

Die Flyschzone südwestlich von Steyr (Oberösterreich): Geologischer Bau und Überlegungen zum Ultrahelvetikum

Von RAINER BRAUNSTINGL*)

Mit 4 Abbildungen

*Oberösterreich
Flyschzone
Divertikulation
Kontinentalrand*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 50, 51, 68, 69*

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Zusammenfassung | 231 |
| Abstract | 231 |
| 1. Einleitung – Begriffsbestimmungen | 231 |
| 2. Stratigraphie | 232 |
| 3. Regionaler Bau | 234 |
| 3.1. Spadenbergschuppe | 234 |
| 3.2. Knollerbergschuppe | 235 |
| 3.3. Höllbachschuppe | 235 |
| 3.4. Schädlbachschuppe | 235 |
| 3.5. Rahmenzone des Hochhubfensters | 236 |
| 3.6. Loidlschuppe | 237 |
| 3.7. Nordrand der Flyschzone | 238 |
| 4. Ultrahelvetikum | 238 |
| 4.1. Hochhubfenster | 238 |
| 4.2. Fenster von Saaß | 238 |
| 4.3. Fenster von Aschach | 239 |
| 4.4. Christkindl-Schuppenzone | 240 |
| 5. Diskussion und Vergleich der Flyschzone mit einem rezent aktiven Kontinentalrand | 241 |
| Dank | 242 |
| Literatur | 242 |

Zusammenfassung

Die Flyschzone zwischen den Flüssen Steyr und Enns besteht aus streifenartigen Schuppen. Die Gliederung der höchsten Flyschserie, der Altlenzbacher Schichten, in 4 Horizonte nach Vorschlägen von W. SCHNABEL gestattete erstmals eine detailliertere Darstellung der Flyschzone. Zwischen der Schädlbachschuppe und der Loidlschuppe befindet sich ein ultrahelvetisches Streifenfenster; dieses neuentdeckte Hochhubfenster enthält Brambergerbachschichten, die zum Nord-Ultrahelvetikum (sensu S. PREY) gezählt werden. Der Fensterrahmen besteht aus geringmächtigen Flyschdivertikeln. Im Norden der Flyschzone wurden einige kleinere Ultrahelvetikumsfenster mit Buntmergeln (Saaß) und Konglomeraten (Aschach) entdeckt. Ihre Fazies weist auf Süd-Ultrahelvetikum hin. Anschließend wird ein Vergleich der Flyschzone mit einem aktiven Kontinentalrand am Beispiel der nordamerikanischen Westküste diskutiert.

Abstract

Between the rivers of Steyr and Enns the Flysch zone is of an imbricate structure. For the first time it was possible to divide the uppermost series, the Altlenzbacher Schichten, into 4 members. Their division was proposed by W. SCHNABEL and it

enabled a detailed presentation of the Flysch zone. In between the Schädlbach wedge and the Loidl wedge there is an Ultrahelvetic slit window. This newly found Hochhub window shows Brambergerbachschichten which belong to the North-Ultrahelvetic (sensu S. PREY). The frame of the window is built of small diverticles of Flysch. In the northern part of the Flysch zone some more Ultrahelvetic windows could have been discovered. They consist of Buntmergel (Saaß) and conglomerates (Aschach). Their facies is of south-Ultrahelvetic origin. At last a comparison of the Flysch zone with an active continental margin is discussed, illustrated by an example of the North American Westcoast.

1. Einleitung – Begriffsbestimmungen

Im Rahmen einer Dissertation der Universität Salzburg wurde die Flyschzone zwischen den Flüssen Steyr und Enns einer Kartierung unterzogen. Wesentliche Bedeutung kam der Untergliederung der Altlenzbacher Schichten (= Mürlsandsteinführende Oberkreide, Muntigler Serie, Bleicherhornserie) in 4 Horizonte zu. Die Namensgebung und Untergliederung erfolgte nach Vorschlag von W. SCHNABEL (mündliche Mitteilung), der bei Altlenzbach dieses System ausgearbeitet hat. Damit

*) Anschrift des Verfassers: Dr. RAINER BRAUNSTINGL, Kirchenstraße 37a/23, A-5020 Salzburg.

wurde eine tektonische Gliederung überhaupt erst ermöglicht.

Stratigraphische Einstufungen beruhen größtenteils auf Nannoplanktonuntersuchungen, eine Methode, die sich im Flysch hervorragend bewährt hat. Lediglich in den kalkfreien Tonlagen des Gaultflysches versagt diese Methode, hier konnte nur mit lithofaziellen Vergleichen gearbeitet werden.

Die österreichische Flyschzone nimmt eine vermittelnde Position zwischen den Schweizer Flyschen und dem karpathischen Flysch ein. Wegen der näheren Verwandtschaft zur Schweiz bürgerte sich in Österreich die dortige Nomenklatur ein, die aber von verschiedenen Autoren mit abweichendem Inhalt verwendet werden:

Flyschzone: darunter fallen alle Gesteine, die zwischen den nördlichen Kalkalpen und der Molassezone auftreten. Dazu gehören im Wesentlichen: Helvetikum, Ultrahelvetikum und der Rhenodanubische Flysch (= Flysch im engeren Sinn). Jeder dieser Begriffe kann entweder stratigraphisch, tektonisch oder paläogeographisch verwendet werden, jeweils mit etwas abweichender Bedeutung.

Der folgende Überblick stützt sich auf S. PREY, der schon 1957 ein bis heute gültiges Konzept entwarf.

Das tiefste tektonische Stockwerk ist das Schweizer Helvetikum. Paläogeographisch gesehen war es die nördlichste Einheit der Flyschzone. Helvetische Sedimente gelangten in flachen Schelfmeeren zum Absatz, wobei in der Schweiz die Auflage auf dem variszischen Untergrund noch nachzuweisen ist. Das Schweizer Helvetikum endet etwa beim Tegernsee; östlich davon sollte man nur mehr von Ultrahelvetikum sprechen (PREY, 1980a, 1987).

Das Ultrahelvetikum schloß ursprünglich im Süden an das Helvetikum an bzw. vertrat es östlich des Tegernsees überhaupt. Seine Sedimente entstammen unterschiedlichen Meerestiefen, vom Seichtwasser bis Tiefen unterhalb der Kalzit-Kompensationstiefe. Paläogeographisch könnten sie einem Kontinentalabhang angehört haben. Zum Ultrahelvetikum gehören beispielsweise der Wildflysch (HAGN, 1960, 1981; FREIMOSER, 1972) und die Buntmergelschicht (PREY, 1952).

Schließlich ist als ehemals südlichstes Element der Rhenodanubische Flysch (OBERHAUSER, 1968, 121) zu nennen. Seine turbiditischen Sedimente stießen in Tiefseebereiche vor, die ausschließlich unterhalb der Kalzitkompensationstiefe lagen.

Ursprünglich nebeneinanderliegend, schoben sich diese Einheiten im Zuge der alpinen Gebirgsbildung von Süden nach Norden übereinander. Vermutlich schoben sich die Kalkalpen über den Rhenodanubischen Flysch, der im Laufe einer Subduktion nach Süden unter die Kalkalpen hineingezogen wurde. Noch tiefer kamen Ultrahelvetikum und Helvetikum, in weiterer Folge auch die Molasse zu liegen (siehe z. B. BUTT & HERM, 1978; OBERHAUSER, 1980, 42; PREY, 1980a, 75; TOLLMANN, 1985).

Manche Autoren ordnen diese stratigraphisch/tektonisch/paläogeographischen Einheiten einem „helvetischen“ Faziesraum (mit Schweizer Helvetikum und Ultrahelvetikum) und einem penninischen (Rhenodanubischer Flysch) zu. Diese Einteilung ist für bestimmte paläogeographische Überlegungen sehr zweckmäßig, kann aber leicht zu Mißverständnissen führen und wird in der vorliegenden Arbeit vermieden.

2. Stratigraphie

Im bearbeiteten Gebiet konnten mit Ausnahme der Tristelschichten (= Neokomflysch) alle Serien des Rhenodanubischen Flysches angetroffen werden.

Der Gaultflysch konnte zwar nicht stratigraphisch belegt werden, er läßt sich aber anhand seiner typischen Lithologie eindeutig bestimmen: der kieselig gebundene Glaukonitquarzit, meistens mit deutlich gradierter Schichtung und Strömungsmarken versehen, ist sehr oft von weißen Kalzitrisen durchzogen.

Den Schliff 185 aus einem dieser quarzitisches gebundenen Glaukonitsandsteine dominieren bis 0,5 mm-große, gut sortierte Quarzkörner. Sie löschen bei gekreuzten Polarisatoren undulös aus und liegen an linearen Kontakten aneinander, sodaß die Matrix in die wenigen verbliebenen Zwickelräume zusammengedrängt ist. Bei den Feldspäten überwiegt Albit. Einer konnte mit einem Zirkoneinschluß beobachtet werden. Weiters findet man Plagioklase, gefüllte und kaolinisierte Feldspäte. Akzessorisch treten Biotit- und Muskovitleisten, einige Karbonatkörner sowie Chlorit und Erz auf. Der Glaukonit ist mit ca. 5 % am Gesamtgestein beteiligt, d. h. nur wenig mehr als in den Sandsteinen der anderen Flyschserien; die sattgrüne Farbe im Handstück sowie der fettige Glanz im frischen Bruch rühren vom kieseligen Bindemittel her, das im Schliff als dunkelbraune bis grünliche, feinschuppige Matrix sichtbar ist.

Zwischen den Sandsteinbänken schalten sich schwarze Tone ein, die häufig wegen der tektonisch tiefen Position des Gaults zu feinen, glänzenden Schüppchen zerschert sind.

Untere Bunte Schiefer werden nur aufgrund ihrer Position vermutet. Sie konnten ebenso wie der Reiselberger Sandstein nicht fossilbelegt werden (auf Nannoplankton untersuchte Proben enthielten nur Durchläuferformen). Beide Serien finden sich nur in der Rahmenzone des Hochhubfensters, wo sie nur schlecht aufgeschlossen und tektonisch beansprucht vorliegen.

Der Reiselberger Sandstein steht in einem Graben auf einer Länge von 30 m an. Der graue, braun und mürbe verwitternde Sandstein ist 1–2 m gebankt, die gradierte Schichtung ist fast nicht erkennbar. Glimmerschuppen stechen als auffälligstes Merkmal ins Auge, sonst unterscheidet sich der Reiselberger Sandstein kaum von den Altlengbacher Sandsteinen.

Im Dünnschliff überwiegen mm-große Quarzkörner alle anderen Komponenten. Den zweiten Hauptbestandteil stellen die Feldspäte, wie die Quarze eckig bis kantengerundet. Es sind überwiegend klare Albite, daneben einige Plagioklase, gefüllte oder vollständig kaolinisierte Feldspäte, kalzitisierte Kalifeldspäte und einige Schachbrettalbite. An Akzessorien finden sich Chlorit, Glaukonit und Karbonate. Auch die Matrix ist karbonatisch, was eine Erklärung für die mürbe Verwitterung sein könnte. Einige rundliche, chloritisierte Mineralkörner sind wahrscheinlich umgewandelte Biotite.

An Gesteinsfragmenten findet man folgende Typen: Mehrere Arten von Quarz/Feldspat/Muskovit-Metamorphiten (Phyllite und Glimmerschiefer); manche davon führen Chlorit und Kalzit, andere weisen viele gefüllte Feldspäte auf. Außerdem führt die vorliegende Probe noch stark verzahnte Arkosen und Quarzite, letztere häufig mit beginnender Rekristallisation an den Korngrenzen der bis 0,5 mm großen Quarzkörner.

Den besten Aufschluß liefern die Oberen Bunten Schiefer (Seisenburger Schichten) in einem Prallhang am Fluß Steyr bei der Haunoldmühle: 2–5 cm gebankte, rote, grüne und graue Mergel wechsellagern mit 5–10 cm gebankten, siltigen Sandsteinbänken. Gegen

das Hangende des 20 m mächtigen Aufschlusses verschwindet die rote Farbe der Mergel zugunsten der grünen und die Sandsteine dominieren allmählich. Nanoplanktonbestimmungen von H. STRADNER ergaben folgendes:

Eiffellithus eximius PERCH-NIELSEN,
Nannoconus sp.,
Micula staurophora (GARDET),
Lucianorhabdus cayeuxii DEFLANDRE.

Das Alter läßt sich auf Oberturon bis Obercampan eingrenzen.

Die Zementmergelserie besteht aus charakteristischen, graublauen, 1/2 bis 2 m gebankten, harten, tonigen Areniten. Sie brechen muschelrig und scharfkantig. Dazwischen schalten sich graue, weiche Kalkmergel gleicher Mächtigkeit ein. Die gesamte Serie wird im Süden der Flyschzone 350 m mächtig. Die untersten 100 m nehmen die „dünnbankigen Zementmergelbasischichten“ (PREY) ein (= „Piesenkopfschichten“ bei FREIMOSER, 1972); es handelt sich um eine 1–2 dm gebankte Varietät, die petrographisch dem hangenden, dickbankigen Abschnitt gleicht. Dieser hangende Hauptteil der Zementmergelserie stammt nach Nannoproben bereits aus dem Campan.

Im Dünnschliff erkennt man einen Kalkarenit, dessen Hauptbestandteil gut sortierte, spätige Kalkkörner sowie Foraminiferen- und andere Schalenreste sind, alles mit unterschiedlichem Rundungsgrad. Recht häufig sind auch mikritische Karbonatkörner und Pelioide. Die ursprünglich mikritische Matrix läßt noch einen feinen Lagenbau erkennen, ist aber großteils sparitisiert. Ferner treten gerundete Quarz- und Albitkörner auf. Ihre Häufigkeit schwankt in den verschiedenen Proben von 5 bis maximal 20 Vol.-% des Gesamtgesteins. Akzessorische Beimengungen von Glaukonit (bis 3 %) beeinflussen die Farbe des Gesteins in keiner Weise! Ferner treten einige Muskovitleisten, etwas Chlorit und Erzkörner auf.

Der hohe Karbonatanteil in der Zementmergelserie ist die Ursache für sehr hartes Grundwasser. Besonders auffällige Versinterungen und Moostuffe an Quellen und Bachläufen begleiten beispielsweise den Zementmergelzug der Knollerbergschuppe.

Das Hangende der Zementmergelserie markieren die Obersten Bunten Schiefer (Pernecker Schichten). Infolge ihrer starken Verwitterungsanfälligkeit können meist nur rote und grüne Mergelsplitter davon kartiert werden. Diese auffälligen bunten Mergel kann man meistens zwischen den graublauen Kalkmergeln der Zementmergelserie und den Sandsteinbänken der Altlenzbacher Schichten kartieren. In den wenigen, metergroßen Aufschlüssen weisen sie eine ähnliche Lithologie wie die Oberen Bunten Schiefer auf.

Mangels Aufschlüsse kann die Gesamtmächtigkeit dieses Horizonts nur geschätzt werden: aus dem Abstand der Nachbarserien ergeben sich Mächtigkeiten zwischen 20 und 50 m.

Den bei weitem überwiegenden Raum des Rhenodanubikums zwischen Steyr- und Ennstal beanspruchen die Altlenzbacher Schichten. Von zentraler Bedeutung ist daher eine weitergehende Unterteilung dieser Serie in 4 Horizonte, wie sie von W. SCHNABEL (freundl. mündl. Mitt.) entworfen wurde.

Horizont I beginnt im oberen Campan. Er ist etwa 300 m mächtig und besteht nahezu ausschließlich aus grauen, meterdicken Sandsteinbänken. Sie verwittern z. T. mürbe und nehmen dabei eine gelbliche Farbe an. Mergelzwischenlagen sind sehr selten.

Die Sandsteine mit 1–2 mm großen Körnern bestehen im Dünnschliff hauptsächlich aus Quarzkörnern. Je kleiner die Korngröße, desto scharfkantiger sind die Komponenten ausgebildet. Infolge der dichten Packung ist praktisch keine Matrix vorhanden, was eine Erklärung für die bekannte, mürbe Verwitterung sein könnte. Neben mehr als 50 % Quarz treten die diversen Feldspäte in den Hintergrund; man findet viel kaolinisierten Feldspat, weiters glimmergefüllte Albite und gelegentlich auch Plagioklas und Mikroklin. Die mit freiem Auge sichtbaren Glimmerschüppchen erscheinen im Schliff als lange Muskovitleisten; dagegen füllen die Akzessorien Chlorit und Biotit meistens die Zwickel aus.

An Gesteinsfragmenten dominieren Phyllite, gleichkörnig oder mit angedeutetem Lagenbau aus verschiedenen großen Körnern. Des weiteren findet man lagige, verzahnte Quarzite und einige grob kristallisierte Quarz-Feldspatgesteine (Magmatite).

Fast übergangslos folgt darüber Horizont II, der aus harten, graublauen Kalkbänken aufgebaut ist. Seine Lithologie ähnelt stark der Zementmergelserie. Die kartierte Mächtigkeit schwankt zwischen 350 m im Norden und 600 m im Süden des Kartierungsraums.

Auch im Dünnschliff präsentiert sich Horizont II ganz ähnlich der Zementmergelserie: mit etwa 70 % dominieren wieder eckige bis kantengerundete Karbonatkörner. Der Fossilschutt besteht aus Foraminiferen-, Krinoiden- und sonstigen Schalenresten, die durch ihre Einregelung die sedimentäre Schichtung andeuten. Neben Quarz und Feldspat findet man an nichtkarbonatischen Komponenten verzahnte Arkosen und Quarzite, sowie Muskovitleisten, die manchmal eng mit Chlorit verwachsen sind. Akzessorisch sind wieder Glaukonit, Biotit, Chlorit und Erz vertreten.

In den hangenden 100 m von Horizont II schalten sich bis 2 m mächtige Mürbensandsteinbänke in die „Zementmergelfazies“ ein, die bereits in den Horizont III überleiten: Dieser gleicht lithologisch dem Horizont I und ist etwa gleich mächtig.

Ohne scharfe Grenze folgt als höchstes der Horizont IV. Hier herrscht eine bunte Vielfalt an turbiditischen Sedimenten vor: harte Kalksandsteine wechseln mit mürben Quarzsandsteinen, hell- und dunkelgraue, unterschiedlich dicke Weichmergel, graue Hartmergel und durch Kohlehäcksel schwarz gefärbte, mm bis cm dicke Sandlagen bestimmen diesen Horizont. Die Boumazyklen können in allen Variationen studiert werden. Ausschließlich auf diesen Horizont beschränkt sind gelbliche bis graue, dichte Kalkbänke, 3 bis 6 dm dick. Sie sind im Dünnschliff ein vollkommen dichter Mikrit.

Diese Vierteilung geht auf mündliche Mitteilungen von W. SCHNABEL (Geologische Bundesanstalt, Wien) zurück. Bereits in seiner Dissertation erwähnt SCHNABEL (1970, 146) mehrere kartierfähige Einheiten in den Altlenzbacher Schichten. Auch M. FREIMOSER (1972, 48) weist in der südostbayrischen Flyschzone auf eine Gliederung der „Bleichhornserie“, dem Äquivalent der Altlenzbacher Schichten, hin. Die „Dreiteilung der Schichtfolge in Basissandstein, Übergangsschichten und Rhythmitgruppe“ ist aber regional in Bayern kaum anwendbar, wie FREIMOSER feststellt. Die Parallelen zwischen der dortigen Gliederung und den Horizonten I und II an der Enns sind aber unübersehbar.

Abb. 1 gibt einen Überblick über die Flyschserien zwischen Steyr- und Ennstal. Bemerkenswert sind die Altlenzbacher Schichten, die für mehr als 1000 m mächtige Ablagerungen nur den Zeitraum des Maas-tricht benötigten.

| ALTER: | | RHENODANUBISCHER FLYSCH | | MÄCHTIGKEITEN | |
|---------|-------------|-------------------------|---|---------------|--------|
| TERTIÄR | | | | N | S |
| KREIDE | MAAS-TRICHT | Horizont: | | >500 m | >250 m |
| | | IV | Altlenzbacher Schichten | 300 m | |
| | | III | (=Mürbsandsteinführende Oberkreide + Alttertiär, Muntigler Serie) | 350 m | 600 m |
| | | II | | 300 m | |
| | CAMPAN | I | Oberste Bunte Schiefer (=Pernecker Schichten) | 20 - 50 m | |
| | | | Zementmergelserie | 120 m | 250 m |
| | | | dünnbankige Zementmergelbasisschichten | 100 m | |
| | SANTON | | Obere Bunte Schiefer (=Seisenburger Schichten) | 20 m | |
| | CONIAC | | | | |
| | TURON | | Reiselsberger Sandstein | > 30 m | |
| | CENOMAN | | Untere Bunte Schiefer | > 25 m | |
| | GAULT | ALB | | | |
| | APT | Gaultflysch | ? | | |

Abb. 1. Schichtfolge im Rhenodanubischen Flysch südwestlich von Steyr.

3. Tektonischer Bau

Die Flyschzone zwischen Steyr- und Ennstal besteht aus ca. Ost-West streichenden Schuppen; sie werden nun von Süden (= tektonisch höchste Einheit) nach Norden beschrieben:

Spadenberg-, Knollerberg und Höllbachschuppe besitzen ihre Typlokalität östlich der Enns, wo sie H. EGGER (1986) kartiert und beschrieben hat. Dort konnte er diesen Schuppenbau dank schöner Aufschlüsse gut belegen. Diese Einheiten streichen über die Enns weiter nach Westen, wo sie aber reduziert und stärker eingengt vorliegen.

Es folgen im Norden die Schädlbachschuppe, das ultrahelvetische Hochhubfenster mit seiner Rahmenzone,

die Loidlschuppe und der Nordrand der Flyschzone mit mehreren kleinen ultrahelvetischen Fenstern.

3.1. Spadenbergschuppe

Dies ist die südlichste Flyschschuppe im Arbeitsgebiet, benannt nach dem Spadenberg (1000 m NN) im Norden des Pechgrabens. Dort konnte EGGER (1986, 103 f und 1987, 148) erstmals eine flachliegende Reliefüberschiebung in der Flyschzone nachweisen; die Spadenbergschuppe ist 3 km weit über die Knollerbergschuppe überschoben.

Zwischen Enns und Steyr beginnt die Spadenbergschuppe an ihrer Basis mit reduzierter Zementmergel-

serie. Sie erreicht ihre maximale Mächtigkeit von 250 m bei Oberbrandl, wo auch mehrere campane Nannofloren bestimmt werden konnten. Ihre stratigraphische Basis ist nicht erhalten. Richtung Osten und Westen ist die Zementmergelserie tektonisch reduziert, stark verstellt und zerschert, wie im oberen Bäckengraben schön zu sehen ist. Das Hangende bildet hier ein schmaler Streifen aus mürb verwitternden Sandsteinen, die vermutlich den Altlenbacher Schichten angehören.

Diese hangenden Sandsteine existieren in einigen Aufschlüssen auch im Rutzelbach. Die Grenze zu den Kalkalpen ist teils durch Rutschungen verdeckt, nur direkt beim Rutzelbach selbst findet man etwas Buntmergelserie und einige Gaultblöcke: sie bilden die tektonische Hülle von kalkalpinen, vorwiegend jurassischen Spänen. Diese Reste werden unter dem Namen „Laglstorfer Schuppe“ zum Randcenoman (= Nordrandelement sensu EGGER, 1986, 9f) gezählt.

Die Spadenbergschuppe kann vom Pechgraben bis zum Steyrtal über eine Distanz von 20 km verfolgt werden.

3.2. Knollerbergschuppe

Diese Schuppe hat beim Knollerberg (788 m NN, östlich vom Pechgraben) den größten stratigraphischen Umfang (EGGER, 1986, 99 und 1987, 145). Auch hier, im Westen der Enns, reicht sie stratigraphisch von den Oberen Bunten Schiefern über Zementmergelserie und Oberste Bunte Schiefer bis Horizont III der Altlenbacher Schichten.

Die Knollerbergschuppe ist als Synklinale gebaut, an die im Norden eine kleinere Antiklinale anschließt. In deren Kern sind die Oberen Bunten Schiefer aufgeschlossen; der Antiklinal-Nordschenkel ist allerdings schon im östlich gelegenen Färberbach an der hier saigeren Schuppengrenze amputiert.

Östlich der Hanoldmühle wurde eine große Massenbewegung entdeckt, die „Gmachl-Rutschung“. Die Abrißkante verläuft zum größten Teil entlang der hier geringmächtigen Obersten Bunten Schiefer.

Auch diese Flyschschuppe folgt dem generellen Streichen der Kalkalpen-Nordgrenze, wie schon bei der Spadenbergschuppe festzustellen war. Sowohl die Nord- als auch die Südgrenzfläche stehen an der Steyr saiger, was mit dem Vorspringen der Kalkalpen (Micheldorfer Scharung) in Zusammenhang stehen dürfte. Beide Grenzflächen verflachen beim Oberbrandl und streichen mit etwa 50° Südfallen nach Osten über die Enns. Im Pechgraben konnte EGGER (1986, 105) die bereits erwähnte flache Überschiebung der Spadenbergschuppe auf die Mulde der Knollerbergschuppe zeigen.

3.3. Höllbachschuppe

Der Name der Schuppe stammt ebenfalls aus dem Osten der Enns (EGGER, 1986, 106 und 1987, 149). Sie streicht Ost-West, bildet also die Streichrichtung der Kalkalpen nicht mehr ab. Die Überschiebungsbahn dieser Einheit ist die am besten dokumentierte Schuppengrenze im Bearbeitungsraum.

Die östlich der Enns noch mächtig vertretene Zementmergelserie ist hier im Westen weitgehend abgeschert. Lediglich einige höchstens 30 m mächtige Späne sind erhalten wie auch Reste der Obersten Bunten

Schiefer und des Gaultflysches. Letzterer wird mit seinen Glaukonitquarziten als tektonischer Scherling an der Schuppengrenze aufgefaßt. In 4 Aufschlüssen ist die geschilderte Situation zu sehen: im Färberbach (SE Steinbach), im südwestlichsten Quellast des Schädlbachs (E Polsterer), im Schädlbach selbst (S Sepplmayr) sowie in einem kleinen Aufschluß bei Gmach.

Im südlichen Quellast des Schädlbachs findet man in 510 m NN die wichtigsten Kennzeichen der Höllbachschuppen-Nordgrenze: Rollstücke eines rissigen, kieselig gebundenen, dunkelgrünen Glaukonitsandsteins (Gaultflysch), zu Mikroharnischen zerscherte Oberste Bunte Schiefer und Zementmergelserie, die stark verfaltet ist und in Teilen auch invers liegt (Faltenachse: 240/30). Dieser Zementmergelspan keilt nach Westen nach kurzer Strecke aus, setzt aber ungefähr beim Polsterer wieder ein und streicht als Geländerippe bis an die Steyr bei Steinbach hinunter. Dadurch kann die Norgrenze der Höllbachschuppe ausnahmsweise auch im Luftbild verfolgt werden.

Die Hauptmasse der Höllbachschuppe besteht aus Altlenbacher Schichten. Sie beginnen mit dem 200 m mächtigen Horizont I, der aus meterdicken Sandsteinbänken besteht. Der Rücken südlich des Schädlbachs (Kote 516) ist ein Härtling, der aus Kalkmergeln des Horizonts II besteht. Die Mächtigkeit dieses Horizonts schwankt zwischen 200 m (östlich Polsterer beim Wirtshaus Dorninger, Kote 546) und 500 m bei Hausmühl (südöstlich Steinbach); hierfür trägt die interne Tektonik die Verantwortung. Im Hangenden dieses Abschnitts wechseln die zementmergelartigen Bänke mit bis 1,5 m dicken, mürben Sandsteinbänken, die allmählich die Oberhand gewinnen. Es beginnt dann Horizont III, der zwischen 100 m (Westen) und 250 m (Osten) mächtig wird. Schließlich folgt darüber im Südlichen Horizont IV mit seiner Vielfalt an turbiditischen Sedimenten. Allerdings ist die Grenze zwischen den beiden höchsten Horizonten schwer zu ziehen, da die Profile kurz sind und die Tektonik nach Süden zu an Einfluß gewinnt. Östlich von Kote 546 (Wirtshaus Dorninger) konnten auch die typischen gelben Kalkbänke beobachtet werden. Nach maximal 250 m Mächtigkeit schneidet diesen Horizont die überschiebende Knollerbergschuppe ab. Diese Schuppengrenze kennzeichnen unter anderem inverse Späne der Liegendschuppe (nordvergente, durchgescherte Muldenstruktur), auch treten Schichtwiederholungen in den oberen Abschnitten der Höllbachschuppe häufig auf.

3.4. Schädlbachschuppe

Diese Schuppe ist nach dem Schädlbach benannt. Sie besteht an der Enns (nördlich des Kraftwerks Rosenau) aus mächtiger Zementmergelserie. CLAR & HORNINGER (1964, 140) berichten über „bunte Schiefer“ und Zementmergelserie, die beim Kraftwerksbau Rosenau vorübergehend freigelegt sind. Da die Nordgrenze der Schädlbachschuppe diskordant zum Schichtstreichen verläuft, wird die Zementmergelserie nach Westen zu mehr und mehr reduziert. Sie keilt schließlich beim „Wirt in der Luft“ aus; westlich davon sind nur mehr die hangenden Obersten Bunten Schiefer vorhanden.

Beim Gehöft Seywalter folgen im Süden über den Obersten Bunten Schiefern die Altlenbacher Schichten mit den Horizonten I und II, die hier 200 m bzw. 500 m Mächtigkeit erreichen. Eine Massenbewegung,

die „Seywaler-Rutschung“, rotiert das übliche Südfallen der Flyschschichten zu einem scheinbaren Nordfallen. Sie lieferte auch das Material für den großen Schwemmkegel nördlich Dürnbach, der sonst ein viel zu kleines Liefergebiet hätte.

Westlich von Dürnbach ist Horizont III anstehend: In einem aufgelassenen Steinbruch (nordwestlich Haselmayr bei Dürnbach) sind seine mächtigen Sandsteinbänke zu sehen, die noch bis zum 2. Weltkrieg als Bausteine Verwendung fanden.

Von der Enns bis zum Sepplmayr läßt sich die Schädlbachschuppe gut verfolgen. Westlich davon erschwert starke Lokaltektoneik eine sinnvolle Auflösung des Schichtverbands. Mit weißem Klufkalzit verheilte,

tektonische Sandsteinbreccien, dauernd wechselnde Fallwerte, inverse und aufrechte Lagerung sowie ein Nebeneinander von Leitgesteinen der verschiedenen Horizonte lassen in den nördlichen Seitengraben des Schädlbachs nur eine Einstufung als Attlengbacher Schichten im allgemeinen zu. Nur die Obersten Bunten Schiefer lassen sich eindeutig bis Steinbach an der Steyr nachweisen.

3.5. Rahmenzone des Hochhubfensters

Beim Ultrahelvetikum des Hochhubfensters handelt es sich um ein Streifenfenster sensu PREY (1980b),

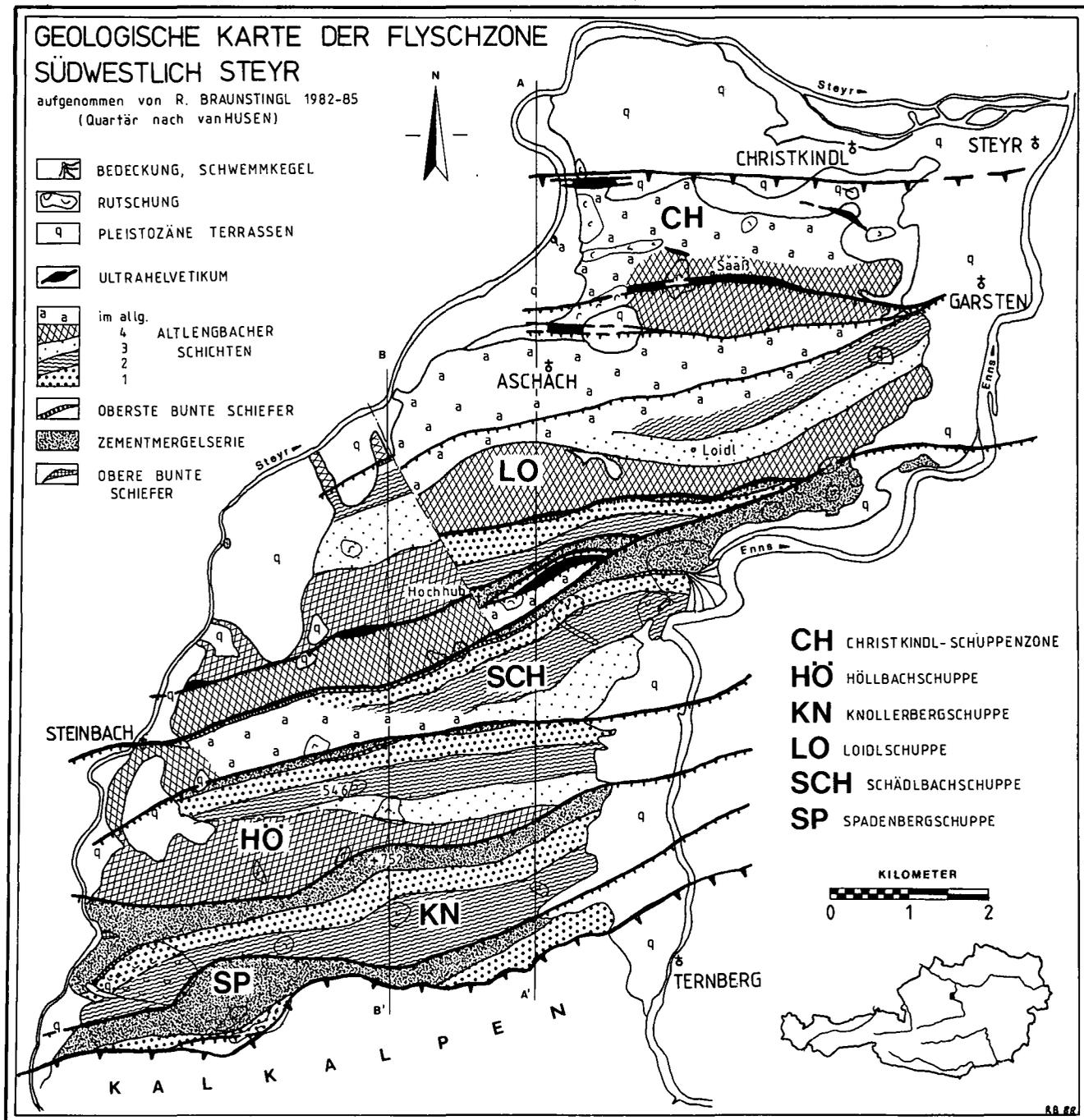


Abb. 2. Geologische Karte der Flyschzone südwestlich von Steyr. Tieferer Flysch (Gaultflysch, Untere Bunte Schiefer, Reiselberger Sandstein) ist in diesem Maßstab nicht darstellbar.

201): in dieser Arbeit beschreibt PREY ein Ultrahelvetikumfenster als „typisches Beispiel einer Anlage in einer Art Antiklinale“. TOLLMANN (1973, 320f) charakterisiert diesen Fenstertyp als „Schlitzfenster, ... das oft einen in der Bewegungsrichtung der Decken überkippten Rahmen aufweist, so daß dann der auswärtige Rahmenteil aus steil verkehrt einfallenden Serien der höheren Einheit besteht“.

Ausgehend vom Ultrahelvetikum schließt der Brambergerbach ein Profil auf, das fast alle Serien des Rhenodanubischen Flysches umfaßt: Gaultflysch, ein schmaler Horizont mit roten, grauen und grünen Tönen (Untere Bunte Schiefer), Reiselsberger Sandstein, Obere Bunte Schiefer, Zementmergelserie sowie die Horizonte I und II und der Alltlenbacher Schichten. Das Einfallen ist mittelsteil gegen Süden gerichtet. Da die älteren Serien im Süden und die jüngeren im Norden liegen, hat man es hier mit einer verkehrten Abfolge zu tun.

An sedimentologischen Eigenschaften (Gradierung, Sohlmarken) läßt sich aber beweisen, daß mindestens die Serien Reiselsberger Sandstein, obere Bunte Schiefer, Zementmergelserie und beide Horizonte der Alltlenbacher Schichten aufrecht anstehen (die anderen Serien sind zu schlecht aufgeschlossen, um diesbezüglich eine Aussage treffen zu können).

Damit ist die Schichtfolge des nördlichen Fensterrahmens zwar als Ganzes verkehrt, jedoch die einzelnen Serien selbst befinden sich in aufrechter Position; sie sind an Störungen voneinander abgesetzt. Es ergibt sich ein tektonisches Phänomen, das als Divertikulation oder Treppenüberschiebung in die Literatur Eingang gefunden hat.

Diese Situation widerspricht aber der oben erwähnten Ansicht, daß Streifenfenster in der Flachzone generell an nordvergente Antiklinalen gebunden seien. Zumindest im vorliegenden Fall des Hochhubfenster-Rahmens muß nach einer anderen Lösung gesucht werden, was im Kapitel 5 versucht wird.

3.6. Loidlschuppe

Diese nach dem Gehöft Loidl (nördlich des Grestener Bachs) benannte Schuppe ist die einzige größere Einheit, die im Norden des Hochhubfensters kartiert werden konnte. Sie besteht aus Alltlenbacher Schichten mit den Horizonten II bis IV, die im Norden des Garstener Bachs aufgeschlossen sind.

Beim Wirtshaus Riegl überwältigt die Schädlbachschuppe das nördlich anschließende Hochhubfenster samt dessen Flyschrahmen vollständig, sodaß hier die Schädlbachschuppe unmittelbar auf der Loidlschuppe zu liegen kommt. Westlich vom Hochhub schaltet sich die Rahmenzone des Hochhubfensters mit mehreren Kleinschuppen bzw. Divertikeln zwischen diese beiden größeren Einheiten ein. Ein Bruch, der vom Hochhub Richtung NNW zur Haltestelle Sommerhubnmühle reicht, versetzt sowohl die Rahmenzone des Hochhubfensters als auch die Loidlschuppe.

Die Nordgrenze der Loidlschuppe konnte nicht eindeutig festgelegt werden. Vermutlich streicht sie von Pesendorf nach W knapp südlich der Ortschaft Aschach vorbei. Die schlechten Aufschlußverhältnisse lassen hier nur wenig Aussage zu.

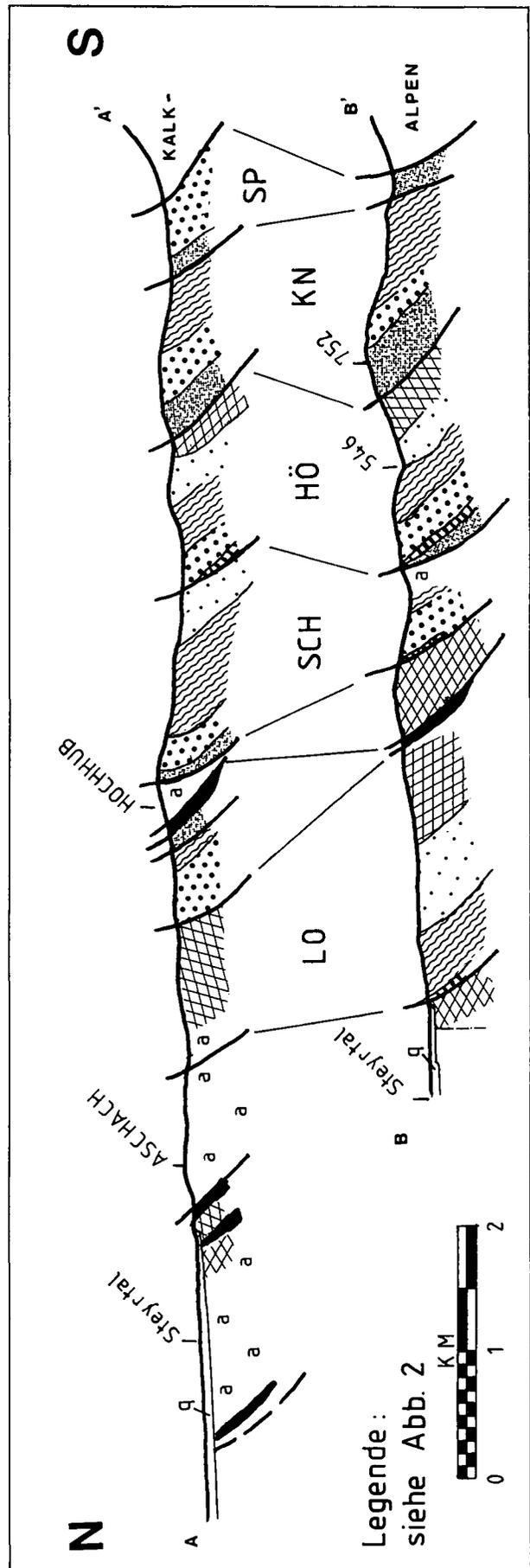


Abb. 3. Profile durch die Flyschzone zwischen Steyr- und Ennstal.

3.7. Nordrand der Flyschzone

Das Areal nördlich der Loidlschuppe bietet nur punktuelle Aufschlüsse. Weite Gebiete sind von quartären Schottern bedeckt.

Südlich der Ultrahelvetikumsfenster von Aschach und Saaß ist mehr morphologisch als durch Aufschlüsse ein Horizont aus Mürbsandsteinen kartierbar, der im Süden von einem Kalkmergelhorizont überlagert wird. Darüber schließt eine Schichtfolge vielfältiger Turbiditbänke an, die diese gelblichen Kalkbänke enthält. Da alle Nannoproben Maastricht ergaben, hat man es hier wieder mit Altlenbacher Schichten, Horizont I bis IV zu tun. Wie schon in der Loidlschuppe, die den gleichen Schichtumfang besitzt, fällt auf, daß der Horizont II mit der Zementmergelfazies maximal 300 m mächtig ist; das entspricht der halben Mächtigkeit, die dieser Horizont südlich des Hochhubfensters erreicht.

Der nördliche Rahmen des Saaß-Fensters besteht aus Altlenbacher Schichten, Horizont IV. Dies ist die nördlichste, einigermaßen sicher einzustufende Baueinheit aus Rhenodanubischem Flysch. Im Oberfelder Forst nördlich davon ist der Nordrahmen der Flyschzone stark mit Ultrahelvetikum verschuppt; dieser Teil wird im Kap. 4.4. Christkindschuppe näher beschrieben.

4. Ultrahelvetikum

4.1. Hochhubfenster

Die Schädlbachschuppe überschiebt im Norden ein neuentdecktes Ultrahelvetikum. Es hat die Form eines „Streifenfensters“ (sensu PREY, 1980b, 201) bzw. „Schlitzfensters“ (Definition nach TOLLMANN, 1973, 320 und 1985, 344). Zwei weitere Aufschlüsse erlauben eine Fortsetzung dieser Struktur nach Westen bis an die Steyr. Nach dem beherrschenden Hügel dieser Region (609 m) wurde dieses Ultrahelvetikum mit der Bezeichnung „Hochhubfenster“ versehen.

Den tektonischen Rahmen übernimmt Gaultflysch. Das Fenster selbst besteht aus schlecht geschichteten, hellgrauen bis grünlichen Kalkmergeln, in denen man schon makroskopisch Foraminiferen als weiße Pünktchen erkennen kann. Diesen Brambergerbachschichten fehlt jeder lithologische Hinweis auf Turbiditfazies (wie Gradierung, Sohlmarken, Boumazyklus oder Spurenfossilien). Am Nordrand des Fensters (= Liegendes) nehmen die Brambergerbachschichten eine fleckig-rötliche Färbung an, wie sie in ultrahelvetischen Buntmergeln häufig anzutreffen sind.

Nannoplanktonbestimmungen, freundlicherweise von H. STRADNER durchgeführt, erbrachten folgendes Ergebnis:

Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA,
Microrhabdulus stradneri BRAMLETTE & MARTINI,
Watznaueria barnesae (BLACK),
Micula staurophora (GARDET),
Cribrosphaerella numerosa,
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Litraphidites quadratus BRAMLETTE & MARTINI.

Diese Formen erlauben eine Einstufung ins höhere Maastricht (CC 25c–26). Durch Foraminiferenbestimmungen von K. F. WEIDICH (mündl. Mitt.) konnte dieses Alter erhärtet werden:

Globotruncana arca (CUSHMAN),
G. contusa galeoidis HERM.,
G. cf. falsostuarti SIGAL,
G. stuarti (LAPPARENT),
G. stuartiformis DALBIEZ,
Abathomphalis mayaroensis (BOLLI),
Heterohelix globulosus (EHRENBERG),
Pseudotextularia elegans (RZEHAČEK)
und einige nicht näher bestimmbare Sandschaler.

Der stratigraphische Umfang aller 3 Aufschlüsse (Humpfmühle, Schreiner Häuser und Brambergerbach) reicht einheitlich vom oberen Untermaastricht bis ins Obermaastricht. Diese Brambergerbachschichten gehören zur kalkreichen Ausbildung der Buntmergelschichten, wie sie für das Nordultrahelvetikum typisch ist (PREY, 1983, 124 und HAGN, 1981, 39).

Regionaler Vergleich

Westlich der Steyr konnte H. MAURER (1971) mehrere Ultrahelvetikumsfenster nachweisen. Eines davon, das „Helvetikum von Nußbach“, bietet sich als die westliche Fortsetzung des Hochhubfensters an. Es streicht genau E–W und konnte mittels Bohrungen auch unter der Quartärbedeckung nach W bis an die Krems weiterverfolgt werden. Dieses Fenster von Nußbach beinhaltet unter anderem auch Mergel vom Typ Brambergerbachschichten: Eine Obermaastrichtprobe „aus dem Nußbacher Helvetikumszug stammend, besteht aus hellen, graugrünlichen, sandigen Mergeln“ (MAURER, 1971, 144). Weiters werden von dieser Lokalität auch noch campanane Anteile beschrieben.

M. STURM (1968) beschreibt aus seinem Dissertationsgebiet westlich vom Attersee helvetische und ultrahelvetische Gesteine. Dabei wird betont, daß diese Differenzierung „nicht nach fazialen, sondern nach rein tektonischen Gesichtspunkten erfolgt.“ (STURM, 1968, 32). Unter „Helvetikum“ beschreibt STURM „Hellgraue, grünliche Mergel“, aus dem Mittel- und Obercampan, sowie eine etwas dunklere Varietät („graue Mergel“) aus dem Maastricht, die in lithologischer und stratigraphischer Hinsicht mit den Brambergerbachschichten vergleichbar sind.

Aus dem Streifenfenster zwischen Attersee und Traunsee berichtet W. JANOSCHEK (1964) ebenfalls von ultrahelvetischen Mergeln: Im Campan und im Untermaastricht treten „meist grünlichgraue bis grünliche, stark sandige Mergel mit dunkleren, dendritischen Schatten“ auf (S. 183); Obermaastricht-Foraminiferen stammen „aus hellen, grünlichgrauen bis grauen, sandigen, nicht harten Mergeln ohne Kalkbänke und ohne rote Flecken, aber vereinzelt mit etwas dunkleren dendritischen Schatten.“ (S. 185). Letztere sind durchaus mit den Brambergerbachschichten vergleichbar.

Schließlich konnte jüngst H. EGGER (1987, 150) östlich der Enns die Fortsetzung des Hochhubfensters finden. Nunmehr kann dieses ultrahelvetische Streifenfenster über eine Distanz von fast 25 km von der Krems nach Osten verfolgt werden!

4.2. Fenster von Saaß

500 m östlich der Ortschaft Saaß wurde ein weiteres Vorkommen von ultrahelvetischen Gesteinen entdeckt. Die in einer Rutschmasse von einem Bach angeschnittenen, roten und grünlichen Tonmergel führen Sandschaler der folgenden Gattungen: *Textularia*, *Nodosaria*, *Dentalina*, *Ammodiscus*, *Reophax* und *Hormosina*.

Trotz der starken Verwitterung waren auch reichlich Nannofossilien vorhanden; aus Probe 359 bestimmte STRADNER folgende Arten:

Watznaueria barnesae (BLACK),
Micula staurophora (GARDET),
Prediscosphaera cretacea GARTNER,
Eiffellithus eximius PERCH-NILESEN,
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Reinhardtites antophorus (DEFLANDRE),
Cribrosphaerella ehrenbergi (ARKHANGELSKY),
Quadratum gothicum (DEFLANDRE),
Aspidolithus parvus (STRADNER),
Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA.

Die beiden letzten Formen gestatten eine Einstufung ins höhere Campan.

Die hellziegelroten und grünlichen, tonigen Mergel unterscheiden sich durch den helleren Farbton von den bunten Schieferhorizonten des Rhenodanubischen Flysches, es fehlen auch die dort typischen Siltsteinbänken in turbiditischer Fazies. Somit kann schon aus dem Geländebefund eine Zuordnung zum Ultrahelvetikum getroffen werden. Dieses zur Buntmergelserie zählende Streifenfenster streicht fast genau E-W; ein weiterer Aufschluß im Oberfelder Forst gestattet eine Verlängerung dieser Buntmergelserie um 1 km nach W.

Im Gegensatz zum Hochhubfenster mit seinen kalkigen Brambergerbachschichten (reiche Kalkschalerfauna) dominieren im Fenster von Saaß bei weitem die agglutinierenden Foraminiferen. Nach den paläogeographischen Ansichten von PREY (1980b, 191 und Abb. 41, 1983, 125) und HAGN (1981, 38f) kann das Ultrahelvetikum in eine kalkreiche Nordfazies (z. B. Hochhubfenster) und eine eher tonige, an Sandschalern reiche Südfazies mit Tiefwasser anzeigenden Arten aufgespalten werden. Die Buntmergel von Saaß lassen sich danach dem Südultrahelvetikum zuweisen.

Regionaler Vergleich

Westlich der Steyr beschreibt MAURER (1971) einen Zug aus Ultrahelvetikum. Er ist gänzlich unter Quartär verborgen und konnte nur durch Schußbohrungen entdeckt werden. Dieses Ultrahelvetikum von Wimberg (siehe auch TOLLMANN, 1985, 344) streicht unter den Deckenschottern verborgen fast genau E-W und setzt sich östlich der Steyr im Fenster von Saaß fort. Somit kann auch diese Schuppengrenze, die durch Ultrahelvetikum markiert ist, beiderseits der Enns gefunden werden.

Ähnliche rot-grüne, tonige Buntmergel aus dem Campan sind in vielen anderen Fenstern in der Flyschzone gefunden worden: BETTENSTAEDT (1958, 582), HAGN (1960, 102 und 1981, 39), W. JANOSCHEK (1964, 182f), STURM (1968, 51f), MAURER (1971, 143), FREIMOSER (1972, 22), PREY (1980b, 191 und zahlreiche Kartierungsberichte seit 1952). Die früher oft mit Lokalnamen bezeichneten verschiedenen Mergelhorizonte fallen heute unter den allgemein anerkannten Begriff „Buntmergelserie“.

4.3. Fenster von Aschach

Wenige 100 m nördlich von Aschach befindet sich ein morphologisch markanter, 500 m langer, E-W streichender Rücken. Neben grauen Mergeln ist er aus Sandsteinen und Konglomeratlagen aufgebaut. Dieses Ultrahelvetikum ist durch eine Massenbewegung und

durch quartäre Deckenschotter vom Fenster von Saaß abgesetzt, sodaß an der Oberfläche keine Verbindung oder eine trennende Flyschschuppe nachgewiesen werden kann.

Die klastischen Bänke weisen Gradierung und Boumazyklen auf. Probe 312 ist ein besonders auffälliges Rollstück aus dem Nordhang des Rückens: zwei je 5 cm dicke Konglomeratlagen mit bis 2 cm großen Komponenten sind von einer ebenso dicken, graugrünlischen Sandsteinlage getrennt.

Im Schriff weist diese Zwischenlage sparitisches Bindemittel auf. Die Komponenten selbst bestehen überwiegend aus Karbonat, hauptsächlich Mikrite und Fossilreste (auffallend viele Foraminiferen). Klare Quarze und Feldspäte sind als eckige oder kantengerundete Körner eingestreut. Glaukonitkörner sind stets gerundet und mit 5 % am Gesteinsaufbau beteiligt.

Dieser Sandsteintyp fungiert auch als Matrix in den beiden Konglomeratlagen von Probe 312:

Die Karbonatkörner sind meistens mikritisch und homogen. Manchmal ist durch Pigmentierung ein Lagerbau angedeutet, der auch gewellt sein kann. Hellgelbliche Kalke führen oft Calpionellen, Siebplatten und Ostrakoden, weiters findet man Fossilschuttalke mit Foraminiferen, Aptychen, Krinoiden und anderen Echinodermenresten. Seltener treten verkieselte Kalkgerölle auf, die entweder Radiolarien oder Schwammnadeln (Spiculit) enthalten. Auffällig ist in diesem Schriff ein Stück eines glaukonitführenden Karbonatsandsteins.

Daneben sticht ein grauer Quarzporphyr ins Auge, der in einem feinmaschigen Grundpflaster idiomorphe Quarze enthält. Untergeordnet finden sich einige Phyllittypen, teils mit gebogenen Schieferungsflächen, sowie stark verzahnte Quarzite, beides mit unterschiedlichen Korngrößen.

Weitere vier Proben weisen ein sehr ähnliches Spektrum auf.

Eine andere Charakteristik besitzen die Proben 355 und 357:

In der sparitischen Matrix sind fast ausschließlich stark pigmentierte, mikritische Komponenten enthalten (Peloide). Neben einigen spiralen und bilateralen Foraminiferen treten akzessorisch eckige Quarze und Albite sowie einige runde Glaukonitkörner auf.

Alle diese Gesteinstypen sind lediglich als Blöcke und Rollstücke aus dem morphologisch auffälligen Rücken bei Aschach zu sammeln. Nur im Hangenden davon (= S) existierte 1985 ein temporärer Aufschluß in einem Garagenaushub, 300 m südlich vom Gehöft Wolfslehner, der wenig später begrünt wurde. Hier stand eine 5 dm dicke, wenig verfestigte Sandsteinbank an, deren größte Komponenten bis 5 mm große Quarzkörner sind. Sie wird im Hangenden von grauen bis dunkelgrauen Mergeln überlagert, die im Top Spurenfossilien aufweisen (Chondriten). Darüber folgt eine 2. Sandsteinbank, besser verfestigt als die erste und lediglich 2 dm dick. Überlagert wird diese von schwarzen, 2 dm dicken Mergeln und als Höchstes waren in dieser Baugrube mehrere Blöcke einer zerbrochenen, 0,5 m dicken Sandsteinlage mit deutlicher Schrägschichtung aufgeschlossen.

Den entscheidenden Altershinweis lieferten die Mergel dieses Aufschlusses:

Cruciplaculithus tenuis HAY & MOHLER,
Cruciplaculithus subrotundus PERCH-NIELSEN,
Thoracosphaera operculata BRAMLETTE & MARTINI,
Ericsonia subperdusa HAY & MOHLER,
Zygodiscus sigmoides BRAMLETTE & SULLIVAN,
Coccolithus pelagicus (WALLICH),
Eiffellithus turriseiffelli REINHARDT,

Eiffellithus eximius PERCH-NIELSEN,
Walznaueria barnesae (BLACK),
Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA,
Ahmuellerella octoradiata (GORKA),
Prediscosphaera spinosa (BRAMLETTE & MARTINI).

Diese Nannoflora (Bestimmung STRADNER) stammt aus dem höheren Dan (NP 3–4). Viele Arten sind umgelagerte Oberkreide-Formen.

Die Sandstein/Mergelabfolge liegt etwa 1 m über einem dunkelgrauen Mergel (ebenfalls höheres Dan), der sich wahrscheinlich direkt über dem Konglomerathorizont befindet.

Im Dan gelangten im Rhenodanubischen Flysch die Altenglbacher Schichten zum Absatz. Diese weisen allerdings eine völlig andere lithologische Charakteristik auf. Das Konglomerat von Aschach samt seinen Begleitgesteinen gehört vielmehr zum Ultrahelvetikum, wo im Alttertiär von vielen Stellen grobklastische und turbiditische Einschaltungen in der Buntmergelserie bekannt sind:

Regionaler Vergleich

W. SCHNABEL (1978, A55) beschreibt im Zauchgrabben, knappe 10 km östlich der Stadt Steyr, Gesteine, die der turbiditischen Buntmergelserie angehören. Dort wurden „an der Stirn der Flyschzone eine paläozäne-eozäne Folge von grünlichen, massigen Mergeln mit vereinzelt Sandsteinbänkchen (–30 cm) angetroffen.“ Nach Nannoprobe und Globigerinen konnte SCHNABEL Illerd und Untereozän nachweisen. Schon auf der Geologischen Spezialkarte (Blatt Enns und Steyr) weist ABEL einen ausgedehnten Streifen von „Schwarzen Sandsteinen, bunten Tonen und Fleckenmergeln“ aus.

Aus dem Paläogen der Buntmergelserie Niederösterreichs beschreibt FAUPL (1978) vier Faziestypen: Bernreiter, Texinger, Schaittner und die Turbidit-Fazies. Der petrographischen Beschreibung nach sind die Konglomerate von Aschach am ehesten mit der an Karbonatschutt-reichen Texinger Fazies zu vergleichen. Trotz mehrerer petrographischer Details, die beide Fundstellen aufweisen, gibt es einen wichtigen Unterschied: die vier Typen bei FAUPL sind eozänen Alters, lediglich in der Bernreither Fazies existiert Paläozän (Dan).

MAURER (1971, 145) entdeckte zwischen Steyr- und Kremstal nur geringe Alttertiärvorkommen. Diese dunkelgrauen, weichen, etwas sandigen Gesteine stuft MAURER ins höhere Paläozän bis tiefere Eozän ein.

Dunkle Mergel mit glaukonitischen Einschaltungen, häufig in Verbindung mit Nummulitenschichten, sind aus dem Gschlifgraben bei Gmunden bekannt (PREY, 1983, 106). Abgesehen von den Makrofossilien stimmen die lithologischen und stratigraphischen Merkmale des Ultrahelvetikums von Aschach mit dem von PREY beschriebenen Paläozän aus dem Gschlifgraben gut überein. PREY stellt sie dort zum Nordultrahelvetikum.

Paläozän sind auch die dunkelgrauen bis schwarzen Mergel aus dem Gebiet W. JANOSCHEK's zwischen Attersee und Traunsee. In diesen Mergeln fand er „einen Schubfetzen eines gelblich verwitternden, detritären Nummulitenkalksandsteins“ (JANOSCHEK, 1964, 186f). JANOSCHEK zieht Parallelen mit den Adelholzer Schichten in Bayern.

TRAUB (1953, 7f) berichtet aus dem Kroisbachgraben bei Salzburg von zwei verschiedenen Gesteinsausbildungen im Paläozän: dunkle, feinsandige Mergel und untergeordnet Einschaltungen von glaukonitreichen,

mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen. Beide Typen sind reich an Mikro- und Makrofossilien und können ineinander übergehen.

Auch in der südostbayerischen Flyschzone bei FREIMOSER (1972, 23) lassen sich gewisse Parallelen des Aschacher Fensters mit dem Achthaler Sandstein herstellen. Südöstlich von Oberteisendorf (Bayern) beschreibt FREIMOSER zwei, durch Maastricht-Buntmergelserie getrennte, Gesteinszüge von etwa 100 m Dicke. Sie setzen sich aus grauen Mergeln und grobsandigen bis feinkonglomeratischen Sandsteinen zusammen. Selten treten „kompakte, feste Quarzpsammite“ und „leuchtend grüne Glaukonitsandsteine“ auf (FREIMOSER, 1972, 23). Flyschoidale Merkmale wie Schleifmarken und Gradierung sind vorhanden, aber „die für echte Flyschsedimente typischen, bankinternen Sedimentstrukturen fehlen“ (ebenda). Diese als Achthaler Sandstein zusammengefaßte Serie betrachtet FREIMOSER als grobklastische Einschaltung in die Buntmergelserie. Gemeinsam mit anderen Konglomeraten aus Ultrahelvetikum und Flysch schließt FREIMOSER auf ein teilweise kristallines Schwellengebiet, den Cetischen Rücken. Aus den grobklastischen Serien rekonstruiert FREIMOSER (1972, 64ff und Abb. 8) dessen geologischen Aufbau.

HAGN betrachtet den Cetischen Rücken ebenfalls als Grenze zwischen Rhenodanubischem Flysch im Süden und Südultrahelvetikum im Norden; zu diesem zählt HAGN (1981, 40) den „Wildflysch“ und die klastischen Einschaltungen der Buntmergelserie.

4.4. Christkindl-Schuppenzone

Der Nordrand der Flyschzone zwischen den Orten Steinfeld a. d. Steyr und Garsten ist schlecht kartierbar: ausgedehnte Terrassenkörper, dichte Besiedlung und trotz geringer Reliefenergie eine Vielzahl von Massenbewegungen verhindern genaue Aussagen über tektonische und stratigraphische Einheiten. Generell handelt es sich um einen Schuppenteppich an der Basis der Flyschzone; Ultrahelvetikum ist mit Altenglbacher Schichten verschuppt, was sich auch aus den Tiefbohrungen Haagen und Aschach (RAG) ableiten läßt.

An 3 Punkten konnten Gesteine gefunden werden, die zum Ultrahelvetikum gestellt werden müssen:

In einem kleinen Graben südlich der Ortschaft Christkindl stehen mürbe, plattig verwitternde Sandsteine bis 0,5 m Dicke an. Sie werden von uncharakteristischen grauen Mergeln begleitet. Außerdem fand sich ein Konglomeratblock mit bis cm-großen Komponenten:

In Probe 313 ist die karbonatische Matrix größtenteils ausgewittert. Bei den Komponenten überwiegen sparitische Karbonate, weiters dichte Mikrite und kantengerundete, deutlich geschichtete Arenite. Untergeordnet treten neben den gut gerundeten Karbonaten noch verkieselte Kalke, Radiolarite und Oosparite auf. Etwa 20 % aller Komponenten im Schliffbereich leiten sich aus einem Kristallgebiet ab: kaolinisierte Feldspäte, Quarz, Plagioklas, der manchmal Zonarbau aufweist, stark verzahnte und ausgewalzte Quarzite, oft undulös auslöschend, ferner Albit, Mikroklin sowie akzessorisch Glaukonit. Einige Komponenten besitzen ein feinmaschiges, kieseliges Netzwerk wie Quarzporphyre, allerdings ohne die typischen Einsprenglinge.

Dieses Konglomerat könnte dem Flyschgault zugeordnet werden; es fehlen allerdings alle bekanntesten Leitgesteine. Eher wahrscheinlich ist ein grobklastisches Ultrahelvetikum, analog dem Fenster von

Aschach. Auch hier, südlich von Christkindl, bietet sich ein Vergleich mit der Texinger Fazies (FAUPL, 1978) an.

Ein weiteres Ultrahelvetikum wurde bei einem Hochwasser im Sommer 1985 in einem kleinen Graben südlich Kote 381 (Oberfelder Forst) freigelegt: stark zerscherte, hellgraue, grüne und schwarze Mergel enthielten Nannoplankton des Alb (CC 8):

Watznaueria barnesae (BLACK),
Cyclagelosphaera mergereli NOEL,
Cruciellipsis cuvilleri (MANIVIT),
Parhabdololithus embergeri (NOEL),
Rhagodiscus angustus (STRADNER),
Rhagodiscus asper REINHARDT,
Litraphidites carniolensis DEFLANDRE,
Prediscosphaera sp.

Dieses Ultrahelvetikum läßt sich mit ähnlichen Gesteinen im Gschlifegraben vergleichen (PREY, 1983, 99), weiters beschreibt STURM (1968, 33 und 49) aus dem Atterseegebiet vergleichbare Serien und W. JANOSCHEK (1964, 179) zwischen Attersee und Traunsee, hier allerdings ohne Altersangaben.

Das 3. Ultrahelvetikum in der Christkindl-Schuppenzone findet man beiderseits der Straße westlich Steinfeld. Graue, stark verwitterte Mergel (Campan) mit Rollstücken eines gelb anwitternden, mikritischen Kalks und Siltsteinen sind der nördlichste Aufschluß in der Flyschzone. Da das Campan der Flyschzone völlig anders entwickelt ist (Zementmergelserie und Oberste Bunte Schiefer), ist auch dieses Vorkommen zum Ultrahelvetikum zu stellen.

Die Christkindl-Schuppenzone dürfte einen größeren Anteil des Ultrahelvetikums besitzen als die südlicheren Baueinheiten. Im Rhenodanubikum konnte nur Horizont IV (Altlenzbacher Schichten) gefunden werden, häufig nur in Lesesteinen; tiefere Serien fehlen.

Es stellt sich die Frage, ob in dieser Christkindl-Schuppenzone das Rhenodanubikum tatsächlich nur an tektonischen Grenzen neben dem Ultrahelvetikum liegt, oder ob nicht doch fazielle Übergänge vorliegen. Gerade der Horizont IV zeigt durch seine mergelreichen Varianten eine Verwandtschaft mit den turbiditischen ultrahelvetischen Sedimenten an. In der Bohrung Oberhofen beschreibt WAGNER (1986, 18) von faziellen Übergängen von der Molasse über „Helvetikum“, Ultrahelvetikum bis zum Rhenodanubischen Flysch. Somit könnte die Christkindl-Schuppenzone bereits als beginnender Übergang vom Rhenodanubischen Flysch ins nördlich anschließende Ultrahelvetikum gedeutet werden.

5. Diskussion und Vergleich der Flyschzone mit einem rezent aktiven Kontinentalrand

Die Divertikulation im Flyschrahmen des Hochhubfensters widerspricht der gängigen Deutung, daß Streifenfenster bzw. Schlitzfenster in der Flyschzone generell an vergente Antiklinalen gebunden sind.

Mit Divertikulation wird ein Vorgang beschrieben, bei dem ein Schichtstapel aus in stratigraphischer Hinsicht verkehrt sortierten Gleitbrettern (= Divertikeln) entsteht. Jedes dieser Gleitbretter verfügt intern jedoch über eine aufrechte Lagerung (TOLLMANN, 1973, 201). Diese Erscheinung wurde in den dreißiger Jahren als „Trep-

penüberschiebung“ bezeichnet. LUGEON schuf 1943 dafür den Ausdruck „Divertikulation“. Wichtig ist dabei die Inversion der stratigraphischen Abfolge von in sich aufrechten Einheiten.

Als einleuchtendste Erklärung zieht man zumeist die Schweregleitung heran (TOLLMANN, 1973, 203). Damit ist ein Zergleiten eines Schichtstapels in der Form gemeint, daß das oberste, jüngste Schichtglied abgleitet, um dann vom nächstälteren, das später abgleitet, überfahren zu werden. Man kann diesen Mechanismus dann nachweisen, wenn die einzelnen Divertikel in einer Matrix liegen, welche dem „Trog“ entspricht, in den die Divertikel eingeleiten.

Eine zweite Möglichkeit besteht in einer rein tektonischen Lösung: In der ersten Phase einer Überschiebung entsteht eine Decke mit basalem Schrägzschnitt. Nachfolgende Erosion legt im hinteren Teil der Decke die stratigraphisch tieferen Horizonte frei. In einer 2. Phase überfahren dann die hinteren Teile die vorderen, stratigraphisch höheren Teile der Decke. So gelangt man zum selben Resultat wie bei der Schweregleitung (TOLLMANN, 1973, 203).

Im Fall des Hochhubfenster-Rahmens könnte man eher der rein tektonischen Lösung den Vorzug geben, da eine eventuelle „Trogmatrix“ völlig fehlt. Ähnliche Überlegungen stellt PREY im Zusammenhang mit der Hauptklippenzone im Wienerwald an. Auch dort wird eine tektonische Lösung diskutiert (PREY, 1971, 192).

Diese Lösungsmöglichkeiten sind aber allesamt nicht befriedigend. Deshalb wird hier ein Vergleich mit einem rezent aktiven Kontinentalrand angestellt; dabei ergeben sich gewisse Analogien zur ostalpinen Flyschzone.

KULM & SCHEIDEGGER (1979) untersuchten den aktiven Kontinentalrand von Oregon an der Westküste Amerikas. Dort wird die Gorda Juan de Fuca-Platte (Pazifik) unter die nordamerikanische Platte mit einer Geschwindigkeit von 2,6 cm pro Jahr subduziert. Dabei werden die Sedimente der subduzierten Platte abgeschert und vor dem Kontinentalrand dachziegelartig übereinandergeschoben. Dieser Sedimentkeil (Akkretionskeil), den man auch als Stauwulst auffassen kann, bildet einen stark gegliederten Kontinentalhang. KULM & SCHEIDEGGER konnten weiter zeigen, daß während dieser Imbrication am Kontinentalhang die Sedimentation andauerte. In Bohrungen und durch Seismik wird gezeigt, daß jede dieser dachziegelförmigen Schuppen einen fast identischen stratigraphischen Umfang aufweist. Das höchste Element reicht allerdings von Schuppe zu Schuppe (in Richtung Ozeanplatte) immer höher hinauf. Das Top jeder Schuppe wird also immer jünger. Die Basis aller Schuppen ist identisch, allerdings sind die tieferen Schichtglieder erst „tiefer und weiter hinten“ anzutreffen. Auffallend ist weiter, daß der Ozeanboden, also der primäre Untergrund dieser Ozeansedimente, in keiner einzigen Schuppe erhalten ist; er wurde anscheinend immer vollends verschluckt. Schließlich berichten KULM & SCHEIDEGGER über ein weiteres wichtiges Phänomen:

Der Sedimentkeil formiert sich zu einem Kontinent-Abhang, der entweder als Steilhang oder als gegliederter Hang auftreten kann. Letzterer enthält Teilbecken; in diese Teilbecken, einige 10 km lang, sedimentieren Hangsedimente, die in die Deformation mit einbezogen werden. So entsteht etwa folgende Struktur, wie sie in Abb. 4 wiedergegeben ist.

Folgende Hauptmerkmale lassen sich erkennen: ausgeprägte Vergenz, mehrfache Wiederholung desselben

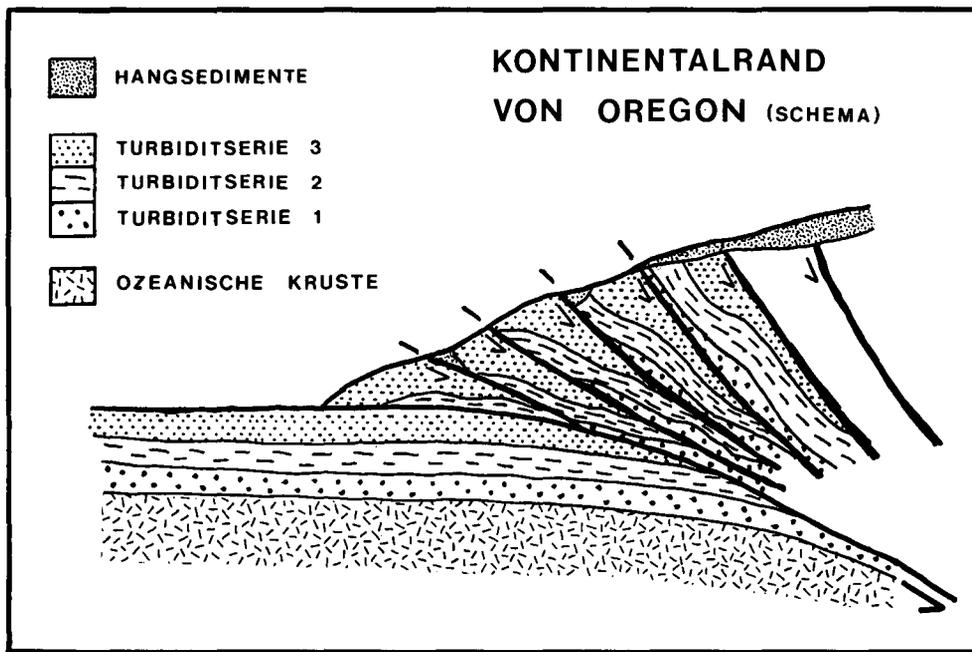


Abb. 4.
Schematischer Schnitt durch den
Kontinentalrand von Oregon (USA).

Schichtstapels bei zunehmender Abscherung der älteren Serien in Richtung „Subduktion“ (= Hauptüberschiebungsbahn), an Schuppengrenzen eingeklemmte Hangsedimente und schließlich das Fehlen des sedimentären Verbands mit der ursprünglichen Basis (= „Ozeanboden“).

In diese Vorstellung läßt sich die Divertikulation ohne Schwierigkeiten einbringen, ja sie ist sogar eine Folge daraus. Der auslösende Mechanismus ist aber keine selbständige Gleitung riesiger Körper, sondern eine normale Subduktion. Nicht die hangenden Schuppen, sondern die liegenden (!) repräsentieren die jüngste Bewegungsphase.

Bei unvoreingenommener Betrachtung erkennt man weitere frappante Analogien zu Profilen durch die Flyschzone. Die eingeklemmten Hangsedimente ähneln den ultrahelvetischen Streifenfenstern; sie müßten aber quasi „von oben“ in den Rhenodanubischen Flysch eingesedimentiert worden sein und nicht, wie allgemein angenommen, vom Flysch zuerst überfahren, nachträglich hochgehoben und mit einer Treppenüberschiebung zu den Divertikeln geformt worden sein.

Für diese Interpretation spricht im Bearbeitungsraum die verkehrte Anordnung von Nord- und Südultrahelvetikum (letzteres liegt im Norden, was bei den bisherigen Deutungen eine komplizierte Tektonik voraussetzt). Weiters sind die ultrahelvetischen Sedimente ausschließlich von relativ älteren Flyschserien umgeben. Und schließlich enthält das Paläozän des Aschacher Fensters einen großen Anteil an umgelagerten Oberkreideformen. Dies weist möglicherweise auf größere Umlagerungsprozesse hin, womit Kreideanteile in Streifenfenstern erklärt werden können. Schließlich fällt auf, daß die weichen Mergel des Ultrahelvetikums fast nicht tektonisch beansprucht sind, jedenfalls signifikant weniger als der Gaultflysch. Dies ist bemerkenswert, da eigentlich der gesamte Flyschstapel darüber hinwegglitten sein müßte. Bei der Deutung als autochthones Sediment, das nur wenig eingeschuppt wurde, lösen sich diese Widersprüche auf.

Ruft man sich das bei der Christkindl-Schuppe Gesagte in Erinnerung, so wird deutlich, daß gerade in der nördlichsten, tiefsten, und, nach dem obigen Ver-

gleich, auch jüngsten Schuppe ein Faziesübergang geradezu gefordert werden muß.

Es sei festgehalten, daß die Deutung des Ultrahelvetikums als autochthones Sediment nur für gewisse Teile der oberösterreichischen Flyschzone vorgeschlagen wird. Für die mächtigeren Sedimente des Schweizer Helvetikums ist diese Auslegung selbstverständlich nicht möglich. Auch ist es schwierig, in Oberösterreich nach dem bisherigen Wissensstand zwischen einem Ultrahelvetikum nördlich des Rhenodanubikums und dem „autochthonen“ Ultrahelvetikum immer genau zu unterscheiden, da gleiches Alter und prinzipiell gleiche Fazies, nur eine andere tektonische Beanspruchung vorhanden sein müßten.

Im vorliegenden Bearbeitungsraum kann das Ultrahelvetikum südlich der Christkindl-Schuppe diesem „autochthonen“ Ultrahelvetikum zugewiesen werden, wogegen die ultrahelvetischen Gesteine in dieser Schuppe dem klassischen Helvetikum (nördlich des Rhenodanubikums) zugewiesen werden.

In der Flyschzone südwestlich Steyr vermag ein Unterschiebungsmodell, das aus der Aktuogeologie abgeleitet ist, viele Phänomene zu erklären. In diesem Punkt stützt der Geländebefund ein alpines Unterschiebungskonzept, wie es von F. K. BAUER (1987, Abb. 3 und 125) vorgeschlagen wurde.

Dank

Mein besonderer Dank für zahlreiche Anregungen und kritische Bemerkungen gilt meinem Kollegen H. EGGER (Salzburg) und W. SCHNABEL (Geol. B.-A. Wien) sowie G. FRASL und G. TICHY (beide Univ. Salzburg). Für paläontologische Bestimmungen danke ich H. STRADNER (Geol. B.-A. Wien) und K. F. WEIDICH (München).

Literatur

- BAUER, F. K.: Die Stellung der Nördlichen Kalkalpen in einem Unterschiebungsbau der Alpen. – Jb. Geol. B.-A., **130/2**, 113–131, 4 Abb., Wien 1987.
- BETTENSTÄEDT, F.: Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen auf Grund mikropaläontologischer Untersuchungen. – Z. deutsch. Geol. Ges., **109/2**, 566–592, Hannover 1958.

- BOUMA, A. H.: Sedimentology of some Flysch deposits. – 168 S., 31 Abb., 17 Taf., 8 Fotos, 3 Tab., Amsterdam – New York (Elsevier) 1962.
- BRAUNSTINGL, R.: Geologie der Flyschzone und der Kalkalpen zwischen Enns- und Steyrtal (Oberösterreich). – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **122**, 111–118, 3 Abb., Wien 1985.
- BRAUNSTINGL, R.: Geologie der Flyschzone und der Kalkalpen zwischen Enns- und Steyrtal (Oberösterreich). – Diss. phil. Fak. Univ. Salzburg, 162 S., 55 Abb., 2 Beil., Salzburg 1986.
- BUTT, A. & HERM, D.: Paleo-oceanographic Aspects of the Upper Cretaceous Geosynclinal Sediments of the Eastern Alps. – In: CLOSS, H., RÖDER, D. & SCHMIDT, K. (Hrsg.): Alps, Apennines, Hellenides, 87–94, 2 Abb., Stuttgart (Schweizerbart) 1978.
- CLAR, E. & HORNINGER, G.: Exkursion I/6: Übersichtsexkursion Baugeologie. – Mitt. Geol. Ges., **57/1**, 107–145, 10 Abb., 1 Taf., Wien 1964.
- EGGER, H.: Zur Geologie der Flyschzone und Kalkalpen im Gebiet zwischen Enns, Pechgraben und Ramingbach. – Diss. phil. Fak. Univ. Salzburg, 160 S., 50 Abb., 2 Beil., Salzburg 1986.
- EGGER, H.: Die Geologie der Rhenodanubischen Flyschzone südöstlich Steyr (Oberösterreich, Niederösterreich). – Jb. Geol. B.-A., **130/2**, 139–151, 5 Abb., Wien 1987.
- FAUPL, P.: Faziestypen der paläogenen Buntmergelserie der östlichen Ostalpen. – Mitt. österr. Geol. Ges., **68**, 13–38, 10 Abb., 5 Tab., Wien 1978.
- FREIMOSER, M.: Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der Südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. und Salzburg. – Geol. Bav., **66**, 7–91, 8 Abb., 2 Tab., 6 Beil., München 1972.
- HAGN, H.: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – Geol. Bav. **44**, 3–208, 10 Abb., 1 Tab., 12 Taf., München 1960.
- HAGN, H.: Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. – Geol. Bav. **82**, 408 S., 70 Abb., 7 Tab., 13 Taf., München 1981.
- JANOSCHEK, W.: Geologie der Flyschzone und der helvetischen Zone zwischen Attersee und Traunsee. – Jb. Geol. B.-A., **107**, 161–214, 3 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Wien 1964.
- KULM, L. D. & SCHEIDEGGER, K. F.: Quaternary Sedimentation on the Tectonically Active Oregon Continental Slope. – In: DOYLE, L. J. & PILKEY, O. H. (Eds.): Geology of Continental Slopes, SEPM Spec. Publ. **27**, 247–263, 15 Abb., 1 Tab., Tulsa/Oklahoma 1979.
- LUGEON, M.: Une nouvelle hypothèse tectonique: la diverticulation, note préliminaire. – Bull. Soc. Vaud. Sci. nat., **62**, No. 260, 301, Lausanne 1943.
- MAURER, H.P.: Zur Geologie des Helvetikums und der Flyschzone zwischen dem Steyr- und Kremstal. – Mitt. Geol. Ges., **64**, 137–172, 3 Taf., 1 Karte, Wien 1971.
- OBERHAUSER, R.: Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. – Jb. Geol. B.-A., **111**, 2 Abb., 2 Taf., Wien 1968.
- OBERHAUSER, R. (Red.): Der geologische Aufbau Österreichs. – 700 S., 164 Abb., 2 Karten, Wien – New York (Springer) 1980.
- PREY, S.: Helvetikum in der oberösterreichischen Flyschzone. – Verh. Geol. B.-A., Sonderh. **C**, 98–102, Wien 1952.
- PREY, S.: Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (Niederösterreich). – Jb. Geol. B.-A., **100/2**, 299–358, Wien 1957.
- PREY, S.: Mehrmalige Schweregleitung als Denkmöglichkeit zur Auflösung der Strukturen im Bereich der Hauptklippenzone des Wienerwaldes. – Anz. österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., **109**, H. 14, 188–192, Wien 1971.
- PREY, S.: Die Geologie Österreichs in ihrem heutigen geodynamischen Entwicklungsstand sowie die geologischen Bauteile und ihre Zusammenhänge. – In: OBERHAUSER, R. (Red.): Der geologische Aufbau Österreichs, 79–117, 1 Abb., Wien (Springer) 1980a.
- PREY, S.: Helvetikum, Flysche und Klippenzonen von Salzburg bis Wien. – In: OBERHAUSER, R. (Red.): Der geologische Aufbau Österreichs, 189–217, 7 Abb., 5 Tab., Wien (Springer) 1980b.
- PREY, S.: Das Ultrahelvetikum-Fenster des Gschlieffgrabens südsüdöstlich von Gmunden (Oberösterreich). – Jb. Geol. B.-A., **126/1**, 95–127, 5 Abb., Wien 1983.
- SCHNABEL, W.: Zur Geologie des Kalkalpennordrandes in der Umgebung von Waidhofen/Ybbs, Niederösterreich. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., **19**, 131–188, 2 Abb., 2 Taf., Wien 1970.
- SCHNABEL, W.: Bericht 1977 über geologische Aufnahmen in der Flyschzone auf Blatt 51, Steyr (Westliche Niederösterreichische Voralpen). – Verh. Geol. B.-A., **1978/1**, A55–A56, Wien 1978.
- STURM, M.: Die Geologie der Flyschzone im W von Nußdorf (Attersee). – Diss. phil. Fak. Univ. Wien, 302 S., 9 Abb., 11 Taf., 8 Beil., Wien 1968.
- TOLLMANN, A.: Grundprinzipien der alpinen Deckentektonik. Eine Systemanalyse am Beispiel der Nördlichen Kalkalpen. – 404 S., 170 Abb., Wien (Deuticke) 1973.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich, Band 2 (außerzentralalpiner Teil). – 710 S., 286 Abb., 27 Tab., Wien (Deuticke) 1985.
- TRAUB, F.: Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. – Geol. Bav., **15**, 1–38, 4 Abb., München 1953.
- WAGNER, L., KUCKELKORN, K. & HILTMANN, W.: Neue Ergebnisse zur alpinen Gebirgsbildung Oberösterreichs aus der Bohrung Oberhofen 1 – Stratigraphie, Fazies, Maturität und Tektonik. – Erdöl, Erdgas, Kohle, **102/1**, 12–19, 10 Abb., Wien 1986.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. Februar 1988.