Die marinen Sedimente (jüngere OMM, St. Galler-Formation) am Südwestrand der Hörnlischüttung (Ostschweiz) und die palökologische Interpretation ihres Fossilinhaltes

Autor(en): **Bolliger, Thomas / Kindlimann, René / Wegmüller, Urs**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **88 (1995)**

Heft 3

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-167709

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv. 88/3: 885–909 (1995)

0012-9402/95/030885-25 $1.50 + 0.20/0
Birkhäuser Verlag, Basel

Die marinen Sedimente (jüngere OMM, St.Galler-Formation) am Südwestrand der Hörnlischüttung (Ostschweiz) und die palökologische Interpretation ihres Fossilinhaltes

THOMAS BOLLIGER[1], RENÉ KINDLIMANN[2] & URS WEGMÜLLER[3]

Keywords: OMM, eastern Switzerland, facies, paleoecology, macroscopic benthos organisms, Chondrichthyes
Schlüsselworte: OMM, Ostschweiz, Fazies, Palökologie, Makrobenthos, Chondrichthyes

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die starke Bautätigkeit im Raum Jona vor 1990 wurde das Studium der lithologischen Verhältnisse der Ablagerungen der jüngeren Oberen Meeresmolasse (OMM) zugänglich gemacht. Die Fossilien geben zusammen mit der Art und Ausbildung der sie enthaltenden Sedimente recht klare Hinweise über die ökologischen Bedingungen des Ablagerungsraumes. Grundsätzlich lagen küstennahe und vorherrschend flachmarine Bedingungen vor. Die Mollusken weisen auf ziemlich turbulentes Wasser hin. Die aufgesammelten Hai- und Rochenfaunen sprechen ebenfalls für untiefe Verhältnisse, wenngleich hier auch eingewanderte Tiefwasserformen festzustellen sind, was bei diesen aktiven Schwimmern nicht verwundern sollte. Trotz naher Flussmündungen konnten keine wirklich brackischen Bedingungen festgestellt werden. Es gibt jedoch Hinweise auf eine gelegentlich leicht reduzierte Salinität. Altersmässig kann diese marine Molassezone auf rund 18 Ma datiert werden, was der Säugerzone MN 4 entsprechen dürfte, wie aus der Korrelation zur hangenden Fundstelle Tägernaustrasse und zu den säugerführenden Profilen des nahen Goldinger Tobels geschlossen werden kann.

RESUME

A cause d'activitées de construction de bâtiments dans la region de Jona avant 1990, les circonstances lithologiques des sediments de la Molasse marine supérieure (OMM) pouvaient être étudiées. La manière petrographique des sediments avec leurs fossiles donnent des indications assez claires sur l'écologie de l'environnement. Au fond en etait toujours près de la côte et la profondeur n'était pas grand. Les mollusques indiquent de l'eau assez turbulent. Les raies et les requins vivaient dans leur majorité aussi dans l'eau peu profond, mais des formes bathyales s'y trouvaient aussi. Ça n'étonne pas trop car il s'agit de nageurs actifs. Même qu'il y avait des complexes deltaïques, on n'y trouve pas des conditions vraiment saumâtre, mais il y a une indication sur une salinité quelquefois un peu réduite. Concernant l'âge, cette séquence marine peut etre dateé par Sr-isotopes environnement à 18 millions d'années. C'est equivalent à la zone mammifère du néogène MN 4, indiquée par correlation avec le plus jeune affleurement de Tägernaustrasse et les profiles mammiferiques du Goldinger Tobel.

ABSTRACT

Due to strong constructing activities in the region of Jona before 1990, the study of the lithological relationships of the younger portion of the Upper marine Molasse (OMM) became possible. The petrography of the sedi-

[1] Paläontologisches Institut und Museum, Karl Schmid-Str. 4, CH–8006 Zürich
[2] Zürichstr. 193, CH–8607 Aathal
[3] Im Gerbelacker 12, CH–3063 Ittigen

ments, and their fossil contents showed up a rather clear picture of the ecological conditions of their surrounding. Basically there were near-coastal and shallow marine conditions. The molluscs indicate a rather turbulent water body. The sharks and rays reflect mainly a shallow marine environment, although bathyal forms also occur. In spite of nearby delta-sequences, the conditions almost never were really brackish. Occasional weak decrease of salinity is partly indicated. The age of the sediments is considered to be approximately 18 million years old, based onto Sr-isotope analysis. This would be equivalent to the Neogene mammal zone MN 4, according to correlations of the somewhat younger site of Tägernaustrasse and the correlation with the mammal bearing profiles of the nearby Goldinger Tobel.

1. Einleitung

Die lithostratigraphisch-sedimentologische Entwicklung des jüngeren Anteils des OMM-Meeres (St.Galler-Formation) am Südwestrand des Hörnlideltas soll hier analysiert werden, um die wechselvolle Geschichte dieses Gebietes in dieser Zeit darzustellen. Die Profile von Baugrubenaufschlüssen sowie Neufunde von Fossilien ergänzen und präzisieren die Kenntnisse der Geologie und Paläontologie des Gebietes. Diese neu aufgesammelten Fossilien werden hier dargestellt und für palökologische Rekonstruktionen ausgewertet. Die nach wie vor lückenhaften Aufschlüsse und die komplexen sedimentologischen Bedingungen lassen dennoch lediglich eine grobe Korrelation der einzelnen Profile zu. Die Sedimente und ihre Faunenvergesellschaftungen ermöglichen aber einige Rückschlüsse auf die Boden- und Wasserverhältnisse, sowie auf die Wassertiefen. Die hier erfolgte Bearbeitung soll eine weitere Lücke in der Kenntnis der OMM am Molassesüdrand schliessen.

2. Geographische Übersicht

Das Untersuchungsgebiet ist am rechten Ufer des Zürcher Obersees gelegen. Es erstreckt sich von Rapperswil über Jona-Wagen-Eschenbach bis nach Bürg, wo die letzten durch Fossilien belegten marinen Ablagerungen nachgewiesen werden können. Die weiter östlich anschliessenden Profile nicht-mariner OMM-Äquivalente im Goldinger Tobel dienen mit ihren Säugerfunden zur Eingrenzung der Altersfrage. Eine geographische Skizze (Fig. 1) soll die Lage der Baugrubenprofile und Aufschlüsse vermitteln. Schwerpunkt der Untersuchungen bilden die Überbauungsgebiete Bollwies, Hummelberg und Curtiberg (alle Jona/SG).

3. Historischer Abriss

Verschiedene Geologen haben sich mit den marinen Sedimenten von Jona beschäftigt: Escher von der Linth (1849), Gutzwiller (1877), Herbordt (1907), Heim (1919), Rutsch & Hürzeler (1934), Zingg (1934), Tanner (1944), Büchi (1957), Büchi & Schlanke (1977), Bolliger (1987), Bolliger et al. (1988), Habicht (1987), um nur die wichtigeren zu nennen. Über die OMM anderer Gebiete am Tafelmolasse-Südrand der Schweiz und ihr Fauneninhalt schrieben u.a. Büchi (1950), Büchi & Hofmann (1945), Büchi & Welti (1951), Rutsch (1928, 1929. 1958), Rutsch et al. (1958), Welti (1950) und Pfister & Wegmüller (1994). Leider hatte Keller (1989) in seiner ausführlichen Arbeit über die Sedimentologie der OMM am Molasse-Südrand das Gebiet zwischen Zürichsee und Goldinger Tobel weitgehend unberücksichtigt gelassen, was hier nachgeholt werden soll.

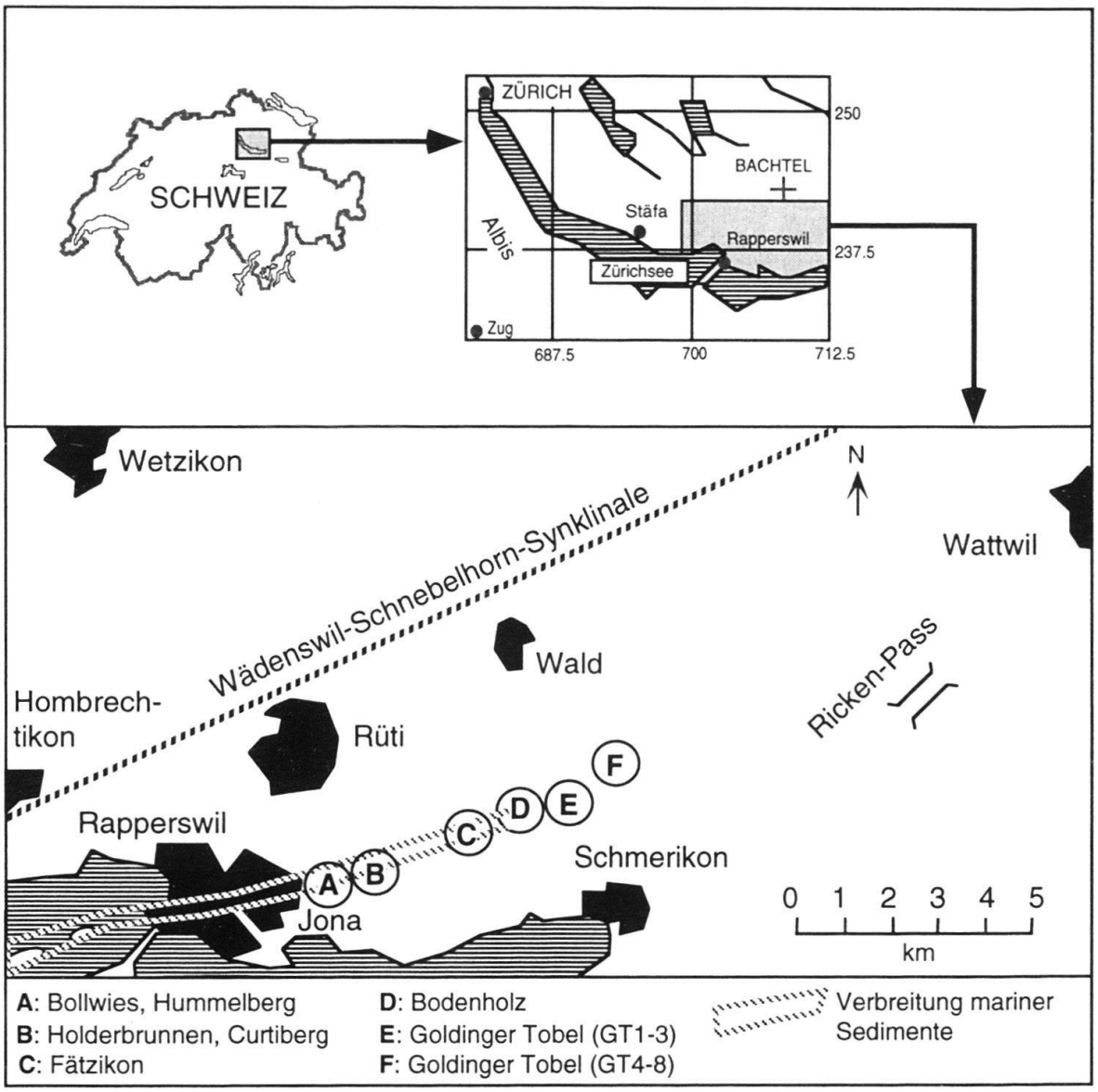


Fig. 1. Geographische Übersicht des Untersuchungsgebietes

4. Profile, sedimentologische Entwicklung

Die meisten der nachfolgend aufgezeichneten Profile konnten nur dank einer übermässigen Bautätigkeit während der Jahre 1985–1990 im Ostteil der Gemeinde Jona (Bollwies, Hummelberg, Curtiberg) gewonnen werden. Einige kleinere Aufschlüsse (Holderbrunnen, Bodenholz) sind natürliche Anrisse und weiterhin zugänglich. Im folgenden seien die lithologischen Profile dargestellt und in einem Korrelationsversuch miteinander verknüpft (Fig. 2).

Kristallinreiche Schüttungen konnten in nicht marinen Ablagerungen bei Holderbrunnen (hier unmittelbar unter der marinen Transgression) und bei Rüeterswil im Goldinger Tobel beobachtet werden, ferner sind sie in Transgressionskonglomeraten vom

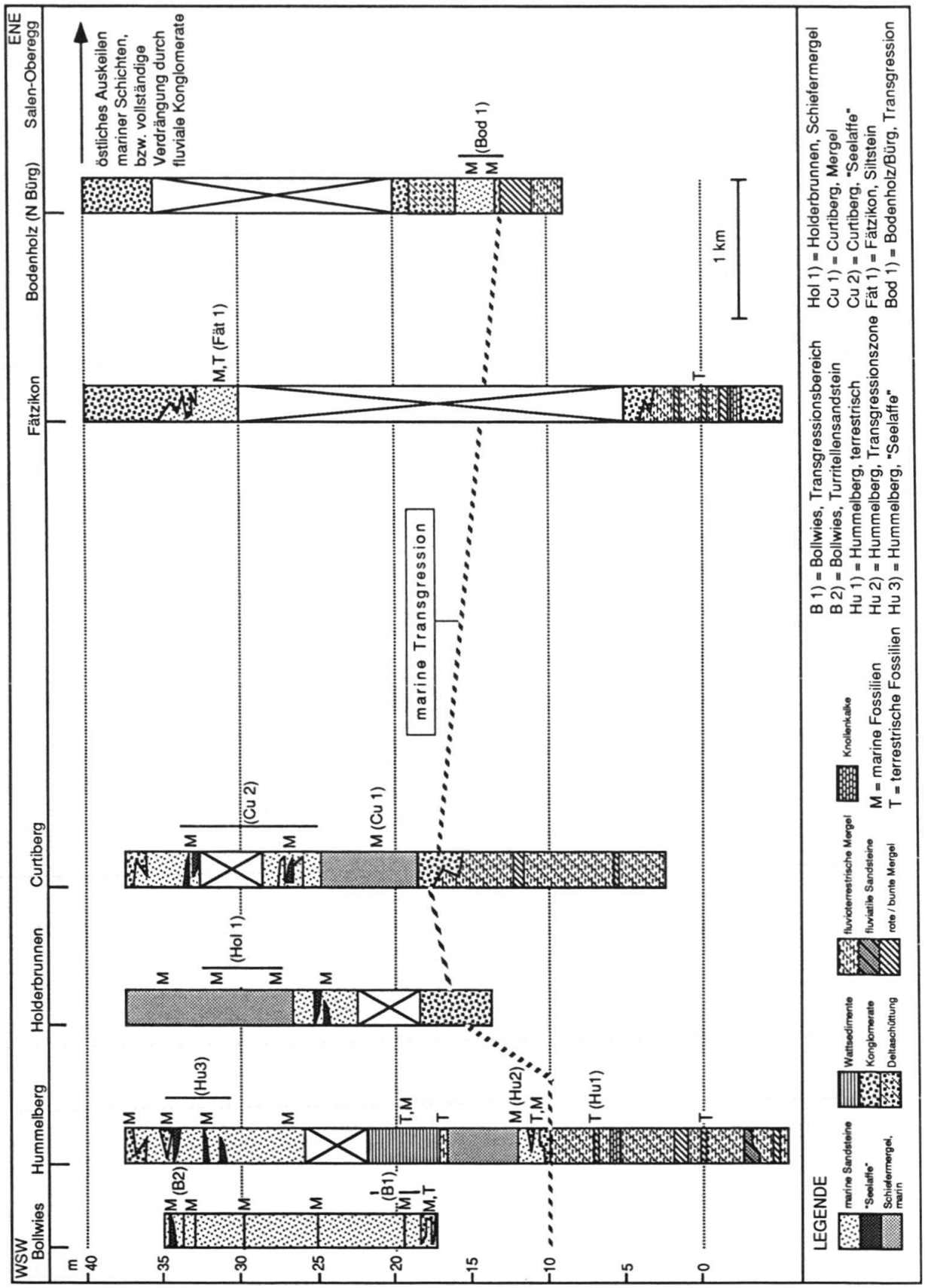


Fig. 2. Profile in der nach Osten auskeilenden Oberen Meeresmolasse zwischen Jona und Goldingen

Hummelberg und bei Bürg nachgewiesen. Weshalb die Gerölleinträge gerade in diesem Abschnitt der Hörnlischüttung teilweise aussergewöhnlich kristallinreich sind, kann nur vermutet werden. Die Annahme, dass abgelagerte Konglomerate bzw. noch kaum verfestigte Geröllbänke der Höhronenschüttung (USM) schon früh gehoben wurden und so zur Umlagerung gelangten (Bolliger 1992), erscheint jedenfalls wahrscheinlicher als das Postulat eines Residualkonglomerates durch mehrfache marine Umlagerungsvorgänge (Bolliger 1987). Wieweit diese kristallinreichen Schüttungen, welche sich anscheinend auf zwei Niveaus konzentrieren, wirklich für Korrelationszwecke gebraucht werden können, bleibt jedoch noch genauer abzuklären.

Die Transgression der marinen Sequenz erfolgt flach diskordant über terrigene Sedimente. Meist ist nur diese Basis geröllführend und wird dann rasch von siltig-sandigen Sedimenten abgelöst. Die darauf folgenden Sequenzen sind in jedem der aufgeschlossenen Profile verschieden, sie bestehen aus Sandsteinen, plattigen Siltsteinen und Mergeln, lokal sogar aus gezeitenbeeinflussten Schlicksedimenten mit Feinstschichtungen und Rippelmarken (mit Vogelspuren). Im oberen Abschnitt der Profile treten dann vermehrt wieder Konglomerate auf. Überlagert wird die gesamte Abfolge von einem mächtigen fluviatil gebildeten Nagelfluhband, dem Eggwaldkonglomerat. Die marine Fazies selbst keilt nach Osten zwischen Letzi und Goldingen, ca. 500–2000 m E Bodenholz aus und wird auch dort durch eine fluvio-terrestrisch dominierte Fazies ersetzt (Goldinger Tobel, Fig. 3).

5. Die Fossilien

Aus den Profilen der Baugruben von Jona konnten einige Fossilien horizontiert oder zumindest auf Schichtpakete bezogen gesammelt werden. Den Muscheln, Schnecken, Selachiern und Säugetieren wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Beschreibung der meisten übrigen Fossilreste wurde weitgehend summarisch vorgenommen. Alle beschriebenen Fossilien stammen aus eigenen Aufsammlungen (T.B. & R.K.). Abgebildetes Material ist mit Nummern des Paläontologischen Instituts und Museums der Universität Zürich (PIMUZ) versehen und wird dort aufbewahrt, der Rest befindet sich in den vorgenannten Privatsammlungen.

5.1 Die Muscheln und Schnecken

Die wichtigsten Molluskenfunde der Region Jona verteilen sich auf 9 Fundhorizonte in 5 Profilen (Fig. 2). Die Mollusken sammelte T.B., die Bestimmungen führte U.W. durch. Vergleichbare Faunenelemente sind u.a. in Schaffer (1918), Steininger & Senes (1971) und in Strausz (1966) zu finden. Bedingt durch den oft mangelhaften Erhaltungszustand (Steinkerne, z.T. noch mit dünnen, kreidigen Schalenresten) konnten viele Fossilien nicht näher zugeordnet werden. Kammuscheln, Austern und Steckmuscheln liegen dank kalzitischer Schale in Schalenerhaltung vor. Im Überblick gesehen scheint auch eine Grössensortierung vorzuliegen: die Mollusken im kleineren Bereich messen zwischen 0,5 und 4 cm, bzw. im grösseren Bereich zwischen 4 und 10 cm.

Grosse Formen wie *Glycymeris fichteli, Panopea* und *Pholadomya* fehlen im Vergleich zu den Belpbergschichten in den Fundhorizonten von Jona. Zu fehlen scheinen aber auch Formen aus dem mittleren *(Thracia, Megacardita)* und kleinen Grössenbereich

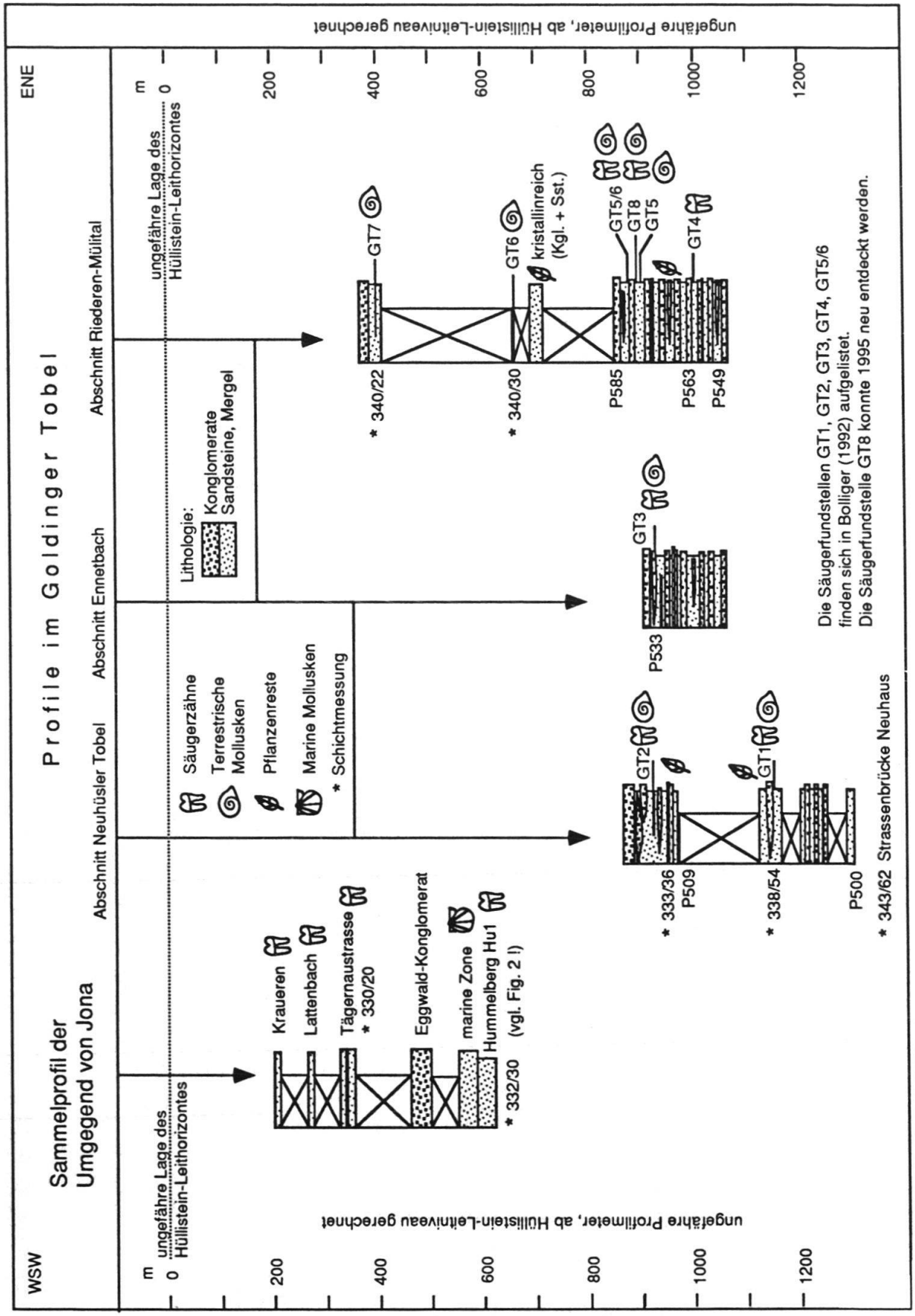


Fig. 3. Korrelation der marinen Profile mit nahegelegenen Säugerfundstellen und den Profilen im Goldinger Tobel

(Pandora). Auch bei den Schnecken kann ein Fehlen grösserer Formen wie *Turritella cathedralis, Murex* und *Euthriofusus* festgestellt werden. Aus diesen Gründen ist eine gewisse Grössensortierung durch eine Strömung nicht auszuschliessen; vielleicht handelt es sich auch um teilweise gleichaltrige Populationen, die zusammen umgekommen sind. Die Auflistung der bestimmten Formen findet sich in Tabelle 3.

5.2 Die Hai- und Rochenzähne

Chondrichtyes-Reste kamen besonders häufig in der «Turritellenbank», einer lokalen Anreicherungslage (sandiger Muschelschill, Seelaffe) im Profil Bollwies und in einer Mergelschicht am Curtiberg vor. In beiden Fällen wurde reichlich Material geschlämmt, um die mehrheitlich kleinen Selachierzähne zu gewinnen. Weitere, teilweise nicht näher bestimmbare Belege stammen vom Hummelberg, von Holderbrunnen und von Bürg.

Die Aufsammlung an vorgenannten Fundstellen im Raum Jona erbrachte eine unerwartet reiche Fauna, die sich vorwiegend aus kleinen bis mittelgrossen Formen zusammensetzt. Die Erhaltung des Materials ist in der Substanz teilweise hervorragend, aber vielfach durch Einflüsse bei der Bergung und der Aufbereitung beschädigt worden. Die Zähne blieben zwar auf Gattungsebene bestimmbar, eine Bestimmung auf Artniveau liess sich jedoch in vielen Fällen nicht durchführen. Durch die Tatsache, dass die Sammeltätigkeit relativ spät einsetzte und durch die fortschreitende Bautätigkeit bald unterbrochen wurde, muss angenommen werden, dass nicht alle vorhandenen Faunenelemente auch gefunden wurden. Dies stellt eine weitere Einschränkung in der Interpretation der gesamten Fauna dar.

Die Selachierfauna von Jona unterscheidet sich in ihrer Zusammensetzung kaum von anderen bekannten Fundstellen aus der Molasse. In ihr finden sich viele wesentliche Faunenelemente in ähnlicher oder vergleichbarer Ausprägung, besonders was den Anteil der bereits bekannten Hai- und Rochenformen betrifft.

Die Chondrichthyes der OMM werden in der Regel durch zwei Ordnungen der Galeomorphii, den Lamniformes und den Carcharhiniformes dominiert, wobei verschiedentlich schwerpunktmässige Verschiebungen zu Gunsten der einen oder anderen Ordnung zu beobachten sind. Dies drückt sich vor allem durch die Häufigkeit der Fundbelege, als auch durch eine artlich dominierte Präsenz aus.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil miozäner Faunen stellen die squalomorphen Haie dar. Ihre Vertreter sind fast ausnahmslos Bewohner bathyaler Wasserzonen. Dieser Umstand lässt eine Interpretation ihrer Präsenz in flachen Gewässern schwierig erklären, nicht zuletzt auch im Hinblick auf bislang fehlende Rezentvergleichsstudien. Eine denkbare Erklärung wäre eine nacht- oder dämmerungsaktive Lebensweise, die, verbunden mit einem entsprechenden Nahrungsangebot, Haie aus tieferen Wasserzonen anzulocken vermochte. Obwohl squalomorphe Haie regelmässig in der Molasse vorkommen, ist das Spektrum der in Jona nachgewiesenen Gattungen im direkten Vergleich doch bemerkenswert, sind doch entsprechende Faunen nur von wenigen anderen Fundstellen in der Molasse oder von deren Randgebieten bekannt (Ledoux 1972, Cappetta 1987). So konnten in Jona, ausser dem hexanchiformen Hai *Notorhynchus,* vor allem mehrere Gattungen squaliformer Haie belegt werden, wie zum Beispiel *Centrophorus, Deania, Squalus, Etmopterus, Isistius* und *Squaliolus.* Einige dieser Formen sind damit erstmalig in der Schweizer Molasse nachgewiesen worden (Tab.1).

Pfeil (in Barthelt et. al., 1991) beschrieb für das marine Ottnangian von Walbertsweiler (einer bedeutenden Fundstelle miozäner Selachier in Süddeutschland), nebst den vorgenannten Gattungen (mit Ausnahme von *Deania*), weitere squalomorphe Haigattungen, wie *Chlamydoselachus, Echinorhinus, Heptranchias, Paraheptranchias, Pristiophorus* und *Centroscymnus*. Hinweise für eine Existenz dieser Gattungen im Raume Jona konnten nicht gefunden werden.

Die benthonisch lebende Haigattung *Squatina* (Squatinomorphii) wird regelmässig an allen Molasse-Fundstellen mit Flachwasser-Habitat angetroffen. Von Bollwies ist nur ein einziger Zahn bekannt.

In Jona sind die Galeomorphii nur durch die Lamniformes und Carcharhiniformes vertreten. Heterodontiformes und Orectolobiformes wurden hingegen keine nachgewiesen!

Offenbar lebten in diesem Gebiet nur kleine bis mittelgrosse Haiarten. Sie schienen jedoch, bezogen auf das zahlenmässig geringe Fundmaterial, nur gelegentlich in diese Region vorgedrungen zu sein. Grosse räuberische lamniforme Haie wie *Carcharocles (Procarcharodon), Isurus, Lamna, Alopias* und die carcharhiniden Gattungen *Galeocerdo, Hemipristis, Sphyrna, Negaprion* sowie grosswüchsige *Carcharhinus*-Arten, wie sie ansonsten in der Molasse weit verbreitet sind, fehlen bisher völlig. Die einzige grosse Haiform, die bisher in Jona nachgewiesen wurde, ist *Cetorhinus*. Der Zahngrösse nach zu schliessen, handelte es sich aber um ein Jungtier. Mit *Carcharias, Carcharoides* und *Carcharhinus* sind aber dennoch einige mittelgrosse Haiarten belegt.

Die lamniformen Haie werden durch zwei, eventuell drei Arten der Gattung *Carcharias (Synodontaspis)*, sowie den Gattungen *Mitsukurina, Carcharoides* und *Cetorhinus* repräsentiert (Tab. 1). Letztere Gattung konnte anhand eines Oralzahnes (Taf. 2, Fig. 6) und einigen fragmentarisch erhaltenen Reusenstrahlen eindeutig belegt werden. Ein bisher unbestimmbares, aber relativ häufig gefundenes Hautzähnchen (Dermaldentikel) konnte zudem, als zu den Cetorhiniden gehörig, identifiziert werden (Taf. 2, Fig. 7). Die Morphologie dieses Hautzähnchens ähnelt in starkem Masse den Oralzähnen des rezenten *Cetorhinus maximus*. Eine Zuordnung zu *C. parvus* ist daher nicht eindeutig möglich, aber wahrscheinlich.

Die Carcharhiniden sind ebenfalls recht zahlreich vertreten, wenn auch nur mit vergleichsweise kleinen, in der Faunenhierarchie tiefer eingestuften Formen. Das Fehlen der eingangs erwähnten carcharhiniden Grossformen, die ansonsten in allen bekannten Fundstellen der Molasse häufig sind, wirft unter diesem Gesichtspunkt interessante Fragen auf, die noch nicht befriedigend erklärt werden können. Mit Ausnahme der kleinsten Haizähne, die teilweise hervorragend erhalten sind, dokumentiert das übrige Artenspektrum der Carcharhiniformes eine auffallend schlechte Erhaltung und ein zahlenmässig geringes Vorkommen, wie bei allen grösseren Selachierzähnen aus dieser Region. Innerhalb der carcharhiniden Haie treten die Scyliorhiniden mit zwei Gattungen und drei Arten *(Scyliorhinus, Asymbolus)*, die Triakiden mit einer Gattung bzw. einer Art *(Jago)*, die Hemigaleiden mit einer Gattung und einer Art *(Chaenogaleus)* und die Carcharhiniden mit drei Gattungen mit je einer Art *(Carcharhinus, Isogomphodon* und *Rhizoprionodon)* auf. Letztere sind jedoch quantitativ stark reduziert. *Jago* wurde ausserhalb des Mittelmeer-Raumes, wo er häufig vorkommen soll (Pfeil, in Barthelt et al. 1991), bisher nur in Walbertsweiler, und nun neu auch in Jona nachgewiesen (Taf. 2, Fig. 2). Die Gattung *Asymbolus*, bisher nur rezent bekannt (Whitley 1938; in Herman et al. 1990), wird

Tab. 1. Die hier aufgeführten Gattungen und Arten repräsentieren den gesamten Fundbestand an Chondrichthyes von vier verschiedenen Lokalitäten der Region Jona, Kt. St.Gallen. Die zum Vergleich beigezogenen ausländischen Fundstellen Bonpas, Loupian (im Bereich der westlichen Parathethys) und Walbertsweiler (Östliche Parathethys) enthalten zum Teil erheblich mehr Taxa (z. B. alle typischen miozänen Grossformen). (Korrigierte Tabelle, Mai 2012)

Länder:		Frankreich		Deutschland	Schweiz					
Fundlokalitäten:					Cu1	B 2	Hu3	Hol1	Neu in der Schweizer Molasse nachgewiesen	
Systematik:		Bonpas	Loupian	Walbertsweiler	Curtiberg	Bollwies	Hummelberg	Holderbrunnen		
	Gattung/Art:									Abbildungen
Squalomorphii	*Notorhynchus primigenius*	+	+	+	-	+	-	-		-
	Centrophorus sp.	+	-	+	+	+	-	-		Taf. 1, Fig. 5
	Deania sp.	+	-	-	+	-	-	-	+	Taf. 1, Fig. 7
	Squalus sp.	-	-	+	+	+	-	-	+	Taf. 1, Fig. 8
	Etmopterus sp.	+	-	+	+	-	-	+	+	Taf. 1, Fig. 3/4
	Isistius sp.	+	+	+	+	-	-	-		-
	Squaliolus sp.	+	-	+	+	-	-	-	+	Taf. 1, Fig. 6
Squatinomorphii	*Squatina* sp.	+	+	+	-	+	-	-		Taf. 1, Fig. 9
Galeomorphii	*Carcharias acutissimus*	+	+	+	-	+	-	-		-
	Carcharias cuspidatus	+	+	+	-	+	+	-		Taf. 2, Fig. 11
	Carcharias sp.	?	-	-	-	+	-	-		Taf. 2, Fig. 8
	Mitsukurina lineata	+	-	+	+	+	-	-		Taf. 2, Fig. 10
	Carcharoides catticus	+	-	+	-	+	-	-		Taf. 2, Fig. 9
	Cetorhinus parvus	+	-	+	+	+	-	-		Taf. 2, Fig. 6
	Cetorhinus sp.	+	-	-	+	-	-	-	+	Taf. 2, Fig. 7
	Scyliorhinus distans	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 1, Fig. 12
	Scyliorhinus fossilis	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 1, Fig. 11
	Asymbolus sp.	-	-	-	+	+	-	-	+	Taf. 1, Fig. 10
	Jago sp.	-	-	+	+	-	-	-	+	Taf. 2, Fig. 2
	Chaenogaleus affinis	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 2, Fig. 3
	Isogomphodon acuarius	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 2, Fig. 5
	Carcharhinus priscus	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 2, Fig. 4
	Rhizoprionodon sp.	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 2, Fig. 1
Batomorphii	*Pristis* sp.	-	+	-	+	-	-	-		Taf. 3, Fig. 2
	Rhynchobatus pristinus	+	+	+	+	+	-	-		Taf. 3, Fig. 1
	Raja sp. 1.	?	?	?	+	+	-	-		Taf. 3, Fig. 4
	Raja sp. 2.	?	?	?	+	+	-	-		Taf. 3, Fig. 5
	Raja sp. 3.	?	?	?	+	?	-	-		-
	Raja sp. 4.	?	?	?	+	?	-	-		Taf. 3, Fig. 6
	Torpedo sp.	+	-	-	+	-	-	-	+	Taf. 3, Fig. 3
	Dasyatis cavernosa	+	+	+	+	+	+	-		Taf. 3, Fig. 8
	Dasyatis rugosa	+	+	+	+	+	-	-		-
	Dasyatis sp.	+	+	+	+	-	-	-		Taf. 3, Fig. 7
	Gymnura sp.	+	+	+	+	-	-	-	+	Taf. 3, Fig. 9
	Aetobatus sp.	?	+	+	+	-	-	-		Taf. 3, Fig. 11
	Myliobatis sp.	?	+	+	+	+	-	-		Taf. 3, Fig. 10
	Rhinoptera studeri	?	+	+	+	+	-	-		-
	Rhinopteridae	?	-	?	-	+	-	-		-
	Mobula sp.	+	+	+	-	+	-	-	+	Taf. 3, Fig. 12

hier auf Grund von Rezentvergleichen erstmalig auch fossil belegt (Taf. 1, Fig. 10). Die Bestimmung hierzu hat provisorischen Charakter, eine Bearbeitung dieser neuen Taxa erfolgt an anderer Stelle (in Vorbereitung).

Die Rochen (Batomorphii) sind an beiden Hauptfundstellen (B 2, Cu 2) ausgesprochen vielfältig vertreten. In allen Fällen entspricht die Zusammensetzung wiederum mehrheitlich derjenigen anderer Faunen gleichen Alters. Neben den Raijden, die mit mindestens zwei Arten, und den Rhinobatiden, Pristiden und Torpediniden, die je mit einer Art vertreten sind, dominieren vor allem die Myliobatiformes mit sechs Gattungen bzw. neun Arten (Tab. 1). Die Gattungen *Mobula*, *Gymnura*, *Torpedo* und *Pristis* sind in Jona erstmalig für die Schweiz belegt. Neu ist auch die Existenz einer weiteren myliobatiden Grossform, deren detailliertere Bearbeitung noch aussteht.

5.3 Die übrigen Fossilreste

Die übrigen Fossilreste verteilen sich auf Foraminiferen, Bryozoen, Korallen, Brachiopoden, Muschelkrebschen, Balaniden, Krabben, Seeigel, Knochenfische und Säugerzähnchen. Davon sind bis jetzt nur wenige näher bestimmt (Knochenfisch-Otolithen: Reichenbacher 1993, Säugerzähnchen: Bolliger 1992). Die nachfolgende Tabelle 2 soll einen generellen Eindruck des Fossilvorkommens der OMM um Jona vermitteln. Die Funde der marinen (makroskopischen) Benthosformen finden sich in Tabelle 3 zusammen mit den Mollusken aufgelistet, wo sie teilweise für die Auswertung des Scott-Diagrammes dienlich waren.

6. Palökologische Schlüsse

Anhaltspunkte über Wassertiefen und Umgebungsbedingungen können aus dem Studium der Sedimentologie (Faziesbereiche) und dem Fauneninhalt (Makrobenthos) ermittelt werden. Die Erkenntnisse aus den Selachier-Funden sind demgegenüber mit mehr Vorsicht zu beurteilen, da ihr eigentlicher Lebensraum oft weitab der Zahnfunde liegen können, denn die Tiere können sich unter gewissen Umständen auch kurzfristig in für sie sonst untypischen Habitaten aufhalten. Berücksichtigt man jedoch die Fundhäufigkeiten, sollten auch hier ökologische Rekonstruktionen möglich sein:

6.1 Faziesbereiche

Wie in Kap. 4 dargestellt, handelt es sich bei den marinen Sedimenten der Gegend von Jona um faziell sehr verschiedene Gesteine, welche sich auf kleinstem Raum gegenseitig ablösen können. Solche Verhältnisse können nur in einem stark bewegten Umfeld geherrscht haben, wie dies in Deltabereichen, Ästuaren und Lagunen der Fall ist. Die im kleinen Bachriss nördlich von Bürg (Lokalität Bodenholz, Koord. 713′829/234′625/580 m) aufgeschlossene Delta-Ablagerung mit ihren schön erhaltenen Foresets und Bottomsets indiziert hier eine Wassertiefe von unter zehn Metern. Im nordöstlichen Teil der Baugruben am Hummelberg sind in einer Sequenz feinschichtiger Ablagerungen Rippelmarken und Vogelfuss-Spuren (Charadriiden-Fährte) belegt, die eine intertidale Entstehung andeuten. Die marine Basis schneidet am Hummelberg die liegenden terrigenen Mergel flach diskordant ab, wobei der belegte Hiatus kein grosser sein muss. Die sedimentologische Betrachtung der marinen Sande, Konglomerate und Schiefermergel kann nur be-

Tab. 2. Übersicht der Fossilvorkommen in der OMM von Jona

Tier-Klassen, Unterklassen	**Lebensweise, Lebensform, Fundorte (Fig.2)**	**Ordnungen, Gattungen, Arten**	**Nachweis, Erhaltung**
Foraminiferen	benthische Arten, vagil, (B 2, Hol 1, Cu 1)	*Ammonia* ,*Elphidium*. Porzellanschaler wie *Quinqueloculina* und verwandte Formen	zahlreich bis häufig, leicht diagenetisch mit Kalzit zementiert, z.T. Aragonitreste (Loculiniden)
Bryozoen	inkrustierende und verästelte Formen, sessil (Hu 3, Hol. 1, Cu 1)	div.	zahlreich, kalzitisch
Korallen	Kleinkolonien (Cu 2)	unbestimmbar	selten, aragonitisch, deformiert
Brachiopoden	benthisch-sessil (B1, B2, Hu3, Cu1, Cu 2)	*Lingula* , ein terebratulider Brachiopode (Cu 1)	eher selten, phosphatisch, Kalzit
Ostrakoden	benthisch-vagil (B 2, Hol 1, Cu 1)	div.	eher spärlich, Kalzit
Balaniden	benthisch, sessil (B 2, Hu 2, Hol 1, Cu 1, Bod 1)	kleinere Formen	ziemlich häufig, Kalzit
Krabben, Krebse	vagil, epi- und infaunal (B 2, Hol 1, Cu 1)	unbestimmbar	zahlreich (Scherenspitzen, Wohnbauten), phosphatisch
Seeigel	vagil, epi- und infaunal (B 2, Hol 1, Cu 1, Bod 1)	Herz-Seeigel cf. *Echinocardium* sp. (Bollwies)	zahlreich, v.a. Stacheln, reguläre und irreguläre, Kalzit, Steinkerne
Knorpelfische	nektisch, vagil (B 2, HU 3, Hol 1, Cu 1)	Squalomorphii Squatinomorphii Galeomorphii Batomorphii	zahlreich Zähne, Hautschuppen, Flossenstacheln phosphatisch
Knochenfische	nektisch (B 2, Hu 3, Cu 1, Hol 1, Bod 1)	Brassen, Spariden, Gobiidae "Gobiidarum" *bolligeri* (nach Reichenbacher 1993)	Zähne, Otolithen phosphatisch, Aragonit
Säugetiere	terrestrisch (Hu 1, Hu 2)	Artiodactyla indet. (Hu2) *Melissiodon dominans*, Gliride indet., Erinaceide indet., Ochothonidae	Zähne, Knochen phosphatisch

Tab. 3. Vorkommen, Substratnischen und Ernährungsweisen des nachgewiesenen Makrobenthos (Rohdaten für Figur 4)

	Fundort									Ernährung			Lebensweise			
Artenliste	B1 Bollwies	B2 Bollwies	Hu2 Hummelberg	Hu3 Hummelberg	Hol 1 Holderbrunnen	Cu1 Curtiberg	Cu2 Curtiberg	Fät 1 Fätzikon	Bod 1 Bodenholz /Bürg	Suspension	Detritus	Räuber	infaunal	epifaunal	vagil	Total Vorkommen
verzweigte Arten BRYOZOA					●	●				●				●		2
inkrustierende Arten				●						●				●		1
Scleractinia ANTHOZOA							●			●				●		1
Lingula sp. BRACHIOPODA		●			●					●			●			2
Terebratulidae						●				●				●		1
Dentalium sp. SCAPHOPODA	●		●	●	●	●	●				●	●	●		●	6
Nuculidae BIVALVIA	●		●								●		●		●	2
Nucula sp.					●						●		●		●	1
Arcacea					●					●			●			1
Anadara sp.	●	●		●			●			●			●			4
Anadara cf. *fichteli*	●									●			●			1
Anadara fichteli		●								●			●			1
Glycymeris sp.	●			●						●			●	●		2
Glycymeris cor				●	●					●			●	●		2
Mytilidae			●							●			●	●		1
Brachidontes sp.	●	●	●							●			●	●		3
?Pinnidae						●				●			●	●		1
Atrina sp.	●	●		●						●			●	●		3
Pectinidae	●	●		●	●	●	●		●	●			●	●		7
Chlamys sp.	●									●				●		1
Chlamys palmata	●			●			●			●				●		3
Pecten sp.							●			●			●	●		1
Pecten cf. *helvetiensis*							●			●			●	●		1
Pecten helvetiensis				●						●			●	●		1
Anomia sp.						●				●				●		1
Anomia cf. *ephippium*	●						●			●				●		2
Limidae				●		●				●				●		2
Crassostrea sp.				●						●				●		1
Ostrea sp.				●	●	●	●		●	●				●		5
Ostrea cf. *granensis*				●						●				●		1
Lucinidae	●				●					●			●			2
Diplodonta rotundata					●					●			●			1
Cardiidae	●	●		●		●		●		●			●			5
Cardium cf. *burdigalinum*				●						●			●			1
Cardium kunstleri	●	●								●			●			2
Acanthocardium sp.	●									●			●			1
Trachycardium sp.	●			●		●				●			●			3
?*Lutraria*	●									●			●			1
?*Lutraria sanna*						●				●			●			1
Lutraria sanna				●						●			●			1
Lutraria jeffreysi				●						●			●			1
Eastonia sp.				●						●			●			1
Eastonia cf. *rugosa*							●			●			●			1
Eastonia cf. *mitis*						●				●			●			1

	Fundort									Ernährung			Lebensweise			
Artenliste	B1 Bollwies	B2 Bollwies	Hu2 Hummelberg	Hu3 Hummelberg	Hol 1 Holderbrunnen	Cu1 Curtiberg	Cu2 Curtiberg	Fät 1 Fätzikon	Bod 1 Bodenholz /Bürg	Suspension	Detritus	Räuber	infaunal	epifaunal	vagil	Total Vorkommen
Tellinidae: ?*Donax* BIVALVIA	●										●		●		●	1
Apolymetis lacunosa				●							●		●		●	1
?*Tellinidae*: ?*Gastrana*					●						●		●		●	1
Gastrana sp.				●		●					●		●		●	2
Gastrana fragilis		●		●			●				●		●		●	3
Solecurtus dilatatus				●			●			●			●			2
Veneridae	●			●		●				●			●			3
Venus sp.				●			●			●			●			2
Venus nux				●						●			●			1
Venus cf. *nux*				●						●			●			1
Pitar sp.				●						●			●			1
Pitar islandicoides	●									●			●			1
Dosinia sp.				●						●			●			1
Corbula gibba		●								●			●			1
Pholas sp.	●				●		●			●			●			3
Pholas cf. *desmoulinsi*		●								●			●			1
Pholas desmoulinsi				●		●	●			●			●			3
GASTROPODA																
?*Patella/Fissurella*				●								●		●	●	1
Calliostoma sp.				●							●			●	●	1
Turritella sp.	●	●		●	●	●	●			●			●			6
Calyptraea sp.	●	●		●		●	●			●				●	●	5
Natica sp.	●	●		●		●	●					●	●		●	5
Sinum sp.						●						●	●		●	1
Ficus sp.1						●						●		●	●	1
Ficus sp.2						●						●		●	●	1
Ficus conditus		●										●		●	●	1
Fascicolariidae sp.1	●										●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.2	●										●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.3						●					●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.4		●									●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.5	●										●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.6	●										●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.7							●				●	●		●	●	1
Fascicolariidae sp.8	●										●	●		●	●	1
Nassaridae	●		●		●	●					●			●	●	4
?*Bullia*		●									●			●	●	1
CRUSTACEA																
Cirripedia (Balanidae)		●			●	●				●				●		3
Malacostraca (Brachyura)		●			●	●					●	●	●		●	3
ECHINODERMATA																
Echinoidea (irregulares)		●	●		●	●						●	●		●	4
Echinoidea (regulares)		●			●	●					●		●		●	3
Total pro Fundschicht	30	21	6	35	18	27	19	1	2							

schränkte Hinweise über den Entstehungsort liefern. Die Korngrössenverteilungen entstanden jedoch in Abhängigkeit von der Intensität der Wasserbewegung und lassen damit indirekt einen bedingten Schluss auf mögliche Wassertiefen zu. Während Mergelhorizonte (Hol 1, Cu 1) eher lagunäre Bildungen darstellen, könnten einige der Sandsteine (B 1, B 2, Hu 3, Cu 2) dem Vorstrandbereich oder sogar randdeltaischen Bereichen entstammen.

6.2 Makrobenthos

Die ökologischen Vergleichsdaten der Mollusken und weiterer Benthos-Organismen (Tab. 3) wurden in ein Scott-Diagramm eingefügt (Fig. 4). Vorzüge und Nachteile derselben sind in Scott (1978) und Keller (1989) beschrieben. Die Scott-Diagramme summieren Habitat und Fressgewohnheit des Makrobenthos und lassen so auf die Umgebungsbedingungen schliessen. Für die Analyse wurden die Belege makrobenthischer Faunenelemente wie Mollusken, Brachiopoden, Bryozoen und Krustentiere (inklusive deren Spuren) verwendet. Eine Bestimmung auf Gattungsebene ist für eine ökologische Interpretation meist ausreichend. Die Auswertung nach Scott (1978) berücksichtigt lediglich die nachgewiesenen Gattungen und Arten, aber nicht ihre relative Häufigkeit. Dadurch ist kein quantitatives Aufsammeln erforderlich, ein Vergleich mit anderen Fossilgemeinschaften fällt relativ leicht.

Es erwiesen sich 7 Fundhorizonte als gut geeignet, betreffend ihrer Faunendiversität bzw. betreffend der Funddichte und des Umfanges der Beprobung; es sind dies Bollwies (B 1, B 2), Hummelberg (Hu 2, Hu 3), Holderbrunnen (Hol 1) und Curtiberg (Cu 1, Cu 2). Bei Hu 2 ist die Zuverlässigkeit der Scott-Diagramme aufgrund der Fossilarmut jedoch deutlich geringer. Die Transgressionssedimente am Hummelberg (Hu 2) weisen auf geringe, die seelaffeartigen, teilweise konglomeratischen Ablagerungen am Hummelberg (Hu 3) auf relativ hohe Wasserturbulenz hin. Die Geröllschnüre in Hu 2 deuten darauf, dass im Bereich der marinen Sequenz der OMM die Meerestiefe die Tiefe der Sturm-Wellenbasis kaum je gross unterschritten hatte. Ähnliche Sturmflut-Schichtungen wie am Hummelberg wurden z.B. von Barthelt (1989) beschrieben.

Kurz zusammengefasst lässt sich folgendes rekonstruieren: Die einzelnen Schichten zeigen in der Auswertung der Scott-Diagramme nur relativ geringe Differenzen, obwohl markant verschiedene Lithologien vorliegen. Als Ursache ist die Kleinräumigkeit des stark gegliederten und in ständigem Umbau begriffenen Sedimentationsraumes zu nennen. Dennoch ergibt sich auch so eine wichtige Aussage, nämlich die, dass über den gesamten untersuchten räumlichen und zeitlichen Bereich das Einzugsgebiet sehr ufernah gelegen haben muss, bei vorwiegend marinen Bedingungen und nur gelegentlichem leicht brackischem Einfluss, verursacht durch die nahe mündenden Flussarme. Obwohl keine quantitativen Beprobungen erfolgten, kann aufgrund der Aufsammlung und der Art der vorliegenden Sedimente eine zusätzliche Angabe oder Vermutung zur genaueren Lage einer Fundschicht gewagt werden. Während die Mergelhorizonte von Curtiberg und Holderbrunnen eventuell lagunäre Bildungen darstellen, dürften die sandigeren Lagen eher einem unteren Vorstrand entsprechen oder gar aus distalen Randbereichen von Flussdeltas (Konglomerate, Hu 3, Cu 2) entstammen (Tab. 3, Fig. 5).

Viele Indizien (nur selten angebohrte Gerölle, kleinwüchsige Austern und andere zwergwüchsige Mollusken) sprechen für rasche Veränderungen des Lebensraumes in be-

Tab. 4. Prozentuale Auswertung von Tabelle 3 (Numerische Daten für Figur 4)

Fundort		Ernährung: Räuber	Ernährung: Detritus	Ernährung: Suspension	Lebensweise: vagil	Lebensweise: infaunal	Lebensweise: epifaunal
Bollwies B1	Stk.	4	6	20	11	14	5
n = 30 = 100 %	%	13,3	20	66,7	36,7	46,6	16,7
Bollwies B2	Stk.	4	4	13	9	9,5	2,5
n = 21 = 100 %	%	19	19	62	42,9	45,2	11,9
Hummelberg Hu2	Stk.	0,5	2,5	3	3	1	2
n = 6 = 100 %	%	8,3	41,7	50	50	16,7	33,3
Hummelberg Hu3	Stk.	2,5	4,5	28	8	18,5	8,5
n = 35 = 100 %	%	7,1	12,9	80	22,8	52,9	24,3
Holderbrunnen Hol1	Stk.	2	5	11	7	7	4
n = 18 = 100 %	%	11,1	27,8	61,1	38,9	38,9	22,2
Curtiberg Cu1	Stk.	6,5	4,5	16	12	8	7
n = 27 = 100 %	%	24	16,7	59,3	44,5	29,6	25,9
Curtiberg Cu 2	Stk.	2	2	15	5	8,5	5,5
n = 19 = 100 %	%	10,5	10,5	79	26,3	44,8	28,9

zug auf Salinität, Wasserqualität (bezüglich Suspensionsfracht), Substrat und Wassertiefe. Einzelbeobachtungen von in Lebensstellung erhaltenen Mollusken sprechen punktuell für eine rasche Einsedimentierung.

Strömungsorientierte Muscheln wie *Pinctada* fehlen. Diese Form ist auf eine Mindestströmung angewiesen, da sonst ihre Siphonen verstopfen. Dennoch war ausreichend Strömung vorhanden, was den in- und epifaunalen Benthonten ausreichend Nahrung verschaffte. Auf dem Boden ankommende Nahrungspartikel konnten von Gattungen wie *Gastrana* aufgenommen werden. Ins Sediment gelangte Nahrung konnte von den offenbar nur recht spärlich vorhandenen Nussmuscheln *(Nucula)* verwertet werden. Durch die wühlende Aktivität von *Nucula*, *Natica*, den Herzseeigeln und den Krebsen konnte Wasser ins erst wenig konsolidierte Sediment eindringen. Dennoch hatte das Sediment eine ausreichende Stabilität, so dass epifaunale Vertreter nicht einsanken. Ein Grossteil der infaunalen Mollusken war flach grabend (z.B. *Turritella*), nur Lucinidae, Tellinidae und *Solecurtus* sind tiefer im Sediment vergrabene Formen, die sich z.T. bei Störungen weit zurückziehen können *(Solecurtus)*.

Unter den übrigen Makrobenthos-Formen lassen die Krabben auf Küstennähe schliessen, da sich besonders viele Krabben im Intertidalbereich aufhalten. Während die regulären Seeigel konsolidiertes bis hartes Substrat bevorzugen, wühlen sich die irregulären Herzseeigel durchs unverfestigte Sediment. Serpeln, Bryozoen, Terebratuliden und Balaniden sind Hartgrund-Bewohner. Da sie sich bevorzugt in Austernkolonien

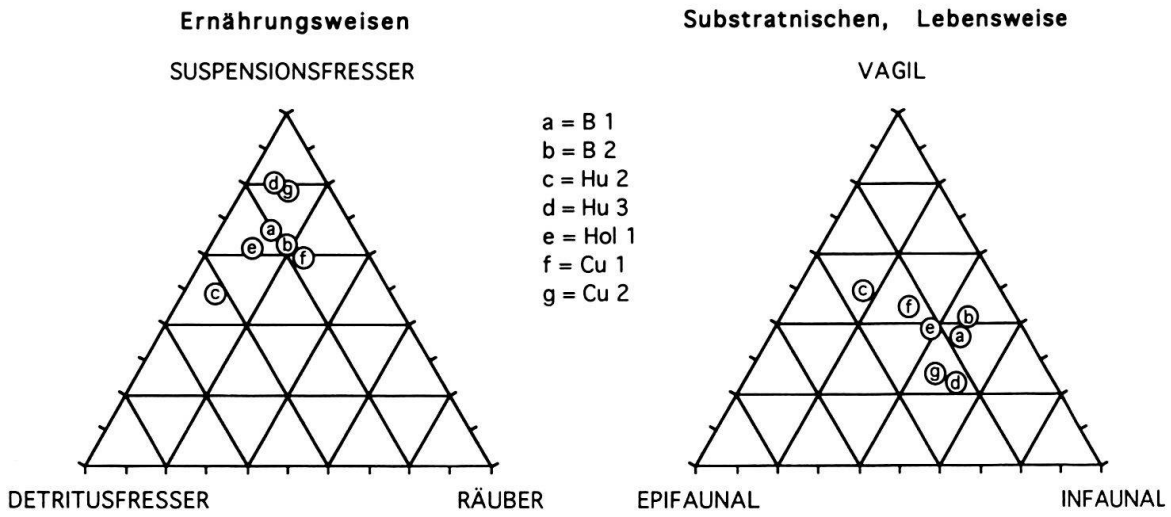


Fig. 4: Ernährungs- und Lebensweisen (bzw. Substratnischen): Scott-Diagramme (vgl. Scott 1978, Keller 1989)

oder auf anderen Muschelbänken aufhalten, müssen für sie bevorzugt untiefe Wasserbereiche von kaum mehr als 20 m Tiefe angenommen werden.

6.3. Ökologische Interpretation der Knorpelfisch-Fauna

Gesamtheitlich betrachtet besteht die Knorpelfisch-Fauna der St.Galler-Formation der Region Jona aus einer für die Molasse typischen Mischfauna, wie sie ähnlich auch von vielen anderen Fundorten bekannt ist. Lediglich der Anteil an bathyalen, litoralen und nektonischen Faunenelementen ist lokal unterschiedlich. Die Selachierfaunen von Curtiberg (Cu 2) und Bollwies (B 2) zeigen geringe Differenzen in ihrer Zusammensetzung, die allerdings nicht ohne Vorbehalte (siehe Einleitung 5.2) bewertet werden können. Folgt man den vorhandenen Fakten, verschiebt sich das Faunenspektrum in Curtiberg gegenüber Bollwies vor allem bei den Squaliformes und Batomorphii (Tab. 1). Die Carcharhiniformes sind an beiden Hauptfundorten etwa gleichwertig, die lamniformen Haie sind hingegen in Bollwies offenbar stärker vertreten (Tab. 1). Berücksichtigt man den zahlenmässigen Bestand an Zahnmaterial, dürften vor allem die Gattungen *Squalus, Centrophorus, Scyliorhinus Asymbolus, Raja, Torpedo* und *Dasyatis* als autochtone Faunenkomponenten betrachtet werden. Von *Squalus* sind als einziger Gattung auch zahlreiche Dermaldentikel überliefert.

Für Curtiberg (Cu 2) und Bollwies (B 2) wird auf Grund der vorgefundenen Selachierfauna ein küstennahes vollmarines Millieu mit relativ geringer Wassertiefe angenommen. Das Fehlen wichtiger räuberischen Grossformen könnte in diesem Zusammenhang erklärt werden.

Für die Fundstellen Holderbrunnen (Hol 1) und Hummelberg (Hu 3) kann keine Aussage gemacht werden, da von beiden Orten nur sehr wenig Zahnmaterial vorliegt. Angaben über die Salinität sollten nicht auf das Vorkommen oder Ausbleiben von Selachiern gestützt werden.

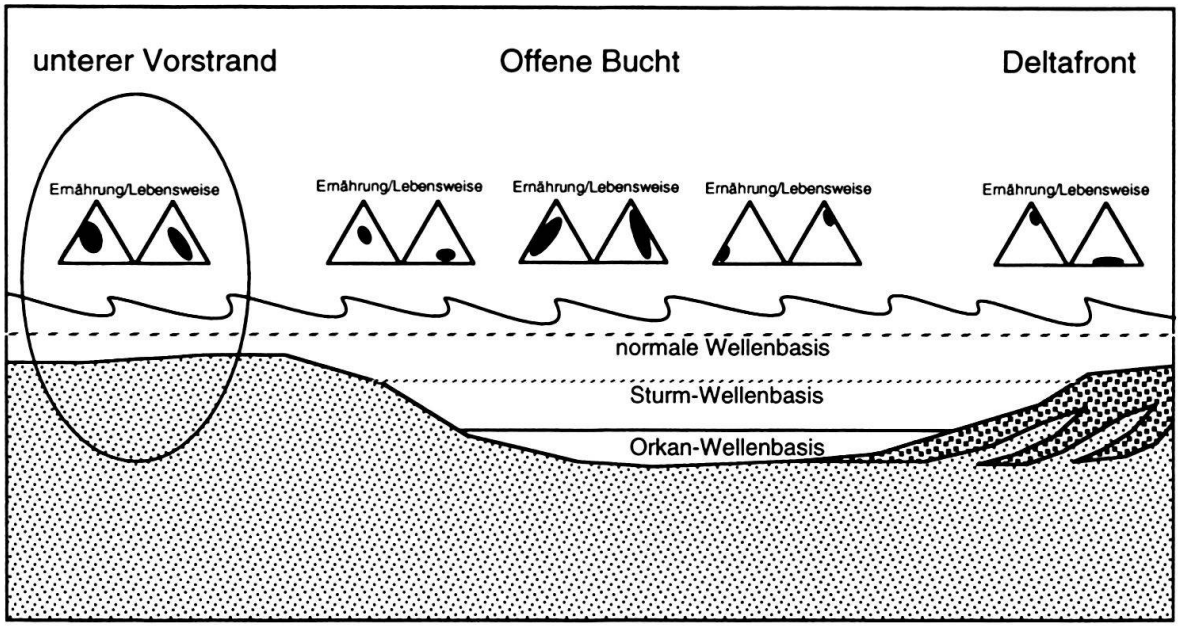


Fig. 5: Schematische Scott-Diagramme und zugehörige Ablagerungs- bzw. Lebensräume. Bezeichnet ist der wahrscheinlichste Ablagerungsbereich eines Grossteils der fossilführenden Sedimente um Jona (unterer Vorstrand). Verändert nach Keller (1989).

7. Das Alter der marinen Molasse von Jona

Zur Altersbestimmung konnten von Fischer (1988) Pectinidenschalen auf ihr Sr-Isotopenverhältnis hin untersucht werden, was schliesslich nach De Paolo & Ingram (1985) und Richter & De Paolo (1987) zu einer Altersinterpretation von rund 18–18,5 Millionen Jahren führt (Keller 1989, Bolliger 1992).

Weitere Altersangaben können von der Säugerstratigraphie erhalten werden. Die hangende Lokalität Tägernaustrasse ist einem jüngeren bis jüngsten MN4 zuzurechnen (mit *Ligerimys florancei, Melissiodon dominans, Anomalomys minor, Democricetodon franconicus, Megacricetodon* cf. *collongensis,* aber noch keinem *Keramidomys*). Im unmittelbar Liegenden der marinen Transgression am Hummelberg lässt sich nur *Melissiodon dominans* artlich bestimmen (Taf. 1, Fig. 1, 2), womit diese Fundschicht in MN 3 bis MN 4 gestellt werden kann. Vergleiche mit den Profilen im Goldinger Tobel ergeben noch keine genauere Eingrenzung. Kürzlich konnte im Goldinger Tobel jedoch ein neuer, recht fossilreicher säugerführender Mergelhorizont aufgefunden werden (GT 8, koord. ca.: 716'150/234'950/585 m). Eine intensivere Beprobung dieses Mergels sollte weitere Details zur Biostratigraphie der Region liefern können.

Die marine Ingression der OMM am Westrand der fluvialen Hörnlischüttung zwischen Rapperswil und Bürg lagerte bis maximal etwa 30 m Sedimente ab. Diese sind vorwiegend in sehr flachem Meerwasser bei 0–20 m Wassertiefe gebildet worden. Die marine Phase war hier wohl nur von relativ kurzer Dauer und fand wahrscheinlich innerhalb der Säugerzone MN 4 statt.

Verdankungen

Herrn Urs Jauch (Institut für Pflanzenbiologie der Uni Zürich) sei herzlich für die Anfertigung der SEM-Aufnahmen gedankt, Herrn H. Lanz (Paläontologisches Institut der Uni Zürich) danken wir für die Ausführung von Fotoarbeiten.

LITERATURVERZEICHNIS

BARTHELT, D. 1989: Faziesanalyse und Untersuchung der Sedimentationsmechanismen in der unteren Brackwassermolasse Oberbayerns. Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen A, 17, 1–118.

BARTHELT, D., FEJFAR, O., PFEIL, F. H., UNGER, E. 1991: Notizen zu einem Profil der Selachier-Fundstelle Walbertsweiler im Bereich der miozänen Oberen Meeresmolasse Süddeutschlands. Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen A, 19, 195–208.

BOLLIGER, T. 1987: Stratigraphie der Molasse im Raum Stäfa-Jona-Wald (Kantone Zürich und St.Gallen). Unpubl. Diplomarbeit Univ. Zürich, 1–150.

BOLLIGER, T. 1992: Kleinsäugerstratigraphie in der miozänen Hörnlischüttung (Ostschweiz). Documenta naturae 75, 1–296.

BOLLIGER, T., GATTI, H. & HANTKE, R. 1988: Zur Geologie und Paläontologie des Zürcher Oberlandes. Vjschr. naturf. Gesellsch. in Zürich 133/1, 1–24.

BÜCHI, U. P. 1950: Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal. Diss. Univ. Zürich, 1–99.

BÜCHI, U. P. 1957: Zur Gliederung der Oberen Süsswassermolasse (OSM) zwischen Bodensee und Reuss. Bull. Ver. Schweiz. Petroleum-Geol. u. Ing. 24/66, 35–42.

BÜCHI, U. P. & HOFMANN, F. 1945: Die Obere marine Molasse zwischen Sitter-Urnäsch und dem Rheintal. Eclogae Geol. Helv. 38/1, 175–194.

BÜCHI , U. P. & SCHLANKE 1977: Zur Paläogeographie der Schweizerischen Molasse. Erdöl/Erdgas-Zeitschrift 93, Sonderausgabe, 57–69.

BÜCHI, U. P. & WELTI, G. 1951: Zur Geologie der südlichen mittelländischen Molasse der Ostschweiz zwischen Goldinger Tobel und Toggenburg. Eclogae geol. Helv. 44/1, 183–206.

CAPPETTA, H. 1987: Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. In Schultze, H. P. (ed.), Handbook of Paleoichthology 3B, Fischer Stuttgart, 193 S.

DE PAOLO, D. J. & INGRAM, B. L. 1985: High resolution stratigraphy with strontium isotopes. Science 227, 938–941.

ESCHER VON DER LINTH, A. 1849: Bemerkungen über das Molassegebilde der östlichen Schweiz. Mitt. der naturf. Gesellsch. in Zürich, 1/7, 97–112.

FISCHER 1988: Isotopengeochemische Untersuchungen und Datierungen an Mineralien und Fossilien aus Sedimentgesteinen. Diss. ETH Zürich, 207 S.

GUTZWILLER, 1877: Molasse und jüngere Ablagerungen enthalten auf Blatt 9 des eidgen. Atlas. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 14. Lieferung, 1. Abteilung, 1–149.

HABICHT, J. K. A. 1987: Internationales stratigraphisches Lexikon, Band 1, Europa, Faszikel 7b Schweiz, Mittelland (Molasse). Schweiz. Geol. Kommission, 528 S.

HEIM, A. 1919: Geologie der Schweiz, Band 1. Tauchnitz Verlag, Leipzig, 704 S.

HERBORDT, O. 1907: Geologische Aufnahme der Umgegend von Rapperswil-Pfäffikon am Zürichsee. Dissertation an der Universität Zürich.

HERMAN, J, HOVESTADT-EULER, M. & HOVESTADT, D. C. 1990: Order: Carcharhiniformes. Family: Scyliorhinidae. Bull. Inst. Royal des sci. nat. de Belgique, Biologie 60, 181–230.

KELLER, B. 1989: Fazies und Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse (unteres Miozän) zwischen Napf und Bodensee. Diss. Univ. Bern, 403 S.

LEDOUX, J. C. 1972: Les Squalidae (Euselachii) miocènes des environs d'Avignon (Vaucluse). Docum. Lab. Géol Fac. Sci. Lyon. Notes et mémoires 52, 133–175.

PFISTER, TH. & WEGMÜLLER, U. 1994: Beschreibung, Vergleich und Verbreitung der Bivalven-Arten aus den Belpbergschichten (Obere Meeresmolasse, mittleres Burdigalien) in der Umgebung von Bern, Schweiz. 1. Teil: Palaeotaxodonta und Pteriomorphia, exclusive Ostreacea. Eclogae geol. Helv. 87/3, 895–973.

REICHENBACHER, B. 1993: Mikrofaunen, Paläogeographie und Biostratigraphie der miozänen Brack- und Süsswassermolasse in der westlichen Paratethys unter besonderer Berücksichtigung der Fisch-Otolithen. Senckenbergia lethaea 73/2, 277–374.

RICHTER, F. M. & DE PAOLO, D. J. 1987: Numerical models for diagenesis and the Neogene Sr isotopic evolution of seawater from DSDP site 590B. Earth and Planetary Science Letters 83, 27–38.

RUTSCH, R. 1928: Geologie des Belpbergs. Paul Haupt Verlag Bern. 194 S.

RUTSCH, R. 1929: Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs. Abh. der Schweiz. Paläont. Ges., 49, 1–77.

RUTSCH, R. 1958: Das Typusprofil des Helvétien. Eclogae Geol. Helv. 51/1, 107–118.

RUTSCH, R., Drooger, C. W. & OERTLI, H. J. 1958: Neue Helvétien-Faunen aus der Molasse zwischen Aare und Emme (Kt. Bern). Mitt. d. naturf. Gesellsch. in Bern, n.F. 16, 1–36.

RUTSCH & HÜRZELER 1934: Das Alter der Molassezone von Jona-Rapperswil-Ufenau (Oberer Zürichsee). Eclogae geol. Helv. 27/2, 347–351.

SCHAFFER, F. X. 1918: Das Miocän von Eggenburg. Die Gastropoden der Miocänbildung von Eggenburg. Abh. k. k. Geol. Reichsanst. 22/2, 126–183.

SCOTT, R. W. 1978: Approaches to trophic analysis of paleocommunities. Lethaia 11/1, 1–14.

STEININGER, F. F. & SENES, J. 1971: M1 Eggenburgien. Die Eggenburger Schichtgruppe und ihr Stratotypus. Chronostratigraphie und Neostratotypen, 2, Bratislava. 827 S.

STRAUSZ, L. 1966: Die miozän-mediterranen Gastropoden Ungarns. Budapest, 693 S.

TANNER, H. 1944: Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. Mitt. thurg. naturf. Gesellsch. 33, 1–108.

WELTI, G. 1950: Zur Geologie, Stratigraphie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse am oberen Zürichsee. Unpubl. Entwurf zu einer Dissertation, 87 S.

ZINGG, TH. 1934: Erläuterungen zum geologischen Atlas der Schweiz 7, 1:25'000, Atlasblatt 226–229, Mönchaltorf-Hinwil-Wädenswil-Rapperswil (entsprechend Blatt 1112, Stäfa), Bern.

Manuskript eingegangen 25. Juli 1995
Revision angenommen 28. Oktober 1995

Tafel 1

Fig. 1: *Melissiodon dominans*, DEHM 1935, PIMUZ A/V 1591, Hummelberg (Hu 1) M1 inf. sin. (2,84 × 1,96 mm).

Fig. 2: *Melissiodon dominans*, DEHM 1935, PIMUZ A/V 1592, Hummelberg (Hu 1) M2 inf. dext. (2,28 × 1,80 mm).

Fig. 3: *Etmopterus* sp., PIMUZ A/I-3066, Holderbrunnen, × 30.

Fig. 4: *Etmopterus* sp., PIMUZ A/I-3048, Curtiberg, × 25.

Fig. 5: *Centrophorus* sp., PIMUZ A/I-3055, Bollwies, × 10.

Fig. 6: *Squaliolus* sp., PIMUZ A/I-3052, Curtiberg, × 33.

Fig. 7: *Deania* sp., PIMUZ A/I-3053, Curtiberg, × 26.

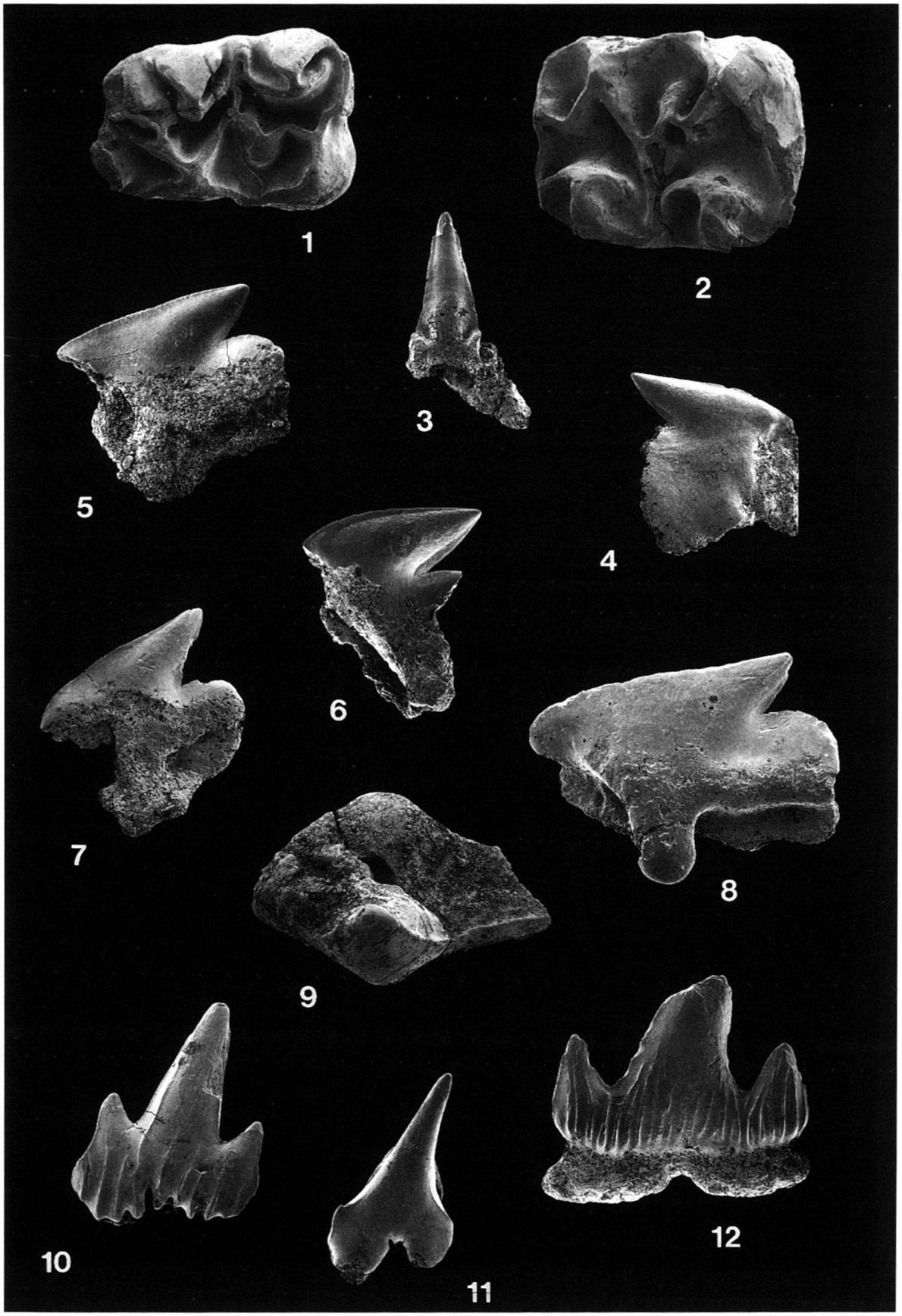
Fig. 8: *Squalus* sp., PIMUZ A/I-3049, Curtiberg, × 25.

Fig. 9: *Squatina* sp., PIMUZ A/I-3046, Bollwies, × 13.

Fig. 10: *Asymbolus* sp., PIMUZ A/I-3075, Curtiberg, × 62.

Fig. 11: *Scyliorhinus fossilis* LERICHE non PROBST, PIMUZ A/I-3042, Bollwies, × 14.

Fig. 12: *Scyliorhinus distans* (PROBST 1879), PIMUZ A/I-3041, Curtiberg, × 21.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel 2

Fig. 1: *Rhizoprionodon* sp., PIMUZ A/I-3068, Bollwies, × 9.

Fig. 2: *Jago* sp., PIMUZ A/I-3043, Curtiberg, × 36.

Fig. 3: *Chaenogaleus affinis* (PROBST 1879), PIMUZ A/I-3045, Curtiberg, × 12.

Fig. 4: *Carcharhinus priscus* (AGASSIZ 1843), PIMUZ A/I-3040, Curtiberg, × 5.

Fig. 5: *Isogomphodon acuarius* (PROBST 1879), PIMUZ A/I-3051, Bollwies, × 4,2.

Fig. 6: *Cetorhinus parvus* Leriche 1908, PIMUZ A/I-3035, Bollwies, × 23.

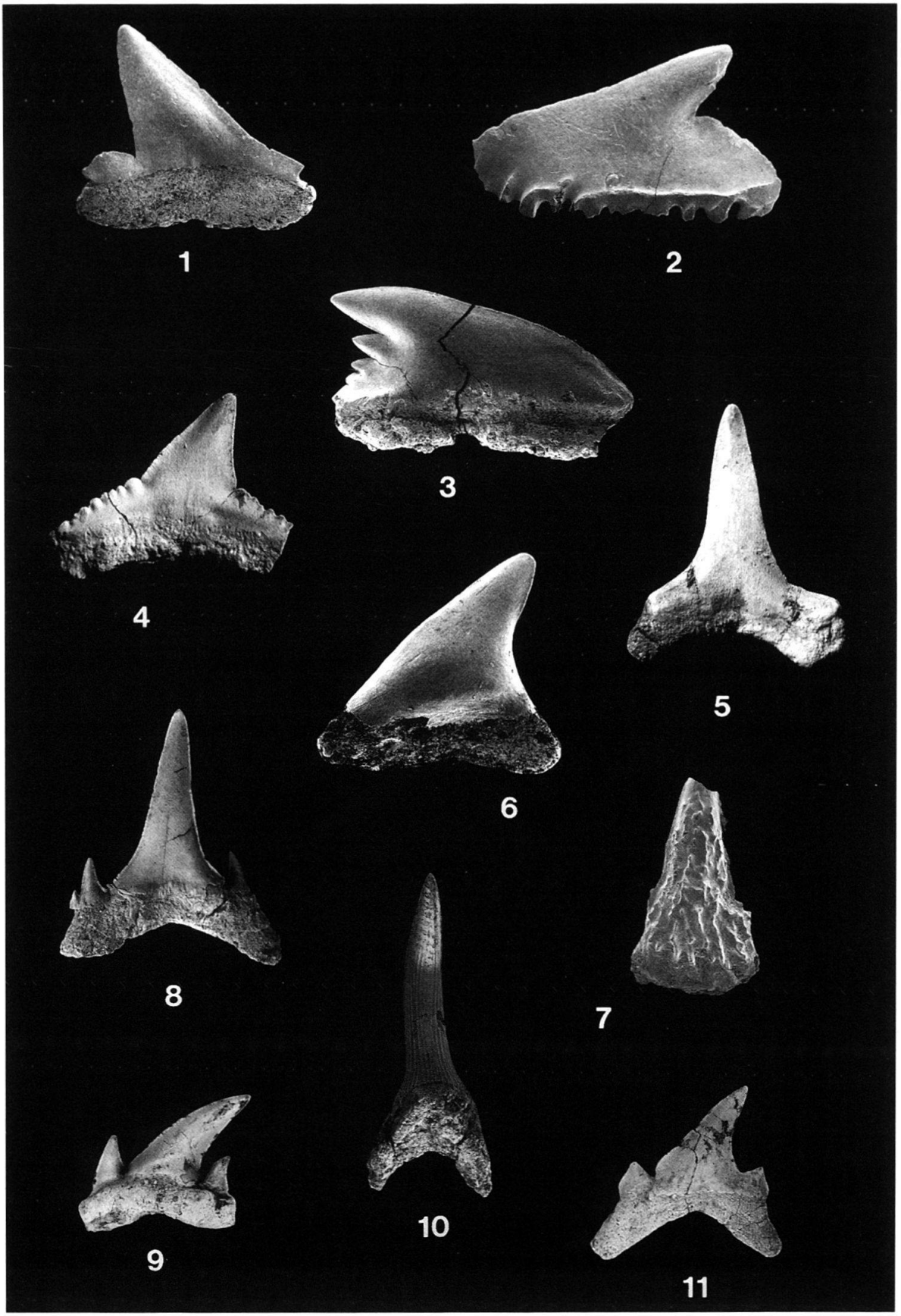
Fig. 7: *Cetorhinus* sp, PIMUZ A/I-3054, Curtiberg, × 33.

Fig. 8: *Carcharias* sp., PIMUZ A/I-3067, Curtiberg, × 2,5.

Fig. 9: *Carcharoides catticus* (PHILIPPI 1846), PIMUZ A/I-3037, Bollwies, × 2,4.

Fig. 10: *Mitsukurina lineata* (PROBST 1879), PIMUZ A/I-3039, Curtiberg, × 2,4.

Fig. 11: *Carcharias cuspidatus* (AGASSIZ 1843) , PIMUZ A/I-3038, Hummelberg, × 2,1.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Tafel 3

Fig. 1: *Rhynchobatus pristinus* (PROBST 1877), PIMUZ A/I-3065, Curtiberg, × 10.

Fig. 2: *Pristis* sp., PIMUZ A/I-3060, Curtiberg, × 72.

Fig. 3: *Torpedo* sp., PIMUZ A/I-3058, Curtiberg, × 44.

Fig. 4: *Raja* sp. 1., PIMUZ A/I-3071, Curtiberg, × 31.

Fig. 5: *Raja* sp. 2., PIMUZ A/I-3072, Curtiberg, × 27.

Fig. 6: *Raja* sp. 4., PIMUZ A/I-3074, Curtiberg, × 42.

Fig. 7: *Dasyatis* sp., PIMUZ A/I-3064, Curtiberg, × 56.

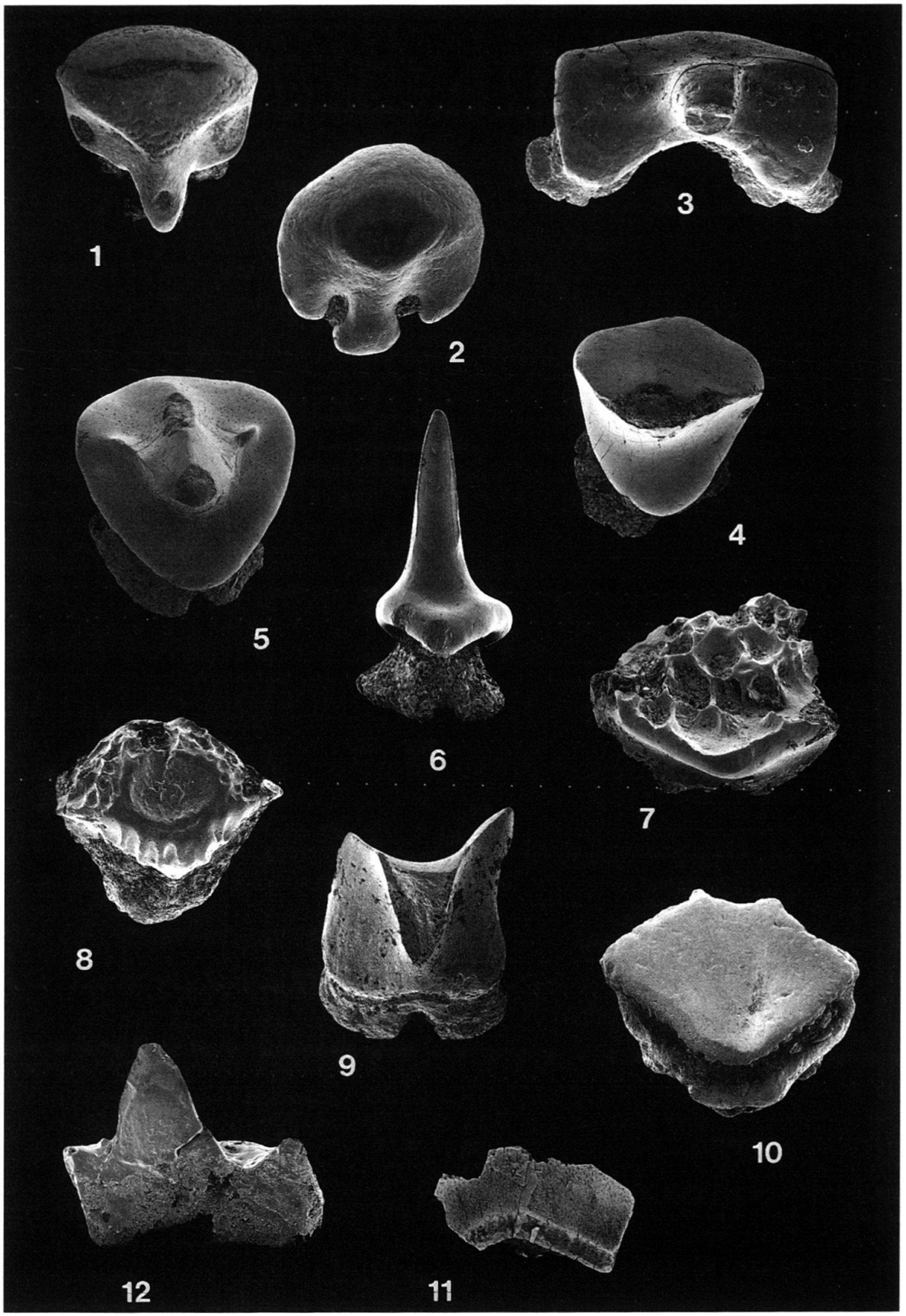
Fig. 8: *Dasyatis* cavernosa (PROBST 1877), PIMUZ A/I-3049, Curtiberg, × 13.

Fig. 9: *Gymnura* sp., PIMUZ A/I-3057, Curtiberg, × 35.

Fig. 10: *Myliobatis* sp., PIMUZ A/I-3059, Bollwies, × 8,7.

Fig. 11: *Aetobatis* sp., PIMUZ A/I-3061, Bollwies, × 2,5.

Fig. 12: *Mobula* sp., PIMUZ A/I-3056, Bollwies, × 20.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12