

Stirnregion der Drusbergdecke

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **49 (1956)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Jahrhunderts entstandenen Arbeiten, vor allem die ausführlichen und exakten Beschreibungen KAUFMANN'S, viele brauchbare Hinweise.

Die Einführung der Deckentheorie bedingte eine gründliche Revision des Gebietes. Diese erfolgte in den Jahren 1896–1912 durch A. BUXTORF, A. TOBLER et al. für die geologische Vierwaldstätterseekarte und die dazugehörigen Profile. Für uns ist diese Karte besonders wertvoll, weil sie als einzige umfassende Darstellung in grossem Maßstab schon alle wichtigen Flyschaufschlüsse zeigt. Die späteren Bearbeiter des Gebietes konzentrierten sich entweder auf die Klippen: P. CHRIST (1920) Stanserhorn–Arvigrat, H. KNECHT (1925) Buochserhorn–Musenalp und R. MÄRKY (1926) Klewenalp, oder auf das Helvetikum: H. J. FICHTER (1934) Bauen–Brisen.

In neuerer Zeit sind unsere Kenntnisse über den Flysch im allgemeinen, insbesondere über die zentralschweizerischen Flyschmassen, wesentlich gefördert worden. Wir erwähnen die grundlegenden Arbeiten von W. LEUPOLD (1942), L. VONDERSCHMITT & H. SCHAUB (1943), F. BENTZ (1948), P. SODER (1949), H. SCHAUB (1951 a und b) und W. GIGON (1952). Basierend auf deren Ergebnissen konnte nun versucht werden, auch die schlechter aufgeschlossene und tektonisch gestörte Flyschunterlage der Klippen am Vierwaldstättersee zu gliedern.

Stirnregion der Drusbergdecke

Kreide und Tertiär im Süden unseres Arbeitsgebietes waren schon wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen. Wir möchten vor allem auf FICHTER'S Bearbeitung der Bauen–Brisenkette hinweisen. Neben den Profilen stand uns auch seine noch unveröffentlichte, detaillierte Originalkarte 1:25000 zur Verfügung. Für das Gebiet im Westen, südlich des Arvigrates, waren wir auf die Vierwaldstätterseekarte angewiesen. CHRIST hat allerdings auf seiner ebenfalls noch nicht erschienenen Originalkarte des Stanserhorns einige Änderungen angebracht. Eine erneute Revision wird durchgeführt im Hinblick auf den Druck des Blattes Alpnach des geologischen Atlas der Schweiz 1:25000. Zu Vergleichszwecken konnten wir uns auch auf die unmittelbar im W anschliessende Dissertation von BENTZ stützen.

Im Verlauf der Untersuchungen zu der vorliegenden Arbeit haben wir uns vorwiegend mit denjenigen kretazischen und tertiären Stufen der Drusbergdecke befasst, die in direktem Kontakt mit den überschobenen Flyschmassen stehen.

TEKTONISCHE ÜBERSICHT

In einer allgemeinen Übersicht möchten wir kurz die tektonische Einordnung der im nachfolgenden erwähnten Lokalitäten streifen. Wir bedienen uns dabei der Numerierung der helvetischen Deckfalten, wie sie erstmals in den Profilen der Vierwaldstätterseekarte verwendet und später von ARBENZ (1934), FICHTER und BENTZ weiter ausgebaut wurde. Die uns interessierende Besonderheit der Tektonik des Helvetikums liegt in der intensiven Verfaltung und Verschuppung seiner oberkretazisch-eozänen Mergelhülle mit dem überschobenen Flysch der Habkern–Schlierenzone. Wir werden später auf die Ursachen dieser Erscheinung zurückkommen. Da die vorwiegend weichen helvetischen Mergel- und Kalkserien auch

in sich selber bewegt worden sind, kann nirgends mit Sicherheit eine normale stratigraphische Aufeinanderfolge angenommen werden. Die Aufschlüsse wurden deshalb in erster Linie lithologisch und paläontologisch ausgewertet.

In Falte I ist die Oberkreide – meist nur Amdenermergel – intensiv mit dem Tertiär verschuppt. Im Lielibach bei Beckenried, im E des Gebietes (Fig. 2, p. 426) ist auch der Flysch mit einbezogen worden, wie im W in der Schuppenzone Sachseln–Kerns (F. BENTZ, 1948).

Die Falte II besteht aus einer von FICHTER beschriebenen Stirnschuppe und einer Schuppenzone auf dem Rücken der Falte. Bei Dallenwil, beidseits der Engelberger Aa, ist der normale Schrattenkalkschenkel der Stirnschuppe stark nach N vorgeschoben worden. Dabei wurden die darüberliegenden helvetischen Mergel tektonisch stark ausgedünnt, ebenso wurden Schichtpakete des Helvetikums in den Flysch verfrachtet (Fig. 5, p. 432). Die Schuppenzone auf dem Rücken der Falte ist im Bleikiwald (Fig. 3 und 4, p. 428-429) und im Flühli graben (Fig. 6, p. 434) angeschnitten. Diese tektonisch sehr komplexen Gebilde sind aus Teilen des Helvetikums und des überschobenen Flysches aufgebaut.

Die Stirn der Falte III ist im Eggwald mit dem Flysch verschuppt. Hier und südlich der Klewenalp treten zu den vorhin erwähnten Elementen auch die Wangschichten, über welchen an wenigen Stellen das transgressiv auflagernde Unter-eozän noch erhalten ist. Ebenfalls helvetisch sind die schon lange bekannten Wang- und Nummulitenkalkschürflinge in der Klippenunterlage SE und SW von Stans. Auf Grund von paläontologischen und lithologischen Vergleichen kann angenommen werden, dass sie von der Stirne der Falte III stammen.

Wir werden uns im folgenden bei der Besprechung der einzelnen Stufen an diese Reihenfolge der tektonischen Einheiten halten. Für die Einzelheiten der Profilabfolge verweisen wir auf die entsprechenden Figuren des Abschnittes II.

OBERE KREIDE

Wie eingangs erwähnt, behandeln wir nur die am Aufbau der Schuppenzonen beteiligten Kreidestufen der Drusbergdecke. Es betrifft dies die obere Kreide, die wir in Seewerschichten, Amdenerschichten und Wangschichten unterteilen. Einzig S der Musenalp bei Alp Ahorn liegt infolge Abschürfung der Oberkreide der Flysch direkt auf Brisibreccie (vgl. H. J. FICHTER [1934], p. 119).

Seewerschichten

Der Seewerkalk, der in unserem Untersuchungsgebiet nur in der Falte II aufgeschlossen ist, zeigt die typische Ausbildung: cremefarbene bis grünlichgraue, dichte, dünnbankige Kalke mit dünnen Mergelzwischenlagen. Bei tektonischer Beanspruchung sind die Kalke von vielen, durch Calcit ausgeheilten Rissen durchsetzt. Die Mergel sind meist ausgewalzt und weisen zahlreiche glänzende Rutschharnische auf.

Die Basis des Seewerkalkes der Stirnschuppe ist im Buoholzbach, 500 m W Niederrickenbach, im sogenannten Kohlertobel, in einem Fenster aufgeschlossen (Fig. 5, p. 432). Die Kalke enthalten Glaukonit und gehen nach unten in Knollenschichten über. Wir fanden *Fissurinen*, *Globigerinen*, *Rotalipora cf. apen-*

ninica RENZ und *Globotruncana cf. stephani* GANDOLFI. Diese Fauna deutet auf mittleres, eventuell oberes Cénomaniens.

Weiter bachabwärts ist ein von der Stirnschuppe abgetrenntes, überkipptes Paket aufgeschlossen (Fig. 5, p. 432). Über südfallenden, gestörten Amdenermergeln folgt mit scharfem Kontakt zerrütteter Seewerkalk. Im Dünnschliff stellten wir neben Fissurinen und Globigerinen auch Globotruncanen der *Lapparenti*-gruppe fest. Häufig sind auch Seeigelstacheln und Inoceramenprismen. Es handelt sich hier um den obersten, turon-senonen Teil des Seewerkalkes.

Im Bleikiwald (W-Hang des Kohltales) ist im ersten Bach der normalliegende Schenkel der Falte II aufgeschlossen (S-Ende der Geländekante Gorneren, Fig. 3 und 4, p. 428-429). Der Seewerkalk wird gegen oben dünnbankiger und geht in rund 2 m helle, grünlichgraue Seewerschiefer über, die sich ihrerseits ohne scharfe Grenze in die Amdenermergel fortsetzen. Die Basis ist durch Brüche abgeschnitten. In den unteren Partien der Kalke stellten wir eine reiche Fauna fest:

Fissurinen

Textulariden

Gümbeliniden

Globigeriniden

Rotalipora turonica BROTZEN (= *Globotruncana alpina* BOLLI)

Globotruncana stephani GANDOLFI

Globotruncana stephani var. *turbinata* REICHEL

Globotruncana cf. renzi THALMANN.

Nach H. BOLLI (1944) und den neuesten Arbeiten von F. DALBIEZ (1955) und R. GANDOLFI (1955) ist diese Fauna charakteristisch für die Grenze Cénomaniens-Turonien.

In den Seewerschiefern fanden wir neben kleinen Globigerinen und Gümbeliniden nur nicht stufentypische Globotruncanen der *Lapparenti*-gruppe.

Zusammenfassend stellen wir in Übereinstimmung mit BOLLI fest, dass der Seewerkalk in der Falte II vom mittleren Cénomaniens bis an die Grenze Turonien-Sénonien reicht und dass den geringmächtigen Seewermergeln wahrscheinlich untersenones Alter zukommt.

Amdenerschichten

Die feingeschichteten Amdenermergel treten als wesentlicher Bestandteil in den Schuppenzonen aller drei Falten auf. In ungestörter Lagerung sind ihre dunkle, lauchgraue Farbe und ihr matter Glanz charakteristisch. Sie sind in unserem Untersuchungsgebiet nie sichtbar sandig oder fleckig (im Gegensatz zu den helleren, gelblichen Stadschiefern). Häufig sind dünne Siltbänke eingelagert. Bei tektonischer Beanspruchung werden die Mergel dunkler und schiefriger, zeigen glänzende Rutschharnische und zahlreiche, durch Calcit ausgeheilte, feine Risse. Oft sind sie intensiv gefältelt und enthalten dann die zerbrochenen Siltbänke als linsenförmige Einschlüsse. Diese Ausbildungsart der Amdenerschichten kann bei oberflächlicher Betrachtung leicht als «Wildfisch» angesprochen werden.

Die Mergel sind recht fossilarm. Wir fanden nur vereinzelte Fissurinen, meist pyritisierte Globigerinen und zweikielige Globotruncanen. Die Siltbänke hingegen

zeigen eine reiche, wenn auch schwer bestimmbare Kleinforaminiferenfauna, vorwiegend *Textulariden*, *Lageniden*, *Heteroheliciden*, *Buliminiden*, *Cassiduliniden* und *Globigeriniden*. Sehr auffallend ist die schlierige Anordnung der Quarz- und Glaukonitkörner. Sie sind nicht gleichmässig verteilt, sondern zonenweise stärker angereichert. Damit unterscheiden sich die Silte auch in rekristallisiertem Zustand von den äusserlich ähnlichen Silten in den eozänen Globigerinenmergeln.

Die gleichförmige Ausbildung der Amdenerschichten in unserem Untersuchungsgebiet lässt keine Unterteilung zu. BENTZ (1948) erwähnt aus der Gegend von Sachseln eine seltene, fleckige Varietät und stellt sie zu den Leibodenmergeln. Auch FICHTER (1934) vermutet, dass wenigstens im Norden ein Äquivalent dieser Stufe vorhanden sei und beschreibt grünlichgraue Mergelkalkbänke aus dem unteren Teil der Serie. In einem Schriff vom Kritersbach (Hoberg) bestimmten wir:

Fissurinen

Textularia sp.

Gümbelina sp.

Globigerina div. sp.

Globigerinella sp.

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN

Globotruncana lapparenti tricarinata QUEREAU

Globotruncana lapparenti coronata BOLLI

Globotruncana lapparenti bulloides VOGLER

Globotruncana cf. *ventricosa* WHITE.

Die Fauna, die ins untere Santonien zu stellen ist, bestätigt die Vermutung FICHTERS.

Wangschichten

Die Wangschichten treten nur im südlichsten Teil des Helvetikums auf, erstmals in der Mulde zwischen Falte II und III (Faulberg–Oberbauenalp). Infolge axialen Abtauchens verschwindet dieser Muldenzug am Heitiberg unter der Stirne der nächsthöheren Falte. Die Wangschichten sind hier sehr mächtig und ziehen gegen W bis zum Bärfallenpass, wo sie seitlich rasch auskeilen. Erst im Gummengrat setzen sie wieder ein und lassen sich über Eggalp, Gräfimattnollen bis zur Kernalp verfolgen.

Schon FICHTER erklärte das vollständige Fehlen der Wangschichten zwischen dem Bärfallenpass und dem Tal der Engelberger Aa durch Abscherung. Das gleiche nimmt auch BENTZ für das Gebiet zwischen Gräfimatt und Obstocken an. Für diese Annahmen sprechen die vielen Schürfpakete in der Unterlage der Klippen und des Schlierenflesches.

Die lithologische Ausbildung der Wangschichten ist schon von früheren Autoren ausführlich beschrieben worden: H. J. FICHTER (1934), F. ZIMMERMANN (1936) und F. BENTZ (1948). Wir verweisen auf die detaillierte Unterteilung in der letztgenannten Arbeit. Mit Ausnahme des feinschichtigen Kalkes fanden wir sämtliche lithologischen Typen auch in den Schürfpaketen, weitaus überwiegend aber total zerbrochene Kieselkalke mit stark geschiefertem Mergel- und Mergelkalkzwischenlagen. Interessant ist nun, dass wir die genau gleiche Ausbildungsart, mit der für tektonische Beanspruchung charakteristischen schwarzen Farbe, auch in den ver-

schuppten Partien des Eggwaldgebietes gefunden haben. Wir betrachten dies als weiteres Indiz für die Herkunft der Schürflinge aus diesem Deckenteil.

Die starke Rekristallisation der Gesteine erschwert die Bestimmung der Kleinforaminiferen. Neben Spongiennadeln, Echinodermenresten und Inoceramenprismen stellten wir eine ähnliche Fauna fest, wie wir sie aus den Silten der Amdenermergel beschrieben haben. Besondere Beachtung verdienen die Globotruncanen:

Globotruncana arca CUSHMAN (= *Glt. leupoldi* BOLLI)

Globotruncana stuarti DE LAPPARENT

Globotruncana cf. *caliciformis* DE LAPPARENT

Diese Formen sind typisch für Maestrichtien. Daneben treten auch zweikielige Arten auf mit engen, hohen Kammern, die am besten mit *Globotruncana rugosa* MARIE¹⁾ zu vergleichen sind. Häufig sind auch Rugoglobigerinen, deren oberflächliche Warzen und Leisten in einzelnen Schnitten Kiele vortäuschen können.

Im unteren Teil der Wangschichten tritt nesterweise eine grobsandige Varietät auf, die besonders reich an agglutinierten Formen ist. Aus einem Handstück von Büren (Büren an der Aa) aus der Institutssammlung (coll. et leg. W. LEUPOLD) bestimmten wir im Schliff Lituoliden, Textulariden und Verneuliniden sowie grosse Lageniden. Am auffallendsten ist die stark sandige *Navarella joaquina* CIRY & RAT²⁾.

TERTIÄR

Die normalen stratigraphischen Zusammenhänge im Helvetikum unseres Untersuchungsgebietes sind infolge tektonischer Durchbewegung stark gestört worden. Das gilt vor allem für die tertiären Gesteine. Um die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse rekonstruieren zu können, sind wir auf Vergleiche mit den bekannten, südlich anschliessenden Gebieten angewiesen. H. J. FICHTER (1934) gliedert das Eozän der Bauen-Brisenkette von unten nach oben in:

Lutétien und Auversien:

Assilinengrünsand (N) – Lithothamnienkalk (S)

Oberer Grünsand (Nummulitengrünsand)

Pectinitenschiefer

Hohgantsandstein

Priabonien:

Stadschiefer.

F. BENTZ (1948) kommt für das auf Amdenermergel transgredierende Eozän des Sarnerseegebietes auf die gleiche Unterteilung³⁾. Allerdings misst er den faciel-
len Unterschieden mehr Bedeutung zu und behandelt das auf Wangschichten trans-

¹⁾ Abgebildet in H. HAGN, 1953.

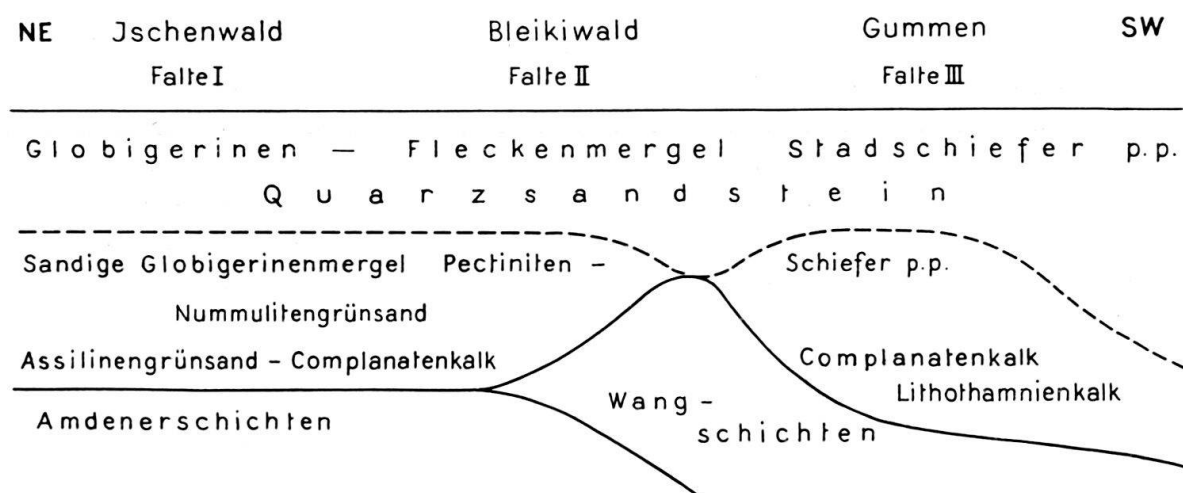
²⁾ Diese Form wurde früher als *Lituola grandis* REUSS (= *Haplophragmium grande* REUSS) beschrieben: F. ZIMMERMANN (1936), H. BOLLI (1944). W. MAYNC (1954) konnte zeigen, dass sie in den meisten Fällen mit der von CIRY & RAT (1951) beschriebenen *Navarella joaquina* identisch ist.

³⁾ BENTZ verwendet die Bezeichnungen der von LEUPOLD auf der Flyschtagung 1946 vorgeschlagenen Unterteilung des helvetischen Tertiärs. Siehe J. CADISCH (1953), Geologie der Schweizer Alpen, p. 160.

gredierende Eozän im SW seines Gebietes gesondert. Er trennt von unten nach oben in:

Lithothamnienkalk
Sandige Schiefer
Quarzsandstein
Globigerinen-Fleckenmergel.

Basierend auf diesen beiden Einteilungen und auf Grund eigener Beobachtungen kommen wir zu folgender Darstellung der Ausbildungsunterschiede in unserem Untersuchungsgebiet:



Im Eozän ist nur die Transgression des Quarzsandsteins angegeben.

Lithothamnienkalk

Als tiefstes Schichtglied der Eozänserie treten im Untersuchungsgebiet unter dem Complanatenkalk Lithothamnienkalke auf, und zwar in zwei tektonisch gesonderten Stellungen: im Schichtverband der Falte III und als Schuppen im Flysch der Klippenunterlage.

a) Schichtverband der Falte III

Im SW, auf dem Rücken von Falte III, transgrediert Lithothamnienkalk auf die Wangschichten. Seine Mächtigkeit variiert sehr stark. Am grössten ist sie am Gummengrat, wo die Dicke der in der Stirn der Falte verschuppten Platte bis zu 50 m beträgt. Im E und im W ist sie bedeutend geringmächtiger. Wir fanden östlich des Bärfallenpasses nur noch 5 m, und BENTZ gibt für das Gebiet von Obstocken eine maximale Mächtigkeit von 12 m an. Auch in der lithologischen Ausbildung zeigen sich Unterschiede. Die Hauptmasse besteht aus hellem, dichtem Lithothamnienkalk. An der Basis ist er glaukonitreicher und als grauer Nummulitenkalk ausgebildet. Auch gegen oben führt er vermehrt Glaukonit und geht in Complanatenkalk über.

Die transgressive Auflagerung ist nur an zwei Stellen aufgeschlossen. Wir fanden ein Transgressionskonglomerat, das neben aufgearbeiteten Wangschichten auch grosse Lithothamnienknollen enthält. Da die graue, leicht spätige Grund-

masse der Nummulitenkalke äusserlich dem kieseligen Wangkalk sehr ähnlich ist, wird die Feststellung von J. KAUFMANN (1886) und C. MOESCH (1894), sie hätten in den Wangschichten oberkretazische Nummuliten gefunden, leicht verständlich. Im Anschliff ist die scharfe Grenze jedoch deutlich sichtbar. Neben den erwähnten Lithothamnien fanden wir Bryozoen und Ostracoden sowie eine reiche Foraminiferenfauna: Lageniden, Milioliden, Chapmanina, Gypsina, Rotalia, Nummuliten, Discocyclinen, Asterocyclinen und Aktinocyclinen.

Die Gliederung der Hauptmasse der hellen Lithothamnienkalke stösst auf Schwierigkeiten, da die glattgewaschenen, senkrechten Felswände im Eggwaldgebiet nicht durchgehend zugänglich sind. Zudem ist die schwach nach NE geneigte, durch Schuppung mehrmals repetierte Kalkplatte sehr stark verbrochen. Grosse Partien, vor allem die ganze, SE des Gummengrates liegende Masse, müssen als verstürzt angesehen werden. Bei der Auswertung der aufgesammelten Proben im Laboratorium zeigte sich, dass verschiedene Horizonte zu erkennen sind⁴⁾.

Vorherrschend sind hellgraue, an Lithothamnien und Bryozoen reiche Nummulitenkalke, die nesterweise Alveolinen enthalten. Aus den unteren Partien der Riffe von Gummen und Wirzweli fanden wir an Grossforaminiferen:

Nummulites aff. *partschi tauricus* (DE LA HARPE) A-Form

Nummulites aff. *gallensis* HEIM (? var. *minor* LEUPOLD)

Nummulites cf. «*complanata* var. *minor*» HEIM

Assilina aff. *spira*⁵⁾ (= *A. granulosa* var. *major* HEIM)

Assilina cf. *reicheli* SCHAUB

Discocyclina div. sp.

Asterocyclina sp.

Alveolina div. sp.

Die Durchsicht der Nummuliten und Assilinen verdanken wir H. SCHAUB. Da aus den dichten Kalken keine Formen isoliert werden konnten, waren wir auf Dünnschliffvergleiche angewiesen. Die altersmässige Einordnung dieser Fauna kann deshalb nur mit Vorbehalt erfolgen. Sie kann am besten mit derjenigen des oberen Teils der grauen Nummulitenkalke der N Einsiedlerriffe (Kalch-Steinbach) verglichen werden (W. LEUPOLD et al. 1935). Wir stellen sie deshalb an die Grenze Yprésien-Lutétien. Nach einer freundlichen Mitteilung von L. HOTTINGER lassen sich auch die Alveolinen in diese Zone einordnen⁶⁾. Wir können somit die von TOBLER (1929) vorgenommene Einreihung ins Auversien nicht bestätigen.

An wenigen Stellen des Gummengrates ist in den obersten Partien ein glaukonitreicher Complanatenkalk aufgeschlossen. Gegen oben geht er in raschem Wechsel in sandige Schiefer über, die in ihrer Ausbildung den Pectinitenschiefern entsprechen. Wir können vorläufig noch nicht entscheiden, ob man deswegen annehmen muss, dass der unterlagernde Lithothamnienkalk, dessen Basis an der Ypré-

⁴⁾ Neben eigenen Handstücken stand uns auch die Belegsammlung zu A. TOBLER (1929) zur Verfügung. Wir verdanken dies dem freundlichen Entgegenkommen des Basler Naturhistorischen Museums.

⁵⁾ Vgl. H. SCHAUB, 1955.

⁶⁾ L. HOTTINGER bearbeitet zur Zeit die tertiären Alveolinen und revidiert dabei auch die schweizerischen Faunen. In diesem Zusammenhang werden auch die Alveolinen unseres Gebietes näher untersucht und nach Möglichkeit bestimmt werden.

sien-Lutétien-Grenze, möglicherweise sogar noch etwas tiefer liegt, durchgehend bis ins mittlere Lutétien reicht.

b) Schürflinge in der Klippenunterlage

Die helvetischen Wang- und Nummulitenkalkschürflinge im Flysch der Klippenunterlage SW und SE von Stans waren schon TOBLER bekannt⁷⁾. Er erklärte sie als abgescherte Pakete aus dem Gummengebiet, gestützt auf entsprechende Alveolinenfunde an beiden Orten. Später wurde wiederholt auf die auffallende lithologische Übereinstimmung der helvetischen Schürflinge im subalpinen Flysch und unter dem Schlierenflysch mit den Vorkommen von Stans hingewiesen (vgl. H. HAUS, 1937, und W. LEUPOLD, 1942). Uns beschäftigte vor allem die Frage, ob die Nummulitenkalke von Stans wirklich mit denjenigen von Gummen identisch sind. Das zweite Problem, die Parallelisierung der Schürflinge am Alpenrand, kann möglicherweise bei der Revision der Alveolinen gelöst werden.

Auf Grund übereinstimmender Nummuliten und Alveolinenfunde kommen wir zu einer Bestätigung der Ansicht TOBLERS. Die Herkunft der Schürflinge aus der Stirn der Falte III kann für unser Gebiet als gesichert angesehen werden.

Assilinengrünsand-Complanatenkalk

Der Assilinengrünsand geht gegen S durch Glaukonitabnahme in den Complanatenkalk über (Schuppen im Bleikiwald). Der typische hell- bis dunkelgrüne Glaukonitsandstein mit Assilinen tritt nur im N auf. Im Ischenwald ist die rund 5 m mächtige Bank mehrfach verschuppt. In isolierten Vorkommen ist sie nur durch ihren Reichtum an Grossforaminiferen (an der Oberfläche meist löcherig herausgewittert) von transgressiv überlagerndem Nummulitengrünsand zu unterscheiden⁸⁾. Wir fanden:

Assilina exponens SOWERBY

Discocyclus discus RÜTIMEYER

Kleine Nummuliten und Discocyclinen

Der typische Complanatenkalk transgrediert am Heitiberg auf Wangschichten und ist nur an der Basis stärker glaukonitisch. Er enthält:

Nummulites millecaput BOUBÉE (N. «*complanatus*» auctorum)

Nummulites cf. *uranensis* DE LA HARPE

Assilina exponens SOWERBY

Kleine Nummuliten und Discocyclinen.

Nummulitengrünsand (= unterer Grünsand des Oberlutétien LEUPOLD)

Über Assilinengrünsand und Complanatenkalk folgt mit deutlicher Grenze der meist dunklere und dichtere Nummulitengrünsand. Er ist häufig als hellpunktierter Hakengrünsand im Sinne KAUFMANN'S (1872) ausgebildet und ist bedeutend fossilärmer. Aus der Basis bestimmten wir:

⁷⁾ A. TOBLER entdeckte 1929 die Schürflinge von Geren bei Stans. In der älteren Literatur werden die beiden wichtigsten Aufschlüsse als Gütisch ob Gören und Gisi bei Gören angeführt.

⁸⁾ Die Abtrennung der beiden Grünsandbänke erfolgte in Anlehnung an FICHTER (1934).

Nummulites millecaput BOUBÉE

Assilina exponens SOWERBY

Discocyclus discus RÜTIMEYER

Kleine Discocyclusen und grosse Lageniden.

Sandige Globigerinenmergel (Pectinitenschiefer p.p.)

Die braungrauen, sandigen, glimmer- und glaukonithaltigen Globigerinenmergel treten im ganzen Untersuchungsgebiet auf. Im N gehen sie nach oben aus den Nummulitengrünsanden hervor und zeichnen sich in ihrer Basis durch besonders grosse Glaukonitkörper aus (max. Korngrösse 0,9 mm; vgl. H. J. FICHTER [1934], p. 91). In den oberen Partien enthalten sie oft Silt- und Quarzsandsteinbänke. Wir konnten ihre ursprüngliche Mächtigkeit nirgends mit Sicherheit feststellen. FICHTER gibt für Falte I und II rund 5 m an.

Im Süden, im Bereich der Falte III, bilden die sandigen Schiefer oft nur noch eine dünne Übergangszone zwischen glaukonitreichem Complanatenkalk und hangendem Quarzsandstein.

Nur im Norden (Falte I und II) beobachteten wir an der Basis vereinzelte Pectiniden und Austern (*Ostrea cariosa* DESHAYES), so dass hier die Bezeichnung Pectinitenschiefer berechtigt ist. Neben den immer häufigen Globigerinen treten in den Mergeln Textulariden, Milioliden, Lageniden, Heteroheliciden, Buliminiden und Anomaliniden auf sowie an Grossformen: Nummuliten, Operculinen, Discocyclusen und Aktinocyclusen. Der Fossilinhalt der Quarzsandstein- und Siltbänke ist infolge Rekristallisation meist unbestimmbar geworden.

Quarzsandstein

Auch der hellgraue Quarzsandstein ist in allen drei Falten vertreten. Seine Mächtigkeit nimmt gegen S von 5 m bis auf 60 cm ab. Im allgemeinen liegt er konkordant auf den sandigen Globigerinenmergeln, an einzelnen Stellen des Gummengrates und im oberen Lielibach transgrediert er direkt auf Lithothamnienkalke. Bei Alp Staffel schneidet er sogar bis auf die Wangschichten hinunter. Auffallend sind dort die grossen Quarzkörner der Grundmasse des Transgressionskonglomerates und die darin aufgearbeiteten Pectinitenschiefer. Wir fanden eine ähnliche Fauna, wie wir sie aus den sandigen Schiefeln beschrieben haben. Meistens ist jedoch der Erhaltungszustand derart schlecht, dass eine Bestimmung nicht mehr möglich ist.

Globigerinen-Fleckenmergel (Stadschiefer p.p.)

In früheren Publikationen werden die Stadschiefer der nördlichen Region (Falte I und II) als helle, glimmerführende, tonige oder schwach sandige Mergel bezeichnet und als völlig steril angesehen (H. J. FICHTER, 1934, und F. BENTZ, 1948). Der zweitgenannte Autor beschreibt aus der südlichen Falte IIa fleckige Globigerinenmergel. H. BOLLI (1950) konnte aus den Mergeln der Typlokalität Alpnachstad eine reiche, rund 30 Arten umfassende Fauna isolieren und bestim-

men und damit die typischen Stadschiefer einer bestimmten Zone zuordnen⁹⁾. Seine zum Ausschlämmen der Foraminiferen beschriebene Methode hat in den durch tektonische Beanspruchung gepressten und geschieferten Mergeln unseres Untersuchungsgebietes nicht zum gewünschten Erfolg geführt. Wir waren weiterhin auf Dünnschliffvergleiche angewiesen und sind uns dabei bewusst, dass wir auf diese Weise nicht die ganze Fauna erfassen konnten.

In unserem Untersuchungsgebiet lassen sich drei verschiedene Ausbildungsarten unterscheiden:

- a) Hellgraue, tonige, dichte Mergel, völlig steril. Wir fanden sie im Ischenwald und im Bleikiwald, wo wir auch Übergänge zu der globigerinenführenden Varietät b) beobachten konnten.
- b) Hellgraue, fleckige Globigerinenmergel, auf der angewitterten Oberfläche dunkel punktiert. Sie sind oft feinsandig und immer glimmerführend. Sie enthalten häufig graue, pyrihaltige Siltbänke und seltener dünne, grünlichgraue, feingeschichtete, glaukonitische Sandsteinzwischenlagen.
- c) Graubraune, feinsandige, glimmerführende, fleckige Globigerinenmergel mit grauen Siltbänken. Sie können am besten mit den Schiefern der Typlokalität Alpnachstad verglichen werden.

Eine Lagerungsfolge der drei Ausbildungsarten konnte nicht festgestellt werden. Die Varietäten b) und c) treten in allen drei Falten auf und sind meist miteinander verschuppt. Sie zeigen im Gegensatz zu a) immer eine reiche Foraminiferenfauna. In den Mergeln fanden wir neben Textulariden, Milioliden, Lageniden, Heteroheliciden, Buliminiden und Anomaliniden:

Globigerina div. sp.

Globigerinoides mexicana CUSHMAN

Globigerinella sp.

Globorotalia cf. *centralis* CUSHMAN & BERMUDEZ

Globorotalia cf. *crassata* (CUSHMAN)

Globorotalia cf. *cocoaensis* CUSHMAN

Globorotalia sp.

Die Silt- und Sandsteinbänke enthalten auch häufig Discocyclinen. Als besonders fossilreich erwiesen sich die dünnen Sandsteinbänke, die vor allem im Bleikiwald zu beobachten sind. Neben den oben erwähnten Formen stellten wir fest:

Lithothamnium

Dentalium

Asterigerina sp.

Amphistegina sp.

Anomalina sp.

Cibicides sp.

Operculina sp.

Discocyclina cf. *sella* (D'ARCHIAC)

Discocyclina cf. *augustae* VAN DER WEIJDEN

Discocyclina cf. *varians* (KAUFMANN)

Asterocyclinen und Aktinocyclinen.

⁹⁾ BOLLI vergleicht mit amerikanischen Faunen und schlägt als neue Bezeichnung vor: Stadschiefer, *Bulimina-jacksonensis*-Zone.

Diese Formengemeinschaft ist am besten mit obereozänen Faunen vergleichbar (siehe F. BENTZ, 1948, M. FURRER, 1949, J. SCHWEIGHAUSER, 1953). Wir stellen sie deshalb ebenfalls ins Priabonien.

Zusammenfassende Betrachtungen

Bei der vorangegangenen Beschreibung des helvetischen Tertiärs haben wir gesehen, dass mit Ausnahme der Globigerinen-Fleckenmergel sämtliche unterscheidbaren Stufen auf die kretazische Unterlage transgredieren. Wir wollen im folgenden die Gründe erörtern, die zu dieser Entwicklung geführt haben.

In verschiedenen Arbeiten hat W. LEUPOLD darauf hingewiesen, dass im helvetischen Tertiär von N nach S immer ältere Schichtglieder zur Ablagerung gelangt sind (W. LEUPOLD, 1935, 1942). Sein Schüler J. SCHUMACHER (1948) hat seine Zonengliederung weiter ausgebaut. Wir können daraus entnehmen, dass die Grünsande von Falte I und II der Zone des transgredierenden Unterlutétien angehören und dass in der südlich anschliessenden Mulde die Galensisschichten des Basalen Lutétien zu erwarten wären (analog den Gebieten E des Urnersees). Statt dessen transgredieren am Heitiberg Complanatenkalke des Mittellutétien. Bei Alp Staffel schneidet sogar der Quarzsandstein auf die Wangschichten hinunter. SCHUMACHER führt dies auf eine von FICHTER entdeckte Schwelle zurück. Er sieht darin die östliche Fortsetzung des von LEUPOLD aus dem Ultrahelvetikum des Berner Oberlandes beschriebenen geantiklinalen Rückens.

Weiter südlich, im Rücken von Falte III, finden wir Lithothamnienkalke. Sie wurden von LEUPOLD (1942) als die südliche Facies der Complanatenkalke bezeichnet. Am Gummengrat, dem südlichsten in unserem Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Deckenteil, erreicht der Lithothamnienkalk seine grösste vertikale Ausdehnung. In der östlichen und westlichen Fortsetzung nimmt seine Mächtigkeit rasch ab. Im oberen Lielibach und SW von Giswil wird er seitlich durch den transgredierenden Quarzsandstein abgeschnitten (vgl. L. VONDERSCHMITT, 1923, und W. LEUPOLD, 1942).

Wir dürfen annehmen, dass der Lithothamnienkalk das Basale und möglicherweise auch das untere Lutétien repräsentiert. Wir betrachten ihn als südliche, glaukonitarne Ausbildungsart der entsprechenden gleichaltrigen Gallensishorizonte, in der gleichen Art, wie dies FICHTER für den überlagernden Complanatenkalk gezeigt hat. LEUPOLD führt den geringen Glaukonitgehalt ebenfalls auf die oben erwähnte Schwelle zurück.

Wir sehen also, dass wir trotz lokaler Schwellenbildung gegen S wiederum ältere Eozänstufen finden. Das steht scheinbar im Widerspruch zu den Beobachtungen von F. BENTZ bei Obstocken und D. STAEGGER (1944) am Wilerhorn, wonach die älteren Horizonte gegen SW sukzessive auskeilen und immer jüngere Schichtglieder auf die Wangschichten transgredieren (vgl. die Zusammenstellung in W. LEUPOLD, 1942, p. 283). Auch in unserem Untersuchungsgebiet fanden wir, wenn auch in geringerem Masse, die gleichen Erscheinungen. Aus aufgearbeiteten Pectinitenschiefern im Transgressionskonglomerat des Quarzsandsteins bei Alp Staffel können wir schliessen, dass die tiefern Horizonte ursprünglich abgelagert worden sind und erst nachträglich erodiert wurden. Das Fehlen weiterer Beweise müssen wir auf die extrem schlechten Aufschlussbedingungen zurückführen.

Gemessen am Ausmass der Transgressionen müssen wir für das Helvetikum verschiedene, kräftige eozäne Bewegungen annehmen. Wir werden später nochmals darauf zu sprechen kommen.

Flyschzone

GLIEDERUNG DER FLYSCHZONE

Aus der umfangreichen Geschichte der Erforschung der zentralschweizerischen Flyschmassen, vor allem der Habkern–Schlierenmulde, greifen wir nur die letzten, für unser Gebiet wichtigen Abschnitte heraus. Im übrigen verweisen wir auf die ausführliche Darstellung des gesamten Fragenkomplexes durch P. SODER (1949, p. 69 ff.).

In älteren Arbeiten wurde durchwegs die Ansicht vertreten, die Gesteine der Habkern–Schlierenmulde bildeten eine durchgehende Serie aus den turonen Leimernkalken in die eozänen Schlierensandsteine. Bei einem neuen Versuch, die Flyschmassen zu gliedern, trennte W. LEUPOLD (1942) den Wildflysch als besonderes tektonisches Stockwerk vom hangenden Schlierenflysch ab, ohne jedoch Fossilbelege für die Altersstellung zu geben. Wenig später gelang es L. VONDER-SCHMITT und H. SCHAUB (1943) in der Schlattrübi bei Alpnach die Abtrennung definitiv nachzuweisen. Sie konnten sich dabei auf Beobachtungen von A. BUXTORF (1943) stützen, der im Schlierli bei Alpnach ein Transgressionskonglomerat von priabonen Schiefen auf oberkretazische Leimernschichten gefunden hatte. Sie konnten ferner zeigen, dass ein Teil des als Einheit aufgefassten Wildflysches gestörter Basaler Schlierenflysch ist und somit einer höheren tektonischen Abteilung angehört.

Der Schlierenflysch konnte lithologisch und paläontologisch unterteilt werden¹⁰). Die Serie beginnt im Normalprofil der Grossen Schlieren mit plattigen Sandstein- und Kalkbänken mit Mergelzwischenlagen. Die darin enthaltenen Globotruncanen und Miscellaneen weisen auf oberste Kreide. Der nächste Abschnitt, eine kompakte Sandsteinserie (Gubersandstein), ist durch das Auftreten von *Discocyclina seunesi* DOUVILLÉ als Paleozän definiert. Darüber folgt eine gleichmässige Wechsellagerung von Sandsteinen und Mergeln (Schonisandstein) mit radiaten Nummuliten. Im obersten Teil überwiegen wiederum die Mergel (oberer Schlierensandstein). Hier treten erstmals granulierten Nummuliten auf. Die beiden letzten Abschnitte werden auf Grund ihrer Fauna ins Yprésien gestellt. Während die Fortsetzung nach oben fehlt, sind an anderen Orten (Sattelpass, Rothbach) noch tiefere, dem Maestrichtien zuzuordnende Flyschvorkommen aufgeschlossen.

Unter der Aufschiebungsfläche des Schlierenflysches liegt eine obereozäne Wildflyschserie, die lithologisch ebenfalls weitergegliedert werden konnte. Der obere Teil besteht aus graubraunen Globigerinenmergeln mit Quarzit- und Lithothamnienkalklinsen. Im mittleren Abschnitt treten graue, glimmerhaltige Mergel mit Sandsteinbänken auf. Darunter folgt der eigentliche, typische Wildflysch mit

¹⁰) Zur Stratigraphie und Paläontologie des Schlierenflysch vgl. H. SCHAUB, 1951 a und b, sowie L. VONDER-SCHMITT und H. SCHAUB, 1943 und 1951.