

Feinstratigraphische Gliederung der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm

Von BETTINA REICHENBACHER

Mit 3 Abbildungen, 4 Tabellen und 3 Tafeln

Kurzfassung

Im Gebiet von Illerkirchberg bei Ulm wurden die 15 bis 20 m mächtigen brackischen Kirchberger Schichten (Ottngang-/?Karpatt-Stufe) einschließlich der hangenden Oberen Süßwassermolasse hinsichtlich ihrer Lithologie und ihres Fossilinhalts untersucht. Anhand der Ergebnisse werden die Kirchberger Schichten in 8 biostratigraphische Horizonte unterteilt. Die Horizonte werden beschrieben und mit der bisherigen Gliederung der Kirchberger Schichten nach KRANZ (1904) und SCHLICKUM (1963) parallelisiert.

Aufgrund des Vorkommens bestimmter Fossilien werden die ökologischen Verhältnisse während der Sedimentation der Kirchberger Schichten rekonstruiert. Für die Horizonte 2, 3 und 6 wird anhand der Fisch-Gemeinschaft eine Meeresverbindung zur zentralen Paratethys während der Ottngang-Stufe nachgewiesen.

Die gefundene Fischfauna belegt für die Horizonte 1 bis 6 eine stratigraphische Einstufung in die Ottngang-Stufe der Paratethys-Gliederung. Für die Horizonte 7 und 8 ist keine genaue stratigraphische Aussage möglich. Diese Horizonte könnten bereits der Karpatt-Stufe oder noch der Ottngang-Stufe angehören.

Abstract

The Kirchberg beds (Ottngangian/?Karpatian) at Illerkirchberg near Ulm and the overlaying Upper Freshwatermolasse were investigated with regard to their lithology and their fossil fauna and flora. The Kirchberg beds, which are 15 to 20 m thick, are subdivided into 8 biostratigraphical horizons. These horizons are correlated with the old subdivision of KRANZ (1904) and SCHLICKUM (1963).

The ecological conditions during the sedimentation of the Kirchberg beds are discussed on basis of the occurrence of certain fossils. For the horizons 2, 3 and 6 a connection to the central Paratethys during Ottngangian time is postulated.

The fish fauna found proves a stratigraphical position of horizons 1 to 6 in the Ottngangian stage of the Paratethys subdivision. Horizons 7 and 8 cannot be placed exactly, they may belong to the Ottngangian stage or to the Karpatian stage.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	136
2. Frühere Bearbeitungen der Kirchberger Schichten	138
3. Beschreibung der Horizonte 1 bis 8 der Kirchberger Schichten	141
3.1. Horizont 1	141

3.1.1. Horizont 1a, Flußsand-1-Horizont	143
3.1.2. Horizont 1a, Viviparen-Horizont	146
3.2. Horizont 2	147
3.2.1. Horizont 2b, Congerien-/ <i>Candona</i> ? <i>kirchbergensis</i> -Horizont	147
3.2.2. Horizont 2a, Spanden-/ <i>Candona</i> ? <i>kirchbergensis</i> -Horizont	148
3.3. Horizont 3	148
3.3.1. Horizont 3a, <i>Clupea humilis</i> -Horizont	149
3.3.2. Horizont 3b, steriler Horizont	149
3.3.3. Horizont 3c, <i>Dapalis curvirostris</i> -Horizont	150
3.4. Horizont 4, <i>Unio</i> -/ <i>Anodonta</i> -Horizont	150
3.5. Horizont 5, Bithynien-/ <i>Stephanochara ungeri</i> -Horizont	152
3.6. Horizont 6, Bithynien-/ <i>Gobius pretiosus</i> -/ <i>Dapalis crassirostris</i> -Horizont	153
3.7. Horizont 7, Flußsand-2-Horizont	155
3.8. Horizont 8, <i>Aphanis</i> -/ <i>Gobiden</i> -Horizont	156
4. Palökologie	157
4.1. Methodik	157
4.2. Ablagerungsmilieu der Horizonte 1 bis 8	158
5. Ausbildung der Oberen Süßwassermolasse (OSM) an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten	164
5.1. Vorbemerkung	164
5.2. Obere Süßwassermolasse an der Typuslokalität	164
6. Stratigraphie und Paläogeographie der Kirchberger Schichten	165
6.1. Abgrenzung der Kirchberger Schichten zur OSM	165
6.2. Einstufung der Horizonte 1 bis 8 und Bezüge zur zentralen Paratethys	165
7. Literatur	167

1. Einleitung

Am Nordrand der Vorlandmolasse des süddeutschen Molassebeckens wurden im Gebiet südlich von Ulm die brackischen Kirchberger Schichten aus dem Zeitbereich Ott nang-bis ?Karp at-Stufe (Unter-Miozän) einschließlich der hangenden Oberen Süßwassermolasse bearbeitet. Ziel der Untersuchung war eine paläontologische Überarbeitung und Neugliederung der Kirchberger Schichten durch die Erfassung des gesamten Fossilinhalts, insbesondere der Mikrofauna und -flora. Darüberhinaus wurde versucht, die bisher nicht zweifelsfrei geklärte stratigraphische Einstufung der Kirchberger Schichten und die Abgrenzung zur Oberen Süßwassermolasse neu festzulegen. Die im Text verwendeten stratigraphischen Bezeichnungen beziehen sich auf die Stufengliederung der zentralen Paratethys nach STEININGER & RÖGL (1979). Eine Übersicht über die Parallelisierung der älteren Gliederung im süddeutschen Alpenvorland mit den Paratethys-Stufen gibt Tabelle 1.

Die Bearbeitung fand vor allem an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten bei Unter- und Oberkirchberg am Steilhang entlang der Iller (Topograph. Karte 1:25 000, Blatt 7626 Ulm Südost) sowie an den nahegelegenen Aufschlüssen in Steinberg (Topograph. Karte 1:25 000, Blatt 7726 Illertissen, R: 357430 H: 535135), Staig (Topograph. Karte 1:25 000, Blatt 7725 Laupheim, R: 357360 H: 535135) und Hüttisheim (Topograph. Karte 1:25 000, Blatt 7725 Laupheim, R: 357037,5 H: 534917,5) statt (Abb. 1). Die Kirchberger Schichten im Jungholz bei Leipheim weisen gegenüber der Ausbildung an der Typuslokalität einige Abweichungen auf (REICHENBACHER 1988 a) und werden in dieser Arbeit nicht beschrieben.

Die Untersuchung am Illersteilhang erfolgte an zahlreichen Hangrutschungen und einigen Aufgrabungen, die nachfolgend alle als Fundpunkte bezeichnet werden,

Tabelle 1: Alte und neue Gliederung der zentralen Paratethys und der süddeutschen Vorlandmolasse

(nach STEININGER & RÖGL 1979, FAHLBUSCH 1981, SCHWED & UNGER 1981, GREGOR 1982)

Millionen Jahre	Ältere Gliederung der zentralen Paratethys und der Vorlandmolasse		Neue Gliederung der zentralen Paratethys und der Vorlandmolasse		Stratigraphie der ungefalteten Vorlandmolasse im Raum zwischen Iller und Meridian von München		Säugetier-'Units' ('MN')				
	Epoche	Stufen	Epoche	Stufen	Lithostratigraphie	Lithofazielle Schichtglieder					
5	Plioz.	Daz	Plioz.	Daz	Obere Süßwassermolasse	?	14				
10	Ober-Miozän	Pont	Ober-Miozän	Pont			Süßwasser-	Obere Serie	13		
		Pannon		Pannon					12		
		Sarmat		Sarmat					11		
15	Ober-Miozän	Torton	Mittel-Miozän	Baden			molasse	Mittl. Serie	10		
		Helvet		Vindobon					Karp at	Untere Serie	8
									Ott nang		7
20	Mitt-Miozän	Burdigal	Unter-Miozän	Eggenbg.			Brackwassermol.	Kirchberger Sch.	6		
25	Unter-Miozän	Aquit an	Olig.	Eger			Obere Meeresmolasse	marine Sed.	5		
		Chatt		Süßwassermol.			limnisch fluviale Sedim.	4			

durch detaillierte Profilaufnahmen und die Entnahme von Schlammproben (0,5–4 kg). Eine Übersicht über die Lage der Fundpunkte gibt Abbildung 2.

Die Probennahme erfolgte auf jeden makroskopisch erkennbaren Wechsel der Lithologie und/oder des Fossilinhalts. Die Proben wurden getrocknet, dann mit H₂O₂ aufbereitet und über verschiedene Siebe (Maschenweite 0,063 mm; 0,4 mm; 0,8 mm; 2,0 mm) geschlämmt. Der Schlammrückstand >0,4 mm wurde bei den meisten Proben vollständig ausgelesen. Bei der feinen Fraktion erwies es sich als sinnvoll, für jede Probe nur einige Ausleseschälchen voll durchzusehen. Der Gesamtkarbonatgehalt wurde an 30 Proben im Sedimentlabor mit dem SCHEIBLER-Apparat bestimmt. Weitere Angaben zur Sedimentologie wurden durch Analysen, die von Dr. H. JOHANNING (Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt am Main) mit dem Röntgendiffraktometer durchgeführt wurden, ermittelt. Die Ergebnisse der Profilaufnahmen und der Fossilinhalt der jeweiligen Proben sind in REICHENBACHER (1988 a) zusammengestellt.

Die paläontologische Bearbeitung erstreckte sich auf Vertreter der Gastropoden, Muscheln, Ostracoden, Fische und Charophyten. Aufgrund der dichten Beprobung konnte anhand des Vorkommens und der Vergesellschaftung bestimmter Mikrofos-

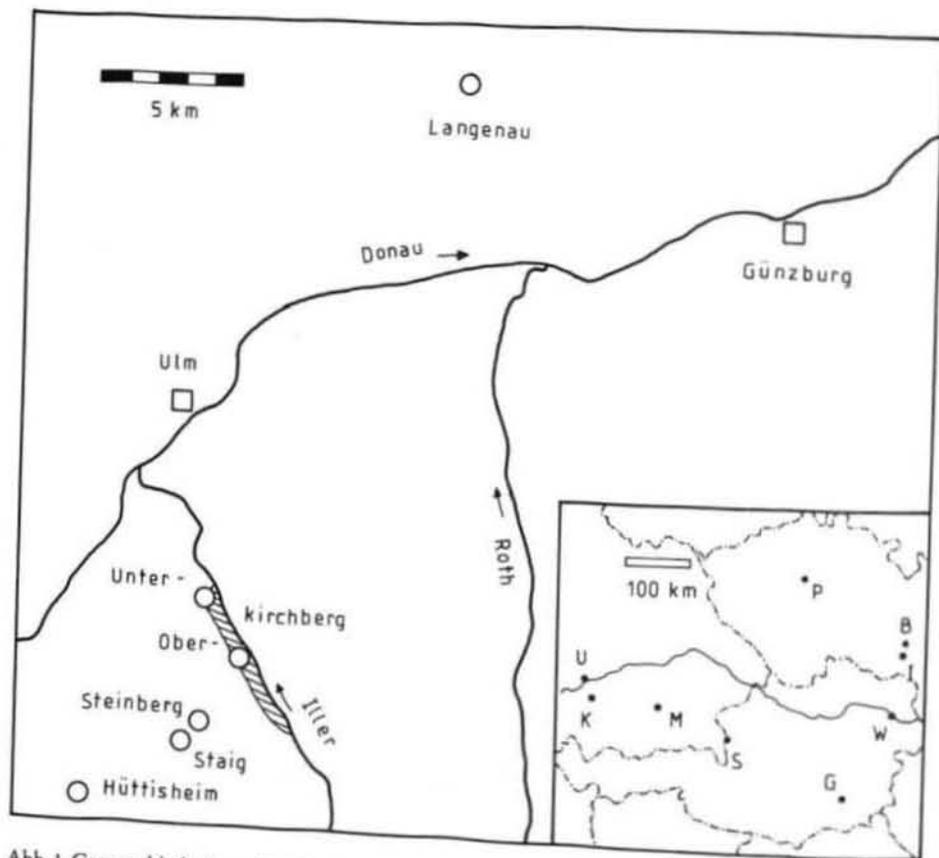


Abb. 1. Geographische Lage des Untersuchungsgebietes und der Aufschlüsse der näheren Umgebung. - Orte: B = Brünn, G = Graz, I = Ivančice, K = Unter- und Oberkirchberg, M = München, P = Prag, S = Salzburg, U = Ulm, W = Wien.

silien eine neue paläontologische Feingliederung der Kirchberger Schichten an ihrer Typuslokalität in 8 Horizonte durchgeführt werden (Tab. 2). Als besonders wertvoll erwiesen sich hierbei die Gastropoden, die Fische (zumeist nachgewiesen an isolierten Otolithen) und die Charophyten.

2. Frühere Bearbeitungen der Kirchberger Schichten

Erste Untersuchungen der Fossilien und der Schichtenfolge der Brackwassermolasse entlang der Iller wurden von ESER (1849, 1850) vorgenommen. ESER fand außer den sehr häufigen Mollusken kleine Fische, Pflanzen- und Insektenreste sowie verschiedene Säugerreste, letztere anscheinend unterhalb des Altwasserspiegels der Iller. Eine erstmalige systematische Beschreibung der von ESER gefundenen Pflanzen- und Insektenreste erfolgte durch HEER (1855-1859), die Bearbeitung der fossilen Fische fand durch MEYER (1852, 1856) statt und eine Abhandlung über die Mollusken findet man bei KRAUSS (1852). Durch SANDBERGER (1875) wurde die Bezeichnung Kirchberger Schichten für die entlang der Iller bei Ober- und Unterkirchberg aufgeschlos-

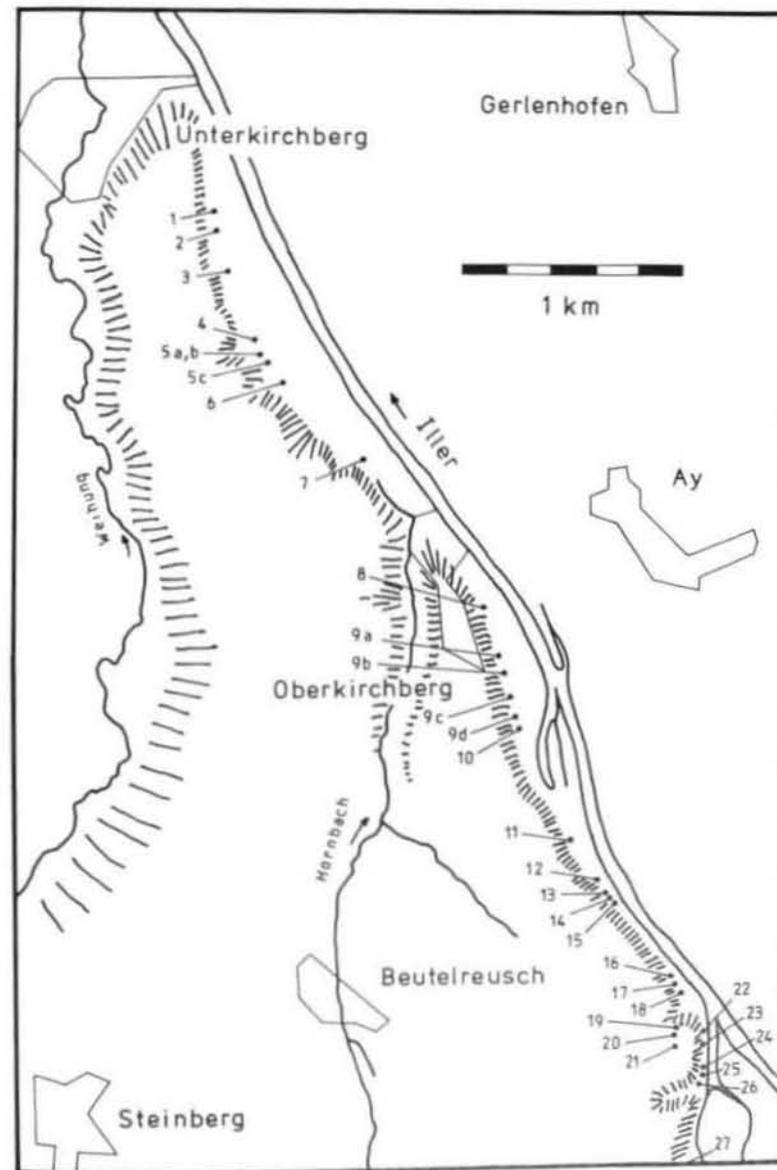


Abb. 2. Lage der bearbeiteten Fundpunkte an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten bei Unter- und Oberkirchberg südlich Ulm.

senen brackischen Sedimente geprägt. Weitere Bearbeitungen erfolgten durch GUMBEL (1887), PROBST (1888), ENGEL (1896) und RÜHL (1896). KRANZ (1904) gelang eine Gliederung der Kirchberger Schichten in 6 Horizonte, für die er folgende stratigraphische Einstufung annahm (KRANZ 1904, 1905):

- Ober-Miozän: Sylvana-Schichten, Bythinia-Schichten
- Oberes Mittel-Miozän: Hydrobien-Schichten, Fisch-Schichten, Dreissenen-Schichten
- Mittel-Miozän: Flußsande (= südl. Fazies); Cardien- u. Paludinen-Schichten (= nördl. Fazies)

Tabelle 2: Parallelisierung der alten Gliederung der Kirchberger Schichten mit den neu aufgestellten Horizonten 1 bis 8

(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	Karpät-Baden	OSM	Geibe Feinsande	1	Zapfen-, Pfoh- und Dinosauriersande mit Tonschichten	
			Graue Schluffe mit Tonschichten	2		
				3		
	Ottomány	BWM (Kirchberger Schichten)	8	Aphanis-/Gobiiden-H.	4	Silvana-Schichten
			7	Flußsand-2-H.	5A unt. Teil 5B ob. Teil	
			6	Bithynien-/Gobius pretiosus-/Dapalis crossirostris-H.	5B unt. Teil	Bithynien-Schichten
			5	Bithynien-/Stephanochara ungeri-H.	6 7 8 9 10	
			4	Unio-/Anodonta-H.	11 12 13	Nematurellen-Schichten
			3c	Dapalis curvirostris-H.	14	
			3b	steriler H.	15	Fisch-Schichten
			3a	Clupea humilis-H.	16 17	
			2b	Congerien-H.	18	Congerien-Schichten
			2a	Spariden-H.	20	Cardien-Schichten
1s/1n	(1s=Flußsand-1-H., 1n=Viviparen-H.)	19/21	Flußsande/Viviparen-Schichten			

Die einzelnen Schichten wurden dabei von KRANZ (1904) in den seltensten Fällen scharf abgegrenzt, seine Einteilung resultierte aus der Vorherrschaft bestimmter Fossilien. Als Liegendes vermutete er „Marine Molasse“.

Eine erstmalige Bearbeitung von Mikrofossilien (Ostracoden und Charophyten) wurde von STRAUB (1952) vorgenommen. Die Untersuchung der Fischfauna an vornehmlich in situ liegenden Otolithen erfolgte durch WEILER (1955). Eine nomenklatorische Überarbeitung der bekannten Mollusken aus den Kirchberger Schichten sowie neue Aufsammlungen wurden von SCHLICKUM (1961, 1963, 1965, 1966, 1970, 1971, und 1974) durchgeführt. Der Autor verwendet im wesentlichen die KRANZ'sche Gliederung der Kirchberger Schichten und berichtigt sie nomenklatorisch wie folgt (SCHLICKUM 1963: 6):

Silvanahorizont = Silvana-Schichten nach KRANZ

Bithynienhorizont = Bithynia-Schichten nach KRANZ

Nematurellenhorizont = Hydrobien-Schichten nach KRANZ

Fischhorizont = Fisch-Schichten nach KRANZ

Congerienhorizont (=südl. Fazies) = Dreissenen-Schichten nach KRANZ; Cardienhorizont (=nördl. Fazies) = Cardien-Schichten nach KRANZ
Viviparenhorizont = Paludinen-Schichten nach KRANZ

SCHLICKUM (1963) übernimmt dabei also nicht die von KRANZ (1904: 530-532, Fig. 4) festgestellte Gliederung der untersten Schichten in eine nördliche Fazies (Paludinen- und Cardien-Schichten) und eine südliche Fazies (Flußsande). Stattdessen gliedert SCHLICKUM (1963) die darüber folgenden, von KRANZ (1904) als Dreissenen-Schichten bezeichneten Sedimente in eine nördliche Fazies (Cardienhorizont) und eine südliche Fazies (Congerienhorizont). Eine Erklärung für diese Abänderung gibt SCHLICKUM (1963, 1974) nicht.

Die KRANZ'sche Einteilung, nomenklatorisch verändert nach SCHLICKUM (1963), stellt die bis heute gültige Gliederung der Kirchberger Schichten dar, wobei der Silvanahorizont zumeist nicht mehr zu den Kirchberger Schichten, sondern als völlig ausgesüßte Fazies zur Oberen Süßwassermolasse gestellt wird (u. a. STRAUCH 1973; SCHLICKUM 1974; ZÖBELEIN 1985).

3. Beschreibung der Horizonte 1 bis 8 der Kirchberger Schichten

Die Horizonte werden durch das Neu- oder Wiedereinsetzen bzw. das Erlöschen einer oder mehrerer Arten charakterisiert. Einzelne Arten können an bestimmten Fundpunkten fehlen, Massenvorkommen anderer Arten können auf einen Fundpunkt beschränkt sein. Außerdem konnte eine gewisse lithologische Einheitlichkeit der einzelnen Horizonte in den verschiedenen Aufschlüssen festgestellt werden, die - in den meisten Fällen - auch eine makroskopische Einstufung der im Aufschluß anzutreffenden Gesteine in den jeweiligen Horizont erlaubt. Eine Übersicht über die Lithologie und die Verbreitung der Horizonte 1 bis 8 an der Typuslokalität gibt Abbildung 3.

Auf eine Auflistung aller Fossilien für jeden Horizont wird im Text verzichtet; die wichtigsten Veränderungen werden jeweils beschrieben, und die Verteilung aller Tier- und Pflanzenarten kann der Tabelle 3 entnommen werden.

3.1. Horizont 1

Der stratigraphisch älteste Horizont 1 der Kirchberger Schichten, dessen Liegendes nicht aufgeschlossen ist, erreicht eine Mächtigkeit von mindestens 8 m. Die Sedimente bestehen aus grüngrauen, seltener rost- oder gelbbraunen, zumeist kalkfreien Feinsanden, die intensiv orange oder rostbraun gefleckt und gestreift sein können. Die röntgenographisch ermittelte Zusammensetzung ergab neben dem schon makroskopisch erkennbaren hohen Quarz- und Glimmer-Gehalt Anteile von Kalifeldspat, Chlorit und Smectit. Der obere Teil der Sande zeigt häufig einen deutlichen Ton- und Schluffanteil. Hier findet man stellenweise geringmächtige Verfestigungen zu feinkörnigem Kalksandstein (Karbonatgehalt bis 50%).

Aufgrund ihrer Makrofossilführung werden die Sande in eine südliche, kaum fossilführende und gelegentlich schräggeschichtete Fazies (Flußsand-1-Horizont bzw. Horizont 1s, s für südlich) und in eine nördliche, durch den Gastropoden *Vivi-*

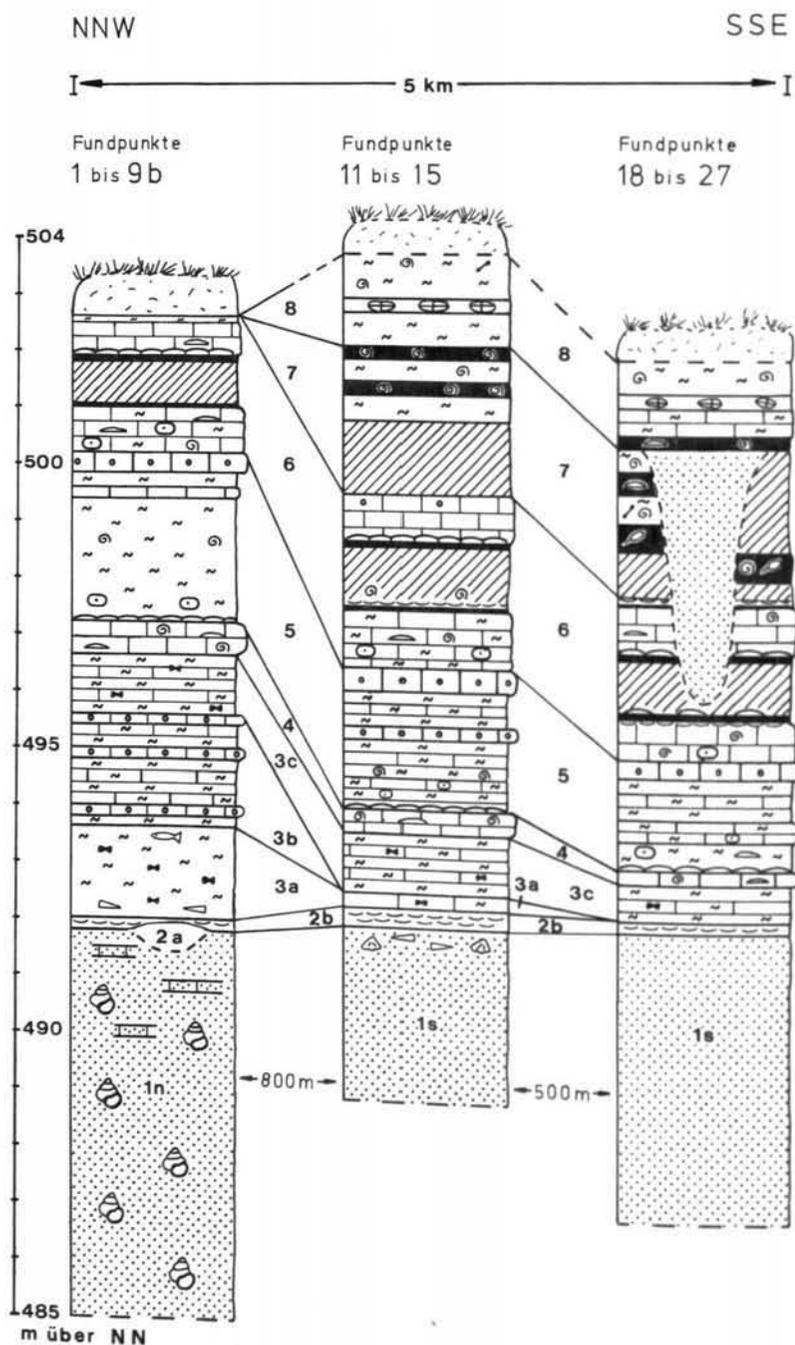


Abb. 3. Vereinfachtes Gesamtprofil der Kirchberger Schichten im nördlichen (Fundpunkte 1 bis 9b), mittleren (Fundpunkte 11 bis 15) und südlichen (Fundpunkte 18 bis 27) Abschnitt der Typuslokalität. - Die Ziffern 1 bis 8 stellen die Horizont-Nm. dar. Zur Lage der Fundpunkte vergl. auch Abb. 2.

parus suevicus charakterisierte Fazies (Viviparen-Horizont bzw. Horizont 1n, n für nördlich) unterschieden. Die Grenze zwischen nördlicher und südlicher Fazies muß wegen der in diesem Bereich fehlenden Aufschlüsse im Gebiet zwischen den Fundpunkten 9b und 11 (vgl. Abb. 2) gesucht werden.

Zur Frage der Unterlagerung der Sande wurde mir vom Bayerischen Geologischen Landesamt in München freundlicherweise ein Bericht über eine Baugrundbohrung überlassen, die im Jahr 1968 auf der Westseite des Steilhangs, unterhalb des Fugger'schen Schlosses (R : 357595 H : 535427) in Oberkirchberg, etwa 510 m über NN niedergebracht wurde. Aus dem Bohrprofil des Gutachtens vom 11. 11. 1968 der Firma Waschek, Günzburg, ergibt sich für den nach insgesamt 15,3 m erreichten, dem Horizont 1 wohl entsprechenden, „gelblichen Feinsand“ eine Mächtigkeit zwischen 6,5 und 8,5 m und eine Unterlagerung durch feinkiesige Sande, die den Graupensanden der Grimmelfinger Schichten entsprechen dürften.

Die Bildungen des Horizontes 1 stellen eine Übergangsfazies zwischen den fluviatilen Grimmelfinger Schichten und den brackischen Kirchberger Schichten dar. Die von mir vorgenommene fazielle Zuordnung zu den Kirchberger Schichten beruht vor allem auf dem brackischen Charakter der nördlichen Fazies und des oberen Teils der südlichen Fazies, aber auch auf dem Fehlen der in den Grimmelfinger Schichten weit verbreiteten feinkiesigen Quarzgerölle, den „Graupen“.

3.1.1. Horizont 1s, Flußsand-1-Horizont

Zur südlichen Fazies des Horizontes 1 gehören auch die in Hüttisheim, Steinberg und Staig zutage tretenden Sande. Nur in Steinberg und Staig ist eine in wechselnde Richtungen einfallende Schrägschichtung (Kreuzschichtung) zu beobachten. Im Be-

Legende zu Abb. 3.

 schwarze, humose Tone u. Mergeltone	 Steinmergel	 Bithynien-Deckel / Gastropoden
 Schluffe, teils tonig und sandig	 Mergelkalkgerölle in Mergelton	 <i>Unio/Anodonta</i> -Schalenplaster
 Feinsande, kalkfrei, glimmerhaltig	 Bodenbildung	 <i>Unio/Anodonta</i> -Schalenreste
 Tone, Mergeltone	 Schillage	 Fischreste / Fischskelette
 Kalkmergel	 dünne Kalksandsteinlagen	 kleine Knochenreste / Pflanzenreste
 Wechsellagerung von Tonmergel u. Kalkmergel	 Congerien / <i>Cerastoderma sociale</i>	 <i>Viviparus suevicus</i>
 Mergelkalke, Kalke		

reich der Typuslokalität konnte eine Schrägschichtung nicht festgestellt werden, was möglicherweise auf die schlechten Aufschlußverhältnisse zurückzuführen ist (vgl. KRANZ 1904: 486, 489, 492). Die höchste Mächtigkeit wurde in Staig mit 8 m angetroffen. Der Übergang zum hangenden Horizont 2b erfolgt stellenweise unscharf und ist dann vor allem an einer Zunahme der Fossilführung bei gleichbleibend feinsandiger Fazies zu erkennen.

Die Benennung des Horizontes 1s als Flußsand erfolgt aufgrund der Lithologie, der Fossilarmut und in Anlehnung an KRANZ (1904). Die Bezeichnung Flußsand-1 soll diesen Horizont von der lithologisch ähnlichen Flußsandlinse des Horizontes 7 unterscheiden (vgl. Kapitel 3.7.).

An Fossilien findet man in dem Horizont 1s in den oberen 100 bis 150 cm zu meist regellos eingestreute Schalenreste, – selten auch Doubletten –, von *Congeria amygdaloides*, *Congeria clavaeformis* und *Cerastoderma sociale*. Seltener sind *Limnopaedia friabilis* (Steinberg) und *Rzehakia partschi* (häufig nur in Hüttsheim). Der Fossilgehalt nimmt zum Hangenden deutlich zu. Der nach unten folgende Sand ist dagegen fossilfrei. Die seltenen Mikrofossilien sind Kalkkörner von Lumbriciden und Klappen des Ostracoden *Mediocypris candonaeformis*. Äußerst selten findet man Otolithen der Hering-Art *Clupea humilis* und Zähne von *Dentex cf. fossilis*, einem Vertreter der primär marinen Spariden (Meerbrassen).

Der Horizont 1s war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten (Fp.) aufgeschlossen: Fp. 11: 300 cm; Fp. 12: 100 cm; Fp. 13: 120 cm; Fp. 27: 500 cm. Die Grenze zu Horizont 2 wurde ohne erkennbares Einfallen stets bei etwa 492 m über NN eingemessen.

3.1.2. Horizont 1n, Viviparen-Horizont

Die feinkörnigen Sande der nördlichen Fazies zeigen gelegentlich schwache horizontale Schichtung; meist ist jedoch keine Schichtung feststellbar. Die höchste Mächtigkeit wurde an Fundpunkt 3 bei Unterkirchberg mit 7 m gemessen. Zum hangenden Horizont 2 ist der Horizont 1n deutlich abgegrenzt. Eine ungewöhnliche Ausbildung des Horizontes wurde an Fundpunkt 9b, im Übergangsbereich von südlicher zu nördlicher Fazies, festgestellt. Hier ist am Fuß des Steilhangs (ca. 488 m über NN) in einer Breite von 3 m ein nur 1,20 m in den Berg hineinragender, sehr harter, blaugrauer Kalksandstein in einer Mächtigkeit von 1,80 m aufgeschlossen, der an seiner Basis zahllose Exemplare von *Viviparus suevicus* meist in Form von Steinkernen sowie einige mürbe Knochenreste enthält. Die Fortsetzung in den Berg hinein bildet ein fossilfreier, bräunlichgrauer Feinsand. Im Hangenden erfolgt bei 492 m über NN die normale Überlagerung durch Horizont 2b.

Außer sehr seltenen Schalenresten kommen in den obersten 150 bis 300 cm des Horizontes 1n keine Fossilien vor. Unterhalb dieser fossilarmen Zone findet man regellos verteilt zahlreiche Exemplare von *Viviparus suevicus* (früher *Paludina varicosa*), nach welcher der Horizont bereits von KRANZ (1904) seinen Namen erhielt. Die Viviparen liegen in mäßig guter Schalenerhaltung, seltener in Form von Steinkernen vor. Gelegentlich findet man auch dunkelbraune, mürbe Knochenreste. Sehr selten sind die Gastropoden-Art *Brotia escheri* und die Brackwassermuschel *Rzehakia partschi*. Die einzigen gefundenen Mikrofossilien sind Kalkkörner von Lumbriciden und sehr selten winzige Fischreste.

Der Horizont 1n war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 2: 120 cm; Fp. 3: 700 cm; Fp. 5a: 300 cm; Fp. 5b: 100 cm; Fp. 5c: 300 cm; Fp. 7: 380 cm; Fp. 9b: 400 cm. Die Grenze zu Horizont 2 wurde wie zuvor ohne erkennbares Einfallen stets bei etwa 492 m über NN eingemessen.

3.2. Horizont 2

Die Mächtigkeit des sehr charakteristisch ausgebildeten Horizontes 2 beträgt zwischen 15 und 45 cm. Der Übergang zum Liegenden war nicht immer aufgeschlossen, so daß höhere Mächtigkeiten, wie von KRANZ (1904: 530, 531) beschrieben, lokal nicht ausgeschlossen werden können. Aufgrund der nur im mittleren Streckenabschnitt der Typuslokalität vorliegenden petrographischen Ausbildung des basalen Teils, der auch hinsichtlich der Mikrofauna einige Besonderheiten aufweist, wird eine Untergliederung in die Horizonte 2a und 2b vorgenommen. Der Horizont 2a wird als lokale „Sonderfazies“ aufgefaßt und entspricht den von KIDERLEN (1931) beobachteten Zwischenschichten sowie den Cardien-Schichten sensu KRANZ (1904). Horizont 2b stimmt mit den Dreissenen-Schichten (KRANZ 1904) überein und stellt die „Normalausbildung“ dar. Daher wird im folgenden der Horizont 2b zuerst beschrieben.

3.2.1. Horizont 2b, Congerien-/Candona? kirchbergensis-Horizont

Lithologisch herrschen im Horizont 2b hellgraue und bräunlichgraue, sandige bis lehmige, glimmerhaltige, sehr fossilreiche oder schillführende, kaum verfestigte Mergel vor, die typisch orangebraun verwittern. Eine etwas abweichende Sedimentausbildung wurde an den Fundpunkten 11, 12 und 13 angetroffen. Hier treten lateral nur wenige Meter aushaltende, feinkörnige Kalksandsteinbänke sowie feste Kalkmergel zutage, deren Schichtflächen durch zahlreiche, regellos eingelagerte, meist mit der gewölbten Außenseite nach oben abgelagerte Einzelklappen von Congerien und *Cerastoderma sociale* in mehr oder minder angelöster Schalenerhaltung gekennzeichnet sind. Zum Hangenden ist der Horizont 2b farblich und sedimentologisch immer durch eine 1–4 cm dicke, typisch dunkelrotbraun gefärbte Lage aus Schalen-trümmern sehr deutlich abgegrenzt. Bei Unterlagerung durch den Horizont 2a ist die Mächtigkeit von Horizont 2b reduziert.

Die charakteristischen Makrofossilien sind Schalenreste und Klappen der Brackwassermuscheln *Congeria clavaeformis*, *Congeria amygdaloides* und *Cerastoderma sociale* sowie meist schlecht oder nur als Steinkern erhaltene, artlich daher nicht ansprechbare Gastropoden der Gattung *Nematurella*. Die wichtigsten und häufigsten Mikrofossilien, deren Verbreitung auf die Horizonte 2a und 2b begrenzt ist, sind die endemische Ostracoden-Art *Candona? kirchbergensis* und Mahl- und Greifzähne der zu den Spariden gehörigen Art *Sparus cf. cinctus*. Auch Zähne der aus Horizont 1s bereits bekannten Spariden-Art *Dentex cf. fossilis* sind nun etwas häufiger. Außerdem findet man die Gastropoden-Art *Ctyrokyia conoidea*, eine nicht sehr häufige Brackwasserform, die ausschließlich in den Horizonten 2b und 3a vorkommt.

Die von SCHLICKUM (1963) vollzogene Unterteilung in eine nördliche, von Cardien (= *Cerastoderma*) beherrschte Fazies und in eine südliche, von Congerien be-

herrschte Fazies läßt sich nach meinen Beobachtungen nicht aufrechterhalten. Viel mehr ist *Cerastoderma sociale* an einigen Fundpunkten zwar sehr häufig (z. B. an Fundpunkt 13), insgesamt aber nicht so reichhaltig vertreten wie die *Conger*-Arten.

Der Horizont 2b war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 2: 16 cm; Fp. 3: 15 cm; Fp. 4: 6 cm; Fp. 6: 5 cm; Fp. 7: 6 cm; Fp. 9b: 28 cm; Fp. 11: 30 cm; Fp. 12: 35 cm; Fp. 13: 30 cm; Fp. 27: 17 cm.

3.2.2. Horizont 2a, Spariden-/*Candona*? *kirchbergensis*-Horizont

Der Horizont 2a ist gekennzeichnet durch tonig-schluffige, glimmerreiche, fossilarme Sedimente von oft leuchtend grüner Farbe. Die seltenen Muschel-Arten sind dieselben wie in Horizont 2b. Nematurrellen wurden von mir nicht gefunden.

Ein Vergleich der Horizonte 2a und 2b hinsichtlich des Mikrofossil-Inhalts ergab in der Häufigkeit der leitenden Arten einige Unterschiede. Der Ostracode *Candona*? *kirchbergensis* und die Fischzähne der Spariden *Dentex* cf. *fossilis* und *Sparus* cf. *cinctus* sind in Horizont 2a viel häufiger anzutreffen. Dazu treten manchmal massenweise weitere Zahntypen, die in Horizont 2b nur selten gefunden wurden und als zu Spariden gehörig bestimmt werden konnten, ohne daß eine Gattungsansprache möglich war. Schließlich findet man die ausschließlich in Horizont 2a vorkommende Charophyten-Art *Stephanochara*? sp.

Der Horizont 2a war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 4: mind. 25 cm; Fp. 6: mind. 15 cm; Fp. 7: 24 cm.

3.3. Horizont 3

Der Horizont 3 entspricht den Fisch-Schichten im Sinne von KRANZ (1904) und SCHLICKUM (1963). Von Norden nach Süden beobachtet man eine starke Abnahme der Mächtigkeit von 4,5 m (Fundpunkt 1) auf 0,65 m (Fundpunkt 27). Die Sedimente bestehen aus blau- und grünlichgrauen Tonmergeln im Wechsel mit hellbraunen, grauen oder gelblichen Kalkmergeln, seltener Mergelkalken. Die Absonderung der zumeist festen, weniger häufig auch harten Gesteine erfolgt unregelmäßig oder bogig, gelegentlich auch plattig. Der Karbonatgehalt liegt zwischen 35 und 70 %, häufig beträgt er um 50 %. Die Röntgenanalyse einiger Proben ergab einen deutlichen Quarz- und Calcitanteil sowie einen $MgCO_3$ -Anteil am Gesamtkarbonatgehalt zwischen 9 und 12 Vol. %. Weitere Gemengteile sind Pyrit, Glimmer und etwas Gips. Partienweise wurde eine Bänderung durch feine, weiße Lagen festgestellt. Ein Verdacht auf Nannoplankton-Lagen bestätigte sich jedoch nicht.

An Makrofossilien sind in unterschiedlicher Häufigkeit Fischreste und mehr oder minder vollständige Fische zu finden. Nur die an der Basis gelegene Schicht weist regelmäßig sehr gut erhaltene *Conger* *claviformis* und *Conger* *amygdaloides* sowie Nematurrellen auf. Die Congerien besitzen in vielen Fällen noch die Farbpigmentierung. Aufgrund bestimmter Mikrofossilien wird der Horizont 3 vom Liegenden zum Hangenden in die Horizonte 3a, 3b und 3c gegliedert.

3.3.1. Horizont 3a, *Clupea humilis*-Horizont

Der Horizont 3a reicht mit abnehmender Mächtigkeit von Unterkirchberg (Fundpunkt 1, 170 cm) bis südlich Oberkirchberg, wo er an Fundpunkt 13 in einer Mächtigkeit von 15 cm das letzte Mal nachgewiesen werden konnte. Eingeleitet wird er durch einen leuchtend graugrünen Ton- oder Kalkmergel, der in große Platten spaltbar ist, und in dem neben den Fischresten Congerien und Nematurrellen, selten auch auffallend kleine Klappen von *Cerastoderma sociale* anzutreffen sind. Eine lithologische Abgrenzung zu Horizont 3b ist lediglich an Fundpunkt 1 möglich. Hier wird der Horizont 3a durch einen bläulichgrauen, feingebänderten und feinplattig absondernden Tonmergel abgeschlossen, der partienweise zahlreiche, wirt durcheinander liegende Skelette und Skelettreste von *Clupea humilis* enthält. Bereits im nahegelegenen Fundpunkt 3 ist diese Schicht nicht mehr wiederzufinden.

Die charakteristischen Mikrofossilien sind die relativ häufig auftretenden Otolithen von *Clupea humilis*, nach welchen der Horizont seinen Namen erhält. Zumeist kommen diese Fossilien gemeinsam mit Otolithen von *Dapalis formosus*, *Gobius multipinnatus* und 3 endemischen *Gobius*-„Arten“ vor. Allerdings sind *Dapalis formosus* und *Gobius multipinnatus* – im Gegensatz zu *Clupea humilis* – auch in den Horizonten 3c und 6 wichtige Leitfossilien. Von den endemischen *Gobius*-„Arten“, die von mir als sp.-Typen bezeichnet werden (vgl. REICHENBACHER 1988 b), ist *Gobius* sp. 3 nur in dem Horizont 3a gefunden worden. Er ist aber zu selten, um als echtes Leitfossil zu gelten. Ebenfalls auf den Horizont 3a begrenzt und sehr selten sind Otolithen von *Solea kirchbergana*.

Typisch ist auch *Ctyrokyia conoidea*, die, genau wie die nur vereinzelt zu findende *Conger* *claviformis*, im Hangenden nicht mehr angetroffen wird.

Die Ostracoden werden durch die endemische, manchmal massenhaft vorliegende *Candona suevica* vertreten. Als Leitfossil ist *Candona suevica* aber nicht geeignet, da sie häufig fehlt und auch in den Horizonten 3b und 6 gefunden wird. Seit dem Beginn des Horizontes 3a kommt außerdem der bisher seltene Brackwasserostracode *Mediocypris candonaiformis* in größeren Mengen vor.

Der Horizont 3a war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 1: mind. 170 cm; Fp. 2: mind. 70 cm; Fp. 3: 100 cm; Fp. 4: 160 cm; Fp. 6: mind. 110 cm; Fp. 7: mind. 105 cm; Fp. 9b: mind. 18 cm; Fp. 12: 27 cm; Fp. 13: 15 cm; Fp. 27: 0 cm.

3.3.2. Horizont 3b, steriler Horizont

Der Horizont 3b erstreckt sich unter Abnahme der Mächtigkeit von Unterkirchberg (170–220 cm) bis zu dem Fundpunkt 9a, wo er mit mindestens 120 cm das letzte Mal aufgeschlossen ist. An den Fundpunkten 12, 13 und 27 fehlt dieser Horizont. Lithologisch ist der Horizont 3b gekennzeichnet durch 2 bis 4 im Aufschluß deutlich herauspräparierte, schwach bituminöse, gelblich- oder grünlichgraue Mergelkalkbänke mit hellbrauner Verwitterungsrinde. Aufgrund ihrer charakteristischen Ausbildung, insbesondere der Härte und des scharfkantigen Bruchs, und in Anlehnung an die Benennung durch KRANZ (1904) bezeichne ich diese Bänke als „Steinmergel“. Sowohl horizontal als auch vertikal erfolgt eine Verzahnung mit den Ton- und Kalkmergeln der bereits beschriebenen Fazies. Nur der oberste „Steinmergel“ kann an den be-

arbeiteten Fundpunkten einigermaßen ausgehalten werden und stellt somit in etwa die Grenze gegen Horizont 3c dar.

Die Sedimente des Horizontes 3b sind außerordentlich arm an Fossilien, weder makroskopisch erkennbare Fischreste noch Mikrofossilien kommen in nennenswertem Ausmaß vor. Eine Ausnahme stellen die Ostracoden *Candona suevica* und vor allem *Mediocypris candonaeformis* dar. Letzterer wurde in einigen Proben in beachtlicher Häufigkeit angetroffen.

Der Horizont 3b war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 1: 180 cm; Fp. 3: 220 cm; Fp. 4: 100 cm; Fp. 9a: mind. 120 cm; Fp. 12, Fp. 13, Fp. 27: 0 cm.

3.3.3. Horizont 3c, *Dapalis curvirostris*-Horizont

Die Mächtigkeit des Horizontes 3c verringert sich von maximal 120 cm im N auf 65 cm im S. Von Fundpunkt 1 bis Fundpunkt 9a bildet er das Hangende des Horizontes 3b, in den Fundpunkten 12 und 13 überlagert er den Horizont 3a, in Fundpunkt 27 lagert er direkt auf Horizont 2b. Lithologisch wird der Horizont 3c durch eine 5–10 cm dicke, schwarzbraune, oft feinplattige Mergeltonlage eingeleitet. Bei Unterlagerung durch den Horizont 3b folgt über dem dunklen Mergelton ein harter, in große Platten spaltender Ton- oder Kalkmergel, dessen Schichtoberfläche mit zahllosen braunglänzenden Fischschuppen, Fischwirbeln und sonstigen Fischresten bedeckt ist. Diese Schicht gleicht in ihrer lithologischen Beschaffenheit der Basisschicht des Horizontes 3a. Die folgenden Sedimente, die wieder arm an Makrofossilien sind, bauen sich aus der üblichen Wechsellagerung von Mergelton, Tonmergel und Kalkmergel auf. Die lithologische Grenze zu Horizont 4 ist in der Regel unscharf.

Die den Horizont kennzeichnenden und daher namensgebenden Mikrofossilien sind Otolithen von *Dapalis curvirostris*. Dieser ist zusammen mit *Gobius cf. telleri* in Horizont 3c erstmals zu finden und wird mitunter sehr häufig. Außerdem liegen die bereits in Horizont 3a vertretenen Arten *Dapalis formosus*, *Dapalis* sp. 1 und *Gobius* sp. 7 sowie neu *Gobius* sp. 8 und *Gobius* sp. 11 vor. *Gobius* sp. 9 wurde zuletzt in Horizont 2b gefunden und ist wie alle anderen genannten *Gobius*-Typen recht selten. Nur *Gobius multipinnatus* kommt manchmal gehäuft vor, kann aber auch vollständig fehlen.

Die Ostracoden-Fauna ist durch *Mediocypris candonaeformis* und *Heterocypris* sp., deren Verbreitung keiner erkennbaren Gesetzmäßigkeit unterliegt, vertreten.

Neben seltenen Nematurellen findet man gleichfalls selten erstmalig Deckel der Gastropoden-Gattung *Bithynia*. Wie Vergleiche mit Deckeln einiger *Bithynia*-Arten aus der SCHLICKUM'schen Sammlung des Naturmuseums Senckenberg ergaben, ist anhand dieser Deckel keine Artansprache möglich.

Der Horizont 3c war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 1: 100 cm; Fp. 3: 105 cm; Fp. 4: 120 cm; Fp. 9a: 135 cm; Fp. 12: 130 cm; Fp. 13: 110 cm; Fp. 27: 65 cm.

3.4. Horizont 4, *Unio*-/*Anodonta*-Horizont

Die Mächtigkeit des Horizontes 4 beträgt 25 bis 45 cm; nur am nördlichsten Aufschluß bei Unterkirchberg (Fundpunkt 1) wurden 100 cm gemessen. Lithologisch herrscht die Ausbildung eines bräunlichgelben bis beigen Mergelkalks vor, der cha-

rakteristische schwarze und orange Verwitterungsflecken und dendritische Muster aufweist. Durch eine 5–10 cm dicke, weiche Mergeltonlage wird der Mergelkalk häufig in zwei harte Bänke gegliedert, die partienweise als „Steinmergel“ vorliegen können.

Die Verwitterung der Mergelkalke erfolgt sehr typisch in großen Blöcken, die nach einiger Zeit abrutschen und dann am Fuß der Aufschlüsse wiederzufinden sind. Der Karbonatgehalt beträgt zumeist etwa 80%. Die Röntgenanalyse ergab als Nebengemengteile Quarz, Glimmer, Kaolinit, Chlorit und Smectit. Während die Abgrenzung zum hangenden Horizont 5 lithologisch durch den verminderten Kalkgehalt immer sehr deutlich ist, geht die Schicht nach unten meist unscharf in den Horizont 3c über. Die Liegendgrenze kann anhand der Mikrofossilien jedoch gut festgelegt werden.

Auf den Schichtflächen der Mergelkalke sind sehr häufig Schalenpflaster großwüchsiger Süßwassermuscheln anzutreffen. Neben den rundlichen Klappen von *Anodonta splendens* findet man bis zu 12 cm lange und 6 cm breite Schalen von *Unio eseri*. Die kleinere *Unio kirchbergensis* ist nicht so häufig. Die Muscheln liegen in oft sehr guter Schalenerhaltung und nicht selten als zusammengeklappte oder ausgebreitete Doubletten vor. Nur in dem Horizont 4 war aufgrund der guten Erhaltung die Unterscheidung der drei genannten Arten möglich. Schalenreste dieser Muscheln in allen anderen Horizonten können nur der Gattung *Unio* oder *Anodonta* zugeordnet werden. Derartige Reste werden im folgenden als *Unio/Anodonta* bezeichnet.

Die Gastropodenfauna wird neben den weiterhin vorhandenen Nematurellen durch die neu eintreffenden Süßwasser-Arten *Stagnicola armaniensis*, *Bithynia dunkeri* und *Planorbarius cornu* geprägt. Im Gegensatz zu den regelmäßig auftretenden Muscheln ist die Häufigkeit der Gastropoden sehr ungleichmäßig. So sind z. B. Nematurellen in den Fundpunkten 3 und 9c überaus reichlich in sehr guter Schalenerhaltung anzutreffen, wohingegen sie in den Fundpunkten 1 und 9a gar nicht zu finden sind. Im Mergelkalk von Fundpunkt 4 stellt man eine ungewöhnliche Anhäufung der Süßwassergastropoden fest. In Fundpunkt 13 kommt die offensichtlich auch Brackwasser vertragende *Bithynia dunkeri* in größeren Ansammlungen zusammen mit Nematurellen vor.

Pflanzenabdrücke sind in den harten Mergelkalken des Horizontes 4 verhältnismäßig häufig. Gut erhalten und bestimmbar waren jedoch nur die länglichen, fein gegliederten Abdrücke von Winterknospen (*Turionien*) eine Laichkraut-Art, die vorläufig als *Potamogeton eseri* HEER bezeichnet wird (GREGOR 1983: 37 f.).

Anhand der Mikrofossilien läßt sich der Horizont 4 durch das starke Zurücktreten aller Fischarten – insbesondere durch das Fehlen von *Dapalis curvirostris* – bei gleichzeitiger Zunahme der Ostracoden gegen das Liegende gut abgrenzen. Die Ostracoden sind die gleichen Arten wie in Horizont 3c. Neu hinzu treten *Ilyocypris gibba* und *Darwinula stevensoni*; letztere ist ziemlich häufig. Außerdem findet sich mit *Chara notata* wieder ein Vertreter der Charophyten ein. Alle Ostracoden-Arten sowie *Chara notata* setzen sich in den Horizont 5 hinein fort.

Der Horizont 4 entspricht dem unteren Teil der bisher als Nematurellen-Schichten (SCHLICKUM 1963) bezeichneten Abfolge (Tab. 2). Im lithologisch und faunistisch völlig andersartigem oberen Teil dieser Nematurellen-Schichten wurden in allen von mir bearbeiteten Fundpunkten und Profilen keine Nematurellen mehr gefunden. In-

folge des insgesamt nur sporadischen Vorkommens dieser Brackwasserschnecke und der regelmäßigen Anwesenheit von *Unio* und *Anodonta* bezeichne ich den Horizont 4 als *Unio-/Anodonta*-Horizont.

Der Horizont 4 war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten aufgeschlossen: Fp. 1: 100 cm; Fp. 3: 30 cm; Fp. 4: 25 cm; Fp. 9 a: 43 cm; Fp. 9 c: 43 cm; Fp. 12: 30 cm; Fp. 13: 30 cm; Fp. 24: 35 cm; Fp. 25: 30 cm; Fp. 27: 20 cm.

3.5. Horizont 5, *Bithynien-/Stephanochara ungeri*-Horizont

Dieser Horizont repräsentiert den oberen Teil der bisher als Nematurellen-Schichten und den unteren Teil der bisher als Bithynien-Schichten bezeichneten Abfolge (Tab. 2). Seine Mächtigkeit bleibt im nördlichen Abschnitt der Typuslokalität (Fundpunkte 1 bis 12) zunächst etwa konstant zwischen 280 und 320 cm und verringert sich dann auf 185 cm (Fundpunkt 27). Die Lithologie der Sedimente ist durch lateral und vertikal sehr rasch wechselnde Fazies geprägt. Als Basisschicht wurde in einigen Aufschlüssen ein dunkelbrauner Mergelton angetroffen, der der Basislage von Horizont 3c gleicht. Darüber folgen schwarzbraune oder graue Mergeltonne und Tonmergel sowie hellgraue, gelbgraue oder leuchtend gelbe Kalkmergel. Die Gesteine sind manchmal feinsandig und glimmerhaltig, gelegentlich kommen rostrote, eisen-schüssige Sandlinsen vor. Die Mergel sind oft stark angewittert und je nach Tonanteil in unterschiedlichem Ausmaß aufgeweicht und verlehmt. Bruchflächen zeigen gewöhnlich schwarze Verwitterungsstellen. Rostflecken sind seltener. Zumeist ist eine Mergelkalkbank in Form eines „Steinmergels“ im oberen Teil der Abfolge eingeschaltet. Ein gleichartiger, meist 35–40 cm mächtiger „Steinmergel“ schließt den Horizont 5 lithologisch ab.

Der Karbonatgehalt der meisten Proben liegt zwischen 45 und 70 %. Der Karbonatgehalt der „Steinmergel“ beträgt 90 bis 95 %. Die Röntgenanalyse ergab für die Ton- und Kalkmergel als Nebengemengteile Quarz, Glimmer, Kaolinit, Chlorit und Smectit. Die „Steinmergel“ weisen bis auf den nun fehlenden Smectit den gleichen Mineralbestand in verringerten Anteilen auf.

Der Makrofossilgehalt ist sehr gering. Nur im unteren Drittel sind nestartig angeordnete, meist unbestimmbare Mollusken-Schalenreste und 2–3 mm große Deckel von *Bithynia* sp. zu finden. Die „Steinmergel“ enthalten manchmal Abdrücke oder Steinkerne von *Bithynia dunkeri* und vereinzelt Deckel; meistens sind sie jedoch fossilfrei. Mikrofaunistisch ist der Horizont 5 durch die erstmals häufigen Bithynien-Deckel gegen die liegenden Horizonte sehr gut abgegrenzt. Während im basalen Bereich Massenvorkommen dieser Deckel typisch sind, nimmt die Häufigkeit nach oben sehr stark ab. 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* (vgl. SCHWARZ & REICHENBACHER, dieser Bd.). *Nitellopsis? procera* wurde nur in Proben der südlichen Aufschlüsse (Fundpunkte 24, 25, 27) gefunden. In den nach Norden angrenzenden Fundpunkten wird sie durch *Nitellopsis meriani* ersetzt. Zu den 9 nachgewiesenen Charophyten-Arten (vgl. Tab. 3) gesellen sich die 5 bereits von Horizont 4 bekannten Ostracoden-Arten. Fischreste sind sehr selten und beschränken sich auf kleine, isolierte Schlundzähnen von Cypriniden (Karpfenfische), isolierte Zähne von Sciaeniden (Umber-Fische) und winzige Otolithen juveniler, artlich nicht bestimm-

barer *Dapalis*- und *Gobius*-Vertreter. Eine Ausnahme ist der Fund einer großen Sagitta der Barsch-Art *Morone cf. moravica*.

Insgesamt wird der Horizont 5 somit durch eine reiche Charophytenflora, eine relativ reichhaltige Ostracodenfauna, eine auffallende Fischarmut und das erstmalige – auf den basalen Bereich beschränkte – Massenvorkommen von Bithynien-Deckeln charakterisiert.

Der Horizont 5 war an der Typuslokalität an den nachstehend aufgeführten Fundpunkten vollständig aufgeschlossen: Fp. 1: 285 cm; Fp. 12: 275 cm; Fp. 13: 210 cm; Fp. 27: 185 cm.

3.6. Horizont 6, *Bithynien-/Gobius pretiosus-/Dapalis crassirostris*-Horizont

Der zwischen 175 und 360 cm mächtige Horizont 6 erfaßt den mittleren bis oberen Teil der bisher als Bithynien-Schichten bezeichneten Abfolge. Infolge der lithologischen Ausbildung ist eine vertikale Untergliederung in 3 Abschnitte ungefähr gleicher Mächtigkeit möglich. Die Röntgenanalyse ergab für diese 3 Bereiche keine wesentlichen Unterschiede. Es liegen Illit (Glimmer), Kaolinit, Vermiculit und Smectit sowie geringe Gehalte von Quarz und Kalifeldspat vor, wobei in den Mergelkalken der Kalifeldspat fehlt bzw. der Detritusanteil insgesamt stark zurücktritt.

An den nachstehend aufgeführten Fundpunkten war der Horizont 6 aufgeschlossen: Fp. 1: 200 cm; Fp. 3: 175 cm; Fp. 12: 260 cm; Fp. 13: 360 cm; Fp. 18: 350 cm; Fp. 27: 215 cm. Die Mächtigkeiten an den Fundpunkten 1, 3 und 27 sind wahrscheinlich durch Erosion reduziert.

Ausbildung des basalen Abschnittes

Im basalen Abschnitt herrschen graue und graugelbe, manchmal feinsandige, meist weiche Kalkmergel bzw. im südlichen Gebiet der Typuslokalität (Fundpunkte 18 bis 27) Mergelkalke vor, deren Karbonatgehalt zwischen 60 und 85 % beträgt. Stellenweise beobachtet man erstmals die Einschaltung einer geringmächtigen, feinsandigen, glimmerhaltigen, fossilereeren, schwarzen, humosen Tonlage, die keine größere laterale Reichweite besitzt. Abgeschlossen wird der basale Abschnitt durch eine gleichartige – jedoch lateral aushaltende – humose Tonlage. Die Häufigkeit von Makrofossilien ist unterschiedlich und allgemein gering. Wie schon zu Beginn des Horizontes 5 beobachtet man nestartige Anreicherungen von Bithynien-Deckeln sowie von *Unio-/Anodonta*-Schalenresten; dazu treten gelegentlich schillartige Anhäufungen der Deckel auf Schichtflächen.

Die südlichen Profile zeigen eine etwas abweichende Ausbildung. An Fundpunkt 18 bildet die oberste Schicht ein brauner, schwach humoser, fossilreicher Kalkmergel, in dem die Brackwasserschnecken *Melanopsis impressa impressa* und *Nematurilla cf. bavarica* sehr zahlreich und in farbiger Schalenerhaltung anzutreffen sind. Dieser sonst nirgends vorgefundenen Schicht entspricht weiter im Süden (Fundpunkt 27) ein dünner Schillhorizont dicht oberhalb der hier wieder als humose Tonlage ausgebildeten Grenzschicht.

Ausbildung des mittleren Abschnittes

Der nun folgende mittlere Teil des Horizontes 6 baut sich aus einer Wechsellagerung in der Regel fossilfreier, oft leuchtend blaugrün und graugrün gefärbter, toniger

Schluffe und Feinsande auf und wird erneut durch eine schwarze, humose Tonlage abgeschlossen. Diese humose Lage unterscheidet sich von der vorherigen durch lokale Anreicherungen von Süßwassergastropoden. Auf ihrer Schichtoberfläche ist stets ein Schalenpflaster von *Unio/Anodonta* anzutreffen.

Ausbildung des obersten Abschnittes

Diese Sedimentabfolge gleicht in ihrer lithologischen Ausbildung im wesentlichen dem basalen Abschnitt. Der Unterschied besteht im höheren Karbonatgehalt – Mergelkalke herrschen nicht nur in der südlichen Region vor – und im Vorkommen stark verhärteter „Steinmergel“ in den obersten Schichten. Eine abschließende schwarze, humose Lage ist nicht ausgebildet. An Fossilien findet man regelmäßig, aber in geringer Anzahl, Steinkerne von *Bithynia dunkeri*, Bithynien-Deckel und Bithynien-Abdrücke.

Im südlichen Gebiet (Fundpunkte 18 und 22) ist dicht oberhalb des Mergelkalks eine schillhaltige Lage ausgebildet, die der bereits beschriebenen, ebenfalls nur im südlichen Gebiet anzutreffenden Schillage oberhalb des unteren Abschnittes gleicht.

Mikrofossilien in Horizont 6

Die äußerst ungleichförmige Verteilung der Mikrofossilien im unteren und im oberen Abschnitt unterscheidet sich in ihrer Zusammensetzung nur hinsichtlich der auf den unteren Abschnitt beschränkten Massenvorkommen der Bithynien-Deckel. Im mittleren Abschnitt werden zumeist keine Mikrofossilien gefunden. Für das südliche Gebiet (Fundpunkte 18 bis 27) muß das nur hier beobachtete Vorkommen der Brackwassergastropoden *Nematurella zilchi*, *Nematurella cf. bavarica* und *Melanopsis impressa impressa* hervorgehoben werden. Wichtig ist hier auch die bisher nur aus Horizont 2b bekannte Brackwasser-Art *Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis*.

Die unterschiedliche Zusammensetzung der Fauna und Flora an den einzelnen Fundpunkten scheint geradezu typisch für den Horizont 6 zu sein. Im folgenden wird eine zusammenfassende Beschreibung der wichtigsten Mikrofossilien gegeben.

Bemerkenswert ist die Vielfalt der Fischfauna. Erstmals sind die bisher nur sporadisch und selten gefundenen Cypriniden-Schlundzähne, besonders von *Alburnus*, *Rhodeus* und *Tinca*, häufig. Die letztmalig in Horizont 3c gefundenen Brackwasser-Arten *Dapalis curvirostris*, *D. formosus*, *Gobius multipinnatus* und *G. cf. telleri* kommen erneut vor. Neue Elemente der brackischen Fischfauna sind *Dapalis crassirostris* und *Gobius pretiosus*. Die in Horizont 5 erstmals gefundene *Morone cf. moravica* ist verhältnismäßig häufig. Besonders charakteristisch ist die Häufigkeit und Artenvielfalt der Gobiiden. Diese entwickeln 9 endemische Formtypen, wobei sich die aus Horizont 3c bekannten Typen, – zum Teil unter Zunahme ihrer Häufigkeit –, wiederfinden sowie neue Formen anzutreffen sind. Stratigraphisch aussagekräftig sind aber nur die auch von anderen Lokalitäten der Otttang-Stufe bekannten, also nicht endemischen Arten *Gobius cf. telleri*, *G. multipinnatus* und *G. pretiosus*. Nach *Gobius pretiosus* und nach dem für die stratigraphische Einstufung in die Otttang-Stufe charakteristischen *Dapalis crassirostris* erhält der Horizont 6 seinen Namen.

Ostracoden sind relativ häufig. Zu den bereits aus Horizont 5 bekannten Arten gesellt sich die bisher nur in den Horizonten 3a und 3b gefundene Brackwasser-Art *Candona suevica* hinzu. Im Gegensatz zur reichhaltigen Charophytenflora in Horizont 5 steht nunmehr das Spektrum von nur 3 Arten, *Nitellopsis meriani* und *Stephano-*

chara rhabdocharoides, die beide ziemlich häufig sind, sowie *Chara cf. minutissima*, die nur sehr selten vorkommt.

Der Horizont 6 ist somit durch eine arten- und individuenreiche Fischfauna sowie eine gleichfalls individuenreiche, jedoch artenarme Charophytenflora charakterisiert, in dem Massenvorkommen von Bithynien-Deckeln auf den unteren Abschnitt beschränkt bleiben.

3.7. Horizont 7, Flußsand-2-Horizont

Der Horizont 7 erfaßt im Gebiet des Schloßbergs eine etwa 6 m mächtige Flußsandlinse (Flußsand-2) sowie die nördlich und südlich daran angrenzende Fazies. Von Oberkirchberg bis Unterkirchberg ist der Horizont 7 wie auch der hangende Horizont 8 und der basale Teil der Oberen Süßwassermolasse, die „Grauen Schluffe mit Tonschichten“, nicht ausgebildet bzw. wahrscheinlich erodiert.

Die Flußsandlinse besteht aus grauen, glimmerhaltigen, karbonatfreien, gelegentlich horizontal geschichteten, sonst ungeschichteten, fossilfreien Feinsanden. Sie ist im Bereich der ehemaligen, heute verschütteten Sandgrube am Schloßberg (Fundpunkt 23) im Liegenden von Horizont 8 in einer Mächtigkeit von 6 m aufgeschlossen. Südlich davon fand ich den Sand in Mächtigkeiten zwischen 2 und 3 m an mehreren Stellen bis etwa in Höhe von Fundpunkt 26, ohne daß ein Übergang zum Liegenden oder Hangenden aufgegraben werden konnte. Nördlich von Fundpunkt 23 wurde an Fundpunkt 22 eine Mächtigkeit von 355 cm festgestellt; Liegendes und Hangendes sind hier Horizont 6 und 8. An Fundpunkt 18 liegt bereits die lateral angrenzende Fazies vor.

Diese südlich und nördlich lateral an die Sandlinse angrenzende Fazies wurde an Fundpunkt 27 und an den Fundpunkten 18 bis 12 in Mächtigkeiten zwischen 230 und 340 cm nachgewiesen. Die überwiegend graugefärbten Sedimente setzen sich aus Ton, Mergelton, Tonmergel, Schluff und Feinsand zusammen. Die röntgenographisch ermittelten Gemengteile sind Quarz, Feldspat, Calcit und Glimmer sowie Chlorit, Smectit und sehr wenig Kaolinit. Der Karbonatgehalt der Mergel beträgt zwischen 15 und 35 %. An der Basis herrschen feinsandige, schluffige, kalkfreie Ablagerungen vor, nach oben beobachtet man eine zunehmend tonigere und mergeligere Ausbildung. In die Sedimente sind 1–2 lateral nicht zu verfolgende, schluffige bis feinsandige, glimmerhaltige, schwarze, humose Tone eingeschaltet, wie sie bereits in Horizont 6 angetroffen wurden.

Makrofossilien können in den einzelnen Schichten der lateralen Fazies häufig sein oder völlig fehlen. Es kommen die schon aus Horizont 6 bekannten Süßwassergastropoden *Stagnicola armaniensis*, *Planorbium cornu*, *Bithynia dunkeri* und *Radix socialis dilatata* vor. Dazu treten gelegentlich Schalenreste von *Unio/Anodonta*. Besonders erwähnenswert ist die Fossilführung an Fundpunkt 27. Hier findet man in einer humosen, braunschwarzen Lage gut erhaltene Früchte von *Spiromatospermum wetzleri*, Samen von *Stratiotes kaltenmordheimensis*, Endokarprien von *Potamogeton schenkii* und viele Schilffreste (vgl. KONRAD et al. 1988).

Die Mikrofauna bzw. -flora wird von der Vorherrschaft der Charophyten gekennzeichnet, die mit 6 Formen vertreten sind. Ostracoden sind sehr selten. Zu dem weiterhin vorhandenen *Mediocypris candonaeformis* und dem seit Horizont 4 bekann-

ten *Ilyocypris gibba* gesellt sich neu *Eucypris*? sp. hinzu. Die verarmte Fischfauna wird von Cypriniden beherrscht. Vertreter der noch in Horizont 6 reichlich vertretenen Gattung *Dapalis* konnten nur anhand winziger, von sehr juvenilen Fischen stammenden Otolithen nachgewiesen werden. Desweiteren fällt das fast völlige Ausbleiben von *Gobius* auf; die Gattung ist nur mit 3 äußerst seltenen „Arten“ vertreten. Schließlich bleibt die deutliche Abnahme der Bithynien-Deckel gegenüber den liegenden Horizonten 5 und 6 zu erwähnen, nur in den obersten Schichten des Horizontes 7 kommen gelegentlich nochmals Anhäufungen vor.

An den nachstehend aufgeführten Fundpunkten der Typuslokalität war die lateral an die Flußsandlinse angrenzende Fazies aufgeschlossen: Fp. 12: mind. 80 cm; Fp. 13: 230 cm; Fp. 14: mind. 215 cm; Fp. 15: mind. 340 cm; Fp. 18: 260 cm; Fp. 27: mind. 240 cm.

3.8. Horizont 8, *Aphanius*-/Gobiiden-Horizont

Der Horizont 8, der wie Horizont 7 nur südlich Oberkirchberg ausgebildet ist, war allgemein sehr schlecht aufgeschlossen. Seine Mächtigkeit beträgt zwischen 175 cm und 285 cm, wobei der direkte Kontakt mit der überlagernden Oberen Süßwassermolasse nicht beobachtet werden konnte. Der Übergang zu Horizont 7 konnte im Aufschluß nicht mit Sicherheit festgelegt werden. Diese Grenze wurde anhand der Mikrofossilführung gezogen.

Es dominieren gelbe, graue und dunkelbraune, oft weiche Tonmergel, seltener sind Kalkmergel und Mergelkalke. Der Carbonatgehalt ist gegenüber Horizont 7 erhöht und liegt meistens zwischen 40 und 50%. Die röntgenographisch ermittelte Zusammensetzung weicht von der in Horizont 7 nur unwesentlich ab. Gelegentlich wurde die Einschaltung einer fossilführenden oder sterilen, schwarzen, humosen Lage beobachtet, die wie in Horizont 7 kein bestimmtes Niveau bezeichnet. An Fossilien findet man gut erhaltene, bis 1 cm große Gehäuse von *Bithynia dunkeri*, seltener Deckel. Zu der aus Horizont 7 bekannten Vergesellschaftung von *Stagnicola*, *Radix* und *Planorbarius* gesellt sich neu, aber sehr selten, die Landschnecke *Cepaea silvana*.

Die Abgrenzung gegen Horizont 7 erfolgt aufgrund von Otolithen der Gattungen *Aphanius*, *Channa* und *Gobius*, seltener *Dapalis*. Die in Horizont 7 fast völlig erloschenen *Gobius*-„Arten“ erweisen sich dabei infolge ihrer Häufigkeit als besonders wertvoll. Es wurden *Gobius* cf. *telleri* sowie 9 endemische Formtypen festgestellt; 5 davon und *Gobius* cf. *telleri* waren auch in Horizont 6 vertreten, 3 Formen (*Gobius* sp. 6, *Gobius* sp. 10, *Gobius* sp. 12) stellen sich erstmals ein. Weit aus am häufigsten findet man eine Formengruppe, die von mir als *Gobius* aff. *telleri* bezeichnet wird (vgl. REICHENBACHER 1988 b). In dieser Gruppe verbergen sich wahrscheinlich noch weitere „Arten“, so daß die in Horizont 6 erreichte Formenvielfalt noch übertroffen wird. Insgesamt fällt die Kleinheit sowie die Vielzahl artlich wegen ihrer Winzigkeit nicht ansprechbarer Otolithen auf.

Die *Dapalis*-Sagitten stammen durchweg von sehr jugendlichen Fischen und erlauben keine Artansprache. Die beiden im Horizont 8 erstmals anzutreffenden *Aphanius*-Vertreter sind wie die *Gobius*-Formen endemische Arten. *Aphanius maderae* ist gegenüber *Aphanius konradi* etwas häufiger. *Channa rzebacki* ist zwar sehr selten, scheint aber wie *Aphanius* ein „Leitfossil“ darzustellen, da sie gleichfalls in den liegen-

den Horizonten nicht vorkommt. Häufig sind auch Schlundzähne von Cypriniden, gegenüber deren Verbreitung in Horizont 7 bestehen jedoch keine nennenswerten Unterschiede.

Die Ostracoden sind in geringer Individuenzahl durch *Heterocypris* sp., *Mediocypris candonaeformis* und *Eucypris*? sp. vertreten. Erwähnenswert ist das Ausbleiben des zwar schon in Horizont 7 seltenen, aber seit Horizont 4 durchweg nachgewiesenen *Ilyocypris gibba*.

4. Palökologie

4.1. Methodik

Bei der Festlegung der Horizonte 1 bis 8 werden die Vorkommen der gesamten Faunen- und Florenasoziationen berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, daß Änderungen der Umweltbedingungen, vor allem Salinitätsschwankungen und Änderungen der Wassertiefe, ihren unmittelbaren Niederschlag in der Vergesellschaftung der fossilen Tier- und Pflanzenwelt gefunden haben. Die Grundlagen einer derartigen ökostratigraphischen Gliederung sind die angenommenen Analogien der Umweltansprüche fossiler und rezenter, nahe verwandter Taxa. Eine mögliche Veränderung der ökologischen Ansprüche einiger Gattungen und Arten kann allerdings nicht ausgeschlossen werden. Besonders zuverlässige Aussagen sind dann möglich, wenn fossile Arten von Gattungen vorliegen, deren rezente Vertreter alle etwa gleichartige ökologische Ansprüche stellen. Weniger abgesichert sind Aussagen über das Verhalten ausgestorbener Gattungen, da für diese nur indirekte, durch Vergleiche gewonnene Daten zur Verfügung stehen. Die Erfassung möglichst vieler Daten ermöglicht über derartige Analogieschlüsse eine recht zuverlässige paläo-ökologische Faziesanalyse.

In dem hier vorgestellten Versuch einer Rekonstruktion der ökologischen Verhältnisse während der Sedimentation der Kirchberger Schichten wird die Klassifikation des Brackwassers nach HILTERMANN (1966) verwendet (Tab. 4).

Tabelle 4: Klassifikation des Brackwassers nach HILTERMANN (1966)

Gesamtsalzgehalt in ‰	Wasserklassifikation	biologischer Lebensbereich
30–40	euhalines Meerwasser	marin
18–30	brachyhalines Meerwasser	marin-brackisch
10–18	pliohalines Brackwasser	brackisch-marin
5–10	mesohalines Brackwasser	typisches Brackwasser
3–5	miohalines Brackwasser	limnisch-brackisch
0,5–3	oligohalines Brackwasser	für die meisten marinen Organismen letal
0–0,5	Süßwasser	limnisch

Während die Biotope des Meer- und Süßwassers durch die hohe Artenvielfalt vieler Tier- und Pflanzengruppen ausgezeichnet sind, beobachtet man im Brackwasser eine Artenverarmung, die zumeist mit einer Zunahme der Individuenzahl gekoppelt ist. Die Artenzahl der marinen Lebewesen vermindert sich mit abnehmendem Salzgehalt und erreicht meist im oligohalinen Milieu ein Minimum. Analog ist auch eine Abnahme der Süßwasser-Arten festzustellen, wobei die Pflanzen und Tiere des Süßwassers viel rascher und empfindlicher auf eine Verbrackung reagieren als die Meeres-Organismen. Ein Minimum der Artenanzahl aller Lebewesen wird daher nicht in der Mitte zwischen dem Süßwasser und dem Salzgehalt des Meeres erreicht, sondern es ist in Richtung des Süßwassers verschoben und liegt etwa bei 5–7 ‰ (REMANE 1958).

Die im Brackwasser verbreiteten Arten sind die euryhalinen Organismen aus dem marinen Lebensraum und – etwas weniger häufig – aus dem Süßwasser sowie die echten Brackwasser-Arten. Sowohl einige der primär marinen, d. h. ursprünglich aus dem Meer stammenden euryhalinen Arten, als auch verschiedene Brackwasserformen sind zu einer Anpassung an das Süßwasser imstande.

4.2. Ablagerungsmilieu der Horizonte 1 bis 8

Horizont 1

Die Sedimente des Horizontes 1 entstanden im Deltabereich eines von Süden in die – bereits fluviatil aufgefüllte und nun erneut absinkende – Graupensandrinne mündenden Flusses (KRANZ 1904, KIDERLEN 1931, STRAUCH 1973).

Die durchweg feinkörnigen, fossilfreien und gelegentlich schräggeschichteten Sande des Horizontes 1 (Flußsand-1) lassen auf eine fluviatile Sedimentation bei sehr geringer Strömungsgeschwindigkeit und manchmal wechselnden Strömungsrichtungen schließen. Das Fehlen von Glaukonit unterscheidet die Sedimente von gleichartigen marinen Ablagerungen, z. B. der Oberen Meeresmolasse.

Der Horizont 1 n (Viviparen-Horizont) wird von KRANZ (1904) und KIDERLEN (1931) als limnische Ablagerung eines durch das Absinken der Graupensandrinne entstandenen Süßwasser- bzw. Stausees gedeutet. Dagegen hält SCHLICKUM (1963, 1970, 1974) die Sedimente aufgrund doppelklappiger Stücke der Muschel *Rzehakia*, die im brachy- bis mesohalinen Bereich der Rzehakia-Schichten der Paratethys weit verbreitet ist, für brackische Ablagerungen im Mündungsbereich eines Flusses in ein Brackwasser-See. Für die heute meistens im Süßwasser lebenden Viviparen vermutet SCHLICKUM eine Einschwemmung aus einem Fluß.

Meines Erachtens lassen der Individuenreichtum der Viviparen und das Fehlen der typisch limnischen Faunenelemente auf besondere ökologische Bedingungen, wie sie das Brackwasser bietet, schließen. Eine Einschwemmung der Viviparen – wie von SCHLICKUM (1963) vermutet – ist nicht unbedingt erforderlich und bei den fehlenden Strömungsanzeichen wenig wahrscheinlich. Rezente Arten der Süßwasserschnecke *Viviparus*, z. B. *Viviparus viviparus*, sind im oligohalinen Brackwasser der Deutschen Bucht und der Ostsee verbreitet (REMANE 1958; ZIEGELMEIER 1966). Genauso kann der hier vorliegende *Viviparus suevicus* an einen erhöhten Salzgehalt angepasst gewesen sein. Da *Rzehakia* in der Regel aus mesohalinem Milieu bekannt ist, und Süßwasserschnecken nur selten mehr als 3 ‰ Salzgehalt vertragen, könnte eine oligohaline bis miohaline Fazies vorgelegen haben.

Horizont 2

Die Bildung des Horizontes 2 ist 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*. *Cerastoderma sociale* liegt sowohl in voll ausgewachsenen, großen Stücken als auch in kleineren Exemplaren vor, was mit dem gegenüber dem Meer verringerten Salzgehalt verbunden sein könnte. Eine Größenabnahme mariner Mollusken bei Verbrackung des Wassers ist von zahlreichen rezenten Gattungen und Arten bekannt.

Die dichte Besiedelung durch die Mollusken läßt auf weiträumige, ruhige Flachwasserverhältnisse in einer Lagune oder einer Bucht schließen (SCHLICKUM 1970; STRAUCH 1973). Die Schillagen weisen auf gelegentlichen Wellenschlag hin, der zur Zusammenschwemmung der Klappen und Gehäuse im Strandbereich führte. Die Feinkörnigkeit der Sedimente schließt jedoch höhere Strömungen aus. Es liegen die für das mesohaline Brackwasser typischen Gattungen *Nematurella* und *Congeria* vor. Auffallend ist das Fehlen von Foraminiferen, das vielleicht auf die ungünstigen Erhaltungsbedingungen in den Schillagen zurückzuführen ist.

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.

Meines Erachtens läßt die Zusammensetzung der Fauna, insbesondere das Vorkommen von *Cerastoderma sociale* und der auch aus der Oberen Meeresmolasse bekannten Spariden, auf einen gegenüber dem liegenden Horizont erhöhten Salzgehalt, d. h. eine meso- bis pliohaline, möglicherweise sogar brachyhaline Fazies schließen.

Horizont 3

Die Bildung der Sedimente des Horizontes 3 erfolgte durch eine Vertiefung des Ablagerungsraumes in einer zeitweise mit dem Meer verbundenen Lagune oder Bucht. Die größte Wassertiefe lag im Gebiet von Unterkirchberg, was aus der in Fundpunkt 1 anzutreffenden Faunenassoziation (Fehlen der Nematurellen, sehr wenige Ostracoden, zahllose Fischreste) ersichtlich ist. Der detritische Tonanteil weist allgemein auf ruhige Wasserverhältnisse und Süßwasserzuführung hin. Der hohe Calcitanteil könnte zum Teil auf die Zufuhr karbonatreichen Wassers (Karstwasser) aus der Alb zurückzuführen sein.

Nach STRAUB (1952) deutet das Fehlen der Foraminiferen und Charophyten auf mesohalines Milieu hin. SCHLICKUM (1963, 1974) und STRAUCH (1973) nehmen eine gegenüber den liegenden Schichten zunehmend aussüßende Fazies, das heißt höchstens schwach brackisches Milieu an.

Die in Horizont 3 vorliegende Fazies kann jedoch nicht direkt mit der liegenden Fazies verglichen werden. Das Fehlen der eine meso- bis brachyhaline Fazies anzeigenden *Congeria*- und *Cerastoderma*-Vertreter ist nicht auf eine Aussüßung zurückzuführen, sondern auf die Vertiefung des Ablagerungsraumes und die sich einstellenden ungünstigen Lebensbedingungen für das Benthos (Sauerstoffarmut in den tiefsten Wasserschichten und im Sediment). 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*.

Die wichtigsten Elemente der Fischfauna des Horizontes 3a sind *Clupea humilis* und *Dapalis formosus*. Das Vorkommen von *Clupea* läßt eine Verbindung zu einem nahe gelegenen marinen Raum annehmen (BRZOBOHATÝ 1969). Diese Meeresverbindung wurde vermutlich gegen Ende des Horizontes 3a abgeschnitten, wodurch es zum Aussterben der Clupeiden kam. Die uneingeregelt Einbettung der Skelettreste weist auf Stillwasserverhältnisse hin. Die Erhaltung in Form von Körperfossilien spricht für Sauerstoffmangel im Sediment und den tiefsten Wasserschichten, denn bei ausreichender Sauerstoffversorgung wäre es zur Verwesung der Fischleichen gekommen. Durch die entstehenden Verwesungsgase treiben die Leichen dann bekanntlich bis zu ihrem endgültigen Zerfall an der Oberfläche des Gewässers oder schweben über dem Boden, so daß vollständige Fischskelette nicht erhalten bleiben (WEILER 1961: 87).

Die Entwicklung des Horizontes 3b ist durch ein lebensfeindliches Stillwasser-Milieu charakterisiert, was durch die weitgehende Abwesenheit jeglicher Fauna belegt wird. Das sporadische Vorkommen der Ostracoden *Mediocypris candonaeformis* und *Candona suevica* weist auf weiterhin bestehende brackische Fazies hin.

Die Sedimente des Horizontes 3c entstanden durch eine neuerliche Meeresverbindung mit sich nachfolgend einstellender meso- bis pliohaliner Fazies.

Die Meeresverbindung wird durch den letztmalig in Horizont 2b nachgewiesenen, primär marinen *Dentex cf. fossilis* und die Einwanderung der für die Ottning-Stufe der Paratethys typischen Brackwasser-Arten *Dapalis curvirostris* und *Gobius cf. telleri* belegt. Das Fehlen von *Clupea*, das verstärkte Vorkommen des erstmals und noch selten in Horizont 3b angetroffenen Ostracoden *Heterocypris* sp. 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, was durch die verschiedenen alten Horizonte im Liegenden von 3c (vgl. Abb. 3) und den basalen schwarzen Mergelton angezeigt wird. Dieser „Schwarzmergel“ kann nach KREBS (1969) als Bildung an der Basis einer Transgression in ein abgeschlossenes Teilbecken auf dem Schelf infolge einer neuen Absenkung gedeutet werden. Auch im Mainzer Becken werden derartige Schwarzmergel als Basisschichten zu Beginn eines neuen Sedimentationszyklus beschrieben (BEST 1975; SCHRAFT 1979).

Horizont 4

Mit dem Ende des Horizontes 3c vollzog sich dann die weitgehende Abschnürung der Bucht von dem Meer. Während der nun verstärkt einsetzenden Aussüßung durch Niederschläge und Süßwasserzuführung entwickelte sich der Horizont 4 als Bildung eines weiträumigen, ruhigen, seichten und nur schwach brackischen Binnengewässers. Wie während des Horizontes 3 scheint das Gebiet von Unterkirchberg eine raschere Absenkung erfahren zu haben, wie die erhöhte Mächtigkeit in Fundpunkt 1 anzeigt.

Der Kalkgehalt kann nun zumindest teilweise auf die Tätigkeit kalkausscheidender Wasserpflanzen zurückgeführt werden; allerdings sind Funde der entsprechenden Fossilien (Charophyten) noch selten. Die großwüchsigen Süßwassermuscheln *Unio* und *Anodonta* zeigen an, daß es sich um ausgedehnte, gut durchlüftete Wasserhältnisse gehandelt haben muß. Das gleichzeitige Vorkommen von Nematurellen

als Brackwasser-Indikatoren und von Süßwassermollusken ist ein Hinweis auf oligohaline Fazies. Möglicherweise steht die Großwüchsigkeit der *Unio eseri* sogar in einem Zusammenhang mit der brackischen Fazies, denn REMANE (1958) beschreibt für die rezente *Unio pictorum* ein besseres Wachstum im schwach salzigen Wasser als im Süßwasser. Geringe Wassertiefe und -bewegung sowie Küstennähe kann aus den vorliegenden Ostracoden geschlossen werden. Nach GREKOFF (1956) finden die Ostracoden-Gattungen *Darwinula*, *Limnocythere* und *Ilyocypris* optimale Lebensbedingungen in sumpfigen, inländischen Seen, die durch eine Meerenge mit dem offenen Meer in Verbindung stehen. Die in Horizont 4 recht häufige *Darwinula stevensoni* ist rezent aus dem oligo- bis miohalinen Brackwasser der Ostsee bekannt.

Auch ein Nebeneinander von reiner Süßwasser- und oligohaliner Brackwasserfazies kann nicht ausgeschlossen werden. Ausgesüßte ökologische Nischen konnten die pflanzenbewachsenen Randbereiche des Sees bieten. Dafür sprechen auch die Süßwassergastropoden, denn *Stagnicola*, *Planorbarius* und *Bithynia* finden optimale Lebensbedingungen in pflanzenreichen, ruhigen Gewässern. Die Nematurellen lebten dagegen nach SCHLICKUM (1966) auf oder in den obersten Millimetern schlammiger Böden als Detritus- oder Sedimentfresser.

Horizont 5

Im Horizont 5 weisen die Häufigkeit der Ostracoden und die Artenvielfalt der Charophyten auf eine gegenüber Horizont 4 etwas ausgesüßtere, ruhige Flachwasserfazies hin. Die Fischfauna mit der Brackwasser-Art *Morone cf. moravica* und den juvenilen *Dapalis* und *Gobius*-Formen belegt jedoch nach wie vor Küstennähe und (schwach) brackische Fazies. Ein weiterer Hinweis auf gegenüber Horizont 4 etwas verminderten Salzgehalt ist das Fehlen der typischen Brackwassergastropoden, der Nematurellen. Wahrscheinlich herrschte eine schwach oligohaline Fazies, wofür der Individuenreichtum der rezent auch Brackwasser (5–8 ‰ Salzgehalt) vertragenden Bithynien und das Fehlen weiterer Süßwassergastropoden spricht.

Der Kalkgehalt der Sedimente des Horizontes 5 kann zum Teil auf die Photosynthese der Charophyten und den dadurch bedingten CO₂-Verbrauch zurückgeführt werden. Die „Steinmergel“ mit ihrem hohen CaCO₃-Gehalt (95 %) stellen möglicherweise ehemalige Seekreide-Ablagerungen dar, an deren Entstehung Algen (Charophyten), *Potamogeton* und andere submerse Wasserpflanzen beteiligt waren. Dabei setzen die Pflanzen zunächst in und an ihren Thalli und Stengeln dünne Kalkkrusten ab, die später durch die Wasserbewegung vor allem in der Uferregion zusammengeschwemmt werden und dort einen weichen Kalkschlamm bilden, dessen CaCO₃-Gehalt 90–95 % erreichen kann (SCHWARZBACH 1974).

Horizont 6

Die lithologische Beschaffenheit von Horizont 6 läßt einen mehrfachen Wechsel der Sedimentationsverhältnisse erkennen. Die Fauna des unteren und oberen Abschnittes wird durch das Wiedereinsetzen der Nematurellen, das Vorkommen der Brackwassergattung *Melanopsis*, die Reduktion der Charophytenflora und vor allem durch die marin euryhaline bis brackische, artenreiche Fischfauna (*Morone*, *Gobius*, *Dapalis*) geprägt. Demgegenüber stehen die gleichfalls häufigen, im Süßwasser lebenden Cypriniden, deren rezente Vertreter zumeist bis 5 ‰ Salzgehalt vertragen. Die Vergesellschaftung dieser unterschiedliche Salinitäts-Ansprüche stellenden Arten läßt eine küstennahe, gut durchlüftete, brackische Flachwasserfazies vermuten, in die

die 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 unterbrochen. Die frühere Annahme einer kontinuierlichen Aussüßung (SCHLIKUM 1963, 1974; STRAUCH 1973) von der Ablagerung der Congerien-Schichten bis zu den Silvana-Schichten muß daher revidiert werden.

Im unteren Abschnitt des Horizontes 6 entwickelte sich nach anfänglich vollbrackischer Fazies mit dem Ende der Meerwasserzufuhr eine limnische Stillwasserfazies, was aus der Einschaltung des humosen, schwarzen Tons ersichtlich ist. Derartige Sedimente entstehen im Verlandungsgürtel von Seen. Die unter Wasser abgelagerten Pflanzenreste werden durch den Abschluß vom Luftsauerstoff unter der Einwirkung von Bakterien und Pilzen vollständig in Humus umgewandelt. Durch die Aussüßung kam es zum Absterben der eingewanderten Brackwasser-Arten mit anschließender Zusammenschwemmung im Strandbereich. Dieser muß im südlichen Bereich der Typuslokalität gelegen haben, worauf die hier erhöhten Karbonatgehalte der Sedimente und die Schillagen schließen lassen.

Die fossilfreien, karbonatarmen bis -freien Feinsande und Schluffe der mittleren Sedimentabfolge zeigen das Vorrücken einer limnisch-fluviatilen Fazies an. Der auch diese Bildungen abschließende humose, schwarze Ton weist wie zuvor auf die Verringerung der Strömungen und auf ein stehendes und allmählich verlandendes Gewässer hin. Die individuenreiche Besiedelung durch großwüchsige *Planorbium cornu*, *Radix socialis dilatata* und *Stagnicola armaniensis* läßt auf Süßwasserfazies schließen.

Der Aussüßung folgt im obersten Abschnitt eine neuerliche kurzfristige Öffnung zum Meer. Es entwickelte sich eine brackische Flachwasserfazies mit der gleichen Vergesellschaftung von Brack- und Süßwasserelementen wie zuvor im unteren Abschnitt. Nach der Abschnürung vom Meer kam es wieder zum Absterben der Brackwasser-Arten und anschließender Zusammenschwemmung im weiterhin südlich gelegenen Strandbereich.

Horizont 7

In Horizont 7 fand dann ein rascher Wechsel zu einer limnisch-fluviatilen Fazies statt. Zunächst kam es zu der kurzen Periode der Aussüßung und Vertümpelung, die durch die basale tonige und mergelige Entwicklung des Horizontes an den Fundpunkten 15 und 27 zum Ausdruck gebracht wird. Bezeichnend ist der Charophytenreichtum dieser Sedimente. Im Anschluß daran tiefte sich der nach KRANZ (1904) von Südwest nach Nordost abfließende Fluß ein, dessen Strombett sich in den feinsandigen Ablagerungen des Gebietes am Schloßberg widerspiegelt. Diese Flußsandlinse wird als Flußsand-2 bezeichnet. Die Feinheit des Sandes läßt auf 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. Bei den schluffigen Sedimenten könnte es sich um Überflutungssedimente handeln. Die tonigen und humosen Schichten bildeten sich möglicherweise in Altwasserrinnen des Flusses oder in kleinen Tümpeln, die nur bei Hochwasser miteinander in Verbindung standen. Ty-

pisch 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 Kleinsäurereste hin.

Horizont 8

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. Dafür sprechen die Vielzahl kleiner, endemischer *Gobius*-Formen und die offensichtlich hohe Sterblichkeit juveniler Fische.

Nach HASS (1937) zeigen primär marine *Gobius*-Arten eine Reduktion der Körpergröße bei einer Verringerung des Salzgehalts. REMANE (1958) beschreibt für die Gattung *Gobius* ein Aufspalten in zahlreiche „Arten“ in abgeschlossenen Gewässern. Die Untersuchungen von WEILER (1963) und BEST (1975) lassen auf ein analoges Verhalten der tertiären Gobiiden schließen. So beschreiben die Autoren individuenreiche Vorkommen zahlreicher kleiner *Gobius*-„Arten“ in den weitgehend ausgesüßten obersten Hydrobien-Schichten des Mainzer Beckens und Oberrheingraben und weisen auf die hohe Anpassungsfähigkeit dieser marin-euryhalinen Gattung hin.

Auch das Erscheinen der nach WEILER (1963) brackisch-limnischen Gattung *Aphanius* in Horizont 8 läßt keine eindeutigen Schlüsse zu. Rezente *Aphanius*-Arten bewohnen küstennahe limnische und brackische Gewässer (MALZ 1978). Nach FRANK (1983) sind die meisten Arten im Brack- und sogar im Meerwasser anzutreffen. Eine Einwanderung im Zusammenhang mit einer Meeresverbindung kann somit genauso wenig ausgeschlossen werden wie eine Einschwemmung vom Festland. Auch in den Oberen Hydrobien-Schichten ist die Ökologie von *Aphanius* fraglich. Das erstmalige Vorkommen der Gattung ist hier von Foraminiferen begleitet (BEST 1975), was eine Einwanderung aus brackischer oder brackisch-mariner Fazies vermuten läßt. Aber auch in der Reliktfauna der weitgehend ausgesüßten obersten Hydrobien-Schichten kommt *Aphanius* neben *Gobius* vor (WEILER 1963).

Die Gastropoden, Charophyten und Cypriniden deuten zwar eher auf limnische Verhältnisse hin, vertragen aber wahrscheinlich alle zumindest oligohalines Milieu, worauf bereits eingegangen wurde. Schließlich ist als Hinweis auf limnische Fazies die lateral rasch wechselnde Ausbildung der Sedimente zu werten.

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. ZÖBELEIN 1985). 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. An der Typuslokalität erfolgt der Beginn der Oberen Süßwassermolasse somit mit der deutlich fluviatil geprägten Fazies der „Grauen Schluffe mit Tonschichten“.

5. Ausbildung der Oberen Süßwassermolasse (OSM) an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten

5.1. Vorbemerkungen

In der süddeutschen Vorlandmolasse wird die OSM lithologisch und nach der Säugetierfauna in eine Untere, Mittlere und Obere Serie unterteilt (ABELE et al. 1955). Synonyme Bezeichnungen sind Ältere Schichtserie, Mittlere Schichtserie und Jüngere Schichtserie (DEHM 1955).

Für die OSM existieren eine Reihe von Lokalnamen. Im bayerischen Gebiet wird als Basis der Unteren Serie der OSM zumeist der obere Teil der „Grauen Molasse“ angesehen. Diese wird überlagert von der „Gelben Molasse“, die stratigraphisch bis in die Mittlere Serie reichen dürfte. Der Begriff der Grauen Molasse bezieht sich bei den Originalbeschreibungen auf die Brackwassermolasse von Günzburg (WETZLER 1857; RÜHL 1896). Die Bezeichnung Gelbe Molasse wurde erstmals von RÜHL (1896) eingeführt. In der Günzburger Gegend (KRANZ 1904) und in den Profilen von Reisenburg und Leibiberg (RÜHL 1896) wird als Basis der Gelben Molasse die „Knochenbreccie“ angesehen, eine Lage voller Pflanzen- und Säugetierreste. Darüber folgen 11–12 m mächtige, meist gelbliche, eisenschüssige, feine Glimmersande, die „Zapfensande“. Diese werden von den lithologisch gleichartigen „Dinotheriensanden“ überlagert. Zapfensande und Dinotheriensande werden auch als „Pfohsande“ (Pfoh = volkstümliche Bezeichnung für Fuchs), „Flinzsande“ oder „Fohsande“ bezeichnet. Diese Namen werden aber allgemein für feinkörnige, glimmerreiche Sande der OSM oder OMM angewandt und können nicht als stratigraphische Bezeichnung verwendet werden.

5.2. Obere Süßwassermolasse an der Typuslokalität

KRANZ (1904) faßt bei der Beschreibung der Kirchberger Schichten die Zapfen- und die Dinotheriensande zusammen. Infolge der Mächtigkeitsangaben für die Zapfensande von 7–13 m im süddeutschen Raum (ZÖBELEIN 1983: Tab. 1) könnte davon ausgegangen werden, daß die an der Typuslokalität vorhandenen Sande diesen entsprechen. Allerdings ist eine Schichtlücke während der Ablagerung der OSM infolge der Randlage des Gebietes und aufgrund der Geländebefunde wahrscheinlich.

Da die Übertragung der oben genannten Lokalnamen auf wahrscheinlich äquivalente Bildungen als sehr problematisch angesehen werden muß, und die entsprechenden Lokalitäten mikropaläontologisch nur unzureichend untersucht sind, wird in der vorliegenden Arbeit die Verwendung dieser Bezeichnungen vermieden. Die OSM des Untersuchungsgebietes wird von mir feinstratigraphisch aufgrund ihrer unterschiedlichen lithologischen Ausbildung in die „Grauen Schluffe mit Tonschichten“ und die darüberfolgenden, charakteristisch gefärbten „Gelben Feinsande“ unterteilt. Die Grauen Schluffe mit Tonschichten waren nur bei und südlich Oberkirchberg in Mächtigkeiten zwischen 350 und 430 cm aufgeschlossen. Nördlich Oberkirchberg und südlich des Schloßbergs sind diese Sedimente mit weitgehender Sicherheit nicht vorhanden.

Die Gelben Feinsande bestehen aus gelblichbraunen, stark glimmerhaltigen, fossilfreien, sehr feinen Sanden. An der Typuslokalität waren sie in Mächtigkeiten zwischen 4 und 8 m aufgeschlossen. Die „Zapfen“, diagenetisch zu eisenschüssigem Sandstein verhärtete Steine und Blöcke, wurden nur selten gefunden. Eine Erosions-

diskordanz zwischen den Grauen Schluffen und den Gelben Feinsanden ist aufgrund des Fehlens der Grauen Schluffe und der Horizonte 7 und 8 im nördlichen und südlichen Bereich der Typuslokalität anzunehmen.

Die Einstufung der Grauen Schluffe in die OSM erfolgt anhand der zum Teil sehr häufigen Landschnecke *Cepaea silvana silvana*, die für die OSM in Süddeutschland ein Leitfossil darstellt. Eine Schichtlücke zwischen den Kirchberger Schichten und den Grauen Schluffen kann anhand der Geländebefunde ausgeschlossen werden. Auch zeigen die Mikrofossilien aus den in die Grauen Schluffe eingeschalteten Tonschichten noch eine deutliche Beziehung zur Fauna und Flora der Kirchberger Schichten. So findet man unter anderem winzige *Gobius*- und *Aphanis*-Otolithen sowie den – in der zentralen Paratethys für die Ottnang-Stufe charakteristischen – Ostracoden *Mediocypris candonaeformis* (vgl. KHEIL 1964). Anscheinend handelt es sich um eine seit dem Ende der Kirchberger Schichten überdauernde Reliktfauna.

Die an der Typuslokalität anstehende, etwa 10 m mächtige OSM wird aufgrund von Wirbeltierfunden bei Gerlenhofen zu der im Molassebecken 100–120 m mächtigen Unteren Serie (Karpats- bis Baden-Stufe) gestellt (KIDERLEN 1931; ERB & KIDERLEN 1955). Die Grauen Schluffe könnten jedoch aufgrund des Fehlens charakteristischer Mikrofossilien und den Beziehungen der Mikrofauna zu den Kirchberger Schichten entweder noch in die Ottnang-Stufe oder schon in die Karpats-Stufe gestellt werden. Die Gelben Feinsande sind an der Typuslokalität völlig fossilfrei, außerdem ist eine Schichtlücke von unbekanntem Ausmaß zwischen ihnen und den Grauen Schluffen vorhanden. Daher ist keine andere stratigraphische Einstufung als die bisherige (Karpats- bis Baden-Stufe) möglich.

6. Stratigraphie und Paläogeographie der Kirchberger Schichten

6.1. Abgrenzung der Kirchberger Schichten zur OSM

Die Grenze der brackischen Kirchberger Schichten zur Oberen Süßwassermolasse verläuft unscharf und wird im allgemeinen da gelegt, wo die Fossilführung merklich nachläßt und die Sedimente stärker fluviatil geprägt sind (ABELE et al. 1955). Während – wie eingangs erwähnt – STRAUCH (1973) und SCHLICKUM (1974) die Silvana-Schichten für den Beginn der OSM halten, fassen KIDERLEN (1931), STRAUB (1952) und LEMCKE et al. (1953) die Bithynia- und Silvana-Schichten zu den zwischen den Kirchberger Schichten und der OSM vermittelnden Übergangsschichten zusammen. Nach FÜCHTBAUER (1954) bildet der Einsatz der E–W gerichteten Glimmersandschüttung, die – im Gegensatz zu den liegenden Silvana-Schichten – im gesamten Molassebecken anzutreffen ist, die Basis der OSM. ZÖBELEIN (1985) läßt die Grenze zur OSM durch die Bithynien-Schichten hindurchgehen. Deren oberen Teil deutet er als limnisch und ins „Torton“ (nach der alten Stufengliederung) gehörig, den tieferen Teil betrachtet er als brackisch und stellt ihn in das „Oberhelvet“.

6.2. Einstufung der Horizonte 1 bis 8 und Bezüge zur zentralen Paratethys

In der vorliegenden Untersuchung wurden im Horizont 2 Mahl- und Greifzähne von primär marinen Spariden und in Horizont 3 eine *Clupea*-/ *Dapalis*-/ *Gobius*-Vergesellschaftung angetroffen. Gleichartige Fisch-Gemeinschaften mit typischen Brack-

wasser-Arten (*Dapalis*) und marin-euryhalinen Arten (*Clupea*, *Gobius*, Spariden) sind aus dem „Helvet“ von Ivančice (Eibenschütz) und dem Unter-Miozän von Znojmo in Südmähren bekannt (WEILER 1966; BRZOBHATÝ 1969). MARTINI (1983) beschreibt von der in die Ottang-Stufe eingestuftem Lokalität Langenau bei Ulm eine *Clupea/Dapalis*-Gemeinschaft mit den gleichen Arten wie für den Horizont 3a nachgewiesen. 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. Für den Horizont 6 konnte dann eine neuerliche, zweimalige, jeweils kurzfristige Meeresverbindung zur zentralen Paratethys während der Ottang-Stufe nachgewiesen werden. Dies wird durch die in diesem Horizont gefundene Fauna (*Melanopsis*, *Nematurella*, *Dapalis*, *Gobius*) eindeutig belegt. So wird die in Horizont 6 gefundene *Melanopsis impressa impressa* auch in den Oncophora-Schichten (Niederbayern) und den Rzehakia-Schichten (Mähren) angetroffen, die als brackische Ablagerungen während der Ottang-Stufe betrachtet werden. Alle *Dapalis*- und *Gobius*-Arten sind für die Ottang- und zum Teil sogar für die Eggenburg-Stufe der Paratethys-Gliederung charakteristisch (BRZOBHATÝ 1983). Dies ist insofern bemerkenswert, weil der Horizont 6 dem mittleren bis oberen Teil der Bithynien-Schichten entspricht, der bisher als weitgehend ausgesüßt betrachtet und von den meisten Autoren (u. a. JERZ et al. 1975; ZÖBELEIN 1985) in die OSM und in das „orton“ (vgl. Tab. 1) gestellt wurde.

Weniger eindeutig ist die stratigraphische Einstufung der Silvana-Schichten, also des oberen Teiles von Horizont 7 und des darüber folgenden Horizontes 8. Horizont 8 wird von mir aufgrund der über Otolithen nachgewiesenen Fischfauna zu den Kirchberger Schichten gestellt. Die Frage, inwieweit diese Ablagerungen noch in die Ottang-Stufe oder bereits in die Karpat-Stufe gehören, kann jedoch nicht eindeutig geklärt werden. Gegen eine Einstufung in die Ottang-Stufe spricht vor allem das Fehlen der zuvor reichlich vertretenen *Dapalis*-Arten. Dagegen könnte für eine Zugehörigkeit zur Ottang-Stufe die möglicherweise brackische Fazies des Horizontes 8 und das Eintreffen des *Aphanius konradi* gewertet werden. Diese *Aphanius*-Art ähnelt der aus der Ottang-Stufe von Ivančice in Südmähren beschriebenen Art *Aphanius moraviae* (vgl. BRZOBHATÝ 1969). Möglicherweise deutet sich hier also wieder eine Beziehung zur zentralen Paratethys an. Allerdings beschreibt SALIS (1967) aus der OSM der Schweiz *Aphanius*? sp. 1, der gleichfalls eine gewisse Ähnlichkeit mit *Aphanius konradi* besitzt.

Auch die für den Horizont 8 charakteristische *Channa rzehaki* ermöglicht keine eindeutige stratigraphische Aussage. Diese seltene Art war bisher nur aus den brackischen Ablagerungen von Ivančice und Langenau (Ottang-Stufe) bekannt. Sie wurde jedoch an der Typuslokalität nicht nur im Horizont 8, sondern auch in der tiefsten OSM, den Grauen Schluffen, nachgewiesen. Dasselbe Problem stellt sich mit *Mediocypis candonaeformis*. Wie bereits erwähnt, ist er für die brackischen Ablagerungen der Paratethys während der Ottang-Stufe typisch (KHEIL 1964); an der Typuslokalität der Kirchberger Schichten kommt die Art jedoch nicht nur von Horizont 1 bis Horizont 8, sondern auch in den Grauen Schluffen, also in der tiefsten OSM vor.

Während die Horizonte 1 bis 6 somit sicher in die Ottang-Stufe gestellt werden können, müssen die Horizonte 7 und 8 einschließlich der Grauen Schluffe als Ablagerungen im Grenzbereich Ottang-/Karpat-Stufe betrachtet werden.

D a n k s a g u n g : Für die gewährte Unterstützung und Beratung sowie für die kritische Durchsicht des Manuskriptes bin ich Herrn Prof. Dr. E. MARTINI (Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt am Main) zu besonderem Dank verpflichtet. Für ihre Hilfe bei der Durchführung der Geländearbeiten gilt mein herzlicher Dank Frau B. MADER und Herrn N. KONRAD (beide Neu-Ulm), Herrn Dr. H.-J. GREGOR (Gröbenzell), Herrn Dr. G. DOPPLER (Bayerisches Geologisches Landesamt, München), Herrn H. SCHMID (Wettenhausen) und Herrn H. EHM (Bellenberg) danke ich herzlich für wertvolle Informationen und anregende Diskussionen. Herrn Dr. H. JOHANNING (Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt am Main) sei für die Durchführung der röntgenographischen Analysen gedankt. Ebenso danke ich Herrn Dr. H. WILLEMS und Herrn B. KAHL (beide Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Frankfurt am Main) für die Anleitung zur Durchführung der Fotoarbeiten, die größtenteils mit dem Rasterelektronenmikroskop ausgeführt wurden. Herrn Dr. H. MALZ (Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt am Main) verdanke ich die Überprüfung der Ostracodenfauna. Herrn Dr. R. JANSSEN (Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt am Main) danke ich für seine Beratung und die Bereitstellung von Mollusken-Vergleichsmaterial.

7. Literatur

- ABELE, G., FUCHS, B. & STEPHAN, W. (1955): Die westliche bayerische Vorlandmolasse. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000: 46–58, München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1955): Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000. – 106 S., München.
- (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000. – 3. Aufl.: 168 S., München.
- BEST, G. (1975): Feinstratigraphie der Hydrobien-Schichten (Untermiozän, Mainzer Becken). – Mainzer geowiss. Mitt., 4: 75–138, Mainz.
- BRADY, G. S. & NORMAN, A. (1889): A monograph of the marine and freshwater Ostracoda of the North Atlantic and of West-Europe. – Sci. Trans. roy. Dublin Soc., (2), 4: 63–270, Dublin.
- BRZOBHATÝ, R. (1969): Die Fischfauna des südmährischen Untermiozäns. – Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis, 10 (1), Geologia 17: 1–49, Brünn.
- (1983): Fish otoliths from the west carpathian tertiary and their biostratigraphical significance. – Miscellanea Micropalaeont., 4: 247–266, Hodonin.
- DEHM, R. (1955): Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000: 81–88, München.
- DUNKER, W. (1848): Über die in der Molasse bei Günzburg unfern Ulm vorkommenden Conchylien und Pflanzenreste. – Palaeontographica, 1 (4): 1–341, Cassel.
- ENGEL, TH. (1896): Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. – 2. Aufl.: 470 S., Stuttgart (Nägele).
- ERR, L. & KIDERLEN, H. (1955): Erläuterungen zur Molassekarte 1:300 000, Anteil Baden-Württemberg. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000: 33–41, München.
- ESER, A. F. (1849): Über die Fossilien von Oberkirchberg. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemberg, 4: 151, Stuttgart.
- (1850): Das Petrefaktenlager bei Ober- und Unter-Kirchberg an der Iller im Oberamt Laupheim. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemberg, 5: 258–268, Stuttgart.
- FAHLBUSCH, V. (1981): Miozän und Pliozän – Was ist was? Zur Gliederung des Jungtertiärs in Süddeutschland. – Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., 21: 121–127, München.

- FRANK, S. (1983): Das System der Fische. – In: Kosmos-Handbuch Aquarienkunde. – 4. Aufl.: 73–229, Stuttgart (Kosmos).
- FÜCHTBAUER, H. (1954): Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse. – Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr., 4: 26–53, Heidelberg.
- GOLDFUSS, A. (1837): Petrefactae Germaniae, Abbildung und Beschreibung der Petrefakten Deutschlands und der angrenzenden Länder. Leipzig. – [Ohne Seitenangabe]
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Paläokarpologie, Phytostratigraphie, Paläoökologie, Paläoklimatologie. – 287 S., Stuttgart (Enke).
- (1983): *Potamogeton eseri* HEER – Turionen in Kirchberger Schichten. – Documenta naturae, 12: 37–38, Darmstadt.
- GREKOFF, N. (1956): Guide pratique pour la détermination des Ostracodes post-paléozoïques. – Inst. Franc. du Pétrole, Div. Sédimentol.: 95 S., Paris.
- GUDE, G. K. (1913): On some preoccupied Molluscan names. – Proc. malac. Soc. London, 10: 292–293, London.
- GUMBEL, C. W. VON (1887): Die miocänen Ablagerungen im oberen Donauebiet und die Stellung des Schliers von Ottmang. – Sitz.-Ber. Akad. Wiss., math.-phys. Cl., 17: 219–325, München.
- HASS, G. (1937): Variabilitätsstudien an *Gobius niger* L., *Gobius minutus* PALLAS und *Cottus scorpius* L. – Kieler Meeresforsch., 1: 279–321, Kiel.
- HEER, O. (1855): Flora Tertiaria Helvetiae. Die tertiäre Flora der Schweiz. – Bd. 1: 117 S., Winterthur (Wurster & Co.).
- (1856): Flora Tertiaria Helvetiae. Die tertiäre Flora der Schweiz. – Bd. 2: 100 S., Winterthur (Wurster & Co.).
- (1859): Flora Tertiaria Helvetiae. Die tertiäre Flora der Schweiz. – Bd. 3: 378 S., Winterthur (Wurster & Co.).
- HILTERMANN, H. (1966): Klassifikation rezenter Brack- und Salinarwässer in ihrer Anwendung für fossile Bildungen. – Z. dt. geol. Ges., 115: 463–496, Hannover.
- JERZ, H., STEHAN, W., STREIT, R. & WEINIG, H. (1975): Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebietes 1:100 000. – 37 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- KAUFMANN, A. (1900): Cypriniden und Darwinuliden der Schweiz. – Rev. Suisse Zool., 8: 209–423, Genf.
- KHEIL, J. (1964): Die Ostracoden der Mydlovary-Schichtenfolge im südböhmischen Treboň-Becken. – Sbor. geol. věd., P, 4: 7–44, Praha.
- KIDERLEN, H. (1931): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs. – N. Jb. Mineral. Geol. Paläont., Beil.-Bd., B, 66: 215–384, Stuttgart.
- KONRAD, N., MADER, B. & REICHENBACHER, B. (1988): Eine Karpozönose aus den Kirchberger Schichten – Ein neuer „alter“ Fund. – Documenta naturae, 42: 44–46, München.
- KRANZ, W. (1904): Stratigraphie und Alter der Ablagerungen bei Unter- und Oberkirchberg, südlich Ulm a. D. – Cbl. Mineral. Geol. Paläont., 1904: 481–502, 528–540, 545–566, Stuttgart.
- (1905): Geologische Geschichte der weiteren Umgebung von Ulm a. D. Paläogeographische und orogenetische Studie. – Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württ., 61: 176–203, Stuttgart.
- KLAUSS, F. (1852): Die Mollusken der Tertiär-Formation von Kirchberg an der Iller. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ., 8: 136–157, Stuttgart.
- KREBS, W. (1969): Über Schwarzschiefer und bituminöse Kohle im mitteleuropäischen Variscikum. – Erdöl und Kohle, 22: 2–6, 62–67, Hamburg.
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. – Beih. Geol. Jb., 11: 109 S., Hannover.

- MALZ, H. (1978): Vergleichend morphologische Untersuchungen an aquitanen Fisch-Otolithen aus dem Untergrund von Frankfurt am Main. – Senckenbergiana lethaea, 59 (4/6): 441–481, Frankfurt am Main.
- MARTINI, E. (1983): Die Fischfauna von Langenau bei Ulm (Unter-Miozän, Ottmang-Stufe). – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 91: 1–18, Stuttgart.
- MEYER, H. VON (1852): Fossile Fische aus dem Tertiärthon von Unter-Kirchberg an der Iller. – Palaeontographica, 2: 85–113, Cassel.
- (1856): Neuer Beitrag zur Kenntnis der fossilen Fische aus dem Tertiärthon von Unter-Kirchberg. – Palaeontographica, 6: 22–30, Cassel.
- NOLÉ, D. (1985): Otolithi piscium. – 145 S., Stuttgart, New York (Enke).
- PROBST, J. (1888): Beschreibung einiger Lokalitäten in der Molasse von Oberschwaben. – Jh. Ver. vaterl. Naturkde., 44: 64–114, Stuttgart.
- REICHENBACHER, B. (1988a): Geologische und paläontologische Untersuchungen im Gebiet von Illerkirchberg (Blatt 7626 Ulm Südost) – Dipl.-Arb. Univ. Frankfurt a. Main, 222 S.
- (1988b): Die Fischfauna der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän) an der Typuslokalität Illerkirchberg bei Ulm. – Stuttgarter Beitr. Naturkde., B, 139: 1–53, Stuttgart.
- REMANE, A. (1958): Die Biologie des Brackwassers. – In: THIENEMANN, A. [Hrsg.]: Die Binnengewässer, 22: 1–216, Stuttgart (Schweizerbart).
- RÜHL, F. (1896): Beiträge zur Kenntnis der tertiären und quartären Ablagerungen in Bayerisch-Schwaben von den Alpen bis zum Jura und der Iller bis zum Ammersee. – Ber. naturwiss. Ver. Schwaben u. Neuburg, 32: 327–490, Augsburg.
- SANDBERGER, C. L. F. (1875): Die Land- und Süßwasser-Conchylien der Vorwelt. – Textbd.: 1000 S., Wiesbaden (Kreidel).
- SALLIS, K. VON (1967): Geologische und sedimentologische Untersuchungen in Molasse und Quartär südöstlich Wolhusen (Entlebuch, Kt. Luzern). – Mitt. Naturforsch. Ges. Luzern, 21: 1–106, Luzern.
- SCHLICKUM, W. R. (1960): Die Gattung *Nematurella* SANDBERGER. – Arch. Moll., 89 (4/6): 203–214, Frankfurt am Main.
- (1961): *Nematurella bavaria* (SANDBERGER). – Arch. Moll., 90 (1/3): 57–58, Frankfurt am Main.
- (1962): Die Gattung *Limnopappia* n. gen. – Arch. Moll., 91: 109–115, Frankfurt am Main.
- (1963): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg. – Arch. Moll., 92 (1/2): 1–10, Frankfurt am Main.
- (1964): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse Niederbayerns. – Arch. Moll., 93: 1–68, Frankfurt am Main.
- (1965): Zur Gattung *Euchilus* SANDBERGER. – Arch. Moll., 94 (3/4): 99–104, Frankfurt am Main.
- (1966): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. – Arch. Moll., 95 (5/6): 321–335, Frankfurt am Main.
- (1970): Die Molluskenfauna der oberhelvetischen bis untertertonen brackischen und ausgesüßten Teile der Kohlenbohrungen zwischen Trostberg a. d. Alz und Tittmoning a. d. Salzach. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 10: 175–188, München.
- (1971): Die beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse und ihre Molluskenfauna. – Senckenbergiana lethaea, 52 (5/6): 569–581, Frankfurt am Main.
- (1974): Der Aussüßungs- und Verlandungsvorgang im Bereich der Oberen Brackwassermolasse Süddeutschlands. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., 8: 372–391, München.
- (1976): Die in der pleistozänen Gemeindekiesgrube von Zwiefaltendorf a. d. Donau abgelagerte Molluskenfauna der Silvanaschichten. – Arch. Moll., 107 (1/3): 1–31, Frankfurt am Main.

- SCHLICKUM, W. R. & STRAUCH, F. (1967): *Nematurella convexula* n. sp. – Eine statistisch analytisch begründete Art aus den Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. – Arch. Moll., 96 (3/6): 169–174, Frankfurt am Main.
- SCHRAFF, A. (1979): Das Neogen bei Oppenheim (Mainzer Becken). – Mainzer naturwiss. Arch., 17: 73–106, Mainz.
- SCHWARZ, J. & REICHENBACHER, B. (1989): Die Charophytenflora der Kirchberger Schichten (Unter-Miozän). – Geologica Bavarica, 94: 179–193, München. – [Dieser Bd.]
- SCHWARZBACH, M. (1974): Geologische Bedeutung der Seen. – In: BRINKMANN, R. [Hrsg.]: Lehrbuch der Allgemeinen Geologie Bd. 1 (Festland, Meer): 185–216, Stuttgart (Enke).
- SCHWERD, K. & UNGER, H. (1981): Molassebecken. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000: 88–95, München.
- STEININGER, F. & RÖGL, F. (1979): The Paratethys History – a contribution towards the Neogene Geodynamics and the Alpine Orogenic (an abstract). – Ann. géol. Pays hellén., hors sér., fasc. III: 1153–1165, Athen.
- STRAUB, W. (1952): Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär zwischen Ehingen und Ulm an der Donau. – Geol. Jb., 66: 433–524, Hannover.
- STRAUCH, F. (1973): 9. Faziestratotypus: Unter- und Oberkirchberg, Oberbayern, Bundesrepublik Deutschland. – In: SENES, J. [wiss. Red.]: Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der zentralen Paratethys, 3: 253–255, Bratislava (Slowak. Akad. Wiss.).
- WEILER, W. (1955): Untersuchungen an der Fischfauna von Unter- und Oberkirchberg bei Ulm vornehmlich an Hand von Otolithen in situ. – Paläont. Z., 29: 88–102, Stuttgart.
- (1961): Die ersten Skelettfunde von *Gobius francofurtanus* KOKEN (Klasse Pisces) in den Corbicula-Schichten bei Hainstadt am Main. – Jber. Wetterau, 113–114: 85–88, Hanau.
- (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintales und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. – Abh. Senckenberg. naturforsch. Ges., 504: 1–75, Frankfurt am Main.
- (1966): Die Fischfauna des Helvets von Ivančice (Eibenschitz) in Mähren. – Paläont. Z., 40 (1/2): 118–143, Stuttgart.
- WENZ, W. (1919): Zur Nomenklatur tertiärer Land- und Süßwassergastropoden. – Nachr.-Bl. dt. malak. Ges., 51: 68–76, Frankfurt am Main.
- (1923a): Gastropoda extramarina tertiaria, II. – Foss. Cat., I (18): 353–736, Berlin.
- (1923b): Gastropoda extramarina tertiaria, IV. – Foss. Cat., I (21): 1069–1420, Berlin.
- (1923c): Gastropoda extramarina tertiaria, V. – Foss. Cat., I (22): 1421–1734, Berlin.
- WETZLER, A. (1857): Über den Jura und die Molasse in der Umgebung von Günzburg. – Ber. Naturhist. Ver. Augsburg, 10: 22–39, Augsburg.
- ZIEGELMEIER, E. (1966): Die Schnecken (Gastropoda Prosobranchia) der deutschen Meeresgebiete und brackigen Küstengewässer. – Helgoländer wissenschaft. Meeresuntersuch., 13: 1–61, Hamburg.
- ZOBELIN, H. K. (1983): Die Vorlandmolasse bei Günzburg a. d. Donau und Heggbach bei Biberach a. d. Riß im Rahmen des süddeutschen Jungtertiärs. – Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., 23: 151–187, München.
- (1985): Stratigraphie der nördlichen und teils mittleren Vorlandmolasse zwischen Hegau und Isar anhand von 11 Profilen. – Mitt. Bayer. Staatslg. Paläont. hist. Geol., 25: 209–273, München.

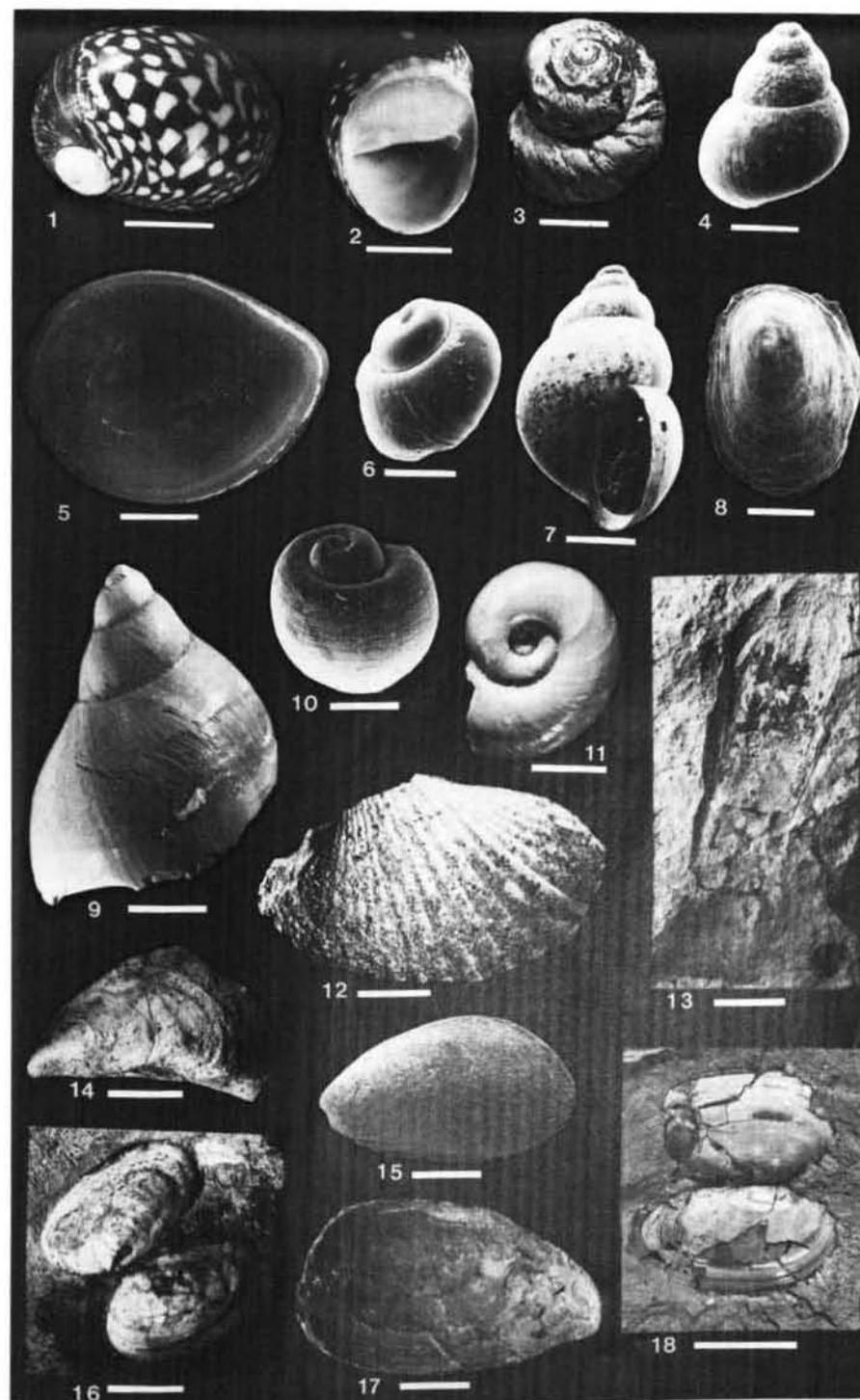
Tafeln

Tafel 1

Alle Stücke, soweit nicht anders angegeben, stammen aus den Kirchberger Schichten (Ottang-/Karpst-Stufe) und der tiefsten Oberen Süßwassermolasse an der Typuslokalität bei Illerkirchberg an der Iller. Die Angabe des Horizontes und des Fundpunktes bezieht sich auf die Herkunft des abgebildeten Materials. Zur Lage der Fundpunkte vgl. Abb. 2. Alle Stücke sind im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (SMNS) hinterlegt.

- Fig. 1–2: *Theodoxus cyrtocelis cyrtocelis* (KRAUSS) SCHLICKUM 1963. Gehäuse mit Farbpigmentierung. – SMNS Inv.-Nr. 61680. – 1. Lateralansicht. – 2. Mündung. – Ottang-Stufe, Horizont 2b, Fundpunkt 13. Maßstab = 2 mm.
- Fig. 3: *Viviparus suevicus* WENZ 1919. – SMNS Inv.-Nr. 61681. – Ottang-Stufe, Horizont 1n, Fundpunkt 5c. Maßstab = 10 mm.
- Fig. 4: *Bithynia cf. glabra* (ZIETEN) SCHLICKUM 1963. – SMNS Inv.-Nr. 61689. – Ottang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 0,5 mm.
- Fig. 5: Deckel von *Bithynia* sp. Innenseite. – SMNS Inv.-Nr. 61686. – Ottang-Stufe, Horizont 5, Fundpunkt 1. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 6: *Bithynia dunkeri* GUDE 1913. – SMNS Inv.-Nr. 61687. – Ottang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 0,5 mm.
- Fig. 7: *Bithynia dunkeri* GUDE 1913. – SMNS Inv.-Nr. 61688. – Ottang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 0,5 mm.
- Fig. 8: *Ferrissia wittmanni* (SCHLICKUM) SCHLICKUM 1976. – SMNS Inv.-Nr. 61696. – Ottang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 0,5 mm.
- Fig. 9: *Radix socialis dilatata* (NOULET) WENZ 1923. – SMNS Inv.-Nr. 61693. – Obere Süßwassermolasse, Fundpunkt 15. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 10: *Planorbarius cornu* (BRONGNIART) SCHLICKUM 1963. Juveniles Exemplar mit charakteristischer Spiralstreifung quer zu den Anwachsstreifen. – SMNS Inv.-Nr. 61695. – Ottang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 0,5 mm.
- Fig. 11: *Gyraulus trochiformis dealbatus* (BRAUN) WENZ 1923. – SMNS Inv.-Nr. 61694. – Obere Süßwassermolasse, Fundpunkt 8. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 12: *Limnopageta friabilis* (KRAUSS) SCHLICKUM 1963. – SMNS Inv.-Nr. 61703. – Ottang-Stufe, Horizont 1s, Steinberg. Maßstab = 5 mm.
- Fig. 13: Unbestimmter Pflanzenabdruck. – SMNS Inv.-Nr. P 1477. – Ottang-Stufe, Horizont 4, Fundpunkt 11. Maßstab = 3 mm.
- Fig. 14: *Congeria claviformis* (KRAUSS) SCHLICKUM 1963. – SMNS Inv.-Nr. 61706. – Ottang-Stufe, Horizont 2b, Fundpunkt 12. Maßstab = 6 mm.
- Fig. 15: *Congeria amygdaloides* DUNKER 1848. Juveniles Exemplar. – SMNS Inv.-Nr. 61705. – Ottang-Stufe, Horizont 2b, Fundpunkt 13. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 16: *Rzehakia partschi* (MAYER) SCHLICKUM 1963. – SMNS Inv.-Nr. 61707. – Ottang-Stufe, Horizont 1s, Hüttisheim. Maßstab = 6 mm.
- Fig. 17: *Unio eseri* KRAUSS 1852. – SMNS Inv.-Nr. 61700. – Ottang-Stufe, Horizont 4, Fundpunkt 13. Maßstab = 20 mm.
- Fig. 18: *Anodonta splendens* GOLDFUSS 1837. – SMNS Inv.-Nr. 61701. – Ottang-Stufe, Horizont 4, Fundpunkt 13. Maßstab = 20 mm.

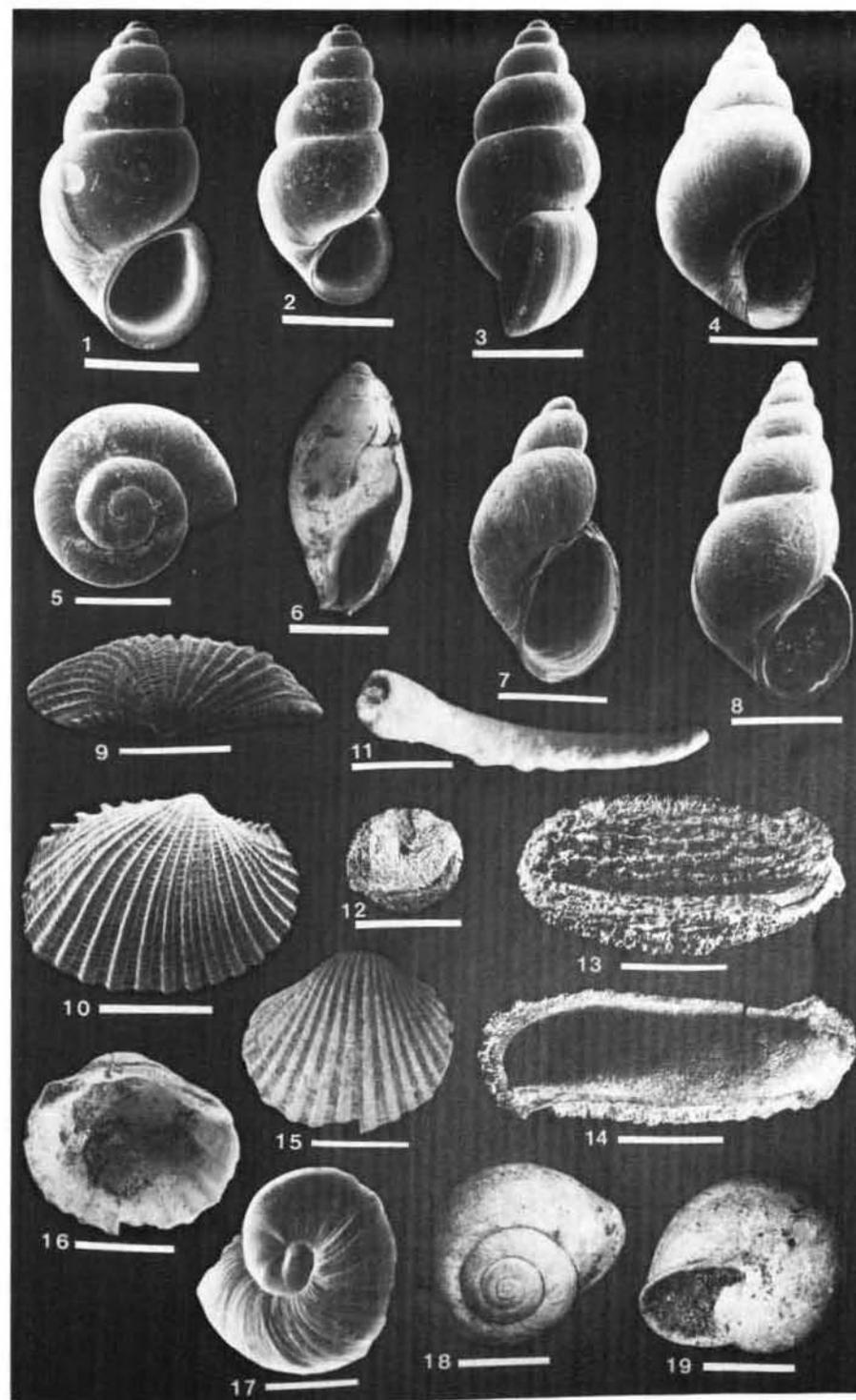
Tafel 1



Tafel 2

- Fig. 1: *Nematurella zilchi* SCHLICKUM 1960. – SMNS Inv.-Nr. 61685. – Ottnang-Stufe, Horizont 3, Steinberg. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 2: *Nematurella convexula* SCHLICKUM & STRAUCH 1967. – SMNS Inv.-Nr. 61684. – Ottnang-Stufe, Horizont 3a, Fundpunkt 2. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 3: *Nematurella* cf. *bavarica* (SANDBERGER) SCHLICKUM 1961. – SMNS Inv.-Nr. 61683. – Ottnang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 4: *Ctyrokya conoidea* (KRAUSS) SCHLICKUM 1965. – SMNS Inv.-Nr. 61690. – Ottnang-Stufe, Horizont 2b, Fundpunkt 3. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 5: *Leucochroopsis francofurtana* (WENZ) SCHLICKUM 1964. – SMNS Inv.-Nr. 61697. – Obere Süßwassermolasse, Fundpunkt 15. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 6: *Melanopsis impressa impressa* KRAUSS 1852. – SMNS Inv.-Nr. 61691. – Ottnang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 6 mm.
- Fig. 7: *Stagnicola armaniensis* (NOULET) SCHLICKUM 1966. – SMNS Inv.-Nr. 61692. – Ottnang-Stufe, Horizont 6, Fundpunkt 18. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 8: *Hydrobia semiconvexa* SANDBERGER 1874. – SMNS Inv.-Nr. 61682. – Ottnang-Stufe, Horizont 2b, Leipheim. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 9–10: *Limnopappia schuetli* SCHLICKUM 1962. – SMNS Inv.-Nr. 61704. – 9. Schloßbrand. – 10. Klappe von außen. – Ottnang-Stufe, Horizont 2b, Leipheim. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 11: *Wurmöhre*. – SMNS Inv.-Nr. 61708. – Ottnang-Stufe, Horizont 3a, Fundpunkt 1. Maßstab = 1 mm.
- Fig. 12: *Potamogeton schenkii* KIRCHHEIMER. Endokarpium. – SMNS Inv.-Nr. P 1476. – Ottnang-/?Karp.-Stufe, Horizont 7, Fundpunkt 27. Maßstab = 2 mm.
- Fig. 13–14: *Stratiotes kaltennordheimensis* (ZENKER) KEILHACK.
13. Samen von außen. – SMNS Inv.-Nr. P 1474.
14. Samen von innen. – SMNS Inv.-Nr. P 1475.
Ottnang-/?Karp.-Stufe, Horizont 7, Fundpunkt 27. Maßstab = 2 mm.
- Fig. 15–16: *Cerastoderma sociale* (KRAUSS) SCHLICKUM 1966. – SMNS Inv.-Nr. 61702. – 15. Klappe von außen. – 16. Klappe von innen. – Ottnang-Stufe, Horizont 2b, Fundpunkt 13. Maßstab = 6 mm.
- Fig. 17–19: *Cepaea silvana silvana* (KLEIN) WENZ 1923. Obere Süßwassermolasse. – 17. Embryonalwindung mit ausgeprägter Fältelung. – SMNS Inv.-Nr. 61698. Fundpunkt 8. Maßstab = 1 mm. – 18. Gehäuse von oben. – 19. Gehäuse von unten. – SMNS Inv.-Nr. 61699. Fundpunkt 15. Maßstab = 10 mm.

Tafel 2



Tafel 3

- Fig. 1-2: *Candona suevica* STRAUB 1952.
 1. Rechte Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61 709.
 2. Rechte Klappe von innen. – SMNS Inv.-Nr. 61 710.
 Ott nang-Stufe, Horizont 3a, Fundpunkt 2.
- Fig. 3-4: *Candona? kirchbergensis* STRAUB 1952.
 3. Rechte Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61711.
 4. Linke Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61712.
 Ott nang-Stufe, Horizont 2b, Fundpunkt 2.
- Fig. 5: *Ilyocypris gibba* (RAMDOHR) BRADY & NORMAN 1889. – SMNS Inv.-Nr. 61713. – Rechte Klappe von außen. – Ott nang-Stufe, Horizont 5, Fundpunkt 1.
- Fig. 6: *Eucypris?* sp. – SMNS Inv.-Nr. 61714. – Rechte Klappe von außen. – Ott nang-/?K arpat-Stufe, Horizont 8, Fundpunkt 23.
- Fig. 7-9: *Mediocypris candonaeformis* (STRAUB) KHEIL 1964.
 7. Rechte Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61715.
 8. Linke Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61716.
 9. Rechte Klappe von innen. – SMNS Inv.-Nr. 61717.
 Ott nang-Stufe, Horizont 3b, Fundpunkt 4.
- Fig. 10: *Heterocypris* sp. – SMNS Inv.-Nr. 61718. – Linke Klappe von außen. – Ott nang-Stufe, Horizont 5, Fundpunkt 1.
- Fig. 11-12: *Darwinula stevensoni* (BRADY & ROBERTSON) KAUFMANN 1900.
 11. Linke Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61719. – Ott nang-Stufe, Horizont 4, Fundpunkt 27.
 12. Rechte Klappe von außen. – SMNS Inv.-Nr. 61720. – Ott nang-Stufe, Horizont 5, Fundpunkt 1.
- Fig. 13: *Limnocythere rostrata* STRAUB 1952. – SMNS Inv.-Nr. 61721. – Linke Klappe von außen. – Ott nang-Stufe, Horizont 5, Fundpunkt 1.

Tafel 3

