

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	79 (1986)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Untere Meeressolasse zwischen der Saane (Westschweiz) und der Ammer (Oberbayern)
<b>Autor:</b>	Diem, Bernhard
<b>Kapitel:</b>	8: Relative Meeresspiegelschwankungen
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-165842">https://doi.org/10.5169/seals-165842</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 8. Relative Meeresspiegelschwankungen

### 8.1 Paläowassertiefen aus Wellenrippeln

In steilen, trochoidalen Wellenrippelmarken, welche in der oberen UMM verbreitet sind, finden wir neben dem ehemaligen Wellenklima die Paläowassertiefen aufgezeichnet. Nach der Methode von DIEM (1985) lässt sich anhand solcher Wellenrippelmarken in allgemeinen Fällen nur eine maximal mögliche Paläowassertiefe ( $h_{\max}$ ) abschätzen. Für Wellenrippelmarken aus Sturmablagerungen erhalten wir eine bessere Schätzung. Hier zeichnen die Wellenrippelmarken in erster Näherung ungefähr die Wassertiefe zu demjenigen Zeitpunkt auf, wo bei abklingender Sturmenergie die Bodengeschwindigkeit der oszillierenden Wasserteilchen noch gerade ausreichte, um Sediment zu transportieren.

### 8.2 Genereller Trend

Aus Wellenrippelmarken berechnete Paläowassertiefen sind ausgezeichnete Indikatoren für relative Meeresspiegelschwankungen (relativ zum Untergrund). Eine Regression, wie sie in der oberen UMM aufgezeichnet ist, resultiert nicht notwendigerweise von einem relativen Fallen des Meeresspiegels. Vorausgesetzt, dass die Sedimentationsrate hoch genug ist, kann ein Meeresrückzug auch bei relativem Ansteigen des Meeresspiegels, welches sowohl durch Beckensubsidenz als auch durch eustatischen Meeresspiegelanstieg verursacht werden kann, erfolgen (CURRAY 1964).

Bisher wurde die Regression der UMM oft als Resultat eines relativen Fallens des Meeresspiegels interpretiert (HAGN 1981; LEMCKE 1983, 1984). Östlich des Rheins und westlich des Thunersees kann dieses Modell jedoch keine befriedigende Erklärung für die grossen Mächtigkeiten (35–60 m) jener litoralen Sedimente geben, welche in den einzelnen Profilen zwischen den stratigraphisch tiefsten Wellenrippelmarken (Sturmwellenbasis) und den obersten marinischen Sedimenten auftreten (vgl. auch REINECK & SCHWERD 1985). Wenn der Meeresspiegel tatsächlich relativ zum Untergrund gefallen wäre, dann sollte die Mächtigkeit jener litoralen Sedimente die minimal mögliche Wassertiefe für die Sturmwellenbasis angeben. Dieser Logik entsprechend, müssten wir im UMM-Meer Sturmwellen gehabt haben, welche feinkörnige Sedimente bis in eine Tiefe von 60 m umlagerten.

Solche tiefen Sturmwellenbasen, welche auf kontinentalen Schelfen vorkommen können (KOMAR et al. 1972), sind in einem schmalen Ablagerungsbecken wie dem der UMM sehr unwahrscheinlich.

Mit Hilfe von Wellenrippelmarken konnten in 10 Profilen zwischen der Zentralschweiz und Oberbayern maximal mögliche Wassertiefen ( $h_{\max}$ ) berechnet werden. In der Westschweiz sind die Korngrössen der vorgefundenen Wellenrippelmarken für eine Tiefenabschätzung zu gering (vgl. Abschnitt 6.5). Zusätzlich zu den Wellenrippelwassertiefen wurde in jedem der 10 Profile die Mächtigkeit (x) zwischen den vermessenen Wellenrippeloberflächen und den obersten marinischen oder lagunären Sedimenten bestimmt. In Figur 14 sind die Verhältnisse  $x/h_{\max}$  dargestellt. Diese zeigen deutlich, dass im östlichen Entlebuch (bei km 90–100) und östlich des Rheins die Mächtigkeit (x) bis zu dreimal grösser ist als die maximal mögliche Wassertiefe ( $h_{\max}$ ). Dieses Resultat kann nur dadurch erklärt werden, dass in diesen Regionen ein relativer Meeresspiegelanstieg während der UMM-Regression stattgefunden hat.

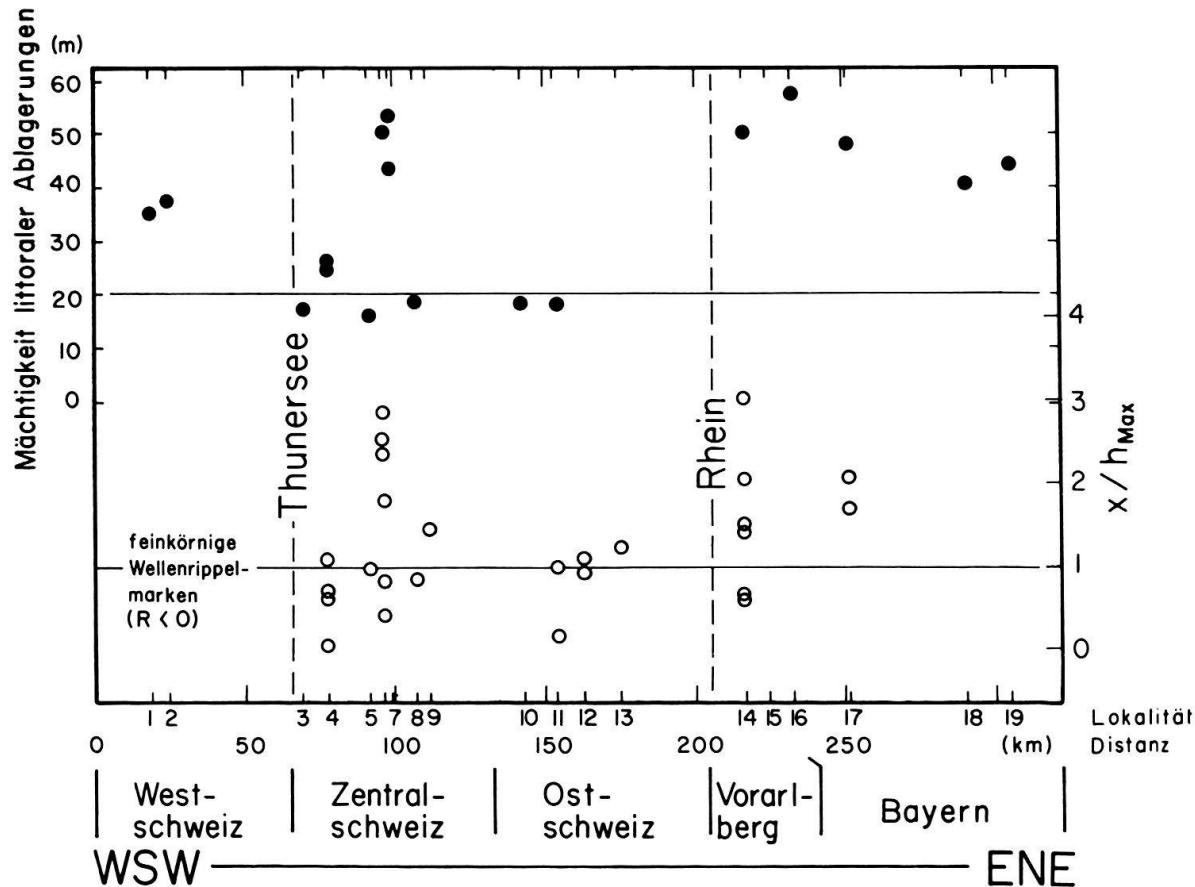


Fig. 14. Mächtigkeit der littoralen Ablagerungen (schwarze Punkte) und Verhältnis  $x/h_{\max}$  (weiße Punkte). Hierbei ist  $x$  die Mächtigkeit der littoralen Ablagerungen zwischen den vermessenen Wellenrippelmarken und den obersten marinen Sedimenten,  $h_{\max}$  ist die maximal mögliche Wassertiefe für die Bildung der Wellenrippelmarken. Die Lokalitäten sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Nach VAIL et al. (1977) hatten wir zur Zeit des untersten Chattiens einen weltweiten Meeresspiegeltiefstand. Aus diesem Grund ist es wahrscheinlich, dass das relative Ansteigen des Meeresspiegels, welches in der oberen UMM über eine grosse Strecke aufgezeichnet ist, auf eine Subsidenzrate zurückgeführt werden muss, die die Rate des eustatischen Meeresspiegelfallens bei weitem überwog.

### 8.3 Lokaler relativer Meeresspiegelanstieg im östlichen Entlebuch

Im östlichen Entlebuch, wo wir uns paläogeographisch nordöstlich von der Beichlenschüttungszunge befinden (Fig. 6), kann bei km 90–100 ein lokaler relativer Meeresspiegelanstieg nachgewiesen werden (Fig. 14). Die ehemalige Küste progradierte während dieses Meeresspiegelanstiegs nach Nordosten. In dieser Region, wo in verhältnismässig nahe beieinander liegenden Bachgräben mehrere Profile durch die regressive UMM-Küstenfazies aufgeschlossen sind (Fig. 15), kann die von der relativen Meeresspiegelschwankung abhängige Faziesentwicklung in Richtung des Meeresrückzuges studiert werden.

Bei Schwändili an der grossen Enten (Fig. 15) findet man eine geringmächtige Abfolge von Sturmablagerungen, die von schräggeschichteten Sandsteinen vermutlich teils fluviatilen Ursprungs überlagert wird. Diese Sequenz, bei welcher einerseits die Sturmab-

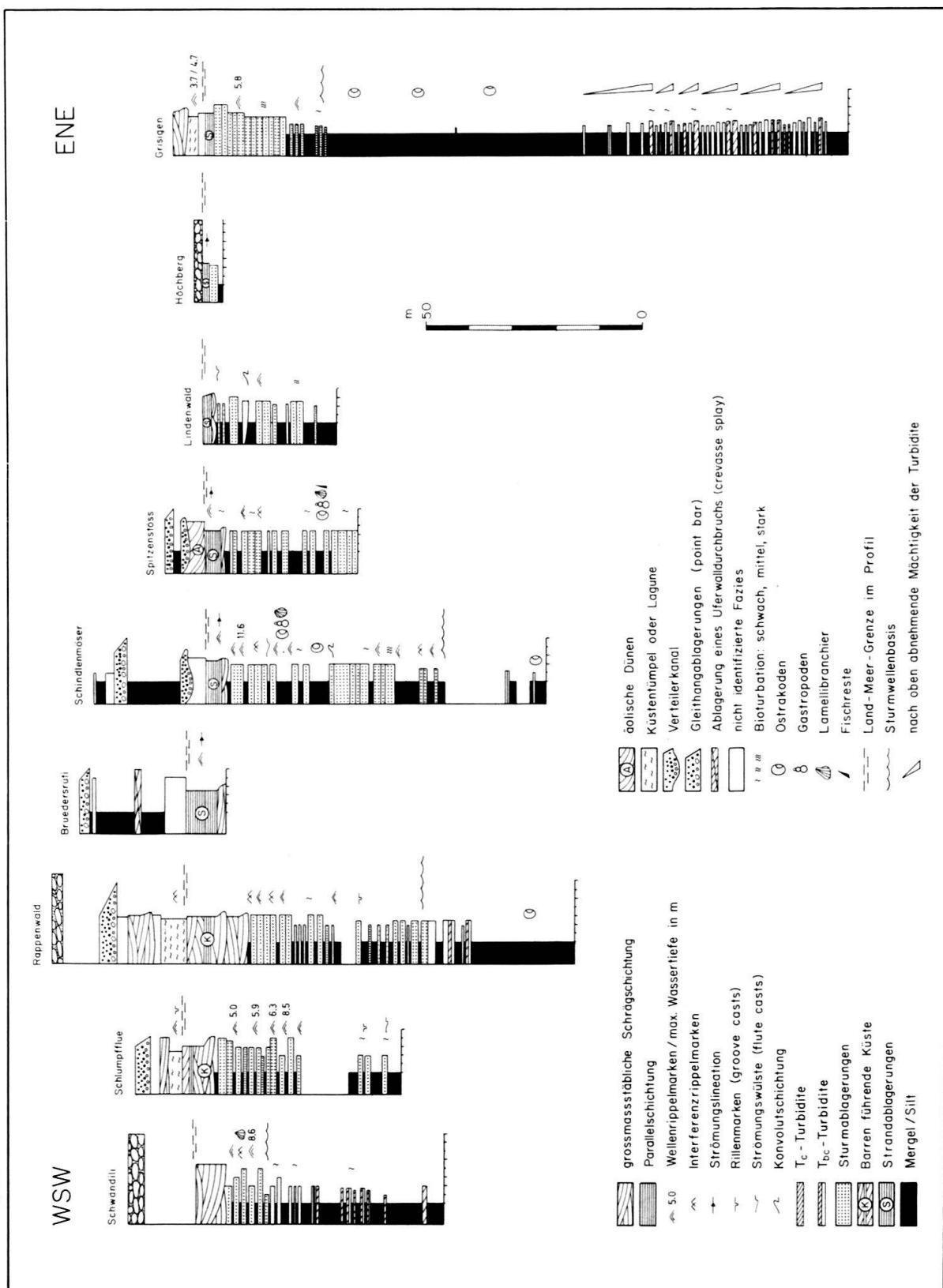


Fig. 15. Interpretative, schematisierte Profile durch die obere UMM im östlichen Entlebuch. Die Koordinaten der Lokalitäten sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die Lage der Profile ist ferner im Faziesprofil (Fig. 16) eingzeichnet.

lagerungen geringmächtig entwickelt sind und wo andererseits die parallel geschichteten Strandsedimente erodiert wurden, widerspiegelt ein relatives Fallen des Meeresspiegels.

Gegen Osten ändern sich die Verhältnisse schnell. Bereits an der Chridegg (Fig. 15, Schlumpfflue, Rappenwald) steht eine mächtig entwickelte Abfolge von Sturmablagerungen an, welche von einer als fossile Barrenküste interpretierten Wechsellagerung von parallel laminierten und grossmaßstäblich schräggeschichteten Sandsteinen überlagert wird. Diese an der Chridegg mächtig entwickelten Küstenabfolgen sowie Paläotiefenberechnungen aus Wellenrippelmarken dokumentieren ein relatives Ansteigen des Meeresspiegels.

Folgen wir der regressiven UMM-Küstenfazies weiter nach Osten, dann finden wir am Nordabhang des Regenflühli (Fig. 15, Bruedersrüti–Spitzenstöss) immer noch eine mächtige Abfolge von Flachseeturbiditen und Sturmablagerungen. Diese wird hier von einer geringmächtigen Strandsequenz überlagert. Während im unteren Teil der Profile am Regenflühli noch ein steigender relativer Meeresspiegel aufgezeichnet ist, signalisiert die geringmächtige Strandsequenz bereits die Umkehr der relativen Meeresspiegelanhebung.

Weiter nach Osten finden wir zwischen dem Spitzenstöss und der Ziegeleigrube Grisigen generell geringmächtige Strandablagerungen, welche einen konstanten oder fallenden relativen Meeresspiegel widerspiegeln. In der Ziegeleigrube Grisigen (vgl. MATTER et al. 1980) beginnt die sedimentologische Abfolge an der Basis mit teils stark bioturbierten Flachseeturbiditen, deren Lebensspuren eine geringe Ablagerungstiefe dokumentieren (R. Goldring, schriftl. Mitt., 1984). Die Tatsache, dass Wellenrippelmarken fehlen, zeigt jedoch, dass die Ablagerung unter der Sturmwellenbasis erfolgt sein muss. Über diesen Flachseeturbiditen stehen ziemlich reine Tonmergel an, welche in allen übrigen Regionen des Untersuchungsgebietes für die tonige mittlere UMM charakteristisch sind und die ein eher tieferes Ablagerungsmilieu anzeigen. Die Ostrakoden-Faunen in diesen Tonmergeln, welche eine geringe Wassertiefe und schnell wechselnde Salinität dokumentieren sollen (MATTER et al. 1980), dürften wie anderswo (vgl. Abschnitt 4.2.1) durch Sturmprozesse lebend in grössere Tiefen transportiert worden sein. Diese Tonmergel werden von einer 25 m mächtigen, aus Flachseeturbiditen und Sturmablagerungen zusammengesetzten, nach oben grobkörniger werdenden Sequenz überlagert, welche in geringmächtigen Strandablagerungen ihren oberen Abschluss findet. Während der Übergang von den Flachseeturbiditen an der Basis des Grisigenprofils zu den überlagernden Tonmergeln vermutlich einen relativen Meeresspiegelanstieg anzeigt, dokumentiert die geringmächtige Abfolge von Küstensedimenten im Dach einen konstanten oder sinkenden relativen Meeresspiegel. Dieses Absinken des relativen Meeresspiegels ist hier auch durch Wellenrippelmarken aus Sturmablagerungen verifiziert.

Betrachten wir die laterale Entwicklung der Profile in Richtung der von WSW nach ENE, progradierenden UMM-Küste, dann stellen wir fest, dass die Aufzeichnung des relativen Meeresspiegelanstiegs, welcher an der Chridegg (Profile Schlumpfflue und Rappenwald) noch durch das gesamte Profil dokumentiert wird, nach ENE immer weiter gegen das Liegende rutscht. Am Nordabhang des Regenflühlis (Profile Bruedersrüti–Spitzenstöss) wird der relative Meeresspiegelanstieg nur noch durch eine mächtige Abfolge von Sturmablagerungen in den unteren Anteilen der Profile widerspiegelt. In den oberen Abschnitten kündigt sich in der geringmächtigen Strandsedimentation bereits das Ende des relativen Meeresspiegelanstiegs an. Noch weiter im ENE bei Grisigen, haben

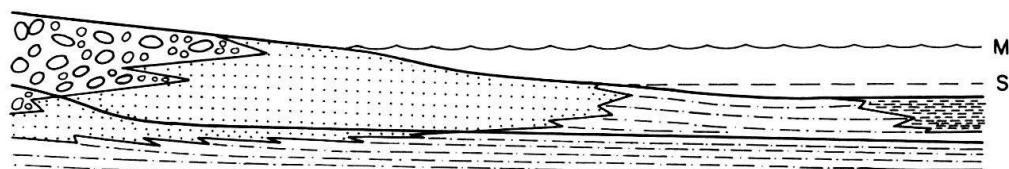
wir den relativen Meeresspiegelanstieg 90 m unter den Strandsedimenten im Übergang zwischen den Flachseeturbiditen und reinen Tonmergeln aufgezeichnet.

Weil in den relativ gut aufgeschlossenen UMM-Sedimenten des östlichen Entlebuchs keine tektonischen Vertikalversätze beobachtbar sind (BUXTORF et al. 1941), mit welchen relative Meeresspiegelschwankungen erklärt werden können, muss der in den Profilen durch die regressive UMM-Küstenfazies aufgezeichnete relative Meeresspiegelanstieg isochron sein. Diese Isochrone, kombiniert mit der Tatsache, dass das Küstenprofil bei

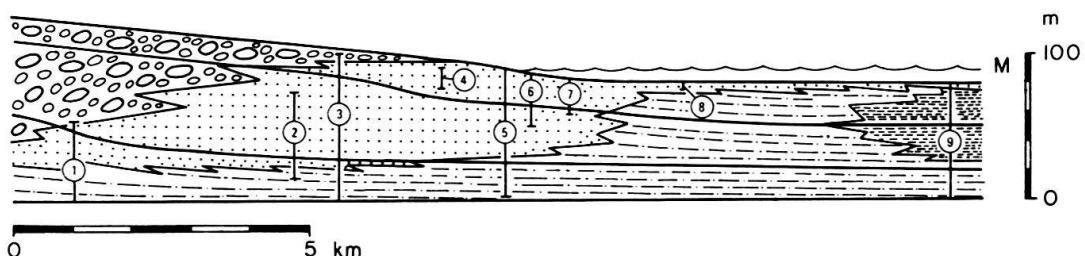
a) konstanter bis sinkender Meeresspiegel



b) steigender Meeresspiegel



c) konstanter bis sinkender Meeresspiegel



- ① Schwändili
- ② Schlumpfflue
- ③ Rappenwald
- ④ Bruedersrütli
- ⑤ Schindlenmöser

- ⑥ Spitzenstöss
- ⑦ Lindenwald
- ⑧ Höchberg
- ⑨ Grisigen
- M Meeresspiegel

- S Sturmwellenbasis
- ↔ Schwemmfächer
- Küstenfazies¹
- siltige Flachseefazies²
- tonige Flachseefazies²

<sup>1</sup> über der Sturmwellenbasis

<sup>2</sup> unter der Sturmwellenbasis

Fig. 16. Überhöhtes WSW-ENE-Faziesprofil durch das östliche Entlebuch und seine genetische Deutung.

steigendem relativem Meeresspiegel steiler ist als bei fallendem (SWIFT 1976), ermöglicht die Konstruktion eines überhöhten, von WSW nach ENE verlaufenden Faziesprofils durch die regressive UMM-Küstenfazies des östlichen Entlebuchs (Fig. 16).

Wir beobachten folgende Faziesentwicklung: Zur Zeit, wo die regressive UMM-Küstenfazies an der grossen Entlen abgelagert wurde, fiel der relative Meeresspiegel. Gleichzeitig kamen bei Grisigen knapp unter der Wellenbasis Flachseeturbidite zur Ablagerung (Fig. 16a). Später, bei der Sedimentation der Strandablagerungen an der Chridegg, steigt der relative Meeresspiegel. Bei Grisigen kommt es zu dieser Zeit wegen des steiler werdenen Küstenprofils zu einer tonigen Sedimentation in etwas tieferem Milieu (Fig. 16b). Bei weiter nach ENE fortschreitendem Rückzug des UMM-Meeres kommt es wiederum zu einem relativen Absinken des Meeresspiegels, wie dies in den Profilen östlich des Regenflüllis aufgezeichnet ist (Fig. 16c).

Da der relative Meeresspiegelanstieg im östlichen Entlebuch nicht durch synsedimentäre tektonische Vertikalbewegungen erklärt werden kann, muss dieser notwendigerweise von einer eustatischen Meeresspiegelschwankung herrühren. Die Tatsache, dass im älteren Oligozän ein weltweites Absinken des Meeresspiegels nachgewiesen werden kann (VAIL et al. 1977), ist hierbei kein Widerspruch. Denn in einem schnell subsidierenden Becken kann nämlich bereits eine Verzögerung des weltweiten Meeresspiegelfallens zu einem relativen Meeresspiegelanstieg führen.

## 9. Zusammenfassung und Diskussion

Die Sedimentation der unteren Meeresmolasse war zur Zeit des unteren Oligozäns durch wenig effiziente Turbiditfächer geprägt. Während diese Fächer in der Zentralschweiz nach Norden schütteten, finden wir östlich des Rheins einen beckenparallelen Transport vor. Bei Flühli (Zentralschweiz) sind die ältesten UMM-Sedimente durch Turbidite eines distalen Fächers charakterisiert. Gleichzeitig mit dieser distalen Turbiditfächer-Sedimentation muss es jedoch auch einen proximalen Fächeranteil im südlich gelegenen Rückland gegeben haben. Wie bereits von SIEGENTHALER (1974) postuliert, treten diese proximalen Anteile des Turbiditfächers sehr wahrscheinlich in den jüngeren Anteilen des Nordhelvetischen Flysches (Grès du Val d'Illiez oder Matt-Gruontaler Sandstein: VUAGNAT 1952) zutage.

Die basalen UMM-Turbidite (= untere UMM) werden von einer Tonmergelabfolge (= mittlere UMM) überlagert, bei welcher die nach dem Hangenden zunehmende vertikale Verwühlung eine abnehmende Wassertiefe anzeigt. Gegen oben leiten diese Tonmergel in eine regressive, durch Sturmumlagerung geprägte Küstenfazies über. Es liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit, dass tropische Zyklone (Hurrikane, Taifune) für die massive Sedimentumlagerung verantwortlich waren. Das UMM-Meer wurde zu dieser Zeit durch eine massive Sedimentzufuhr allmählich von Westen nach Osten zurückgedrängt (depositional regression). Mit Hilfe der Mächtigkeit litoraler Sedimente und der Wellenrippe-Paläowassertiefen kann ferner nachgewiesen werden, dass dieser Rückzug des UMM-Meeres von mehreren lokalen relativen Meeresspiegelanstiegen begleitet war. Die Tatsache, dass der Meeresspiegel während des älteren Oligozäns weltweit im Fallen begriffen war (VAIL et al. 1977), zeigt uns, dass die relativen Meeresspiegelanstiege auf eine verhältnismässig starke Subsidenz des Beckens zurückgeführt werden müssen.