

Probleme im Flysch der Ostalpen

Von Siegmund PREY *)

mit 3 Abbildungen, 3 Tabellen und 1 Tafel

Inhalt

	Seite
Summary	147
Zusammenfassung	148
Über den Flyschbegriff	149
Probleme und neuere Ergebnisse der Stratigraphie	152
Über tektonische Probleme in der Flyschzone	158
Regionale Probleme in der Flyschzone	164
Schriftenverzeichnis	170

Summary

General "Flysch" problems and new results obtained especially in the Austrian part of the East Alpine Flysch Zone are discussed in this paper.

To begin with, the different definitions of the term "Flysch" as given by KUENEN, TRÜMPY, SEILACHER, and WIESENEDER are quoted and discussed. KUENEN's theory based on turbidity currents in deep sea seems to be the best way to explain the phenomena of "Flysch". We recommend to apply generally the term "Flysch facies" to these phenomena, since "Flysch" is used in Austria also in a stratigraphic-tectonic sense being applied to a distinct zone of the Eastern Alps.

With regard to this Flysch Zone of the Eastern Alps, some stratigraphic particulars are pointed out, as: the correspondence between the flysch sequence of the Kahlenberg Nappe (Wienerwald) in the East and the flysch sequences exposed further west; the discovery of Middle Cretaceous beds near Pressbaum (Kahlenberg Nappe); the proof of Reisselsberg Sandstone (Cenomanian-Turonian) in the Lainz Deer Park near Vienna; the proof of the Maastrichtian to Paleocene age of the Alltengbach Beds and the evidence that the variegated Kaumberg Beds are of the same age (Coniacian-Campanian) as the Kahlenberg Beds. Generally, the flysch sequences compared with each other show a good conformity all over the East Alpine Flysch Zone from east to west; however, variegated beds, common within the flysch zone in the East, are lacking in the West (Vorarlberg). In the West, the Lower Junghansen Beds and the Feuerstaetter Sandstone (Feuerstaetter Nappe), formerly believed to be Lower Cretaceous, are possibly Maastrichtian to Paleocene in age.

As for the structure of the East Alpine Flysch Zone, the existence of a Flysch Nappe is proved being thrust on the Helveticum Nappe and on the Molasse Zone. In the East (Wienerwald), the Flysch Nappe consists of three well defined tectonic units (sub-nappes): Greifenstein Nappe, Kahlenberg Nappe, Laab Nappe. In the West (Vorarlberg) the tectonic units within the Flysch Zone are parts of a rather uniform Flysch Nappe, there, the enormous thickness of the "Vorarlberg Flysch" may be the reason for a more distinct tectonical independence of this Flysch Nappe.

*) Adresse des Verfassers: Geologische Bundesanstalt, 1030 Wien, Rasumofskygasse 23

Some structural details of the Flyschzone are discussed, e. g. the position of the "Main Klippen Zone" in the Wienerwald near Vienna. This zone consists of Kaumberg Beds (belonging to the Laab Nappe), tectonic "Klippen" (Jurassic and Lower Cretaceous) and the cover of the latter (Upper Cretaceous to Eocene marls). Northeast of the Wien river valley the "Main Klippen Zone" is a tectonic window within the Kahlenberger Nappe similar to the windows of Helveticum further west. One of these windows of Helveticum — situated at the Heuberg near Salzburg — is a symmetrical anticline within the Flysch Zone.

The tectonic position of the East Alpine Flysch Zone is one of the most interesting regional problems. The position corresponds with that of the Penninicum of the Western Alps. However, there is no close relation between the rocks of the East Alpine Flysch Zone and those of the flysch of Praetigau, Vaduz and Triesen as far as the association of heavy minerals is concerned: zircon is the predominant heavy mineral in the Penninic flysch rocks of Praetigau, Vaduz and Triesen, whereas the East Alpine flysch rocks exposed in Vorarlberg and in the Feuerstaetter Decke contain preponderantly garnet. A third group of rocks including Verspala Flysch (Arosa-Zone) and Cretaceous sedimentary rocks of the Limestone Alps is characterized by the content of chromite.

Such variations of the heavy mineral association in Cretaceous sedimentary rocks induced some of the authors to assume several troughs of sedimentation in Cretaceous times which were separated from each other by bars, sills or even "cordilleras" from where the different sediments were derived. As far as the East Alpine Flysch Zone is concerned, there is no need to assume mountain ranges having separated the flysch trough from other Cretaceous sedimentary basins. The differing mineral associations can also be explained by assuming that the source areas of the sediments were situated near the end of narrow troughs. However, nothing is known about these source areas of the flysch sediments.

Zusammenfassung

Zweck dieser Schrift ist es, neuere Ergebnisse insbesondere im österreichischen Anteil der Flyschzone bekannt zu machen und bestehende Probleme zu diskutieren.

Es werden Definitionen des Flyschbegriffes nach KUENEN, TRÜMPY, SEILACHER und WIESENER wiedergegeben. Die Theorie von KUENEN erklärt die Erscheinungen im Flysch mittels der turbidity currents in der Tiefsee am besten. Weil aber in Österreich „Flysch“ ein stratigraphisch-tektonischer Begriff geworden ist, wird empfohlen, häufiger den Ausdruck „Flyschfazies“ zu verwenden, insbesondere dort, wo diese auch in anderen Ablagerungsräumen gelegentlich auftritt.

Auf folgende stratigraphische Ergebnisse und Probleme wird besonders hingewiesen: Die Übereinstimmung des Flyschprofils der Kahlenberger Decke des Wienerwaldes mit dem weiter im Westen, die Mittelkreide bei Preßbaum (Kahlenb. D.) und der Nachweis von Reiselsberger Sandstein im Lainzer Tiergarten, das Hinaufreichen der Aitlengbacher Schichten ins Paleozän, die Kaumberger Schichten als bunte Vertretung der Kahlenberger Schichten und das Fehlen von Obereozän in den Laaber Schichten. Ein Vergleich der östlicheren Flyschserien mit dem Westen ergibt gute Übereinstimmung, nur verschwindet die Buntfärbung in Vorarlberg. In der Feuerstätter Decke könnten nach Hinweisen die Unteren Junghansenschichten und der Feuerstätter Sandstein Maastricht-Paleozän sein.

Auf tektonische Fragen übergehend wird die Deckennatur des Flysches über Helveticum und Molasse beleuchtet. Die Hauptklippenzone des Wienerwaldes besteht aus Kaumberger Schichten der Laaber Decke und tektonischen Klippen mit einer bis ins Eozän reichenden Klippenhülle; NE vom Wiental aber ist sie ein Helveticum-Aufbruch innerhalb der Kahlenberger Decke, vergleichbar denen im Westen. Das Helveticum-Fenster am Heuberg (Salzburg) ist aus einer symmetrischen Flyschantiklinale hervorgegangen. Die Trennung der Flyscheinheiten in Vorarlberg und Allgäu ist eher eine in Teileinheiten, wobei der Vorarlberger Flysch wegen seiner besonders großen Mächtigkeit eine tektonische Selbständigkeit erlangt haben könnte. Die Feuerstätter Decke ist als selbständige tektonische Einheit bestätigt.

An regionalen Problemen wird die penninische Stellung des Flysches der Ostalpen hervorgehoben. Eine geringere Beziehung, als bisher angenommen, ergibt sich nach Schwermineralanalysen zum Prättigau-, Vaduzer und Triesener Flysch, die Zirkon-

spektrum haben, während Vorarlberger Flysch und Feuerstätter Decke Granat führen. Eine dritte Gruppe, gekennzeichnet durch Chromit, bilden Verspalflysch und kalkalpine Kreidebildungen. Bei Annahme eines Sedimentliefergebietes am Ende des Flyschtroges wären so manche der angenommenen Schwellen zwischen den Trögen entbehrlich. Die Liefergebiete sind heute spurlos verschwunden.

Die vorliegende Arbeit ist die erweiterte Fassung eines am 12. Jänner 1968 in der Geologischen Gesellschaft in Wien gehaltenen Vortrages. Die dafür getroffene Auswahl von Ergebnissen und Problemen wurde im wesentlichen beibehalten. Um aber dem Leser auch das Befassen mit hier nicht angeschnittenen Problemen zu erleichtern, sind in das Schriftenverzeichnis auch Arbeiten aufgenommen, die im Text nicht erwähnt sind.

Die Forschung in der Flyschzone mußte sich bis in die Zeit vor etwa zwei bis drei Jahrzehnten mit jenen Ergebnissen begnügen, die mit Hilfe von Großfossilien, lithologischen und Serienmerkmalen zu erzielen waren. Daß es wegen der bekannten Fossilarmut des Flysches öfter zu Fehlinterpretationen kam, ist nicht verwunderlich.

Fortschritte ergaben sich erst bei Anwendung neuer Methoden. Eine davon ist die Mikropaläontologie, die eine bessere Abgliederung fremder Einheiten vom Flysch möglich machte. In neuerer Zeit kam die Untersuchung des Nannoplanktons hinzu und es ist ein glücklicher Umstand, daß dieses nicht selten auch dann noch vorhanden ist und eine brauchbare Aussage zuläßt, wenn andere Fossilien, insbesondere Foraminiferen fehlen, oder keinen Altershinweis geben. Eine weitere wertvolle Hilfe ist die Schwermineralanalyse, die uns eine zusätzliche Charakteristik von Gesteinsserien bzw. von Ablagerungsräumen zu geben vermag.

Unter diesen Umständen hat sich eine langsam zunehmende Intensivierung der Forschung in der Flyschzone angebahnt und zwar in der ganzen Flyschzone zwischen dem Rheintal und dem Raum von Wien.

Im Folgenden wird eine Auswahl von Problemen und Ergebnissen behandelt, die in erster Linie die österreichischen Teile der Flyschzone betreffen. Um aber den Zusammenhang herzustellen, müssen auch die Verhältnisse in Bayern bis zu einem gewissen Grade berücksichtigt werden. In bezug auf stratigraphische und tektonische Probleme geht es vor allem um solche, die seit den grundlegenden Arbeiten von G. GÖTZINGER (insbesondere 1954) im Wienerwaldflysch und von M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE (1940) in der Flyschzone westlich der Enns erzielt worden sind und die der Forschung neuen Auftrieb gaben. Künftigen Arbeiten muß es vorbehalten bleiben, auch jene Teile unserer Flyschzone zu bearbeiten, von denen wir heute noch zu wenig wissen. Auf manche interessante Frage kann daher heute schon eine Antwort gegeben werden, aber auf so manche andere muß man eine Antwort noch schuldig bleiben.

Über den Flyschbegriff

Wie bekannt, hat B. STUDER im Jahre 1827 in der Schweiz den Volksausdruck „Flysch“ in der Geologie angewendet. Er gilt für weiche, fließende, also zu Rutschungen neigende Schieferbildungen. F. P. BENTZ

hat in einer Notiz (1961) treffend auseinandergesetzt, daß der Begriff „Flysch“ zunächst einmal nie richtig definiert worden ist. Die Folge davon ist, daß er auch auf ähnliche Schichten in der Schweiz angewendet wurde, wie Kalke, Breccien und Schichtfolgen, die aus einer Wechsellagerung von Schiefern und Sandsteinen bestehen. Die letztere Fazies wurde schließlich von anderen (insbesondere außeralpinen) Geologen irrtümlich als die alleinige und typische Flyschentwicklung angesehen. Fußend auf M. BERTRAND beschränkten E. ARGAND und M. LUGÉON und ihnen folgend J. TERCIER (1948) die Bezeichnung „Flysch“ auf solche Fazies, die die Gebirgsbildung begleitet. Sie heben die große Mächtigkeit der Flyschserien, ihre rasche und turbulente Sedimentation und die meist vorhandene tektonische Störung hin. Im Gegensatz dazu wird die Molasse als postorogen angesehen.

Die von PH. H. KUENEN & A. CAROZZI (1953) aufgestellte Theorie der *turbidity currents* lenkte die Aufmerksamkeit mehr als bisher auf die lithologischen Eigentümlichkeiten der Flyschsedimente. Die neuen Gesichtspunkte, die sich aus dieser Erklärung der Flyschentstehung ergeben, haben auch die Definitionen nachhaltig beeinflußt.

Aus PH. H. KUENEN (1958) zitiert R. TRÜMPY (1960) folgende allgemeine Charakteristik des Flysches: Beim Flysch handelt es sich um eine mächtige Folge prä-paroxysmaler Geosynklinalsedimente, bestehend aus einer Wechsellagerung von ruhig geschichteten Schiefern mit an Feinmaterial reichen Sandsteinen (Grauwacken usw.), die einen gewissen Grad von gradierter Schichtung zeigen. Die maximalen Korngrößen in gradierten Schichten erreichen 5—10 cm. Gröberes Material ist nicht gradiert und tritt nur untergeordnet auf. Übergänge in kalkige Typen und Wechsellagerung mit solchen kommen vor. Das geologische Alter ist unwesentlich.

A. SEILACHER (1958) kennzeichnet die Flyschablagerungen durch drei Fazies: 1. Die Lithofazies zeigt die bekannte kurzspannige Wechsellagerung von harten psammitischen Bänken mit weichen pelitischen Zwischenlagen. Die Sedimente sind überwiegend terrigen-klastisch und zeigen als überaus charakteristische Gefügemerkmale Gradierte Schichtung und bestimmte Fließ- und Strömungsmarken an den Bankunterseiten. 2. Die Tektofazies ist gekennzeichnet durch die große Mächtigkeit und die Entstehung in einer Randgeosynklinale oder Saumtiefe vor oder während der ersten Faltenbewegungen des werdenden Orogens. 3. Die Biofazies schließlich wird charakterisiert durch das starke Zurücktreten von Megafossilien, ferner die relative Häufigkeit von sandschaligen Foraminiferen in bestimmten Horizonten und die Häufigkeit von Spurenfossilien. Eine Wiedergabe dieser Definitionen findet sich bei U. v. RAD (1962).

Mit kurzen Worten sagt das wesentliche die Definition von H. WIESENEDER (1962): Flysch ist eine zeitlich nicht gebundene Lithofazies, die sich in Geosynklinalen oder Restgeosynklinalen gebildet hat. Das eigentlich Typische sind die Geopetalrhythmite und die Sohlmarken.

Es gibt aber auch Stimmen für eine zeitliche Begrenzung für den Gebrauch des Flyschbegriffes, wie etwa J. CADISCH (1953), der ihn nur für kretazische und tertiäre alpin-orogene Bildungen verwenden möchte.

Gegenüber der früher verbreiteten Meinung, daß der Flysch eine Seichtwasserbildung sei — z. B. „Seichtwasserkreide“ von K. FRIEDL (1930),

oder die Mangrovetheorie von O. ABEL (1925) — hat die Auffassung des Flysches als Bildung tieferen Wassers oder gar der Tiefsee unter Mitwirkung von *turbidity currents* heute sehr viele Anhänger gewonnen. Die großräumige Konstanz der Sandsteinbänke, die Strömungsgefüge und Sohlmarken und die Gradierung, andererseits das Vorherrschen primitiver sand-schaliger Foraminiferen in den Peliten und die Häufigkeit von Fossilien aus seichteren Meeresbereichen in den Sandsteinen ist sicherlich am einleuchtendsten durch die KUENEN'sche Theorie zu erklären, die ja davon ausgeht, daß im Schelfbereich bereitgestellte Sedimentmassen abgleiten und als Suspensionslawine in die Tiefsee hinabfließen, wo sich dann das suspendierte Material unter Saigerungsvorgängen nach Korngröße und Gewicht in Form von Sandsteinbänken abgelagert. Auf die Ablagerung folgen noch Vorgänge der Konsolidierung und Diagenese. Die so entstandenen Sandsteinbänke werden gerne als Turbidite bezeichnet.

— In unserem Flysch gibt es auch Sandsteinbänke, deren Gradierung entweder nur schwach ist, oder ganz fehlt. Wahrscheinlich war die Suspension besonders dicht, sodaß Saigerungsvorgänge kaum stattfinden konnten. Ein Teil dieser Bänke zeigt aber auch Gleiterscheinungen und fällt somit unter den Begriff der „Fluxoturbidite“, wie sie von ST. DZULYNSKI et al. (1959) beschrieben worden sind. Ein Teil der Mürbandsandsteinbänke gehört hierher.

Bezüglich der Gradierten Schichtung konnte öfter festgestellt werden, daß sie sehr undeutlich sein oder überhaupt fehlen kann. Wie sie ausfällt, wird aber von der Zusammensetzung der Suspension abhängen. Wenn diese nur aus Feinmaterial besteht, kann sich kaum eine gradierte Schichtung ausbilden. Außerdem könnte die Suspension das gröbere Material auch bereits am Wege verloren haben. Viele der sehr feinsandigen Mergel-Bänke dürften überhaupt nur mehr die Absätze aus den feinsten übriggebliebenen Resten der Suspension sein. Öfter sind ja immerhin noch Sohlmarken oder Lebensspuren an den Bankunterseiten vorhanden. Diese Dinge sind also auch zwanglos durch den Mechanismus der *turbidity currents* zu erklären.

Bei uns haben die geologischen Gegebenheiten dazu geführt, den Flysch als eine stratigraphisch — tektonische Einheit zu sehen, die etwa der Molasse gegenübersteht. Es ist aber empfehlenswert, mehr als bisher den Ausdruck „Flyschfazies“ zu verwenden, insbesondere dann, wenn z. B. Flyschfazies in der Molassezone auftritt, wie das ohne Zweifel in der Molasse von Rogatsboden und in der ganz gleichartig entwickelten Tonmergelstufe in der Subalpinen Molasse im Bregenzerwald der Fall ist. Auch im kalkalpinen Cenoman, beispielsweise in der Frankenfesler Decke bei Scheibbs, kommt Flyschfazies vor, ebenso gelegentlich in den Gosauschichten.

Im Übrigen beweisen die bereits durch mehrere Bohrungen in Österreich festgestellten beträchtlichen Überschiebungen alpiner Decken über Molasse (Urmannsau: mindestens 15 km!), daß man die Molasse keineswegs generell als postorogen bezeichnen kann. Ob Flysch- oder Mola-sefazies zustandekommt, hängt wohl in erster Linie von der Form und der Tiefe des Ablagerungsraumes und von der Art der Sedimentanlieferung ab, nämlich, ob die Möglichkeit zur Entstehung von *turbidity currents* besteht oder

nicht. Nur die jungmiozänen Anteile wird man mit gutem Gewissen als postorogen ansehen können.

Die Einleitung der Flyschfazies wird öfter als „Prä-Flysch“ (R. TRÜMPY 1960) bezeichnet. In der Schweiz wird auch auf Übergänge zwischen Flysch und Molasse hingewiesen. Bei den Übergangsbildungen aber dürfte oft eine eindeutige Zuordnung nicht möglich sein. Auch gibt es häufig Gesteinsserien solcher Art, die dann — ein Ausdruck einer gewissen Verlegenheit — als „flyschartig“-„flyschoid“ oder „molasseartig“-„molassoid“ bezeichnet werden.

Wenn man sich aber auf die neuen Definitionen beruft, dann tritt mitunter der Fall ein, daß seit jeher gerne als Flysch bezeichnete Bildungen jetzt nicht mehr Flysch sein dürfen, z. B. der Blattengrat- und Ragazer Flysch in Graubünden.

Die rege Diskussion über Fragen der Definition und Genese der Flyschbildungen läßt besonders deutlich werden, ein wie interessantes und mit der Geschichte der Alpen eng verknüpftes Bauglied unsere Flyschzone ist.

Probleme und neuere Ergebnisse der Stratigraphie

Aufbauend auf den Ergebnissen von G. GÖTZINGER sind im Wienerwald neue stratigraphische Erkenntnisse und Verfeinerungen zustande gekommen. Erste Einstufungen nach Nannofossilien veröffentlichte F. BRIX (1961). Die stratigraphische Gliederung zeigt Tabelle I.

		Greifensteiner Decke	Kahlenberger Decke	Laaber Decke	Flysch Oberösterreich-Salzburg
Alttertiär	Mittel - Untereozän	Greifensteiner Sandstein	Gablitzer Sch. mit Greifensteiner Sandstein	Laaber Schichten Agsbach-Schichten Hoiss-Schichten	
	Paleozän - Dan	Altlangbacher Schichten	Altlangbacher Schichten und z.T. Sieveringer Schichten	Lücke? Schwarze Schiefer und Quarzite Lücke? Graue Quarzite u. Schieferlagen	Dan - Paleozänflysch und
Oligozän	Maastricht	Schichten	Spuren bunter Schiefer Kahlen-	Lücke? Kaum-	Mürzesandsteinführende Oberkreide
	Campan	Lücke	berger	berger	Bunte Schiefer Zement-
	Santon		berger	berger	mergel-
	Coniac		Schichten	Schichten	serie Obere bunte
	Turon			Unbekannt	Schiefer Reiselsberger Sandstein mit Schiefer
	Cenoman		Reiselsberger Sandstein und Schiefer (teilweise bunt)		fern Untere bunte Schiefer
Unterkreide	Gault	Wolfpassinger	Gaultflysch		Gaultflysch
	Neocom	Schichten	Neocomflysch		Neocomflysch

Tabelle I: Gliederung des Flysches im Wienerwald, in Oberösterreich und Salzburg.

Eines der interessantesten Probleme in der östlichsten Flyschzone war die Korrelierung mit dem Westen. Bekanntlich hat G. GÖTZINGER (u. a. 1954) die Kreidesequenzen der Greifensteiner Decke als Altlenzbacher Schichten und diejenigen der Kahlenberger Decke als Kahlenberger Schichten bezeichnet. Die Kahlenberger Schichten GÖTZINGERS umfassen sowohl die mergelreichen Schichten, wie sie etwa den Leopoldsberg aufbauen, aber auch Schichten vom Typus der Altlenzbacher Schichten. Die Sieveringer Schichten deutete er als sandsteinreichere Fazies der Kahlenberger Schichten. Die vom Verfasser schon längere Zeit vorher vertretene Ansicht, daß die im Westen gültige Gliederung in eine tiefere mergelreichere Serie, die Zementmergelserie, und eine höhere, stärker sandige Serie, die Mürbsandsteinführende Oberkreide, auch im Wienerwald Gültigkeit habe, konnte an den Aufschlüssen im tiefen Einschnitt der Westautobahn im Bihaberg bestätigt und bewiesen werden.

Dort bilden mergelreiche Schichten mit feinkörnigen kalkreichen Sandsteinbänken, die wir jetzt nach dem Vorschlag von R. GRILL (1962) als Kahlenberger Schichten im Sinne eines Äquivalents der Zementmergelserie bezeichnen wollen, den Kern einer Antiklinale (S. PREY, 1965). Im leicht überkippten Nordflügel folgen darüber ein dünnes und z. T. verquetschtes Band bunter Schiefer und darüber Altlenzbacher Schichten (in gleichem Sinne als Äquivalent der Mürbsandsteinführenden Oberkreide), die über einer dünnbankigen Zone in einen dickbankigen Mürbsandstein und dann in normale Altlenzbacher Schichten übergehen. Gegen Nordwesten werden die Schichten immer jünger und reichen bis ins Paleozän.

Mit dieser Erkenntnis ist die Übereinstimmung der Gliederung im Wienerwald mit den Profilen im Westen gesichert (vergl. Tabelle I).

Nachdem westlich vom Wienerwald-Stausee (S. PREY, 1965) und bei Auhof (S. PREY, 1968) neuerdings Mittelkreide nachgewiesen werden konnte, gelang es in letzter Zeit im Lainzer Tiergarten, und zwar im Bergzug Kaltenbründlberg—Hackenberg, auf Grund von Faunen aus begleitenden Schiefen die Anwesenheit des bisher im Wienerwald vermißten Reiselberger Sandsteins nachzuweisen. Schwermineralanalysen von G. WOLETZ unterstützen diese Einstufung (S. PREY, 1968).

Die Altlenzbacher Schichten reichen nach neueren Untersuchungen, insbesondere des Nannoplanktons durch H. STRADNER, aus dem Maastricht bis ins Paleozän. Anzeichen einer Schichtlücke sind bisher nirgends beobachtet worden. In der Flyschzone bei Rogatsboden sind bereits danpaleozäne Anteile des Flysches durch Foraminiferenfaunen nachgewiesen (S. PREY, 1957). Eine Fauna aus Senftenegg enthielt sogar neben Globigerinen einige Globorotalien. In neuester Zeit haben Untersuchungen von Nannoplankton aus dem Flysch bei Salzburg durch H. STRADNER den Nachweis erbracht, daß in den Mulden mit Mürbsandsteinführender Oberkreide auch Paleozän bis zum Ilerd vorhanden ist. Eine dieser Proben enthielt tatsächlich auch einige schlecht erhaltene Globigerinen, die anderen die üblichen Sandschalerfaunen, davon eine mit *Rzehakina epigona*. Mittels der Sandschalerfaunen ist offensichtlich eine genauere Einstufung der Flyschschichten nicht möglich. Der Name „Mürbsandsteinführende Oberkreide“ ist deshalb nicht mehr passend; entweder müßte man „und Alt-

tertiär“ dazusetzen, oder man könnte auch den Namen „Altlenzbacher Schichten“ hier verwenden. Einen ähnlichen stratigraphischen Umfang von Maastricht bis Ilerd haben auch W. GRÜN et al. (1964) am Profil an der Westautobahn bei Hochstraß im Wienerwald gefunden.

Auch in der Laaber Decke sind neue Erkenntnisse bezüglich der Stratigraphie zu verzeichnen. Eines der interessanten Schichtglieder, die Kaumberger Schichten sind näher untersucht (S. PREY, 1962) und ihr oberkretazisches Alter ist sichergestellt. Eine gewisse Ähnlichkeit der Faunen mit Faunen aus der Zementmergelserie des normalen Flyschprofils, sowie der Einzelfund einer kümmerlichen Rzehakina läßt darauf schließen, daß sie noch bis ins Campan reichen *). Sie vertreten also als vorwiegend bunte Fazies wohl die ganzen Kahlenberger Schichten. Erst darüber folgen die nur rudimentär erhaltenen zwei verschiedenen quarzitführenden Horizonte, von denen der untere ebenfalls Rzehakinen führt, und darüber dann die Laaber Schichten.

Der sehr charakteristische Habitus, sowie die Faunen der Kaumberger Schichten ermöglichen es, sie auch anderswo gut wiederzuerkennen. Daher kann man nachweisen, daß die von G. GÖTZINGER auf der geologischen Karte der Umgebung von Wien in der Hauptklippenzone als Unterkreide ausgeschiedenen Gesteine in Wirklichkeit größtenteils Kaumberger Schichten sind. Daneben sind auch bunte, vorwiegend rote Tonmergel vorhanden, die sich von den Kaumberger Schichten durch das Fehlen der Sandsteinbänkechen und durch die Faunen unterscheiden, die einen Umfang von Oberkreide bis Eozän, etwa grob altersmäßig den Schichten im Hangenden der Kaumberger Schichten entsprechend, anzeigen und die der Buntmergelserie des Ultrahelvetikums unmittelbar vergleichbar sind. Diese Schichten bilden die Hülle der Klippen, deren Serienumfang mit Lias bis Alb angegeben werden kann (G. GÖTZINGER, 1954; H. KÜPPER, 1962; P. GOTTSCHLING, 1966).

Eine weitere interessante Frage ist die nach dem stratigraphischen Umfang der Laaber Schichten, denn G. GÖTZINGER (1944, 1954) hielt den oberen Teil wegen seiner Ähnlichkeit mit mittel- bis hauptsächlich obereozänen Zliner Schichten der mährischen Karpaten für z. T. möglicherweise obereozän. Während die Mikrofaunen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, keine Aussage zulassen, verhalf die Untersuchung des Nannoplanktons durch H. STRADNER zur Feststellung, daß keine obereozänen und nur höchstens mitteleozäne Schichten bisher nachgewiesen werden konnten. Was die Untergrenze der Laaber Schichten betrifft, kann aus dem Vorhandensein von wahrscheinlich umfangreicheren Schichtlücken unterhalb derselben, aus der Geschlossenheit der Schichtfolge, in der relativ bald die ersten Nummuliten (G. GÖTZINGER, 1951) auftreten und die Gruppierung von Proben mit alttertiären Nannofloren darauf schließen, daß die Sedimentation der tieferen Hoisschichten im Paleozän beginnt. Die von G. GÖTZINGER als „Oberkreide im Klippenraum“ eingezeichneten Vorkommen sind zu streichen, zumal sie auf Grund von Lebensspuren eingestuft worden sind, die nach unserem heutigen Wissen keinerlei stratigraphische Beweiskraft besitzen. Nähere Begründungen

*) Die quarzitführenden Schichten mit Rzehakinen sind hier noch nicht inbegriffen.

können bei S. PREY (1968) nachgelesen werden. Bezüglich der Stratigraphie wird auf Tabelle I verwiesen. Die Verteilung von Hoisschichten und Agsbachschichten in einem Teil des Wienerwaldes zeigt die Kartenskizze Abb. 1.

In der westlichen Flyschzone gibt es z. T. andere stratigraphische Probleme. Zwar wurde auch die Frage aufgeworfen, ob die jüngsten Teile der Bleicherhornserie, die der Mürbsandsteinführenden Oberkreide im Osten entspricht, noch ins Paleozän hineinreichen (M. RICHTER, 1957; A. BETTENDAEDT, 1958), jedoch gibt es noch keine konkreten Hinweise. Die übrige Oberkreideserie ist etwas detaillierter gegliedert, wie die Tabelle II zeigt. Wo die Oberen bunten Mergel vorhanden sind, muß sowohl das Schichtglied in Piesenkopffazies, als auch die Zementmergelserie und die Hällritzer Serie mit der Zementmergelserie im Sinne von S. PREY gleichgesetzt werden. Im Gebiet des Pernecker Kogels (S. PREY, 1951) wurde versucht, eine Dünnbankige Basisserie (Fazies der Piesenkopfschichten) von der Zementmergelserie abzutrennen, was auch bei Rogatsboden gelingt. Die Hällritzer Serie entspricht der höheren Zementmergelserie im Osten, aber eine Trennung bei der Kartierung begegnet großen Schwierigkeiten, was die Zusammenfassung begründet.

Sonst ist die Übereinstimmung befriedigend (Tab. II), wenn man von kleineren Verschiedenheiten absieht, die nicht sehr ins Gewicht fallen dürften, wenn man die oft große Ungenauigkeit bei der Einstufung von Flyschserien berücksichtigt. Die Unteren bunten Mergel werden vielfach durch die Ofterschwanger Schichten ersetzt.

Auch das Profil des Vorarlberger Flysches stimmt in großen Zügen gut mit denen im Osten überein (Tab. III). Die Buntfärbung ist verschwunden und die Unteren bunten Schiefer werden durch die nicht bunte Basisserie vertreten, die Oberen bunten Schiefer durch den tieferen Teil der Piesenkopfschichten. Die Obersten bunten Schiefer fehlen ganz. Das Äquivalent der Mürbsandsteinführenden Oberkreide, die Fanölaserie, ist auffallend arm an Mürbsandsteinen, die sich erst in den oberen Teilen des Profils häufiger einstellen. Im übrigen fällt die bedeutende Mächtigkeit der Vorarlberger Flyschserie auf, die überdies auch durch Faltung noch vergrößert sein mag.

Die von M. RICHTER (1957) immer betonte Ähnlichkeit der Tristelschichten der Oberstdorfer Decke im Faltenbachtobel bei Oberstdorf mit denen der Falknisdecke kann nach eigenem Augenschein bestätigt werden. In der östlichen Flyschzone aber gleicht der Neocomflysch nur mehr in kleinen Teilen diesen Schichten der Oberstdorfer Decke bei Oberstdorf. Während nämlich die Tristelschichten der Falknisdecke und die Schichten im Faltenbachtobel praktisch nur aus diesen dunklen an Orbitolinen und Milioliden reichen Sandsteinen bis Breccien und wenig Mergeln bestehen, bilden die Breccien im östlicheren Flysch nur geringe Einlagerungen in eine Folge von Fleckenkalken, Kalkmergeln und Mergeln mit spätigen Sandkalken. In Rogatsboden sind Sandsteine und Schiefer ebenfalls verbreitet.

In Vorarlberg und im westlichen Allgäu liegen zwischen dem Flysch und dem darunter überschoben liegenden Helvetikum zwei mehr minder gut trennbare tektonische Einheiten, die als Ultrahelvetikum bezeichnet

Schichtenfolge des bayerischen und österreichischen Flyschs zwischen Vorarlberg und Salzburg

		Vorarlberg und Allgäu			Oberbayern zwischen Lech und Traun		östl. Oberbayern u. Salzburg			
		N „Feuerstätter Decke“	Sigiswanger Fazies	Oberstdorfer Fazies	Nordfazies	Südfazies	N	S		
TERTIÄR	Untereozän Paleozän (oben)	Obere Junghansen-Schichten mit Bolgenkonglomerat >100m u. Schieferung.	Fanöla-Serie (Bleicherhorn-Serie) 399-200m	↑ ? ↑	?	?	?	?		
	Maastricht	?	Planknerbrücke-Serie (Hällritzer-Serie) -550m		Bleicherhorn-Serie -200m	↑ ? ↑	Bleicherhorn-Serie (Mürbsandstein führende Oberkreide) -300m			
	Campan		-50m		Hällritzer Serie -400m		Oberste bunte Mergel -40m			
	OBER - KREIDE	Santon	Hörnlein-Serie mit Spiliten, Spilit- Tuffen, Spilit-Konglomeraten und Serpentin 20m ?	Zementmergel-Serie >500m		-200m	Zementmergel-Serie -700m	Hällritzer Serie -100m		
		Caniac		Piesenkopf-Serie (Plankner-Serie) 200-500		Piesenkopf-Serie -200m		Dünbankige Zementmergel-Serie (Piesenkopf-S.) -80m		
		Turon		Obere bunte Mergel 0-10m		Obere bunte Mergel 0-10m		Obere bunte Mergel -10m		
		Cenoman		Reiselsberger Sandstein (Schwabbrünnen-Serie) -200m	-10m	Reiselsberger Sandstein (Hauptflysch-Sandstein) 200m		Reiselsberger Sandstein 150m		
				Untere bunte Mergel -20m		Untere bunte Mergel -20m		Untere bunte Mergel -25m		
				Oferschwanger Serie (Basis-Serie) -200m	Quarzit-Serie (Flysch-Gault) 30-150m		Oferschwanger -100m	Quarzit-Serie (Flysch-Gault) 150m	Oferschwanger S 100m	
			Feuerstätter Sandst. -40m		Tristel-Serie (Kalkgruppe) >100m				Gaultflysch* 50-100m	
UNTER - KREIDE	Alb									
	Apt					Tristel-Serie (Kalkgruppe) >150m				
	Barrême	Untere Junghansen-Schichten								
	Hauterive	-50m								
Valendis	Aptychen-Sch. -50m						Neokom - Flysch („Aptychen-Schichten“)			

Tabella II: Die Schichtfolge der westlichen Flyschzone. — Aus den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1 : 500.000 (München 1964).

werden. Die tiefere ist die Liebensteiner Decke (M. Richter), die teilweise identisch ist mit der Schuppenzone R. OBERHAUSERS (1958) und die vorwiegend mergelige Serien enthält, mit Ausnahme der von M. RICHTER hierhergestellten Schelpenserie. Darüber liegt die von H. P. CORNELIUS (1921, 1926) so benannte Feuerstätter Decke, die über-

wiegend Flyschfazies zeigt. Für diese Einheit wird auch gerne der Name „Wildflyschdecke“ gebraucht.

Gebiete, Decken od. Decken- gruppen	Vorarlberg, Bayern	Mittlere Flyschzone. Salzburg, Ober- und westliches Nieder- österreich
Alttertiär		
e d f e f k f e d o	Maastricht Fanolaserie bzw. Bleicherhorn- serie Planknerbrücke- serie bzw. Hällritzer- u. Zementmergel- serie Santon Plankner- serie bzw. Piesenkopf- schichten Turon Schwabbrünnen- serie bzw. Reiselsberger Sandstein Cenoman Basisserie bzw. Ofterschwanger Serie Quarzitserie	Mürbsandsteinführende Oberkreide bis Altpaleo- zän in gleicher Fazies (Kalksandsteinbänke, Ton- schiefer- u. Mergellagen, z.T.m. Chondriten u. Hel- minthoideen, gröbere Mürb- sandsteinbänke) Bunte Schiefer mit dünnen Kalksandsteinbänkchen (im S meist fehlend) Zementmergelschicht (Mergel u. Mergelschie- fer, z.T. mit Chondri- ten u. Helminthoi- deen, Tonmergelschie- ferlagen, Kalksandstein- bänke) Bunte Schiefer mit dünnen Kalksandstein- u. Mergelbänkchen Reiselsberger Sandstein und graue u. grüne Schie- fer m. Sandsteinlagen Meist bunte Schiefer Gaultflysch (Schwarze u. grüne Tonschie- fer, dunkl. Kalksandsteine u. Quarzite, Glaukonitquarzite, örtl. Breccienlagen) Neocomflysch (Kalksandsteine, Schieferla- gen, detritische u. Flecken- kalke, Breccienlagen)
Malm		
	F. ALLEMANN u. a. (1951), M. RICHTER (1957)	S. PREY (1962)

Tabelle III: Die Schichtfolge des Vorarlberger Flysches im Vergleich zum Flysch in Oberösterreich und Salzburg.

In der Feuerstätter Decke sind Serien vorhanden, die dunkle Sandkalke, Quarzite und Glaukonitquarzite nebst schwarzen, grauen und grünen Schiefen enthalten. Sie sind überschoben von der Flyschdecke, die meist mit der cenomanen Basisserie beginnt und von Reiselberger Sandstein und schließlich der übrigen Serie des Vorarlberger Flysches aufgebaut wird. Die Serie der Feuerstätter Decke, deren Gliederung nach M. RICHTER ebenso wie die des Flysches aus Tabelle II zu entnehmen ist, nimmt nun genau die gleiche Stellung ein, wie im Osten der Gaultflysch, der — wie betont werden muß — durch Fossilien gesichert ist. In der Feuerstätter Decke südöstlich Kehlegg bei Dornbirn wurde jedoch aus einer Schichtfolge aus Quarziten, Glaukonitquarziten und Schiefen mit Bänken von Feuerstätter Sandstein (hier auch Saluier genannt), der von M. RICHTER (1957) ins Apt-Alb eingestuft wird, eine Probe gesammelt, die eine reichere Sandschalerfauna mit *Rzehakina epigona* geliefert hat. Das spricht unbedingt gegen die Einstufung von M. RICHTER! Im Pfudidätschbach bei Satteins konnte in einer zwar ein wenig abweichenden Serie ebenfalls *Rzehakina epigona* nachgewiesen werden (S. PREY, 1965; R. OBERHAUSER, 1965). Diese Serie entwickelt sich im Hangenden aus einer Folge von roten Tonen mit klastischen Bänken, die auch im Gebiet von Balderschwang als „Rote Gschlif-Schichten“ (H. P. CORNELIUS, 1926) bekannt ist. In der Gegend von Amden (Schweiz) kommt diese Schichtfolge ebenfalls vor und wurde von R. HERB (1962) „Rinderbachschichten“ genannt. Das von ihm postulierte Unterkreidealter ist damit ebenfalls in Frage gestellt (R. OBERHAUSER, 1965). Nachdem in den Unteren Junghansschichten auch von uns (OBERHAUSER, PREY) keine einschlägigen Unterkreidefaunen gefunden werden konnten, sind wir eher geneigt, auch für diese Schichten ein Maastricht-Paleozänalter anzunehmen.

Die mit den Unteren Junghansschichten verbundenen Aptychenschichten können unschwer auch als Riesenblöcke in den umgebenden Breccien gedeutet werden. Die Oberen Junghansschichten haben uns Faunen geliefert, die — obzwar ohne Leitfossilien — unbedingt auf höchste Kreide bis Alttertiär hinweisen. Schließlich enthalten sie ja auch Breccien mit Nummuliten und Discocyclinen (M. RICHTER, 1957). Derselbe Autor betont auch, daß das klastische Material (u. a. Bolgenkonglomerat; H. P. CORNELIUS, 1926) in der ganzen Feuerstätter Decke immer das gleiche ist. Die Annahme eines Maastricht-Paleozänalters auch der Unteren Junghansschichten und des Feuerstätter Sandsteins würde den unwahrscheinlich großen Zeitraum (Unterkreide — Eozän) auf ein plausibles Ausmaß reduzieren.

Über tektonische Probleme in der Flyschzone

Das eine wichtige Problem der Flyschzone, nämlich die Abgrenzung des Helvetikums und Ultrahelvetikums vom Flysch und das gegenseitige Verhältnis dieser Einheiten ist seit dem Einsatz der Mikro-

paläontologie kein Problem mehr. Lediglich zwischen einigen Gliedern der Buntmergelserie und Bunten Flyschschiefern könnten sich beim Vorhandensein lediglich von Sandschalerfaunen und schlecht erkennbarer Lithologie bisweilen Zweifel ergeben. Im Westen war die Überschiebung des Flysches auf das Helvetikum schon längst bekannt und wurde nicht bezweifelt. Nach und nach erkannte man auch die ultrahelvetische Liebensteiner Decke, die zumeist an einer großartigen Schuppenzone an der Basis der Flyschdecken beteiligt ist, und die Anwesenheit der selbständigen Einheit der Feuerstätter Decke unter der großen Überschiebung der Flyschdecke.

Das zweite große Problem, nämlich die Überschiebung der Flyschzone auf die Molasse ist ebenfalls gelöst. Im österreichischen Raum hat eine Reihe von Bohrungen der ÖMV AG und der RAG im Zuge der Suche nach Erdöl- und Erdgasvorkommen den Beweis erbracht, daß Flysch und Helvetikum weit über die Molasse überschoben sind, ja daß wohl die Flyschzone als ganze auf Molasse schwimmend angesehen werden muß. Überdies hat die Bohrung Urmannsau der ÖMV AG (A. KRÖLL & G. WESSELY, 1967) gezeigt, daß diese Einheiten auch noch unter die Kalkalpen hineinreichen, was auch die Untersuchung von Flyschfenstern in den Kalkalpen (Brettl, Windischgarsten, Wolfgangsee) ergeben hat.

Bezüglich der Überschiebung der Flyschzone auf die Molasse wurden in Bayern vielfach andere Ansichten vertreten, hauptsächlich die einer größeren relativen Autochthonie der Flyschzone. Diese Überschiebung wurde deshalb vorsichtiger als „Alpenrandstörung“ bezeichnet. Wenn man der Deutung geophysikalischer Ergebnisse von A. VEIT (1963) folgt, dann kann man auch in Bayern wie in Österreich diese Überschiebung unter die Flyschzone hineinverfolgen, allerdings mit größerem Tiefgang.

Von tektonischen Strukturen innerhalb der Flyschdecke ist im Wienerwald vor allem die Hauptklippenzone interessant. Über die Stratigraphie wurde bereits Seite 154 gesprochen. In tektonischer Hinsicht besteht sie aus meist stärker gestörten Kaumberger Schichten, die kleinere oder größere Körper von tektonischen Klippen mit einer Hülle von Buntmergelserie mitgeschürft und meist an das nördliche Widerlager, die Kahlenberger Decke, angepreßt hat. Außerdem gibt es gelegentlich Einspießungen von Laaber Schichten in die Kaumberger Schichten. Der Südrand der Hauptklippenzone bzw. der Kaumberger Schichten ist im Westen jedenfalls eine Störung, die die im Süden angrenzenden Hoisschichten im Gebiet nördlich Klausenleopoldsdorf schräg abschneidet und zum Verschwinden bringt. Weiter östlich tauchen sie nicht mehr wieder auf. In der Gegend von Wolfsgraben, insbesondere im Autobahneinschnitt östlich davon, konnte man sehen, daß die Kaumberger Schichten mit Laaber Schichten heftig verfaltet sind. Die Kaumberger Schichten der Hauptklippenzone sind der Nordrand der Laaber Decke. Der Umstand, daß in der Buntmergelserie der Klippenhülle Anteile von Oberkreide bis Mittelcozän vertreten sind, die somit z. T. gleichalt ist, wie die Serie der Laaber Decke, schließt eine stratigraphische Verbindung der beiden Einheiten aus.

Die Trennung der Hauptklippenzone in die Klippen mit ihrer Hülle und die Kaumberger Schichten der Laaber Decke im Raume Schöpf—Preßbaum ist in Abb. 1 skizziert. Ein dazugehöriges Profil gibt Abb. 2 wieder.

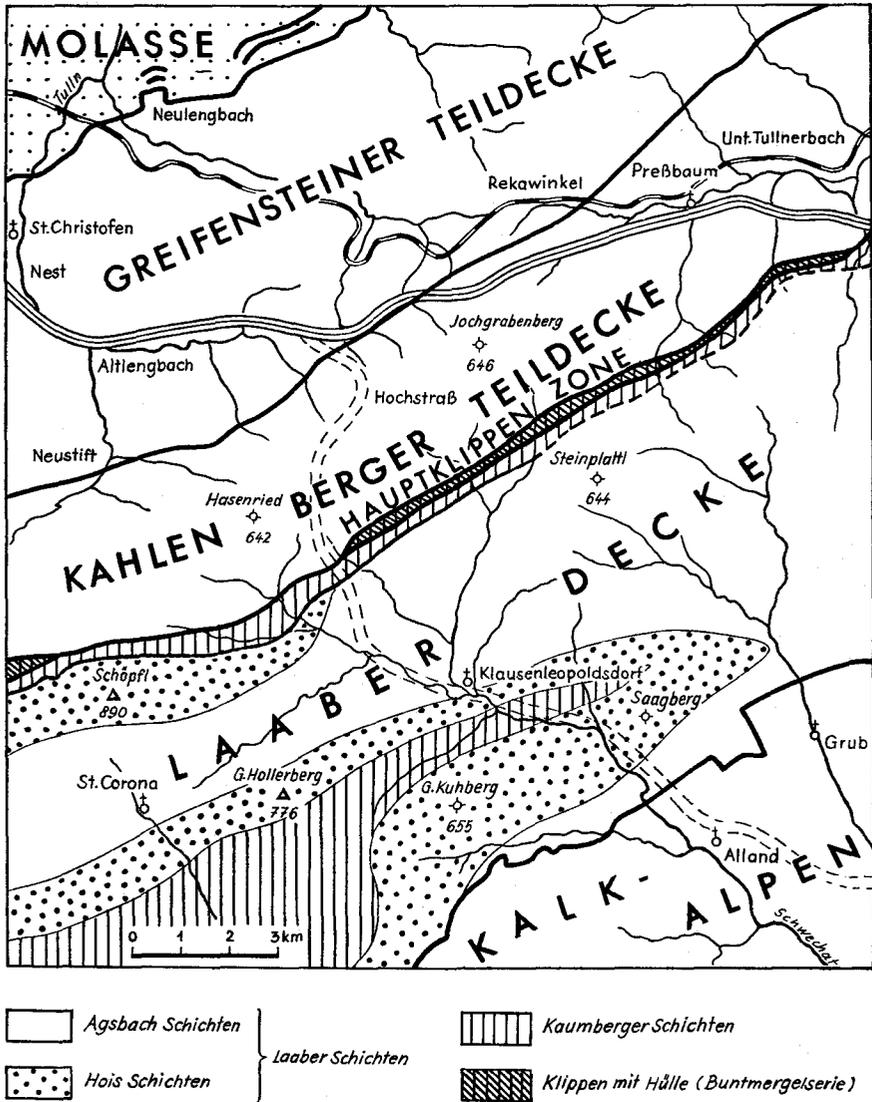


Abb. 1. Schematische Skizze des Wienerwaldes im Raume von Preßbaum bis St. Corona. Die Legende bezieht sich nur auf die Laaber Decke und die Hauptklippenzone!

Am Südrand der Hauptklippenzone reicht die Laaber Decke geschlossen bis nach Auhof bei Weidlingau am Westrand von Wien. Die Hauptklippenzone selbst setzt sich aber über Neuwaldegg und Salmannsdorf weiter nach Nordosten fort. In diesem Abschnitt nun scheinen keine

Kaumberger Schichten vorzukommen, sondern nur Buntmergelerde mit Einschaltungen von Klippen. Dafür wird sie im Südosten von dem aus dem Lainzer Tiergarten heranziehenden Zug von Kahlenberger Schichten, die dort auch von Reiselsberger Sandstein begleitet werden, flankiert. Dieser Zug kann ohne Schwierigkeit als Bestandteil der Kahlenberger Decke gedeutet werden. Auf Grund dieser Deutung wäre dann dieser Abschnitt der Hauptklippenzone eine Aufschuppung oder ein Aufbruch von Buntmergelerde des Helvetikums innerhalb einer Flyschdecke, wie sie auch weiter im Westen bekannt sind (M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE, 1940; S. PREY, 1951, 1962). Im Bereiche des Nordrandes der Laaber Decke hingegen ist dieser Aufbruch von Klippenzone von dieser noch weiter nach Norden mitgeschürft worden. Die Tektonik des Wienerwaldes soll das beigegebene Profil Abb. 2 veranschaulichen.

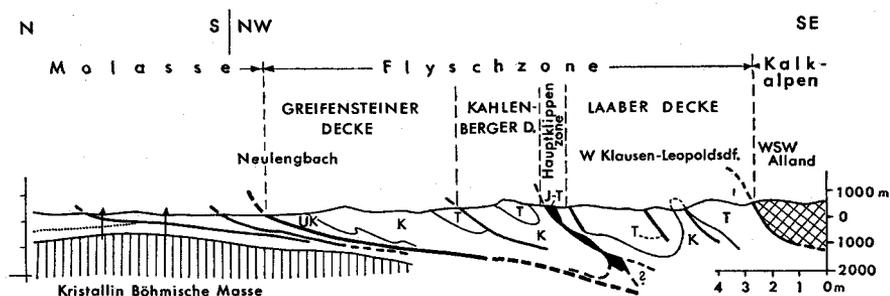


Abb. 2. Profil durch die Flyschzone im Wienerwald zwischen Neulengbach und Alland. Zeichenerklärung: T = Alttertiär; K = Oberkreide; UK = Unterkreide; J---T = Jura bis Alttertiär (Klippen mit Hülle von Buntmergelerde).

Die Bohrung Mauerbach 1 der ÖMV AG, die in der Greifensteiner Decke angesetzt ist, hat gezeigt, daß die 2364 m mächtige Flyschserie in mehrere Schuppen aus Oberkreide und Alttertiär geteilt ist. Die am Nordrand des Flysches angestaute Unterkreide ist hier nur verhältnismäßig geringmächtig.

Ein schönes Beispiel dafür, daß die heute meist streifenförmig hochgeschuppten Fenster von Helvetikum (bzw. Ultrahelvetikum) in Oberösterreich und Salzburg häufig aus Antiklinalen hervorgegangen sind, bietet das Fenster am Heuberg nordöstlich von Salzburg. Das aus oft bunten kalkigen Mergeln der Oberkreide und des Paleozäns sowie einer größeren Linse aus eozänem Nummuliten- und Lithothamnienkalk bestehende Helvetikum liegt im Kern einer steil aufgerichteten Antiklinale von Flysch (S. PREY, 1964). Trotz der verbreiteten Zerreibungen und tektonischen Ausdünnungen insbesondere der tieferen Flyschschichten ist in beiden Flügeln die stratigraphische Reihenfolge der Schichtglieder noch deutlich zu erkennen: Gaultflysch, Linsen von Reiselsberger Sandstein, Bunte Schiefer. Die Zementmergelerde ist im Süden, im Heuberggipfel kräftig angeschoppt und man erkennt noch weitere steil zusammengepreßte Antiklinalen, dann folgen die Obersten bunten Schiefer und die Mürb-sandsteinführende Oberkreide. Im Nordflügel ist vor allem die Zementmergelerde tektonisch enorm reduziert. In ähnlicher Weise ist das

Helvetikumfenster im Rehkogelgraben östlich von Gmunden aus einer Antiklinale entstanden.

Eine interessante Frage ist die, wie weit man die Flyschzone in verschiedene Decken gliedern kann oder muß. Die extremeren tektonischen Konzepte, wie sie etwa K. FRIEDL (1920) vertrat, sind heute aufgegeben. G. GÖTZINGER (1954) unterschied drei Teildecken, von denen Greifensteiner und Kahlenberger Teildecke in dieser Art bestehen bleiben können. Die Laaber Decke hingegen muß man als eigene Decke ansehen, weil die fazielle Ausbildung der Oberkreide in Form der Kaumberger Schichten stark von der der Kahlenberger Decke abweicht und andererseits auch die Laaber Schichten merklich anders sind, wie das Alttertiär der nördlicheren Einheiten. Die Hauptklippenzone wurde schon beleuchtet und das Problem der St. Veiter Klippenzone ist noch nicht endgültig geklärt.

Weiter im Westen hingegen wurden keine derartigen Unterschiede festgestellt. Mächtigkeitsschwankungen ereignen sich oft ziemlich kontinuierlich, sodaß die Abtrennung eigener Decken nicht gerechtfertigt ist. M. RICHTER & G. MÜLLER-DEILE (1940), oder E. KRAUS (1944) gliedern keine Decken ab. Es gibt wohl — wie das bei ziemlich frei beweglichen Einheiten der Fall ist — einen regen Wechsel von Antiklinalen und Synklinalen, gelegentlich auch steil aufsteigend und eintauchend, auch verschiedene Bogenbildungen, auch ist die Flyschdecke öfter aufgebrochen und das Helvetikum hochgeschuppt, aber verschiedene Decken konnten bisher nicht erkannt werden.

Das Problem verschiedener Decken war im westlichsten Teil der Flyschzone Gegenstand reger Diskussionen. E. KRAUS (1932) trennte dort die tiefere Sigiswanger und die höhere Oberstdorfer Decke. Soweit diese Trennung den Vorarlberger Flysch betraf, ist sie durch die Arbeiten von F. ALLEMANN, R. BLASER & P. NÄNNY (1951) und R. OBERHAUSER (1956) längst überholt und die Einheitlichkeit dieser Flyschserie erkannt worden. E. KRAUS (1932) sieht in der östlicheren Flyschzone eine Fortsetzung der Sigiswanger Decke, während M. RICHTER (1957) den östlicheren Flysch der Oberstdorfer Decke zuteilt. M. RICHTER (1957) sieht im Vorarlberger Flysch eine eigene tektonische Einheit, die am Ostende von der Oberstdorfer Decke überschoben ist und die in seinem Hangenden nur in sparlichen Resten erhalten ist, darunter die Gaschlöserie in Liechtenstein. Zwischen Oberstdorfer und Sigiswanger Decke möchte er aber keine tektonische Grenze erster Ordnung legen, sondern sie eher faziell als etwas abweichende Teileinheiten einer größeren Einheit auffassen. Diese, nach den Erfahrungen in der östlichen Flyschzone durchaus plausible Deutung kann man als salomonisches Urteil über die Frage der Fortsetzung dieser Einheiten ansehen.

Die von M. RICHTER (1957) angeführten Deckenreste der Oberstdorfer Decke über dem Vorarlberger Flysch sind nach Meinung R. OBERHAUSERS durchaus fraglich. Statt um Reiselsberger Sandstein könnte es sich eher um Mürbsandsteine der obersten Kreide handeln, die ihm meist außerordentlich ähnlich sind. Die Mürbsandsteine vom Ludescher Berg nördlich Nüziders sind sicher Maastricht, weil sie Sideroliten (R. OBERHAUSER, 1958) enthalten. Vielleicht ist es so, daß die durch die Form des Ablagerungsraumes bedingte lokal enorme Mächtigkeit des Vorarlberger

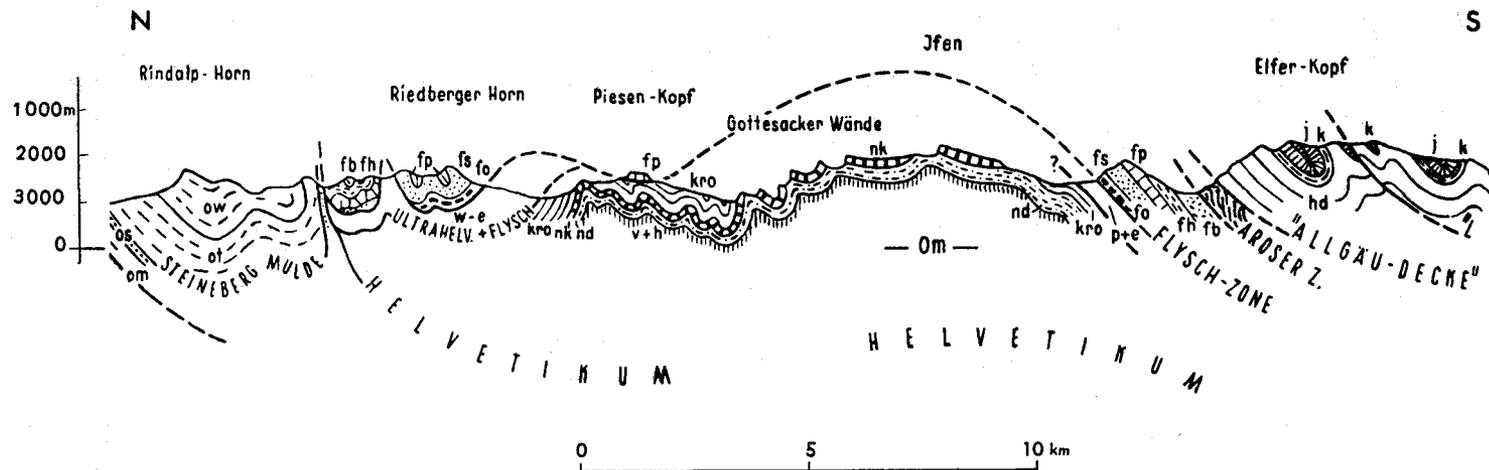


Abb. 3. Geologisches Profil durch die Flyschzone im westlichen Allgäu. — Ausschnitt aus einem Profil aus den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, 1:500.000 (München 1964). Zeichenerklärung: Molasse: ow = Weißbach-Schichten; ot = Steigbach-Sch.; os = Bausteinsch.; om = Tonmergel-Sch. Helvetikum und Ultrahelvetikum (Feuerstätter- und Liebensteiner Decke): h = Helvetikum, ungegliedert; p+e = Paleozän+Eozän; kro = Oberkreide; nk = Schrattenkalk; nd = Drusbergschichten; v+h = Hauterive+Valendis; w-e = Malm bis Eozän (Feuerstätter und Liebensteiner Decke). Flyschzone: fb = Bleicherhorn-Serie; fh = Hällritzer Serie; fp = Piesenkopf-Serie; fs = Reiselberger Sandstein; fo = Ofterschwanger Schichten. Kalkalpin: j = Jura, ungegliedert; k = Kössener Schichten; hd = Hauptdolomit.

Flysches die Ursache ist für eine gewisse tektonische Selbständigkeit, ohne daß dabei tiefgreifende tektonische Trennungen vorliegen müssen. R. OBERHAUSER (1958) betrachtet auf Grund der Ausbildung von Basisschichten und Reiselsberger Sandstein auch die nördlichen Flyschklippen, sowie die Klippen des Fährners (H. EUGSTER, 1960) und von Wildhaus gemeinsam mit der Hauptmasse des Vorarlberger Flysches als eine Decke.

Die Gruppierung der Einheiten kann aus dem Kärtchen (Tafel 1) abgelesen werden. Der Beginn der eigentlichen Oberstdorfer Decke liegt gleich südlich Oberstdorf. Die nördlicher gelegene Sigiswanger Decke ist durch Einzeichnung des Ortes gekennzeichnet.

Eine sicher selbständige Decke ist die Feuerstätter Decke. M. RICHTER (1957) verfolgte sie noch ein Stück weiter nach Osten, dann gibt es nur mehr (z. T. fragliche) Reste von ihr, z. B. die Unternoggschichten im Ammergau (H. HAGN, 1949), die Aptychenschichten von Großweil und die eozäne Dürrnbachbreccie bei Tegernsee, wahrscheinlich auch die Breccien und Konglomerate von Eschbannhausen im Surtal (alles nach M. RICHTER, 1957). Darüber ist von Wien aus schwer zu urteilen. Sicher falsch aber ist die Zuordnung der Grestener Klippenzone zur Feuerstätter Decke, wie M. RICHTER (1957) vorschlägt, vielmehr haben die Hüllgesteine der Klippen enge Beziehungen zur Liebensteiner Decke. Reste von Mergeln, die mit der Buntmergelserie direkt vergleichbar sind, gibt es auch in Vorarlberg, wie z. B. die vom Verfasser einmal bemusterten bunten Alttertiärmergel bei Kehlegg östlich Dornbirn.

Regionale Probleme in der Flyschzone

Daß der Ablagerungsraum des Flysches der Ostalpen einen bestimmten Platz in den Ablagerungsräumen des Gebirges eingenommen haben muß, steht fest. Den relativ klarsten Einblick in die Lage unserer Flyschzone kann man am Westende derselben erhalten. Die Lagebeziehungen sind in dem Kärtchen Taf. 1 *) zusammengestellt. Dort liegt zunächst über dem Helvetikum die ultrahelvetische Liebensteiner Decke, dann die Feuerstätter Decke und über dieser die Flyschdecke. Ferner ist klar zu ersehen, daß über dem Flysch die unterostalpine, oder auch penninische (z. B. R. TRÜMPY, 1960) Arosa-Zone liegt, die wiederum in ihrer ganzen Breite von den Oberostalpinen Decken, vor allem den Kalkalpen überschoben ist. Schon daraus ergibt sich eine Herkunft aus dem penninischen Raum.

Leider hat uns die Natur die Schlüsselstellen für eine genauere Einordnung in Liechtenstein durch Schutt verdeckt. Die erste Schuttunterbrechung besteht nordöstlich Vaduz, wo nördlich des Schuttes die Flyschserien einschließlich der Gaschlöserie südwärts eintauchen und südlich des Schuttes — ähnlich etwa südfallend — der Vaduzer und Triesener

*) Das Kärtchen ist nach verschiedenen Autoren und unter Mitwirkung von R. OBERHAUSER entworfen auf der Grundlage der Geologischen Übersichtskarte der Schweiz 1:200.000 vom Verfasser. Die wichtigsten Autoren sind: ALLEMANN, CADISCH, CORNELIUS, CUSTODIS, EUGSTER, HEIM, HERB, HÜGEL, JOCOBSHAGEN, KALLIES, KOCKEL, LANGE, MERHART, NÄNNY, OBERHAUSER, REITHOFER, RICHTER M. u. D., RÜEFLI, SAX, SCHAAD, SCHMIDEGG, sowie die Geol. Karte v. Bayern, 1:500.000.

Flysch ansteht. Letzterer taucht unter die Falknisdecke ein, an deren tief eintauchendem Rand bis zum Prättigauflysch nichts mehr zu sehen ist. F. ALLEMANN (1957) stellt das genau dar und betont auch, daß zwischen dem aus Helvetikum bestehenden Fläscherberg und dem Fuß des Falknis nur eine schmale (schutterfüllte) Fuge besteht, in der die Verbindungen liegen müßten. Erst in der Gegend von Maienfeld beginnt dann der Prättigauflysch und nimmt weiter östlich und südöstlich breite Räume ein (siehe Taf. 1). In der Arosa-Zone gibt es außerdem auch einige Flysch-vorkommen, darunter den bekannten Verspala-Flysch.

So manche Geologen haben sich über die Beziehungen dieser Flysch-ablagerungen zueinander Gedanken gemacht. P. NÄNNY (1948) reihte die Vorarlberger und Allgäuer Flyschbildungen einschließlich des Triesener Flysches nördlich vom Prättigauflysch ein. F. ALLEMANN (1957) dachte alle diese aus einem Trog, und zwar die ersteren aus einem nordöstlicheren Teil des Prättigauflysch-Troges stammend. M. RICHTER (1957) spricht davon, daß die Flyscheinheiten von Vorarlberg und des westlichen Allgäu penninischer oder unterostalpiner Herkunft seien. E. KRAUS (1932) ging andere Wege, indem er von einer überwiegend autochthonen Situation von Helvetikum, Flysch, Kalkalpen und Penninikum ausging, wobei er seine verschiedenen Flyschfazies durch (vindelizische) Schwellen getrennt dachte. Beziehungen unseres Flysches zum Prättigauflysch werden auch von anderen Autoren angenommen.

Unsere Arbeitsgruppe (R. OBERHAUSER, S. PREY, G. WOLETZ) versuchte, diesen Problemen vor allem mit Hilfe der Schwermineralanalysen näherzukommen. Die petrographische Ähnlichkeit verschiedener Flysch-ablagerungen ist leider recht bedeutend und die Fälle, wo man deutlichere Kriterien zur Unterscheidung hat, sind nicht gerade häufig. Die bisherigen Ergebnisse (S. PREY, 1965) lassen erkennen, daß eine Gruppierung mittels der Schwerminerale möglich ist (G. WOLETZ). Wenn man insbesondere die Oberkreide ins Auge faßt, kann man feststellen, daß in großen Zügen im Flysch zwischen Vorarlberg und Wien entweder Granat herrscht (vor allem im Reiselberger Sandstein und den Mürbsandsteinen des Maastricht — Paleozän), oder wenigstens Granat den Zirkon begleitet. Granat spielt auch eine bedeutende Rolle in den von uns untersuchten Gesteinen der Feuerstätter Decke. Man könnte also diese Flyschbildungen zu einer granatführenden Flyschgruppe zusammenfassen. Zu dieser gehört auch die im Hangenden des Vorarlberger Flysches befindliche Gaschló-serie.

Dann konnte eine Flyschgruppe erkannt werden, die bisher noch keinen Granat liefert hat und in der Zirkon herrscht. Zu dieser zirkonführenden Gruppe gehört der Prättigauflysch, aber auch der Vaduzer und Triesener Flysch, die demnach dem Prättigauflysch weit näher stehen, als dem Vorarlberger Flysch.

Schließlich hatte der ebenfalls von uns untersuchte Verspala-Flysch aus der Arosa-Zone überraschender Weise die Anwesenheit von Chromit im Schwermineralspektrum ergeben — in einem groben Sandstein konnten überdies größere teilweise kalzitisierte Serpentinfragmente beobachtet werden. Daraus kann man auf eine Beziehung zu den Cenoman- und tieferen Gosauschichten der Kalkalpen (Chromit und Zirkon) schließen,

die deshalb zu einer chromitführenden Gruppe vereinigt werden können. Der Verspala-Flysch dürfte cenoman sein (OBERHAUSER).

Daraus ergibt sich, daß wohl Feuerstätter Decke und der gesamte Vorarlberger und Allgäuer Flysch benachbart abgelagert worden sein könnten, wogegen eine Herkunft des letzteren aus einem mit dem Prättigau-flysch gemeinsamen Trog, wie das bisher zumeist angenommen wurde, sehr unwahrscheinlich ist. Nachdem die Feuerstätter Decke sichtlich am weitesten nach Norden in den helvetischen Raum vorgeglitten ist, sodaß sie sogar von den Glarner Decken über dem Autochthon eingewickelt werden konnte, könnte man an eine im Verhältnis zum Prättigau-flysch nördlichere Beheimatung der Ablagerungen der Feuerstätter Decke und des Vorarlberger Flysches denken. Auch das Südfallen des Vorarlberger Flysches, sowie das Südfallen des Vaduzer und Triesener Flysches scheint eine tiefere Lage des ersteren und damit vielleicht eine nördlichere Beheimatung anzudeuten. Die Fortsetzung dieser Studien bringt vielleicht noch weitere Gesichtspunkte.

Die auch im Kärtchen Taf. 1 dargestellte Einwicklung des Sardona-flysches — wie ihn W. LEUPOLD (1942) nannte — war schon von A. HEIM (1911) erkannt worden und wird nach W. H. RÜEFLI (1959) als gesichert gelten können. RÜEFLI erwähnt auch die Beziehung zum ultrahelvetischen Raum. Wenn man R. HERBS Rinderbachschichten der Amdener Mulde nach R. OBERHAUSER (1965) als Äquivalent der Feuerstätter Decke nimmt — von der Vergleichbarkeit konnte sich unsere Arbeitsgruppe mit eigenem Augenschein überzeugen — und auch die petrographischen Übereinstimmungen gewisser Gesteine der Rinderbachschichten mit solchen aus dem Sardona-flysch, sowie die gute Übereinstimmung der Schwermineralspektren berücksichtigt, dann scheint der Vergleich begründet. Auch ist die Meinung durchaus zu begründen, daß der Sardonaquarzit ein Gegenstück zum Feuerstätter Sandstein darstellt. Die Globotruncanenkalke des Sardona-flysches stimmen bis in alle Einzelheiten mit solchen aus der Gegend von Satteins überein. Daher ist der Sardona-flysch im Kärtchen mit der Signatur der Feuerstätter Decke eingetragen und die Blattengradschichten mit derjenigen der Schuppenzone R. OBERHAUSERS bzw. der Liebensteiner Decke.

Zur näheren Begründung sei auf die Schwermineralanalysen von G. WOLETZ hingewiesen, die in den Proben aus der Feuerstätter Decke im Ränktobel hohe Granatgehalte neben Zirkon u. a. ergeben haben, mit Ausnahme des Feuerstätter Sandsteins, der außerordentlich granatarm ist. In gleicher Weise erwies sich der Sardonaquarzit als äußerst granatarm, während die umgebenden Sandsteine Granat führen. Auch die Rinderbachschichten haben Granatführung gezeigt.

Auch in der Amdener Mulde liegt auf der Feuerstätter Decke eine Deckscholle von Vorarlberger Flysch, beginnend mit Basisserie. Überhaupt zeigt das Kärtchen die große Verbreitung von Deckschollen der Flyschdecke, unterlagert von einem Teppich aus Feuerstätter und Liebensteiner Decke bzw. Schuppenzone auf dem Helvetikum zwischen Allgäu und Ostschweiz. Überall findet man die gleiche Reihung der tektonischen Elemente. Ein typisches Profil dieser Art zeigt Abb. 3. Feuerstätter und Liebensteiner Decke sind allerdings nicht getrennt.

Das Problem der Ablagerungsräume stellt sich neuerlich. Denn wenn man den Ablagerungsraum des Vorarlberger Flysches südlich der Feuerstätter Decke benachbart annimmt, dann kann die Lösung mit der Prättigau-Nordschwelle (F. ALLEMAN, 1957; W. H. RÜEFLI, 1959), die nach Norden in den Sardonaflysch und nach Süden in den Prättigauflysch Sediment geliefert haben soll, nicht so ohne weiteres stimmen.

Jedenfalls ist eine sichere Reihung der Flysch-Ablagerungsräume derzeit noch nicht zu geben. Fest steht aber, daß sie beiderseits von Räumen mit mergeliger, oft foraminiferenreicher Fazies flankiert werden, nämlich dem Helvetikum und Ultrahelvetikum im Norden und der couches rouges-Fazies der unterostalpinen oder penninischen Räume im Süden. Während im Helvetikum-Raum s. l. autochthone Flyschbildungen erst im Eozän, im ultrahelvetischen Raum schon früher beginnen, finden sich im couches rouges-Raum verschieden alte Flyschkörper in die Mergelfazies eingeschaltet (Verspala-flysch, tertiäre Flyschbildungen).

Trotzdem die Ränder unseres Flyschstreifens tektonisch und erosiv kräftig gestutzt sind, steht fest, daß es sich um einen auch ursprünglich langgestreckten und schmalen Ablagerungsraum handelt. Die Länge zwischen dem Rheintal und Wien beträgt rund 500 km. Die Breite wird häufig etwas unterschätzt und dürfte 50 km wohl überschreiten.

Auf dieser langen Strecke kann man eine verblüffende Gleichförmigkeit feststellen. Sie betrifft sowohl die Komponenten des klastischen Materials, wie auch die Schwermineralgesellschaften. Besonders auffallend ist beispielsweise die Gleichartigkeit des Schwermineralspektrums des Reiselberger Sandsteins von Liechtenstein bis Wien! In den Spektren zeichnet sich auch ein gleichartiger Wechsel ab. Flyschbänke halten oft auf große Strecken an, doch ist der Nachweis nur schwer zu erbringen. Im Flyschsteinbruch der Firma Hatschek bei Gmunden überblickt man höchstens etwas mehr als 200 m. Eine besonders auffallende Bank aus dem Gaultflysch konnte in Oberösterreich einmal an einem 50 km entfernten Punkt wiedergefunden werden. Im Bayerischen Flysch hat R. HESSE (1965) den, wie es scheint, erfolgreichen Versuch unternommen, eine bezeichnende Bankgruppe aus dem Gaultflysch auf eine Entfernung von mehr als hundert Kilometer zu verfolgen, wobei sich charakteristische Veränderungen ergeben.

Was die aus Sohlmarken und gewissen Strukturen ablesbaren Transportrichtungen betrifft, sind wir in Österreich noch wenig orientiert. Vorwiegende Strömung in der Längsrichtung des Troges steht fest. In Bayern hat R. HESSE (1965) Beobachtungen veröffentlicht, denen zufolge Strömungsrichtungen aus dem Westen vorherrschen und nur die Strömungen zur Zeit der Ablagerung der Reiselberger Sandsteine vorwiegend aus Osten gekommen sind. Strömungen in der Längsrichtung des Troges werden auch für andere Flyschgebiete als kennzeichnend angegeben.

Alle diese eigentümlichen Erscheinungen des Flysches können durch die eingangs gewürdigte Theorie der *turbidity currents* am besten erklärt werden. Die Bildung der Sandsteinbänke wäre demnach ein sehr kurz-dauerndes Ereignis im Vergleich zu der langen Zeit, die für die Ablagerung der Pelite vorausgesetzt werden muß. W. GRÜN et al. (1964) haben durch

Untersuchungen festgestellt, daß sich in Pelitbändern von unten nach oben die Sandschalerfauna aus primitivsten Anfängen zu reicherer Faunen entwickelt. Diese Beobachtung paßt ausgezeichnet in das Konzept der *turbidity currents*. Nach Vernichtung durch die Suspensionslawine muß die Fauna sicherlich immer wieder von neuem zu wachsen beginnen. Hingegen haben B. C. HEEZEN & M. EWING (1955) an einem durch ein Erdbeben bei Orléansville ausgelösten Trübestrom festgestellt, daß er für eine Strecke von 110 km eine Zeit von 1 Stunde 10 Minuten benötigte. Die Strömungsgeschwindigkeit betrug stellenweise sogar etwa 70 km/h. Da bei allen Strömungsvorgängen Wirbelbildungen aufzutreten pflegen, könnten solche auch die Ursache für abweichende oder geänderte Strömungsrichtungen sein.

Die Probleme um die Erklärung der Flyschbildungen durch *turbidity currents* beginnen verwickelter zu werden, wenn man bedenkt, daß für diesen Mechanismus oft sehr große Sedimentmengen bereitgestellt gewesen sein müssen. PH. H. KUENEN (1958) und ST. DZULYNSKI, M. KSIAZKIEWICZ & PH. H. KUENEN (1959) diskutieren solche Fragen an Hand von Untersuchungen im Flysch der polnischen Karpaten. Dabei weisen sie darauf hin, daß immerhin ziemlich große und z. T. gebirgige Inseln, wie Trinidad, das rund 150 mal 50 km groß ist, und Tobago die Sedimentation in ihrer Umgebung nur wenig zu beeinflussen vermögen. Sie liefern eher gröberes Material, vor allem Gerölle. R. TRÜMPY (1960) ist der Ansicht, daß das Material von Breccien auch aus untermeerischen Steilhängen stammen könnte. Was die beträchtlichen Sedimentmengen betrifft, die bereitgestellt werden müssen, um nur eine mäßig dicke Sandlage auf große Flächen auszubreiten, könnte man etwa diejenigen der nördlichen Adria als in der Größenordnung passend abschätzen. Ihr Einzugsgebiet ist aber bereits über zehnmal so groß, als Trinidad. D. B. ERICSON, M. EWING & B. C. HEEZEN (1952) betonen, daß sich am Fuße des Steilabfalles des Schelfs des östlichen Nordamerika im Tiefseegebiet des Atlantik ein Gebiet über eine Fläche von zirka 3500 mal 200 km hinzieht, dessen Sandlagen sie als durch *turbidity currents* herangebracht betrachten. Das ist eine gewaltige Fläche und die Länge allein größer, als die der Flyschzonen der Alpen und Karpaten zusammen.

ST. DZULYNSKI & A. SLACZKA (1959) überlegen allerdings, ob die heutigen Inseln mit tektonisch mobilen Landgebieten in der Flyschgeosynklinale verglichen werden können. Die meisten Autoren rechnen ja mit stark aufsteigenden und kräftiger Erosion unterworfenen Inselzügen zwischen den Flyschtrögen als Liefergebieten für die Flyschsedimente. Andererseits kann man dem entgegenhalten, daß es wohl nicht sehr wahrscheinlich ist, daß langgestreckte Inselzüge so homogenes und gut aufbereitetes Sedimentmaterial liefern können, wie es im Flysch vorliegt. Daß alle Inseln gleich aufgebaut sind ist also nicht wahrscheinlich und es fehlt ihnen auch die Möglichkeit einer ausgleichenden Mischung, wie sie größere Einzugsgebiete bieten.

ST. DZULYNSKI, M. KSIAZKIEWICZ & PH. H. KUENEN (1959) denken daher an ein größeres Festland am Ende des Troges! PH. H. KUENEN (1958) erläutert an Beispielen, daß man die seitlichen Sedimentzulieferungen von den vom Trogende stammenden unterscheiden könne.

Die Komponenten der Flyschsandsteine geben ein skizzenhaftes Bild davon, wie das Liefergebiet geologisch aufgebaut gewesen sein dürfte, das immerhin mit der Kubatur eines nicht einmal kleinen Gebirges im Flyschtroglage deponiert wurde. Die Hauptmasse der Bestandteile stammt von Gneisgraniten und Gneisen, mylonitischen Gesteinen, sowie aus Quarzknaurn und -klüften, ferner aus Glimmerschiefern. Auf diesem Kristallinsockel dürfte eine Haut von Perm (eventuell auch Untertrias) gelegen sein, von der hauptsächlich Eruptivgesteine (besonders Quarzporphyr) und Quarzite erkennbar sind. Kalke und Dolomite (Trias) sind, vielleicht allerdings auch wegen ihrer leichteren Angreifbarkeit, sehr spärlich. Oberjura- und Unterkreidegesteine, wie z. B. Calpionellenkalke und orbitolinenführende Gesteine scheinen verbreitet gewesen zu sein. Ein Hinweis auf die ehemalige Anwesenheit von Rhät (Keuper), höherem Jura und Unterkreide ergab sich aus umgelagerten Sporen im Flysch von Muntigl (mündliche Mitteilung von Herrn Pendek *).

Die Frage aber, wo das Liefergebiet der Flyschsedimente gelegen gewesen ist, kann derzeit nicht beantwortet werden. Bei Annahme von notwendigerweise breiteren Inselzügen längs des Flyschtroglages brauchen wir für die Kreide- und Alttertiärzeit sehr viel Platz. Daher ist nach den vorher angedeuteten Überlegungen die Annahme eines größeren Landes am Troglage die wahrscheinlichere. Bei diesem Konzept kann man auch die von vielen Forschern angenommenen Schwellen, die die Tröge voneinander trennen, entbehren und da genügen tatsächlich oft nur Reihen kleiner Inseln. Auf große Strecken könnte man annehmen, daß die tiefsten Teile eines Troglages von Flyschsedimenten erfüllt sind, während die von den Trübströmen nicht mehr erreichten höheren Teile zu beiden Seiten mit mergeligen, oft an Foraminiferen reichen Ablagerungen bedeckt wurden — in unserem Falle Helvetikum und Ultrahelvetikum im Norden und die couches rouges-Fazies im Süden (hier auch mit Flyscheinlagen, wie dem Verspala-flysch, der aus einem unserem Flysch fremden Einzugsgebiet stammt). Sicher ist, daß das Liefergebiet der Flyschsedimente weitgehend abgetragen worden sein muß und wahrscheinlich, daß die Reste unter dem Einfluß tektonischer Bewegungen zusammengebrochen, zusammengeschoben und von anderen Decken begraben oder vielleicht auch verschluckt wurden. Man könnte es im Westteil oder sogar am Südlende des Alpenbogens, vielleicht aber dort auch außerhalb der Alpen suchen. Es ist auf alle Fälle unbekannt. Es ist nur ein schwacher Trost, daß es bei allen Flyschbildungen des Alpen-Karpatensystems ähnlich ist. So z. B. wurde von den polnischen Geologen betont, daß das exotische Material des Podhaleflysches nicht aus den Zentralkarpaten stammen könne und dort, woher die Strömungen kamen, im Westen, befindet sich heute die Klippenzone und die Flyschzone. Das Liefergebiet ist ebenso spurlos verschwunden, wie das unseres Flysches der Ostalpen.

Modellvorstellungen solcher Tröge hat sich bereits PH. H. KUENEN (1957) zu machen versucht. Neben anderen hat er beispielsweise den Golf von Kalifornien und die Adria herangezogen. Ersterer dürfte wegen der Beschaffenheit des Beckens Suspensionslawinen mehr als lokaler Bedeutung

*) Ich danke Herrn Pendek bei Professor Dr. W. KLAUS, UNESCO-Kurs der Geologischen Bundesanstalt!

ausschließen. In der Adria sind von L. M. J. U. VAN STRAATEN (1964) im tiefsten Teil Sandablagerungen mit allen Merkmalen von Turbiditen nachgewiesen worden, in einer Tiefe von etwa 1200 m. Wenn sie länger und tiefer wäre, könnte sie für einen Vergleich mit dem ostalpinen Flysch-zonenabschnitt in Frage kommen. Beim Studium von Atlanten ist dem Verfasser die Lage am Ostende von Neuguinea aufgefallen, die zu einem Vergleich einlädt. Dort setzt an einer Bucht am Ostende der Insel mit Flüssen und über 4000 m hohen Gebirgen ein über 1000 km langer und bis auf 9000 m Tiefe abfallender bogenförmiger Tiefseetrog an, den man sich von der Insel aus mit Sedimentmaterial versorgt denken könnte. Die kleineren Inseln in seiner Nähe spielen hingegen keine wesentliche Rolle.

Der Bericht vermittelte eine gewisse Bilanz der bisher erarbeiteten Kenntnisse über den Flysch der Ostalpen. Er zeigte auch auf, daß wir noch vieles nicht wissen. Vor allem wären genauere Studien der Flyscherscheinungen und der Sedimentpetrographie, sowie der Strömungsrichtungen nötig. Es ist zu hoffen, daß nunmehr eine Zeit intensiverer Flyschforschung bevorsteht.

Schriftenverzeichnis

ABEL, O.: Ein Lösungsversuch des Flyschproblems. — Anzeiger Akad. Wiss. Nr. 27, Wien 1925.

ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.: Über Helvetikum und Flysch im Raume nördlich Salzburg. — Mitt. Geol. Ges., Bd. 49, Wien 1958.

ALLEMANN, F.: Geologie des Fürstentums Liechtenstein. — Buchdruckerei Hilty, Schaan 1957.

ALLEMANN, F., BLASER R. & NÄNNY P.: Neuere Untersuchungen in der Vorarlberger Flyschzone. — Ecl. geol. Helv., Bd. 44, Bern 1951.

BENTZ, F. P.: The terms Flysch and Molasse and their application. — Bull. Geol. Soc. of Turkey, Vol. VII., Nr. 2, Ankara 1961.

BETTENDAEDT, F.: Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen. — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 109, Hannover 1958.

BRIX, F.: Beiträge zur Stratigraphie des Wienerwaldflysches auf Grund von Nannofossilien. — Erdöl-Zeitschr., H. 3, Wien-Hamburg 1961.

BRIX, F. & GÖTZINGER K.: Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV AG in der Molassezone Niederösterreichs in den Jahren 1957—1963. Teil I. — Erdöl-Zeitschr., H. 2, Wien-Hamburg 1964.

CADISCH, J.: Geologie der Schweizer Alpen. — Verl. Wepf & Co., Basel 1953.

CORNELIUS, H. P.: Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen in der Allgäuer und Vorarlberger Klippzone. — Verh. G. B. A., Wien 1921.

CORNELIUS, H. P.: Das Klippengebiet von Balderschwang im Allgäu. — Geologisches Archiv, 4. Jg., München 1926.

CUSTODIS, A., JACOBSHAGEN, V., KOCKEL, C. W., SCHMIDT-THOMÉ, P. & ZACHER, W.: Zur Geologie der Allgäuer Alpen zwischen Grünten und Hochvogel. — Max Richter-Festschrift, Claustal-Zellerfeld 1965.

DZULYNSKI, ST., KSIAZKIEWICZ M. & KUENEN PH. H.: Turbidites in Flysch of the Polish Carpathian Mountains. — Bull. Geol. Soc. of Amerika, Vol. 70, New York 1959.

DZULYNSKI, ST. & SLACZKA A.: Direktional structures and sedimentation of the Krosno beds (Carpathian flysch). — Ann. de la Soc. Géol. de Pologne, Vol. 28, Kraków 1959.

ERICSON, D. B., EWING M. & HEEZEN B. C.: Turbidity currents and sediments in North Atlantik. — Bull. Americ. Ass. Petrol. Geol. vol. 36, No. 3, Tulsa 1952.

EUGSTER, H. et al.: Erläuterungen zu Blatt St. Gallen—Appenzell. — Schweiz. Geol. Komm., Kümmerly & Frey AG., Bern 1960.

ERLÄUTERUNGEN ZUR Geologischen und zur Lagerstätten-Karte 1:1,000,000 von Österreich. — G. B. A., Wien 1966.

ERLÄUTERUNGEN ZUR Geologischen Karte von Bayern 1:500,000. — Bayer. Geol. Landesamt, München 1964.

FRIEDL, K.: Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone des östlichen Wienerwaldes. — Mitt. Geol. Ges., Bd. 13, Wien 1920.

FRIEDL, K.: Zur Tektonik der Flyschzone des östlichen Wienerwaldes. — Mitt. Geol. Ges., Bd. 23, Wien 1930.

GEOLOGISCHE GENERALKARTE der Schweiz, 1:200,000, Blatt 4, St. Gallen—Chur. — Schweizerische geol. Kommission, 1959.

GEOLOGISCHE KARTE der Umgebung von Wien, 1:75,000. — G. B. A., Wien 1952.

GEOLOGISCHE KARTE von Bayern, 1:500,000. — Bayer. Geol. Landesamt, München 1964.

GÖTZINGER, G.: Analogien im Eozänflysch der mährischen Karpaten und der Ostalpen. — Mitt. Reichsamt f. Bodenforsch., Wien 1944.

GÖTZINGER, G.: Neue Funde von Fossilien und Lebensspuren und die zonare Gliederung des Wienerwaldflysches. — Jahrb. G. B. A., Bd. 94, Festband, Wien 1951.

GÖTZINGER, G. et al.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien, 1:75,000. — G. B. A., Wien 1954.

GOTTSCHLING, P.: Zur Geologie der Hauptklippenzone und der Laaber Teildecke im Bereich von Glashütte bis Bernreith (Niederösterreich). — Mitt. Geol. Ges., Bd. 58, Wien 1966.

GRILL, R.: Beobachtungen an Großaufschlüssen im Flysch des Wienerwaldes. — Verh. G. B. A., Wien 1962.

GRÜN, W., NIEDERMAYR G. & SCHMID M. E.: Untersuchungen an der Autobahn (Westeinfahrt, Km 281,985—282,350), SW Dürrwien (Flysch, Kahlenberger Decke) (Vorbericht). — Mitt. Ges. Geol. Bergbau-Stud., Bd. 12, Wien 1961.

GRÜN, W., LAUER G., NIEDERMAYR G. & SCHNABL W.: Die Kreide-Tertiär-Grenze im Wienerwaldflysch bei Hochstraß (Niederösterreich). — Verh. G. B. A., Wien 1964.

HAGN, H.: Zur Paläogeographie und Mikropaläontologie des oberbayerischen Paleozänflysches. — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 101, Stuttgart 1949.

HAGN, H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubauern am Inn (Oberbayern). — Geologica bavarica Nr. 22, München 1954.

HEEZEN, B. C. & EWING M.: Orléansville earthquake and turbidity currents. — Bull. Americ. Ass. Petrol. Geol., vol. 39, No. 12, Tulsa 1955.

HEIM, A.: Beobachtungen aus der Wurzelregion der Glarnerfalten (Helvetische Decken). — Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 31/4, Bern 1911.

HERB, R.: Geologie von Amden. — Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, N. F., 114, Lief. Bern 1962.

HESSE, R.: Das Flyschgebiet des Zwiesel westlich von Bad Tölz (Obb.). — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 113, Hannover 1962.

HESSE, R.: Herkunft und Transport der Sedimente im Bayerischen Flyschtrug. — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 116, Hannover 1965.

HÜGEL, G. W.: Zur Geologie des nordwestlichen Bregenzerwaldes. — Jahrb. Vorarlb. Landesmuseumsvereins, Jg. 1961, Bregenz 1962.

KALLIES, H.-B.: Geologie des Bregenzer Waldes beiderseits der Bregenzer Ach in der Umgebung von Schoppernau. — Geologisches Jahrb., Bd. 78, Hannover 1961.

KRAUS, E.: Der bayerisch-österreichische Flysch. — Bayer. Oberbergamt, München 1932.

KRAUS, E.: Neue Wege der nordalpinen Flyschforschung. Der nordalpine Kreideflysch. Teil II. — Neues Jahrb. f. Min. etc., Beil.-Bd. 87, Abt. B, Stuttgart 1942.

KRAUS, E.: Über den Flysch und den Kalkalpenbau von Oberdonau. — Jahrb., Ver. f. Landeskunde u. Heimatpflege im Gau Oberdonau, Bd. 91, Linz 1944.

KRÖLL, A. & WESSELY, G.: Neue Erkenntnisse über Molasse, Flysch und Kalkalpen auf Grund der Ergebnisse der Bohrung Urmannsau I. — Erdöl-Erdgas-Zeitschr., Jg. 83, Wien-Hamburg 1967.

KUENEN, PH. H.: Longitudinal filling of oblong sedimentary basins. — Verh. Koninkl. Nederl. Geol. Mijnbouw. Genoot., Gedenkboek F. A. Vening-Meinesz. Geol. Ser., Dell. 18, Gravenshage 1957.

KUENEN, PH. H.: Problems concerning source and transportation of flysch sediments. — Geol. en Mijnbouw, Nieuve Ser., 20. Jg., Gravenshage 1958.

KUENEN, PH. H. & CAROZZI A.: Turbidity currents and sliding in geosynclinal basins of the Alps. — Journ. of Geol., vol. 61, Chicago 1953.

KÜPPER, H.: Beobachtungen in der Hauptklippenzone bei Stollberg, NÖ. — Verh. G. B. A., Wien 1962.

LANGE, P. R.: Die Vorarlberger Flyschzone am Südrand des helvetischen Halbfensters zwischen Hoher Ifen und Widderstein im Kleinen Walsertal. — Geologie, Jg. 5, Berlin 1956.

LEUPOLD, W.: Neue Beobachtungen zur Gliederung der Flyschbildungen der Alpen zwischen Linth und Rhein. — Ecl. geol. Helv., Bd. 35, Basel 1942.

MERHART, G. v.: Kreide und Tertiär zwischen Hochblanken und Rhein. — Vorarlb. Buchdr.-Ges., Dornbirn 1926.

MÜLLER-DEILE, G.: Flyschbreccien in den Ostalpen und ihre paläogeographische Auswertung. — Neues Jahrb. Min. etc., Beil.-Bd. 84, Abt. B, Stuttgart 1940.

NÄNNY, P.: Zur Geologie der Prättigauschiefer zwischen Rhätikon und Plessur. — Gebr. Fretz AG., Zürich 1948.

OBERHAUSER, R.: Geologische Untersuchungen im Flysch und Helvetikum der Hohen Kugel (Vorarlberg). — Verh. G. B. A., Wien 1953.

OBERHAUSER, R.: Bericht 1955 über die Kartierung auf Blatt Feldkirch (141) und über Übersichtsbegehungen im östlichen und nördlichen Anschlußgebiet. — Verh. G. B. A., Wien 1956.

OBERHAUSER, R.: Neue Beiträge zur Geologie und Mikropaläontologie von Helvetikum und Flysch im Gebiet der Hohen Kugel (Vorarlberg). — Verh. G. B. A., Wien 1958.

OBERHAUSER, R.: Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. — Jahrb. G. B. A., Bd. 106, Wien 1963.

OBERHAUSER, R.: Bericht über Aufnahmen auf den Blättern Dornbirn (111) sowie über Kontrollbegehungen auf Blatt Feldkirch (141). — Verh. G. B. A., Wien 1965.

PAPP, A.: Orbitoiden aus dem Oberkreideflysch des Wienerwaldes. — Verh. G. B. A., Wien 1956.

PAPP, A.: Die Nummulitenfaunen vom Michelberg (Waschbergzone) und aus dem Greifensteiner Sandstein (Flyschzone). — Verh. G. B. A., Wien 1962.

PFLAUMANN, U.: Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Flysch-Oberkreide zwischen Wertach und Chiemsee in Bayern. — Diss. München 1964.

PFLAUMANN, U.: Zur Ökologie des bayerischen Flysches auf Grund der Mikrofossilführung. — Geol. Rundschau, Bd. 56, Stuttgart 1967.

PREY, S.: Geologie der Flyschzone im Gebiete des Pernecker Kogels westlich Kirchdorf a. d. Krems (Oberösterreich). — Jahrb. G. B. A., Bd. 94 (Festband), Wien 1951.

PREY, S.: Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (NÖ.). — Jahrb. G. B. A., Bd. 100, Wien 1957.

PREY, S.: Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. — Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 113, Hannover 1962.

PREY, S.: Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwald-Flysches. — Verh. G. B. A., Wien 1962.

PREY, S.: II. Teil, Flyschfenster von Windischgarsten und Teil IV, Helvetikum-Fenster des Heuberges in der Flyschzone bei Salzburg. — In: Exkursion III/2; Erdöl Oberösterreichs, Flyschfenster der Nördlichen Kalkalpen. Mitt. Geol. Ges., Bd. 57, Wien 1964.

PREY, S.: Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches (Fortsetzung). — Verh. G. B. A., Wien 1965.

PREY, S.: Bericht über Ergebnisse einer Vergleichsexkursion in den Flysch von Vorarlberg. — Verh. G. B. A., Wien 1965.

PREY, S.: Stratigraphische Tabellen (2. Teil). — In: Erläuterungen zur Geol. u. z. Lagerst.-Karte 1:1,000,000 v. Österr. G. B. A., Wien 1966.

PREY, S.: Neue Gesichtspunkte zur Gliederung des Wienerwaldflysches (2. Fortsetzung). — Verh. G. B. A., Wien 1968.

RAD, U. v.: Die Flyschzone des östlichen Allgäu zwischen Iller und Lech. — Jahrb. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N. F. Bd. 44, Stuttgart 1962.

RAD, U. v.: Mineralbestand und Ablagerungsbedingungen der Flyschsedimente im Allgäu. — Diss. München 1964.

RAD, U. v.: Die Flyschzone. — In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern, Blatt Pfronten, 1:25,000. Bayer. Geol. Landesamt, München 1966.

REICHELDT, R.: Die bayerische Flyschzone im Ammergau. — *Geologica bavarica*, Nr. 41, München 1960.

REITHOFER O. & SCHMIDDEGG O., mit Beiträgen von R. OBERHAUSER: Exkursion III/1 Rätikon. — Mitt. Geol. Ges., Bd. 57, H. 1, Wien 1964.

RICHTER, D.: Neue Untersuchungen in der Randzone von Flysch und Ostalpin im Gebiet des Großen Walsertales (Vorarlberg). — *Neues Jahrb. Geol. u. Pal., Abh.*, Bd. 103, Stuttgart 1956.

RICHTER, M.: Über den Bau der Vorarlberger Alpen zwischen oberem Lech, Flexenpaß und Ill. — Geotektonisches Symposium zu Ehren von Hans Stille. Stuttgart 1956.

RICHTER, M.: Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Fortsetzungen nach Westen und Osten. — *Zeitschr. Deutsch. geol. Ges.*, Bd. 108, Hannover 1957.

RICHTER, M.: Über den Bau der nördlichen Kalkalpen im Rätikon. — *Zeitschr. Deutsch. geol. Ges.*, Bd. 110, Hannover 1958.

RICHTER, M. & MÜLLER-DEILE, G.: Zur Geologie der östlichen Flyschzone zwischen Bergen (OBB.) und der Enns (Oberdonau). — *Zeitschr. Deutsch. geol. Ges.*, Bd. 92, Berlin 1940.

RÜEFLI, W. H.: Stratigraphie und Tektonik des Eingeschlossenen Glarner Flysches im Weißtannental (St. Galler Oberland). — *Mitt. a. d. Geol. Inst. Eidg. Techn. Hochsch. u. d. Univ. Zürich*, Ser. C, No. 75, Zürich 1959.

SAX, H. G. J.: Geologische Untersuchung zwischen Bregenzer Ach und Hohem Freschen (Vorarlberg). — Diss. Zürich 1925.

SCHAAD, H. W.: Geologische Untersuchungen in der südlichen Vorarlberger Kreide-Flyschzone zwischen Feldkirch und Hochfreschen. — Diss. Pfäffikon (Zürich) 1925.

SEILACHER, A.: Zur ökologischen Charakteristik von Flysch und Molasse. — *Ecl. geol. Helv.*, Bd. 51/1, Basel 1958.

VAN STRAATEN, L. M. J. U.: Turbidite sediments in the southeastern Adriatic Sea. — *Development in sedimentology*, 3. Turbidites (ed. BOUMA & BROUWER). Elsevier, Amsterdam 1964.

TERCIER, J.: Sur l'extension de la zone ultrahelvétique en Autriche. — *Ecl. geol. Helv.* Bd. 29, Basel 1936.

TERCIER J.: Le Flysch dans la sédimentation alpine. — *Ecl. geol. Helv.*, Bd. 40, Basel 1947.

TRÜMPY, R.: Paleotectonic evolution of the central and western Alps. — *Bull. Geol. Soc. of America*, Vol. 71. Tulsa 1960.

VEIT, E.: Der Bau der südlichen Molasse Oberbayerns auf Grund der Deutung seismischer Profile. — *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.*, Vol. 30, Nr. 76, 1963.

WIESENER, H.: Zur Petrologie der Flyschgesteine des Wienerwaldes. — Verh. G. B. A., Wien 1962.

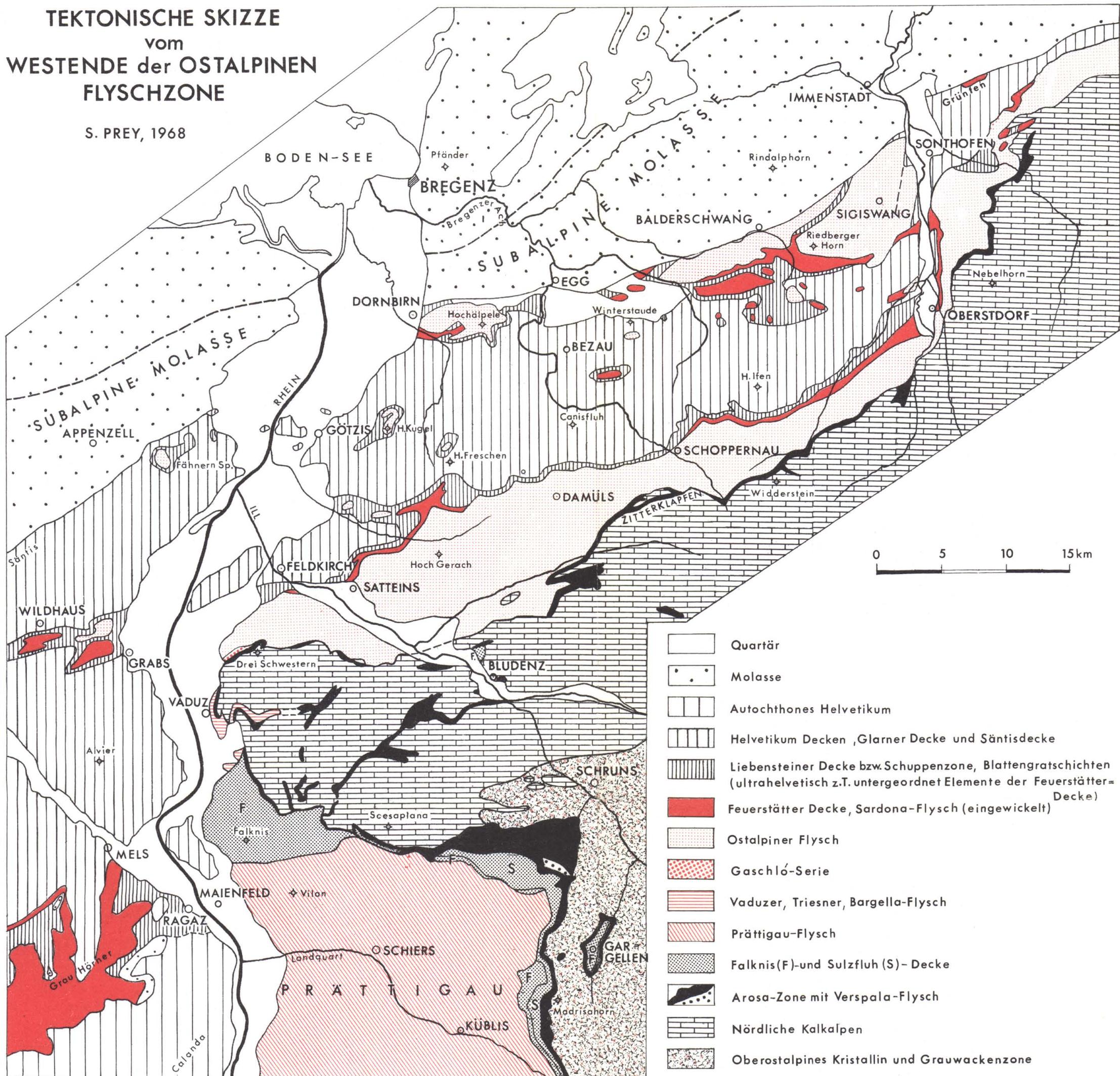
WIESENER, H.: Zur Petrologie der ostalpinen Flyschzone. — Geol. Rundsch., Bd. 56, Stuttgart 1967.

WOLETZ, G.: Zur schwermineralogischen Charakterisierung der Oberkreide- und Tertiärsedimente des Wienerwaldes. — Verh. G. B. A., Wien 1962.

WOLETZ, G.: Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen. — Jahrb. G. B. A., Bd. 106, Wien 1963.

TEKTONISCHE SKIZZE vom WESTENDE der OSTALPINEN FLYSCHZONE

S. PREY, 1968



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: [111](#)

Autor(en)/Author(s): Prey Siegmund

Artikel/Article: [Probleme im Flysch der Ostalpen 147-174](#)