

Die Geologie von Vorarlberg – Beispiel einer internationalen Zusammenarbeit im Bereich der westlichen Ostalpen					Redaktion: Maria Heinrich
Jb. Geol. B.-A.	ISSN 0016–7800	Band 135	Heft 4	S. 825–843	Wien, Dezember 1992

Die vorquartäre Geologie im Andelsbucher Becken (Vorarlberg)

Von ULRIKE FESSLER, THOMAS KIESSLING, HANS RISCH & WOLFGANG ZACHER*)

Mit 11 Abbildungen und 1 Tabelle

Dr. RUDOLF OBERHAUSER
zum 65. Geburtstag gewidmet

*Österreich
Vorarlberg
Andelsbucher Becken
Helvetikum
Tektonik
Paläogeographie*

*Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 112*

Inhalt

Zusammenfassung	826
Abstract	826
1. Einleitung und Problematik	826
2. Helvetische Schichtfolgen	826
2.1. Allgemeiner Überblick	826
2.2. Seewerkalk	826
2.3. Amdener Schichten	827
2.4. Leibodenmergel	827
2.5. Leistmergel	827
2.6. Bregenzer-Ach-Schichten	827
3. Liebensteiner Decke	829
3.1. Allgemeiner Überblick	829
3.2. Schmiedebach-Serie	829
3.3. Liebensteiner Kalk	831
3.4. Leimern-Schichten	831
3.5. Eozäne Sand- und Nummulitenkalke	831
4. Feuerstätter Decke	832
4.1. Allgemeiner Überblick	832
4.2. Schelpen-Serie	832
4.3. Junghansen-Formation	833
5. Rhenodanubische Flyschzone	835
5.1. Reiselsberger Sandstein	835
5.2. Piesenkopf-Schichten	835
6. Tektonischer Bauplan	835
6.1. Molasse-Südgrenze	837
6.2. Hohenemser Decke	837
6.3. Vorarlberger Säntis-Decke	838
6.4. Liebensteiner und Feuerstätter Decke	838
6.5. Rhenodanubische Flyschzone	839
7. Zur Paläogeographie der Ablagerungsräume	840
7.1. Helvetikum-Zone	840
7.2. Liebensteiner Zone	840
7.3. Feuerstätter Zone (Ultrahelvetikum s. str.)	840
7.4. Rhenodanubischer Flysch	842
Literatur	842

*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Geol. ULRIKE FESSLER, Dipl.-Geol. THOMAS KIESSLING, Univ.-Prof. Dr. WOLFGANG ZACHER, Lehrstuhl für Allgemeine, Angewandte und Ingenieurgeologie, Technische Universität München, Lichtenbergstraße 4, D-8046 Garching; Priv.-Doz. Dr. HANS RISCH, Bayerisches Geologisches Landesamt, Heßstraße 128, D-8000 München 40.

Zusammenfassung

Unter ausgedehnter und dichter Quartärüberdeckung tritt im Andelsbucher Becken Vorarlbergs in zahlreichen isolierten und meist tektonisch begrenzten Aufschlüssen der vorquartäre Untergrund zutage. Auf der Grundlage einer detaillierten Neukartierung 1:10.000 und damit verbundener Bearbeitung von mehreren hundert Mikroproben konnten die Vorkommen verschiedenen tektonischen Einheiten zugeordnet werden. Für die Bregenzer-Ach-Schichten (vorwiegend Santon) samt fraglicher Eozänkalksandstein-Bedeckung konnte eine Fensternatur aus einer tieferen Einheit als der Vorarlberger Säntis-Decke („Hohenemser Decke“) wahrscheinlich gemacht werden. Am Nordrand der Vorarlberger Säntis-Decke (Winterstaude-Antiklinorium) treten keine jüngeren Ablagerungen als Leistmergel auf. Der inkohärenten Liebensteiner Decke wurden die Schmiedebach-Serie samt Nummulitenkalken als Übergangsfazies zum Südhelvetikum, der Liebensteiner Kalk und die Leimern-Schichten zugeordnet. Die Feuerstätter Decke (= Ultrahelvetikum s. str.) ist mit der Schelpen-Serie (Nordfazies) und der Junghansen-Formation (Südfazies), beide in Flysch- bzw. Wildflyschfazies, vertreten. Der tektonisch höchsten Einheit, der Rhenodanubischen Flyschzone, gehören die Klippe des Hochälpele und das kleine Vorkommen bei Kohlgrub an, beide in der Sigiswanger Nordfazies.

Pre-Quaternary Geology in the Andelsbuch Basin (Vorarlberg)

Abstract

The Andelsbuch basin, situated at a widening of the Bregenzer Ach valley between Egg and Bersbuch/Vorarlberg, Austria, is caused by glacial erosion of mainly marly rocks and flysch sequences. A detailed mapping 1:10.000 and the determination of several hundred microfaunas revealed that the sequences occurring mostly in isolated outcrops belong to very different tectonic units, originally arranged from N to S as follows: Bregenzer-Ach-Schichten (?Hohenems Nappe), South Helvetic of the Vorarlberg Säntis Nappe, Liebenstein Zone, Feuerstätter Zone (Ultrahelvetik s. str.) and the south Penninic Rhenodanubian Flysch Zone. Postocene tectonic transport in form of incoherent thrust sheets has brought the different sequences into their present position south of the Subalpine Molasse.

1. Einleitung und Problematik

Zwischen der Molasse-Rippe von Egg und dem Durchbruch durch das helvetische Klausberg-Gewölbe weitet sich das Tal der Bregenzer Ache zu einem weiten Becken, in dem die quartären Ablagerungen weitgehend die morphologische Gliederung bestimmen.

In der Vergangenheit ist besonders den quartären Erscheinungen viel Aufmerksamkeit gewidmet worden, während der geologische Untergrund zuletzt in den Arbeiten von HÜGEL (1956) und GRÜNVOGEL (1959) eingehender untersucht wurde. Eine grundlegende Neubearbeitung erschien deshalb im Hinblick auf die geologische Karte Blatt 117 Bezau angebracht.

Nach Vorarbeiten zu Blatt Oberstdorf 1:100.000 (ZACHER, 1972) wurde deshalb der Bereich des „Andelsbucher Beckens“ in zwei Diplomarbeiten (FESSLER, 1991 und KIESSLING, 1991) geologisch völlig neu im Maßstab 1:10.000 kartiert, wobei die Bearbeitung und Einstufung von mehreren hundert Mikrofaunen durch H. RISCH erfolgte.

Neben einer quartärgeologisch sehr differenzierten Moränen- und Terrassenlandschaft (darüber ist eine eigene Arbeit vorgesehen) erwies sich die Unterscheidung der verschiedenen, zahlreichen tektonischen Einheiten angehörenden Gesteinstypen als sehr schwierig. Es handelt sich dabei zum überwiegenden Teil um alle erdenklichen Arten von Tonmergeln, die in einer braungrauen Farbe auftreten. Die Gesteinsserien existieren nur in Form tektonisch zerrissener und verschuppter Deckenreste. Eine stratigraphisch ungestörte Abfolge war somit nur selten anzutreffen. Trotz dieser Schwierigkeiten ist es gelungen, ein in Karte und Profil konsistentes Bild über den geologischen Aufbau dieses landschaftlich so reizvollen Teiles von Vorarlberg zu entwerfen.

Für ihre freundliche Hilfe möchten wir uns vielmals bedanken bei Herrn Dr. H. LOACKER (Vorarlberger Illwerke) für die Überlassung des Profiles durch den Lorenastollen, Herrn MOHR (Vorarbeiter Naturschau Dornbirn) für Hilfe bei der Literaturbeschaffung und Herrn W. VOGT (Landeswasserbauamt Vorarlberg in Bregenz) für Flurnamenkarten und den Einblick in die Herkunft und Bedeutung der Ortsbezeichnungen.

2. Helvetische Schichtfolgen

2.1. Allgemeiner Überblick

Das Vorarlberger Helvetikum entspricht nach HEIM, Arn. & BAUMBERGER, E. (1933) der östlichen Fortsetzung der Schweizer Säntis-Decke. Es handelt sich dabei um Ablagerungen des südlichen europäischen Schelfes, dessen Nordteil durch Oszillationen des Meeres mit Transgressionen und Regressionen beeinflusst wird und dessen labilerer Südteil durch wachsende Sedimentmächtigkeiten gekennzeichnet ist.

Im Andelsbucher Becken sind von der Vorarlberger Säntis-Decke aufgeschlossen:

2.2. Seewerkalk

Der Seewerkalk ist ein Produkt ruhiger Sedimentationsbedingungen, die aus der Zunahme der Wassertiefe im helvetischen Trog während der Oberkreide resultieren. Dadurch entstand ein aus über 90% CaCO₃ bestehender pelagischer, biogener Kalkmikrit. Dieser Gesteinstyp tritt bei Lüttin, wo der Seewerkalk direkt an der Straße von Schwarzenberg Richtung Bödele in einem Bereich von ca. 200 bis 300 m aufgeschlossen ist, und an der Angelikahöhe im Ostteil Schwarzenbergs im Gelände als Härtlingsrippe hervor.

Der harte, splittrige, an Foraminiferen reiche Kalk, bei dem Kalkmergellagen eine eher untergeordnete Rolle spielen, zeigt im allgemeinen eine hell- bis mittelgraue Färbung, die im Vorkommen südöstlich der Angelikahöhe von dunklen Streifen und Flecken durchzogen wird, die auf eine biogene Durchwühlung des noch unverfestigten Sediments zurückzuführen sind. Im Bachanschnitt südlich des Luomesgraben zeigt dieser Gesteinstyp eine leichte Rosafärbung, die besonders am anpolierten Handstück gut zu erkennen ist.

Der Aufschluß bei Lüttin, der nach HÖFLE (1972) zum Liebensteiner Kalk gerechnet wurde, wird in dieser Arbeit hinsichtlich seiner tektonischen Stellung sowie aufgrund der im Dünnschliff vorhandenen Calcisphären dem Seewerkalk zugeordnet. Die Mächtigkeit kann mit mindestens 50–60 m angegeben werden.

Die Mikrofauna des Seewerkalkes erbrachte ein Alter von mittlerem Turon bis Santon.

Schliffe Seewerkalk

Fundort: An der Straßenkehre von Schwarzenberg Richtung Bödele bei Lüttin, 760 m ü. NN.

Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Marginotruncana coronata (BOLLI)
Praeglobotruncana praehelvetica (TRUJILLO)
Whiteinella sp.
Hedbergella sp.
Dorothy oxycona (REUSS)
Oligostegina sp.

Alter: Mittleres Turon–Coniac.

Fundort: Ca. 150 m SW' der Angelikahöhe, 690 m ü. NN.

Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Whiteinella brittonensis (LOEBLICH & TAPPAN)
Heterohelix sp.
Nodosaria sp.
Lenticulina sp.
Gavelinella sp.
Gaudryina sp.
Marssonella sp.
Arenobulimina sp.

Alter: Turon–Coniac (Santon).

2.3. Amdener Schichten

Der Schichtname, nach der Ostschweizer Ortschaft Amden am Walensee, wurde von Arn. HEIM & OBERHOLZER vorgeschlagen. Die Bezeichnung wurde aufgestellt, da sich die darunter zusammengefaßten Gesteinstypen aufgrund ihrer lithologischen Ähnlichkeit nicht immer voneinander trennen lassen.

Im Andelsbucher Becken ist eine Unterteilung in Leibodenmergel, Leistmergel und Bregenzer-Ach-Schichten möglich.

Als Sedimentationsraum für die Amdener Schichten wird ein „von Norden nach Süden zu vertiefendes offenes Meeresbecken“ angenommen, in dem im allgemeinen oxydierendes Milieu mit erhöhter Detritus-Zufuhr herrschte.

2.4. Leibodenmergel

Die Leibodenmergel vermitteln faziell zwischen dem Seewerkalk im Liegenden und den sandig-tonigen Leistmergeln im Hangenden. Dieser Gesteinstyp, der das Gegenstück zu den Leimern-Schichten der Liebensteiner Zone darstellt und mit deren Ausbildung nahezu identisch ist, wurde aufgrund seiner Lage im stratigraphisch Hangenden des Seewerkalkes bei Lüttin als Leibodenmergel ausgeschieden. Der direkte Übergang aus dem Seewerkalk ist jedoch durch Moränen verdeckt.

Die Leibodenmergel bilden im Aufschluß eine ca. 10 m hohe Wand und liegen tektonisch neben Gesteinen der Schmiedebach-Serie.

Lithologisch handelt es sich um plattige, grün-graue und sandfreie Mergel, die sehr hell anwittern. Sie zeigen neben fein verteiltem Pyrit charakteristische dunkle Flecken und Schlieren, die durch Bioturbation entstanden sind. Auf den verwitterten Oberflächen lassen sich schon mit bloßem Auge Globotruncanen als kleine schwarze Punkte erkennen.

Die Mächtigkeit der Leibodenmergel beträgt bei Lüttin zwischen 50 m und maximal 80 m. Die Ergebnisse der Schlammanalysen ergaben für dieses Schichtglied ein Alter von Coniac bis Santon.

Schlammproben Leibodenmergel

Fundort: Loserbach, ca. 200 m W' Lüttin, 780 m ü. NN.

Rosita fornicata (PLUMMER)
Whiteinella baltica DOUGLAS & RANKIN
Marginotruncana sinuosa PORTHALT
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Hedbergella sp.
Stensiöina exsculpta (REUSS)
Archaeoglobigerina cretacea (d'ORBIGNY)
Globorotalites michelinianus (d'ORBIGNY)

Alter: Santon.

2.5. Leistmergel

Bei diesem in einem hemipelagischen Bereich abgelagerten Gesteinstyp machen sich deutlich klastische, terrigene Einflüsse bemerkbar.

Schwankende Mächtigkeiten des Seewerkalkes und der Leibodenmergel sowie Gerölle an der Basis der Leistmergel weisen darauf hin, daß zu Beginn des Santons eine Phase der Abtragung vorausgegangen sein muß.

Die Leistmergel treten in den Bächen nördlich von Au und zum überwiegenden Teil an der Bregenzer Ache auf, wo sie östlich von Rain eine Wand von ca. 5 bis 6 m Höhe bilden. Den Hügel des Blaserwaldes bauen sie im Südteil bis zu einer Höhe von 655 m ü. NN auf.

Westlich der Kiesgrube Bühel an der Bregenzer Ache, in der Umgebung des Krähenberges (858 m) und bei der Gütlealpe findet man die Leistmergel in Bacheinschnitten aufgeschlossen.

Dieser Gesteinstyp zeigt sich recht monoton, ohne Einschaltung von Hartbänken, und weist aufgrund seiner Inkompetenz in den Bächen nördlich von Au Kleinverfaltungen auf. Die schwach glimmerigen, braun-grauen Mergel besitzen einen deutlichen Feinsandanteil und zeigen im Gelände plattige bis leistungstengelige Bruch Eigenschaften.

Die Leistmergel wittern ocker-braungrau an, was auf die Oxydierung des in den Mergeln enthaltenen Pyrits zurückzuführen ist.

Diese Gesteinsserie besitzt eine Mächtigkeit von ca. 200 m. Exakte Angaben lassen sich aufgrund der Verfaltung dieser Schichten nicht machen. Die an Makrofossilien sehr arme Schichtserie weist eine reichhaltige Mikrofauna auf, die eine Altersdatierung von Coniac bis Santon ermöglichte.

Schlammproben Leistmergel

Fundort: Bregenzer Ache, E' von Rain, 580 m ü. NN.

Dicarinella concavata (BROTZEN)
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Heterohelix sp.
Hedbergella sp.
Lenticulina sp.
Nodosaria sp.
Gavelinella sp.
Ammodiscus sp.

Alter: Mittleres Coniac–Santon.

2.6. Bregenzer-Ach-Schichten

Das Vorkommen dieser Gesteine ist wahrscheinlich auf einen Teil Vorarlbergs beschränkt; sie stehen vor allem im Tal der Bregenzer Ache in der Umgebung von Schwarzenberg und Andelsbuch an, wo sie im Gegensatz zu den anderen dort auftretenden Gesteinstypen schroffere Wände bilden.

Abb. 1.
Lithologische Profilabschnitte aus den Bregenzer-Ach-Schichten.
a) Loserbach, 50 m oberhalb Mündung in die Bregenzer Ache.
b) Bregenzer Ache, 100 m nördlich Mündung des Loserbaches.

Erwähnt wurden diese Schichten bereits 1909 von WEPFER, der sie zwar noch in seine Seewerkreide mit einbezog, sie altersmäßig aber bereits richtig in die Oberkreide datierte.

RIEDEL (1940) schlug für diese Schichten schließlich den Namen „Bregenzer-Ach-Schichten“ vor.

Es handelt sich dabei vorwiegend um grau-blaue, rostfleckige, sandige und glimmerhaltige Tonmergel, die einen wesentlich härteren, sandigeren und dickschichtigeren Charakter als die Leist- oder Leibodenmergel besitzen und lithologisch eher mit den Wangschichten zu vergleichen sind. Untergeordnet treten auch etwas weichere, schiefrige und bräunliche Mergel auf, die an der Südseite der Mündung des Loserbaches in die Bregenzer Ache anstehen. In beide Mergeltypen schalten sich rauhe, ebenfalls sandige Kalke ein, die beim Anschlag einen bituminösen Geruch aufweisen. Die Mächtigkeit der Mergellagen schwankt stark. Die Sandkalklagen besitzen eine Dicke bis zu 70 cm und können bis zu 1,5 m mächtig werden.

OBERHAUSER (1984) vergleicht diese Schichten mit einem Horizont, der in gleicher Position in der Molasse-nahen Schuppenzone des schweizerischen Rheintales vorkommt und *Pycnodonta vesicularis* enthält.

Die Mächtigkeit der Bregenzer-Ach-Schichten ist wegen der starken und teilweise auch internen Verschupungen und Verfaltungen nur schwer anzugeben, sie dürfte bei etwa 200 m liegen.

Folgende Faunen konnten aus den Bregenzer-Ach-Schichten geschlämmt werden:

**Schlammproben
Bregenzer-Ach-Schichten**

Fundort: Brühlbach Wasserfälle.

Marginotruncana pseudolinneiana

PESSAGNO

Archaeoglobigerina cretacea (d'ORBIGNY)

Hedbergella sp.

Dicarinella primitiva (DALBIEZ)

Gavelinella sp.

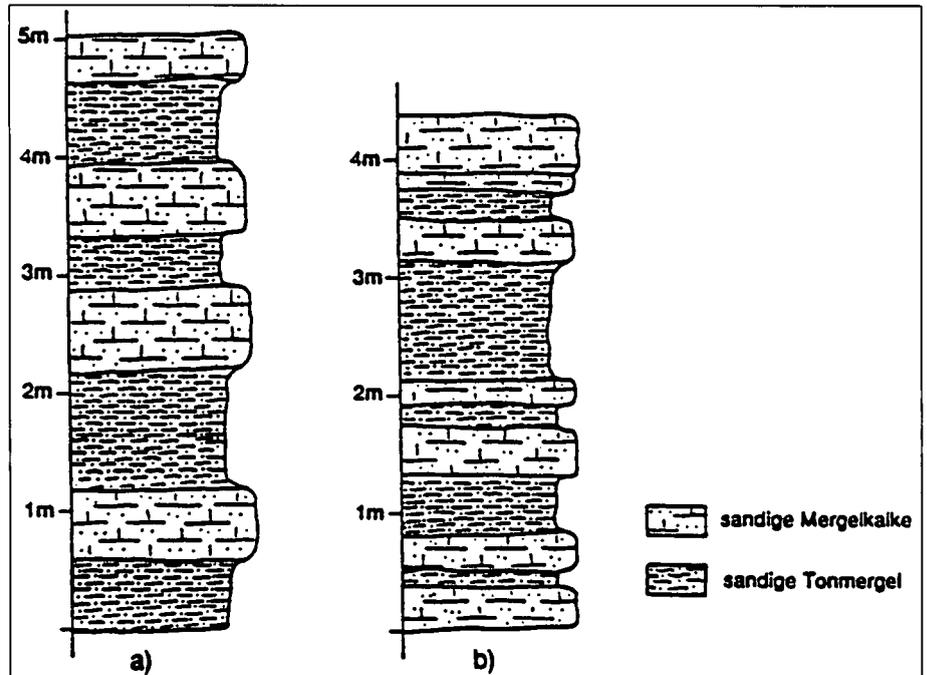
Arenobulimina sp.

Marssonella sp.

Spiroplectamina sp.

Alter: Mittleres Coniac–Unteres Santon.

Abb. 2.
Modalanalytische Auswertung von 6 Proben aus den Bregenzer-Ach-Schichten. Der Quarz hat einen mittleren Korndurchmesser zwischen 0,06 und 0,07 mm bei guter bis sehr guter Sortierung.



Fundort: Ruhmanen, in der Bregenzer Ache.

Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO

Marginotruncana sinuosa PORTHALTT

Whiteinella baltica DOUGLAS & RANKIN

Hedbergella sp.

Heterohelix sp.

Gavelinella sp.

Trochammina sp.

Ostracoden: *Costaveenia* sp.

Alter: Coniac–Santon.

Fundort: Bregenzer Ache südlich Buchen.

Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO

Archaeoglobigerina cretacea (d'ORBIGNY)

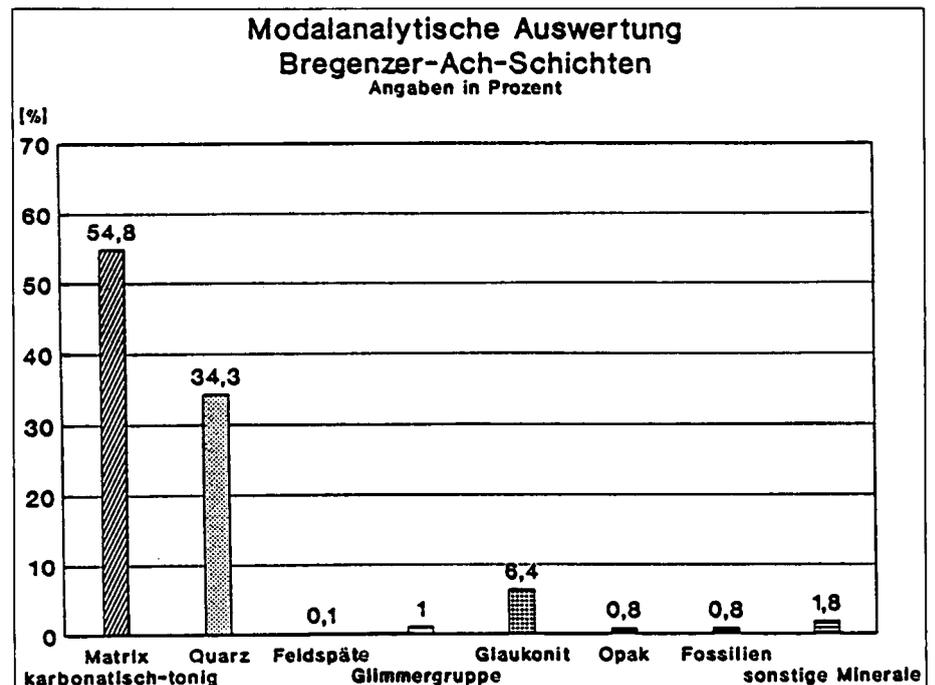
Hedbergella sp.

Neoflabellina suturalis (CUSHMAN)

Gavelinella sp.

Globorotalites sp.

Vaginulina sp.



Lenticulina sp.

Ataxophragmium depressum PERNER

Dorothia sp.

Ammobaculites sp.

Ostracoden: *Prosteneis* cf. *radegasti* POKORNY u.a.

Alter: Oberconiac(-Santon?).

Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO

Marginotruncana sinuosa PORTHALT

Gavelinella sp.

Quadriformina sp.

Lenticulina sp.

Dentalina sp.

Gyroidina sp.

Ataxophragmium depressum (PERNER)

Arenobulimina sp.

Ostracoden

Alter: Coniac-Santon.

Fundort: Bregenzer Ache, ca. 100 m N' der Mündung des Loserbaches.

Globotruncana linneiana (d'ORBIGNY)

Globotruncana bulloides VÖGLER

Globotruncanites elevata (BROTZEN)

Rosita fornicata (PLUMMER)

Gavelinella sp.

Nodosaria sp.

Lenticulina sp.

Textularia sp.

Marssonella sp.

Alter: Untercampan.

Die paläogeographische und auch tektonische Zuordnung der Bregenzer-Ach-Schichten ist nicht eindeutig zu klären. Einerseits könnte ihr relativ hoher Sandgehalt auf eine mehr festlandnahe Ablagerung nördlich der Leistmergel hindeuten, andererseits treten nach Süden zu in der Liebensteiner Zone ebenfalls z.T. den Bregenzer-Ach-Schichten und den im Südhelvetikum abgelagerten Wangschichten ähnelnde sandige Mergel auf, die fazielle Anklänge an die Bregenzer-Ach-Schichten zeigen. WYSSLING (1986:167) sieht die Bregenzer-Ach-Schichten als nördliche Schuppen der relativ zur Säntis-Decke tektonisch liegenden „Hohenemser Decke“ an. Dies würde einem nördlich der Leistmergel gelegenen Ablagerungsraum entsprechen. Die Vorkommen von Bregenzer-Ach-Schichten sind alle von tektonisch höheren Einheiten umrahmt, so daß eine Fenster-Position plausibel erscheint.

3. Liebensteiner Decke

3.1. Allgemeiner Überblick

Die Liebensteiner Zone bildet den südlichen Anschluß an den Faziesraum des Südhelvetikums. Es bestehen zwischen beiden Ablagerungsbereichen sowohl fazielle als auch faunistische Übergänge. Der Liebensteiner Faziesraum war während der ganzen Oberkreide bis in das Mitteleozän durch hochpelagische Sedimentation gekennzeichnet.

Nachdem CORNELIUS (1921) den eigenständigen Charakter von Sedimenten der heutigen Liebensteiner Decke erkannt hatte, prägte CUSTODIS (1936) nach der Ortschaft Liebenstein im Ostrachtal den Begriff der Liebensteiner Decke. Sie beinhaltet damals noch Gesteine der heutigen Feuerstätter Zone und der Rhenodanubischen Flyschzone. RICHTER (1957) teilte diese Schichtfolge in eine liegende Liebensteiner Decke und eine hangende Feuerstätter Decke, die wiederum das tektonisch Liegende der Flysch-Decken darstellt. Dabei stellt er neben dem Liebensteiner Kalk (Cenoman bis Turon) und den Leimern-Schichten mit Leimernkalk (Senon bis Paleozän) die

untereozäne Schelpen-Serie als jüngstes Schichtglied mit in die Liebensteiner Decke. HÖFLE (1972) kommt aufgrund von mikropaläontologischen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Leimern-Schichten bis ins Mitteleozän reichen und somit die Schelpen-Serie faziell vertreten und deshalb nicht auf den Leimern-Schichten liegen können. Aufschlüsse der Liebensteiner Decke befinden sich hauptsächlich südlich und nördlich des Deckenrandes der Säntis-Decke. Mächtigkeit und Ausstrichbreite der Liebensteiner Decke treten dabei sehr hinter denen der Säntis-Decke zurück, da die aus vorwiegend inkompetenten Gesteinen bestehenden Schichten durch ihre Dislokation zerrissen und in Divertikel aufgelöst wurden.

Der Liebensteiner Decke wurden Liebensteiner Kalk, Leimern-Schichten, Schmiedebach-Serie und Nummulitenkalke zugeordnet.

3.2. Schmiedebach-Serie

Der Name dieser Schichtserie wurde von ALEXANDER (1964:31) aufgestellt, da „es bisher nicht möglich war, sie mit anderen Schichten zu parallelisieren“.

Vorherrschend, ca. 80 bis 90% der Serie einnehmend, treten sehr weiche flaserige, leicht glänzende, dunkelgrau-schwarze Mergel auf. Sie sind leicht sandig und besitzen neben einem deutlichen Glimmergehalt noch einen geringen Anteil an feinverteiltem Pyrit. Die Mergel sind intern verfaltet und liegen stets in einer tektonisch stark beanspruchten Form vor, nämlich vollkommen zerflasert und zerschert. Dieser Gesteinstyp wittert bräunlich an und ist durch zahlreiche Calcitharnische gekennzeichnet, die sich unregelmäßig durch die Tonmergel ziehen.

Ein weiterer Mergeltyp tritt gegenüber von Kohlgrub an der Bregenzer Ache und in einem kleinen Bereich im Loserbach nördlich von Lüttin auf. Er besteht aus grau-grünen bis braunen, ebenfalls glimmerhaltigen Tonmergeln, die rostige Verwitterungsfarben aufweisen.

In die dunkelgrau-schwarzen Mergel schalten sich ab und zu kompaktere Mergelkalke ein, die zum einen eine blau-graue, glimmerhaltige, sandige Ausbildung besitzen, die an die Fazies der Bregenzer-Ach-Schichten erinnert, und zum anderen braun-graue, zum Teil mit Calcit besetzte kompaktere Bänke, die oft nur noch in Form von ausgequetschten Linsen vorhanden sind. In verwittertem Zustand besitzen beide eine hellbeige-braune Kruste, die rostige Flecken aufweist. Hartbänke sind in dieser Gesteinsserie sehr selten.

Neben einer karbonatisch-tonigen Matrix, Quarz und Glimmer enthalten die Mergel der Schmiedebach-Serie ebenfalls Glaukonit, dessen prozentualer Anteil im Vergleich zu den Bregenzer-Ach-Schichten mit durchschnittlich 3,2 % deutlich geringer ausfällt. Plagioklas tritt in den Proben nur sehr vereinzelt auf. Das opake Material besteht vorwiegend aus Biogenen und etwas Pyrit. Der mittlere Korndurchmesser des subangular gerundeten Quarzes schwankt in den Proben von 0,05 bis zu 0,09 mm. Die Sortierung fällt bei diesem Gesteinstyp nur „gut bis mäßig“ aus.

Der Großteil der Mergel des Schmiedebaches ist sandiger ausgebildet und zeigt eine leicht grünlichgraue bis dunkelgraue Färbung. Im Vergleich zu der im Haslergraben anstehenden weicheren Variante der Schmiedebach-Schichten findet man auch härtere, bis zu 30 cm

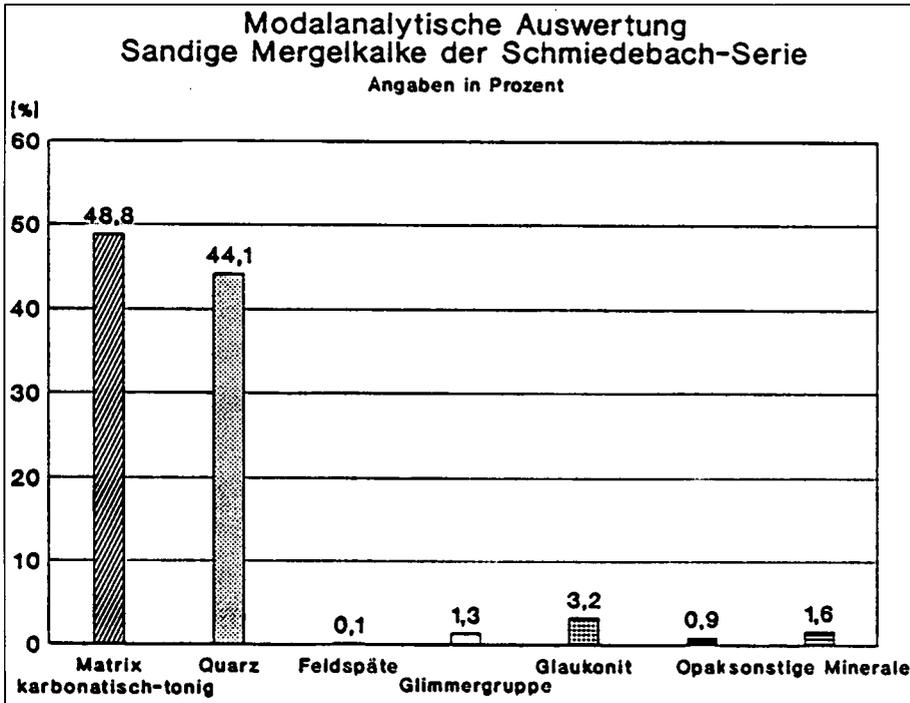


Abb. 3.
Modalanalyse von 5 sandigen Mergelkalke der Schmiedebach-Serie.
Der mittlere Korndurchmesser des Quarzes liegt bei 0,05–0,09 mm bei mäßig guter Sortierung.

dicke Bänke von glaukonitischen Quarzpsammiten. Diese zeigen im Dünnschliff ein z.T. matrixgestütztes und z.T. korngestütztes Gefüge. Die Matrix ist tonig-karbonatisch und enthält als Hauptgemengteil Quarz, der teilweise eine undulöse Auslöschung zeigt. Daneben treten etwas Glaukonit und Glimmer, Plagioklas, Gesteinsbruchstücke und opake Mineralien auf. Die insgesamt ockerfarbene bis bräunliche Verwitterungsfarbe weist auf einen fein verteilten Eisengehalt hin, der in Form von Pyrit enthalten ist.

Da diese Anteile der Schmiedebach-Serie Anklänge an die in den Bregenzer-Ach-Schichten vorkommenden sandigen Mergel zeigen, ist die eindeutige Zuordnung der Schichten im isolierten Aufschluß oft schwierig. Grundsätzlich muß man, wie durch die Spezialaufnahmen an der Bregenzer Ache, im Brühlbach und im Haslergraben bestätigt wird, in diesen Gesteinsserien mit einer intensiven Verschuppung rechnen. Die faziellen Ähnlichkeiten der verschiedenen Mergeltypen und diese Verschuppungen, die einen oft kleinräumigen Wechsel der verschiedenen Mergeltypen verursachen können, erschweren in Verbindung mit der häufigen altersmäßigen Überschneidung und den Unsicherheiten in der Altersbestimmung der Proben (Mischfaunen durch Umlagerungen) die zweifelsfreie Einordnung der Mergel.

So können als Unterscheidungsmerkmale zwischen dem sandigeren Mergeltyp der Schmiedebach-Serie und den sandigen Mergeln der Bregenzer-Ach-Schichten die weitaus geringere Bankdicke der in den Schmiedebach-Schichten auftretenden glaukonitischen Quarzpsammitbänke (bis zu 30 cm), der geringere Glaukonitgehalt dieser Quarzpsammitbänke und das bis in das Mitteleozän reichende Alter der Schmiedebach-Schichten angegeben werden.

Die von RISCHE bestimmte, reichhaltig vorhandene Mikrofauna ergab für den vorwiegend im Haslergraben aufgeschlossenen Mergeltyp ein Alter von (?)Paleozän bis mittleres Mitteleozän und im unteren Schmiedebach größtenteils ein Alter von Coniac bis Santon. In diesem Zusammenhang sei auf die Lokalität Brühlbach verwiesen, wo bereichsweise Fetzen von Schmiedebach-Schichten aufgefunden werden konnten, die tektonisch

Schmiedebach-Serie vermutlich in einem Bereich von etwa 80 m mit Leimern-Schichten. Die geologischen Kartierungsgrenzen stellen dabei nur Annäherungen dar, da die Schichten kontinuierlich ineinander übergehen.

Die inkompetente Schmiedebach-Serie weist neben einer Faltung interne Verschuppungen auf, die eine genaue Mächtigkeitsangabe unmöglich machen. Im Durchschnitt kann ein Wert von 100 bis 200 m angegeben werden. Die Schmiedebach-Schichten erweisen sich als sehr fossilreich und belegen ein Alter von Turon bis höheres Mittel eozän, wodurch die Altersangaben von ALEXANDER et al. (1965), Turon bis Untereozän, nach oben hin etwas erweitert werden konnten.

Fundort: Bregenzer Ache, ca. 300 m NE' von Stadel, 560 m ü. NN.

Marginotruncana sigali (REICHEL)
Marginotruncana sinuosa PORHAULT
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Heterohelix sp.

Alter: Coniac–Untersanton.

Fundort: Subersach zwischen Sulz- und Sägergraben, 680 m ü. NN.

Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Marginotruncana sinuosa PORHAULT
Hedbergella sp.
Neoflabellina sp.
Gavelinella sp.
Gyroidina sp.
Lenticulina sp.
Nodosaria sp.
Sandschaler

Alter: Coniac–Santon.

Fundort: Loserbach, 595 m ü. NN.

Rosita fornicata (PLUMMER)
Globotruncana linneiana (d'ORBIGNY)
Globotruncana bulloides VOGLER
Globigerinita stuartiformis (DALBIEZ)
Lenticulina sp.

Alter: Campan.

Fundort: Bregenzer Ache W' von Hub.

Globigerina triloculinoidea PLUMMER
Morozovella trinidadensis (BOLLI)
Lenticulina sp.
Nodosaria sp.
Lagena sp.
Gavelinella sp.
Pullenia sp.
Marssonella sp.

Dorothia sp.
u. a. Sandschaler
Alter: Tieferes Paleozän.

Fundort: Bregenzer Ache SW' Ruhmanen.
Globigerina triloculinoides PLUMMER
Globigerina velascoensis CUSHMAN
Morozovella conicotruncata (SUBBOTINA)
Bulimina sp.
Osangularia sp.
Sandschaler
Alter: Höheres Paleozän.

Fundort: Suttertobel, 665 m ü. NN.
Orbulinoides beckmanni SAITO
Turborotalia pomeroli (TOUMARKINE & BOLLI)
Globigerinatheka subconglobata (SHUTSKAYA)
Globigerina sp.
Alter: Höheres Mitteleozän.

Fundort: Eselmühlbach, ca. 100 m SSE' der St. Anna-Kapelle, 610 m ü. NN.
Marginotruncana sinuosa PORTHAL्ट
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Heterohelix sp.
Marssonella sp.
Stensiöina exsculpta (REUSS)
Alter: Coniac-Santon.

Paläogeographisch ist diese Gesteinsserie wohl in den Übergang zwischen dem Sedimentationsbereich des Südhelvetikums und dem des Liebensteiner Faziesraumes anzusiedeln, da ihre Mikrofauna eine südhelvetische Zusammensetzung besitzt. Die beschriebene Verzahnung der Schmiedebach-Schichten mit Leimern-Schichten im Loserbach deutet ebenfalls auf eine Beheimatung in diesem Bereich hin.

3.3. Liebensteiner Kalk

Der Name „Liebensteiner Kalk“ wurde von RICHTER, M. (1925:160) nach der Typlokalität Liebenstein im Ostrachtal geprägt.

Es handelt sich um einen pelagischen, mikritischen, dünn- bis mittelbankigen grauen Kalk, der eine helle Verwitterungsfarbe zeigt und in seiner Ausbildung dem helvetischen Seewerkalk sehr ähnlich ist. Er zeigt partienweise die auch für die Seewerkalke typischen dunklen Flecken (Wühlspuren) und dünne flaserige Tonhütchen von Drucklösungserscheinungen.

Die faziellen Ähnlichkeiten zwischen dem helvetischen Seewerkalk und dem Liebensteiner Kalk sind so groß, daß eine Unterscheidung im Handstück nicht möglich ist. Das einzige Vorkommen liegt westlich von Krähenberg an der Franz-Josephs-Höhe.

Fundort: Franz-Josephs-Höhe W' Krähenberg.
Praeglobotruncana stephani (GANDOLFI)
Praeglobotruncana gibba KLAUS
Globigerinella sp.
Rotalipora (?*Dicarinella*) sp.
Hedbergella sp.
Alter: Oberes Obercenoman-Unterturon.

3.4. Leimern-Schichten

Sie bilden den Hügel des Blaserwaldes, wo sie als Deckenrest tektonisch über den Leistmergeln der Vorarlberger Säntis-Decke liegen. Ein weiteres größeres Vorkommen befindet sich südlich der Haldenlifte. Andere kleine Aufschlüsse treten südlich Schwendevorsäß, westlich von Wellerschwende, im Haslergraben und bei Ebenwald auf.

Die Leimern-Schichten lassen sich aufgrund ihrer hellen grünlichen Verwitterungsfarbe und der charakteristi-

schen dunklen Flecken, die an zoophycusartige Fraßgänge erinnern, gut von den Leistmergeln unterscheiden.

Aus den Altersbestimmungen geht hervor, daß die Leimern-Schichten bei der Überschiebung stark verschuppt und in zahlreiche Divertikel zerlegt worden sind. Die auf-tretende Maximalmächtigkeit von über 100 m kann deshalb vorgetäuscht sein.

Während östlich der Bregenzer Ache nur Alttertiär-Alter ermittelt werden konnten, waren westlich davon auch oberkretazische Alter nachweisbar. Der von HÖFLE (1972) angegebene Alterszeitraum für die Leimern-Schichten mit Coniac bis oberes Mitteleozän konnte bestätigt werden. Als Beispiele seien folgende Faunen aufgeführt:

Fundort: Weg von Unt. Kaltberg Richtung St. Ilga-Kapelle.
Hedbergella flandrini PORTHAL्ट
Spiroplectamina semicomplanata (CARSEY)
Ammodiscus sp.
u. a. Sandschaler
Alter: Coniac-Santon.

Fundort: Bach SW' Ob. Kaltberg, 895 m ü. NN.
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Marginotruncana coronata (BOLLI)
Marginotruncana sinuosa PORTHAL्ट
Alter: Coniac-Santon.

Fundort: 2. Bach NE' des Luomesgraben, 630 m ü. NN.
Marginotruncana pseudolinneiana PESSAGNO
Archaeoglobigerina cretacea (d'ORBIGNY)
Heterohelix sp.
Stensiöina sp.
Lenticulina sp.
Gyroidina sp.
Gavelinella sp.
Globorotalites sp.
Gaudryina sp.
Ostracoden
Alter: Coniac-Santon

Fundort: Bach S' des Luomesgraben, 640 m ü. NN.
Turborotalia pomeroli (TOUMARKINE & BOLLI)
Turborotalia possagnoensis (TOUMARKINE & BOLLI)
Acarinina bullbrookii (BOLLI)
Acarinina spinuloinflata (BANDY)
Alter: Mitteleozän.

Fundort: Haslergraben, 650 m ü. NN.
Turborotalia possagnoensis (TOUMARKINE & BOLLI)
Turborotalia pomeroli (TOUMARKINE & BOLLI)
Globigerina eocaena GUEMBEL
Globigerina div. sp.
Alter: Mittleres Mitteleozän.

Im Gelände waren keine durchgehenden Profile mit einem lückenlosen stratigraphischen Übergang von der Oberkreide ins Alttertiär zu finden; dies ist vermutlich auf die tektonische Verwalzung und Verschuppung dieser Schichtserie zurückzuführen sowie auf Zeiten mit sehr geringer Sedimentation.

3.5. Eozäne Sand- und Nummulitenkalke

Im Andelsbucher Becken treten im Kontakt mit Bregenzer-Ach-Schichten oder in unmittelbarer Nähe bzw. im Kontakt mit der Schmiedebach-Serie kleinere, nur wenige Meter mächtige Vorkommen eozäner Kalke auf.

An der Bregenzer Ache ca. 450 m nordwestlich von der Parzelle Hub findet sich eine nur wenige Meter breite Zone eines relativ zähen, undeutlich geschichteten, dickbankigen bis massigen, grünlichgrauen Sandkalkes, der den Bregenzer-Ach-Schichten aufzulagern scheint. Es konnte jedoch aufgrund der Aufschlußverhältnisse nicht geklärt werden, ob der Kontakt zu den liegenden Bregenzer-Ach-Schichten transgressiver oder tektonischer Natur ist.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein außer Mollusken- und Echinodermenresten noch

Assilina sp.
Discocyclus sp.
Asterocyclus sp.
 und
Globigerina sp.

Ein weiteres Vorkommen findet sich im Haslergraben nordwestlich von Heidegg. Die Lagerung der dem Vorkommen an der Bregenzer Ache entsprechenden eozänen Sandkalke läßt sich hier kaum bestimmen, da die wenigen sichtbaren Bänke chaotisch gelagert und höchstwahrscheinlich verrutscht sind. Sie treten hier unmittelbar an der Grenze zwischen den Bregenzer-Ach-Schichten und stark verschuppten Einheiten der Liebensteiner und der Feuerstätter Zone auf.

Im Schmiedebach schließlich liegt inmitten von Schmiedebach-Schichten ein mehrere Kubikmeter großer Block Nummulitenkalk im Bachbett, der von anderen Autoren bisher nicht erwähnt wurde. Er entspricht von der Ausbildung her dem von ALEXANDER (1964:38) beschriebenen spätigen, organogenen Großforaminiferenkalk.

Zwei weitere Vorkommen von Nummulitenkalk liegen 1,5 km nordwestlich von Schwarzenberg im Losenbach, wo aufgrund einer leichten Eisenverfärbung eine rötliche Farbe auftritt, und ca. 550 m südöstlich der St. Anna-Kapelle im Eselmühlbach. In beiden Fällen ragen die Nummuliten-Discocycluskalke aus den sie umgebenden Mergeln der Schmiedebach-Serie heraus.

4. Feuerstätter Decke

4.1. Allgemeiner Überblick

Der Faziesraum der Feuerstätter Zone lag ursprünglich südlich des Ablagerungsbereiches der Liebensteiner Zone. Allgemein handelt es sich um eine sehr heterogene Gesteinsserie. Die Feuerstätter Decke nimmt in Form tektonisch zerrissener und verwalzter Schuppen den Platz zwischen der Helvetikum-Zone/Liebensteiner Zone im Liegenden und dem Rhenodanubischen Flysch im Hangenden ein.

Aufgrund der Heterogenität dieser Sedimente wird in der Literatur vielfach die Bezeichnung „Wildflysch“ gewählt. Nach M. RICHTER (1960) sollte dieser Ausdruck nur einen Faziesbegriff darstellen und nicht als Synonym für die Feuerstätter Decke benützt werden, da er auch in anderen Baueinheiten der Alpen angewendet wird. Der Begriff „Feuerstätter Decke“ wurde von CORNELIUS (1921:147, 1927) im Balderschwanger Raum geprägt.

Im Unterschied zum Rhenodanubischen Flysch besitzen die Ablagerungen der Feuerstätter Decke eine unterschiedliche Seriengliederung, andere Schwermineralspektren und abweichendes Alter.

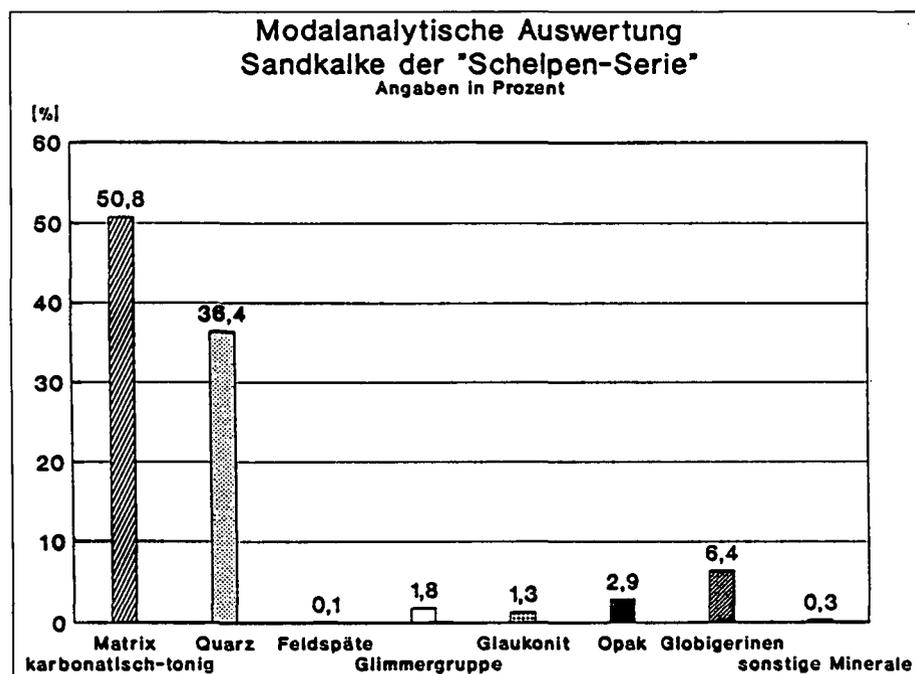
Die Feuerstätter Decke wird im Andelsbucher Becken nur durch die Schelpen-Serie und die Junghansen-Schichten vertreten. Beide Gesteinsserien sind lithologisch ähnlich ausgebildet. Deshalb bereitet es im Gelände häufig Schwierigkeiten, die aufgrund der tektonischen Einflüsse nur sehr dürftigen Vorkommen richtig einzuordnen.

4.2. Schelpen-Serie

Erstmals wurde dieser Begriff in der Literatur von CORNELIUS (1926/27:60) verwendet, der diese Serie damals noch zur Hauptflyschzone rechnete und sie für eine fazielle Vertretung des Unteren Piesenkopfkalkes im Balderschwanger Gebiet hielt. Die Verbreitung der Schelpen-Serie ist im wesentlichen auf das Gebiet zwischen Grünten und Subersach sowie auf das Kleine Walsertal beschränkt.

Aufgrund von Altersbestimmungen kam M. RICHTER (1957:158) zu der Erkenntnis, daß die Schelpen-Serie das jüngste Schichtglied der Liebensteiner Decke darstellen müsse. Nach HÖFLE (1972:1) wurden jedoch die Leimernschichten und die Schelpen-Serie gleichzeitig abgelagert, woraus folgert, daß es sich bei der Schelpen-Serie um eine fazielle Vertretung der Leimern-Schichten handelt und nicht um ihre Überlagerung.

Nachstehende Fauna konnte aus der Schelpen-Serie bestimmt werden (unter vielen anderen fossilführenden Proben):



Fundort: Hang E' der St. Ilga-Kapelle, 890 m ü. NN.

Acarinina spinuloinflata (BANDY)
Globigerina eocaena GUEMBEL

Alter: Oberstes Untereozän-Mittlereozän

Fundort: Bregenzer Ache, ca. 550 m E' Wieden, 535 m ü. NN.

Globigerina cryptomphala GLAESSNER
Globigerina eocaena GUEMBEL

Alter: Oberstes Untereozän-Obereozän.

Im Andelsbucher Becken vertritt die Schelpen-Serie demnach überwiegend das Eozän.

Abb. 4.
 Modalanalyse von 6 Sandkalke der Schelpen-Serie.
 Mittlere Quarzkorndurchmesser: 0,04–0,09 mm bei guter Sortierung.

Tabelle 1.

Unterscheidungskriterien zwischen den Gesteinen der Schelpen-Serie und der Junghansen-Schichten.

	Schelpen-Serie	Junghansen-Formation
Karbonatanteil	vorhanden	gering – nicht vorhanden
Mikrofauna	vorhanden	gering – nicht vorhanden
Tonmergel	„schokoladenbraun“	schwarz glänzend
Hartbänke	kalkiger	schwarz glänzende Beläge
Konglomerate	nicht vorhanden	vorhanden
Brekzien	gering – nicht vorhanden	vorhanden
Rote Einschaltungen	nicht vorhanden	vorhanden

Folgende Gesteinstypen bauen die Schelpen-Serie auf:

Kalke

Bei den Hartbänken handelt es sich vorwiegend um einen kompakten, von Calcitadern durchzogenen, mittelgrauen, glaukonitischen und sandigen Kalk, der beim Anschlag mit dem Hammer einen bituminösen Geruch verbreitet. Auf den Schichtflächen ist er mit Hellglimmer besetzt. Daneben existiert ein dünn- bis mittelplattiger, mineralogisch ähnlich aufgebauter Kalk, der jedoch etwas weicher und mergeliger ausgebildet ist. Die Kalkbänke, die hellbraun-ocker anwittern, besitzen auf ihren Schichtunterseiten Sohlmarken, die jedoch keine bevorzugte Strömungsrichtung erkennen lassen. Sie weisen zudem convolute- und parallel-lamination auf und besitzen Mächtigkeiten, die von 1 cm bis zu 35 cm reichen.

Pelite

Die zwischen den Hartbänken eingeschalteten Tonmergel sind zwischen 15 cm und 45 cm mächtig. Der Hauptteil besteht aus relativ harten, leicht sandigen, bräunlichen Peliten, die blättrig bis stengelig zerfallen und einen Glimmeranteil beinhalten. Sie besitzen die von M. RICHTER (1957:158) beschriebene „braune, erdige“ Verwitterungsfarbe. Untergeordnet treten in dünnen Lagen weiche, stark zerfaserte, kalkarme und schwarz glänzende Tonmergel auf, die ebenfalls Hellglimmer besitzen und zudem von Calcitharnischen durchzogen sind. Isoliert betrachtet ähneln diese stark den Peliten der Junghansen-Schichten und deuten möglicherweise auf eine Faziesverzahnung mit diesem Gesteinstyp hin.

Im allgemeinen herrschen jedoch die für die Schelpen-Serie charakteristischen schokoladenbraunen Mergel vor.

Als Unterscheidungskriterien zwischen der Schelpen-Serie und der Junghansen-Formation können die in Tab. 1 angeführten Merkmale herangezogen werden.

Der Kontakt zu anderen Schichtgliedern war in jedem Fall tektonisch. Die Schelpen-Serie tritt dabei mit Leimern-Schichten, Schmiedebach-Schichten, Leistmergeln oder Bregenzer-Ach-Schichten verschuppt auf.

Die Globigerinenfauna der Schelpen-Serie, die ein Alter vom obersten Untereozän bis zum Obereozän repräsentiert, enthält teilweise umgelagerte Oberkreidefauna.

Die Schelpen-Serie dürfte dem von OBERHAUSER (1984:27ff) in mehreren Aufschlüssen im westlichen Vorarlberg beobachteten, direkt unter dem Rhenodanubikum auftretenden mitteleozänen, Globigerinen-reichen Flysch gleichzusetzen sein. Noch unklar ist es, ob dies auf eine generelle Verflachung des Feuerstätter Sedimentationsraumes vom Paleozän zum Eozän (OBERHAUSER, 1984:228) hinweist, oder ob nicht die an Plankton-Foramini-

feren reichen Flysch-Serien in einem Faziesraum entstanden sind, der höher am Kontinentalhang liegt. Sie wären dann mit den kalkärmeren, in tieferen Trogteilen unter der CCD abgelagerten Flyschfolgen der Junghansen-Formation zeitgleich und würden mehr zu den Leimern-Schichten vermitteln.

4.3. Junghansen-Formation

CORNELIUS (1921:142) benannte die Junghansen-Schichten nach dem Gehöft „Junghansen“, das im oberen Bolgenach-Tal liegt. Es handelt sich um eine sehr heterogene Gesteinsserie, die aus Karbonaten, Peliten, Psammiten und Psephiten zusammengesetzt ist, wobei zwischen Alter und Lithofazies jeglicher Zusammenhang fehlt.

Die hier neu definierte Junghansen-Formation der Feuerstätter Decke setzt sich aus den in Wildflyschfazies ausgebildeten Junghansen-Schichten (im engeren Sinne), dem Bolgenkonglomerat, den Roten Gschliefeschichten und dem Feuerstätter Sandstein zusammen. Die von M. RICHTER vorgenommene, Verwirrung stiftende Einteilung der Feuerstätter Schichtfolge in Untere (Unterkreide) und Obere Junghansen-Schichten (Oberkreide–Alttertiär) ist damit hinfällig geworden.

Pelite

Typisch für die Junghansen-Schichten ist das Auftreten von kalkfreien bis kalkarmen, fossilarmen Peliten in Verbindung mit stark ausgewalzten und boudinierten Hartbänken.

Die Färbung der Pelite variiert von vorwiegend tief-schwarz über seltener grau bis rot und grün, dabei können auch verschiedene Farbtöne auf engstem Raum nebeneinander vorkommen.

Für die dunkelroten, z.T. grün geflammten Anteile dieser Pelite führte CORNELIUS (1921:142; 1926:7) den Begriff „Rotgschliefeschichten“ ein. Sie sind für die Junghansen-Formation charakteristisch. Die Pelite enthielten nur eine spärliche Fauna. Diese ergab ein Alter zwischen oberstem Untereozän und Mitteleozän.

Fundort: Losenbach, 780 m ü. NN.
Globigerina cryptomphala GLAESSNER
Globigerina hagni GOHRBANDT
Turborotalia cerroazulensis (COLE)
Turborotalia griffinae BLOW
Nodosaria sp.
Dentalina sp.
Uvigerina sp.

Alter: Oberstes Untereozän–unteres Mitteleozän.

Fundort: Bregenzer Ache, ca. 450 m NE' der Kapelle von Au.
Globigerina eocaena GUEMBEL
Turborotalia cf. *frontosa* (SUBBOTINA)

Alter: Mitteleozän.

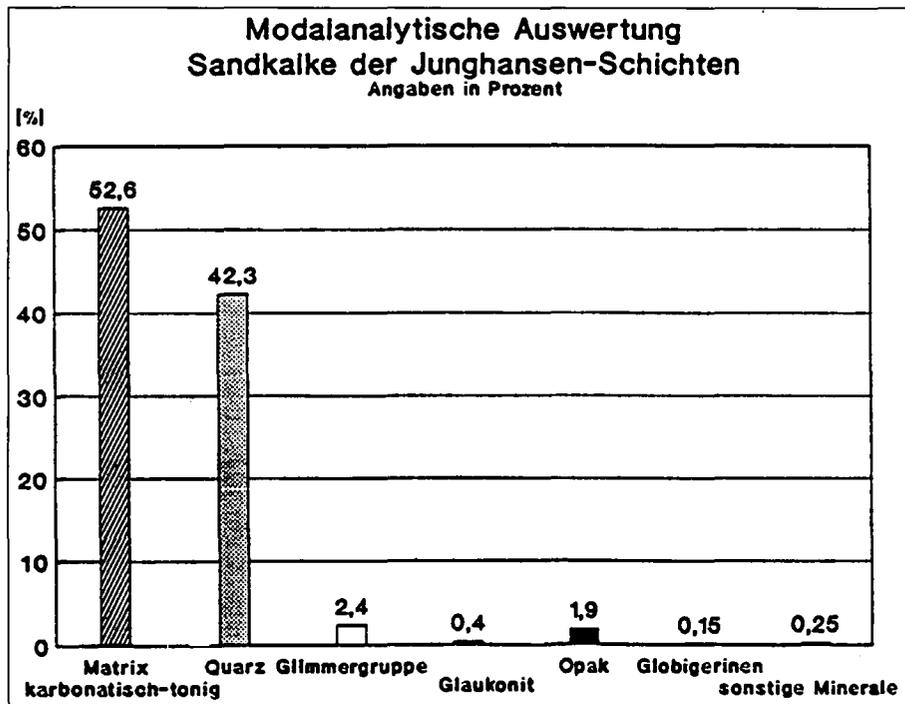


Abb. 5.
Modalanalyse von 2 Sandkalcken der Junghansen-Formation.
Mittlerer Korndurchmesser 0,05 mm.

Psammite

In der Bregenzer Ache, im Brühlbach und im Luomesgraben bei 630 m treten Quarzitbänke auf, die meist in die schwärzlichen Anteile der Pelite eingelagert sind. Die Bankdicke beträgt meist 10–15 cm, kann aber auch bis zu 1 m reichen. Die muschelige Bruchfläche zeigt einen fettigen olivfarbigen Glanz, der dem Gestein den Namen Ölquarzite eingetragen hat.

Die Quarzite, denen fast jegliches Bindemittel fehlt, sind völlig fossilfrei, jedoch konnte in einem direkt angrenzenden Tonmergel ein Alter von unterem Mittelpaleozän ermittelt werden.

Kalke

Die Kalke der Junghansen-Schichten ähneln lithologisch denen der Schelpen-Serie sowie den Ofterschwanger- und Piesenkopf-Schichten der Rhenodanubischen Flyschzone.

Als lithologisches Unterscheidungsmerkmal dienen schwarz glänzende, blank polierte Schichtflächen, die für die Junghansen-Schichten typisch sind. Bei den Kalken handelt es sich um hell- bis dunkelgraue, teils bräunliche Sand- und Siltkalke, die im Dezimeter-Bereich gut gebankt sind. Sie wittern ocker bis bräunlich an und besitzen auf den Schichtunterseiten Sohlmarken.

Die Kalke bilden zusammen mit den schwarzen Peliten die typischen Wechselfolgen.

Psephite

Im Graben westlich von Schwendevorsäß, im Brühlbach und an der Bregenzer Ache östlich Dickach treten grobklastische Anteile der Junghansen-Schichten auf. Es handelt sich um bis zu 3–4 m mächtige Psephitbänke, die unvermittelt in schwärzliche, zum Teil rötliche bis grünliche Pelite eingeschaltet sind. Der Kontakt zu den Peliten ist stark tektonisch überprägt, so daß die ursprüngliche Sedimentabfolge weitgehend zerstört ist. Die Bänke sind zerbrochen und auseinandergerissen und teilweise boudinagenartig ausgewalzt.

Die Psephite bestehen aus relativ chaotisch gelagerten, eckigen bis kantengerundeten Geröllen mit einem maximalen Durchmesser von ca. 25 cm, wobei nirgends gradierte Schichtung oder für Turbidite typische BOUMA-Sequenzen zu finden sind. In den Zwischenräumen sind zum Teil Reste einer grünlichen, tonigen Matrix erhalten. In den Psephitbänken sind neben verschiedenen kristallinen Komponenten wie Glimmerschiefern und Gneisen und nicht näher bestimmten gelblichen Dolomiten sowie grauen, mikritischen Karbonaten auch Gerölle vulkanischer Herkunft zu finden, was auf ein zum Teil von Vulkaniten durchschlagenes Abtragungsgebiet mit kristallinem Kern und Sedimentbedeckung schließen läßt.

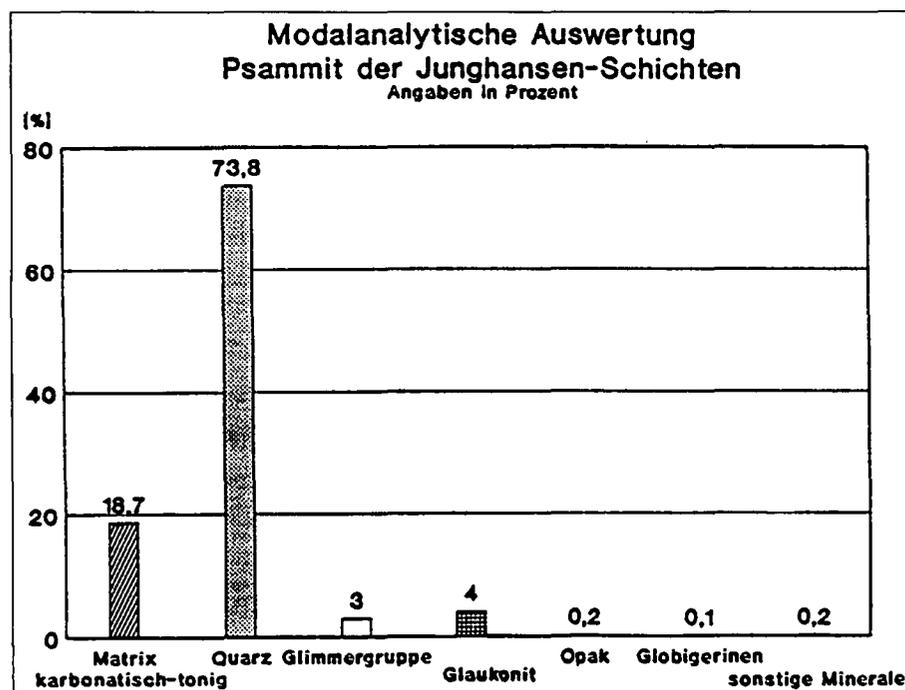


Abb. 6.
Modalanalyse eines „Ölquarzits“ aus der Junghansen-Formation.
Mittlerer Korndurchmesser 0,1 mm.

Die chaotisch anmutende Lagerung der Gerölle, das unvermittelte Einsetzen dieser Psephitbänke und das Auftreten von exotischen Geröllen könnten möglicherweise darauf hindeuten, daß es sich um Ausläufer des von CORNELIUS (1924:230) benannten Bolgenkonglomerats handelt.

Die Psephite weisen einen geringen strukturellen und kompositionellen Reifegrad auf, was auf relativ kurze Transportwege schließen läßt. Bisherige Altersdatierungen im Bolgenkonglomerat fallen in den Zeitraum Maasricht bis Paleozän (RESCH, 1976; EGGERT, 1977).

Die im Graben westlich von Schwendevorsäß anstehenden Konglomeratbänke sind in Pelite eingelagert, die jedoch ein Alter von Untereozän bis unteres Mitteleozän aufweisen und somit nicht in das bisher vom Bolgenkonglomerat bestimmte Alter passen. Aufgrund von unterschiedlichen Datierungen nimmt OBERHAUSER (1980:183) in der Feuerstätter Zone mehrere Grobschüttungen im Zeitraum vom Maastricht bis zum Eozän an. Ob diese Konglomeratbänke im Zusammenhang mit dem Bolgenkonglomerat zu sehen sind oder ob sie einem eigenständigen Schüttungszentrum entstammen, muß offen bleiben.

Bei den Mikrofaunen aus der Feuerstätter Decke fällt auf, daß neben eozänen stets reichlich umgelagerte Oberkreide-Faunen auftreten. Dies kann auch als Indiz dafür gewertet werden, daß die Gesteine der Feuerstätter Decke generell alttertiären Alters sind, und die gefundene Oberkreide stets nur das Alter einer umgelagerten Fauna war.

5. Rhenodanubische Flyschzone

Die Flyschzone des Andelsbucher Beckens ist ein Teilstück der Rhenodanubischen oder Ostalpinen Flyschzone, die eine sich am österreichisch-bayerischen Alpenrand zwischen Wien und dem Bodensee erstreckende tektonische Einheit bildet. Da die Flyschzone eine Abscherungsdecke darstellt, ist ihr Liegendes unbekannt.

Im Andelsbucher Becken treten auf:

5.1. Reiselsberger Sandstein

Der Reiselsberger Sandstein besitzt in der Literatur als Synonyme: Hauptflyschsandstein (KRAUS, 1927:275), Schwabbrünnen-Serie (ALLEMANN & BLASER, 1951:188).

Dieses Gestein tritt nur im Bereich der Haldenlifte und der St. Ilga-Kapelle und südlich von Egg auf.

Im Gegensatz zu den meisten Schichtgliedern der Flyschzone besteht der Reiselsberger Sandstein hauptsächlich aus einem Gesteinstyp. Lithologisch handelt es sich dabei um einen polymikten, mittel- bis grobkörnigen Quarz-Glimmer-Sandstein, der ca. 95 bis 99% der Gesteinsserie einnimmt. Auf den Unterseiten der von einigen Dezimetern bis zu ca. 1 m mächtigen, gut geschichteten (Fein- und Kreuzschichtung) Sandsteinbänke sind zum Teil Strömungswülste zu finden, die durch auskolkende Tätigkeit einer sedimentbeladenen, turbulenten Strömung entstanden sind. Die Strömungsrichtungen verlaufen trogparallel, Ost-West-gerichtet (v. RAD, 1972).

An der Bregenzer Ache bei Kohlgrub tritt ein dickbankiger, bräunlich bis ockerfarben anwitternder, grauer Sandstein auf, der von MUHEIM (1934) den Deutenhausener Schichten zugeordnet wurde. Die Bänke zeigen zum

Top hin manchmal ein flaseriges Aussehen, was auf Anreicherungen von tonig-karbonatischer Matrix und Glimmerschüppchen zurückzuführen ist. Daneben finden sich häufig inkohlte Pflanzenreste auf den Bankoberflächen. Es konnten vereinzelt groove casts und Strömungsmarken sowie syndementäre Verfaltungen gefunden werden. Diese Sandsteine zeigen eine große Ähnlichkeit mit den in der unmittelbaren Umgebung vorhandenen Deutenhausener Schichten.

Eine Schlammprobe aus den grünlichen Mergeln erbrachte nur eine indifferente Sandschalerfauna. Die Schlammproben aus den Deutenhausener Schichten des Schmiedebaches haben jedoch bis auf eine Ausnahme immer eine bestimmbare Mikrofauna (oberstes Eozän bis Mitteloligozän) erbracht. Da im Reiselsberger Sandstein vorwiegend primitive, ökologisch nur wenig anspruchsvolle Sandschaler auftreten, könnte auch dies darauf hindeuten, daß es sich bei den am Kohlgrub aufgeschlossenen Sandstein-Mergel-Wechselfolgen um Anteile eines Verzahnungsbereiches des Reiselsberger Sandsteins mit den Piesenkopf-Schichten handelt.

Nach modalanalytischen Auswertungen ist ein Matrixgehalt von durchschnittlich 24% gegeben. In den Gesteinsdünnschliffen ist eine Einregelung der längsten Quarzkörner und der Muskovit-Plättchen parallel zur Schichtung zu erkennen. Feldspat tritt als Plagioklas auf. Das opake Material besteht neben Pflanzenresten aus Pyrit, dessen Bildung durch die reduzierenden Bedingungen aufgrund der hohen Sedimentationsrate des Reiselsberger Sandsteins und der damit verbundenen unzureichenden Durchlüftung des Bodensediments ermöglicht wurde.

Südlich von Egg konnte in der kleinen Klippe bei Kohlgrub ein Alter von Turon bis Santon ermittelt werden.

5.2. Piesenkopf-Schichten

Im Hangenden des Reiselsberger Sandsteins am Kohlgrub treten rhythmische Wechselfolgen von dünnbankigen, dichten, grauen Kalken und dünnen, nur wenige Zentimeter dicken, zum Teil olivfarbenen Mergelbänken auf, die ebenplattig abspalten. Die Kalke sind fossilfrei und zeigen auf den Schichtflächen Wühl- und Fraßspuren.

Eine Altersbestimmung war aufgrund der angetroffenen indifferenteren Sandschalerfauna nicht möglich. Da es sich um ein sehr kleines Vorkommen von Schichten in Piesenkopf-Fazies handelt und diese sich aus den Sandsteinen im Liegenden entwickelt, ist es wahrscheinlich, daß es nur eine kleine Einschaltung innerhalb des Reiselsberger Sandsteins ist. Es könnte sich demnach also um den Verzahnungsbereich einer proximaleren (Reiselsberger Sandstein) mit einer distaleren (Piesenkopf-Schichten) Flyschfazies handeln.

6. Tektonischer Bauplan

Obwohl die Entzifferung des tektonischen Baus wegen der unzureichenden Aufschlußverhältnisse im Andelsbucher Becken sehr erschwert wird, zeigen die vielen isolierten Aufschlüsse dennoch ein nicht übermäßig kompliziertes Bauschema an (vgl. tekt. Übersichtsprofil Abb. 9). Dabei fällt auf, daß alle Schichten sehr steil oder gar senkrecht stehen, sodaß weniger mit dem für das Helvetikum charakteristischen harmonischen Faltenbau gerechnet

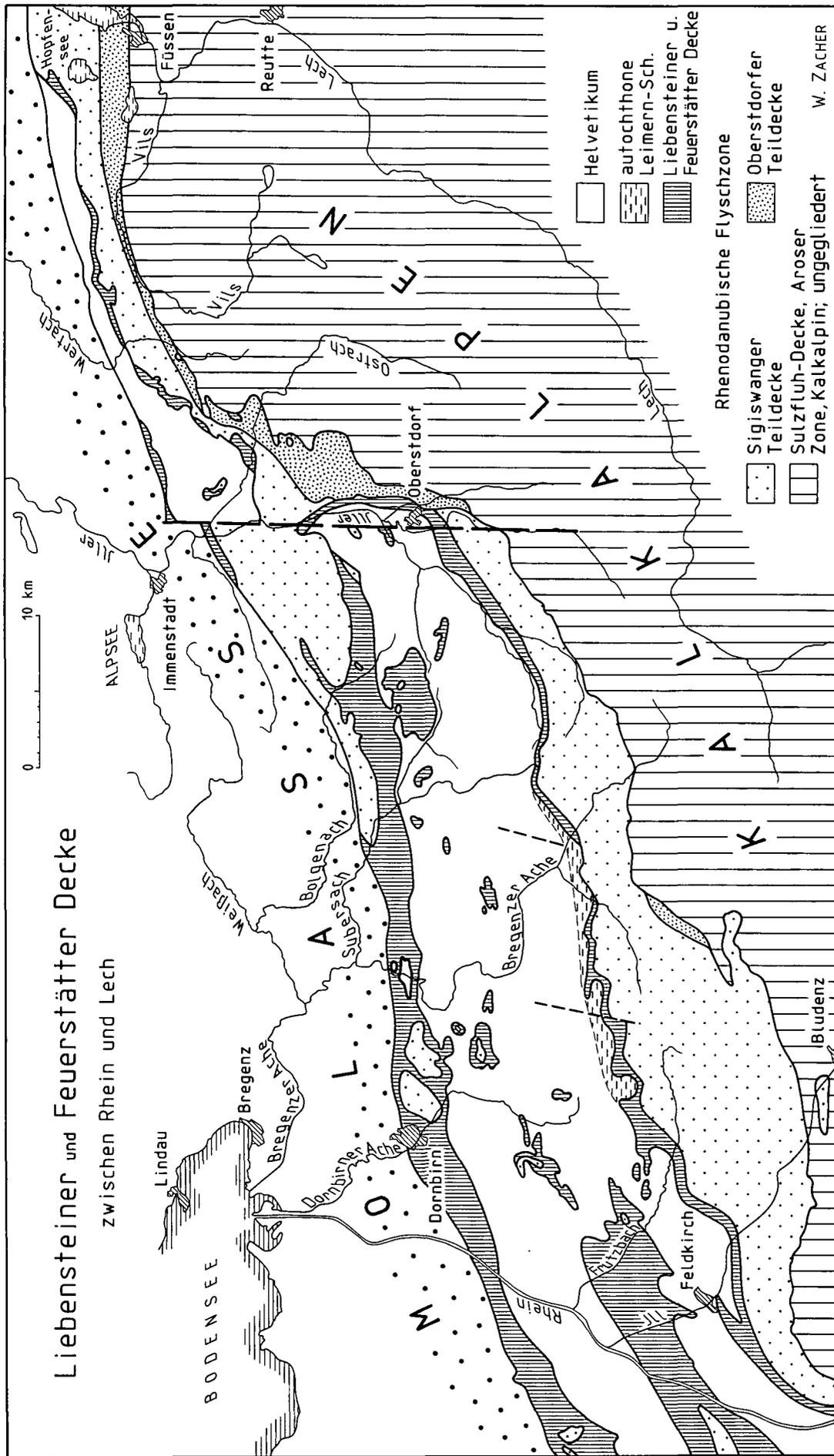


Abb. 7.
Tektonische Übersicht des Helvetikums zwischen Rhein und Iller.

werden kann, sondern vielmehr mit einer starken Verschuppung.

Die auf dem Helvetikum liegenden höheren Decken der Liebensteiner und Feuerstätter Fazies sind bei ihrer passiv unter der Hauptflysch-Überschiebung erfolgten Nordverlagerung in zahlreiche kleinere Divertikel und Schuppen zerlegt worden und bilden so ein eigenes Walzstockwerk.

geschlossen ist, läßt sich der teilweise von kleineren Querstörungen versetzte Verlauf meist bis auf wenige Meter einengen. Während der Südflügel der südlichsten Subalpinen Molassemulde westlich von Egg vorwiegend steil nordfallend liegt, nimmt er zwischen Egg und Ittensberg eine überkippte Lagerung ein. Die Schichtpoldiagramme aus Deutenhausener Schichten des Schmiedebaches ergaben eine genau E-W-streichende Faltenachse.

6.1. Molasse-Südgrenze

Obwohl der tektonische Südrand der Faltenmolasse wegen der Flußregulierungen nirgends mehr aufge-

6.2. Hohenemser Decke

Die im Profil der Bregenzer Ache und in kurzer streichender Fortsetzung nach Osten und Westen auftreten-

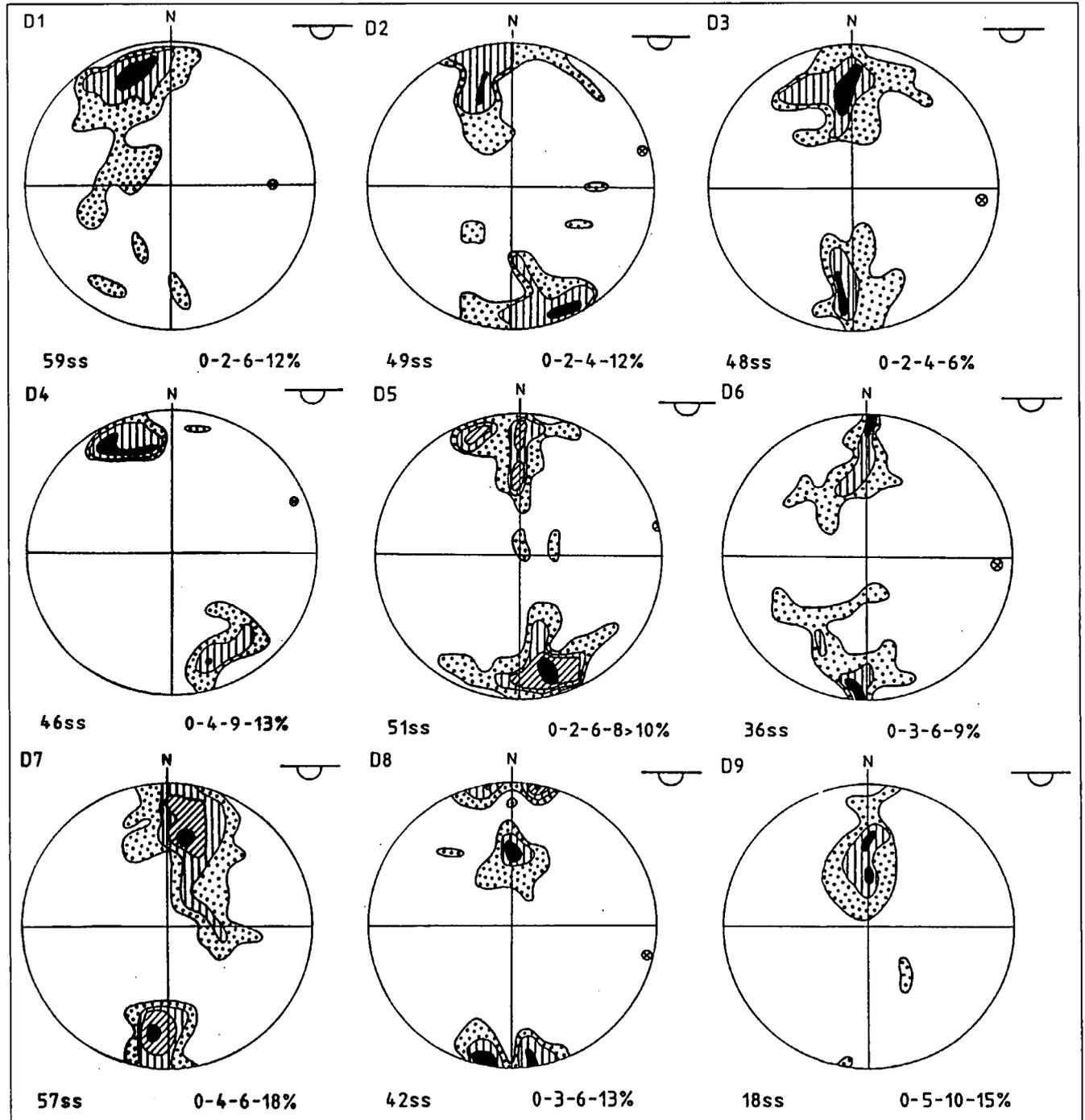


Abb. 8. Schichtpol-Diagramme von Gesteinen des Andelsbucher Beckens. D1: Deutenhausener Schichten im Schmiedebach; D2 und D3: Schmiedebach-Serie östlich der Bregenzer Ache; D4: Bregenzer-Ach-Schichten westlich der Bregenzer Ache; D5: Bregenzer-Ach-Schichten östlich der Bregenzer Ache; D6: Leimern-Schichten östlich der Bregenzer Ache; D7: Seewerkalk bei Lüttin; D8: Leistmergel bei Schwarzenberg; D9: Leistmergel westlich der Bregenzer Ache.

den Bregenzer-Ach-Schichten wurden von WYSSLING (1984) einer neu postulierten Hohenemser Decke zugeordnet, die er als östliches Äquivalent der Mürtschen-Decke betrachtet. In der Bregenzer Ache würden sie demnach als Fenster unter den Gesteinen der Liebensteiner und Feuerstätter Decke heraustreten. Für diese Ansicht sprechen, neben der morphologisch tiefen Position, auch die bereits erwähnten stratigraphisch-faziellen Argumente.

Die Geländeaufnahmen haben gezeigt, daß alle Vorkommen der Bregenzer-Ach-Schichten tektonisch von höheren Deckeneinheiten begrenzt werden. Ein Verzahnungsbereich zwischen Bregenzer-Ach-Schichten und Leistmergeln war nirgends aufgeschlossen. Es ist auffällig, daß sich diese beiden Schichtglieder geradezu gegenseitig auszuschließen scheinen. Die Bregenzer-Ach-Schichten kommen nur nördlich von Ruhmanen und die Leistmergel nur südlich dieser Linie vor. Die Auswertung der Schichtpoldiagramme erbrachte für die Bregenzer-Ach-Schichten Faltenachsen, die im Streichen deutlich von den Faltenachsen der Leistmergel abweichen (vgl. Diagramme Abb. 8).

6.3. Vorarlberger Säntis-Decke

Das Helvetikum der Vorarlberger Säntis-Decke zeichnet sich durch einen relativ harmonischen, E-W-streichenden Faltenbau aus, dessen Schenkel teilweise durchgeschert worden sind. Die Abscherung erfolgte, wie im Bezegg-Stollen aufgeschlossen war (vgl. ALEXANDER et al., 1965, Profiltafel), an der Basis des Quintener Kalkes.

Die südliche Begrenzung des Andelsbucher Beckens wird vom inversen Nordschenkel der nordvergenten Antiklinalstruktur der Vorderen Niederen und des Klausberges gebildet, die strukturell zum doppelt gefalteten Winterstauden-Antiklinorium gehören. Die Faltenachsen dieser Gewölbe tauchen flach nach W ein, was sich auch in den abnehmenden Gipfelhöhen topographisch bemerkbar macht.

Nördlich des Höhenzuges Klausberg – Niedere treten noch einmal verbreitet Leistmergel und bei Lüttin und Schwarzenberg (Angelikahöhe) auch Seewerkalke mit Lei-

bodenmergeln auf. Sie markieren den Nordrand der Vorarlberger Säntis-Decke, der demnach von Lüttin über Andelsbuch nach Wellerschwendt verläuft. Nördlich dieser Linie (vgl. Abb. 10) treten keine eindeutig zur Vorarlberger Säntis-Decke zählenden Gesteine mehr auf.

6.4. Liebensteiner und Feuerstätter Decke

Die Gesteine der Liebensteiner und Feuerstätter Decke nehmen einerseits den Raum zwischen der Molasse-Südgrenze und dem beschriebenen Nordrand der Vorarlberger Säntis-Decke ein, andererseits treten sie westlich der Bregenzer Ache in mehreren isolierten Klippen auf dem Nordteil der Vorarlberger Säntis-Decke auf.

Die tektonische Position der Liebensteiner Decke, im Hangenden des Helvetikums, wird besonders durch den geologischen Aufbau des Blaserwaldes südöstlich von Schwarzenberg deutlich. Hier werden Leistmergel von Leimern-Schichten horizontal überlagert. Schon rein morphologisch sticht die Kuppe des Blaserwaldes als Deckenrest hervor.

Am Osthang unterhalb der St. Ilga-Kapelle werden die Leimern-Schichten dagegen von tektonisch höheren Einheiten – der Feuerstätter Decke (Schelpen-Serie) und dem Rhenodanubischen Flysch (Reiselsberger Sandstein) – überlagert.

In den Bächen nördlich von Au ist die tektonische Lage der Leimern-Schichten nicht in diesem Maße herausgebildet. Sie sind hier lediglich an steil stehenden Störungen mit Leistmergeln verschuppt. Im Luomesgraben werden sie durch einen eingequetschten Span von einem „Ölquarzit“ der Feuerstätter Decke unterbrochen.

Ein morphologisch markanter Deckenrest ist in der Franz-Josephs-Höhe (711 m) aufgeschlossen. Hier liegt auf den Leistmergeln des Helvetikums eine aufgrund ihrer Härte von der Erosion herauspräparierte Scholle von Liebensteiner Kalk. Sie zeigt neben einer Spezialverfaltung an ihrer Nordseite eine insgesamt muldenförmige Struktur.

Die Schmiedebach-Schichten, die zum überwiegenden Teil die Seitenhänge des Loserbaches, des Losenbaches, des Eselmühlbaches sowie des Schmiedebaches bilden,

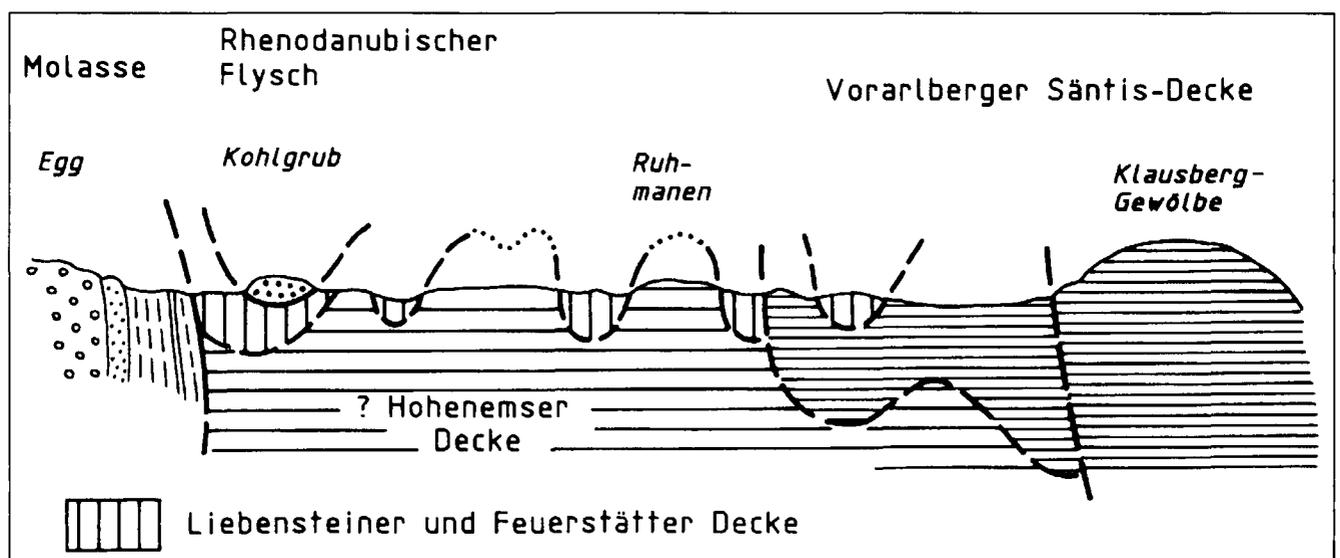


Abb. 9. Schematisches Querprofil durch das Andelsbucher Becken (Vorarlberg) entlang der Bregenzer Ache unter der Annahme, daß die Bregenzer-Ach-Schichten Teil einer tieferen „Hohenemser Decke“ sind. Ohne Maßstab.

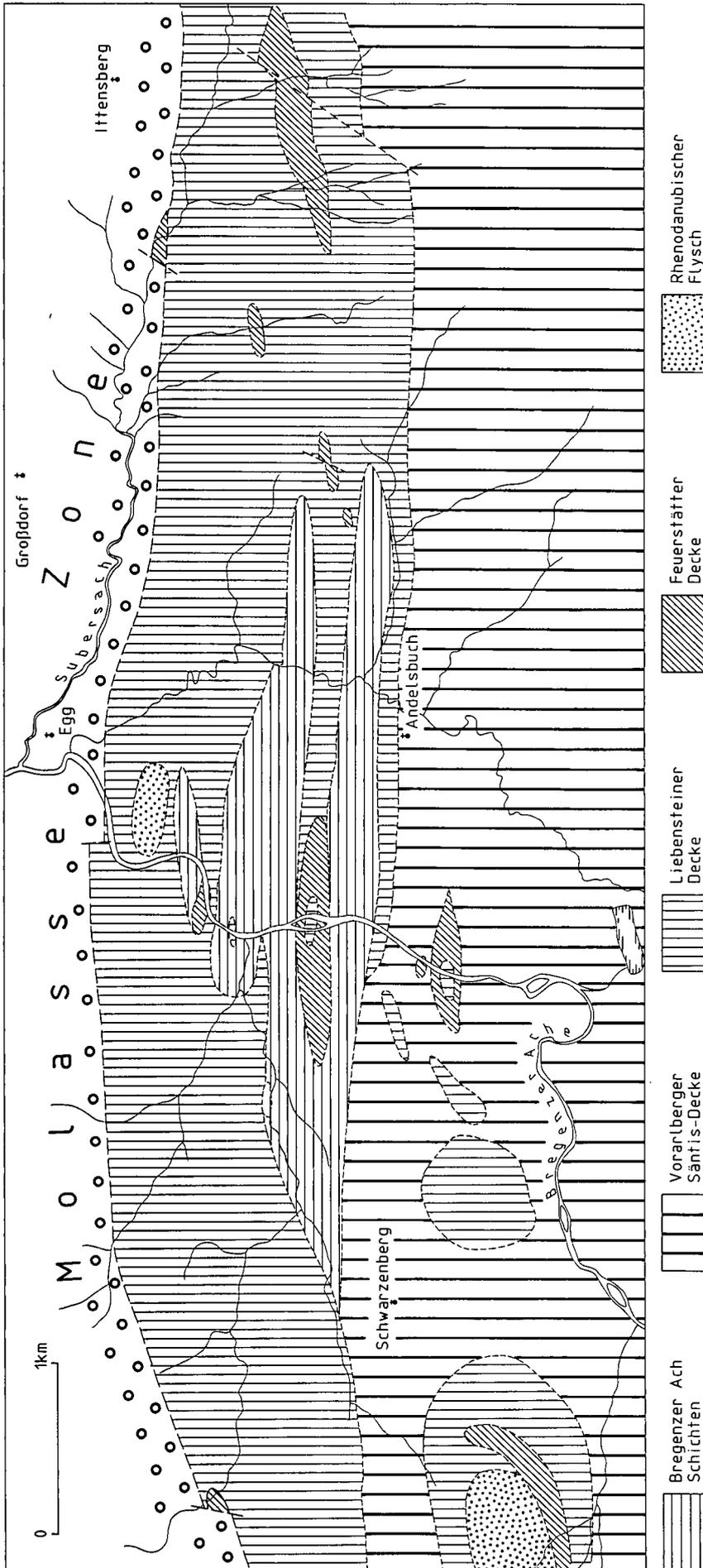


Abb. 10. Tektonische Übersichtskarte des Andelsbucher Beckens nach den Oberflächenaufschlüssen.

sind aufgrund ihres inkompetenten Gesteinsaufbaus stark in sich verfault und verschuppt, was anhand des teilweise rasch wechselnden Alters, das mit Hilfe der Mikrofauna nachgewiesen werden konnte, deutlich wird.

Die starke interne Verschuppung der Liebensteiner Decke führt HÖFLE (1972) nicht auf die Überführung durch höhere tektonische Einheiten zurück. Er vertritt die Ansicht, daß die Überschiebung dieser Decke in Form zahlreicher unterschiedlich mächtiger Divertikel vor sich ging, die bereits während des Abgleitens nach Norden ihren inneren Zusammenhalt verloren und die Aufwölbungen des helvetischen Untergrundes „umflossen“ haben.

Die Feuerstätter Decke ist, da nur in wenigen, meist aus Schuppen-Serie bestehenden Vorkommen auftretend, deutlich unterrepräsentiert. So sind die einzelnen Vorkommen nur als völlig zerscherte, intensiv verfaulte wurzellose Reste eines tektonischen Gleitstockwerkes anzusehen, die allerdings dort, wo ihre Lagerungsweise eindeutig feststeht, stets die Liebensteiner Decke überlagern.

6.5. Rhenodanubische Flyschzone

Die Flyschvorkommen Vorarlbergs werden aufgrund ihrer Trennung durch das helvetische Halfenster in eine Südliche und eine Nördliche Flyschzone aufgeteilt. Die Nördliche Vorarlberger Flyschzone entspricht der in Nordfazies ausgebildeten Sigiswanger Decke (E. KRAUS, 1927). Sie liegt von der Subersach bis zur Iller als geschlossener Deckenverband vor und bildet die höchste tektonische Einheit über dem Helvetikum. Westlich der Subersach sind von diesem Deckenkomplex nur noch Reste vorhanden wie die Klippe des Hochälpele und die Fähnern-Mulde nördlich des Sämtis.

An der Bregenz Ach bei Kohlgrub konnte ein kleiner Deckenrest aus Reiselberger Sandstein und Piesenkopf-Schichten nachgewiesen werden, der ein Verbindungsglied zum Flyschvorkommen südwestlich der Haldenlifte darstellt, welches einen Ausläufer der Hochälpele-Klippe bil-

det. Die aus Reiselsberger Sandstein bestehende Basis des Flysches steht dort in direktem Kontakt zu Leimern-Schichten und Gesteinen der Schelpen-Serie. Letztere wurde früher aufgrund der lithologischen Ähnlichkeit und der stratigraphischen Position unterhalb des Reiselsberger Sandsteins zu den Ofterschwanger Schichten gerechnet; Mikrofaunen belegen jedoch ein Eozänalter.

7. Zur Paläogeographie der Ablagerungsräume

Die im Andelsbacher Becken angetroffenen Gesteine müssen nun noch in ihrem paläogeographischen Zusammenhang dargestellt werden. Insgesamt handelt es sich um Sedimente, die auf dem helvetischen Außenschelf, einem südlich anschließenden Kontinentalhang und in einer Tiefwasserrinne nördlich des Cetischen Rückens abgelagert wurden.

7.1. Helvetikum-Zone

Die Unterteilung des rechtsrheinischen Helvetikums in drei charakteristische Faziesräume nach Arn. HEIM (1919) gilt auch heute noch als Vorbild. Demnach gehört der Winterstaude-Rücken zur Nordfazies, der Bereich nördlich der Canisfluh zur mittleren Fazies und das Gebiet südlich der Canisfluh zur Südfazies. Dabei ist zu beachten, daß sich diese Gliederung nur auf das obertags aufgeschlossene Helvetikum der Vorarlberger Säntis-Decke und nicht auf das gesamte helvetische Faziesgebiet bezieht, von dem rechtsrheinisch nur ein kleiner Teil zu sehen ist.

Die seit einiger Zeit bekannten Faziesverhältnisse und Ablagerungsbedingungen konnten nun dazu benutzt werden, die meist isolierten oder tektonisch begrenzten Gesteinsvorkommen des Andelsbacher Beckens paläogeographisch einzuordnen. Schwierigkeiten in der Einordnung bereiteten die Bregenzer-Ach-Schichten. Für die Ablagerung in einem nördlich der Leistmergel des nordhelvetischen Winterstaude-Antiklinoriums gelegenen Sedimentationsraum spricht der deutlich höhere Sand- und Glaukonitgehalt, was durch einen verstärkten terrigenen Einfluß von Norden zu erklären wäre. Würde sich ein höherer Altersumfang der Bregenzer-Ach-Schichten (Santon bis Untercampan) bis ins Maastricht (wofür nur eine Probe spricht) bestätigen, so würde das bedeuten, daß sie eventuell auch Teile der Wangschichten faziell vertreten. HÜGEL (1956:64) plädierte deshalb für eine paläogeographische Einordnung der Bregenzer-Ach-Schichten ins südliche Helvetikum.

Unsere tektonischen, lithologischen und mikropaläontologischen Ergebnisse sprechen eher für eine ursprüngliche Position der Bregenzer-Ach-Schichten nördlich der Leistmergel des Winterstaude-Zuges, also für ein Fenster der „Hohenemser Decke“ von WYSSLING (1986). Die tendenzielle Vertiefung des helvetischen Schelfmeeres von Nord nach Süd steht dabei nur scheinbar im Widerspruch zu der Tatsache, daß im Winterstaude-Nordhelvetikum keine jüngeren Sedimente als die Leistmergel des Santon bekannt sind. Denn die Bregenzer-Ach-Schichten könnten auch in einem eigenständigen Becken des inneren Schelfes abgelagert worden sein (auch bis ins Maastricht).

Die nach einer präeozänen Erosionsphase sedimentierten sandigen Eozänkalke sind wahrscheinlich ihre normalstratigraphische Überlagerung, doch wäre auch eine allochthone Position denkbar.

7.2. Liebensteiner Zone

Die Liebensteiner Zone, auch als Hochhelvetikum bezeichnet, schließt sich paläogeographisch südlich an die Südfazies des rechtsrheinischen Helvetikums an und umfaßt den Bereich des äußersten Schelfes mit einer hochpeilenden Sedimentation.

Der Liebensteiner Faziesraum schließt sich nach den Untersuchungen von MASCHKE (1951), OBERHAUSER (1953), BETTENSTAEDT (1958) u.a. im Süden direkt, ohne eine trennende Schwelle oder tektonische Linie, an das Südhelvetikum an. Der kontinuierliche Übergang des Südhelvetikums in die hochhelvetische Liebensteiner Fazies wird durch die großen lithologischen und faunistischen Ähnlichkeiten zwischen Seewerkalk und Liebensteiner (bzw. Leimern-) Kalk und zwischen Leibodenmergeln und Leimern-Schichten (im Coniac bis Santon) verdeutlicht.

Die Schmiedebach-Serie wird von uns als Übergangsfazies zwischen den Leistmergeln und Wangschichten des Südhelvetikums und den Leimern-Schichten der Liebensteiner Fazieszone angesehen. Sie können deshalb, je nachdem wo der tektonische Abriß erfolgt ist, auch noch von Nummulitenkalken begleitet sein. Die Schmiedebach-Serie unterscheidet sich durch ihre dunklere Farbe deutlich von den Leistmergeln und Leimern-Schichten, mit denen sie teilweise gleich alt ist. Mit den dunklen Tonschiefern der Junghansen-Schichten kann sie kaum verwechselt werden, weil sie im Gegensatz zu ersteren fast immer reichlich Mikrofauna, aber keine Hartbänke enthält.

Der größte Teil der oberkretazisch-alttertiären Gesteine der Liebensteiner Fazieszone ist, bis auf einen schmalen Streifen zwischen Diedamskopf und Sünser Joch, der mit dem Südhelvetikum stratigraphisch verbunden geblieben ist, als inkohärente, in viele Divertikel aufgelöste Liebensteiner Decke über das Helvetikum der Vorarlberger Säntis-Decke bis an den Südrand der Molasse weitgehend passiv transportiert worden.

7.3. Feuerstätter Zone (Ultrahelvetikum s. str.)

Während die Liebensteiner Zone wegen ihrer großen lithologischen, faziellen und faunistischen Gemeinsamkeiten von uns noch zum Helvetikum i.w.S. gerechnet wird, sehen wir die Feuerstätter Fazieszone als eigenständigen, ultrahelvetischen Raum an, was auch den Verhältnissen in der benachbarten Schweiz entspricht. Obwohl die Feuerstätter Zone nach Lithofazies und Seriengliederung keinerlei Ähnlichkeit mit dem nordpenninischen Prätigauflisch besitzt, war sie von M. RICHTER u.a. dem Nordpenninikum zugerechnet worden.

Obwohl inzwischen allgemein Einstimmigkeit darüber herrscht, daß sich die Feuerstätter Fazieszone südlich an den Liebensteiner Faziesbereich anschließt, so bestehen doch erhebliche Meinungsunterschiede über die Position der Grobklastika schüttenden Liefergebiete.

Die Modelle von BETTENSTAEDT (1958) und BUTT & HERM (1979), in denen ohne trennende Kristallinschwellen Helvetikum, Ultrahelvetikum und Rhenodanubischer Flysch hintereinander folgen, müssen abgelehnt werden, weil sie weder die großen tektonischen Verlagerungen nach der Sedimentation berücksichtigen, noch die Zusammensetzung der Grobklastika hinreichend erklären. Für die paläogeographische Situation führen die von HAGN (1960), FREIMOSER (1972), HOMEWOOD (1977) u.a. entwickelten Vorstel-

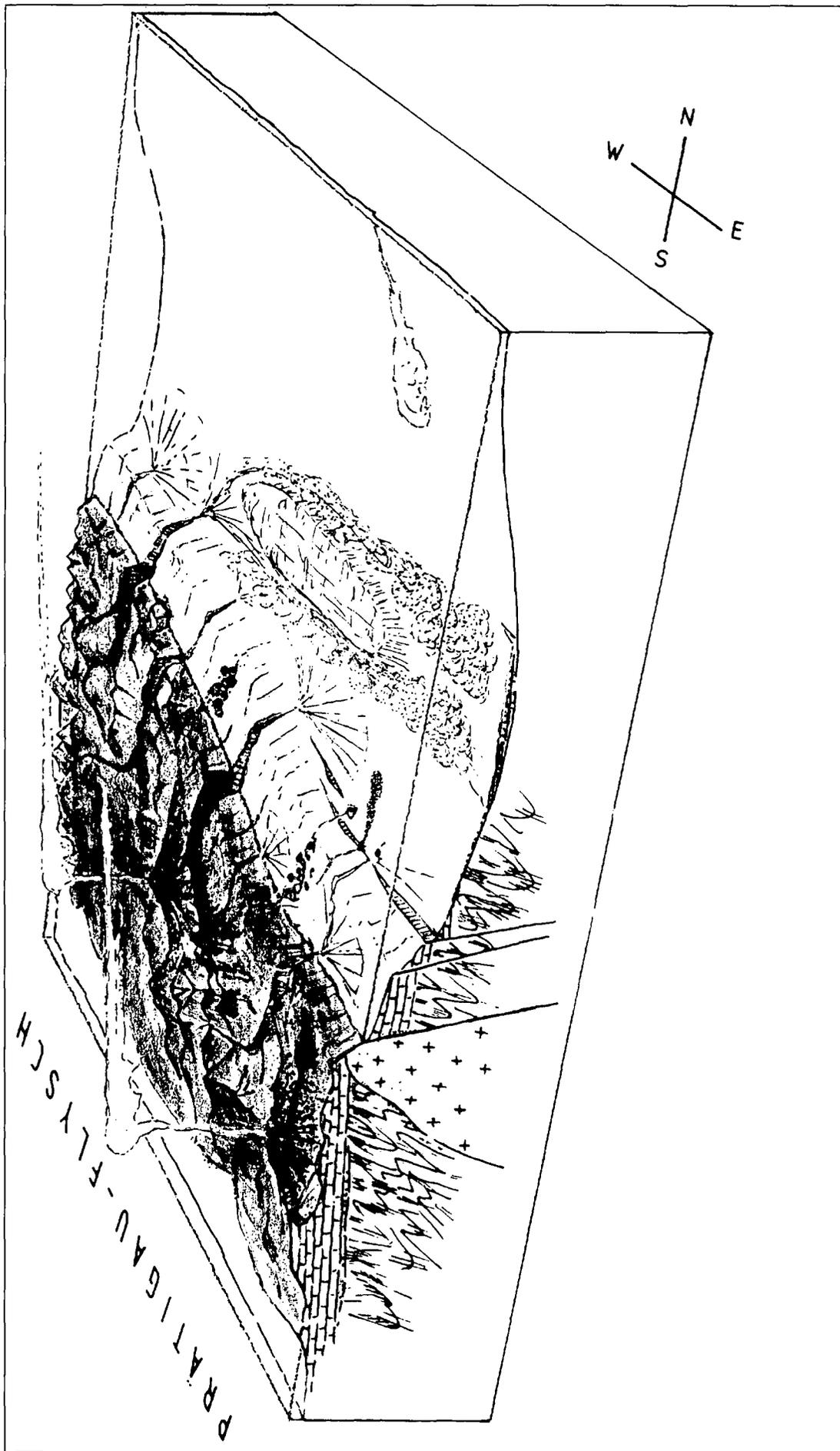


Abb. 11. Geographische Visualisierung des Süd- und Ultrahelvetischen Ablagerungsraumes etwa zur Zeit des Alttertiärs mit dem Cretischen Rücken als Liefergebiet der Grobklastika.

lungen weiter, wonach die ultrahelvetische Feuerstätter Tiefwasserrinne im Süden zeitweise von einer reichlich Detritus (bis zu hausgroßem Kristallin) liefernden Schwelle (bzw. Inselgirlande) begrenzt war.

Über das im Streichen etwas unterschiedlich zusammengesetzte südliche Liefergebiet, auch Cetischer Rücken genannt, liegen inzwischen mehrere Untersuchungen vor (u.a. HAGN, 1960; FREIMOSER, 1972; EGGERT, 1977), auf die verwiesen werden kann.

Östlich des Rheins konnten bisher keine Hinweise gefunden werden, daß sich zwischen dem südlichen Helvetikum und dem Ultrahelvetikum nennenswerte Abtragungsgebiete oder Kristallinschwellen während des Alttertiärs herausgehoben hätten und abgetragen wurden. Vielmehr spricht alles dafür, daß die Leimern-Schichten der Liebensteiner Fazieszone bei zunehmender Wassertiefe am unteren Kontinentalhang in die globigerinenführende Schellen-Serie übergegangen sind. Weiter südlich folgte dann die Fazies der Junghansen-Formation. Für die in der Junghansen-Formation typischen, extrem fossilarmen bis fossilfreien Schwarzpelite ist ein Ablagerungsmilieu in stagnierenden, wohl unterhalb der CCD gelegenen, evtl. sogar euxinischen Tiefwasserbecken anzunehmen, die nur unregelmäßig von Turbiditen oder Fluxoturbiditen beschickt wurden.

Die Rotpelite der Roten Gschliefsschichten wurden auf Tiefschwellen abgelagert, die von den Turbiditen nicht überflossen worden sind. Über den voroberkretazischen Untergrund der Feuerstätter Fazieszone liegen für Vorarlberg keine gesicherten Kenntnisse vor. So ist es noch immer nicht geklärt, ob die Aptychenschichten mit ihrer Überlagerung bunter Unterkreidemergel die normalstratigraphische Unterlage bilden. Sie würde dann völlig von der helvetischen Fazies abweichen und eher Verwandtschaft zur Klippenzone aufweisen.

7.4. Rhenodanubischer Flysch

Da die Rhenodanubische Flyschzone das tektonisch Hangende der Feuerstätter Decke einnimmt und ihrerseits von der Aroser Zone und dem Oberostalpin von Süden her überschoben worden ist, muß die ursprüngliche Lage des Ablagerungsraumes zwischen diesen Einheiten gesucht werden. In der älteren Literatur wurde die Rhenodanubische Flyschzone meist unmittelbar südlich der Feuerstätter Decke im Nordpenninikum eingeordnet (M. RICHTER, 1957 u.a.). Dabei wurde übersehen, daß in der unmittelbaren Umgebung von Vorarlberg der ausgedehnte Prätigauflysch das Nordpenninikum einnimmt. In jüngster Zeit mehrten sich deshalb die Versuche, den Rhenodanubischen Flysch im Südpenninikum, südlich der Briançonnais-Plattform einzuwurzeln (EGGER, 1990).

Für eine südpenninische Herkunft des Rhenodanubischen Flysches sprechen vor allem die großen Ähnlichkeiten in der Seriengliederung (z.B. zwischen dem Helminthoidenflysch des Ubye und dem Rhenodanubischen Flysch), der ähnliche Altersumfang und die vergleichbare heutige tektonische Position.

Während von M. RICHTER für die Rhenodanubische Flyschzone im Allgäu und in Vorarlberg eine ursprüngliche Lage im Ablagerungsraum von N nach S: Üntschen-Decke (= südliche Vorarlberger Flyschzone), Sigiswanger Decke (= nördliche Vorarlberger Flyschzone) und Oberstdorfer Decke angenommen wird, läßt sich, wie in dieser Arbeit vertreten, auch eine ursprüngliche Abfolge postulieren,

die der heutigen Lagerung entspricht. Demnach bildet der Rhenodanubische Flysch ein Sedimentprisma mit dreieckigem Querschnitt und der größten Mächtigkeit in der Üntschen-Decke in der Mitte. Eine Überschiebung der Üntschen-Decke durch die Sigiswanger Decke entfällt nach dieser Vorstellung.

Literatur

- ALEXANDER, K. (1964): Geologische Spezialuntersuchungen im Helvetikum und Ultrahelvetikum des Bregenzer Waldes im Bereich der Winterstaude (Vorarlberg). – Dip.-Arb. TU München, 71 S.; München.
- ALEXANDER, K., BLOCH, P., SIGL, W. & ZACHER, W. (1965): Helvetikum und „Ultrahelvetikum“ zwischen Bregenzer Ache und Subersach (Vorarlberg). – Verh. Geol. B.-A., Sonderheft G: 134–146; Wien.
- BACHMANN, G. & MÜLLER, M. (1981): Geologie der Tiefbohrung Vorderriss 1 (Kalkalpin, Bayern). – *Geologica Bavarica*, **81**: 17–53; München.
- BETTENSTAEDT, F. (1958): Zur stratigraphischen und tektonischen Gliederung von Helvetikum und Flysch in den Bayerischen und Vorarlberger Alpen aufgrund mikropaläontologischer Untersuchungen. – *Z. dt. geol. Ges.*, **109**: 566–592; Hannover.
- BETZ, D. & WENDT, A. (1983): Neue Ergebnisse der Aufschluß- und Gewinnungstätigkeit auf Erdöl und Erdgas in Süddeutschland. – *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing.*, **V. 49**: 9–37; Zürich.
- BÜRGISSER, H.M., FREI, H.P. & RESCH, W. (1981): Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in die Molasse der Nordostschweiz und des Vorarlbergs vom 19. bis 21. Oktober 1980. – *Eclogae geol. Helv.*, **74/1**: 297–310; Basel.
- BUTT, A. & HERM, D. (1978): The Paleo-oceanographic Aspects of the Upper Cretaceous Geosynclinal Sediments of the Eastern Alps. – In: CLOSS, H., ROEDER, D. & SCHMIDT, K. (Hrsg.): *Alps, Apennines, Hellenides*: 87–95; Stuttgart (Schweizerbart).
- CARON, C. et al. (1980): Témoins de la Nappe du Gurigel sur les Préalpes Medianes: une confirmation de son origine ultrabriançonnaise. – *Bull. Soc. Fribourg Sci. Nat.*, **69**: 64–79; Fribourg.
- CZURDA, K., HANTKE, R., OBERHAUSER, R. & RESCH, W. (1979): Molasse, Helvetikum, Flysch und Nördliche Kalkalpen im Bregenzer Wald (Exkursion I am 21. April 1979). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F. **61**: 97–109; Stuttgart.
- EGGER, H. (1990): Zur paläogeographischen Stellung des Rhenodanubischen Flysches (Neokom–Eozän) der Ostalpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **133/2**: 147–155; Wien.
- EGGERT, P. (1977): Sedimentpetrographisch-stratigraphische Untersuchungen in den Unterkreide-Serien und im Bolgenkonglomerat (Oberkreide) der Feuerstätter Decke im Allgäu und Vorarlberg. – *Berliner geowiss. Abh.*, **A2**: 1–167; Berlin.
- FELBER, P. & WYSSLING, G. (1979): Zur Stratigraphie und Tektonik des Südhelvetikums im Bregenzerwald (Vorarlberg). – *Eclogae geol. Helv.*, **72/3**: 673–714; Basel.
- FREIMOSER, M. (1972): Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Faziesentwicklung der Südostbayerischen Flyschzone und des Ultrahelvetikums zwischen Bergen/Obb. und Salzburg. – *Geologica Bavarica*, **66**: 7–91; München.
- GRÜNOGEL, E. (1959): Der Gesteinsaufbau westlich der Bregenzer Ach von Schwarzenberg bis Au. – Sonderdruck aus den Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, **77**: 94–114; Konstanz.
- HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – *Geologica Bavarica*, **44**: 3–208; München.
- HAGN, H. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. – *Geologica Bavarica*, **82**: 1–408; München.

- HEIM, Arn. & BAUMBERGER, E. (1933): Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheines (Vorarlberg und Ostschweiz). – Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges., **68/2**: 1–220; Zürich.
- HEIM, Arn. & SEITZ, O. (1934): Die mittlere Kreide in den helvetischen Alpen von Rheintal und Vorarlberg und das Problem der Kondensation. – Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges., **69/2**: 185–310; Zürich.
- HESSE, R. (1965): Herkunft und Transport der Sedimente im bayerischen Flyschtrug. – Verh. Geol. B.-A., Sonderheft G: 147–170; Wien.
- HESSE, R. (1972): Lithostratigraphie, Petrographie und Entstehungsbedingungen des bayerischen Flysches: Unterkreide. – *Geologica Bavarica*, **66**: 148–222; München.
- HESSE, R. & BUTT, A. (1976): Paleobathymetry of Cretaceous turbidite basins of the East Alps relative to the Calcite Compensation Level. – *Journ. Geol.*, **84**: 505–533; Chicago.
- HÖFLE, H.-Ch. (1972): Mikropaläontologische und sedimentpetrographische Untersuchungen zur Klärung der Deckentektonik und Stratigraphie des Ultrahelvetikums (Liebensteiner Decke) in Vorarlberg und im Allgäu. – *Geol. Jb.*, **A1**: 1–73; Hannover.
- HÖPFNER, B. (1962): Bemerkungen zur Paläogeographie und Tektonik des Helvetikums zwischen Iller und Lech. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F. **44**: 93–109; Stuttgart.
- HÖPFNER, B. (1970): Stratigraphie und Faziesverteilung der süd-helvetischen Kreide-Tertiär-Grenzschiefer des mittleren Allgäu und ein Vergleich nach Osten und Westen. – *Diss. Univ. München*: 128+X S.; München.
- HOMEWOOD, P.W. (1977): Ultrahelvetik and North-Penninic Flysch of the Prealps: a general account. – *Eclogae geol. Helv.*, **70**: 627–641; Basel.
- HÜGEL, G.W. (1956): Zur Geologie des nordwestlichen Bregenzer Waldes (Vorarlberg). – *Diss. Univ. Innsbruck*, 126 S.; Innsbruck.
- KRAUS, E. (1927): Neue Spezialforschungen im Allgäu (Molasse und Flysch). Ein Beitrag zur Kenntnis geosynklinaler Vorgänge. – *Geol. Rdsch.*, **18**: 189–221, 263–298; Berlin.
- KRAUS, E. (1932): Der nordalpine Kreideflysch. Geologische Forschungen im Allgäu und in Vorarlberg. – *Geol. Paläont. Abh.*, N. F., **19**: 65–138; Stuttgart.
- LIEDHOLZ, J. (1959): Geologie der Berge nördlich von Rohrmoos im Allgäu. – *Diss. Freie Univ. Berlin*, 105 S.; Berlin.
- LIEDHOLZ, J. et al. (1982): Kreide des Helvetikums und des Flysch. – 2. Symposium Kreide, Exkursionsführer: B 1–52; München.
- LIEDHOLZ, J., WEIDICH, K.F., HAGN, H. & SCHOLZ, H. (1983): Helvetikum und Nördliche Flyschzone im Allgäu westlich der Iller, an der Breitach und im Balderschwanger Tal (Exkursion E am 7. April 1983). – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F., **65**: 61–83; Stuttgart.
- MASCHEK, W. (1951): Geologie zwischen Gopferberg und Blasenka (Hinterer Bregenzer Wald/Vorarlberg). – *Diss. Univ. Innsbruck*; Innsbruck.
- MEESMANN, P. (1925): Geologische Untersuchung der Kreideketten des Alpenrandes im Gebiet des Bodensee-Rheintals. – *Diss. Univ. Basel*, 111 S.; Basel.
- OSBERHAUSER, R. (1953): Geologische Untersuchungen im Flysch und Helvetikum der Hohen Kugel (Vorarlberg). – *Verh. Geol. B.-A.*, **1953**: 176–183; Wien.
- OSBERHAUSER, R. (1963): Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. – *Jb. Geol. B.-A.*, **106**: 1–88; Wien.
- OSBERHAUSER, R. (1968): Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. – *Jb. Geol. B.-A.*, **111**: 115–145; Wien.
- OSBERHAUSER, R. (1980): Molasse-Untergrund, Helvetikum, Flysch und Klippenzonen in Vorarlberg. – In: *Der Geologische Aufbau Österreichs*: 177–188; Wien – New York (Springer Verlag).
- OSBERHAUSER, R. (1984): Bericht 1983 über geologische Aufnahmen im Helvetikum und der Nördlichen Flyschzone auf Blatt 111 Dornbirn. – *Jb. Geol. B.-A.*, **127/2**: 226–229; Wien.
- PREY, S. (1975): Bemerkung zur Paläogeographie des Eozäns im Helvetikum – Ultrahelvetikum in Ostbayern, Salzburg und Oberösterreich. – *Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I*, **184**: 1–7; Wien.
- RAD, U.v. (1962): Die Flyschzone des östlichen Allgäus zwischen Iller und Lech. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F., **44**: 31–42; Stuttgart.
- RAD, U. v. (1972): Zur Sedimentologie und Fazies des Allgäuer Flysches. – *Geologica Bavarica*, **66**: 92–147; München.
- RESCH, W. (1976): Bericht über den Stand der Untersuchungen von zwei Ophiolithvorkommen im östlichen Bregenzer Wald. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1976**: A128–131; Wien.
- RICHTER, M. (1957): Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Fortsetzung nach Westen und Osten. – *Z. dt. geol. Ges.*, **108/2**: 156–174; Hannover.
- RICHTER, M. (1960): Ergebnisse neuer Untersuchungen im Helvetikum des Vorarlberg und Allgäu. – *Abh. dt. Akad. Wiss. Berlin, Kl. III*, **1**: 77–94; Berlin.
- RICHTER, M. (1978): Vorarlberger Alpen. – *Sammlung geologischer Führer*, **49** (2. Auflage): 171 S.; Berlin – Stuttgart (Gebr. Borntraeger).
- RIEDEL, J. (1940): Zur Stratigraphie der Oberkreide in Vorarlberg. – *Z. dt. geol. Ges.*, **92**: 69–107; Berlin.
- SCHWERD, K. & RISCH, H. (1983): Zur Stratigraphie und Herkunft der Feuerstätter Decke im Oberallgäu. – *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, N.F., **65**: 279–290; Stuttgart.
- SIGL, W. (1964): Geologische Spezialuntersuchungen im Helvetikum und Ultrahelvetikum des Bregenzer Waldes im Bereich von Bezaun östlich der Bregenzer Ache. – *Dipl.-Arb. TU München*, 55 S.; München.
- SIMET, C. (1985): Zur Geologie in der Umgebung von Sibratsgfall (Vorarlberg, Österreich). – *Dipl.-Arb. TU München*, 95 S.; München.
- TRÜMPY, R. (1969): Die helvetischen Decken der Ostschweiz. Versuch einer palinspastischen Korrelation und Ansätze zu einer kinematischen Analyse. – *Eclogae geol. Helv.*, **62/1**: 105–143; Basel.
- TRÜMPY, R. (1980): *Geology of Switzerland, a guide book*. – 334 S.; Basel (Wepf & Co.).
- WEIDICH, K.F. & SCHWERD, K. (1987): Über den Feuerstätter Flysch im Allgäu. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **174/2**: 193–212; Stuttgart.
- WYSSLING, G. (1985): Palinspastische Abwicklung der helvetischen Decken von Vorarlberg und Allgäu. – *Jb. Geol. B.-A.*, **127/4**: 701–706; Wien.
- WYSSLING, G. (1986): Der frühkretazische helvetische Schelf in Vorarlberg und im Allgäu – Stratigraphie, Sedimentologie und Paläogeographie. – *Jb. Geol. B.-A.*, **129/1**: 161–265; Wien.
- ZACHER, W. (1972): Geologische Karte von Bayern 1 : 100.000, Blatt 670 Oberstdorf. – München (Bayer. Geol. L.-Amt).