

Stratigraphie und Tektonik

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **79 (1986)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

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.

phie zu reinterpretieren und b) sowohl die vertikalen als auch die horizontalen «Trends» der sedimentologischen Faziesentwicklung im UMM-Becken aufzuzeigen. Ferner sollen die Paläoküstenverläufe an der Südküste, die Paläoschüttungen, die Paläowindrichtungen, die Regressionsgeschichte und die relativen Meeresspiegelschwankungen rekonstruiert werden.

2. Methoden

2.1 Feld- und Labormethoden

Die Sedimenttexturen und -strukturen (nach englischer Nomenklatur) wurden soweit als möglich direkt im Feld aufgenommen und vermessen. Einzig Korngrößen, welche für paläohydraulische Berechnungen Verwendung finden sollten, sind im Labor unter dem Binokular bestimmt worden. Ferner konnten die nicht immer ideal angewitterten kleinmaßstäblichen Sedimentstrukturen z. T. erst im Labor in Anschnitten und soweit notwendig durch Anätzen derselben mit 2n HCl oder durch Radiographie (BOUMA 1969) sichtbar gemacht werden.

Mit 20prozentigem H₂O₂ versetzte und anschliessend durch 2- bis 0,1-mm-Siebe gewaschene Mergelproben lieferten mit Mikrofossilien angereicherte Schlämmrückstände. Die Mikrofossilien wurden anschliessend unter dem Binokular manuell aussortiert. Das Aufbereiten und das Auszählen der Schwerminerale erfolgten nach den Methoden von HOFFMANN (1957), FÜCHTBAUER (1954) und MATTER (1964).

2.2 Numerische Auswertung der Daten

Die Berechnung paläowellenklimatischer Parameter und der Paläowassertiefen aus steilen trochoidalen Wellenrippelmarken (Gleichgewichts-Wellenrippelmarken) erfolgte nach den Methoden von MILLER & KOMAR (1980), ALLEN (1984) und DIEM (1985). Richtungsdaten wurden nach vorangehender Horizontierung der Faltenachsen durch einfache Kippung in die Horizontale zurückgedreht. Für die numerische Auswertung der Schwermineraldaten wurde die Multinomial-Diskriminanzanalyse nach COX & BRANDWOOD (1959) sowie eine in der vorliegenden Arbeit modifizierte Version der Hauptkomponentenanalyse von HOTELLING (1933) herangezogen. Hierbei wurden die ersten zwei Hauptkomponenten in Verhältnisse umgerechnet (vgl. Anhang). Da sowohl die «Cox-Brandwood scores» (COX & BRANDWOOD 1959) als auch die Schwermineralverhältnisse direkt aus Kornzahlen berechnet werden können, sind diese nicht von einer willkürlich gewählten 100%-Basis abhängig.

3. Stratigraphie und Tektonik

3.1 Die UMM zwischen der Ammer und der Ostschweiz

Im oberbayerisch-vorarlbergischen Raum tritt die UMM nur in den z. T. gefalteten inneren Schuppen der subalpiner Molasse («Faltenmolasse») zutage. Bis über 1 km mächtige UMM-Abfolgen, welche von den sehr wahrscheinlich unteroligozänen basalen Turbiditen (Deutenhausenerschichten = untere UMM) bis in die mitteloligozäne Küstenfazies (Bausteinschichten = obere UMM) reichen, sind hier auf die Südschenkel der Murnauer Mulde im Osten und der Steineberg-Mulde im Westen beschränkt (ZÖBELEIN 1962; FISCHER 1960, 1979; RESCH et al. 1979; HAGN 1981). Wegen der ausgezeichneten Aufschlussverhältnisse im Südschenkel der Murnauer Mulde (Ammer-Profil) war die lithostratigraphische Abfolge der UMM-Sedimente im oberbayerisch-vorarlbergischen Raum nie umstritten.

An der Ammer, wo im untersuchten Gebiet die UMM am vollständigsten aufgeschlossen ist (Fig. 3), beginnt die Sequenz, tektonisch an den nordpenninischen Flysch grenzend, mit einer nach oben grobkörniger werdenden Megasequenz turbiditischer Ablagerungen (Deutenhausenerschichten und unterste Tonmergelschichten = untere UMM). In den oberen Anteilen dieser turbiditischen Megasequenz, welche hier teils

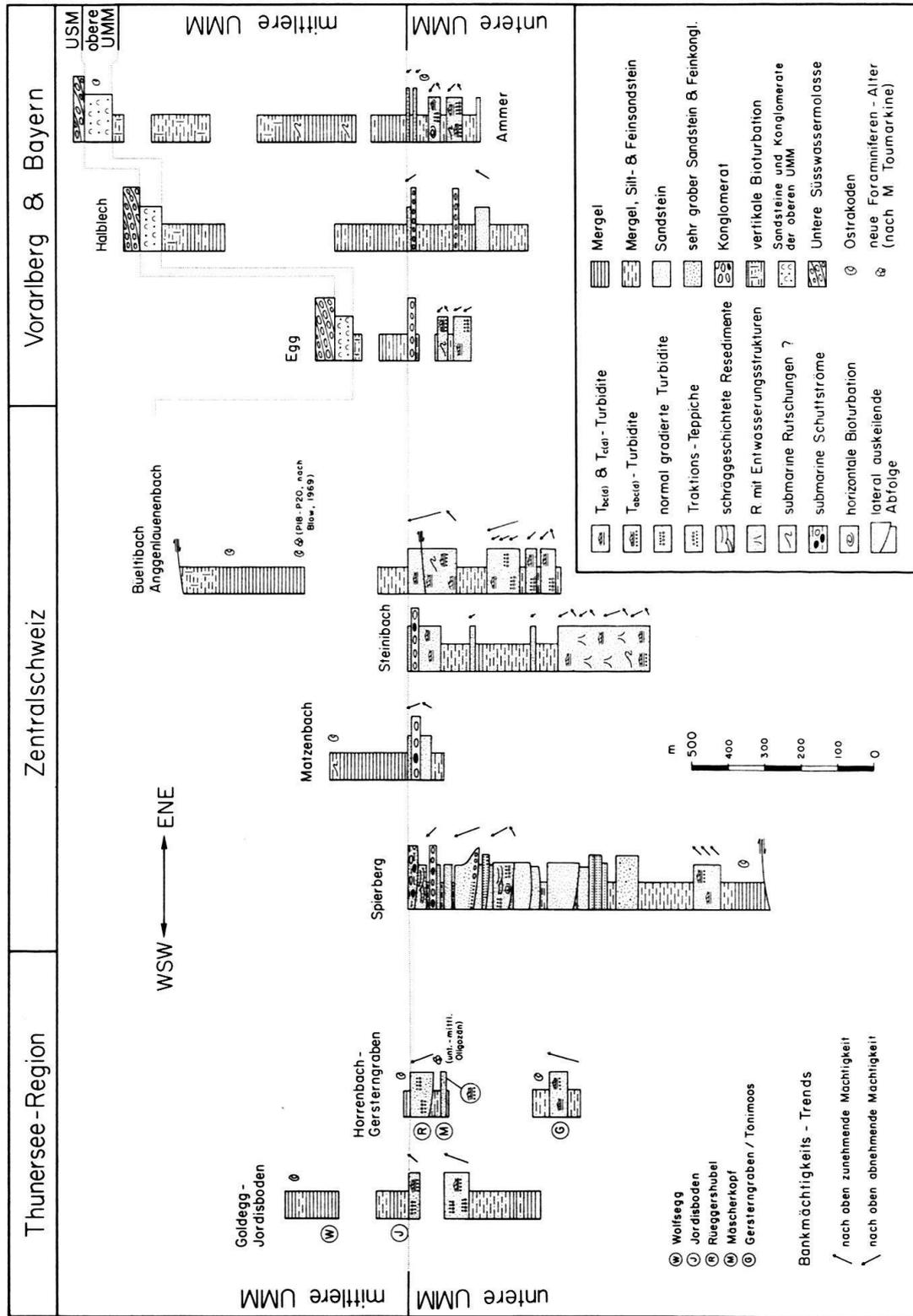


Fig. 3. Sedimentologische Profile durch die untere und mittlere UMM. Nebst eigenen Aufnahmen wurden die Arbeiten von MUHEIM (1934), HOLLIGER (1955), SCHERER (1966), BLAU (1966), SCHMID (1970), GASSER (1968), HÖFLE & KUHNERT (1969), KUHNERT & OHM (1974) und MATTER et al. (1980) verwendet.

kiesig ausgebildet ist, deuten schichtparallel verlaufende Lebensspuren (Tf. 2) auf ein tiefermarines Ablagerungsmilieu der unteren UMM hin (FISCHER 1979). Die turbiditischen Sedimente der unteren UMM werden an der Ammer von ziemlich reinen Tonmergeln überlagert. Gegen oben schalten sich in diese zur mittleren UMM gerechneten Tonmergel immer häufiger turbiditische Silt- und Feinsandsteinbänke ein. Charakteristisch für diese Silt- und Feinsandsteinbänke ist eine vertikale Organismenverwühlung, was sie von den älteren turbiditischen Ablagerungen unterscheidet. Die tonmergelige mittlere UMM wird hier von einer sandig bis konglomeratisch ausgebildeten regressiven Küstenfazies (Bausteinschichten = obere UMM) überlagert, welche zur USM überleitet.

Westlich des Rheins, in der Ostschweiz, findet man dagegen an der Basis der inneren subalpinen Molasse-Schuppen nur geringmächtige UMM-Abfolgen von mitteloligozänem Alter. Ältere Sedimente als mitteloligozäne (Palynomorphenzone 20b nach HOCHULI 1978) fehlen (FREI 1979). HABICHT (1945) beschreibt, dass an der Basis der Speerschuppe, im Rietbad-Tobel (S-736.180/233.780)²⁾, eine bis zu 100 m mächtige Sandsteinabfolge in die «unteren» Grisigermergel eingeschaltet ist. HABICHT (op. cit.) lässt jedoch offen, ob es sich hier um Sandsteine in einer normalstratigraphischen Abfolge handelt oder um eine tektonische Repetition der Horwersandsteine (obere UMM). FREI (1979) datiert das Maximalalter dieser «unteren Sandsteine» als Mitteloligozän (Nannoplanktonzone NP 24, nach MARTINI 1971) und definiert eine «Rietbad-Formation», welche er aufgrund sedimentpetrographischer Kriterien mit den Deutenhausenerschichten im Osten und den Hilferschichten im Westen korreliert. MATTER et al. (1980) weisen jedoch die Hilferschichten dem Unteroligozän zu, womit die Korrelation von FREI (op. cit.) widerlegt ist. Ebenfalls ist die von FREI (op. cit.) postulierte normalstratigraphische Abfolge (Rietbadformation–Grisigermergel–Horwersandstein) keineswegs haltbar. Hier handelt es sich ohne Zweifel, wie von HABICHT (1945) richtigerweise als Möglichkeit in Betracht gezogen, um eine tektonische Repetition der Horwersandsteine. Die Überschiebung kann im Rietbadtobel, oberhalb der Wasserfassung des Rietbad-Hotels, beobachtet werden. Das Dach der «Rietbad-Schichten» wird hier von grünen Mergeln mit schwarzen, kohlereichen Horizonten (Paläoböden?) überlagert. Schlammproben haben neben Knochen- und Gastropoden-Bruchstücken ein Säuger-Zahnfragment (Cricetide?) geliefert (B. Engesser, schriftl. Mitt., 1985). Diese grünen Mergel, welche gegen das Hangende stärker tektonisch beansprucht sind, werden nach einer Aufschlusslücke von etwa 8 m von grauen, typischen Grisigermergeln überlagert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Während in Oberbayern und Vorarlberg die UMM-Ablagerungen z. T. von den basalen Turbiditen bis hinauf in die regressive Küstenfazies reichen, sind in der Ostschweiz alle UMM-Sequenzen in der mittleren UMM (Grisigermergel) abgeschert worden. Die untere UMM (Deutenhausenerschichten) tritt in der Ostschweiz nirgends auf.

3.2 Die UMM der Zentralschweiz

In der Zentralschweiz tritt die UMM nur in den z. T. gefalteten inneren Schuppen der subalpinen Molasse («innere aufgeschobene Zone»; BAUMBERGER 1925) zutage. Im Ent-

²⁾ In der vorliegenden Arbeit sind schweizerische Koordinaten mit S und bayerische mit D bezeichnet.

lebuch (südwestlich des Vierwaldstättersees) ist die UMM hauptsächlich in zwei von Südwesten nach Nordosten streichenden Schuppen aufgeschlossen (Fig. 4, Karte). Während die nördliche Schuppe (Beichlen–Farneren-Schuppe) gegen Nordosten auskeilt (Fig. 4), lässt sich die UMM in den liegenden Sedimenten der südlichen Schuppe (Hilfernschuppe) bis an den Fuss des Rigi verfolgen (BUXTORF & KOPP 1943). An der Basis der nördlich gelegenen, vorwiegend aus oligozäner fluvioterrestrischer Nagelfluh (USM) aufgebauten Beichlen–Farneren-Schuppe findet man eine nur geringmächtige Abfolge von UMM-Sedimenten vor. Die UMM besteht hier aus Tonmergeln (Grisigermergel = mittlere UMM), welche gegen das Hangende graduell in eine regressive Küstenfazies (Horwersandsteine = obere UMM) übergehen. In der im Süden angrenzenden Hilfernschuppe beobachtet man im Profil Escholzmatt–Neuhüttli–Flühli (Fig. 4b), aufgeschoben auf die Konglomerate der oligozänen USM (Beichlen–Farneren-Nagelfluh), Turbidite der unteren UMM (Hilfernschichten), welche im Matzenbach (Fig. 3) von ziemlich reinen grauen Tonmergeln (Grisigermergel = mittlere UMM) überlagert werden (HAUS 1937; GASSER 1968). Die untere UMM beginnt in der Hilfernschuppe mit siltarmen, Ostrakoden führenden Mergeln (MATTER et al. 1980). Gegen oben gehen diese Mergel ähnlich wie an der Ammer in eine nach oben grobkörniger und dickbankiger werdende Megasequenz turbiditischer Ablagerungen über, welche in einer konglomeratischen Serie (Flühli-Nagelfluh) ihren oberen Abschluss findet. Diese Megasequenz konnte am Spierberg (Fig. 4b) aufgrund von Foraminiferen, Dinoflagellaten und Pollen ins tiefere Oligozän (Planktonische Foraminiferenzonen P18–P19 nach BLOW 1969; Palynomorphenzonen 19 oder 20a nach HOCHULI 1978) eingestuft werden (MATTER et al. 1980; HOCHULI 1982). Ferner deuten auch hier am Spierberg schichtparallele Lebensspuren, welche in den oberen Anteilen der turbiditischen Megasequenz beobachtet werden können, auf ein tiefermarines Ablagerungsmilieu der unteren UMM hin.

Folgt man der Hilfernschuppe gegen Nordosten, dann trifft man im Büeltibach–Änggenlauenbach-Profil (Fig. 4a) eine UMM-Abfolge an, welche, wenn auch lückenhaft aufgeschlossen, von der unteren UMM (Hilfernschichten) bis hinauf in die obersten Anteile der mittleren UMM (Grisigermergel) reicht. Die obersten Anteile der mittleren UMM sind hier, wie an der Ammer, durch das Auftreten vertikal verwühlter turbiditischer Silt- und Feinsandsteinbänke charakterisiert.

Zwischen diese obersten Anteile der mittleren UMM und den überschobenen subalpinen Flysch schaltet sich im Änggenlauenbach ein etwa 15 m mächtiger, überkippter konglomeratischer Schürfling ein (Fig. 4a). Hierbei handelt es sich um eine nach dem Hangenden feinkörniger und dünnbankiger werdende Wechsellagerung von invers gradierten Fein- und Grobkonglomeraten und grauen Mergeln. An den ehemaligen Unterflächen der invers gradierten Feinkonglomeratbänke verraten grosse Sohlmarken die überkippte Lagerung. Leider ist die Foraminiferenfauna dieses Schürfpaketes für eine Datierung zu schlecht erhalten (schriftl. Mitt. M. Toumarkine, 1983), so dass die Beheimatung desselben unsicher ist. Die grossen Sohlmarken, die inverse Gradierung und die überkippte Lagerung zeigen jedoch, dass das hier anstehende Konglomerat-Paket, wenn aus der UMM, dann vermutlich aus dem Dach der unteren UMM stammt. Dass es sich dagegen bei den hier im Änggenlauenbach anstehenden Konglomeraten um eine Fortsetzung der im Nordosten anstehenden fluvioterrestrischen Heuboden–Äschitannen-Nagelfluh (USM) handeln könnte, wie dies von KAUFMANN (1886) postuliert und später von MOLLET (1921) und GASSER (1968) übernommen wurde, ist eher unwahrscheinlich.

In den tieferen Anteilen der mittleren UMM am Änggenlauenbach (S-647.000/198.240) konnte eine reiche Fauna von planktonischen Foraminiferen und sehr wahrscheinlich transportierten litoralen Ostrakoden isoliert werden (Fig. 3). M. Toumarkine,

welche die planktonische Foraminiferenfauna in freundlicher Weise durchsah, bestimmte folgende Formen:

Globigerina venezuelana HEDBERG

Globigerina tripartita KOCH

Globigerina gortanii s.l.

Globigerina ampliapertura BOLLI

Catapsydrax dissimilis (CUSHMAN & BERMUDEZ)

Diese Faunenassoziation zeigt unteres bis mittleres Oligozän an (Planktonische Foraminiferenzonen P18–P20 nach BLOW 1969).

Weiter im Nordosten der Hilfernschuppe kann am Schwändili (S-651.400/201.400) wiederum dieselbe, von der mittleren bis in die obere UMM reichenden Abfolge beobachtet werden, wie wir sie bereits in der nördlich angrenzenden Beichlen–Farneren-Schuppe vorgefunden haben. Diese von der mittleren bis in die obere UMM reichende Sequenz ist für den ganzen vom Schwändili gegen Osten anschliessenden Abschnitt der Hilfernschuppe charakteristisch (BUXTORF et al. 1941; BUXTORF & KOPP 1943). Die obere UMM gehört hier zeitlich am ehesten dem mittleren Oligozän an (HOCHULI 1982).

Die Tatsache, dass die mittlere UMM in der Hilfernschuppe weitgehend von würmeiszeitlichen Moränen bedeckt ist (MOLLET 1921), hat in der Vergangenheit zu vom Konzept der vorliegenden Arbeit abweichenden Interpretationen geführt. KAUFMANN (1886) interpretierte die UMM-Sedimente («Ralligschichten») aufgrund der Oberflächenkartierung als Kerne von SW–NE streichenden Antiklinalen. Während der Schuppenbau im Profil Escholzmatt–Flühli wegen der günstigen Aufschlussverhältnisse schon früh erkannt worden ist (SCHIDER 1913; MOLLET 1921), wurde die Antiklinal-Hypothese von KAUFMANN (1886) für die Region zwischen dem Regenflüeli (S-658.200/204.700) und dem Büeltibach bis in jüngste Zeit beibehalten. GASSER (1968), welcher weitgehend an KAUFMANN'S (1886) Antiklinalbau festhielt, war der Ansicht, dass die nördlich von Flühli beobachtete Überschiebung der Hilfernschichten auf die USM (SCHIDER 1913; MOLLET 1921) erst südwestlich vom Schwarzenbergchrüz (S-648.600/200.500) im nördlichen Antiklinalschenkel aufgerissen sei und dass der Überschiebungsbetrag nach Südwesten allmählich zunehmen würde. Dem Umstand, dass im Büeltibach anhand von Sohlmarken eine eindeutig überkippte Lagerung der unteren UMM nachgewiesen werden kann (Fig. 4a), was in deutlichem Widerspruch zu KAUFMANN'S (1886) Hypothese steht, trug GASSER (1968) durch Annahme isoklinal verfalteter Mergel Rechnung. Solche isoklinalen Mergelfalten (die hypothetisch isoklinal verfalteten Mergel sind im Entlebuch unter Moränenbedeckung) lassen sich in der gesamten übrigen subalpinen Molasse nirgends nachweisen. Ferner gibt die eher geringe tektonische Beanspruchung der Tonmergel im Büeltibach–Änggenlauenbach-Profil Anlass zu erheblichem Zweifel an GASSER'S (1968) Hypothese.

Betrachten wir als Vergleich die vorarlbergisch-bayerische subalpine Molasse. Hier wurde analog wie im Entlebuch aus den Oberflächenkartierungen ein Faltenbau mit höchstens geringfügig verscherten Antiklinalscheiteln hergeleitet (MUHEIM 1934; GANSS & SCHMIDT-THOMÉ 1955). Reflexionsseismische Untersuchungen und Bohrungen haben jedoch gezeigt, dass dieser aus den Oberflächenkartierungen hergeleitete Faltenbau im tieferen Untergrund nicht mehr zu vertreten ist (BREYER 1958; FISCHER 1960; MÜLLER 1984). Kennzeichnend ist, dass die Scheitel praktisch aller früher postulierten Antiklinalen verschert sind und dass dadurch ein typischer Schuppenbau vorliegt.

Es wird daher angenommen, wenn wegen mangelnder Aufschlüsse letztendlich auch nicht sicher beweisbar, dass GASSERS (1968) isoklinale Verfaltung der Mergel nicht existiert und dass ein ähnlicher tektonischer Stil vorliegt wie im oberbayerisch-vorarlbergischen Raum, wo die Tiefenstruktur reflexionsseismisch und durch Bohrungen verifiziert ist.

Basierend auf diesem Konzept, kann der scheinbare Antiklinalbau an der grossen Entlen dadurch erklärt werden, dass nach Südosten einfallende UMM-Sedimente an die Gstellfluh-Mulde aufgeschoben sind. Damit erübrigt sich die Annahme einer von der grossen Entlen nach Südwesten streichenden Antiklinalen, wie diese von KAUFMANN (1886) postuliert wurde. Im Profil Büeltibach–Änggenlauenenbach haben wir dann ein Profil, welches von den basalen UMM-Turbiditen (hier leicht überkippt) in tektonisch wenig gestörter Lagerung bis in die obersten Anteile der Tonmergel-Abfolge reicht (Fig. 4a).

Wenn wir ferner die Tatsache beachten, dass die Überschiebung des subalpinen Flysches auf die Hilfernschuppe schief zur Schichtung verläuft und nach Südwesten immer ältere Schichten anschneidet (Fig. 4, Karte), dann wird offensichtlich, dass wir in der Hilfernschuppe eine Sedimentabfolge antreffen, welche einerseits in kontinuierlicher Abfolge von der unteren UMM bis in die fluvioterrestrischen Konglomerate der oligozänen USM reicht und welche andererseits in Fazies und Mächtigkeit mit der Ammer-Sequenz in Oberbayern eine grosse Ähnlichkeit aufweist (Fig. 3).

3.3 Die UMM der Westschweiz und der Thunersee-Region

Sowohl in der Westschweiz wie auch in der Thunersee-Region fehlen normalstratigraphische Abfolgen, welche von der unteren bis in die obere UMM reichen. Bedingt durch die Tatsache, dass die meist mächtig entwickelten Tonmergel der mittleren UMM eine günstige tektonische Gleitmasse darstellen, finden wir in dieser Region nur Schuppen, welche entweder ausschliesslich aus Turbiditen der unteren UMM aufgebaut sind, oder solche, deren lithostratigraphische Abfolge in der mittleren UMM einsetzt und bis in die basale USM reicht.

Weil die untere UMM sowohl im Entlebuch (Hilfernschichten) als auch in der Region von Bulle–Vevey (Formation de Cucloz) im Unteroligozän zur Ablagerung kam (MATTER et al. 1980; WEIDMANN et al. 1982), können die dazwischenliegenden, von SCHERER (1966) und BLAU (1966) beschriebenen Oligozän-Flysche der Thunersee-Region, welche eine ähnliche Fazies wie die basalen UMM-Turbidite aus anderen Regionen aufweisen, der unteren UMM zugeordnet werden. Dies bedeutet, dass wir die Hilfernschichten des Entlebuchs, welche südlich von Schangnau auf kurzen Strecken vollständig vom subalpinen Flysch überfahren wurden, nach Westen bis in die Gurnigel-Region (westlich vom Thunersee) verfolgen können (Fig. 4, Karte).

Die Sedimente der oberen UMM treten in der Thunersee-Region nur östlich vom Thunersee zutage. Hier findet man die obere UMM in geringmächtigen tektonischen Spickeln, welche zwischen die USM der Blumenschuppe (südwestliche Fortsetzung der Beichlen–Farneren-Schuppe) und die auf dieselbe aufgeschobene Hilfernschuppe eingeklemmt sind (Fig. 4c). Westlich vom Thunersee taucht die obere UMM erst wieder in der Region von Bulle auf, wo der nur untere UMM führenden Cuclozschuppe drei kleinere Schuppen vorgelagert sind, deren stratigraphische Abfolgen von der mittleren UMM

(Marnes de Vaulruz) über die obere UMM (Grès de Vaulruz) bis in die basale USM (Couches de Chaffa) reicht.

Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit, der ein sedimentologisches Konzept zugrunde gelegt wurde, verwendeten die Autoren der sechziger Jahre für die Abgrenzung der UMM-Einheiten in der Thunersee-Region primär biostratigraphische Daten. Sedimente, welche Ostrakoden der Arten *Loxoconcha delemontensis*, *Cytheridea ventricosa* oder *Eucytheridae reticulata* führen, wurden generell in die zeitlich als Rupélien aufgefasste UMM gestellt (SCHERER 1966; SCHMID 1970). Dagegen wurden Oligozän-Foraminiferen führende turbiditische Sedimente gemäss der Hypothese von RUTSCH (1961, 1962) zum sogenannten «tektonisch von der Molasse getrennten Oligozän-Flysch» gerechnet (SCHERER 1966; BLAU 1966). Ferner gelangte SCHERER (1966) aufgrund verschiedenartiger Foraminiferen-Assoziationen zur Ansicht, dass die «Oligozän-Flysche» östlich vom Thunersee in zwei tektonischen Schuppen, einer «Gersterngraben-Formation» und einer «Horrenbach-Formation», zutage treten.

Dieses auf biostratigraphischen Daten beruhende tektonische Konzept von SCHERER (1966), BLAU (1966) und SCHMID (1970) ist jedoch aufgrund neuerer Erkenntnisse nicht mehr haltbar. Die Arbeiten von MATTER et al. (1980) und CARBONNEL (1982) zeigen, dass die Ostrakodenarten *Loxoconcha delemontensis* und *Eucytheridea reticulata* auch in den unteren Anteilen der ins tiefere Oligozän gehörenden unteren UMM des Entlebuch (Hilferschichten) auftreten. In der unteren UMM Oberbayerns (Deutenhausenschichten), welche heute eher dem Lattorfien zuzurechnen sind (HAGN 1981), kommt im weiteren auch die Art *Cytheridea ventricosa* vor (GOERLICH 1953). Ferner lieferten Schlammproben aus praktisch allen Niveaus der Entlebucher Tonmergelabfolge sporadisch Ostrakoden (Fig. 3) und nicht nur die obersten Partien, wie von GASSER (1968) angenommen. Aus diesem Grunde lässt sich die hier etwas simplifiziert wiedergegebene Gleichung «Oligozän-Ostrakoden = Rupélien = Molasse» nicht mehr aufrechterhalten.

Wie bereits erwähnt, findet man östlich vom Thunersee faziell typische obere UMM nur eingespiess zwischen die USM der Blumenschuppe und die überschobenen Hilferschichten (Fig. 4c). Bei allen übrigen, von SCHERER (1966) kartierten Vorkommen von Ralligen-Formation (Rupélien) konnten bei Feldbegehungen turbiditische Ablagerungen beobachtet werden, bei welchen es sich zweifellos um Ostrakoden führende untere UMM handelt. Ferner stimmt die Faziesentwicklung vom Liegenden zum Hangenden in der unteren UMM der Thunersee-Region und des Entlebuch (Hilferschichten) weitgehend überein. Wie auch in der Entlebucher Region finden wir östlich des Thunersees eine von der «Gersterngraben-Formation» über die «Horrenbach-Formation» bis in die «Ralligen-Formation» am Rüeeggshubel reichende Megasequenz turbiditischer Ablagerungen, welche nach oben dickbankiger und grobkörniger wird. Die grobkörnigen proximalen Turbidite, welche am Rüeeggshubel das Dach der Megasequenz bilden (Fig. 3 und 4c), wurden früher von SCHERER (1966) aufgrund von Ostrakodenfunden als «Ralligen-Formation» (Rupélien) ausgeschieden und somit tektonisch von der «Horrenbach-Formation» im Liegenden abgetrennt. Geschlämmte Mergelproben, die von der Basis der Rüeeggshubelsandsteine stammen, haben neben Fischresten eine, von SCHERER (1966) nicht beschriebene, individuenreiche planktonische Foraminiferen-Fauna geliefert. M. Toumarkine, welche die etwas geplätteten Formen in freundlicher Weise durchsah, glaubte folgende Formen zu erkennen:

Globigerina officinalis SUBBATINA
Globigerina ouachitaensis HOWE & WALLACE
Globigerina praebulloides BLOW
Globigerina ciproensis BOLLI(?)

Diese Globigerinenarten, welche, mit Ausnahme der fraglichen Art *G. ciproensis*, auch in SCHERERS (1966) «Gerstengraben-Formation» auftreten, sprechen für unter- bis mitteloligozänes Alter. Aufgrund dieser turbiditischen Rüggershubel-Sandsteine, welche nebst Ostrakoden massenhaft Oligozän-Foraminiferen führen, ist das von RUTSCH (1961, 1962) hergeleitete Scherersche Konzept widerlegt. Die grosse Ähnlichkeit der vertikalen Faziesentwicklung in den oligozänen Turbiditen östlich vom Thunersee mit denjenigen des Entlebuch legt nahe, dass wir es hier mit einer Fortsetzung der Hilfernschichten, also mit einer einzigen Schuppe (Hilfernschuppe), zu tun haben.

BLAU (1966) beschreibt aus der Gurnigel-Region (westlich des Thunersees) mehrere Streifen von «Oligozän-Flysch», welche aus grobkörnigen turbiditischen Sandsteinen (Goldegg-Sandsteine) und mergeligen Abfolgen (Jordisbodenmergel) aufgebaut sind. Hierbei lässt es BLAU (1966) offen, ob es sich um eine Wechsellagerung oder eine Verschuppung handelt. Der Bau der Forststrasse, welche vom Schmidenbruch (S-602.780/176.905) über die Steinegg zum Ober Wald (S-603.050/178.000) führt, hat die Schuppengrenzen zutage gefördert (Fig. 4d und Karte). Diese innerhalb des Oligozän-Flysches auftretenden Schuppengrenzen sind hier durch eine in Richtung zum tektonischen Kontakt zunehmende Klüftung der Sandsteine, welche lateral an stark verfaltete Mergelgrenzen, charakterisiert. Die aus dieser Tektonik resultierende lithostratigraphische Abfolge (Fig. 3) beginnt im Liegenden mit spärlich aufgeschlossenen, etwa 200 m mächtigen mergeldominierten Sedimenten, die nach oben in eine rund 160 m mächtige Sequenz grobkörniger Turbidite (Goldegg-Sandsteine) übergehen. Diese grobkörnigen Turbidite werden von über 300 m mächtigen, vorwiegend mergeligen Sedimenten überlagert, welche an der Basis Foraminiferen führen (Jordisbodenmergel). Gegen das Hangende verschwinden die Foraminiferen, dafür treten Ostrakoden auf (Wolfsegg-Formation: SCHMID 1970). Die Siltbänke der Wolfsegg-Formation zeigen keinerlei vertikale Verwühlung durch Organismen, wie dies für die obersten Anteile der mittleren UMM oder für die obere UMM typisch wäre. Es liegt daher nahe, dass dieser jüngste Anteil der UMM-Sedimente im Gebiet von SCHMID (1970) fehlt.

3.4 Die litho- und biostratigraphische Korrelation der UMM-Einheiten

Tabelle 1 zeigt die lithostratigraphische Korrelation der von früheren Autoren ausgeschiedenen UMM-Einheiten im Untersuchungsgebiet. Mit «Unterer Meeresmolasse» wird hierbei im Sinne von TRÜMPY (1980) die stratigraphische Gruppe bezeichnet und nicht die Fazies. Leider wird der Begriff UMM heute sowohl als Gruppenname als auch als Faziesbegriff verwendet. Dadurch ergibt sich eine etwas unerfreuliche Situation in der stratigraphischen Nomenklatur der Molasseeinheiten. Da nämlich die Grenze zwischen marinen und terrestrischen oder lakustrischen Sedimenten nicht überall exakt lokalisierbar ist und weil dieser Übergang von Aufschluss zu Aufschluss stark unterschiedlich ausgebildet sein kann, war es in mehreren Regionen sinnvoll, die gesamte regressive Küstenfazies zu einer Einheit zusammenzufassen (z. B. Bausteinschichten, Horwerschich-

ten). Wenn somit in der vorliegenden Arbeit die regressive Küstenfazies gesamthaft der UMM-Gruppe zugeordnet wird, dann werden die z. T. terrestrischen oder lakustrinen Sedimente in den obersten Anteilen der regressiven Küstenfazies im Gruppennamen fälschlicherweise mit «Meeresmolasse» bezeichnet.

Die untere UMM kann sowohl in der West- als auch in der Zentralschweiz aufgrund von Palynomorphen ins tiefere Oligozän (Palynomorphenzonen 19 oder 20a nach HOCHULI 1978) eingestuft werden (HOCHULI 1982, WEIDMANN et al. 1982). Die von HAGN (1978) aus den Katzenlochsichten isolierte Foraminiferenfauna legt ferner eine zeitliche Zugehörigkeit der bayerischen unteren UMM (Deutenhausenersichten) zum unteren Oligozän nahe (HAGN 1981).

Das Alter der oberen UMM wurde sowohl mit Mikrofossilien (FREI 1979; WEIDMANN 1982; HOCHULI 1982) als auch mit Säugerresten, bestehend aus einer Tatze von *Palaeotherium medium suevicum* aus den Grès de Vaulruz und Kleinsäugerzähnen aus der untersten USM (WEIDMANN et al. 1982; HÜNERMANN & SULSER 1981; ENGESSER et al. 1984), datiert. Zurzeit ist jedoch die Übereinstimmung zwischen den Datierungen aufgrund von Mikrofossilien (Palynomorphe, Foraminiferen, Nannofloren) und jener gestützt auf Säugerreste unbefriedigend. Während die Palynomorphen ein von der West- bis in die Ostschweiz konstantes mitteloligozänes Alter (Palynomorphenzone 20b nach HOCHULI 1978) liefern, welches von Nannofloren und Foraminiferen gestützt wird, zeigen die Säugerfaunen im Untersuchungsgebiet eine deutliche Heterochronie von der Westschweiz bis nach Vorarlberg an. Die obere UMM, welche in der Westschweiz ins obere Unteroligozän (Ronzon–Hoogbutsel) eingestuft werden muss, erreicht an der Bolgenach (Vorarlberg) knapp ein oberoligozänes Alter (Rickenbach), was ein Jüngerwerden der oberen UMM nach Osten dokumentiert. Dieses säugetierstratigraphische Resultat, welches aufgrund bisher spärlicher Funde schlecht abgestützt ist (M. Weidmann, schriftl. Mitt., 1985), stimmt gut mit dem noch zu beschreibenden sedimentologischen Befund (vgl. Abschnitt 6.4) einer von Westen nach Osten progradierenden Küste überein.

4. Sedimentfazies und Faziesentwicklung in der unteren UMM

4.1 Sedimentfazies und Faziesentwicklung bei Flühli (Entlebuch, Zentralschweiz)

In der Spierberg-Syklinale bei Flühli, wo die untere UMM (Hilferschichten) am vollständigsten und mächtigsten entwickelt ist (Fig. 3 und 4b), geben gut kartierbare Aufschlüsse (HOLLIGER 1955) einen Einblick in die grossmaßstäbliche Geometrie der Sedimentkörper frei (Fig. 5, Karte). Die untere UMM setzt hier, aufgeschoben auf die Konglomerate der Beichlen–Farneren-Schuppe (USM), mit ziemlich reinen Mergeln ein. Gegen das Hangende gehen diese Mergel in eine nach oben dickbankiger und grobkörniger werdende turbiditische Megasequenz über, welche im unteren Drittel vorwiegend aus Turbiditen vom Typ, der ursprünglich von BOUMA (1962) beschrieben wurde (Bouma-Turbidite), zusammengesetzt ist. Darüber folgt eine Sequenz teils mächtig gebankter Sand- und Feinkonglomerate mit grossmaßstäblicher Schrägschichtung und Entwässerungsstrukturen. Diese findet in einer Abfolge teils sandmatrixgetragener Konglomerate ihren oberen Abschluss.