

Verh. Geol. B.-A.	Sonderheft G	S. 134—146	Wien, Oktober 1965
Z. deutsch. geol. Ges. Jahrgang 1964	Band 116 2. Teil	S. 390—402	Hannover, Oktober 1965

Helvetikum und „Ultrahelvetikum“ zwischen Bregenzer Ache und Subersach (Vorarlberg¹)

VON K. ALEXANDER, P. BLOCH, W. SIGL & W. ZACHER *) München

Mit 4 Abbildungen und 1 Tafel

Inhalt

Zusammenfassung

A. Einleitung

B. Stratigraphie des Helvetikums i. e. S.

C. Schichten des „Ultrahelvetikums“ und der Flysch-Zone

D. Zur paläogeographischen Einordnung der „ultrahelvetischen“ Gesteine

E. Tektonik

Zusammenfassung

Zwischen der Bregenzer Ache und der Subersach lassen sich mehrere tektonische Einheiten unterscheiden. Das als östliche Fortsetzung der Säntis-Decke anzusehende Helvetikum i. e. S. umfaßt eine von den Valendismergeln bis zu den Wangschichten reichende Schichtfolge. Es wird tektonisch von zahlreichen Schollen „ultrahelvetischer“ Gesteine überlagert, die aus einem Sedimentations-Gebiet stammen, das zwischen dem Helvetikum i. e. S. und dem Flyschtrogl gelegen hat. Bei der Nordüberschiebung der höchsten tektonischen Einheit, der Sigiswanger Flysch-Decke, ist das „Ultrahelvetikum“ nach N auf das Helvetikum verschleppt und mit ihm verfault und verschuppt worden.

A. Einleitung

Der Bregenzer Wald ist im vergangenen Jahrzehnt geologisch nahezu vollständig neu kartiert worden. Nur ein kleines Gebiet blieb unbearbeitet; es liegt zwischen der Bregenzer Ache und der Subersach und erhebt sich mit der Winterstaude auf 1877 m. Da schon ARN. HEIM (1933, S. 156) auf die Unzulänglichkeit der älteren Bearbeitungen (VAN THIEL, 1924 und STRAETER, 1925) hingewiesen hatte, erschien eine Neukartierung sowohl in stratigraphisch-fazieller als auch in tektonischer Hinsicht lohnend. Die Untersuchungen erstreckten sich von der Molasse-Südgrenze nach S bis Bizau²).

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordteil des Vorarlberger Helvetikums, das man als allochthone östliche Fortsetzung der Säntis-Decke in der Schweiz annehmen muß. Östlich des Rheins bildet das Helvetikum ein großes Halbfenster, dessen nördlicher und südlicher Rahmen von der ostalpinen Flysch-Decke ein-

*) Anschrift der Verfasser: Dipl.-Geol. K. ALEXANDER, Dipl.-Geol. P. BLOCH, Dipl.-Geol. W. SIGL und Dr. W. ZACHER, Institut für Geologie, Technische Hochschule, München 2, Arcisstraße 21.

¹) Nach einem von W. ZACHER am 17. September 1964 auf der 116. Hauptversammlung der Deutschen Geol. Gesellschaft in Wien gehaltenen Vortrag.

²) Herrn Dir. Dr. F. BREYER verdanken wir eine finanzielle Unterstützung unserer Arbeiten durch die PREUSSAG, Hannover.

genommen wird. Der nördliche Fensterrahmen ist nicht ganz geschlossen, sondern weist zwischen der Bregenzer Ache und Subersach eine größere Unterbrechung auf.

Durch die Untersuchungen sollten vor allem folgende Fragen beantwortet werden:

1. Welche Faziesverhältnisse und welcher tektonische Bau kennzeichnen das Helvetikum zwischen Bregenzer Ache und Subersach?

2. Liegen noch Reste höherer tektonischer Einheiten, und zwar von „Ultrahelvetikum“ und Flysch auf dem Helvetikum i. e. S.?

Für die Bestimmung von rund 150 Mikrofaunen sind wir Herrn Prof. BETTENSTADT (Hannover), sowie Herrn Prof. HAGN und seinen Schülern W. OHMERT, U. PFLAUMANN und W. WITT (München) zu großem Dank verpflichtet.

B. Stratigraphie des Helvetikums i. e. S.

Das Untersuchungsgebiet gehört faziell zum nördlichen und mittleren der von ARN. HEIM (1934, S. 246 ff.) im Helvetikum Vorarlbergs ausgeschiedenen Faziesbereiche.

1. Valendismergel

Über den nur im Klausberg-Stollen auftretenden Quintner Kalken und Zementstein-Schichten folgen die Valendismergel, dunkelgraue bis bräunliche Tonmergel mit vereinzelt eingeschalteten dm-dicken Mergelkalk oder Oolithkalk-Bänkchen. Im Hangenden gehen sie unter allmählicher Zunahme der Mergelkalke in den Oolithkalk über. Bei ARN. HEIM (1933) werden die Valendismergel als Oehrlimergel bezeichnet.

Die Mächtigkeit beträgt mindestens 60 m.

2. Oolithkalk

Die fossilschuttoreichen, groboolithisch bis grobspätig oder mergelig ausgebildeten Oolithkalke können durch drei wenige Meter mächtige Mergelbänder weiter untergliedert werden. Im oberen Oolithkalk treten glaukonitische, sandige Kalkbänke mit Fossilien aus dem Grenzbereich Hauterive/Valendis auf. Da der Oolithkalk im Winterstauden- und Klausberg-Gebiet seine größte Mächtigkeit mit 120—190 m erreicht und der Kieselkalk (Hauterive) fehlt, reicht der Oolithkalk im Norden wohl bis ins Hauterive hinein. Nach S zu nimmt die Mächtigkeit rasch ab, während die Mergleinschaltungen und der Kieselkalk anschwellen.

3. Kieselschiefer und Kieselkalk

Im Süden des Arbeitsgebietes folgen über dem Oolithkalk schwärzliche, z. T. glaukonitische Kieselschiefer, darüber gutgebankter Kieselkalk (Bankdicke von einigen dm bis 2 m). Nur ein kleiner Teil des „Kieselkalkes“ besteht aus Kalken mit diffus verteilter Kieselsäure oder Hornsteinknuern, beim überwiegenden Teil handelt es sich um einen schwach glaukonitischen, quarzsandreichen (0,1 bis 0,8 mm Ø) spätigen Kalk. Die Mächtigkeit nimmt von N (2 m) nach S zu und erreicht am Bizauer Bach über 40 m. Als Alter des Kieselkalkes kann Hauterive angenommen werden.

4. Drusberg-Schichten

An der Basis liegt die 1—2 m mächtige, sandig-glaukonitische Altmannschicht des unteren Barrême. Darüber folgen die im unteren Teil mergeligen Drusberg-Schichten. Nach oben nehmen Mergelkalle und Kalkeinschaltungen in Schrattenkalk-Fazies zu. Der Kalkgehalt nimmt außerdem noch von E nach W und von S nach N zu. Die Mächtigkeit der Drusberg-Schichten schwillt von N (40—60 m) nach S rasch an und erreicht bei Reuthe bereits 200 m.

5. Schrattenkalk

Seine Ausbildung reicht vom gutgebankten Mergelkalk im unteren Teil bis zu grobgebankten, dichten, spätigen oder oolithischen Kalken mit reichlich Organodetritus. Eine Zweiteilung des Schrattenkalkes durch ein bis zu 4 m mächtiges Mergelband läßt sich südlich Greußing und bei der Rimplatt-Alpe beobachten. Die Mächtigkeit schwankt auf kurze Entfernung hin zwischen 30 und 100 m. Die Urgonfazies des Schrattenkalkes setzt zwischen dem mittleren und oberen Barrême ein und reicht bis ins Apt.

6. Die Gesteine der mittleren Kreide

Von ARN. HEIM (1934) sind die zwischen dem Schrattenkalk und dem Seewerkalk liegenden glaukonitischen Quarzpsammite der mittleren Kreide eingehend bearbeitet und sehr weit untergliedert worden. Gegen seine Vorstellungen über den Ablauf der Sedimentation erheben sich jedoch Bedenken. Sie gründen sich einerseits darauf, daß eine exakte lithologische Parallelisierung aller Horizonte der mittleren Kreide in Vorarlberg nicht durchführbar ist, weil die Ausbildung wechselt. Andererseits kann auch eine stratigraphische Einstufung in den meisten Fällen nicht oder nur ungenau vorgenommen werden. Bei reichlichen Fossilfunden wird dagegen (ARN. HEIM 1934, S. 186) der Altersspielraum um so größer, je mehr Fossilien vorliegen. Es muß demnach durchaus mit Transgressionen, Fossilumlagerungen (M. RICHTER 1960, S. 77) und Abtragung gerechnet werden; dafür spricht auch das plötzliche Verschwinden von Schichten ohne Andeutung fazieller Übergänge.

Folgende Horizonte, für die — soweit als möglich — die Bezeichnungen von ARN. HEIM beibehalten wurden, konnten ausgeschieden werden (vgl. Abb. 1):

oben	3	m	Mergel mit Albgrünsandstein-Brocken (Turon)
0,5	—	1	m Fugenschichten
0,4	—	1	m Knollen-Schichten
1,5	—	15	m Albgrünsandsteine mit Phosphoritknollen-Bänken
4	—	10	m Brisandstein
0,25	—	3,5	m Luiterezug-Schicht
unten			Schrattenkalk

Das untersuchte Gebiet enthält also die nördliche und mittlere Fazies des Helvetikums im Sinne von ARN. HEIM.

7. Seewerkalk

Über den Grünsandsteinen der mittleren Kreide oder über Schrattenkalk (nördlich der Winterstaude) folgt der dichte helle, aus einem foraminiferenreichen Kalkpelit entstandene Seewerkalk. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 1,5 und 8 m; im N kann er auch ganz fehlen. Alter: Turon (bis Coniac ?).

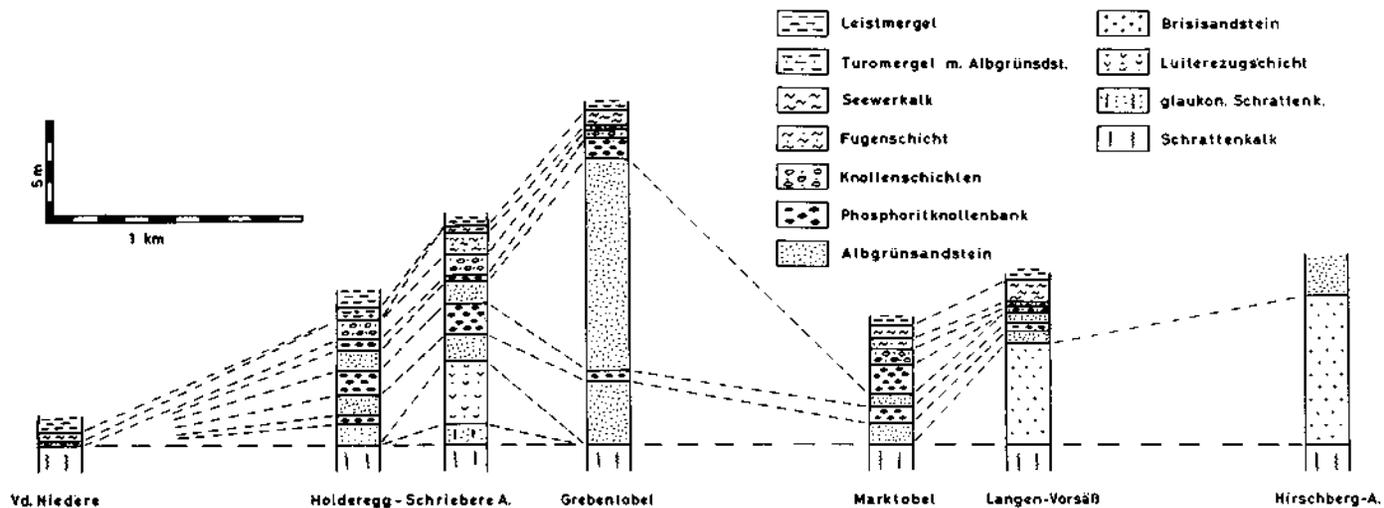


Abb. 1: Vergleichende Faziesprofile durch die Gesteine der mittleren Kreide (Apt — Cenoman) zwischen Vorderer Niedere und Hirschberg-Alpe (Bregenzer Wald). Falten ausgeglättet; Profile überhöht. Nach K. ALEXANDER 1964.

8. Amdener Schichten

Sie treten in zwei verschiedenen Fazies auf: als Leistmergel und als Bregenzerach-Schichten.

a) **Leistmergel**: Graue, gelbbraun ausbleichende, stets leicht sandige Mergel mit stengeligem Zerfall (Schieferung). Die Mächtigkeit liegt zwischen 100 und 200 m. Nordwestlich der Holderegg-Schriebere-Alpe transgrediert ein ca. 3 m mächtiges Konglomerat aus Seewerkalk-Platten und fossilbelegten Albgrünsandstein-Brocken in einer Leistmergel-Matrix mit Turon-Fauna auf Knollen-Schichten. Nach den reichen Mikrofaunen gehören die Leistmergel zum überwiegenden Teil ins Coniac/Santon.

b) **Bregenzerach-Schichten** (RIEDEL 1940): Nach den schlechten Aufschlüssen zu urteilen, scheinen sie sich nördlich des Klausberg-Winterstaude-Rückens mit den Leistmergeln zu verzahnen. Es handelt sich vor allem um harte sandige Kalkmergel, die dickbankige (bis 1,5 m) schwach glaukonitische kalkige Mergel enthalten und um weiche, graue bis dunkelgraue blättrige Mergel mit Kalkkonkretionen.

Beschränkt man die Bezeichnung Bregenzerach-Schichten auf die beschriebene Ausbildung und trennt sie von den übrigen in der Bregenzer Ache zwischen Bersbuch und Egg anstehenden Schichten ab, dann umfassen sie den Zeitraum von (? Coniac) Santon bis Untercampan. Die Mächtigkeit überschreitet sicher 100 m.

8. Wangschichten

Sie kommen nur in der Bizauer Mulde vor. Es sind harte, graue bis braungraue sandige Mergel mit Einschaltungen von grauen, schwach glaukonitischen Kalksandsteinbänken mit dunklen Schieferlagen. Die Mikrofauna ergab ein Alter von (? höherem) Campan und Maastricht. Als Mindestmächtigkeit können 100 m angegeben werden. Die Grenze gegen die Amdener Schichten wurde beim Auftreten der gebankten Mergel gezogen. Mit den Wangschichten endet im Untersuchungsgebiet die Schichtfolge des Helvetikums i. e. S.

C. Schichten des „Ultrahelvetikums“ und der Flysch-Zone

a) „Ultrahelvetikum“

Die unterschiedliche Anwendung der Bezeichnung „Ultrahelvetikum“ (entweder faziell, paläogeographisch oder tektonisch) hat in der Literatur viel Verwirrung gestiftet. M. RICHTER lehnte deshalb eine Weiterverwendung dieses Ausdruckes ab. Im folgenden werden, zur Vermeidung von Mißverständnissen, als „Ultrahelvetikum“ wie bei CADISCH (1953, S. 172) die Einheiten oder Schubketten, die wurzellos im alpinen Deckengebäude schwimmen und von älteren Gliedern einer Schichtenreihe abgesichert worden sind, definiert.

1. Mergel des Schmiede-Baches

Sie kommen nur in einem schmalen Streifen südlich der Molasse vor und sind als Schichten des Helvetikums nicht bekannt. Ein tektonischer oder stratigraphischer Kontakt zum benachbarten Helvetikum ist nirgends aufgeschlossen. Es handelt sich um dunkelgraue bis blauschwarze oder braungraue weiche Tonmergel, die gelegentlich schwach sandig und glimmerhaltig werden. Vereinzelt sind bis 20 cm dicke glaukonitische Quarzpsammite eingeschaltet; Sandstein- und Fein-

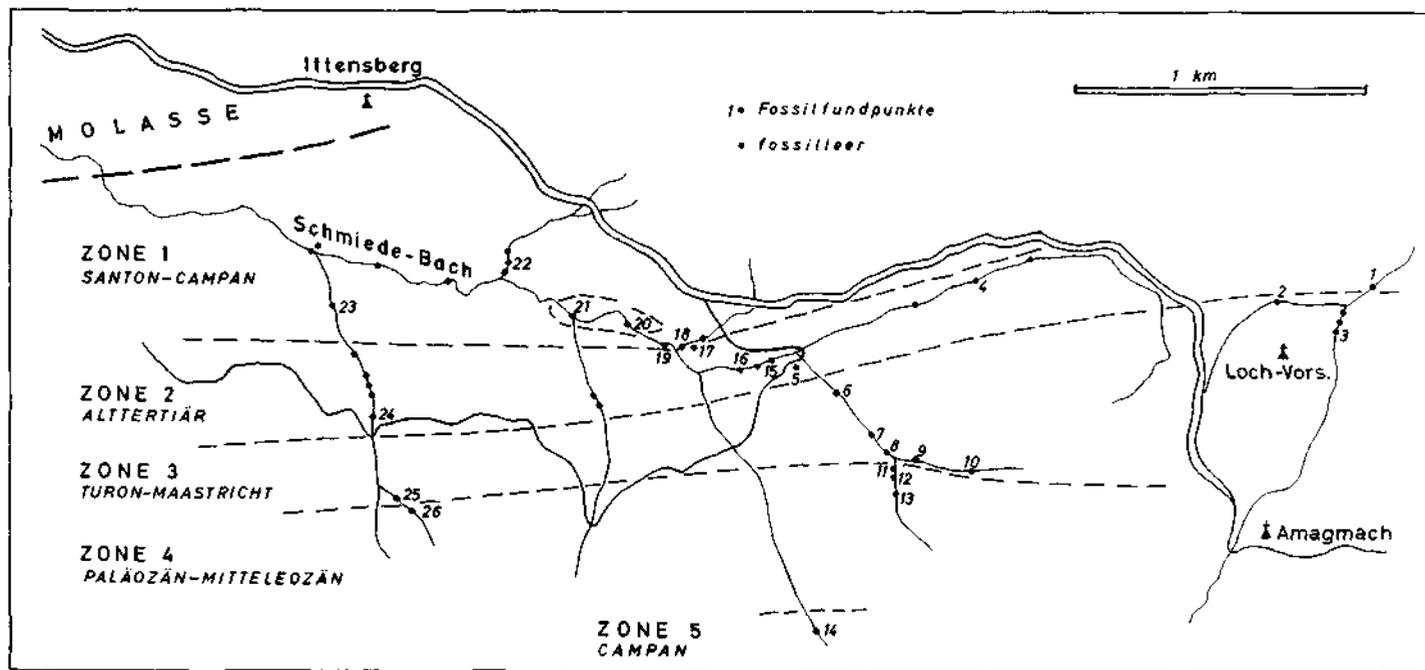


Abb. 2: Geologische Auswertung der in der Umgebung des oberen Schmiede-Baches entnommenen Schlammproben. Nach K. ALEXANDER 1964.

breccien-Lagen erinnern an die Wildflysch-Fazies. Eine Austerbank steht im Graben nördlich Loch-Vorsäß (960 m) und im Mühl-Bach (555 m) an.

Die schlecht erhaltenen Mikrofaunen belegen ein Alter vom Turon bis Untereozän (vergl. Abb. 2). Als Mächtigkeit der Serie können 400 m geschätzt werden.

2. Nummulitenkalk und Begleitgesteine

Das Vorkommen liegt im Graben nördlich Gülki-Vorsäß. Es lassen sich vier Horizonte unterscheiden:

- a) 5 m rotbrauner, sandiger Kalk mit Brauneisengeröllen: Mittel-Lutet
- b) 1 m späterer Großforaminiferenkalk: Mittel-Lutet
- c) 3 m kalkiger Grünsandstein: Eozän
- d) einige Meter dunkle, glaukonitische Sandmergel: Oberpaleozän — Untereozän.

Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Professor HAGN, München entsprechen die Horizonte a) dem Schwarzerz, b) und c) können als Äquivalente des Nebengesteins von Kressenberg (Oberbayern) angesehen werden.

3. Leimern-Schichten

An der Basis (Bizauer Mulde) oder als Einschaltungen (Patenner Kopf) enthalten sie geringmächtige (0,5—2 m) flaserige Foraminiferenkalke in der Fazies des Seewerkalkes. Das Alter der Leimernkalke ließ in Dünnschliffen oder Mergelschaltungen mit Turon (Bizau) bzw. Campan (Patenner Kopf) bestimmen.

Die Leimernmergel sind hell anwitternde kalkige Mergel mit grünlichem Farblich, die häufig dunkle Flecken zeigen. Vereinzelt treten, ohne Bindung an einen bestimmten Horizont, rote Tonmergel oder hellgrün gefleckte Mergel auf. Daneben kommen Gesteine vor, die faziell zu den gleichalten Amdener- und Wang-Schichten überleiten.

Die Mächtigkeit kann nicht überall ermittelt werden, weil tektonische Vorgänge und die schlechten Aufschlußverhältnisse kaum Einblicke gestatten. Westlich Mellenstock-Vorsäß erreichen die Leimern-Schichten des Obercampan bis Untereozän eine Mächtigkeit von 250 m; bei den übrigen Vorkommen bleibt die Mächtigkeit meist unter 100 m.

Stratigraphisch reichen die Leimern-Schichten vom Turon (Leimernkalk) bis ins Lutet; mit Ausnahme des Coniac sind alle Stufen dazwischen mikrofaunistisch belegt.

4. „Wildflyschfazies“

Die früher unter der Bezeichnung Wildflysch zusammengefaßten Gesteine werden von M. RICHTER (1958) in die hochhelvetische Schelpen-Serie und die nordpenninische (Feuerstätter) Obere Junghansen-Serie aufgegliedert. Diese Aufteilung war im Untersuchungsgebiet nicht durchführbar, deshalb wird der Name „Wildflyschfazies“ verwendet.

Die als „Wildflyschfazies“ zusammengefaßten Gesteine umfassen sehr verschiedene Typen: sandige, schwarze, rote oder hellgrüne Tonschiefer mit dicken Lagen von glaukonithaltigen Sandsteinen und Feinbreccien, glimmerreiche Sandsteine mit Strömungsmarken, dickbankige Sandkalke, dünnplattige Kalkpelite mit grünlichen Mergelzwischenlagen, zerfaserte und tektonisch stark durchbewegte schwarze Siltgesteine und sandige Mergel mit Gneisgeröllen, die im Wüstegraben bei 860 m über 1 m Durchmesser erreichen (Bolgenkonglomerat).

Die „Wildflyschfazies“ erreicht über 100 m Mächtigkeit. Altersmäßig ließ sich mit sehr schlecht erhaltenen Foraminiferen Oberkreide und mit reichlicher Fauna Paleozän und Untereozän nachweisen.

5. Diabasbreccie

Die schon von MUHEIM (1933) gefundenen, bis zu 40 m mächtigen Diabasbreccien enthalten neben dunkelgrünen oder roten Diabaskomponenten noch Sandstein- und Gneisgerölle, sowie helle Radiolarienkalken (? Aptychen-Schichten). Fossilfunde glückten nicht, doch treten die Diabasbreccien nur in der Nachbarschaft tertiärer Gesteine auf, so daß man gleiches Alter vermuten könnte. Es läßt sich aber nicht ausschließen, daß es sich um Hörnlein-Serie handelt.

b) Flysch-Zone

Als Gesteine der Flysch-Zone kommen Untere bunte Mergel, Piesenkopf-Serie und Hällritzer Serie in der bekannten Ausbildung vor.

D. Zur paläogeographischen Einordnung der „ultrahelvetischen“ Gesteine

Die als „Ultrahelvetikum“ zusammengefaßten Gesteine treten im Normalprofil des Vorarlberger Helvetikums nicht auf. Außer der Klärung ihres Alters und der Lagerungsverhältnisse mußte das Problem ihrer paläogeographischen Einordnung gelöst werden. Da die „ultrahelvetischen“ Gesteine nur in wenigen Fällen aufgeschlossene Kontakte zu ihrer Umgebung zeigen, war es nur an einigen Stellen möglich, einen Nachweis ihrer tektonischen Auflage über dem Helvetikum zu erbringen.

Als noch schwieriger erwies es sich, ihren ursprünglichen Ablagerungsort zu ermitteln. Anhaltspunkte dafür konnten nur aus der Fazies und dem Faunencharakter gewonnen werden. Man muß sich dabei aber bewußt bleiben, daß mit diesen Hilfsmitteln kein zwingender Beweis über den Ablagerungsraum erbracht werden kann, sondern nur Wahrscheinlichkeitsaussagen gemacht werden können.

Für die im Schmiede-Bach auftretende Gesteins-Serie wäre es zunächst naheliegend, sie als parautochthon anzusehen. Das ist aber unwahrscheinlich, weil im Nordhelvetikum keine durchgehende Sedimentation vom Turon bis ins Eozän bekannt ist. Aber auch weiter im Süden sind keine Schichten bekannt, die der Serie im Schmiede-Bach petrographisch genau entsprechen würden. Da die Mikrofauna eine südhelvetische Zusammensetzung im Sinne von HAGN besitzt, dürfte diese Serie mit größter Wahrscheinlichkeit im Grenzbereich zwischen südhelvetischer und hochhelvetischer Fazies abgelagert und zusammen mit der Flysch-Decke nach Norden bis an den Südrand der Faltenmolasse geschoben worden sein.

Gegen die Vorstellung von M. RICHTER (1957), daß die Leimern-Schichten im Allgäu vorwiegend tektonisch auf dem Helvetikum liegen (Liebensteiner Decke RICHTERS) hat BETTENSTAEDT (1958) eingewendet, daß ein tektonischer Kontakt in vielen Fällen nicht feststellbar sei. Im Falle der Bizauer Klippe (vgl. Abb. 3) und am Patenner-Kopf ist jetzt der eindeutige Nachweis gelungen, daß dort die Leimernkalken und Leimernmergel tektonisch auf dem Vorarlberger Helvetikum liegen, also einem tektonisch höheren Stockwerk angehören müssen, weil mikropaläontologisch belegte ältere Schichten mit abweichender Fazies auf jüngeren liegen und verschuppt sind.

Die Vorkommen von Leimern-Schichten am Schreiber-Sattel haben dagegen ein jüngerer Alter als ihre Unterlage; es wäre also möglich, sie dort im Sinne von

BETTENSTAEDT (1958) als normales Hangendes des Helvetikums aufzufassen. Das scheint aber nicht der Fall zu sein, denn es läßt sich keine normale stratigraphische Sequenz belegen. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß die Leimern-Schichten bei der Nordüberschiebung tektonisch amputiert worden sind und ihre ursprüngliche stratigraphische Unterlage weiter im Süden zurückgelassen haben. In solchen, wohl auch im Allgäu häufigen Fällen ist ein direkter tektonischer Nachweis ihrer allochthonen Lagerung nicht mehr möglich. Die Leimern-Schichten dürften nur im südlichsten, schon in hochhelvetischer Fazies ausgebildeten Teil des Vorarlberger Helvetikums (z. B. am Sünser Joch) im normalen stratigraphischen Verband auftreten.

Die tektonisch auf dem Helvetikum, aber unter der Flysch-Decke liegenden Gesteine in „Wildflyschfazies“ und die Diabasbreccien sind im Untersuchungsgebiet paläogeographisch südlich der hochhelvetischen Fazies, aber nördlich der Flysch-Zone (Sigiswanger Fazies) einzuordnen. Nach M. RICHTER (1960) ist die Obere Junghansen-Serie mit dem Bolgenkonglomerat südlich der nordpenninischen Schwelle abgelagert worden. HAGN (1960) nimmt dagegen den Ablagerungsraum des Wildflysches (der die Obere Junghansen-Serie RICHTERS enthält) auf der Nordflanke des Cetschen Rückens an; dafür können vor allem faunistische Argumente angeführt werden. Eine Stellungnahme zu diesem Problem erscheint gegenwärtig noch verfrüht, da über die Gesteine in „Wildflyschfazies“ aus der weiteren Umgebung noch zu wenig petrographische, faunistische und fazielle Beobachtungen publiziert sind.

E. Tektonik

Folgende tektonische Einheiten lassen sich von unten nach oben unterscheiden:

Helvetikum i. e. S.

„Ultrahelvetikum“ (Liebensteiner und Feuerstätter Decke RICHTERS).

Sigiswanger Decke der Flysch-Zone.

In allen Gesteinen des Untersuchungsgebietes (mit Ausnahme der Molasse) tritt eine deutliche ausgeprägte 1. Schieferung auf (Abb. 3). Sie ist die Ursache für den schlechten Erhaltungszustand der Mikrofaunen; in vielen Fällen sind die Foraminiferen in den inkompetenten Mergeln sogar vollständig ausgelöscht worden. Die Mikrofossilien in den kompetenten Flysch-Sandkalken sind dagegen meist noch gut erhalten.

Die Schieferung in den Gesteinen des Helvetikums und der Flysch-Zone setzt etwa im Illertal ein und nimmt nach W und S, also in Richtung der Gebiete mit nachweisbar großen Deckenüberschiebungen zu (vgl. NABHOLZ & VOLL, 1963, S. 791 ff.).

a) Helvetikum

An den steilstehenden Molasse-Südrand grenzen im Arbeitsgebiet nur Gesteine des „Ultrahelvetikums“ und der Sigiswanger Flysch-Decke (Subersach-Knie). Das Helvetikum i. e. S. taucht erst 2 km südlich der Molasse auf, ohne aufgeschlossenen Kontakt zur Umgebung. Da es als östliche Fortsetzung der Säntis-Decke angesehen werden muß, ist darunter liegend noch das parautochthone Helvetikum anzunehmen.

Den tektonischen Baustil des Helvetikums charakterisieren wohlausgebildete, nordvergente Faltenstrukturen mit $35\text{--}85^\circ$ nach S fallenden Achsenflächen. Nur zwischen Bezegg und Ht. Niedere und nördlich Bizau haben sich aus durchgerissenen Faltenstrukturen Aufschiebungen entwickelt. Die Schichtreduktionen in den Faltschenkeln weisen allerdings darauf hin, daß den Faltenachsen parallele Störungen vorhanden sein müssen, deren Auswirkungen in der Tiefe nicht abzuschätzen sind. Die in der Profiltafel gezeichneten Muldenböden stellen deshalb den tektonischen Bau vereinfacht dar.



Abb. 3: Flach südfallende Schichtung und steiler einfallende erste Schieferung in den Drusberg-Schichten am Weg zur Hochgerach, südlich Schönenbach. Blickrichtung SE.

Die im Helvetikum i. e. S. von N nach S auftretenden, sich im Streichen z. T. ablösenden, besonders im Osten von zahlreichen Diagonalstörungen versetzten Faltenstrukturen sind:

1. Ställerhöhe-Sattel
- 1a Ställerhöhe-Mulde
2. Tristenkopf-Sattel
- 2a Tristenkopf-Mulde
3. Winterstauden-Sattel
- 3a Vordere Niedere Alpe-Mulde (im W)
- 3b Bullerschkopf-Mulde (im E)
4. Bullerschkopf-Sattel (im E)
- 4a Hintere Niedere-Mulde

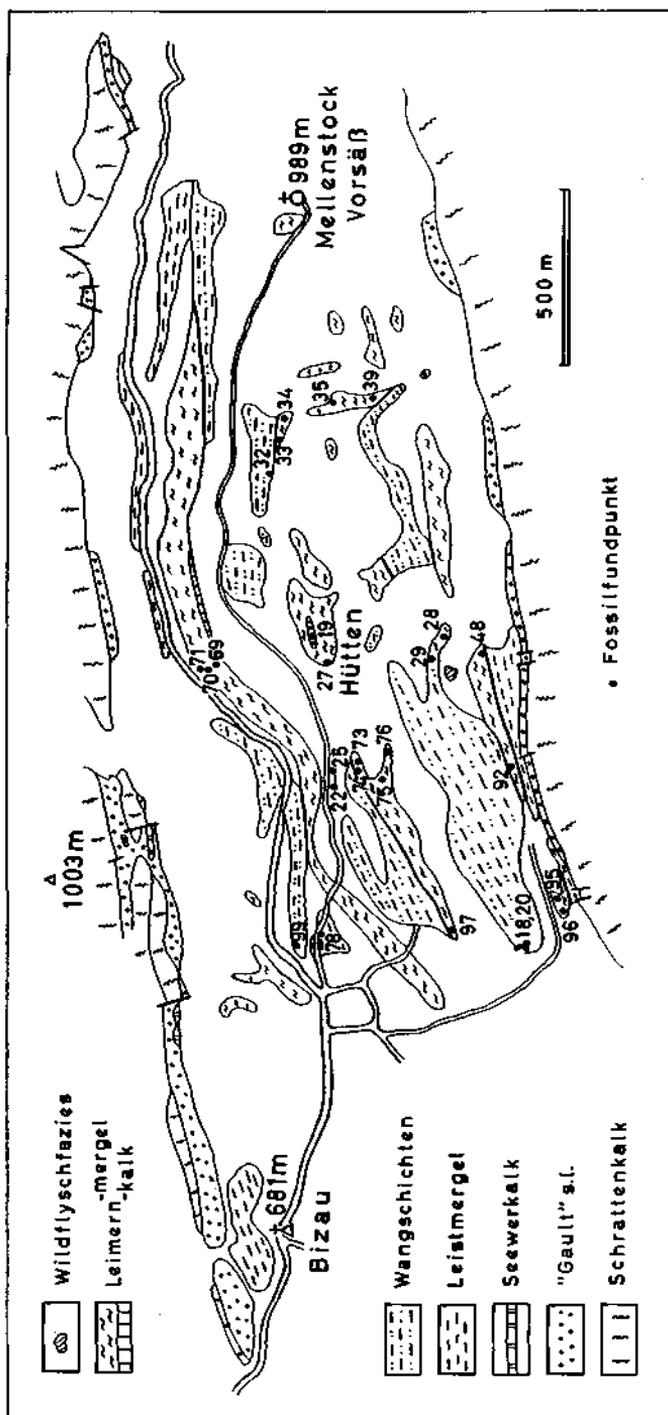
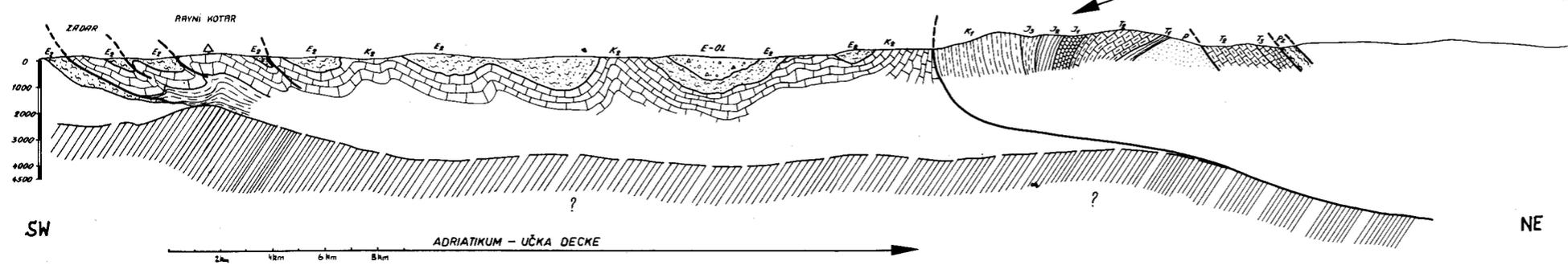


Abb. 4: Lageplan der Fossilfundpunkte (numeriert) östlich Bizau. 18 Maastricht; 19 Turon; 22 Maastricht; 25 Campan; 27 Obersanton — Unteracampan; 28 Campan; 29 höheres Campan; 32 Campan; 33 ? Campan; 34 Oberacampan — Maastricht; 35 Oberkreide; 39 Eozän; 48 Oberpaläozän — Eozän; 69 Oberkreide (?Santon); 70 ? Campan; 71 Alttertiär; 73 Santon — Campan; 74 Unteres Eozän; 75 Santon — Campan; 76 Santon; 78 Obersanton — Unteracampan; 92 Oberpaläozän; 95 Maastricht; 96 ? Oberacampan; 97 Unteracampan; 99 Oberacampan — Untermaastricht. Nach K. ALEXANDER und W. SIGL 1964.

PROFIL I : Zadar - Velebit (Profillänge ca. 50 km)

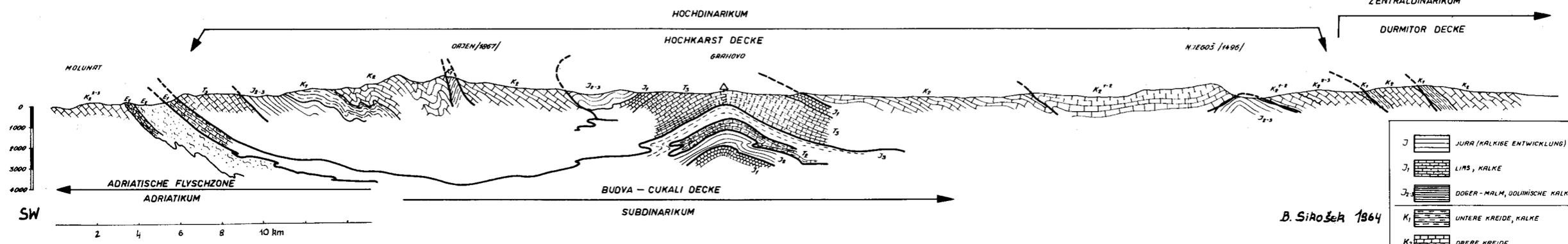


SIKOŠEK

E-OL	WILDFLYSCH (Promina Sch.)
E ₁	FORAMINIFERENKALKE/EOZÄN/
E ₂	FLYSCH/EOZÄN/
K ₂	OBERE KREIDE, RUDISTENKALKE
K ₁	UNTERE KREIDE, KALKE
J ₂₋₃	OBERE JURAS, KALKE
J ₂	DOBER-MALM, DOLINISCHE KALKE u. MERGEL
J ₁	LIAS, KALKE u. HORNSTEINE
T ₃	OBERE TRIAS, KALKE + DOLOMITE
T ₂	MITTEL u. O. TRIAS, KALKE + DOLOMITE
T ₁	UNTERE TRIAS, SCHIEFER u. SANDSTEINE, MERGEL
P	PERM, SANDSTEINE
R	KARBON, SANDSTEINE u. SCHIEFER
	ANHYDRIT
△	TIEFBOHRUNG

Abb. 3

PROFIL II : Molunat - Njegaš (Profillänge ca. 70 km)



B. Sirošek 1864

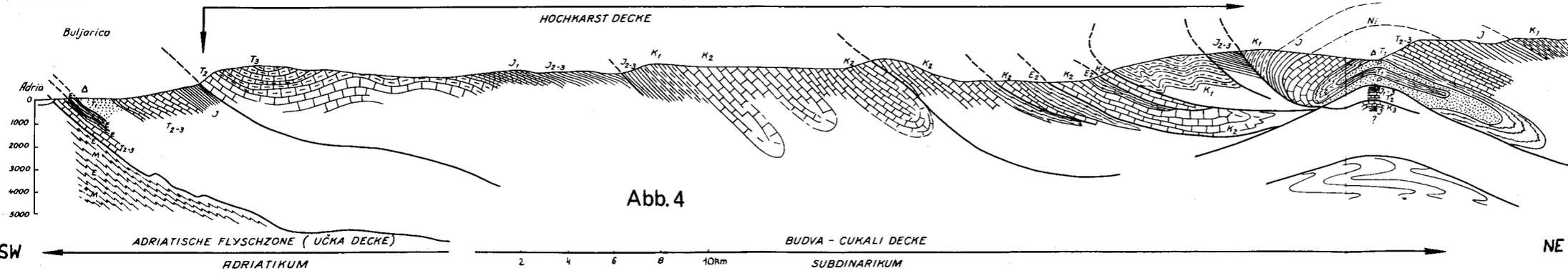
ZENTRALDINARIKUM

DURMITOR DECKE

J	JURA (KALKISE ENTWICKLUNG)
J ₁	LIAS, KALKE
J ₂₋₃	DOBER-MALM, DOLINISCHE KALKE
K ₁	UNTERE KREIDE, KALKE
K ₂	OBERE KREIDE
K ₃	OBERSTE KREIDE
T ₁	UNTERE TRIAS, SCHIEFER u. SANDSTEINE, MERGEL
T ₂	MITTELTRIAS, KALKE + DOLOMITE
T ₃	OBERE TRIAS, KALKE + DOLOMITE
T ₂₋₃	MITTEL u. O. TRIAS, KALKE + DOLOMITE
E ₂	FLYSCH (EOZÄN)
E ₁	FORAMINIFERENKALKE (EOZÄN)
E _{1M}	FLYSCH (EOZÄN-MIOZÄN?, MEZOZOIKUM?)
P ₃	O. PERM, SANDSTEINE u. KONGLOMERATE
PL	SANOE, PLIOZÄN
△	TIEFBOHRUNGEN

Abb. 4

PROFIL III : Buljarica - Nikšička Župa (Profillänge ca. 65 km)



5. Hintere Niedere-Sattel
- 5a Baumgartenalpe-Mulde (im W)
6. Klausberg-Sonderdach-Sattel (im W)
- 6a Wildmoos-Mulde
7. Rumplatt-Sattel
- 7a Grebentobel-Mulde
8. Luguntenkopf-Sattel
- 8a Seefluh-Mulde
9. Exhalder-Sattel
- 9a Bizauer Synklinorium
10. Hirschberg-Sattel

b) „Ultrahelvetikum“

Das auf dem Helvetikum i. e. S. liegende „Ultrahelvetikum“ bildet keine eigenständige Deckeneinheit, sondern besteht aus einer Vielzahl, von der Flysch-Decke mitgerissenen Schubfetzen. Eine Gliederung des „Ultrahelvetikums“ in zwei Decken (Liebensteiner und Feuerstätter Decke RICHTERS ließ sich wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht bestätigen.

Die „ultrahelvetischen“ Gesteine liegen bei Bizau und am Schreibere-Sattel in Synkinalstrukturen des Helvetikums eingefaltet und eingeschuppt. Der etwa 2 km breite Streifen mit „Ultrahelvetikum“ zwischen der Molasse-Südgrenze und dem Klausberg—Winterstaude-Bergrücken zeigt einen komplizierten, nur unzureichend aufgeschlossenen, tektonischen Bau mit intensiver Verschuppung der Schichten.

c) Flysch-Zone

Die ostalpine Flysch-Decke bildet die höchste tektonische Einheit mit der Klippe aus Piesenkopf-Serie am Patenner-Kopf und mit dem Westende der Sigiswanger Decke im Subersach-Knie. Sie liegt in beiden Fällen auf Gesteinen des „Ultrahelvetikums“.

Schriften

- ALEXANDER, K.: Geologische Spezialuntersuchungen im Helvetikum und Ultrahelvetikum des Bregenzer Waldes im Bereich der Winterstaude (Vorarlberg). — Ungedr. Dipl.-Arb., Techn. Hochschule München, 1964.
- BETTENSTAEDT, 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, S. 566—592, Hannover 1958.
- BETTENSTAEDT, F.: Mikrofaunen aus dem Alpenen Raum 108 u. 109 (Subersach). — Ungedr. Ms., Hannover (PREUSSAG) 1964.
- BLOCH, P.: Geologische Spezialuntersuchungen im Helvetikum und „Ultrahelvetikum“ des Bregenzer Waldes, Vorarlberg (Bereich des östlichen Winterstaudengebietes zwischen Schönenbach und Sibratsgfall). — Ungedr. Dipl. Arb. Techn. Hochschule München 1965.
- BOLLI, H.: Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken. — *Eclog. geol. Helv.* 37, Basel 1944, S. 217.
- BREYER, F.: Die orogenen Phasen der gefalteten Molasse, des Helvetikums und des Flysches im westlichen Bayern und in Vorarlberg. — *Abh. deutsch. Akad. Wiss., Kl. III*, KRAUS-Festschrift, Berlin 1960, S. 95—98.
- CADISCH, J.: *Geologie der Schweizer Alpen*. — Basel 1953.
- CORNELIUS, H. P.: *Das Klippengebiet von Balderschwang*. — *Geol. Archiv* 4, München 1926.

- HAGN, H.: Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — *Geologica Bavarica* 44, München 1960, 208 S.
- HEIM, ARN., BAUMBERGER, E., & FUSSENEGGER, S.: Jura und Unterkreide in den helvetischen Alpen beiderseits des Rheins (Vorarlberg und Ostschweiz). — *Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges.* 68, Abh. 2, Zürich 1933, S. 155—219.
- HEIM, ARN., SEITZ, O., & FUSSENEGGER, S.: Die Mittlere Kreide in den helvetischen Alpen von Rheintal und Vorarlberg und das Problem der Kondensation. — *Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges.* 69, Abh. 2, Zürich 1934, S. 185—310.
- HÖFFNER, B.: Bemerkungen zur Paläogeographie und Tektonik des Helvetikum zwischen Iller und Lech. — *Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, NF 44, Stuttgart 1962, S. 93—109.
- HÜGEL, G. W.: Zur Geologie des nordwestlichen Bregenzerwaldes. — *Jahrb. Vorarlberger Landesmuseumsvereins*, Jg. 1961, Bregenz 1962, S. 204—228.
- KRAUS, E.: Der nordalpine Kreideflysch. — *Geol. u. paläontol. Abh.*, N. F., 19, Jena 1932.
- MASCHKE, W.: Geologie zwischen Gopfberg und Blasenka (Hinterer Bregenzer Wald/Vorarlberg). — *Dissert. Univ. Innsbruck*, 1951.
- MUHEIM, F.: Die subalpine Molasse im östlichen Vorarlberg. — *Eclog. geol. Helvetiae* 27, Basel 1933, S. 181—296.
- NABHOLZ, W. K., & VOLL, G.: Bau und Bewegung im gotthardmassivischen Mesozoikum bei Ilanz (Graubünden). — *Eclog. geol. Helv.* 56, Basel 1963, S. 755—808.
- OBERHAUSER, R.: Zur Geologie des Gebietes zwischen Kanisfluh und Hohem Ifen (Bregenzerwald). — *Jb. Vorarlberger Landesmuseumsvereins*, Bregenz 1956, S. 124—126.
- OBERHAUSER, R.: Neue Beiträge zur Geologie und Mikropaläontologie von Helvetikum und Flysch im Gebiet der Hohen Kugel (Vorarlberg). — *Verh. Geol. B.-A.*, Wien 1958, S. 121 bis 140.
- RESCH, W.: Vorbericht über geologische Aufnahmen in der subalpinen Molasse zwischen Rheintal und Bregenzer Ach (Vorarlberg). — *Verh. Geol. B.-A.*, Wien 1963, S. 128—130.
- RICHTER, M.: Die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone und ihre Fortsetzungen nach Westen und Osten. — *Z. deutsch. geol. Ges.* 108, Hannover 1957, S. 156—174.
- RICHTER, M.: Ergebnisse neuer Untersuchungen im Helvetikum des Vorarlberg und Allgäu. — *Abh. dtsh. Akad. Wiss.*, Kl. III (KRAUS-Festschrift), Berlin 1960, S. 77—94.
- RICHTER, M.: Problèmes posés par le Flysch des Alpes orientales. — *Soc. Géol. France (FALLOT-Festschrift Bd. II)*, Paris 1960—63, S. 453—363.
- RIEDEL, L.: Zur Stratigraphie der Oberkreide in Vorarlberg. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 92, Berlin 1940, S. 69—107.
- SCHMIDT-THOME, P.: Zur Geologie und Morphologie des Ifengebirgsstockes (Allgäu). — *Erdkunde* 14, Bonn 1960, S. 181—195.
- SCHMIDT-THOME, P.: Der Alpenraum. In: *Erläuterungen zur Geol. Karte v. Bayern 1:500.000*, S. 245—341, München 1964.
- SIGL, W.: Geologische Spezialuntersuchungen im Helvetikum und Ultrahelvetikum des Bregenzer Waldes im Bereich von Bezaun, östlich der Bregenzer Ache. — *Ungedr. Dipl.-Arb.*, Techn. Hochschule München, 1964.
- STRAETER, H. E. G.: Geologische Untersuchungen zwischen Winterstaude und Subersach (Vorarlberg). — *Dissert. Univ. Zürich*, Haag 1925.
- VAN THIEL, P.: Geologische Forschungen zwischen Bezaun und Egg (Vorarlberg). — *Dissert. Univ. Zürich*, Haag 1924.
- WAGNER, G.: Rund um Hochifen und Gottesackergebiet. — *Oehringen* 1950.