

Über turbiditische und nichtturbiditische Pelite in den Sieveringer Schichten (Maastricht, Wienerwald-Flyschzone) *)

VON PETER FAUPL **)

Mit 3 Abbildungen und 1 Tabelle

Flyschzone
Wienerwald
Sieveringer Schichten
Maastricht
Tonminerale
Pelite
Sedimentologie
Glimmerdegradation
Bodenwasserströme
Nepheloid Layer
Turbiditische Pelite
Nichtturbiditische Pelite

Schlüsselwörter

Österreichische Karte 1 : 50.000
 Blatt 40

Zusammenfassung

In der dünnbankigen Fazies der Sieveringer Schichten, welche als Ablagerung des Zwischeninnenbereiches eines Tiefseefächers betrachtet wird, konnten turbiditische und nichtturbiditische Pelitanteile getrennt werden. Die Unterschiede bestehen in erster Linie im Karbonatgehalt, in der Verteilung der Tonminerale Illit und Chlorit und im Degradationsgrad der Glimmer. Das Material der nichtturbiditischen Pelite entstammt einerseits dem normalen pelagischen Partikelregen, andererseits wird jedoch auch eine Sedimentation aus einem kontinuierlichen, sehr langsamen, sedimentgetriebenen Bodenwasserstrom (= bottom nepheloid layer) angenommen. Die weitgehende Karbonatfreiheit der nichtturbiditischen Pelite deutet auf eine Ablagerung unterhalb der Calcit-Kompensationsgrenze dieses Beckens hin. Das Fehlen von Kaolinit in den Sieveringer Schichten im Gegensatz zu gleichaltrigen Schichten der Flyschosau läßt eine höhere Abtragsrate im Liefergebiet der Flyschzone vermuten.

Summary

Turbiditic and non-turbiditic layers were differentiated within the thin-bedded facies of the Sieveringer Beds, which is regarded as an interchannel facies of a deep-sea fan. The differences between the two pelitic rock types are demonstrated on carbonate content, on the distribution of the clay minerals illite and chlorite and on mica degradation. The non-turbiditic material was accumulated by normal pelagic rain of particles and also by settling out from a very slow continuous bottom current of turbid water (= bottom nepheloid layer). The lack of carbonate in the non-turbiditic layers emphasises a sedimentation below calcite compensation level of the basin. There is no kaolinite observed in the pelitic rocks of the Sieveringer Beds in contrast to rocks of the same age from the Flyschosau. Therefore a much higher erosion rate is postulated for the source area of the Flysch zone.

Einleitung

Die Sieveringer Schichten sind in der unmittelbaren Nähe Wiens durch mehrere größere, allerdings heute aufgelassene Steinbrüche erschlossen. In dieser verhältnis-

*) Beitrag Nr. 2 zum Hochschulschwerpunkt S-15.

**) Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. PETER FAUPL, Institut für Geologie der Universität Wien, Universitätsstraße 7, A-1010 Wien.

mäßig guten Zugänglichkeit ist auch der Grund zu sehen, weshalb diese Schichten in neuerer Zeit eingehender sedimentologisch bearbeitet wurden. So sind eine Menge Daten besonders über die petrographische Zusammensetzung der Turbiditsandsteine, über die Entwicklung der Turbiditfazies, die Paläoströmungsrichtungen sowie reichlich Material über Fauna und Ichnofossilien bekannt (PAPP, 1956, 1962; FAUPL et al., 1970 (Arbeitsgemeinschaft Wienerwaldflysch); KERN, 1977). Das pelitische Material dieser Schichten wurde hingegen bei allen diesen Bearbeitungen etwas stiefmütterlich behandelt. Ein Studium des Pelitmaterials läßt jedoch zusätzliche wichtige Hinweise auf das Ablagerungs- und Bildungsmilieu erwarten.

Die zur Zeit für solche Untersuchungen optimalsten Bedingungen sind im westlichen Gspöttgrabensteinbruch in Sievering gegeben, da außer der guten Aufgeschlossenheit bereits auch eine besonders detaillierte Profilaufnahme vorliegt. Das dort erschlossene Profil ist altersmäßig in das Maastricht zu stellen.

Die Bankfazies der Sieveringer Schichten

Das Bankprofil durch die Sieveringer Schichten im westlichen Gspöttgrabensteinbruch ist durch eine zweifache Wiederholung von dickbankigen, sandsteinreichen Turbiditfolgen und dünnbankigen, sehr pelitreichen Turbiditfolgen charakterisiert. Die gesamte Schichtfolge liegt invers.

Die dickbankige Fazies zeichnet sich durch einen sehr hohen Psammit/Pelit-

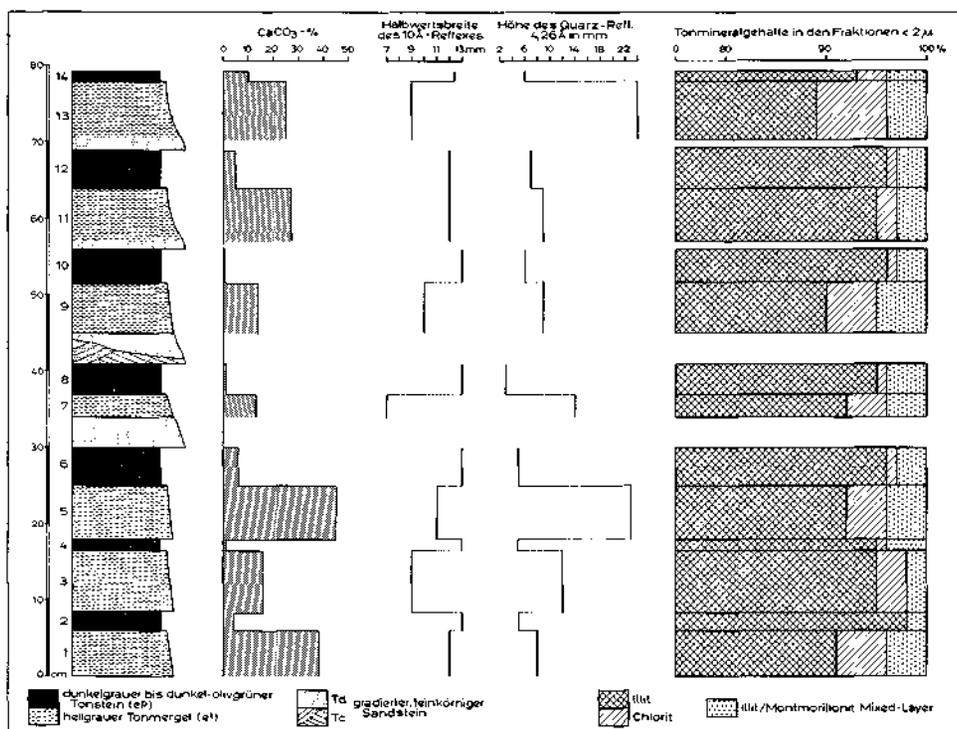


Abb. 1: Profil aus der dünnbankigen Fazies (interchannel sequence) der Sieveringer Schichten mit den für die Pelite charakteristischen sedimentologischen Parameter

Quotienten (> 10) aus. Die Turbiditfaziestypen von MUTTI & RICCI LUCCHI (1975) lassen sich gut auf diese Schichten übertragen. Für die dickbankige Fazies sind demnach die Typen B_1 und C in erster Linie kennzeichnend. Es werden Bankmächtigkeiten von über 4 Meter erreicht. Amalgamationen im Bereich dieser dicken Bänke sind häufig zu beobachten. Diese Turbiditfazies und ihr allmählicher Übergang gegen das Hangende in eine dünnbankigere Fazies sprechen für eine Ablagerung im Bereich des Rinnensystems eines mittleren Tiefseefächerabschnittes (Mid-Fan bei NORMARK, 1978; WALKER, 1978). Zu einer solchen Interpretation ist auch KERN (1977) gekommen.

Die dünnbankige Fazies, die jeweils im Hangenden der dickbankigen Serie folgt, ist durch einen Psammit/Pelit-Quotienten um 1, abschnittsweise sogar < 1 , charakterisiert. Diese Folge besteht aus sogenannten „distalen Turbiditen“ des Faziestyps D. Die Serie wird ebenfalls in Übereinstimmung mit KERN (1977) als Ablagerung des Zwischenrinnenbereiches (interchannel area) betrachtet. Die hier vorliegende Untersuchung der Pelite konzentriert sich auf diese dünnbankige Serie des Zwischenrinnenbereiches.

Aus einem besonders pelitreichen Abschnitt der dünnbankigen Fazies mit einem Psammit/Pelit-Quotienten < 1 wurde nun ein kurzes Profilstück aufgenommen und Schicht um Schicht beprobt (Abb. 1). Dieses Profilstück liegt im Ostteil des Steinbruches, links des Buchstaben C der Beilage 2 (FAUPL et al., 1970) und ist ebendort in der Beilage 3 ungefähr bei Mächtigkeitsmeter 44 einzuordnen. Der Bankaufbau und die lithologische Beschaffenheit dieses kurzen Profils entsprechen durchaus den übrigen dünnbankigen Abschnitten, nur daß eben stellenweise ein etwas höherer turbiditischer Sandgehalt zu verzeichnen ist. Dieses hier bearbeitete Profilstück kann daher, was die Ausbildung der Pelite betrifft, als für die gesamte dünnbankige Fazies kennzeichnend betrachtet werden.

Die Verteilung des Karbonatgehaltes in den Peliten

Auf Grund ihres unterschiedlichen Karbonatgehaltes lassen sich zwei pelitische Gesteinstypen in dieser dünnbankigen Fazies unterscheiden: Einerseits dunkelgraue bis dunkelolivgrüne Tonsteine und andererseits hellgrau gefärbte Mergel. Beide Gesteine sind scharf voneinander abgesetzt.

Die Mergel mit einem durchschnittlichen Gehalt von 25% CaCO_3 entwickeln sich im allgemeinen direkt aus der turbiditischen Feinsand(-Silt)-Fraktion und verkörpern so den „feinen Schwanz“ des Turbidits. KUENEN (1964) hat den zum Turbidit gehörenden Pelit mit dem Symbol e^t bezeichnet. Innerhalb der turbiditischen Mergelpartie nimmt der Karbonatgehalt gegen das Hangende hin etwas ab. Diese Abnahme im Karbonatgehalt ist ein in Turbiditen häufig beobachteter Effekt, der sich durch eine Materialsortierung beim graded bedding erklären läßt. Der Gehalt der feinerkörnigen Tonmineralfraktion steigt gegenüber einer etwas gröberen Karbonatfraktion gegen das Hangende an. Besonders deutlich konnte diese turbiditinterne Karbonatverteilung an den mächtig entwickelten Pelitanteilen der Flyschgosa beobachtet werden (FAUPL & SAUER, 1978).

Bei den in Abb. 1 gegebenen Karbonatgehalten handelt es sich um Durchschnittswerte der einzelnen Pelitlagen. Die Karbonatgehalte wurden über gasometrische CO_2 -Bestimmungen ermittelt und als CaCO_3 -Gew. % verrechnet.

Die Tonsteine mit durchschnittlich 4% CaCO_3 folgen im Profil mit scharfer Grenze immer über dem Mergel, wobei der Sprung im Karbonatgehalt besonders augenfällig ist. Sowohl Tonstein als auch Mergel zeigen eine deutliche biogene Durchwühlung. Das Sediment in den Gängchen ist immer dunkler als das umgebende Gestein.

Die tonmineralogische Zusammensetzung der Pelite

Die Präparation der Tonmineralproben erfolgte wie in FAUPL (1975) beschrieben. Von den Texturpräparaten der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$ wurden drei röntgenographische Aufnahmen hergestellt, und zwar eine in lufttrockenem Zustand, eine nach 45-minütigem Bedampfen mit Äthylenglykol und eine nach 1-stündigem Erhitzen bei 550°C . Die mengenmäßige Verbreitung der Tonminerale wurde in der von MATTER (1974) angegebenen Weise kalkuliert. Die Halbwertsbreite des Illits sowie die Höhe des Quarz-Reflexes bei $4,26 \text{ \AA}$ wurden von den Aufnahmen des lufttrockenen Präparates abgegriffen.

Die entkalkte Tonmineralfraktion $< 2 \mu\text{m}$ setzt sich aus den Hauptmineralen Quarz, Illit, Chlorit und einem Illit/Montmorillonit-Mixed-Layer-Mineral

Tabelle 1. Die Zusammensetzung der Pelite der Sieveringer Schichten im Vergleich zu Peliten der Flyschgosau der Weyerer Bögen in Durchschnittswerten

	Sieveringer Schichten		Flyschgosau/Weyerer Bögen	
	turbiditische Pelite	nichtturbiditische Pelite	turbiditische Pelite	nichtturbiditische Pelite
Karbonatgehalt (CaCO_3 -%)	25	4	39	4
Tonmineralgehalte der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$ in %:				
Illit	92	96	64	58
Illit/Montmorillonit-Mixed Layer	4	3	19 *)	18 *)
Chlorit	4	1	7	8
Kaolinit	—	—	10	16
Halbwertsbreite der Glimmer (in mm)	10	12,8	— **)	— **)
Anzahl der Proben	7	7	13	5

*) Montmorillonit.

***) Nicht gemessen, die Halbwertsbreiten liegen mit starker Streuung bei 40 mm.

zusammen. Kaolinit konnte in keinem der Präparate nachgewiesen werden. Über die quantitative Tonmineralverteilung orientiert die Abb. 1.

Das Mixed-Layer-Mineral ist durch einen deutlich vom Illit abgesetzten Reflex zwischen $13,1$ und $13,5 \text{ \AA}$ im lufttrockenen Präparat charakterisiert. Nach einer Äthylenglykol-Behandlung verschiebt sich dieser Peak geringfügig nach $13,5$ bis 14 \AA . Nach dem Erhitzen bei 550°C verschwindet der Reflex vollständig. Nach WEAVER (1956) sind etwa 30% expandierender Lagen am Aufbau des Minerals beteiligt.

Stellt man die Tonsteine in ihrer Zusammensetzung den turbiditischen Mergeln gegenüber (Tab. 1), so läßt sich bezüglich des Illit/Montmorillonit-Mixed-Layer-Gehaltes kein signifikanter Unterschied feststellen. Signifikante Unterschiede bestehen jedoch im Illit- und Chloritgehalt. In den Tonsteinen ist mehr Illit und deutlich weniger Chlorit vertreten. Auch was die Halbwertsbreite des 10 \AA -Reflexes betrifft, weisen die Tonsteine deutlich höhere Werte auf als die Glimmer der Mergel. Im Quarzgehalt, der durch die Höhe des $4,26 \text{ \AA}$ -Reflexes zum Ausdruck gebracht wird, zeigen die Tonsteine immer etwas niedrigere Werte als die Mergel.

Turbiditische und nichtturbiditische Pelitanteile

In der dünnbankigen Fazies der Sieveringer Schichten ist eine ideale Turbiditbank folgendermaßen aufgebaut. Sie beginnt mit einer dünnen turbiditischen Sandsteinbank,

die Rippelschichtung und/oder ebene Feinlamination aufweist. Sie ist in der BOUMA-Abfolge dem T_c und /oder T_d -Abschnitt zuzuordnen (BOUMA, 1962). Die Sandsteinbank geht in einen turbiditischen Mergelabschnitt über (T_e nach BOUMA; e^t nach KUENEN, 1964). Darüber folgt deutlich abgesetzt der Tonstein.

Eine Untersuchung, die sich auf den gesamten Bereich der dünnbankigen Fazies des Sieveringer Steinbruches erstreckte, ergab, daß etwa 90% aller Turbidite mit einem turbiditischen Sandstein-Intervall beginnen, und etwa 10% nur aus turbiditischem Pelitmaterial bestehen. In ca. 65% aller Fälle ist über dem Turbidit eine Tonsteinlage ausgebildet. Die durchschnittliche Dicke dieses Tonsteins beträgt 2 cm. In dem besonders pelitreichen Profilabschnitt der Abb. 1 liegt die Mächtigkeit der Tonsteinlagen deutlich über diesem Durchschnittswert. In der dickbankigen Rinnenfazies hingegen sind keine solche Tonsteinintervalle zu beobachten, was auf das stark erosive Milieu im Rinnenbereich zurückzuführen sein wird.

Dadurch, daß sich die Tonsteinlagen hinsichtlich des Karbonatgehaltes, der Gesteinsfarbe und auch der Tonmineralzusammensetzung mit scharfer Grenze vom Mergel absetzen, kann mit Sicherheit angenommen werden, daß es sich bei den Tonsteinlagen um keinen Bestandteil des Turbidites selbst handelt, sondern um ein pelagisches Intervall s. l., für welches KUENEN (1964) das Buchstabensymbol e^p vorgeschlagen hat.

Das sedimentäre Material dieser nicht-turbiditischen Intervalle entstammt einerseits dem normalen „Regen“ von terrigenen und biogenen Partikeln, andererseits aber aus der Sedimentsuspension einer trüben Bodenwasserschicht (bottom nepheloid layer). Beide Vorgänge zusammen führen im Bereich eines Tiefseefächers zur Ausbildung einer hemipelagischen Sedimentschicht. Prinzipiell können an der Sedimentation auch noch Bodenströmungen, sogenannte counter currents, beteiligt gewesen sein (STOW & LOWELL, 1979).

Untersuchungen an Tiefseefächern und submarinen Cañons an der Westküste von Nordamerika haben gezeigt, daß das vom Festland angelieferte suspendierte Material durch einen oberflächlichen Wasserstrom auf der Thermokline verteilt wird. Daneben existiert aber noch ein bis zu mehrere hundert Metern mächtiger trüber Bodenwasserstrom, welcher bottom nepheloid layer genannt wird (BEER & GORSLINE, 1971 — Redondo submarine canyon; BAKER, 1976a, b — Nitinat Fan und Wilapa submarine canyon; STOKKE et al., 1977 — Nitinat Fan). Diese trübe Bodenwasserschicht erlangt ihre größte Mächtigkeit, stärkste Suspensionskonzentration und größte Kornfraktion (feiner Silt) im achsialen Bereich der Hauptrinne und in den angrenzenden aktiven Tiefseefächer-Arealen. In den inaktiven Abschnitten und seewärtigen Strecken der submarinen Cañons nimmt die Dicke, die Sedimentkonzentration und auch die Korngröße deutlich ab. Innerhalb dieser bottom nepheloid layer ist auch ein Konzentrationsgefälle gegen das Hangende zu beobachten. Es handelt sich bei dieser trüben Bodenwasserschicht um einen kontinuierlichen Cañon-abwärtsgerichteten Strom von sedimentgetrübtem Wasser, wie BAKER (1976b) über einen Beobachtungszeitraum von 4 Jahren zeigen konnte. Geschwindigkeiten von 1,5—2,8 cm/sec wurden von BAKER (1967a) kalkuliert. Im Vergleich dazu erreichen low-speed turbidity currents als episodische Ereignisse Geschwindigkeiten von 50—75 cm/sec (SHEPARD et al., 1977).

In Abb. 2 wurde nun unter Bezugnahme auf rezente geologische Beobachtungen im Bereich von Tiefseefächern versucht, ein schematisches Sedimentationsmodell für die nichtturbiditischen Intervalle der Sieveringer Schichten in einem Schnitt parallel zum Beckenhang zu entwerfen. Auch in einem solchen Modell sollte unter der Voraussetzung, daß mit dem suspendierten Material auch tatsächlich feine calcitische Partikel in entsprechender Menge angeliefert werden, bei Absatz unterhalb eines lokalen

Calcitkompensationsniveaus (CCD) eine calcitfreie, bzw. wenigstens stark entkalkte Sedimentlage gebildet werden.

Generell kann mit einer hohen planktonischen Karbonatproduktion während der Oberkreide im Bereich der Tethys gerechnet werden. Der hohe Karbonatgehalt im turbiditischen Mergel spricht für solch eine Karbonatproduktion im benachbarten Schelf. Sollte man jedoch zu dem Schluß kommen, daß ein kontinuierlicher trüber Bodenwasserstrom direkt von einer „Quelle“ (Fluß, Delta) gespeist wird, die nur eine feine, weitgehend karbonatfreie terrigene Sedimentsuspension ins Becken bringt, und im Einzugsbereich dieser Strömung auch in den Oberflächenschichten des Meeres eine

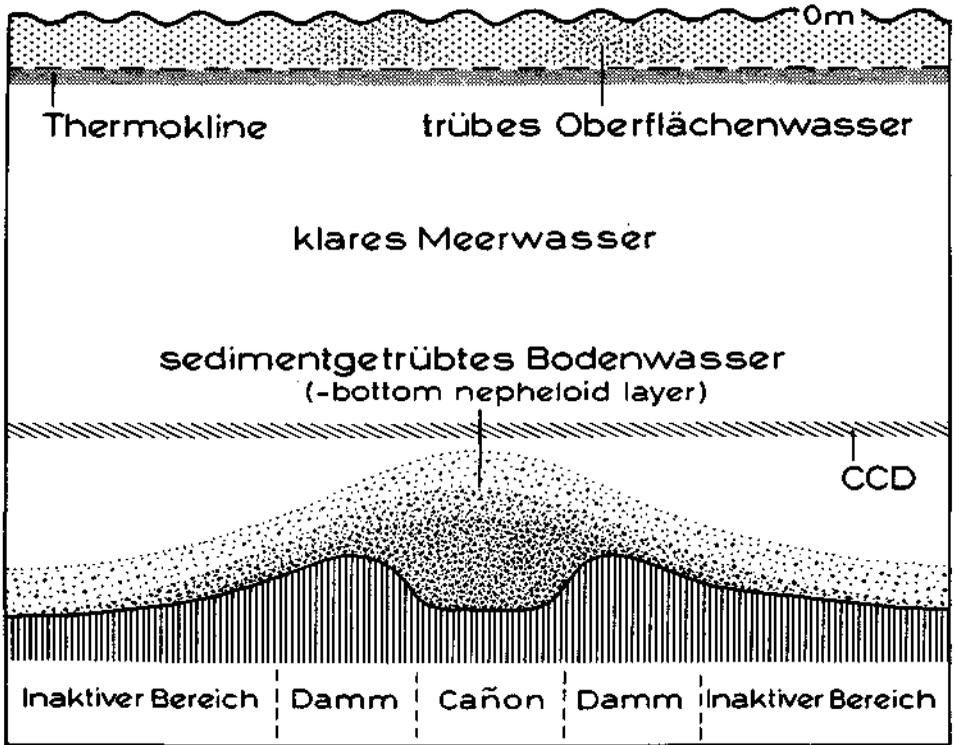


Abb. 2: Sedimentologisches Modell für die nichtturbiditischen Pelite der Sieveringer Schichten basierend auf rezenteologischen Untersuchungen im Bereich von submarinen Cañons und Tiefseefächern (BAKER, 1976a, b; BEER & GORSLINE, 1971; STOKKE et al., 1977). Meerestiefe ohne Maßstab

stark behinderte planktonische Calcitproduktion herrscht, dann kann jedoch auch oberhalb der CCD eine sehr karbonatarmer hemipelagische Schicht entstehen (siehe auch HESSE, 1975). Daß umgekehrt Sedimente, welche unterhalb der CCD zur Ablagerung gelangen, nicht völlig karbonatfrei sein müssen, zeigen die Karbonatgehalte der braunen Tiefseetone (LISITZIN, 1972).

Für die Sieveringer Schichten möchte ich auf Grund dieser Überlegungen nur mit einiger Vorsicht eine Ablagerungstiefe unterhalb der lokalen Calcitkompensationstiefe annehmen. Es herrschen in der dünnbankigen Fazies der Sieveringer Schichten bezüg-

lich der Karbonatgehalte dieselben Gegebenheiten vor, wie sie bereits von HESSE (1975), HESSE & BUTT (1976), FAUPL (1976) und BUTT & HERM (1978) in der ostalpinen Flyschzone beobachtet wurden. Auch in diesen Fällen wurden die Tonsteinlagen als Hinweis für Ablagerungstiefen unterhalb der lokalen CCD interpretiert. Während solche kalkfreien hemipelagischen Abschnitte in der Flyschzone vor allem in Ablagerungen der Beckenebenenfazies beobachtet werden, konnte mit den Sieveringer Schichten ihr Vorkommen auch in proximaleren Bereichen eines Tiefseefächerenvvironments belegt werden.

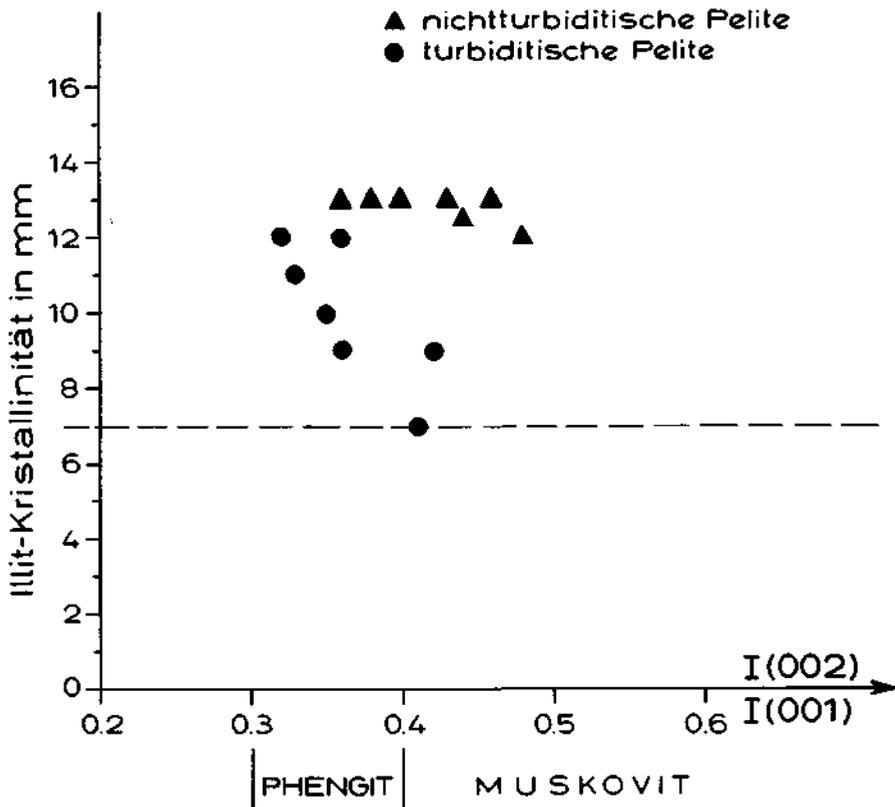


Abb. 3: Intensitätsverhältnis (002)/(001) von Glimmern gegen Illit-Kristallinität von turbiditischen und nichtturbiditischen Peliten der Sieveringer Schichten in der Fraktion $< 2 \mu\text{m}$

Die Unterschiede in der Tonmineralverteilung zwischen turbiditischem und nicht-turbiditischem Pelitmaterial lassen sich als Fraktionierungseffekte interpretieren. So wird das Illit/Chlorit-Verhältnis des rasch sedimentierten Turbiditmaterials annähernd dem Tonmineralverhältnis im Bereitstellungsraum entsprechen. Hingegen sind durch den langsameren Transport- und Sedimentationsvorgang des nichtturbiditischen Materials korngroßenbedingte Verschiebungen in der untersuchten Fraktion $< 2 \mu\text{m}$ zu erwarten. Solche Verschiebungen in der Tonmineralzusammensetzung wurden von BAKER (1976a) innerhalb der nepheloid layer beobachtet. Im System Columbia

River — Willapa Submarine Canyon ist der Quotient Montmorillonit/Chlorit im fluviatilen Bereich 1, während er im oberen Cañon auf $>0,7$ und im unteren Cañon-Abschnitt auf $<0,7$ abfiel.

Das Fehlen von signifikanten Unterschieden im Mixed-Layer-Gehalt dürfte damit zusammenhängen, daß das Auftreten dieses Minerals in erster Linie durch diagenetische Vorgänge kontrolliert wird.

Sehr auffallend sind die relativ geringen Halbwertsbreiten im turbiditischen Tonanteil, was für raschen Abtrag, Transport und Sedimentation spricht, während der keine sehr intensive Degradation des Hellglimmers stattgefunden hat. Die Glimmerfraktion im hemipelagischen Intervall unterlag hingegen einer weniger raschen Ablagerung und erfuhr dadurch eine signifikant stärkere Degradation. Der in Abb. 3 aufgezeigte, relativ geringe $I(002)/I(001)$ -Quotient der Glimmer mit einer starken Tendenz ins „Phengit-Feld“ dürfte eine mineralogische Eigenheit der Glimmer des Liefergebietes widerspiegeln.

In der tonmineralogischen Zusammensetzung besteht große Ähnlichkeit zu den Kaumberger Schichten der Wienerwald-Flyschzone (FAUPL, 1976). Auch dort konnte kein Kaolinit nachgewiesen werden. In etwa altersgleichen Ablagerungen der oberostalpinen Flyschgosau der Weyerer Bögen, aber auch der alttertiären Gießhühler Schichten sind deutliche Mengen von Kaolinit nachgewiesen. Im Durchschnitt führen die Pelite der Weyerer Bögen 10% Kaolinit im turbiditischen Tonmineralanteil und durchschnittlich 16% im hemipelagischen Anteil.

Man kann daraus schließen, daß während dieser geologischen Epoche durchaus klimatische Bedingungen geherrscht haben, die für eine Kaolinitbildung günstig waren. Im Liefergebiet der Sieveringer Schichten, das möglicherweise eine beckeninterne Schwelle gewesen ist (FAUPL, 1975), dürfte jedoch eine hohe Abtragsrate und ein rascher Abtransport des Materials einer Kaolinitbildung durch Verwitterung entgegengewirkt haben. Demgegenüber scheinen im oberostalpinen Liefergebietsbereich der Flyschgosau wesentlich geringere Abtragungsraten eine Kaolinitbildung ermöglicht zu haben. Für höhere Abtragsraten im Liefergebiet der Flyschzone und auch einen rascheren Abtransport sowie Sedimentation des turbiditischen Materials spricht auch die geringere Degradation der Glimmer (Tab. 1). Zum Vergleich liegen in den Kaumberger Schichten die Illit-Halbwertsbreiten bei durchschnittlich 13 mm. Hingegen in den Turbiditen der Flyschgosau bei durchschnittlich 40 mm. Es werden möglicherweise aber auch Unterschiede in der diagenetischen Entwicklung von Rhenodanubischer Flyschzone und oberostalpinen Gosauschichten bei der Beurteilung der Tonminerale von Bedeutung sein.

Eine systematische tonmineralogische Untersuchung der Pelite der Flyschserien der Ostalpen, auch im Hinblick auf ihre Glimmerdegradation, sollte eine Differenzierung der Sedimentliefergebiete bezüglich ihrer Verwitterungsbedingungen und ihrer tektonischen Geschichte ermöglichen.

Dank

Für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchungen, welche im Rahmen des Hochschulswertes S-15 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich durchgeführt wurde, sei hier gedankt. Herrn Kollegen Roman Sauer danke ich für seine Mithilfe im Gelände.

Literatur

- BAKER, E. T.: Distribution, composition and transport of suspended particulate matter in the vicinity of Willapa submarine canyon, Washington. — Geol. Soc. Am. Bull., **87**, 625—632, Boulder 1976a.
BAKER, E. T.: Temporal and spatial variability of the bottom nepheloid layer over a deep-sea fan. — Marine Geol., **21**, 67—79, Amsterdam 1976b.

- BEER, R. M. & GORSLINE, D. S.: Distribution, composition and transport of suspended sediment in Redondo Submarine Canyon and vicinity (California). — *Marine Geol.*, **10**, 153—175, Amsterdam 1971.
- BOUMA, A. H.: Sedimentology of some flysch deposits: A graphic approach to facies interpretation. — 168 S., Amsterdam—New York (Elsevier) 1962.
- BUTT, A. & HERM, D.: Paleo-oceanographic aspects of the upper Cretaceous geosynclinal sediments of the Eastern Alps. — *Int. Union Comm. Geodynamics, Scientific Rep.*, **38**, 87—95, Stuttgart 1978.
- FAUPL, P.: Schwermineralien und Strömungsrichtungen aus den Kaumberger Schichten (Oberkreide) des Wienerwald-Flysches, Niederösterreich. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1975**, 528—540, Stuttgart 1975.
- FAUPL, P.: Vorkommen und Bedeutung roter Pelite in den Kaumberger Schichten (Oberkreide) des Wienerwald-Flysches, Niederösterreich. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1976**, 449—470, Stuttgart 1976.
- FAUPL, P., GRÜN, W., LAUER, G., MAUERER, R., PAPP, A., SCHNABEL, W. & STURM, M.: Zur Typisierung der Sieveringer Schichten im Flysch des Wienerwaldes. — *Jb. Geol. B.-A.*, **113**, 73—158, Wien 1970.
- FAUPL, P. & SAUER, R.: Zur Genese roter Pelite in Turbiditen der Flyschgosau in den Ostalpen (Oberkreide—Alttertiär). — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1978**, 65—86, Stuttgart 1978.
- HESSE, R.: Turbiditic and non-turbiditic mudstone of Cretaceous flysch section of the East Alps and other basins. — *Sedimentology*, **22**, 387—416, Oxford 1975.
- HESSE, R. & BUTT, A.: Paleobathymetry of Cretaceous turbidite basins of the East Alps relative to the calcite compensation level. — *Jour. Geol.*, **84**, 505—533, Chicago 1976.
- KERN, J. PH.: Lebensspuren und Paläomilieu der Sieveringer Schichten (Oberkreide) des Wiener Waldes (Österreich). — *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr.*, **24**, 11—45, Wien 1977.
- KUJENEN, PH. H.: The shell pavement below oceanic turbidites. — *Marine Geol.*, **2**, 236—246, Amsterdam 1964.
- LISITZIN, A. P.: Sedimentation of the World Ocean. — *Soc. Econ. Paleont. Mineralogists, Spec. Pub.*, **17**, 218 S., Tulsa 1972.
- MATTER, A.: Burial diagenesis of pelitic and carbonate deep-sea sediments from the Arabian Sea. — *Initial Rep. Deep-sea Drill. Proj.*, **23**, 421—443, Washington 1974.
- MURTI, E. & RICCI LUCCHI, F.: Turbidite facies and facies associations. — *IX Int. Congr. Sedimentology, Guide to field trip A 11*, 21—36, Nice 1975.
- NORMARK, W. R.: Fan valleys, channels, and depositional lobes on modern submarine fans: Character, for recognition of sandy turbidite environments. — *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, **62**, 912—931, Tulsa 1978.
- PAPP, A.: Orbitoiden aus dem Oberkreideflysch des Wienerwaldes. — *Verh. Geol. B.-A.*, **1956**, 133—143, Wien 1956.
- PAPP, A.: Das Vorkommen von Lebensspuren in einzelnen Schichtgliedern im Flysch des Wienerwaldes. — *Verh. Geol. B.-A.*, **1962**, 290—294, Wien 1962.
- SHEPARD, F. P., Mc LOUGHIN, P. A., MARSHALL, N. F. & SULLIVAN, G. G.: Current-meter recordings of low-speed turbidity currents. — *Geology*, **5**, 297—301, Boulder 1977.
- STOKKE, P. R., CARSON, B. & BAKER, E. T.: Comparison of bottom nepheloid layer and late Holocene deposition on Nitinat fan: Implications for lutite dispersal and deposition. — *Geol. Soc. Am. Bull.*, **88**, 1586—1592, Boulder 1977.
- STOW, D. A. V. & LOVELL, J. P. B.: Contourites: Their recognition in modern and ancient sediments. — *Earth-Science Reviews*, **14**, 251—291, Amsterdam 1979.
- WALKER, R. G.: Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans: Models for exploration for stratigraphic traps. — *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, **62**, 932—966, Tulsa 1978.
- WEAVER, C. E.: The distribution and identification of mixed-layer clays in sedimentary rocks. — *Am. Mineralogists*, **41**, 202—221, Menasha 1956.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 22. August 1979.