbel, 1 Schuppe. – Es liegt also eine mäßig brackische Molluskenfauna vor, wobei sich schwach salzvertragende limnische Arten halten konnten und wenige Landschnecken eingeschwemmt wurden. Das Material liegt in der Münchner paläontologischen Sammlung

#### Diskussion zu Langenau 1

Die Kleinsäuger sind in Tübingen in Bearbeitung. Die massenhaften Großsäugerreste aus dem Mündungsbereich eines Flusses liegen offenbar nahe dem Nordwestrand der Graupensandrinne. Sie gehören einem Teil der Rinnenfüllung an, worauf eine durchgehende Lage Kirchberger Schichten in Langenau 1 sowie die uferferneren, noch schwach brackischen Sedimente von Langenau 2 hinweisen. In Langenau 1 ist die Flußschüttung etwas jünger als die dortigen Kirchberger Schichten, die früher eingesetzt und bis zur Flußschüttung angehalten haben. Verglichen mit den „Fluviatilen Süßwasserschichten“ der OSM und ihren Faunen von Rauseheröd, Rembach und Forsthart (tiefes Karpat) sind die Schichten von Langenau 1 etwas älter, liegen also im hohen Oberottnang und damit in MN 4b.

### G. Altersbeziehungen zwischen Oncophora-Schichten und Kirchberger Schichten

#### G.1. Literaturangaben

Die Darlegungen und Notizen (b) bis (s) beziehen sich auf solche in Kap. E (: 87 ff.). Über das Alter der OBrM siehe Kap. F. Über die Altersbeziehungen zwischen Oncophora-Schichten und Kirchberger Schichten bestehen in der Literatur verschiedene Meinungen, die oft nicht begründet werden. (b) Nach KIEDERLIN (1931: 329, 354/355) sind die ‚Kirchberger Schichten‘ östlich Passau [Oncophora-Schichten SW und W Passau] (Aussüßungs- oder Regressionsbildungen) jünger als die namengebenden Schichten des Ulmer Gebietes (Transgressionsbildungen). (d) Im Arbeitsgebiet LEMCKE'S & a. (1953: 44) geht die SBM in OSM über. (e) LEMCKE (1972: 36; 1973: 16) bezeichnet die Oncophora-Schichten als kleinen Meeresrest, der beim Rückzug des Helvetmeeres erhalten blieb, meist ohne Hiatus aus der OMM hervorgeht und rasch aussüßte. (g) LEMCKE (1984: 383, 384 Abb. 7): In Ostniederbayern kommt es zu einer Überdeckung der Oncophora-Schichten durch die Kirchberger Schichten [was nicht zutrifft; s. unsere S. 88]. (h) LEMCKE (1988: 40, 41/42): Wie (e). S. 42: „In Niederbayern wie in Ober- und Niederösterreich endigt mit den Oncophoraschichten als ausgesprochenen Regressionsedimenten das Helvet/Ottngang (STEININGER et al. 1976: 185/186).“ „Nach SCHLICKUM (1971: 573) sind die Kirchberger Schichten jünger“, also vielleicht Karpat. S. 43: Man könnte die SBM in eine regressive SBM I (etwa Oberhelvet) und in eine transgressive SBM II (etwa ? Karpat) unterteilen. In Ostniederbayern werden die ‚Limnischen Süßwasserschichten‘ weithin mit einer Erosionsdiskordanz von den ‚Fluviatilen Süßwasserschichten‘ der OSM überlagert. Im übrigen Bayern erfolgt der Übergang der Kirchberger Schichten (SBM II) in die OSM anscheinend fließend. (i) Aussage von SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 380), SCHLICKUM (1971: 573) und STRAUCH (1971: 583) über zwei verschiedenen

große, verschieden schnell verbrackende und verlandende Becken (wie unsere S. 93). SCHLICKUM (1971: 573): In Niederbayern entwickeln sich die *Oncophora*-Schichten unmittelbar aus der oberen Meeresmolasse. Nach STRAUCH (1973: 96, 255) erfolgte die Aussüßung der Kirchberger Schichten an der Typuslokalität relativ rasch, wie Sedimentmächtigkeiten und Faunenbilder (Evolutionsgeschwindigkeit) zeigen. Die Kirchberger Typusschichten vertreten einen sehr kleinen Zeitabschnitt und dürften altersmäßig höchstens den obersten Teilen der *Oncophora*-Schichten Ostniederbayerns entsprechen. (o) SENES (1973: 124 Abb. 17) zeichnet von Brno (Brünn) etc. eine zum Teil gestrichelte Perialpine Verbindung bis Ulm [usw.] und betrachtet die „*Rzechakia* (*Oncophora*)-Schichten als Transgressionsablagerungen.“ (s) DOPPLER (1989: 83): Die Kirchberger Schichten sind wohl älter als die *Oncophora*-Schichten.

## G. 2. Diskussion

Die Auffassung (ZOBELIN 1985: 209, 232–234, 265), daß südlich der Graupensandrinne eine etwas jüngere „südliche Depression“ (mit Kirchberger Schichten) bestanden hat, ist sicher. Ich nehme an, daß der Vorstoß des Brackwassers von Osten alle unter Meeresniveau abgesunkenen Gebiete der Kirchberger Schichten annähernd gleichzeitig erfaßt hat. Jedenfalls muß südlich der Graupensandrinne Festland bestanden haben, als der Fluß die Flußsande (KRANZ Nr. 19, REICHENBACHER Horizont 1s) in die Rinne geschüttet hat, die sich nordwärts mit den *Suevius*-Schichten verzahnen, die dann in die Cardien-Schichten übergehen. In Böhmen–Mähren liegen laut CICHÁ & a. (1972) über dem Marin der Eggenburger Schichten die Schichten von Orechov (Unterottang) und über diesen die *Rzechakia*- (= *Oncophora*)-Schichten (Oberottang). Beide sind der Säugereinheit MN 4b zuzuschreiben (unser Kap. F). Über die Verbreitung der *Oncophora*-Schichten im westlichen Oberösterreich siehe Kap. C. Sie sind von ihrem Liegenden (= OMM) und Hangenden durch Schichtlücken (Diskordanzen) getrennt (ABERER 1958: 65, 66/67; 1962 Tab. 1; BRAUMÜLLER 1961: 518, 519; FUCHS 1980: 160 Abb. 31; OBERHAUSER 1980: 551; TOLLMANN 1985: 453). Auch nach WEBER & WEISS (1983: 186) transgredieren bei Trimmelkam die kohlenführenden Süßwasserschichten über ein durch Erosion geformtes Oberflächenrelief der *Oncophora*-Schichten. Aufgrund von Landschnecken- und Pollenfunden stufen die beiden Autoren (: 188–189) die Trimmelkammer Kohlen wie ihre Fortsetzung auf oberbayerischem Gebiet (TRAUB laut ABERER 1958) in das Torton bzw. in das Untertorton ein, daß sie aber als „Badenien“ bzw. als „Unterbadenien“ bezeichnen. Der Begriff „Karpation“ kommt nicht vor. FUCHS zufolge (: 163) besteht „zumindest teilweise transgressive Lagerung.“ Verschiedentlich auftretende euhaline Faunenelemente lassen temporäre Kontakte zum Meer im Osten notwendig erscheinen, wie auch nach BRAUMÜLLER (1961: 519) „Bis zum Helvet ... eine Meeresverbindung nach E.“ bestand. TOLLMANN betrachtet (1985: 453) das Trimmelkammer Kohlenrevier als älteste Anteile der Kohlentonserie (Süßwassermolasse), die eventuell ab dem höheren Karpat, sicher jedoch mindestens ab dem basalen Baden einsetzt. Die im westlichen Oberösterreich anstehenden *Oncophora*-Schichten setzen sich im östlichen Niederbayern fort. In ihrem Liegenden traf ein Schurf (ZOBELIN 1940: 40) in glaukonitischem Sandmergel auf Dupletten einer auffallend großwüchsigen, brackischen *Congeria*, die Herr TRAUB als *Congeria* cf. *clavateformis* bestimmt hat. Darüber folgen nach weiteren 5 m glaukonitischem Sandmergel mit scharfer Grenze die *Oncophora*-Schichten. Auf die scharfe Grenze verweisen auch spätere Autoren<sup>32)</sup>. Ob eine Schichtlücke anstatt eines

32) WITTMANN beschreibt (1957: 56) in seiner Arbeit über die Süßbrackwassermolasse Ostniederbayerns die OMM als „a) 1,50 m verrutschter Bereich“ und darüber „b) 0,70 m flaserige marine Mergel mit Glaukonitzwischenlagen und Kalkkonkretionen“ [ohne Fossilangaben in b]. Es folgen „mit scharfer Grenze“ über der OMM die brackischen Basisschichten „c) 0,40 m brackische Mergel mit hauchdünnen Glaukonitzwischenlagen; *Oncophora* und *Cardium*“ und „d) 3,00 m brackische Mergel mit *Oncophora*“ etc.

allmählichen Überganges vorliegt, blieb ungeklärt. Weil aber die Oncophora-Schichten als selbständige Einheit transgressiv von Osten über die OMM übergreifen (: 94 f.) und im westlichen Oberösterreich nach übereinstimmenden Aussagen eine Schichtlücke zwischen dem marinen Liegenden und den Oncophora-Schichten besteht, ist sie auch hier wahrscheinlich. Jedenfalls kann man die Oncophora-Schichten nicht mehr mit LEMCKE (1972: 36; 1973: 16, 33; 1988: 40, 42) als „Rückzugsrest der OMM“ betrachten (s. unsere S. 102). Eine Schichtlücke existiert sicher zwischen den höchsten Oncophora-Schichten (= „Limnischen Süßwasserschichten“ = Lakustrischen Schichten) und den „Fluviatilen Süßwasserschichten der OSM (Kap. F 2). Die entsprechende Schichtlücke liegt auch in Oberösterreich vor (Kap. F 2). – Die Alterbeziehungen zwischen den beiderseits der Salzach gelegenen Molassegebieten geben Fragen auf. In Oberösterreich folgen über der OMM nach einer Diskordanz die brackischen Oncophora-Schichten des Ottang und nach wiederum einer Diskordanz im Hangenden die Kohleführenden Süßwasserschichten des Karpat (mit dem Trimmelkammer Kohlenrevier) und weitere OSM. ABERER hält (1958 : 81) die fossilführenden Kohlen von Trimmelkam und jene in Oberbayern nach „Fossilfunden in den bayerischen Kohlebohrungen durch F. TRAUB ... in den stratigraphisch und lithologisch gleichen Schichten“ für Torton. Für das bayerische Gebiet, westlich der Salzach, hat TRAUB folgendes Profil erstellt:

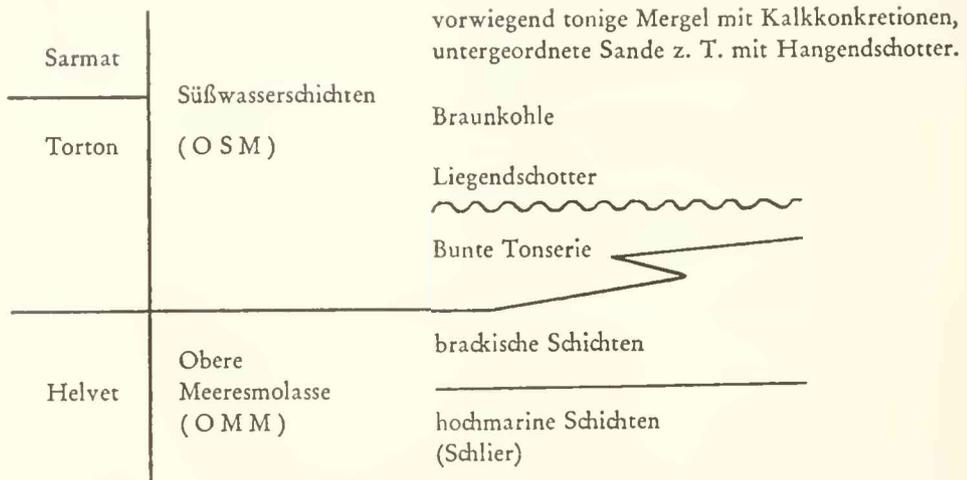


Abb. 7: Schichtfolge in Kohlebohrungen Ostoberbayerns. Aus SCHLICKUM 1970a: 176<sup>2</sup>) nach brieflicher Mitteilung von TRAUB vom 22.01.1970

In der Abbildung liegt die Braunkohle wie bei Trimmelkam in den „Süßwasserschichten“ und im „Torton“ [Karpat]. „Brackische Schichten“ und „Bunte Serie“ verzahnen sich örtlich, wobei die Brackischen Schichten bis in das untere Torton hinaufreichen können. Im stratigraphischen Schema des Bohrgebietes ist die Diskordanz nicht vermerkt, die weiter im W als Relief zwischen OMM und „Kirchberger Schichten“ (unsere S. 91) und im N vermutlich zwischen OMM und Oncophora-Schichten liegt (unsere S. 97). Die im Torton eingetragene Diskordanz ist in beiden Gebieten nicht bekannt<sup>33)</sup>. SCHLICKUM (1970a) konnte bei der

33) Bemerkenswert ist die Schichtfolge unter Tag nach HISSIG in UNGER bei Landau a. d. Isar (s. ZOBELFIN 1985: Tab. 1, 11. Profil Spalte f). Dort liegt über den „Oncophora-Schichten“ ein mit Limnischen Süßwasserschichten verzahntes „Braunkohlentertiär“ des Ottang (Spalte f; der untere Strich bei 1 entfällt). Über beiden folgt eine Diskordanz (Nr. 115). Die Schichtfolge ähnelt jener bei Trimmelkam, wo die Braunkohlen im tiefen „Torton“ [Karpat], hier aber im höchsten Ottang stehen.

Bearbeitung der Mollusken der Bohrungen „Kirchberger Schichten“ und überlagernde OSM nicht hinreichend trennen. Da Faunen und Stratigraphie sich nicht an Landesgrenzen halten, fragt es sich, ob beiderseits der Salzach Oncophora- oder Kirchberger Schichten vorliegen. SCHLICKUM nennt in seinem Molluskenregister (1970a: 186) unter „A, Arten von Brackwassergattungen“ 8 Arten und unter „B, Arten von Marinen Gattungen“ 2 Arten, die aber auch in das Brackwasser gehen. Von diesen 10 Arten kommen 8 Arten in anstehenden Kirchberger Schichten des Westens vor (s. unsere Tab. 3). *Cerastoderma traubi* ist schichteigen und *Nematurella* sp. indifferent. Nur der Durchläufer (Helvet-Sarmat) *Melanopsis impressa impressa* findet sich auch in den Oncophora-Schichten (s. SCHLICKUM 1964: 51 Tab.). Von den 8 Arten in „C. Süßwasserarten“ kommen alle außer *Stagnicola praebouilleti* in den anstehenden Kirchberger Schichten vor. In SCHLICKUM (1970b: 156) werden von den 20 Arten 14 aus anstehenden Kirchberger Schichten genannt, gemeinsam mit den Oncophora-Schichten wiederum nur *Melanopsis impressa impressa*. Die Diskordanz unter den oberösterreichischen Oncophora-Schichten setzt sich unter den Kirchberger Schichten in Ostoberbayern fort. Ob hier eine Diskordanz über den Kirchberger Schichten wie über den Oncophora-Schichten Oberösterreich und über den Lakustrischen Schichten Ostniederbayerns vorliegt (ZOBELIN 1985: Tab. 1, 10./11. Profil Nrn. 99, 115) ist fraglich, weil die Kirchberger Schichten im Typusprofil an der Iller (1985: Tab. 1, 5. Profil Nrn. 47/46) und südwestlich davon (3. Profil Nrn. 32/31) in OSM übergehen. Wenn der Brackwasservorstoß von Osten alle unter Meeresebene abgesunkenen Gebiete der Kirchberger Schichten ungefähr gleichmäßig erfaßt hat (Kap. G. 2.) und diese (wie im Anstehenden) auch in den Bohrungen in die OSM übergehen (LEMCKE & a. 1953: 44; LEMCKE 1988: 42), bestehen keine zwei isolierten „Becken“, wie sie SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 380, 382), SCHLICKUM (1971: 569, 573), STRAUCH (1971: 383, 585–587) und unter Bezug darauf auch LEMCKE (1972: 37; 1973: 16, 33) in Form des Kirchberger und Oncophora-Beckens angenommen haben. Davon abweichend sprechen SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 380) vom „Ulm-Kirchberger Brackmeer“, das bis in das Chiemseegebiet reichte, tatsächlich aber von der Salzach nach W über Kirchberg hinaus transgredierte (vgl. SCHLICKUM 1970a–c). – Die Autoren beschäftigen sich mit der Ursache der Trennung ihrer „zwei isolierten Becken“. Nach SCHLICKUM & STRAUCH (1968: 380) liegt „Möglicherweise ... die Erklärung für das Fehlen einer faßbaren Schwelle darin, daß vielleicht keine vollkommene Alterskongruenz zwischen den beiden Becken besteht“, die Senkungsgeschwindigkeiten also verschieden waren. SCHLICKUM führt (1971: 573) die Trennung auf die sehr viel frühere Aussüßung des kleinen niederbayerisch-oberösterreichischen Beckens gegenüber dem großen schweizerisch-oberbayerischen Becken zurück. „Wo die Grenzen zwischen den beiden Becken gelegen haben, läßt sich nicht sagen.“ Das Ausmaß des Schwellengebietes ist noch nicht bekannt, da eine faßbare Schwelle nicht vorliegt (Verweise auf SCHLICKUM & STRAUCH 1968: 380). Nach STRAUCH (1971: 583, 585) gehen die unterschiedlichen Schichten der beiden Becken vielleicht auf trennende frühere Deltafächer von den Alpen oder geringer von der Böhmisches Masse zurück (: 584), auch etwa auf das Landshut-Neuöttinger Hoch (: 386). Die Entwicklung der Endemismen ist nur durch Abschnürung, d. h. durch Isolation zu erklären (: 386, 387). Der Bereich des Kirchberger Beckens stand noch längere Zeit mit nahezu normaler Salinität im Raum der Schweizer Molasse in Verbindung (: 387). Fazit: Der bestehende Unterschied in den Molluskenfaunen der „beiden Becken“ wurde durch geologische Überlegungen nicht geklärt. Verschiedene Senkungsgeschwindigkeiten oder so weit durch das Brackwasser vorstoßende alpine oder moldanubische Deltas sind unbekannt und unwahrscheinlich. Ob das Landshut-Neuöttinger Hoch zur Zeit der ObrM, das LEMCKE (unsere Abb. 5 u. 6: 88 u. 89) nicht als trennende Schwelle angesehen hat, noch wirksam war, ist fraglich. Eine Verbindung zur nahezu vollbrackischen ObrM der Schweiz bestand nicht (ZOBELIN 1995: Kap. J–L). Ich nehme eine zu Ende gehende Verbindung mit der Paratethys des Ostens als Ursache für die

Entstehung der Edemismen an. Sie sind auch anderwärts in der Brackwassermolasse des Ostens bekannt.

Folgerungen: Es bestehen zwei Schichtfolgen der OBrM und zwar in den Oncophora-Schichten Ostniederbayerns und in den Kirchberger Schichten der Ulmer Gegend samt deren Verbreitung im S der Graupensandrinne und bis zur Salzach. Ich stimme mit LEMCKE (1973: 33) überein, daß Oncophora- und Kirchberger Schichten ungefähr zur gleichen Zeit entstanden sind. Beide sind aber von Osten kommende Transgressionsbildungen. Die Kirchberger Schichten innerhalb und außerhalb der Graupensandrinne gehen auf den gleichen Brackwasservorstoß zurück. Ein Problem sind die Beziehungen zwischen den „Oncophora-Schichten“ östlich und den „Kirchberger Schichten“ westlich der Salzach. Die Oncophora-Schichten Ostniederbayerns sind vermutlich wie tatsächlich jene des westlichen Oberösterreichs basal durch eine Diskordanz von der OMM, im Hangenden in beiden Gebieten durch eine erwiesene Schichtlücke von der OSM getrennt. Die Kirchberger Schichten in der Graupensandrinne wurden zufolge deren vorausgegangener Ausräumung auf Grimmelfinger Schichten abgesetzt, indes jene außerhalb der Rinne wie gesagt über einer Diskordanz auf OMM liegen. Beide gehen in OSM über. Insofern entsprechen die Oncophora-Schichten vermutlich auch in ihrer Basis, doch mit Ausnahme ihres Tops, den Kirchberger Schichten. Die Bildung von Edemismen in den Oncophora- und Kirchberger Schichten beruht auf der ausgehenden Verbrackung. Ich bezweifle mit einigen Autoren die angeblich völlig isolierte Stellung von zwei Brackwasserbecken, nämlich der Oncophora-Schichten Ostniederbayerns und der Kirchberger Schichten des Ulmer Gebietes. Es finden sich in der Literatur Hinweise auf eine fortdauernde Verbindung mit der Paratethys des Ostens ungeachtet eines Verschlusses durch die St. Pöltener bzw. Amstettener Schwelle. Insbesondere werden Beziehungen von Mollusken- und Fischfaunen zur mährischen Brackwasser-Molasse erwähnt.

Für die Tektonik ergibt sich aus den Abbildungen von MOOS (: 82) und besonders von E.-D. MÜLLER (: 85), daß die Klifflinie der OMM schon vor der Anlage der Graupensandrinne im Oberottnang und danach wieder im Pliozän–Pleistozän schräggestellt wurde. Gegen W nimmt die Verkippung und Eintiefung der Graupensandrinne infolge der Heraushebung der Böhmischen Masse zu.

## H. Ergänzende Bemerkungen

Bei einem hier angenommenen, etwa zeitgleichen Ende der OBrM im Molassebecken müssen die Gliederungsschemata bei ZOBELIN 1985: Tab. 1, Profile 2-5 sowie Profil 11, Spalte 1 aufeinander abgestimmt, etwa die Grimmelfinger und Kirchberger Schichten in den linken Profilen und entsprechend das Ältere (Albstein etc.) in Profil 1 etc. nach unten verschoben werden. In ZOBELIN (1991: 132 Tab. 1) läuft die Grenze Ottmang/Karpat durch die Schicht A 6, also durch die OSM in der Graupensandrinne; diese OSM-Füllung könnte etwa Oberottnang und Untersarmat sein (s. 1991: 133-134).

In ZOBELIN 1973, S. 297 Tab. 5 entfällt die linke Spalte. In der dortigen Spalte „Zwiefaltendorf/Hassenberg“ könnten die Obere Moräne und die Untere Moräne nach Meinung von Herrn Prof. Dr. I. SCHAEFER Oszillationen der Riß-Eiszeit sein. – Zu S. 271 oben bleibt er bei seiner Meinung, daß die Anlage der Donauschleife auf den Moränenwall zurückgeht.

ZOBELIN hat (1983: 180, 182) zur heutigen Verteilung der drei DEHM'schen Großsäugerserien (1949; 1951; 1955) in der OSM der Vorlandmolasse Stellung genommen. Daß die ältere Serie jetzt an den Rändern des Molassebeckens, die mittlere Serie daran anschließend gegen die Beckenmitte zu und die junge Serie in der Beckenmitte liegen, hat ZOBELIN als Folge der späteren fortlaufenden Abtragung der Molasseschichten erklärt. Die Grenzen und das Alter dieser OSM-Serien wurden 1983 (: 178-179), 1985 (: 249) und 1991 (: 173, 186) diskutiert.

## I. Zusammenfassung

SCHLICKUM bezeichnet die Einheiten seiner Kirchberger Schichten unzutreffend als „Horizonte“, wogegen KRANZ seine aus mehreren Lagen bestehenden Schichten als „Schichtkomplexe“ erklärt hatte. SCHLICKUM stellt (1963) die Silvana-Schichten entgegen KRANZ zur „Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg“, wovon er erst 1974 (: 524) die Bithynien-Schichten abtrennt und zur SBM stellt. SCHLICKUM folgt (1963) in seiner Gliederung im wesentlichen jener von KRANZ, hat dessen Mollusken nach der neueren Literatur benannt und sie ergänzt. Dabei hat er einige nicht dem Kirchberger Typusprofil zugehörige Arten beigemischt. SCHLICKUM'S Zusammenfassung von Congerien- und Cardien-Schichten ist stratigraphisch wie nach Molluskenverteilung nicht gerechtfertigt. Gegen seine Umbenennung von SANDBERGER'S *Hydrobia semiconvexa* in *Nematurella*-Arten, der spätere Autoren gefolgt sind, werden Einwände erhoben. SCHLICKUM'S Kritik an KRANZ ist verfehlt.— STRAUCH folgt SCHLICKUM bei seiner Erstellung des „Faziostratotypus“ der Kirchberger Schichten, verwendet dessen „Horizonte“, stellt aber die Silvana-Schichten nicht mehr dazu. ZOBELIN argumentiert gegen Salinitätsaussagen SCHLICKUM'S und STRAUCH'S und gegen deren stratigraphische und paläogeographische Annahmen. SCHLICKUM & STRAUCH lehnen den Begriff „Süßbrackwassermolasse“ LEMCKE'S & a. (1953) bis LEMCKE (1988) zurecht ab. ZOBELIN faßt (1995 und hier) die brackischen Ablagerungen der Vorlandmolasse, nämlich die Oncophora-Schichten Ostniederbayerns und die gleichzeitig entstandenen gesamten Kirchberger Schichten als „Obere Brackwassermolasse“ zusammen. – REICHENBACHER faßt (1989) Mollusken, Fische und Characeen aus insgesamt 5 Fundorten unter dem Titel Kirchberger Schichten ... an der Typuslokalität Kirchberg“ zusammen. Sie gliedert das Illerprofil in 8 „Horizonte“, die teils nochmals unterteilt sind; sie werden mit KRANZ'Schen Schichtkomplexen verglichen. Zur Brackwassermolasse „(Kirchberger Schichten)“ stellt sie entgegen KRANZ auch die Silvana-Schichten. Die aus Fossilien verschiedener Gruppen zusammengesetzten „Horizonte“ sind schlecht zu zitieren. Weiters werden Einwände gegen Salinitätsaussagen und Parallelisierungen mit der KRANZ'Schen Gliederung erhoben. Anstatt der Gliederungen von SCHLICKUM, STRAUCH und REICHENBACHER wird die Gliederung des Illerprofils von KRANZ als Typus der Kirchberger Schichten gewählt.

Dazu wurde die Verteilung der Mollusken auf die einzelnen Schichten den KRANZ'Schen Profilen entnommen und in Tab. 3 (: 60 f.) verwendet. Es zeigte sich, daß KRANZ die wengleich unscharf abgegrenzten Schichtkomplexe nach der Häufigkeit der Mollusken gut zitierbar benannt hatte. Vorausgehen mußte (Tab. 2) bei einigen Profilen die Abgrenzung der Bithynien-Schichten (OBtM) von den Silvana-Schichten (OSM). Die Kirchberger Schichten beginnen wie in der Nachbarschaft über den Grimmelfinger Graupensanden, so daß die *Suevicus*-Schichten (Tab. 3 Nr. 21) als Deltabildung des von S einmündenden Flusses die tiefsten Kirchberger Schichten sind. Der Paludinen-Sandstein (Nr. 22) und die wahrscheinlich identische Nr. 23 sind Grimmelfinger Schichten. Die Obergrenze der Kirchberger Schichten fällt mit jener der Bithynien-Schichten zusammen. Die Mächtignorm der Kirchberger wie der Grimmelfinger Schichten beträgt hier 20 m, allgemein 20–25 m.

Die Graupensandrinne entstand im Regensburger Raum kurz vor der Rinnenbildung durch die Heraushebung der Böhmisches Masse und der Juraplatte. Ihr Verlauf entlang des Jura ist bis zur Landesgrenze im SW (Riedern am Sand) nachgewiesen. Graupensandschüttungen in der Berner Gegend und das Fehlen marinen Helvets in der Rinne weisen auf einen fluviatilen Sedimenttransport bis in das Rhonegebiet hin (ZOBELIN 1995). Das Flußgefälle ging durch die Absenkung weiter Gebiete unter Meeressniveau verloren. Sie ermöglichte nach einer Diskordanz den von Osten kommenden Vorstoß des Brackwassers in die Graupensandrinne und etwas später in die Tiefengebiete von der Salzach bis mindestens Baitenhausen nahe dem Bodensee.

LI MCKE'S W-E-Transport der Kirchberger Schichten und das Überschwappen des Brackwassers aus der Graupensandrinne (s. unsere Abb. 5 u. 6: 88, 89) entsprechen nicht den Gegebenheiten. Die Kleinsäugerfaunen von ZIEGLER & FAHLBUSCH (1986) über den Oncophora-Schichten gehören zur OSM und damit zum tiefen Karpat. Die Großsäuger von Langenau 1 NE Ulm (HEIZMANN & a. 1980) liegen in den Kirchberger Schichten im hohen Oberottnang (MN 4b). Damit sind die Oncophora-Schichten und die gesamten Kirchberger Schichten Oberottnang (MN 4b).

Die Molluskenfaunen der Oncophora-Schichten und der Kirchberger Schichten haben sich nicht aus Molluskenfaunen der OMM entwickelt. Die Brackwasserschichten und ihre Faunen sind zu ungefähr gleicher Zeit durch Transgression der Paratethys von Osten entstanden, wie weitere Argumente beweisen. Die Existenz zweier „isolierter Becken“ aus Oncophora- und Kirchberger Schichten wird bezweifelt. Die Schwelle St. Pölten/Amstetten könnte erst von der Wende OBrM/OSM an die Molassesedimentation in Süddeutschland beeinflusst haben. Das Problem der sich beiderseits der Salzach gegenüberstehenden Oncophora- und Kirchberger Schichten bleibt vorerst ungelöst.

## J. Schriftenverzeichnis

- ABERER, F. (1958): Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. – Mitt. geol. Ges. Wien, 50, 1957: 1–93, 1 geol. Kt.; Wien.
- ABERER, F. (1962): Bau der Molassezone östlich der Salzach. – Z. Dt. geol. Ges., 113, 1961: 266–279, 6 Abb., Taf. 1; Hannover.
- AMMON, E. v. (1888): Die Fauna der brackischen Tertiär-Schichten in Niederbayern. – Geogn. Jh., 1: 1–22, Taf. 1; Cassel (Th. Fischer).
- ANDRIS, G. (1951): Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Hofstetten–Gaimersheim–Wetterstetten nördlich von Ingolstadt. – Geol. Bavarica, 7: 57 S., 8 Abb., 4 Taf., 1 geol. Karte 1:25 000; München.
- BENZ, A. (1948): Dr. August Moos zum Gedenken. – Erdöl u. Kohle, 1: 55–56; Hamburg.
- BOELZ, R. H. (1977): Die karbonatischen Ablagerungen des obermiozänen Kratersees im Nördlinger Ries. – Diss. Univ. München, 228 + XXI S., 22 Abb., 3 Tab., 6 Taf.; München.
- BRAUMÜLLER, E. (1961): Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. – Erdöl-Z., 11: 509–520, Taf. 1 u. 2 (geol. Kt.); Wien. Hamburg.
- BRAUN, F. v. (1954): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hoahrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau. – Eclogae geol. Helv., 46, 1953/1954: 143–170, 2 Fig., 8 Tab., Taf. VIII–X; Basel.
- BUCH, U. P. (1956): Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen. (Mikropalaontologischer Beitrag von H. C. G. KNIPSCHER). – Eclogae geol. Helv., 48 (1955): 257–321, 6 Fig., 14 Tab., Taf. XIII; Basel.
- BUCH, U. P. & SCHANKL, S. (1977): Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse. – Erdöl-Erdgas-Z., 93: 57–69, 3 Tab.; Hamburg. Wien.
- CICHA, I., FAHLBUSCH, V. & FEJFAR, O. (1972): Die biostratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. – N. Jb. Geol. Palaont., Abh., 140: 129–145, 2 Tab.; Stuttgart.
- Chronostratigraphie und Neostratotypen (1973). PAPP, A., ROGI, F. & SENEŠ, J. und 25 Mitarbeiter: Miozän der zentralen Paratethys, Bd. III, M<sub>2</sub> Ottnangien. – 841 S., zahlr. Abb., Taf. u. Tab.; Bratislava. (Vertrieb f. d. westl. Lander Schweizerbart Stuttgart.)
- Code-Committee der Stratigraphischen Kommission der DUGW (1977): Stratigraphische Richtlinien. – Newsl. Stratigr., 6 (3): 131–151; Berlin. Stuttgart.
- ČIYROKY, P. (1968): The correlation of *Rzebakia* (*Oncophora*) Series (Miocene) in Eurasia. – Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 4: 247–270, 3 Abb.; Amsterdam.
- ČIYROKY, P. (1972): Die Molluskenfauna der *Rzebakia* (*Oncophora*) Schichten Mährens. – Ann. naturhist. Mus. Wien, 76: 41–141, 28 Abb., 21 Taf.; Wien.
- ČIYROKY, P. (1987): Contribution of Czechoslovak Palaeontology to Evolutionary Science 1945–1984. – In: POKORNY, V., Contribution etc.: 73–79, 2 Abb., 1 Taf.; Praha.

- ČTYROKY, P. & PAPP, A. (1973): Die *Rzehakia* Schichten in der Molassezone Österreichs: 100. - In: Chronostratigraphie etc., M<sub>2</sub>.
- ČTYROKY, P. & a. (1973): Die Entwicklung der *Rzehakia* (*Oncophora*)-Formation - M<sub>2,3</sub> - in der zentralen Paratethys: 89-95. - In: Chronostratigraphie etc., M<sub>1</sub>.
- ČTYROKY, P. & a. (1973): Die Molluskenfauna des Ottangien: 318-615, Taf. 1-30. - In: Chronostratigraphie etc., M<sub>2</sub>.
- DEHM (1949): Das jüngere Tertiär in Südbayern als Lagerstätte von Säugetieren, besonderes Dinotherien. - N. Jb. Miner. etc., Abt., B, 90: 1-30 Taf. I, II u. 3 Abb.; Stuttgart.
- DEHM (1951): Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1951: 140-152, 3 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- DEHM (1955): Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung (: 81-88). - In: Erl. zur Molassekarte.
- DOPPLER, G. (1989): Zur Stratigraphie der nördlichen Vorlandmolasse in Bayerisch-Schwaben. - Geol. Bavarica, 94: 83-133, 25 Abb., 4 Tab.; München.
- ELWERT, D. (1966): Die Geologie der Blätter Ulm SW (Nr. 7720) 1:25 000 (Gebiet nördlich des Donautales) und Ulm NE (Nr. 7526) (Schwäbische Alb). - Arb. geol.-paläont. Inst. TH Stuttgart, N. F. 51: 54 S., 3 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- ENGEL, TH. (1986): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg, - 2. Aufl., XXV + 470 S., 95 Abb., 6 Taf., 7 geol. Bilder, 1 geol. Kt. 1:100 000; Stuttgart (Schweizerbart).
- ENGEL, TH. (1908), unter Mitwirkung von E. SCHUTZE. - 3. Aufl., XXIX + 641 S., 6 Taf., 261 Fig., 4 geol. Bilder, 4 Prof.-Taf., 1 geol. Karte 1:1 000 000; Stuttgart (Schweizerbart).
- ERB, L. & HAUS, A. H. & RUTTL, E. (1961): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:25 000 Blatt 8120 Stockach. - 140 S., 3 Abb., 3 Taf., 6 Beil.; Stuttgart.
- ERB, L. & KIDERLEN, H. (1955): Erläuterungen zur Molassekarte 1: 300 000, Anteil Baden Württemberg: 33-41. - In: Erl. zur Molassekarte; München (Bayer. geol. Landesamt).
- Erläuterungen zur Molassekarte (1955) siehe Geologische Übersichtskarte.
- ESLR, A. F. (1848): Das Petrefaktenlager bei Ober- und Unter-Kirchberg an der Iller im Oberamt Laupheim. - Jb. Ver. vaterl. Naturkd. Württ., 4: 258-267; Stuttgart.
- FAHLBUSCH, V. (1964): Die Cricetiden (Mamm.) der oberen Süßwasser-Molasse Bayerns. - Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., N. F. 118: 136 S., 67 Abb., 7 Taf.; München.
- FAHLBUSCH, V. (1986): Siehe ZIEGLER & FAHLBUSCH.
- FRAAS, E. (1911): Die Tertiärbildungen am Albrand in der Ulmer Gegend. - Jh. Ver. vaterl. Naturkd. Württ. 67: 535-548, 3 Abb.; Stuttgart.
- FRAAS, O. (1866): Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg. Atlasblatt Ulm und Rammingen: 20 S. (Geol. Aufnahme von O. FRAAS, C. DITFNER & H. BACH); Stuttgart.
- FRAAS, O. (?): „Profil vom Illerufer bei Kirchberg nach O. FRAAS“. - In: ENGEL (1986: 386).
- FUCHS, W. (1980): 3.2.2. Die alpennahe Molasse Süddeutschlands: 151-164, Abb. 30-32. - In: OBERHAUSER, R. (1980), Der geologische Aufbau Österreichs; Wien. New York (Springer).
- FUCHTBAUER, H. (1954): Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse. - Heidelberger Beitr. Miner. Petrogr., 4: 26-53, 6 Abb.; Heidelberg.
- FUCHTBAUER, H. (1967): Die Sandsteine in der Molasse nördlich der Alpen. - Geol. Rdsch., 56: 266-300, 12 Abb.; Stuttgart.
- GALL, H. (1971a): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7328 Wittislingen. Mit Beiträgen von TH. DIEZ und J. POHL. - 186 S., 17 Abb., 6 Tab.; München (Bayer. geol. L.-Amt).
- GALL, H. (1971b): Obere Süßwassermolasse (Hangendserie) über Riestrümmernmassen bei Graisbach (südöstliches Vorries) und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte der Schwäbisch-Fränkischen Alb. - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 11: 295-327, 6 Abb.; München.
- GALL, H. (1974): Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des südöstlichen Vorrieses zwischen Höchstädt a. d. Donau und Donauwörth. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 145: 58-95, 4 Abb.; Stuttgart.
- GALL, H. (1975): Der III. Zyklus der Oberen Meeresmolasse (Helvet) am Südrand der Schwäbisch-Fränkischen Alb. - Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 15: 179-205, 4 Abb.; München.
- GALL, H., HUTTNER, R. & MULLER, D. (1977): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Rieses 1:50 000. Mit Beitr. von R. DEHM, G. GRAUP, J. POHL, Vorwort von H. VIDAL. - Geol. Bavarica, 76: 191 S., 34 Abb., 1 Beil. (geol. Kt.); München.

- Geologische Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000 (1954), München (Bayer. geol. Landesamt). – Erläuterungen (1955): 106 S., 7 Abb., 3 Prof.-Taf.
- GOEWER, A. (1959): Stratigraphie und Tektonik im südlichen Lauchertgebiet (Schwäbische Alb). – Arb. geol.-paläont. Inst. Techn. Hochschule Stuttgart, N. F. 22: 94 S., 2 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.
- GOEWER, A. (1978): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1: 25 000, Bl. 7821 Veringendorf. — Erläuterungen: 151 S., 9 Abb., 8 Taf., 5 Beil., mit Beitr. von U. KOERNER, E. VILINGLIR und J. WERNER; Stuttgart.
- GRIMM, W.-D. (1964): Die „Süßwassersande und -mergel“ in der ostniederbayerischen Molasse und die Aussüßung des miozänen Brackmeeres. – Mitt. Bayer. Staatssamm. Paläont. hist. Geol., 4: 145–175, 3 Abb.; München.
- GUMBEL, C. W. v. (1887): Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet. Erster Teil: die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet und die Stellung des Schlier's von Ottwang. – S.-B. k. Bayer. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., 17: 219–325, 7 Abb.; München.
- HAIN, W. (1962): Die Geologie des Blattes Leibertingen (Nr. 7920) 1:25 000 (Schwäbische Alb). – Arb. geol.-paläont. Institut Techn. Hochsch. Stuttgart, N. F. 31: 51 S., 5 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- HAIN, W. (1969/1968): Geologische Karte von Baden-Württemberg 1:25 000, Bl. 7920 Leibertingen. – Erläuterungen (1968) 106 S., 12 Abb., 8 Taf., 1 Beil., mit Beitr. von W. KASS u. J. WERNER; Stuttgart.
- HAUS, H. A. (1955): Freising CF 1001–1004. Kurzprofile in Erläuterungen zur Molassekarte: 92–93.
- HAUS, H. A. & SCHAD, J. (1955): Baitenhausen I, Kurzprofil. – Erl. zur Molassekarte: 91; München.
- HELMANN, E. P. J. (1984): *Demotherium* im Unter Miozän von Langenau und seine Bedeutung für die Untergliederung der Molasse. – Heimatl. Schr.-Reihe, Landkreis Günzburg, 2: 36–39, Abb. 133–136 (= 123–125); Günzburg.
- HELMANN, E. P. J., GINSBURG, L. & BLEUET, CH. (1980): *Prosansanosmilus peregrinus*, ein neuer machairodontider Felide aus dem Miozän Deutschlands und Frankreichs. – Stuttgarter Beitr. Naturk., Ser. B, 58: 27 S., 7 Abb., 2 Taf.; Stuttgart.
- HEHRMANN, H. (1966): Klassifikation rezenter Brack- und Salinar-Wasser in ihrer Anwendung für fossile Bildungen. – Z. Dt. geol. Ges., 115, (1963): 463–496, 7 Abb., 2 Tab., Taf. 11, 12; Hannover.
- HELMANN, F. (1955): Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv., 48: 99–124, 3 Abb., 3 Tab.; Basel.
- HELMANN, F. (1956): Die Obere Süßwassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau. – Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. u. Ing., 23, Nr. 64: 23–34, 1 Fig.; Riehen/Basel.
- HELMANN, F. (1959): Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebecken. – Jb. St. Gall. naturwiss. Ges., 76 (1956–1958): 49–76, 3 Fig.; St. Gallen.
- HELMANN, F. (1960a): Vulkanische Tuffhorizonte der Schienerbergeruptionen auf dem thurgauischen Seerücken. – Eclogae geol. Helv., 52 (1959): 461–475, 2 Fig., 1 Tab.; Basel.
- HELMANN, F. (1960b): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süßwassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – Eclogae geol. Helv., 53: 1–25, 5 Fig., 11 Tab.; Basel.
- HELMANN, F. (1965): Die stratigraphische Bedeutung der Bentonite und Tufflagen im Molassebecken. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F. 47: 79–90, 3 Abb.; Stuttgart.
- HELMANN, F. (1967): Über die Tertiärbildungen im Kanton Schaffhausen. – Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen, 28: 171–210, 7 Abb., 1 geol. Kt. (Abb. 8); Schaffhausen.
- HELMANN, F. (1969): Neue Befunde über die westliche Fortsetzung des beckenaxialen Glimmersand-Stromsystems in der Oberen Süßwassermolasse des schweizerischen Alpenvorlandes. – Eclogae geol. Helv., 62: 279–284, 2 Fig., 1 Tab.; Basel.
- HELMANN, F. (1976): Überblick über die geologische Entwicklungsgeschichte der Region Schaffhausen seit dem Ende der Jurazeit. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing., 42, Nr. 103: 1–16, 1 Tab., 12 Fig.; Riehen/Basel.
- HILFNER, R. (1961): Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des östlichen Härtsfeldes (Schwäbische Alb). – Jh. geol. Landesamt Baden-Würt., 4: 49–125, Abb. 3–7, Taf. 4, Tab. 1–2; Freiburg i. Br.
- JIRZ, H., STEPHAN, R., STREIT, R. & WILHIG, H. (1975): Zur Geologie des Iller-Mindel-Gebietes. – Geol. Bavarica, 74: 99–130, 2 Beil. (Beil. 1 = geol. Kt. 1: 100 000); München.
- JUNG, W. & MAYR, H. (1980): Neuere Funde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung. – Mitt. Bayer. Staatssamm. Paläont. hist. Geol., 20: 159–173, 1 Abb., 1 Tab.; München.

- KIDERLEN, H. (1928): Zur Kenntnis der süddeutschen Molasse. – Cbl. Miner. etc., Abt. B, 1928: 601–607; Stuttgart.
- KIDERLEN, H. (1931): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs. – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. 66, B: 215–384, 15 Abb., Taf. 20–21; Stuttgart.
- KLEIN, A. V. (1846): Conchylien der Süßwasserkalkformation Württembergs. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 2: 60–116, Taf. 1, 2; Stuttgart.
- KLEIN, A. V. (1852): Dsgl., 8: 136–164, Taf. 3.
- KLEIN, A. V. (1854): Dsgl., 9: 203–223, Taf. 5.
- KLUPFEL, W. (1923): Zur geologischen und paläogeographischen Geschichte von Oberpfalz und Regensburg, zugleich von den Grundlagen ihrer Eisen und Braunkohlen-Industrie. – Abh. Gießener Hochschulges., 3: 1–90, 2 Abb., 2 Taf., 1 geol. Kt. 1: 100 000; Gießen.
- KLUPFEL, W. (1926): Über Reliefmorphogenie und zyklische Landschaftsgenerationen. – Geol. Rdsch., 17: 401–417, 5 Abb., 1 Tab.; Berlin.
- KRANZ, W. (1904): Stratigraphie und Alter der Ablagerungen bei Unter- und Oberkirchberg südlich Ulm a. D. – Cbl. Miner. etc., 1904: 481–502, 528–540, 545–566, 5 Fig.; Stuttgart.
- KRANZ, W. (1905): Geologische Geschichte der weiteren Umgebung von Ulm a. D. Paläo-geographische und orogenetische Studie. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 61: 176–203, 1 Abb.; Stuttgart.
- KRAUSS, F. (1852): Die Mollusken der Tertiär-Formation von Kirchberg an der Iller. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 8: 136–157, Taf. III; Stuttgart.
- LEMCKE, K. (1955a): Das Kurzprofil der Bohrung Scherstetten 1: 10–11. – In: ROLL & a., 1955.
- LEMCKE, K. (1955b): Die Fazies der Molasse der Bohrung Scherstetten 1: 12–21, 1 Taf. – In: ROLL & a., 1955.
- LEMCKE, K. (1972): Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol-Geol. u. Ing., 39, Nr. 95: 29–41, 7 Fig.; Riehen/Basel.
- LEMCKE, K. (1973): Die nachpermische Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. – Geol. Bavarica, 69: 5–48, 11 Abb., 2 Beil.; München.
- LEMCKE, K. (1984): Geologische Vorgänge in den Alpen ab Obereozän im Spiegel – vor allem der deutschen Molasse. – Geol. Rdsch., 73: 371–397, 14 Abb.; Stuttgart.
- LEMCKE, K. (1988): Geologie von Bayern. I. Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit, Erdgeschichte – Bau – Bodenschätze. – VII + 175 S., 71 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. V. & FLUCHBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. Unter paläontologischer Mitarbeit von FAHRION, H. & SFRALB, E. W. – Beih. geol. Jb., 11: VIII + 109 + A 64 S., 31 Abb., 9 Taf., 72 Tab.; Hannover.
- LEMCKE, K. & a. (1955): Scherstetten 1, Kurzprofil. – Erläuterungen zur Molassekarte: 98.
- LOCARD, A. (1893): Monographie des Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse, 2. Partie. – Mém. Soc. paléont. Suisse, XIX, 1892: 131–275, 5 Tab.; Genève.
- LUTZ, A.-K. (1966): Jungtertiäre Süßwasserostroacoden aus Süddeutschland. – Geol. Jb., 82: 271–330, 30 Abb., Taf. 13; Hannover.
- LUTZEIER, H. (1922): Beiträge zur Kenntnis der Meeresmolasse in der Gegend von Ulm. – N. Jb. Miner. etc., 46. Beil.-Bd.: 117–180, 3 Prof.; Stuttgart.
- M<sub>2</sub> (1973) siehe Chronostratigraphie etc., M<sub>2</sub>.
- MACKENBACH, R. (1984): Jungtertiäre Entwicklungsrichtungen zwischen Passau und Hausruck (O. Österreich). – Sonderveröff. geol. Inst. Univ. Köln, 55: 179 S., 45 Abb., 5 Tab.; Köln.
- MARTINI, E. (1983): Die Fischfauna von Langenau bei Ulm (Unter-Miozän, Ottung-Stufe). – Stuttgarter Beitr. Naturkde., Ser. B (Geol. Paläont.), 91: 25 S., 13 Abb., 1 Tab., 3 Taf.; Stuttgart.
- MAYR, H. (1980): siehe JUNG & MAYR.
- MILLER, K. (1871): Das Tertiär am Hochsträss. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ., 27: 272–292; Stuttgart.
- MODEL, H. (1941): Tertiäre Najaden II. – Arch. Moll., 73: 129–139, Taf. 10; Frankfurt a. M.
- Molassekarte (1954) Erläuterungen (1955): Siehe Geologische Übersichtskarte der süddeutschen Molasse.
- MOOS, A. (1915): Neue Aufschlüsse in den brackischen Tertiärschichten von Grimmelfingen bei Ulm. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ., 71: 270–275, 2 Abb.; Stuttgart.
- 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. I: 200 000, 2 Taf.; München.
- MOOS, A. (1926): Zur Bildung von Ablagerungen mit Landsäugetierresten in der süddeutschen Molasse. – Geol. Rdsch., 17: 8–21; Berlin.

- MURAWSKI, H. (1992): Geologisches Wörterbuch. – 9. Aufl., 252 S., 82 Abb., 7 Tab.; Stuttgart (Enke).
- OBIRHALSER, R. (1980): Der geologische Aufbau Österreichs. – 699 S., 164 Abb., 1 Abb.-Übersicht, 1 geol. Kt.; Wien. New York (Springer).
- PAPP, A. (1954): Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. – Mitt. geol. Ges. Wien, **45** (1952): 1–112, 20 Taf., 2 Tab.; Wien.
- PAPP, A. (1973): Äquivalente des Ottmangiens westlich des Inns: 57–58. – In: Chronostratigraphie etc., Mj.
- PAPP, A. & STEININGER, F. (1973): Die stratigraphischen Grundlagen des Miozäns in der zentralen Paratethys und die Korrelationsmöglichkeiten mit dem Neogen Europas. – Verh. geol. Bundesanst., **1973**: 59–65; Wien.
- PIANNINSTITI, M. (1931): Die Fauna der Kirchberger Schichten von Lohn am Randen. – Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **1931**, 1. Abt.: 1–19, Taf. 1. – Auch: Beitr. Oberrhein. Fossilkatal. Nr. 4. 1–19, Taf. 1; Berlin 1931 (W. de Gruyter).
- PIUGGI, S. (1984): Neue Funde aus den „Kirchberger Schichten“ von Günzburg. – Heimatl. Schr.-R. Landkreis Günzburg, **2**: 56–57; Günzburg.
- PROBST, J. (1871): Fossile Meeres- und Brackwasserconchylien aus der Gegend von Biberach. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ., **27**: 111–118; Stuttgart.
- QUINSEDT, F. A. (1884): Petrefaktenkunde Deutschlands. I. Abt., Vol. VII. Die Gastropoden: VIII + 1–867 S., Atlas: Taf. 185–218; Leipzig.
- REICHENBACHER, B. (1988): Die Fischfauna der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. – Stuttgarter Beitr. Naturkde., Ser. B, **139**: 55 S., 6 Taf., 11 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- REICHENBACHER, B. (1989): Feinstratigraphische Gliederung der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. – Geol. Bavarica, **94**: 135–177; München.
- RIEHL, W. (1958): Beiträge zur Geologie des Albuchs und der Heidenheimer Alb (Württemberg). – Arb. geol.-palaont. Inst. TH Stuttgart, N. F. **17**: 143 S., 10 Abb., 1 Beil.; Stuttgart.
- ROHL, A. & a. (1955) Vorwort, dazu zahlreiche Bearbeiter: Die Erdölanschlußbohrung Scherstetten südwestlich Augsburg. – Geol. Bavarica, **24**: 176 S., 33 Abb., 3 Taf.; München.
- RÜHL, P. (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 und Neuburg: 327–490; Augsburg.
- SANDBERGER, F. (1870–1875): Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. – 1000 S., 36 Taf., 1 Tab.; Wiesbaden (C. W. Kreidel).
- SCHALCH, F. (1881): Ueber einige Tertiärbildungen der Umgebung von Schaffhausen. – N. Jb. Miner. etc., **1881**, Bd. II: 42–76, Taf. IV.; Stuttgart.
- SCHILLIG, K. (1962): Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet der Blätter Donauworth und Genderkingen. – Geol. Bavarica, **47**: 98 S., 25 Abb., 1 geol. Kt. 1; 25 000 Bl. Donauworth; München.
- SCHICKLUM, W. R. (1960): Die Gattung *Nematurella* SANDBERGER. – Arch. Moll., **89**: 203–214, Taf. 18–19; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1961): Die Gattung *Euchilus* SANDBERGER. – Arch. Moll., **90**: 59–68, Taf. 3–4a; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1962): Die Gattung *Limnopappia* n. g. – Arch. Moll., **91**: 109–115, 4 Abb.; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1963): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg. – Arch. Moll., **92**: 1–10, Taf. 1; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1964): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. – Arch. Moll., **93**: 1–70, Taf. 1–5; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1965): Zur Gattung *Euchilus* SANDBERGER. – Arch. Moll., **94**: 99–104, 3 Abb.; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1966): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. – Arch. Moll., **95**: 321–335, Taf. 12–13; Frankfurt a. M.
- SCHICKLUM, W. R. (1970a): Die Molluskenfauna der oberhelvetischen bis untertortonischen brackischen und ausgesüßten Teile der Kohlenbohrungen zwischen Trostberg a. d. Alz und Titmoning a. d. Salzach (Oberbayern). – Mitt. Bayer. Staatssaml. Palaont. hist. Geol., **10**: 175–188, 1 Tab., Taf. 3; München.
- SCHICKLUM, W. R. (1970b): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Chiemsee-Gebietes. – Geol. Bavarica, **63**: 145–158, 2 Abb., 1 Tab., Taf. 10; München.

- SCHLICKUM, W. R. (1970c): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten der Bohrungen Pliening 101-104 (nordöstlich München). – *Geol. Bavarica*, **63**: 159–162, 1 Tab.; München.
- SCHLICKUM, W. R. (1971): Die beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse und ihre Molluskenfauna. – *Senck. leth.*, **52**: 569–581, 3 Taf.; Frankfurt a. M.
- SCHLICKUM, W. R. (1974): Der Aussüßungs- und Verlandungsvorgang im Bereich der Oberen Brackwassermolasse Süddeutschlands. – *Senck. leth.*, **54**: 521–526; Frankfurt a. M.
- SCHLICKUM, W. R. (1976): Die Darstellung der Rzehakia-Schichten im Band III von „Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der zentralen Paratethys“, Bratislava 1973. – *Newsl. Stratigr.*, **5**: 91–98, 1 Abb.; Berlin. Stuttgart.
- SCHLICKUM, W. R. & ČTYROKY, P. (1965): Zur Systematik der miozänen Brackwassercardiiden. – *Arch. Moll.*, **94**: 105–110; Frankfurt a. M.
- SCHLICKUM, W. R. & STRALUCH, F. (1967): *Nematurella convexula* n. sp., eine statistisch-analytisch begründete Art aus den Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. – *Arch. Moll.*, **96**: 169–174, 2 Abb.; Frankfurt a. M.
- SCHLICKUM, W. R. & STRAUCH, F. (1968): Der Aussüßungs- und Verlandungsprozeß im Bereich der Brackwassermolasse Niederbayerns. – *Mitt. Bayer. Staatssamm. Paläont. hist. Geol.*, **8**: 327–391, 7 Abb. 2 Tab.; München.
- SCHLOSSER, M. (1893): Geologische Notizen aus dem bayerischen Alpenvorlande und dem Innthale. – *Verh. k. k. geol. Reichsanst.*, **1893**: 188–198; Wien.
- SCHNITZER, W. A. (1956): Die Landschaftsentwicklung der südlichen Frankenalb im Gebiet Denkendorf-Kösching nördlich von Ingolstadt. – *Geol. Bavarica*, **28**: 47 S., 7 Abb., 1 geol. Kt. 1:25 000; München.
- SCHNITZER, W. A. (1965): Geologie des Weißen Jura auf den Blättern Kipfenberg und Gaimersheim (südliche Frankenalb). – *Erlanger geol. Abh.*, **57**: 1–45, 15 Abb., 1 geol. Kt. 1: 25 000; Erlangen.
- SCHÖBER, TH. (1989): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Blätter 8316 Kettgau und 8416 Hohentengen am Hochrhein, Teil II. – *Diss. Univ. Stuttgart*, 166 S., 24 Abb., 9 Tab., 4 Taf., 2 Beil., 1 geol. Kt.; Stuttgart (in Druckvorbereitung in Stuttgart).
- SCHREINER, A. (1978): Geologische Karte 1:25 000 von Baden-Württemberg Blatt 8119 Eigeltingen. – *Erläuterungen*, 82 S., 8 Abb., 4 Beil., 2 Taf., Beitr. von W. KASS, H. J. MAUS, W. OHMERT, A. ZEISS; Stuttgart.
- SCHWARZ, J. & REICHENBACHER, B. (1989): Die Charophytenflora der Kirchberger Schichten (Untermiozän). – *Geol. Bavarica*, **94**: 179–193, 1 Abb., 1 Tab., 2 Taf.; München.
- Schweizerische Geologische Kommission (1973): Empfehlung zur Handhabung der stratigraphischen, insbesondere lithostratigraphischen Nomenklatur. – *Eclogae geol. Helv.*, **66**: 479–485; Basel.
- Schweizerische Geologische Kommission (1975): Mitteilung über einen Katalog stratigraphischer Termini. – *Eclogae geol. Helv.*, **68**: 243–245; Basel.
- SCHWERD, K. & UNGER, H. (1981): Molassebecken: 88–95. – In: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern I*: 500 000; München (Bayer. geol. Landesamt).
- SENEŠ, J. (1973): A. Die Sedimentationsräume der alpinen und karpatischen Vortiefe. I. Die Molassezone in Österreich und Bayern: 47–48. – In: *Chronostratigraphie etc.*, **M<sub>1</sub>**.
- SENEŠ, J. (1973): Paläogeographische Entwicklung der zentralen Paratethys während der Zeitspanne des Otnangiens und Beziehungen zu den übrigen Sedimentationsräumen Europas: 120–129, 2 Abb. – In: *Chronostratigraphie etc.*, **M<sub>1</sub>**.
- SPECK, J. (1953): Geröllstudien in der subalpinen Molasse am Zugersee und Versuch einer paläogeographischen Auswertung. – *Diss. Univ. Zürich*, 175 S., 11 Abb., 7 Tab., 12 Taf.; Zug (Kaltensahnder).
- STRAUB, E. W. (1952): Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär zwischen Ehingen und Ulm a. d. Donau. – *Geol. Jb.*, **68**: 433–518, 24 Abb., 3 Texttaf., Taf. 4; Hannover.
- STRAUCH, F. (1971): Die paläogeographische Situation der beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse. – *Senck. leth.*, **52**: 583–588; Frankfurt a. M.
- STRAUCH, F. (1973): 1. Die Kirchberger Schichten: 95–97. 2. Die niederbayerischen *Rzehakia* (*Oncophora*) Schichten: 97–100 mit Abb. 13. – In: *Chronostratigraphie etc.*, **M<sub>1</sub>**.
- STRAUCH, F. (1973): Faziesstratotypus: Unter- und Oberkirchberg, Oberbayern [lies: Württemberg; s. Schlickum 1976]: 253–255 Abb. 37. – In: *Chronostratigraphie etc.*, **M<sub>1</sub>**.

- TOLLMANN, A. (1985): Geologie von Österreich. Band II: XV + 710 S., 287 Abb., 27 Tab.; Wien (E. Deuticke).
- TRAUB, F. (1971): Zur Wasserversorgung der Stadt Ingolstadt. – Geol. Bavarica, **66**: 356–364, 2 Abb., 1 Taf.; München.
- WEBER, L. & WEISS, A. (1983): Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. Kohlenvorkommen Salzburgs: 177 ff. – Archiv Lagerstättenforschung geol. Bundesanstalt: **4**, 317 S., zahlr. Abb.; Wien.
- WINZ, W. (1923–1930): Gastropoda extramarina tertiaria. – Fossilium Catalogus, 3387 S.; Berlin (Junk).
- WIRNER, J. (1975): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 8020 Meßkirch: 209 S., 16 Abb., 2 Tab., 5 Taf., 8 Beil., mit einem Beitrag von K. H. GOTTSCHE; Stuttgart.
- WITTMANN, D. (1957): Gliederung und Verbreitung der Süßwassermolasse in Ost-Niederbayern. – Beih. geol. Jb., **26**: 49–95, 13 Abb., 2 Taf.; Hannover.
- 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.
- ZIETEN, C. H. v. (1830–1833): Die Versteinerungen Württembergs usw.: XX + 102 S., 72 Taf.; Stuttgart (Schweizerbart).
- ZOBELLIN, H. K. (1940): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). – N. Jb. Miner. etc., Beil.-Bd. **84**, Abt. B: 233–302, 6 Abb., 2 Tab., Taf. 15–17; Stuttgart. (Dsgl. Diss. Univ. München (1939), MS.
- ZOBELLIN, H. K. (1951/1952, 1955): Mollusken des Tertiärs aus Bohrungen in Süddeutschland. – Unveröff. Berichte an die Geologen der Erdölfirmer.
- ZOBELLIN, H. K. (1955): Die Makrofossilien des Tertiärs der Bohrung Scherstetten 1 (nebst einigen Bemerkungen zur Fazies, Stratigraphie und Palaogeographie). – Geol. Bavarica, **24**: 22–39; München.
- ZOBELLIN, H. K. (1958): Empfehlung, wissenschaftliche Literatur durch Angabe von Seitenzahlen zu zitieren. – N. Jb. Geol. Paläont., **1958**, Mh: 426; Stuttgart.
- ZOBELLIN, H. K. (1973): Über das Pleistozän um Zwiefaltendorf an der Donau (Baden-Württemberg). – Jh. geol. Landesamt Baden-Würt., **15**: 251–302, 11 Abb., 5 Tab.; Freiburg i. Br.
- ZOBELLIN, H. K. (1983): Die Vorlandmolasse bei Gunzburg a. d. Donau und Heggbach bei Biberach a. d. Riß im Rahmen des Süddeutschen Jungtertiärs. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **23**: 151–187, 1 Tab. im Text, 1 Tab. als Beil.; München.
- ZOBELLIN, H. K. (1985): Stratigraphie der nördlichen und teils mittleren Vorlandmolasse zwischen Hegau und Isaranhand von 11 Profilen. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **25**: 209–273, 1 Abb., 2 Tab., 1 Tab. als Beil.; München.
- ZOBELLIN, H. K. (1986): siehe ZOBELLIN & FLUCHBAUER.
- ZOBELLIN, H. K. (1991): Urmain, Urnaab, Urdonau und ihre Gebiete, bezogen auf das weitere Ries-Gebiet. (Bestandsaufnahme und Diskussion neuerer Literatur). – Münchner geowiss. Abh., Reihe A, **19**: 129–194, 3 Abb., 2 Tab.; München.
- ZOBELLIN, H. K. (1995): Die jungtertiäre Graupensandrinne in der Vorlandmolasse Südwestdeutschlands (Forschungsgeschichte, Entstehung, Füllung und Beziehungen zur Umrandung). – Wird in Zitteliana **21**, München erscheinen.
- ZOBELLIN, H. K. & FLUCHBAUER, H. (1986): Grimmelfinger Schichten (Helvet der Vorlandmolasse) bei Manching und Ingolstadt a. d. Donau und ihre Beziehungen zur Nachbarschaft. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **26**: 137–162, 4 Tab.; München.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Zobelein Hans Karl

Artikel/Article: [Die Kirehberger Typusschichten an der Iller \(Untermiozän, Vorlandmolasse Württembergs\) und ihre stratigraphisch-paläogeographischen Beziehungen 47-108](#)