

Stratigraphie

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **65 (1972)**

Heft 2

PDF erstellt am: **17.05.2024**

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.

Volumenprozent) von der jeweiligen Kategorie (z. B. Foraminiferen) eingenommen wird.

Die Grösse der Punkte soll so interpretiert werden:

1 Punkt: Grössenklasse gibt Mittelwert.

2 Punkte: die beiden Grössenklassen geben den Bereich.

3–4 Punkte: die Grössenverteilung ist berücksichtigt.

Fossilien: Die zweite Kolonne bezieht sich nur auf Foraminiferen. Die Signatur links bedeutet, dass diese Gruppe zahlreicher ist als jene der rechts stehenden. Ausgefüllte Signaturen deuten auf eine Population mit wesentlich grösseren Individuen als jene der andern Gruppe hin.

Petrographie: Die Anzahl der einzelnen Signaturen (1–3) gibt die Häufigkeit unter 1 % (gilt auch für Dolomit und Glaukonit), die Kurven jene über 1 % des Gesamtvolumens an.

2. STRATIGRAPHIE

2.1 Einleitung

Wie weiter oben schon erwähnt, wurde mein Arbeitsgebiet von HEIM in seiner Churfürsten-Mattstock-Monographie zum Teil recht ausführlich behandelt. Um Doppelspurigkeiten zu vermeiden, verweise ich eindringlich auf die Originalliteratur. In dieser Arbeit möchte ich deshalb allein Wert auf neue Resultate, hauptsächlich der eingehender untersuchten Drusberg- und Schrattenkalkformationen, legen und nur der Zusammenhänge wegen die Literatur zitieren, meist aber auf dieselbe verweisen.

2.2 Palfrisschiefer

Diesen alten Namen von A. ESCHER VON DER LINTH gebrauche ich absichtlich anstelle von «Valanginian-Mergel». Erstens liegt ja gerade in meinem Gebiet die Typlokalität Palfris, und zweitens sollte bekanntlich ein Formationsname keine Stufennamen enthalten.

Die bräunlichgrauen, feinkörnigen, dünngebankten Palfrisschiefer sind nur in Anrissen und Bachtobeln aufgeschlossen. Im eigentlichen Untersuchungsgebiet fand ich sie nur an der Typlokalität (Schwarzröfe) und im Malanser Tobel. Sie sind bei HEIM (1916, S. 470) ausführlich beschrieben. Der Karbonatgehalt wurde mit 60% bestimmt. Eine Schlämmprobe lieferte unbestimmbare, tektonisch zerdrückte Foraminiferen und einige Bruchstücke von Ammoniten-Pyritkernen. Die Mächtigkeit ist nicht messbar, da eine Deckentrennung in diesen weichen Unterkreidemergeln vorliegt.

2.3 Diphyoideskalk

Vom hangenden Kieselkalk hebt sich der etwa 80 m mächtige Diphyoideskalk von weitem durch seine helle Anwitterungsfarbe ab. Er ist von den Alpen Palfris und Malun aus als helles Band am Fusse der schroffen Alvier-Fulfirst-Südwand schön zu verfolgen. Seine Untergrenze ist stets von Schutt bedeckt.

Es handelt sich um einen feinspätigen bis dichten, bräunlich-hellgrau anwitternden im Bruch mittelgrauen Kalk mit einzelnen bis vielen kleinen Spatflächen. HEIM hat (1916, S. 435) am Einstieg zum Alvierkamin ein Profil aufgenommen und beschrieben.

Weiter ist der Diphyoideskalk längs des Schaner Bachs zwischen Kote 700 und 900 aufgeschlossen (S Capätsch und in den nahen Alpweiden). Zwischen P. 881 und dem Schwimmbad Oberschan finden wir den Übergang in den Kieselkalk. Die obersten zehn Meter des Diphyoideskalks sind von Kieselkalkschlieren durchsetzt, die dann rasch in reinen Kieselkalk übergehen. Eine messerscharfe Grenze, wie sie HEIM angibt, konnte ich nicht feststellen.

Ein Dünnschliff aus dem oben erwähnten Übergang zeigt eine unreine mikritische Matrix (70%). Darin schwimmen 0,2 mm grosse Allocheme: die meisten sind undefinierbare Kalksplitterchen (Echinodermentrümmern?) und einige Textulariiden. Autigener und detritischer Quarz, zusammen 2%, sind meistens korrodiert; ersterer mit Einschlüssen von mikritischem Calcit. Teilweise wachsen Calcitrhomboeder in die Quarzkörner hinein, was auf gleichzeitige Quarzkristallisation und Karbonatumkristallisation hindeuten könnte. Akzessorisch findet sich Pyrit. Häufige, auch makroskopisch sichtbare Stylolithen durchziehen, unter sich subparallel, die Schichtflächen aber schneidend, das Gestein. Eigentümlich ist eine mikroskopisch feine, parallele Durchädung (bis 20 Calcitäderchen pro mm!) des vorliegenden Handstücks. Die Karbonatanalyse ergab 74%.

2.4 Grenzsichten zwischen Diphyoides- und Kieselkalkformation

Gemsmättelschicht, Pygurusschicht und Rahbergschicht (HEIM 1916, S. 415) fehlen im ganzen Untersuchungsgebiet. Sichere Anzeichen einer Schichtlücke lassen sich nicht nachweisen.

2.5 Die helvetische Kieselkalkformation

Im Alviergebiet nimmt der Kieselkalk beträchtliche Flächen ein, so die zwei grossen Alpen Arlans und Malschüel. Von da aus steigt er dann als «Dipslope» zu den höchsten Gipfeln an, die den ganzen Hauptgrat zwischen dem Gamsberg und der Gauschla bilden. Am eindrucklichsten ist er von der Alp Palfris aus zu sehen, wie er die von zahlreichen Brüchen durchzogene, mehrere hundert Meter hohe Steilwand über den Alpweiden aufbaut. Bei der Eintönigkeit seiner Ausbildung ist es unmöglich, im Felde irgendeine Gliederung dieser mächtigen Serie vorzunehmen. Auch die Beträge der erwähnten Verwerfungen und Verschiebungen – und es gibt deren zahlreiche – lassen sich nicht feststellen, wenn sie sich nicht ins Liegende oder Hangende hinein verfolgen lassen. Aus denselben Gründen ist auch die Mächtigkeit umstritten. Aus der Karte gemessen erhält man (wie schon HEIM 1916, S. 403) etwa 600 Meter. Dieses Resultat ist aber bestimmt verfälscht. Wie anhand des Fossilkonservationshorizonts der untersten Altmannschichten, der auf der Schaner Alp und auf Altsässalp grossflächig aufgeschlossen ist, festgestellt werden kann, durchzieht ein NW–SE streichendes System von Verwerfungen das ganze Gebiet. (Dasselbe kann auch im Schrattenkalkband an der Hurst-Westwand beobachtet werden, vgl. Fig. 14.) Die Verwerfungsbeträge erreichen fünf bis zwanzig Meter, der Abstand zwischen zwei Verwerfungen liegt im Mittel um 100 Meter. Wenn wir also überschlagsmässig den möglichen Fehler errechnen, so kommen wir bei einem Horizontalabstand zwischen Untergrenze und Obergrenze des Kieselkalks von einem Kilometer (am Alvier gemessen)

auf den beachtlichen Betrag von 50 bis 200 Metern. Da die Brüche in der Regel antithetischen Charakter haben, messen wir aus der Karte um diesen Betrag zuviel heraus. Günstigere Messprofile, d. h. kleineren Grenzflächenabstand, gibt es nicht. An der einzigen Stelle, wo die Altmannschichten den Gipfelgrat erreichen, zwischen Chrummenstein und Gärtliegg, liegt die Untergrenze des Kieselkalks im Schutt. Ich möchte also eine Mächtigkeit von 400 bis 550 Metern angeben.

Was die Ausbildung und Mikrofazies betrifft, sei auf die ausführliche Arbeit von FUNK (1971) verwiesen.

Besonderheiten: Wenige Schritte nördlich P. 683 beim Schaner Riet steht eine Breccie des Kieselkalks (intraformationell) an. Die Komponenten haben eine Grösse von ein bis zwei Zentimeter. Die Mächtigkeit und Ausdehnung sind nicht feststellbar, denn der Aufschluss besteht nur aus einem Felskopf in einer Wiese.

150 Meter südwestlich P. 732 (1 km N Oberschan) sind auf einer Schichtfläche deutliche Rippelmarken erhalten. Sie streichen mit 93° auf der Schichtfläche $40/34$.

2.6 Drusberg-Mergelformation

2.61 Altmannschichten

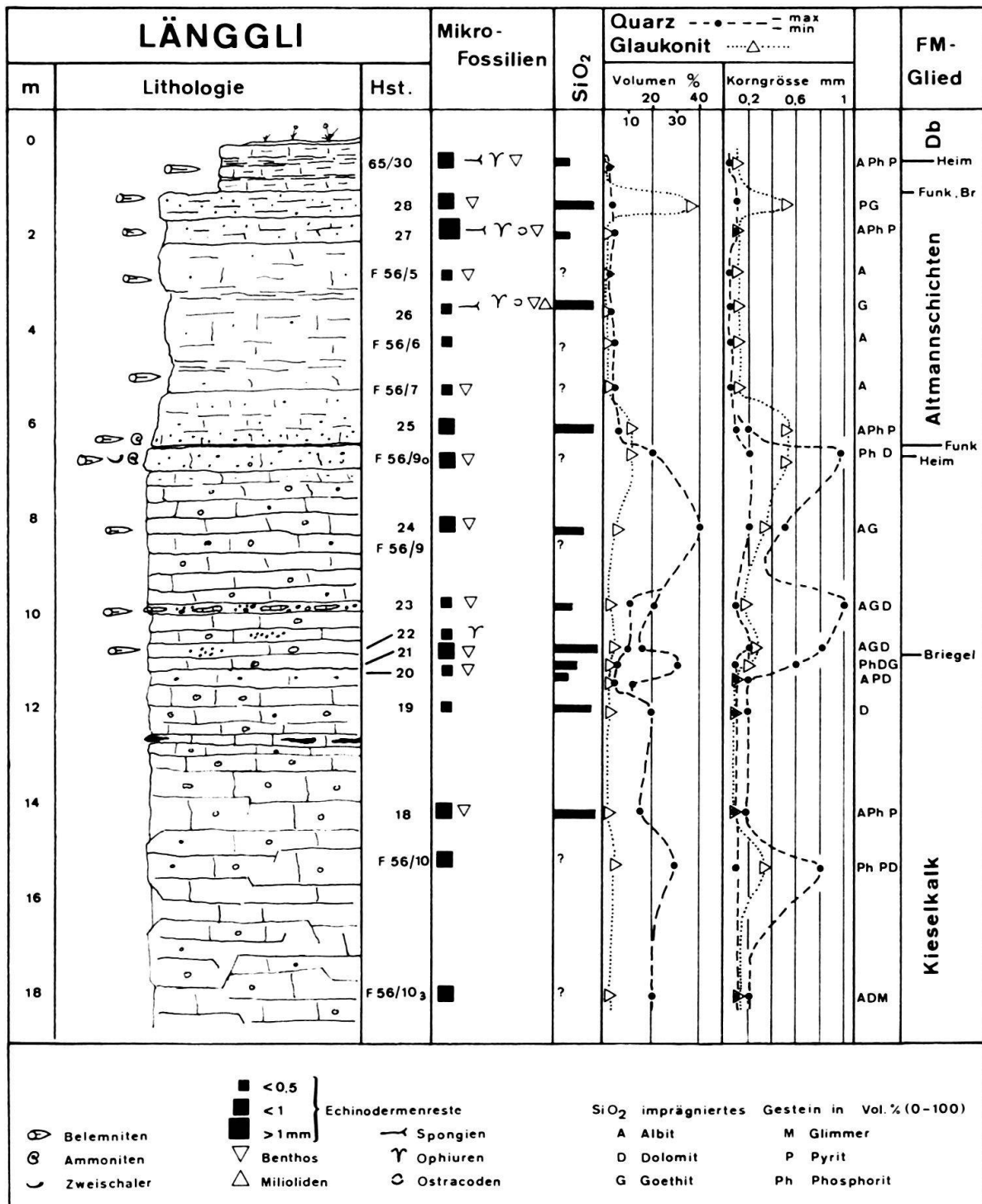
Lithologisch schliessen sich die Altmannschichten im östlichen Alviergebiet eng an den darunter liegenden Kieselkalk an. FUNK (1969) hat die Altmannschichten jedoch als basales Formationsglied der Drusberg-Mergelformation angesehen, und wir folgen hier seiner Auffassung.

Mit rund sechs Metern Mächtigkeit ist dieses unterste Formationsglied als relativ geringmächtige Einheit im Alviergebiet doch über grössere Flächen aufgeschlossen, und zwar vor allem die unterste Fossilkondensationsbank wegen ihrer Verbundenheit mit dem resistenten Kieselkalk, der ja seinerseits in hangparalleler Lagerung auf grossen Flächen ansteht. Die verbreiteten Altmannschichten auf Arlans und Malschüel repräsentieren also nur die Basisbank, die von FUNK (1971, S. 419) sogar noch ins Hauterivian gestellt und als Äquivalent der im Alviergebiet kaum ausgebildeten Kieselkalk-Echinodermenbreccie betrachtet wird. Seine Gründe dafür: Eine von ihm gefundene *Pseudothurmannia* sp. und anderweitige fragliche Funde von *P. angulicostata* aus den Altmannschichten des Säntisgebietes (KEMPF 1966) scheinen nicht überzeugend zu sein, da die Gattung *Pseudothurmannia* (u. a. nach WIEDMANN 1962) auch ins Barremian aufsteigt.

Fossilfundstellen: Im allgemeinen sind die Altmannschichten als Kondensationszone mit oft mehreren ausgeprägten Horizonten reich an Fossilien, jedoch stecken diese im Alviergebiet durchwegs in harten Bänken, und nur die Verwitterung bringt die Steinkerne zutage. Da nun ziemlich ausgedehnte Flächen eben solcher Kondensationshorizonte anstehen, wurden diese schon früh gefunden und ausgebeutet. Es können somit keine Angaben über besonders reiche Fundstellen gemacht werden, allgemein sind alle Aufschlüsse der Altmannschichten fündig. In MOESCH (1881) sind jedoch sehr reiche Faunenlisten aus ESCHERS Sammlungen publiziert, wobei aber leider die einzelnen Horizonte nicht differenziert wurden.

Obwohl HEIM (1916) und FUNK (1971) die Ausbildung der Altmannschichten am Länggli (Voralp) beschrieben bzw. untersucht haben – beide Autoren konzentrierten

sich auf die Grünsande –, möchte ich die Verschiedenheit der einzelnen Bänke an demselben Profil demonstrieren. Makroskopisch zeigen sie eine Variation von mehr oder weniger glaukonithaltigem Kieselkalk über stark glaukonitische Mergelkalke oder Grünsande bis zu praktisch glaukonitfreien, drusbergähnlichen Schiefermergeln. Die Anwitterungsfarben können braungrau, grünlich-braunschwarz, ockergrau bis hellgrau sein.



Profil Länggli (Fig. 3): Die eigenen Aufnahmen wurden durch solche von FUNK ergänzt (Depot Geol. Inst. ETH). Das Profil wurde wenige Meter südlich der Hütten Oberlänggli 1770 m (Vorarl) aufgenommen. Es ist das einzige vollständige, gut aufgeschlossene und zugängliche Altmannschichtenprofil der ganzen Alviergruppe. Es beginnt im Kieselkalk etwas oberhalb des Wegs zum Unterlänggli, dieser wäre bei Meter 22 in Figur 3. Oben endet es mit der Schichtplatte (65/28), deren Grat genau in der Linie des Kuhstallgiebels verläuft.

Die Untergrenze der Altmannschichten habe ich nach kartierungstechnischen Gesichtspunkten tiefer als HEIM und FUNK angesetzt, nämlich beim ersten häufigen, sofort erkennbaren Auftreten von Glaukonit in Verbindung mit Belemniten (vgl. Fig. 3 Länggli). Auch wenn zwischen F 56/90 und 65/25 eine deutliche Schichtfuge besteht, so haben wir doch bereits vorher Anklänge an die neue Fazies (65/23) mit kalkigen Knollen und vermehrt Fossilien sowie grossen Glaukonit- und Quarzkörnern. (Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Serie zwischen Meter 11 und 7 in Figur 3 das kondensierte Äquivalent der Kieselkalk-Echinodermenbreccie darstellt.) Die Obergrenze ziehe ich mit FUNK entgegen HEIM über der Bank 65/28, die übersät ist von verkieselten Belemniten und zugleich das letzte Glaukonitmaximum zeigt.

Zu erwähnen sind noch die folgenden drei Aufschlüsse:

- Arlans (Tobelegg) mit Ammoniten, Belemniten, Schwämmen, Korallen und Crinoiden,
- Rote Platten (Malschüel) mit 4 Kondensationshorizonten,
- Innenseite der Strassenkurve oberhalb Matlinis (Gretschins–Oberschan).

Die Verbreitung der Altmannschichten hat FUNK (1971) im Abschnitt 4.7 aufgezeigt. Hinzuzufügen ist noch ein Aufschluss im Vorarlberg an der Nordwand des Didamskopfs auf Kote 1740 m im Wildbachbett. Dort fand ich auf dem Kieselkalk eine eindeutige Omissionsfläche mit Kruste, dann eine Basisbank mit Belemniten und kleinen Phosphoritknollen (5 mm) sowie Markasitknollen. Diese stellen wohl Fossilkerne dar. Darüber folgen kalkige Lagen mit Glaukonitschlieren, oben wiederum mit einer Kruste abschliessend (total etwa 1 m). Die Drusbergschichten sind kieselige Kalkmergel mit einigen Schiefererzwischenlagen; im ganzen sind sie viel härter als am Alvier, eher vergleichbar mit denjenigen des Drusberggebiets selbst.

2.62 Drusbergschichten

2.621 Einleitung

Infolge der relativen Weichheit der Drusbergschichten sind diese entweder vorwiegend mit Vegetation überdeckt oder aber an gefährlichen, steilen Halden zwischen Kieselkalk- und Schrattenkalkwänden aufgeschlossen. Als schönstes Profil erwähnt HEIM (1916) den Barbielergrat, der sich am Fusse des Alviers gegen Nordosten zum Hurst hinzieht. Abgesehen von etlichen steilstehenden Verwerfungen, die die Gesamtmächtigkeit der Serie als zu gross erscheinen lassen, ist die Gratpartie heute über grössere Strecken überwachsen.

Ein vollständig aufgeschlossenes Profil, das scheinbar nur wenig gestört ist, bietet der Risetengrat zwischen Chlifulfirst und Glannachopf (vgl. Fig. 9). Unter- und Obergrenze sind sehr schön zugänglich und erstere viel eindeutiger als am Barbielergrat.

Die Mächtigkeit der Drusbergschichten misst am Risetengrat 200 m, am Chapf 120–150 m (THIERSTEIN), am Hurst 110 m (HEIM 1916 gibt 175 m an) und am Ver-

schmuttchopf noch mindestens 90 m. Das Risetenprofil ist wegen seiner tektonischen Lage (es wird vom fast senkrecht stehenden Schenkel einer Flexur gebildet) leicht gestört, was aber bei der Mächtigkeitsangabe berücksichtigt wurde.

Ohne scharfe Grenze gehen die Drusbergsschichten aus den Altmannsschichten hervor, indem der für letztere typische Glaukonitgehalt innerhalb weniger Meter praktisch auf Null absinkt. Die von älteren Autoren gemachte Dreiteilung in untere Schieferserie, mittlere Kalkserie und obere Schieferserie möchte ich nicht unterstützen, da diese in meinem Arbeitsgebiet nur sehr beschränkt anwendbar wäre. Wohl beginnen die Drusbergsschichten unten meist mit Mergelschiefern, und es schalten sich allmählich kalkigere Bänke ein, die wiederum mit Schiefern wechsellagern, wobei gegen oben die Mergelschiefer wieder dominieren. Doch es lässt sich nirgends eine deutliche litho- oder biostratigraphische Grenze nachweisen.

Die Drusbergsschichten sind im Hauptteil als unregelmässige Wechsellagerung von schwarzgrauen Schiefermergeln mit knolligen, leicht braungrauen, in ihrer Mächtigkeit von wenigen Zentimetern bis zu einem Meter variierenden Kalkmergelbänken ausgebildet. Lokal ist die Wechsellagerung ziemlich regelmässig (z. B. am Verschuttchopf). Sie erinnert an rhythmische Sedimentation, beginnend mit einem 10–50 cm dicken Kalkmergelbänklein mit scharfer Untergrenze und übergehend in 10–30 cm Schiefermergel. Dieser Typ von Kleinzyklothem steht im Gegensatz zu jenem der vocontischen Unterkreide, wo die scharfe Grenze im Dach der Kalkbänke liegt. Ob nun unsere Kalkbänke allochthon sind, lässt sich nicht feststellen, jedenfalls wurde kein «graded bedding» festgestellt. Eigenartig sind stets die Unterseiten der massigen Bänke (überall in den Drusbergsschichten). Sie zeigen ein starkes Relief, sehr unregelmässig, das aus einem Wirrwarr von ineinander verflochtenen Frassgängen und Tunnels mit Durchmessern bis 25 cm zu bestehen scheint.

2.622 Petrographie

Im schön aufgeschlossenen Profil am Risetengrat erfolgt der Übergang aus den Altmannsschichten, der in der Literatur immer als langsam oder sogar als illusorisch (LIENERT, S. 16) bezeichnet wurde, sehr abrupt. Der oberste Altmann-Fossil Kondensationshorizont mit über 20% Glaukonit, 2% Quarz und Phosphoritkörnern wird abgelöst durch eine bereits typische Drusberg-Mudstone-Bank, die, wechsellagernd mit mikro- und makrofossilführenden Schiefern sowie einigen Wackestone-Bänken, den Hauptteil der Drusbergsschichten aufbauen.

Beispiel einer Mudstone-Bank (65/36)

Die Matrix, 98% der Schlifffläche, besteht aus reinem Mikrit. Darin schwimmen etwa 1% Allocheme, vorwiegend Echinodermentrümmer bis 0,5 mm und einige benthonische Foraminiferen bis 0,3 mm.

Akzessorische Mineralien

– SiO₂: Detritischer Quarz ist nicht erkennbar, er könnte sekundär gewachsen sein, jetzt aber idiomorph als autigen erscheinend (0,1 mm, sehr wenig). Ätzt man aber einen Anschliff an, so bleibt ein feinkörniges, schwammartiges, loses Kieselgerüst stehen (vgl. Fig. 17B). Die Quarzkörner sind zum Teil idiomorph, zum Teil aber

korrodiert worden. Sie stehen oft in Wechselwirkung mit dem Calcit, d. h. man erkennt einerseits Mikritreste im Quarzkristall, Calcitkristalle aber wachsen andererseits von den Rändern her wieder in den Quarz hinein.

– Glaukonit: Er zeigt eine Farbabstufung von Flaschengrün über Hellgrün bis Farblos. Die Korngrenzen sind verschwommen oder es liegt schöner Glaukocalcit vor. Feinste Calcitäderchen durchschlagen den Glaukonit.

– Albit: bis 0,2 mm grosse idiomorphe Kriställchen, oft verzwillingt nach dem Roc-Tourné-Gesetz, zeigen dieselbe Wechselwirkung zum Calcit wie der Quarz (Tf. II, Fig. 5,6.)

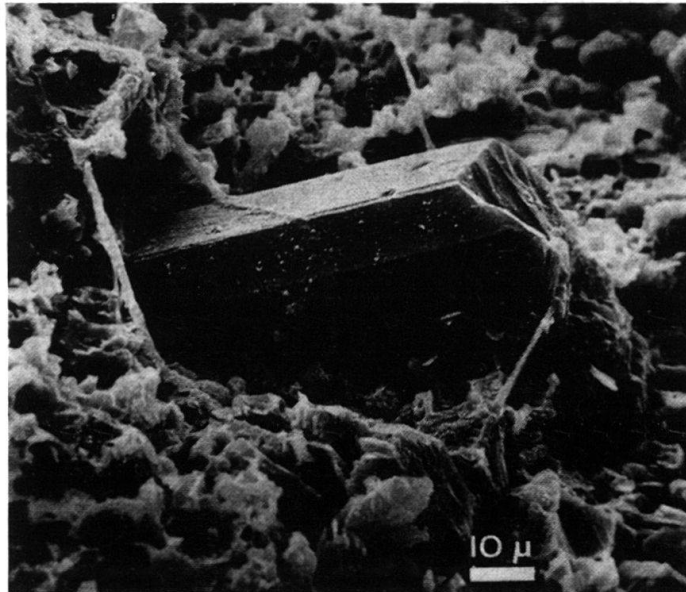


Fig. 4. Handstück 65/39, Drusbergschichten, Risetan Mit verdünnter Ameisensäure angeätzt. SEM Aufnahme. Idiomorpher Albitkristall in mikritischer, von Kiesel schwach imprägnierter Matrix. Man beachte die sich deutlich verzweigenden Pilzfäden.

– Weiter kommen noch Phosphoritkörner (oft in Verbindung mit Stylolithen), Goethit und Pyrit vor.

Variationen: Diese Mudstone-Bänke variieren nur wenig. Die Allocheme können 5% erreichen, es treten zusätzlich Spongien, Ophiuren, Algen, Orbitolinen und *Sabaudia* auf. Beim Zunehmen der Spongiennadeln treten dann die Foraminiferen zurück. Der Glaukonit kann auch gelbliche Farbtöne aufweisen, ist aber allgemein selten. Stylolithen sind stets reichlich vorhanden.

Beispiel einer Wackestone-Bank (65/38)

Die rein mikritische Matrix bedeckt 70% des Dünnschliffs. Die mittlere Korngrösse der fast 30% Allocheme beträgt 0,2 mm, Echinodermentrümmern und Spongiennadeln, die zusammen etwa $\frac{2}{3}$ der Allocheme ausmachen, können 0,5 mm erreichen. Untergeordnet findet man Pellets, Ophiuren und Foraminiferen wie Glomospiren, Textularien, Trochamminen, *Sabaudia* und Ostracoden.

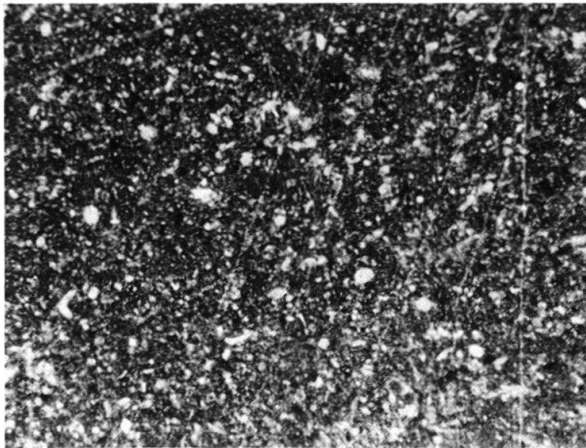


Fig. 5. Dünnschliff 65/36, 20 mal.

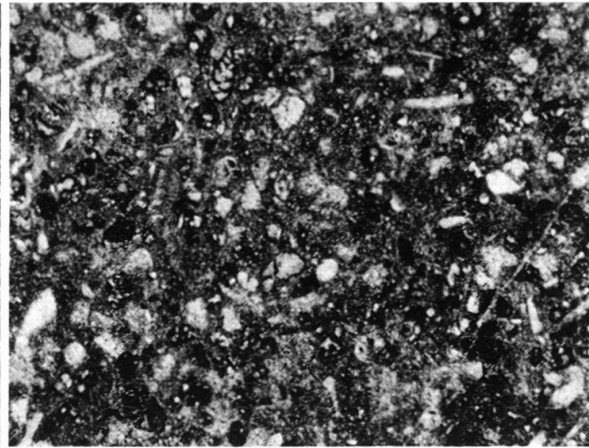


Fig. 6. Dünnschliff 65/38, 20 mal.

Akzessorische Mineralien

Die Silikate machen etwa 1 bis 2 % aus. Sie setzen sich wieder aus fein verteiltem Kiesel in der Matrix, 0,1 mm grossen Kieselknöllchen (Mosaikquarz), verkieselten Schalenrümern und Roc-Tourné-Albiten bis 0,5 mm zusammen. Neben Quarz kann auch Pyrit die Foraminiferenschalen ersetzen. Glaukonit kommt selten vor.

Variationen: Bei den Allochemen gesellen sich noch etwa Lenticulinenbruchstücke, Ophiuren und Serpeln dazu. Eine eigentümliche Bank (65/39) verdient noch Beachtung: 20 % Kiesel und 1–2 % Albit bis 0,5 mm (Fig. 4.).

In den obersten 8 m der Drusbergschichten schalten sich dann schrattenkalkartige, etwas oolithische Bänke ein mit grossen, meist gut gerundeten Allochemen:

Beispiel einer Packstone-Bank (67/39)

Der Anteil der mikritischen Matrix geht auf 60 % zurück. Die mittlere Korngrösse steigt auf 0,5 mm. Bei den Allochemen überwiegen die Intraklasten (bis 1,5 mm) und Ooide (bis 1 mm), deren Kern ein Pellet, eine Foraminiferenschale oder sonst ein Fossilbruchstück enthält. Die Intraklasten kommen nicht weit her, sie zeigen denselben Packstone-Charakter. An Fossiltrümmern erkennt man Echinodermen, Bryozoen, Korallen, Serpeln, Algen (*Lithophyllum*) und Molluskenschalen, alles ein bis zwei Millimeter gross. Selten sind benthonische Foraminiferen.

Akzessorische Mineralien

Fein verteilter Kiesel, Quarzkörnchen autigen in Serpelschalen, Pellets und Ooiden. Autigener Glaukonit hellgrün bis farblos, auch als Kammerfüllungen in Bryozoen. Albit und Goethit.

Variationen: Serpel- und rekristallisierte Molluskentrümmer können 4 mm erreichen. Auch werden Ophiuren, Ostracoden, Spongien und Milioliden beobachtet. Der Quarzgehalt kann auf 2 %, der Pyritgehalt auf 1 % ansteigen. In der obersten Bank der Drusbergschichten werden die Komponenten dann wieder kleiner (0,3 mm), eine deutliche Zunahme des Tongehalts geht parallel mit einer solchen des Glaukonits, des Phosphorits und Pyrits.

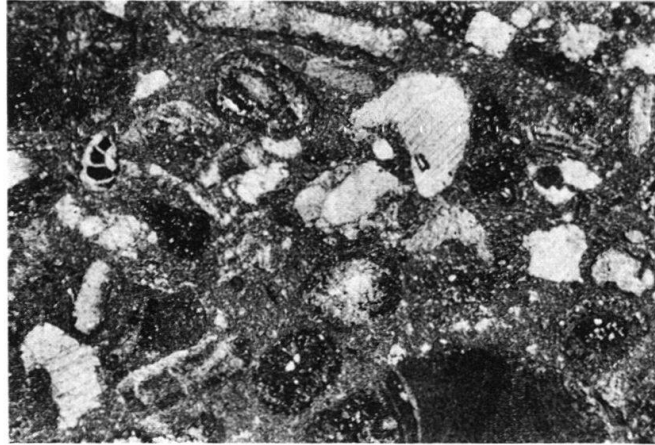


Fig. 7. Dünnschliff 67/39, 20mal.

Kluftquarz

In derselben Schichtserie, aus welcher die Ammonitenfauna stammt, fand ich eine Anzahl glasklarer, zweiseitiger Bergkristalle. Zufälligerweise entdeckte ich dann später eine 1–5 cm breite Calcitkluft, die wegen ihrer rötlichen Farbe auffiel. Beim Untersuchen derselben kamen neue Quarze zum Vorschein. Diese sind gänzlich im Calcit eingebettet und zeigen zwei verschiedene Varietäten.

1. Wasserklare, zweiseitige Kristalle, bis etwa 1 cm gross, mit klaren Einschlüssen. Die Prismenflächen $10\bar{1}0$ sind meistens viel breiter als lang, die Rhomboederflächen $01\bar{1}1$ erreichen oft die Kristallspitze, die $21\bar{1}1$ -Flächen fehlen, so dass der Links- oder Rechtssinn nicht bestimmt ist (untere Reihe von Fig. 8).

2. Milchquarze mit plattigem Habitus, d. h. zwei gegenüberliegende Prismenflächen sind stark in die Breite verzerrt gewachsen. Dadurch entstehen anstelle der Kristallspitzen senkrecht zur C-Achse stehende Gräte (oberes Beispiel in Fig. 8).

Die gleichen Beobachtungen wurden schon früher gemacht. In HEIM und SCHMIDT (1891) lesen wir folgendes (S. 29): «Der Neocommergel an der Täsmeren..., enthält wohl auf dem Wege der Concretion ausgebildete, schöne vollständig wasserhelle, bis 2 cm lange, doppelspitziige, oft schief verzerrt ausgebildete Bergkrystalle. Es ist auffallend, dass solche bisher weit herum nur aus den Neocommergeln bekannt sind...»

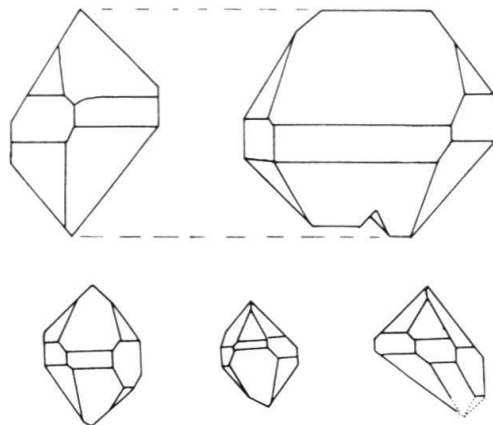


Fig. 8. Kluftquarze, etwa natürliche Grösse. Drusbergschichten, Barbielergrat.

Eigenartig ist die grosse Verbreitung derselben Erscheinung (Säntis, Alvier, Wägital, Muotatal) in vergleichbaren lithologischen Einheiten (Neocommergel enthalten sowohl Öhrlimergel als auch Drusbergsschichten). Es könnte auf praktisch identische chemische und strukturelle Gegebenheiten hindeuten, welche die Mobilisation der Kieselsäure und deren Wiederabsatz erlaubten.

2.623 Makrofauna

Historisches: Fossilfunde aus den Drusbergsschichten sind bisher eher selten signalisiert worden. Aus dem unteren Teil sind von TOBLER (1899) und von BURCKHARDT (1895) je ein bis zwei *Crioceras hammatoptychum* (UHLIG) erwähnt worden. Dann berichten HEIM und BAUMBERGER (1933, S. 209) über eine Fauna «... in den eigentlichen Drusbergsschichten» folgendermassen: «... eine Bank mit smaragdgrünen glaukonitischen Schlieren und zahlreichen, leider meist schlecht erhaltenen Fossilien, worunter riesenhafte Crioceren.» Das eindeutig starke Auftreten von Glaukonit wie auch die stratigraphische Höhe lässt aber den Verdacht zu, dass es sich um Chopfsschichten handelt. Bei TOBLER und BURCKHARDT kann wegen der mangelhaften Fundortangabe die genaue Herkunft ihrer Ammoniten nicht nachgeprüft werden.

Aus dem oberen Teil der Drusbergsschichten wurden von verschiedenen Autoren unbestreitbare Faunen beschrieben, so von BURCKHARDT (1895, Fluhbrig) – man vergleiche dazu die Fussnote bei OBERHOLZER (1933, S. 331!) – OBERHOLZER (1933) und HEIM und BAUMBERGER (1933). Ob diese Faunen vorwiegend aus einer bestimmten Schicht oder verteilt über eine grössere Mächtigkeit aufgesammelt wurden, ist leider unklar. Jedenfalls dürfen wir annehmen, ein Teil davon stamme aus dem vermergelten Schrattenkalk, denn vom Glaukonithorizont, der in dieser Arbeit wie auch bereits von anderen Autoren in der West-, Zentral- und Ostschweiz als trennendes Glied zwischen Drusbergsschichten und Schrattenkalk benutzt wurde, ist nirgends die Rede.

Neue Funde: In den untersten 13 m der Drusbergsschichten am Barbielergrat (S Hurst) wurde eine pyritisierte Ammonitenfauna aufgesammelt; später konnte eine solche, allerdings in weit geringerem Umfang, auch am Fuss des NE-Grates des Fulfirstes auf der Glanna wiedergefunden werden. Da die Individuenzahl an und für sich gering ist, die Individuen selbst sehr klein sind (max. 5 cm, Durchschnitt 1 cm), kann eine Ausbeute nur dort erwartet werden, wo relativ weiche Schiefermergel in relativ flacher Lage während Jahren ausgewaschen werden und die Fossilien dann liegenbleiben. Beide erwähnten Fundstellen liegen an von Touristen sehr häufig begangenen Routen und gehören zu Alpweiden, so dass dadurch ein grosser Teil zerstört oder eingestampft, zuweilen wohl auch aufgesammelt wird.

Eine Eigenart der Pyritsteinkerne besteht darin, dass sie sehr brüchig sind und leicht verwittern. Das zeigt sich darin, dass wir häufig nur Innenwindungen finden oder überhaupt nur Bruchstücke von einigen Kammern.

In den ganzen Drusbergsschichten kann man als letzte Zeugen von Fossilpyritkernen pflaumengrosse Vertiefungen, sog. Fossil molds, beobachten, die mit Rost beschichtet sind und von welchen aus an Schichtköpfen lange Rostfahnen ausgehen.

Die Bestimmung der Ammoniten gestaltete sich recht schwierig, und ich bin deshalb Herrn Dr. J. WIEDMANN, Tübingen, sehr zu Dank verpflichtet. Er nahm sich die Mühe, meine Bestimmungen zu kontrollieren und zu ergänzen.

Fossiliste

Phyllocerataceae:	Exemplare
<i>Phylloceras (Hypophylloceras) thetys thetys</i> (D'ORBIGNY)	1
<i>Partschiceras infundibulum</i> (D'ORBIGNY)	13
<i>Partschiceras eichwaldi</i> (KARAKASCH)	1
? <i>Hyporbulites barremense</i> (BUSNARDO)	1
Lytocerataceae:	
<i>Protetragonites crebrisulcatus</i> (UHLIG)	1–3
Ancylocerataceae:	
<i>Leptoceras curtae</i> (COQUAND, in SAYN)	2
? <i>Leptoceras</i> cf. <i>beyrichi</i> (UHLIG)	1
Turrilitaceae:	
<i>Hamulina</i> cf. <i>astieriana</i> (D'ORBIGNY)	1–2
Desmocerataceae:	
<i>Barremites difficilis</i> (D'ORBIGNY)	11–15
<i>Barremites strettostoma</i> (UHLIG)	8–12
<i>Barremites raspaili</i> (SAYN)	1
<i>Spitidiscus alcoyensis</i> (NICKLES)	6–8
<i>Spitidiscus intermedius</i> (D'ORBIGNY) oder <i>querolensis</i> (BUSNARDO)	5
<i>Spitidiscus douvillei</i> (NICKLES)	4
Hoplitaceae:	
<i>Subpulchellia oehlerti</i> (NICKLES)	2

Unbestimmbares: rund hundert Bruchstücke oder schlecht erhaltene kleine Formen; viele Belemniten; zwei Seeigel; eine Schnecke; eine Muschel.

Die auf den ersten Blick aus Kleinformen bestehende Fauna passt nach Vergleichen mit der Literatur aus Nordafrika, Spanien, Mallorca, Südfrankreich und den Karpaten recht gut ins Bild jener Barrème-Faunen hinein. Auch artenmässig ist eine nahe Verwandtschaft nach Süden offensichtlich.

Die Zusammensetzung der Fauna deutet auf oberes Unterbarremian (Niveau 5 im Profil von Angles, mit *P. eichwaldi*, *S. intermedius* und *Subpulchellia*) bis unteres Oberbarremian (Niveau 11 im Profil von Angles, mit *B. strettostoma* oder noch höher mit *Leptoceras*) im Sinne BUSNARDOS (Colloque 1965) hin. Ein mittleres Barremian ist für die vocontische Fazies nicht statuiert worden; allerdings schreibt BUSNARDO (Colloque 1965, S. 114) über die entsprechende Serie zwischen Unter- und Oberbarremian: «Faune absente ou trop pauvre à Angles (niveau 7 à 9). Elle peut correspondre à un Barrémien «moyen».» Um Vergleiche mit den mikropaläontologischen Resultaten zu erlauben, möchten wir also unsere Fauna dem mittleren Barremian zuordnen.

Im grossen Rest der Drusbergschichten konnte ich nur noch vereinzelt unbestimmbare Bruchstücke von Belemniten, Seeigeln und selten Ammoniten finden, oft auch nur verdächtige Pyritnester und sog. Fossilmolds.

2.624 Mikropaläontologie

In den fünfziger Jahren wurden in der Unterkreide im Vorarlberg die ersten mikropaläontologischen Untersuchungen gemacht, die als Resultat eine gute Korrelation mit der schon früher aufgestellten Biostratigraphie im borealen Raum Norddeutschlands zuließen (vgl. BETTENSTAEDT 1957, BETTENSTAEDT und WICHER 1955, NOTH 1951, OBERHAUSER 1963).

Diesseits des Rheins hingegen sind ähnliche Arbeiten noch nicht durchgeführt worden. Abgesehen von einigen von LIENERT (1965) erwähnten Gattungen benthonischer Foraminiferen und der aus den Drusbergschichten vom Altmann abgebildeten (BETTENSTAEDT und WICHER 1955) Art *Globorotalites bartensteini bartensteini* sind keine Mikrofaunen bekannt.

Es gestaltet sich nun aber sehr schwer, brauchbare Faunen aus den tektonisch recht stark beanspruchten, zähen Mergelschiefern zu separieren. Mit viel Mühe gelang es mir, mit den an unserem Institut üblichen Methoden (Benzin und Beloran) und tagelangem Auslesen fünf Faunengemeinschaften anzureichern. Es zeigte sich dann, dass ein Teil der Formen pyritisiert ist, ja oft lagen nur Pyritkerne vor, von denen wiederum einzelne stark deformiert sind. Die meisten Schalen sind stark rekristallisiert.

Fauna 1, Muster 65/35 (vgl. Fig. 9)

Foraminiferen

Die Bestimmung der einzelnen Formen wurde freundlicherweise von den Herren BARTENSTEIN und BETTENSTAEDT vorgenommen, wofür ich mich an dieser Stelle herzlich bedanken möchte. Auch sie beklagten sich über den «... traurigen Erhaltungszustand...» und entschuldigten sich für die oft nicht mögliche Artbestimmung.

Lenticulina (Lenticulina) praegaultina BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT et BOLLI

Lenticulina (Lenticulina) nodosa (REUSS)

Lenticulina (Lenticulina) cultrata (MONTFORT)

Lenticulina (Lenticulina) subalata (REUSS)

Lenticulina (Lenticulina) tricarinella (REUSS)

Lenticulina (Astacolus) cf. grata (REUSS)

Lenticulina (Astacolus) cf. planiuscula (REUSS)

Lenticulina (Astacolus) crepidularis (ROEMER)

Textularia sp.

Ammodiscus gaultinus BERTHELIN

Hedbergella sigali MOULLADE?

Globigerinelloides sp. aff. *blowi*

Clavihedbergella sp.

Vaginulina truncata oder *striolata* REUSS

Vaginulina kochi ROEMER

Vaginulina arguta REUSS

Vaginulina procera ALBERS

Rectoglandulina humilis (ROEMER)

Marginulina pyramidalis (KOCH)

Dentalina sp.

Ramulina sp.

Pyritkerne von: *Haplophragmoides* sp. sp.

Hedbergella

Epistomina caracolla caracolla (ROEMER)

Ostrakoden

Alle Ostrakodenbestimmungen wurden von H. Oertli durchgeführt, wofür ihm hier vielmals gedankt sei.

Cytherella sp.

Pontocyprilla sp.

Protocythere bedoulensis (MOULLADE)

Nach Herrn Dr. Oertli deuten die Ostrakoden auf Unter- bis Mittelbarrème.

Trümmer

Bruchstücke von Foraminiferen, Ophiuren, Echiniden.

Kleine Koprolithen, schwarze Zylinderchen, Gastropoden- und Ammoniten-Pyritkerne

Die erwähnten schwarzen Zylinderchen sind in den Drusbergsschichten häufig und wittern schön heraus. Sie erreichen eine Grösse von 3 mm und sind wohl organischen Ursprungs (Mikrokoprolithen?), denn eine Elektronmikroprobeanalyse ergab einen hohen Gehalt an Phosphor und Calcium, daneben noch Silizium, Schwefel und Aluminium.

Diskussion

Epistomina caracolla caracolla erscheint im Valanginian und reicht bis ins Unter- oder eventuell Mittelbarremian (BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT und BOLLI 1957). *Protocythere bedoulensis* (MOULLADE) hingegen erscheint erst im mittleren Barremian und wird im oberen Barremian häufig. Zu *Vaginulina procera* schreibt BETTENSTAEDT: «Nach Entwicklungshöhe des Nahtwinkels Mittel-Barrème.»

Somit möchte ich zur Einstufung der untersten Drusbergsschichten am ehesten oberes Unterbarremian bis unteres Mittelbarremian vorschlagen, denn ich gebe den Foraminiferen zurzeit den Vorzug, da sie im Vorarlberg gut belegt sind, die Ostrakoden aber im alpinen Raum noch recht spärlich beschrieben sind. Es wäre sehr wohl möglich, dass hier die Art *Protocythere bedoulensis* (MOULLADE 1963) etwas weiter hinabreicht als an der Typlokalität in Südostfrankreich.

Fauna 2, Muster 65/40

Bestimmungen: J. P. Beckmann. H. M. Bolli. U. Briegel, H. Oertli

Foraminiferen

Lenticulina (*Lenticulina*) *nodosa* (REUSS)

Lenticulina (*Astacolus*) cf. *grata* (REUSS)

Lenticulina (*Astacolus*) *incurvata* (REUSS)

Lenticulina (*Astacolus*) *crepidularis* (ROEMER)

Lenticulina (*Marginulinopsis*) *sigali* BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BOLLI

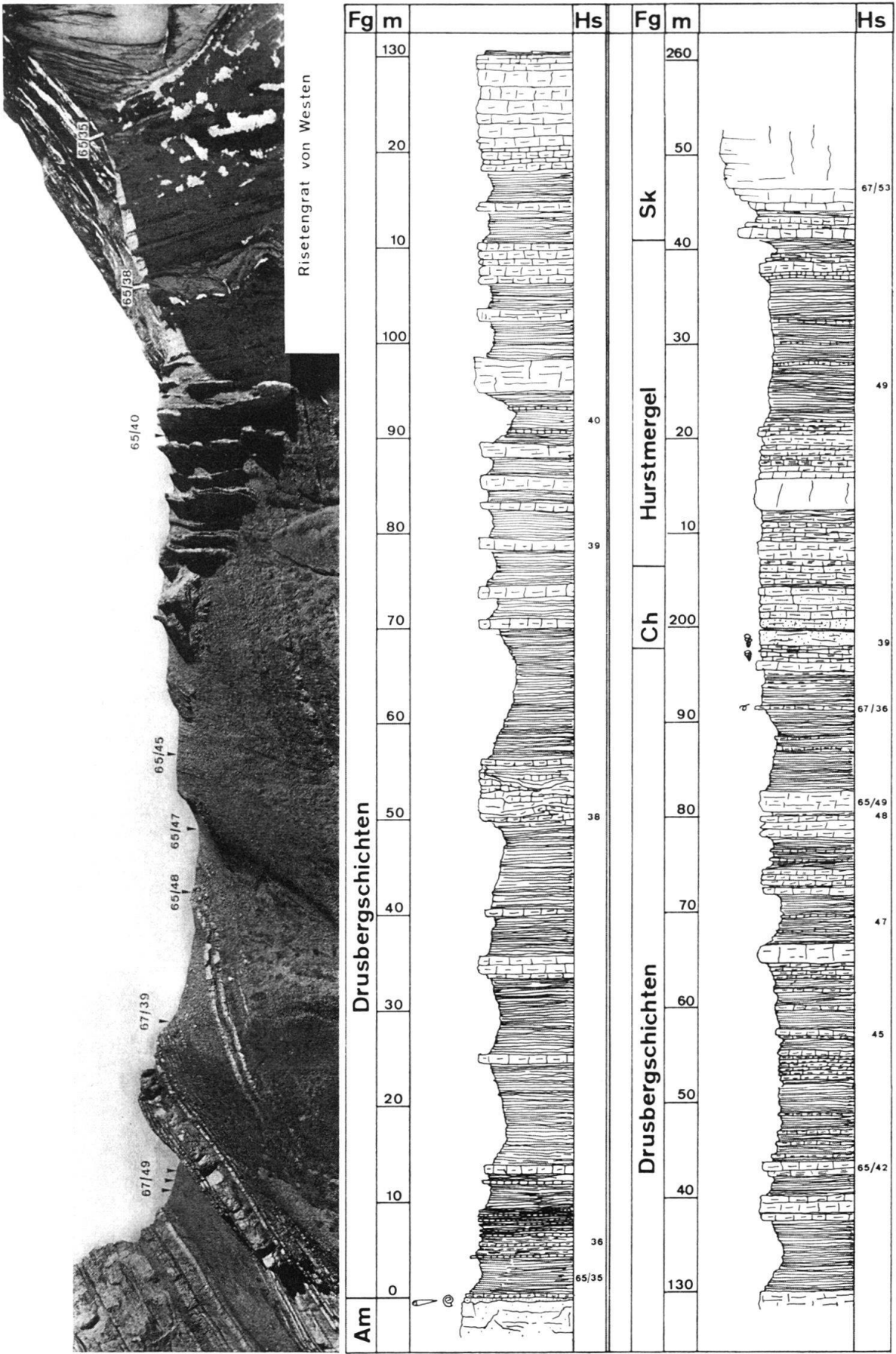


Fig. 9. Drusberg-Formation, Risetengrat (Glanna). Am: Alternansschichten, Ch: Chopfschichten, Sk: Schrattenkalk. Signaturen wie in den anderen Profilen.

Lenticulina (Saracenaria) cf. frankei TEN DAM
Lenticulina (Saracenaria) sp. (? triangularis [D'ORBIGNY])
Lenticulina ouachensis SIGAL
Ammodiscus gaultinus BERTHELIN
Ammodiscus cretaceus REUSS
Spiroloculina cretacea REUSS
Trocholina infragranulata NOTH
Marssonella kummi ZEDLER
Triplasia emslandensis BARTENSTEIN et BRAND
Epistomina sp.
Conorboides sp.
Fronicularia sp.
Tristix acutangula (REUSS)
Tritaxia pyramidata REUSS
Vaginulina procera ALBERS
Vaginulina recta REUSS?
Rectoglandulina sp.
Marginulina pyramidalis (KOCH)
Dentalina sp.
Nodosaria cf. obscura REUSS
Gaudryina aff. dividens GRABERT
Gavelinella barremiana BETTENSTAEDT?
Praeglobotruncana cf. infracretacea (GLAESSNER)
Globorotalites bartensteini bartensteini BETTENSTAEDT

Ostrakoden

Cytherella sp.
Paracypris gr. acuta (CORNUEL)
Monoceratina sp.
Dolocytheridea amygdaloides (COERNUEL)
Cythereis aff. glabrella (TRIEBEL)

Trümmer

Foraminiferen, Echinodermen (Ophiuren, Echiniden), schwarze Zylinderchen, Koprolithen, pyritisierte Ammoniten, Gastropoden und Lamellibranchier, Fischzähne und Schuppen.

Häufigkeit: 1. Lenticulinen, 2. Ostrakoden, 3. Rest.

Diskussion

Das Auftreten von *Globorotalites bartensteini bartensteini* in der etwas artenreicheren Fauna deutet wiederum auf oberes Unter- bis unteres Mittelbarremian hin, wobei letzteres wahrscheinlicher ist. Dieses Alter wird noch unterstützt durch *Vaginulina procera*.

Fauna 3 und 4, Muster 65/45, 65/47, Bestimmungen wie oben

Foraminiferen

Lenticulina (Lenticulina) nodosa (REUSS)
Lenticulina (Astacolus) cf. grata (REUSS)
Lenticulina (Astacolus) cf. planiuscula (REUSS)
Lenticulina (Astacolus) crepidularis (ROEMER)
Lenticulina (Saracenaria) cf. frankei TEN DAM
Lenticulina ouachensis SIGAL
Ammodiscus cretaceus REUSS
Ammodiscus gaultinus BERTHELIN
Spiroloculina cretacea REUSS
Spiroloculina cf. ophionea LOEBLICH et TAPPAN
Spirillina
Trocholina paucigranulata MOULLADE
Marssonella kummi ZEDLER
Triplasia emslandensis BARTENSTEIN et BRAND
Tristix acutangula (REUSS)
Tritaxia pyramidata REUSS?
Vaginulina kochi ROEMER
Rectoglandulina manifesta (REUSS)
Marginulina pyramidalis (KOCH)
Dentalina legumen (REUSS)
Dentalina lorueiana D'ORBIGNY
Dentalina gracilis D'ORBIGNY
Nodosaria affinis REUSS
Gaudryina sp.
Ammobaculites cf. viriosus LOEBLICH et TAPPAN
Bolivinopsis
Ramulina sp.

Ostrakoden

Cytherella sp.
Cytherelloidea sp.
Cythereis aff. *glabrella* (TRIEBEL)
Paracypris sp.
Paracypris gr. *acuta* (CORNUEL)
Doloccytheridea amygdaloides (CORNUEL)
Protocythere bedoulensis (MOULLADE)

Trümmer

Fischzähne, Ophiuren, Schwammnadeln, Koprolithen, Gastropodenpyritkerne.

Diskussion

Diese Faunen aus der oberen Hälfte der Drusbergschichten bringen nichts entscheidend Neues und gehören anscheinend ebenfalls dem Mittelbarremian an,

Fauna 5, Muster 65/48, Bestimmungen wie oben

Foraminiferen

Lenticulina (Lenticulina) nodosa (REUSS)*Lenticulina (Astacolus) crepidularis* (ROEMER)*Lenticulina ouachensis* cf. *wisselmanni* BETTENSTAEDT*Lenticulina* cf. *praegaultina* BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT et BOLLI*Ammodiscus* cf. *cretaceus* REUSS*Spirillina**Trocholina paucigranulata* MOULLADE*Marginulina pyramidalis* (KOCH)*Nodosaria*

Ostrakoden

Doloccytheridea amygdaloides (CORNUEL)*Protocythere bedoulensis* (MOULLADE)*Protocythere triplicata* (ROEMER)*Cythereis* aff. *glabrella* (TRIEBEL)

Trümmer

Fischzähne, Schuppen, Schwammnadeln, Echinodernen, Bryozoen, Koprolithen, Ophiuren.

Diskussion

Diese Fauna aus den obersten Drusbergsschichten gehört nach OERTLI «... noch sicher zum Mittelbarremie», auf Grund von *Protocythere triplicata*, die Ende des Mittelbarremian ausstirbt.

Tabelle 2. Leitende Foraminiferen und Ostrakoden am Risetengrat (Glanna), zusammengestellt mit Hilfe von BETTENSTAEDT & WICHER (1955), BETTENSTAEDT (1952), Leitfossilien der Mikropal. (1962), KHAN (1962).

	Fauna				Unter- Barremian	Mittel- Barremian	Ober- Barremian
	1	2	3/4	5			
Triplasia emslandensis		*	*		←	---	
Epistomina caracolla caracolla	*				←	---	
Tristix acutangula		*	*		←	---	
Lenticulina crepidularis	*	*	*	*	←	---	
Marssonella kummi		*	*		←		---
Vaginulina kochi	*		*		←		---
Protocythere triplicata				*	←		
Vaginulina procera	*	*					
Globorotalites bartensteini bart.		*					
Gavellinella barremiana		?					→
Protocythere bedoulensis	*		*	*			→

Einstufung der Drusbergschichten

Der grösste Teil der – wenn nicht gar die gesamten – Drusbergschichten müssen infolge der mikropaläontologischen Befunde ins Mittelbarremian gestellt werden. Ob sie mit ihren untersten Bänken noch ins Unterbarremian reichen, kann noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ist aber auf Grund der Resultate, die die Ammonitenfauna lieferte, unwahrscheinlich. Leider besteht noch keine eindeutige Klarheit in der Korrelation von Ammoniten- und Foraminiferenstratigraphie, denn bei ersterer wird das Barremian in zwei, bei letzterer in drei Abschnitte eingeteilt.

*2.63 Chopfschichten**2.631 Statuierung*

Neuer Name für ein drittes Formationsglied der Drusberg-Mergel-Formation. Typlokalität: 1 km NE vom Alviertopf unterhalb des Chopfs (vgl. Fig. 14).

Die mehrfache Erwähnung dieser Schicht in der Literatur, oft unter verschiedenen Namen, sowie deren leichte Identifizierung rechtfertigt die Statuierung eines Formationsgliedes. In der Literatur wurde diese Schicht erwähnt in:

VACEK (1879, S. 684), als «glaukonitische Lage». Mächtigkeit 1 Fuss, petrefaktenreich, bei Bad Haslach (Vorarlberg).

HEIM, ARN. (1916, S. 389), als «glaukonitische Bank mit Belemniten», 1 m mächtig, an der Typlokalität.

MERHART (1925, S. 9), als «Fossilschicht mit Glaukonitschlieren» in der Emmebachschlucht bei Götzis.

HEIM und BAUMBERGER (1933, S. 209), als «Bank mit smaragdgrünen glaukonitischen Schlieren und zahlreichen Fossilien», 4 m mächtig, W Kobel-Alpe (Vorarlberg).

FICHTER (1934, S. 35), als glaukonitführende Bank, relativ fossilreich, Fernital (Vierwaldstättersee).

STAEGER (1944, S. 142), als Glaukonithorizont, 3,8 m mächtig, vereinzelte Makrofossilien, am Wilerhorn.

BENTZ (1948, S. 7), als Glaukonithorizont, 2–3 m mächtig, Sarnersee.

LIENERT (1965, S. 26), als Glaukonithorizont im Säntis-Churfirsten-Gebiet.

Möglicherweise identisch mit diesem Formationsglied sind ein Teil der «Grenzschichten» von KAUFMANN (1867) am Pilatus sowie bei HANTKE (1961) Schicht Nr. 8, S. 92, und Schicht Nr. 12, S. 123 unten, vor allem auf Grund ihres Fossilreichtums.

Bezeichnend für die Chopfschicht sind, wie aus den meisten Zitaten hervorgeht, ein starker Glaukonitgehalt und die Fossilführung. Dies sollen auch die Kriterien für deren Abgrenzung sowohl nach unten als auch nach oben sein. Die meisten Autoren betrachteten diese Schicht als Grenze zwischen Drusbergschichten s. str. und vermergeltem Schrattenkalk, und auch wir schliessen uns dieser Interpretation an, hat doch unlängst GYGI (1969, S. 50) den Leitwert des Glaukonites einiger Horizonte im Malm hervorgehoben.

Figur 10 zeigt die Situation an der Typlokalität. In unserem Untersuchungsgebiet liess sich diese Schicht durchwegs verfolgen, solange korrelierbare Aufschlüsse vorhanden waren.

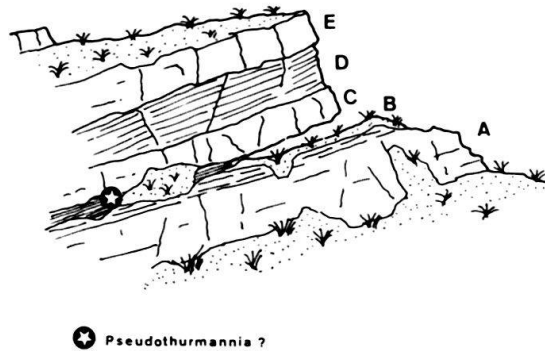


Fig. 10. Chopfschichten am Barbielergrat, von Westen, 1960 m.

- A: Hellgrau beige anwitternder, unten mehr massiger, oben mehr schiefriger Mergelkalk (100–150 cm),
übergehend in
B: dunkelgraue, sehr feinschiefrige Mergel, meist von Gras überwachsen, eine tiefe Kehle unter C
bildend (50–60 cm).
C: 60–80 cm massiger, beige anwitternder Kalk, Ober- und Unterfläche unregelmässig knorrig mit
sogenannten Fossil mouldes und Markasitknollen. Von hier stammt eine grosse *Pseudothurmannia*?
D: Grobsandiger, glaukonitreicher, verschieferter Kalk mit Belemniten, auf der Ostseite grünlich,
auf der Westseite beige anwitternd (50–60 cm). Muster 65/9.
E: wie C, (40–50 cm).

2.632 Einleitung

Schön ausgebildet und leicht auffindbar sind die Chopfschichten an ihrer Typlokalität, d.h. 120 m südlich des Chopfgipfels (1997 m), am Barbielergrat sowie auch 200 m südlich des Glannachopfs am Risetengrat. Sie unterscheiden sich von den liegenden und hangenden Mergelkalken durch ihre leicht gelbbraunliche Anwitterungsfarbe. Im Handstück sind grosse (bis 1 mm), hell- bis dunkelgrüne Glaukonitkörner gut sichtbar.

2.633 Petrographie

Im Dünnschliff erkennt man einen stark tonhaltigen Wacke- bis Packstone mit vielen Stylolithen. Als Allocheme enthält er Intraklasten bis 1 mm, Echinodermen-trümmer bis 1 mm, Serpeltrümmer (0,5 mm), mehr oder weniger verkieselte, benthonische Foraminiferen (bis 0,8 mm), und selten ebensolche Ooide. Glaukonit (meist als Glaukocalcit) scheint autigen zu sein und ersetzt zum Teil Fossiltrümmer. Seine Farbe ist ein schmutziges Blassgrün bis Flaschengrün, die Korngrösse im Durchschnitt 0,3 mm. Detritischer Quarz als kantige Körner (0,05 mm) nimmt etwa 3% der Fläche ein; feinverteilter Kiesel und Mosaikquarz sowie autigene, rechteckige Einsprenglinge (0,02 mm) in Fossilshalen bedecken 20% des Schliffes. Etwa 80% des Gesteinsvolumens ist von Kiesel imprägniert. Der Karbonatgehalt beträgt 40 bis 45%.

2.634 Fauna

Mehrere Zitate über Fossilfunde in dieser Schicht konnten bestätigt werden. Durchwegs ist eine Anreicherung an Belemniten festzustellen. Am Barbielergrat (vgl. Fig. 10) fand ich ein grosses Exemplar einer *Pseudothurmannia*? (25 cm Durchmesser). Der Erhaltungszustand des Steinkerns ist aber sehr schlecht, die Innenwindungen können nicht herauspräpariert werden. Am Risetengrat fand ich zwei Nautiliden (*Cymatoceras*) und einen Seeigel.

Im Dünnschliff können Bruchstücke von Bryozoen (2 mm), Ophiuren, Brachiopoden und einige Schnitte durch Foraminiferen, namentlich Textularien, *Vaginulina* und *Ammodiscus*, beobachtet werden.

Biostratigraphisch lässt sich diese Serie anhand der bekannten Fauna nicht einstufen. Wie später noch erläutert wird, ergab eine Mikrofauna im Hangenden noch Mittelbarremian, so dass auch die Chopfschichten zu dieser Unterstufe gehören müssen.

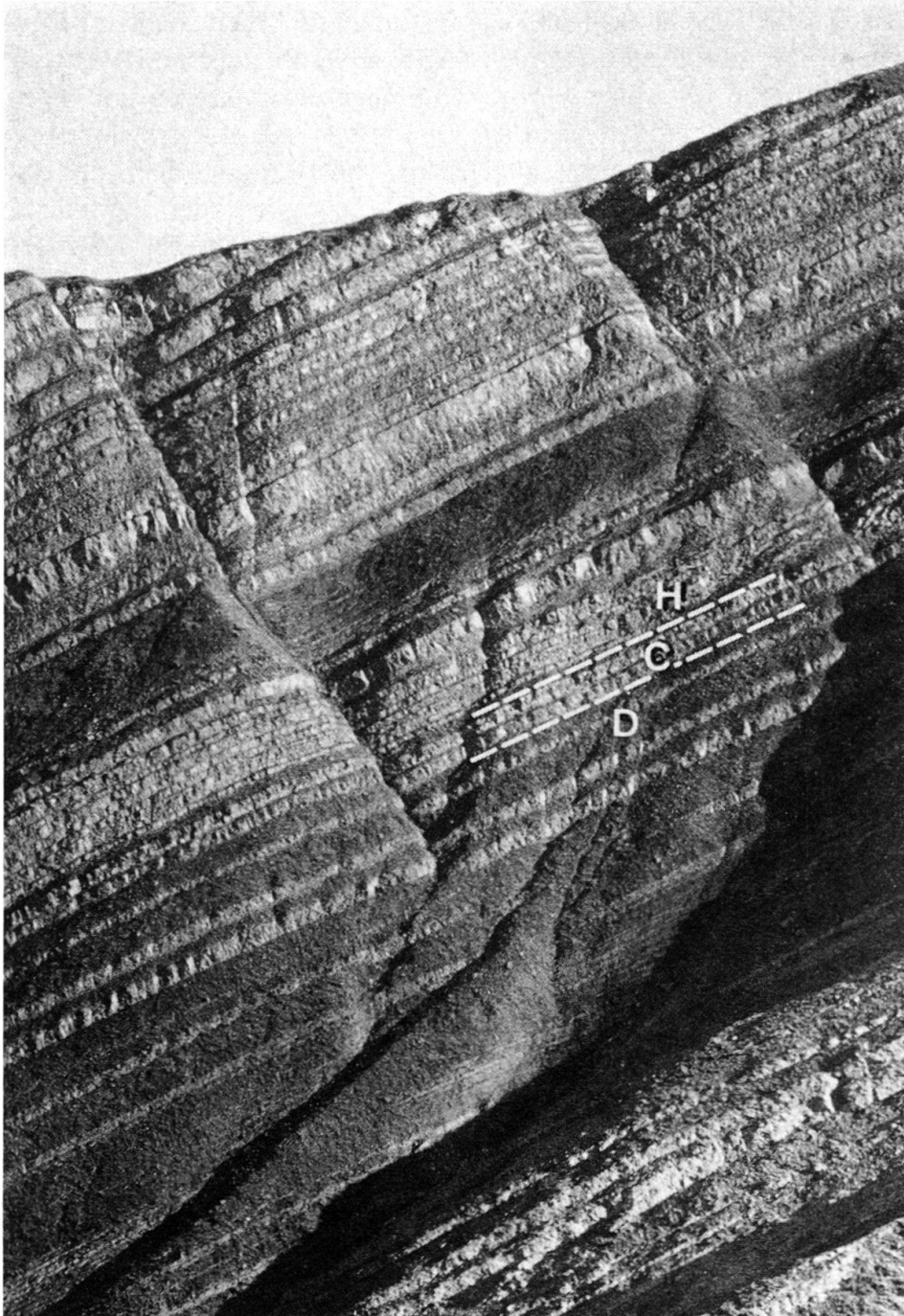


Fig. 11. Chopf, Westflanke. (vgl. Fig. 14). Oberste Drusbergsschichten (D), Chopfschichten (C) und untere Hurstmergel (H).

2.64 Hurstmergel (vermergelter Schrattenkalk)

2.641 Statuierung

Neuer Name für das oberste Drusbergformationsglied. Der Hurst (1971 m) befindet sich 1,5 km NNE des Alviers.

Das Typusprofil ist in HEIM (1916, S. 370) abgebildet. Die Hurstmergel erstrecken sich im Profil L, Figur 101, von g (Glaukonitische Bank = Chopfschichten) bis o (Oberer Schrattenkalk) und sind mit v bezeichnet (vermergelter Schrattenkalk). Man vergleiche dazu Figur 14 dieser Arbeit. Der Grat zwischen Chopf und Hurst entspricht genau HEIMS Profil. Das Typusprofil wurde für diese Arbeit nicht im Detail aufgenommen, in den beschriebenen Profilen (Arin, Glännlichopf und Riseten) sind die Hurstmergel mit ihrer vertikalen Verbreitung eingetragen. Gegen unten gehen sie in die Chopfschichten über, indem deutlich Glaukonit auftritt, gegen oben werden sie rein lithologisch vom Schrattenkalk abgetrennt, und zwar unterhalb der ersten kompakten Schrattenkalkbank von mindestens 2 m Mächtigkeit oder oberhalb der letzten dünnbankigen Mergelserie von mehr als 2 m Mächtigkeit, wobei das zuerst erfüllte Kriterium den Ausschlag gibt.

Obwohl die Hurstmergel höchstwahrscheinlich in ihrer Gesamtheit das Äquivalent von Schrattenkalk sind und auch von den meisten älteren Autoren als solches betrachtet wurden, sind sie faziell den Drusbergsschichten zum Verwechseln ähnlich und werden deshalb der Drusberg-Mergelformation angeschlossen. Dies impliziert natürlich, dass die Formationsgrenze stark heterochron ist.

Synonyme: Vermergelter Schrattenkalk,
Neocommergel oder Mittelneocommergel,
Drusbergsschichten (obere Anteile),
Schwalmerenschichten (Anteile).

Der Name Schwalmerenschichten (GOLDSCHMID 1926) wird aus folgenden Gründen nicht übernommen: Die Schwalmerenschichten umfassen den gesamten Kalk- und Schieferkomplex zwischen Altmannsschichten und Wangsschichten. Die definierte Obergrenze ist eine Diskordanz und schliesst mehrere (an der Typlokalität fehlende) Formationen ein. Die Lithologie, wie sie GOLDSCHMID beschreibt, stimmt mit derjenigen der Drusbergfazies nicht überein. Nach seinen Ausführungen handelt es sich um eine Art Plattenkalk, wogegen für die Drusbergfazies stets die knollige Ausbildung erwähnt wird (Knollenkalk: ESCHER 1887; Knollenschichten: KAUFMANN 1867).

2.642 Einleitung

Die Tatsache, dass die mächtige Schrattenkalkformation in Richtung SE hauptsächlich von unten her vermergelt – die Drusbergfazies greift auf den Schrattenkalk über –, im Vorarlberg dann aber auch von oben her, um in der Gegend zwischen Hohem Freschen und Didamskopf lokal vollständig zu fehlen, ist schon lange bekannt. Auch in meinem Untersuchungsgebiet ist dieser Prozess von W nach E verfolgbar; so gibt HEIM (1916) am Leistchamm 300 m massigen Schrattenkalk, am Sichelchamm 150 m und am Hurst 30 m an. Den fehlenden Mächtigkeitsanteil nimmt nun die Drusbergfazies ein, und nicht nur das, dieselbe nimmt noch an Mächtigkeit zu, so dass die Summe Drusbergfazies plus Schrattenkalk von NW nach SE leicht ansteigt.

Der untere Schrattenkalk vermergelt aber auch von oben her, so dass ein mächtiges Mergelband den oberen vom unteren Schrattenkalk trennen kann, bevor der untere

Schrattenkalk gänzlich vermergelt. Eben dieses Mergelband möchte ich nun gleichfalls zu den Hurstmergeln rechnen, denn lithologisch ist es nicht von den unteren Hurstmergeln zu unterscheiden. Weiter südlich, wie etwa am Hurst selbst, bilden beide Abteilungen eine einzige Serie.

Die Aufschlussverhältnisse sind gleich jenen der Drusbergschichten, d.h. wir können nur sehr wenig lückenlose Profile erwarten. Es wurden an zwei Orten genaue Aufnahmen gemacht:

1. Glännlichopf (Tf. III). In der Fallinie nach SE vom Glännlichopf (1963 m) gegen Altsässalp. Es konnte eine lückenlose Probenentnahme von den Chopfschichten bis und mit Schrattenkalk erfolgen (Fig. 15).

2. Arin (Tf. IV). Besser zugänglich ist die Hurst-Westwand vom Chuesäss (Arin) aus. Man steigt beim Kreuz (1850 m) am Grat in SW-Richtung gegen den Grossen Gang ab und erreicht nach etwa 300 m einen Geländesporn, der durch eine Verwerfung mit 20 m Sprunghöhe bedingt wird. Von da aus kann man in die Runse absteigen und das Profil vom Schrattenkalk bis tief in die Hurstmergel hinab verfolgen. Allerdings muss man wegen Steilstufen zweimal die Runse wechseln, und den genauen Anschlusspunkt zu finden, ist schwierig. (H. P. Funk dirigierte mich vom Gegenhang aus über Sprechfunk.) Dieses Profil erreicht die Chopfschichten nicht.

Die Ausbildung der Hurstmergel ist im allgemeinen gleich wie die der Drusbergschichten, allein je nach dem Grad der Vermergelung sind lokal harte, schrattenkalkähnliche Bänke oder aber weiche Mergelschiefer vorherrschend. Die Mächtigkeit der Serie schwankt naturgemäss sehr stark, allein im Untersuchungsgebiet zwischen 65 m an der Riseten und 200 m am Hurst.

2.643 Petrographie

Die Hurstmergel gehen innerhalb weniger Meter aus den Chopfschichten hervor, indem der Glaukonitgehalt rasch abnimmt, die Korngrösse der Allocheme von über 1 mm auf einen Durchschnitt von 0,3 mm zurückgeht, Pellets erscheinen und der Sandgehalt von weniger als 1 % auf mehrere Prozent ansteigt.

Die Auswertung von über hundert Dünnschliffen von Hurstmergelproben ist auf den beiden Profiltafeln dargestellt. Abgesehen von einigen Gesetzmässigkeiten findet man eine sehr geringe Variation. Als eine solche Gesetzmässigkeit erscheint mir die parallele Änderung der Ton-, detritischen Quarz-, Pyrit-, und Phosphoritfraktion des Gesteins, was sich äusserlich als harte (wenig Ton) bzw. weiche (mehr Ton) Schichten manifestiert. Der Karbonatgehalt entspricht etwa 68 % Calcit und 2 % Dolomit. Auffallend ist auch in diesem Formationsglied die durchgehende Anwesenheit von autigenem Albit und Kieselmaterial in verschiedener Ausbildung (Matrix imprägnierend, kristallbildend in Fossilien, Wachstum detritischer Körner).

Besonderheiten: Die in Abschnitt 1.6 erwähnte selektive Verkieselung möchte ich hier noch mit einem Beispiel belegen. Figur 12A zeigt einen Querschnitt durch eine Serpulidenröhre, wie sie in den Hurstmergeln häufig vorkommen. Ihr Durchmesser beträgt etwa 1 mm. Die Verkieselung beginnt am Innenrand des Kalkkörpers, indem zuerst eine Kieselimprägnation den Mikrit durchsetzt. Alsdann bilden sich rasch Quarzkristalle, die perlschnurartig den Kern (hier Pyrit und verzwilligter Calcit) umschliessen. Eine analoge Selektivität beobachtet man bei der Rekristallisation der

Serpelröhren, indem einzelne konzentrische Lagen heute aus klarem Calcit bestehen, andere noch mikritisch erhalten sind (z. B. DS 69/38,39).

Figur 12B illustriert in fünf Stadien die Verkieselung von einem verbreitet auftretenden Problematicum (ganze Drusberg- und Schrattenkalkfazies), wahrscheinlich *Cadosina* (WANNER). Der Innenraum wird stets von einem Calcit-Einkristall ausgefüllt, die Schale wird nach und nach vollständig durch Quarzkristalle ersetzt.

Phosphoritimprägnierte Gesteinspartien sind immun gegen Rekristallisation und Verkieselung (Dünnschliff 68/100).

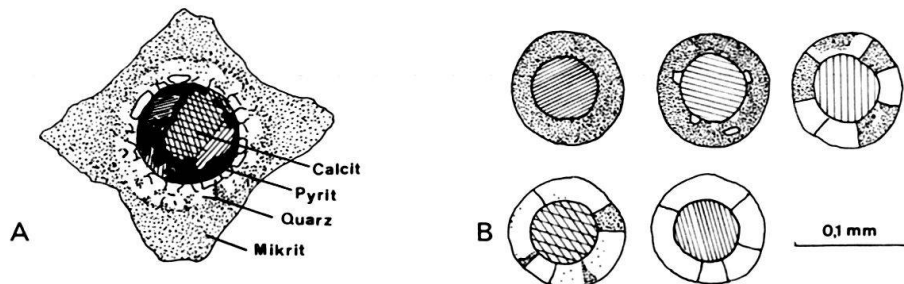


Fig. 12. Verkieselung von Fossilien, vgl. Text.

2.644 Fauna und Flora

Makrofossilfunde wurden keine gemacht, sieht man von einzelnen Belemniten ab.

Im Dünnschliff trifft man auf eine Faunengemeinschaft, die von Echinodermen, Ophiuren, Spongien und Anneliden dominiert wird. Dazu gesellen sich Algen, Ostrakoden, Mollusken, Bryozoen und selten Korallen (vgl. Profiltabellen Glännlichopf und Arin.

Im Profil Riseten nahm ich eine Sammelprobe über etwa 5 Meter (67/49). Aus dem Schlämmrückstand reicherte ich eine Fauna an, die von BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT, BECKMANN und OERTLI bestimmt wurde:

Foraminiferen

Lenticulina (Astacolus) cf. grata (REUSS)

Lenticulina (Saracenaria) cf. frankei TEN DAM

Lenticulina (Vaginulinopsis) prima (D'ORBIGNY)

Ammodiscus gaultinus BERTHELIN

Ammodiscus tenuissimus (REITLINGER) ?

Spiroloculina cretacea REUSS

Trocholina infragranulata NOTH

Marssonella kummi ZEDLER

Marssonella praeoxycona MOULLADE

Tritaxia pyramidata REUSS

Vaginulina recta REUSS

Vaginulina sp.

Vaginulinopsis spp.

Marginulina bullata REUSS

Dentalina sp.

Gaudryina sp.

Ammobaculites subcretaceus CUSHMAN et ALEXANDER

Reophax pilulifera (BRADY)
Reophax cf. *saerpiurus* (MONTFORT)
Lamarckina lamplughii (SHERLOCK)
Haplophragmoides sp.
Ramulina sp.
Massilina planoconvexa TAPPAN
Quinqueloculina triangulata STEAD
Quinqueloculina lanceolata TERQUEM et BERTHELIN
Quinqueloculina sabella LOEBLICH et TAPPAN

Ostrakoden

Cytherella sp.
Paracypris gr. *acuta* (CORNUEL)
Monoceratina sp.
Schuleridea sp.
Euryitycythere aff. *parisiorum* OERTLI
Orthonotacythere inversa (CORNUEL)
Neocythere sp.
Protocythere bedoulensis (MOULLADE)
 Div. unbestimmbare Formen

Trümmer

Seeigel, Ophiuren, Fischeschuppen.

In Figur 13 sind einige Ophiurenglieder wiedergegeben, wie sie sich im Dünnschliff präsentieren.

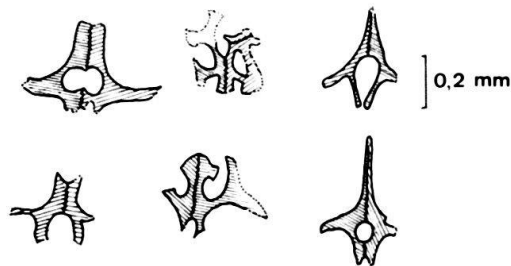


Fig. 13. Schnitte durch Ophiurenbruchstücke.

2.645 Einstufung der Hurstmergel

Eine genaue Einstufung ist anhand des aufgeführten Materials nicht möglich. Auf alle Fälle aber befinden wir uns bei der Probe 67/49, an der Basis der Hurstmergel, noch im Barremian, eventuell sogar immer noch im mittleren. Die fazielle Ähnlichkeit von Hurstmergeln und Drusbergschichten deutet auf vergleichbare Sedimentationsraten hin, so dass auch für das Oberbarremian (Hurstmergel) eine ansehnliche Mächtigkeit erwartet werden darf. Auch aus diesem Grund liegt die Zugehörigkeit sämtlicher Hurstmergel zum Barremian nahe.

2.7 Schrattenkalkformation

2.701 Einleitung

Ich erinnere hier erneut an die Arbeiten von HEIM (1916) und vor allem von LIENERT (1965), wobei wir bei ersterem eine schöne, gültige Allgemeinbeschreibung der Schrattenkalkformation finden, beim zweiten aber intensive Detailstudien in sedimentpetrographischer und mikropaläontologischer Sicht (Orbitolinen!).

Nach HEIM (1916, S. 377) befindet sich unser Untersuchungsgebiet genau in der zweiten, östlichen Vermergelungszone des Schrattenkalks, wo der untere Schrattenkalk vollständig und der obere bis auf 35 m (Hurst) durch Mergel und Mergelkalke in Drusbergfazies (Hurstmergel) ersetzt wird. Wenn wir unseren Blick von Süden her gegen die Wand des Glännlichopfs und Gelbchopfs richten, so fällt uns eine deutliche Zweiteilung des oben mehr und unten weniger massigen Schrattenkalks auf. Ein mächtiges Mergelband trennt die beiden Serien (vgl. Fig. 15). Wenden wir nun unsern Blick gegen Osten, der Hurstwand zu, so entdecken wir, dass sich der untere Schratten-

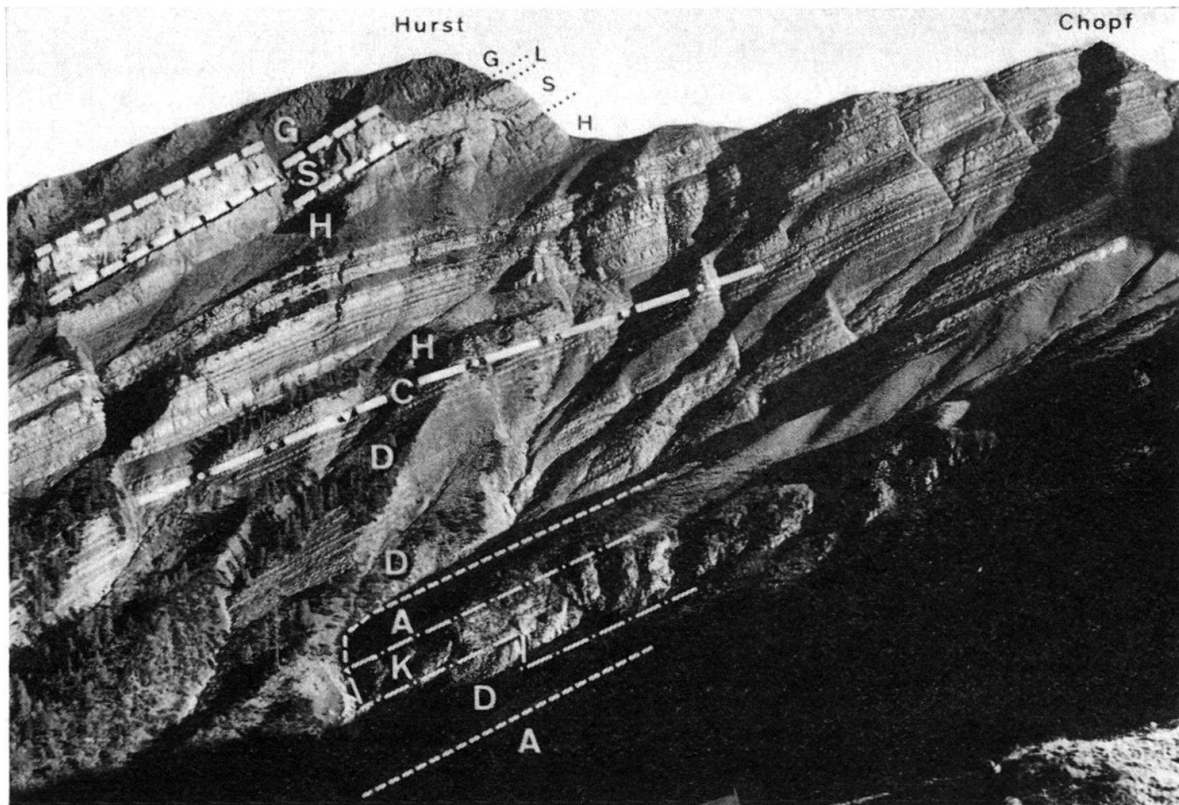


Fig. 14. Hurst und Chopf von Westen.

K: Kieselkalk, A: Altmannschichten, D: Drusbergsschichten, C: Chopfschichten, H: Hurstmergel, S: Schrattenkalk, L: Luiteremergel, G: Gault.

kalk in einzelne Bänke aufgelöst hat und nur noch das schmale oberste Band des Schrattenkalks massig erscheint. Die Drusbergfazies dehnt sich hier über kurze Distanz auf Kosten des Schrattenkalks aus (Fig. 14).

Da der Schrattenkalk nicht zur Bildung von Eluvialböden neigt, ist er überall da aufgeschlossen, wo er an die Oberfläche kommt; im Anschnitt als herauswitterndes, hellgraues Band, auf «Dipslopes» als klein- bis grossflächige Karren.

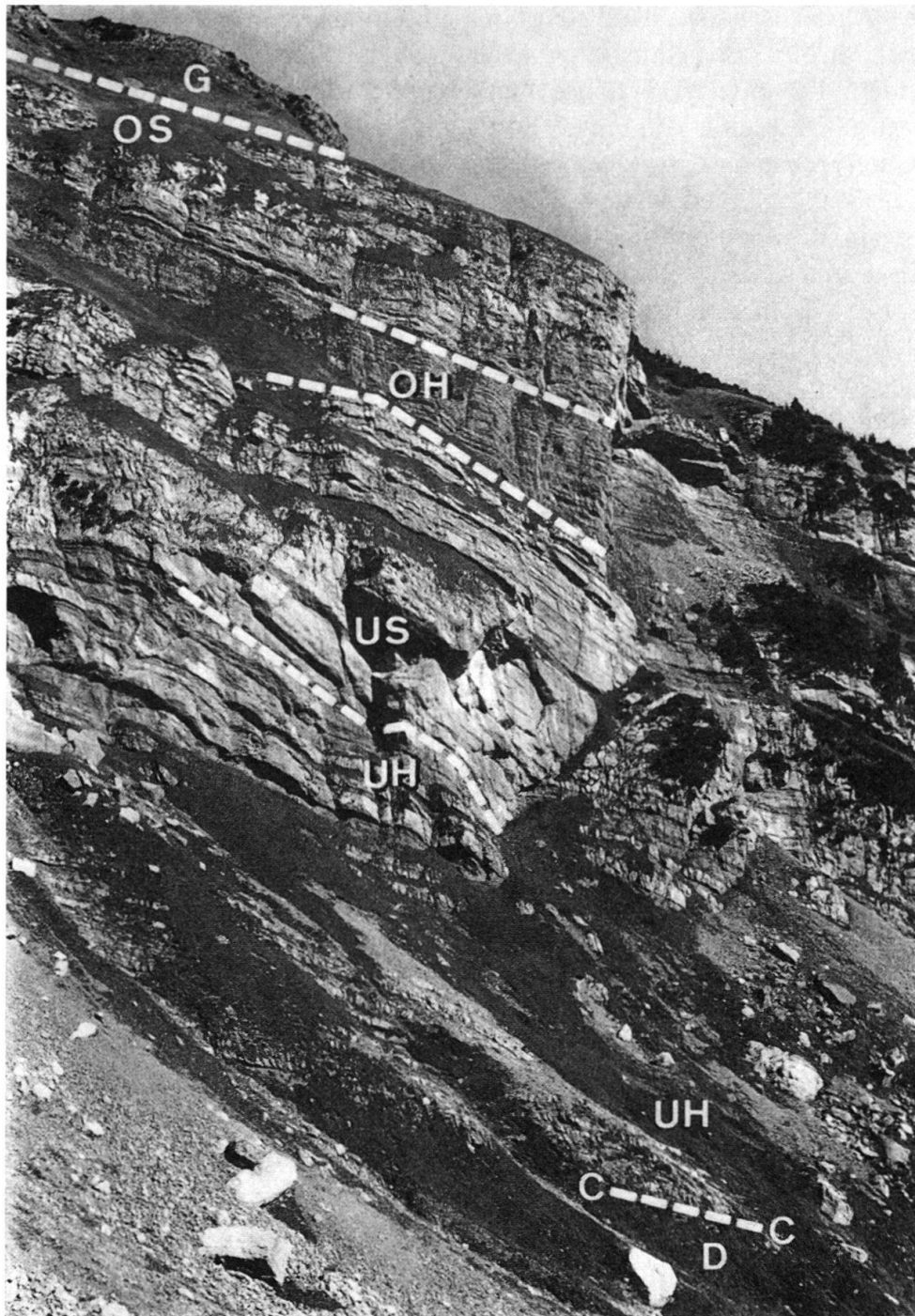


Fig. 15. Profil Glännlichopf von Süden.

D: Drusbergschichten, C: Chopfschichten, UH: Untere Hurstmergel, US: Unterer Schrattenkalk, OH: Obere Hurstmergel, OS: Oberer Schrattenkalk, G: Gault.

Eigentliche Fossilfundstellen fand ich keine, allein vorhandene Einzelstücke sind meistens verkieselt und wittern daher sehr schön heraus und heben sich auch der gelblichbraunen Farbe wegen vom hellgrauen Schrattenkalk gut ab. So sind in den obersten Bänken durchwegs Orbitolinen in Nestern und als verstreute Individuen zu verzeichnen. Weiter unten können dann auch Brachiopoden (Rhynchonelliden) noch recht häufig auftreten, wie z. B. am Plattegg (E Hurst), wo auch faustgrosse Koral-

lenstöcke, Austernschalen, Rudisten, Belemniten und ein Abdruck einer *Astarte*? gesammelt wurden. Im Hansliszug (Felswand N Plattegg) beobachtete ich auch Gastropoden. Im unteren Teil des massigen Schrattenkalks tritt *Serpula pilatana* massenhaft auf, begleitet von einzelnen Orbitolinen.

Die Untergrenze des Schrattenkalks ist nur in zusammenhängenden Profilen und allein nach lithologischen Kriterien festzulegen. Vielfach ist der Übergang aus den Hurstmergeln fließend und deshalb kaum kartierbar. Die Obergrenze ist überall scharf. Es können aber Glaukonitschlieren, wie sie für den Gault charakteristisch sind, bis tief (10 m am Hansliszug) in den Schrattenkalk hinabreichen; dasselbe beobachtete HEIM (1916, S. 376) am Leistchamm.

2.702 Petrographie

Nachdem LIENERT (1965) Hunderte von Körnerpräparaten des Schrattenkalks ausgewertet hat, beschränke ich mich auf die Untersuchung der Dünnschliffe. Die wichtigsten Resultate sind in den Profiltabellen zusammengestellt, doch sind noch einige Ergänzungen anzufügen.

SiO_2 : 1. Detritischer Quarz

Die Korngrößen bewegen sich im Intervall von 0,01 bis 0,2 mm. Da nun bekanntlich Körner unter 0,1 mm beim Transport nicht mehr gerundet werden, ist der überwiegend splittrige Habitus des Quarzes nicht erstaunlich. Oft weisen aber solche Körner geometrisch gerade Kanten auf, so dass der Verdacht auf sekundäres Wachstum besteht. Der Stoffaustausch zwischen Quarz und Calcit ergibt ähnliche Bilder wie in den Kalken der Drusbergformation (vgl. Tf. II, Fig. 2, 4).

2. Autigener Quarz

– Fein verteilter Kiesel. Ähnlich wie in der Drusbergformation ist mobiles SiO_2 überall, wenn auch in geringerem Masse, vorhanden. Beim Anätzen entsteht kein selbsttragendes Gerüst mehr, sondern es bildet sich ein loser Sand von Kornaggregaten, die aus kleinsten Kriställchen aufgebaut sind (Fig. 17A).

– Idiomorphe Körner bilden sich meistens in Fossilshalen (Fig. 12, A, B; Tf. II, Fig. 4). Wenn sie aber den Rand der Schale erreichen, wachsen sie nicht mehr weiter, sondern passen sich der äusseren Form des Fossils an. Wie schon erwähnt, sind im Schrattenkalk die meisten Fossilien verkieselt. Es stellte sich heraus, dass alle heute verkieselten Fossilshalen von körnigem Quarz ersetzt sind, und zwar durchwegs gleichartig. Figur 16 zeigt als Beispiel einen Ausschnitt aus einer Orbitolina. Den gleichen Aufbau, ja sogar ziemlich die gleiche Korngrösse fand ich bei verkieselten Milioliden wie auch Brachiopoden. Eigenartigerweise finden wir dasselbe Bild bei FUNK (1971) in den Figuren 12–15. Der Verkieselungsprozess könnte also ähnlich wie jener des Kieselkalks gewesen sein.

Dass die Calcitklüfte eine wichtige Rolle für den Kieseltransport spielten, beweist die Tatsache, dass die Orbitolinen an verschiedenen Stellen vorwiegend längs solchen Klüften verkieselt sind. 10–20 cm von der Calcitader entfernt wittern keine Fossilien mehr heraus. Dies deutet auch auf eine spätdiagenetische bzw. epigenetische Remobilisierung der Kieselsäure hin.

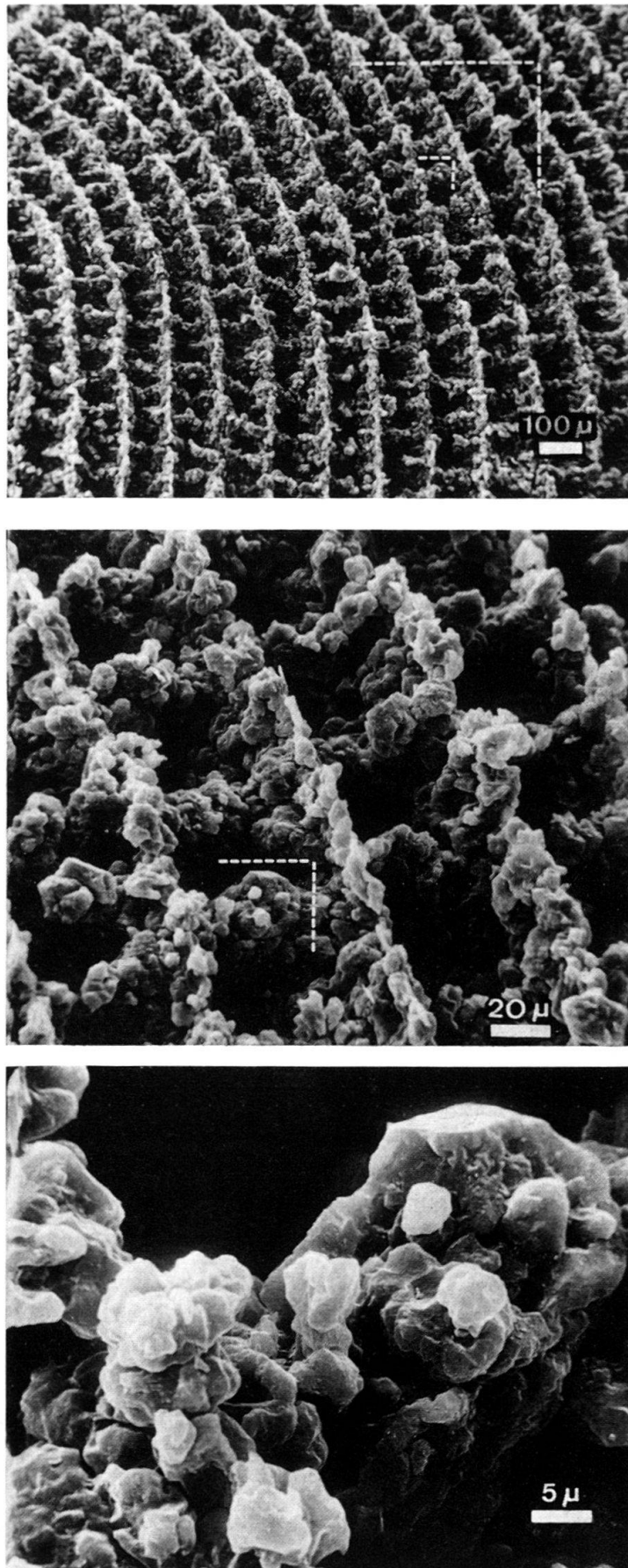


Fig. 16. Ätzpräparat (verd. Ameisensäure) von Schrattenkalk, Plattegg (Aarin). Verkieselte *Orbitolina*.
SEM Aufnahmen.

– Silexknauer und -schnüre. In der oberen Hälfte des oberen Schrattenkalks finden sich regelmässig schwarze, bis brotlaibgrosse Knauer und 2–10 cm dicke Lagen von Silex. Weniger auffällig sind lagenweise Imprägnationen, die nur beim Anschlagen ihrer Härte wegen erkannt werden. Letztere enthalten noch etwa 20 % Karbonat, erstere nur noch vereinzelte Calcit- und Dolomithomboeder (vgl. FUNK 1971, Fig. 3). Diese schwimmen in einer Masse von Chalcedon oder mikrokristallin-körnigem Quarz (Novaculite-Typ nach FOLK und WEAVER 1952). Die schwarzen Silexknollen zeigen keine scharfen Grenzen, vielmehr sind verschiedene Randzonen zu beobachten. Aussen erkennt man eine 1–2 cm dicke Zone der Imprägnation des Nebengesteins durch feinen, im Mikroskop schwer erkennbaren Kiesel (ähnlich demjenigen der Drusbergformation (Fig. 17B), der bereits ein selbsttragendes Gerüst bildet und gegen innen bis 90 % SiO_2 enthält. Die Intrabiomikritstruktur des Nebengesteins ist verschwommen sichtbar, Albitidioblasten sind sehr häufig. In der zweiten Zone reichert sich noch mehr SiO_2 an, die Karbonatkomponenten rekristallisieren zu Rhomboeder- und Grosskristallaggregaten, welche bereits lose im Chalcedon schwimmen. Die Stylolithen verschwinden, ebenso die Albitkristalle. Im Kern finden sich dann nur noch Calcit- und Dolomithomboeder einzeln oder gruppenweise im Chalcedon oder mikrokristallinen Quarz verstreut, selten noch Pyrit (Proben 68/273,5 und 68/118).

Feldspat: Wie in der ganzen Drusberg-Mergelformation findet sich auch im Schrattenkalk durchgehend autigener Albit in zwei verschiedenen Ausbildungen.

– Längliche, zweispitzige Kristalle mit Roc-Tourné-Verzwilligung (Tf. II, Fig. 3, 6); der grösste Durchmesser liegt meist unter 0,1 mm.

– Quadratische, selten rechteckige Kristalle mit Albitverzwilligung, oft noch mit Roc-Tourné überprägt (Tf. II, Fig. 4, 7).

Selten sind zonar gebaute Albite, wie in Tafel II, Figur 8. Eine Randzone mit Albitverzwilligung umschliesst einen unverzwilligten (detritischen?) Kern.

Vielfach werden diese Feldspäte von Calcit angelöst und teilweise bis ganz ersetzt (Tf. II, Fig. 5, 6).

Glaukonit ist nirgends häufig, kommt aber durchgehend in den üblichen Varietäten vor. Im Dünnschliff farblos, ersetzt er Fossilshalen oder füllt Foraminiferen- und Bryozoenkammern aus, in den Farben Blassgelblich–Olivgrün–Flaschengrün tritt er als Kornaggregate wohl autigen auf.

Dolomit kommt sporadisch in verschiedenen Mengen vor (vgl. Profiltabellen). Bevorzugt ist er vergesellschaftet mit Chalcedon und Pyrit.

Akzessorien: Vorkommen von Zirkon, Glimmer (Hellglimmer), Turmalin, Phosphorit, Pyrit, Goethit sind in den Profiltabellen vermerkt. Der Zirkon ist in den allermeisten Fällen gut gerundet, der Glimmer zu klein und zu selten, um Bestimmungen vornehmen zu können.

Karbonatgehaltsanalysen ergaben einen Anteil von über 90 % CaCO_3 .

2.703 Makrofauna

Überraschenderweise ist der Schrattenkalk im Alviergebiet sehr fossilarm. Von den Rudisten und Korallen, wie diese sonst im Urgon üblich sind, fehlt praktisch jede Spur. Im ganzen Untersuchungsgebiet fand ich keinen sicheren Rudisten, und bei den Korallen beschränken sich die Funde auf das schon erwähnte Plattegg mit einigen isolierten, kleinen, halbkugelförmigen Stöcken. Eine weitere, baumnuss-

grosse Kolonie entpuppte sich als Bryozoenstock. Das einzige Bioherm fand ich im Profil Glännlichopf bei Handstück 68/273,5. Jenes ist etwa 2 m mächtig und enthält vorwiegend Korallen- und Hydrozoenrasen mit stark gewellter Oberfläche («Eierkarton»).

Die Korallen konnte ich nicht bestimmen, es standen nur Schnitte zur Verfügung. Bei den Hydrozoen handelt es sich wahrscheinlich um *Milleporella*. Die horizontale Ausdehnung war nicht zu ermitteln (Steilwand).

Bereits hingewiesen wurde auch auf die Brachiopoden (u. a. *Lamellaerhynchia* sp.), Austern und anderen Lamellibranchier. Aus den Dünnschliffen kann geschlossen werden, dass in der Nähe massenhaft Echinodermen (Crinoiden, Ophiuren), Algen, Bryozoen und Schwämme gelebt haben, allein diese sind nur als Trümmer von maximal einigen Millimetern Grösse erhalten.

2.704 Mikrofauna und -flora

Die wichtigsten Leitfossilien im Schrattenkalk sind die Orbitolinen. Diese sind im Alviergebiet häufig verkieselt und wittern deshalb augenfällig heraus. Sie kommen oft in Nestern angehäuft im oberen und im oberen Teil des unteren Schrattenkalks, vereinzelt aber durchgehend vor. LIENERT (1965) hat sich mit ihnen intensiv beschäftigt.

Andere Foraminiferen: Am Plattegg, wo die Rhynchonellen verkieselt vorkommen, konnten bei deren Herauslösung mit verdünnter Ameisensäure gleich noch einige ebenfalls verkieselte Foraminiferen geborgen werden. Eine genaue Bestimmung derselben ist wegen des Erhaltungszustandes nicht möglich. Es handelt sich um:

Spiroloculina
Quinqueloculina
Haplophragmoides
Trochammina
Reophax
Lagena?
Guttulina?

Sollte eine selektive Verkieselung stattgefunden haben, so wäre das nur ein Teil der Fauna. Einige weitere Gattungen konnten in den Dünnschliffen festgestellt werden:

Sabaudia minuta (HOFKER)
Pseudochoffatella sp.
Glomospira
Haplophragmoides greigi (HENSON)
Spiroplectammina od. *Bolivinopsis*
Bacinella (Hst. 68/81)
Lenticulina
Trochammina
Cadosina

Trümmer: Bryozoen, Ophiuren, Algen (*Acicularia*, *Lithophyllum*, *Salpingoporella*), Spongiennadeln, Echinidenplatten und -stacheln, Molluskenschalen, Serpelnröhren.

Zu *Sabaudia minuta* (HOFKER): Im Vergleich zur Fauna der Region Genf (CHARROLLAIS et. al. 1965/66) ist diejenige vom Alvier aus kleineren Individuen zusammengesetzt. Die wichtigsten Unterschiede seien kurz erwähnt:

- Grösste Formen 0,2 mm.
- Es konnten nirgends horizontale Kammertrennwände beobachtet werden.
- Der Winkel des Konus kann bis 90° betragen.
- Die meisten Stirnseiten sind konkav.

Übereinstimmend fand ich häufig isolierte Embryonalkammern, sogar bis viermal mehr als Adultformen! Der mehrschichtige Aufbau der Embryonalkammern wurde bestätigt (vgl. Tf. I, Fig. 5).

2.705 Paläoökologie in der Drusberg- und Schrattenkalkformation

In meinem Untersuchungsgebiet ist es ziemlich schwierig, Angaben über das Milieu zur Zeit des Barremian und unteren Aptian herzuleiten. Anzeichen für extrem seichtes Wasser (Intertidalbereich) und für besonders hochenergetisches Niveau (Oolithe, Sparite), welche weiter im NW und SW vorhanden sind (LIENERT 1965 bzw. ZIEGLER 1967), fehlen hier. Trotzdem möchte ich einige Indikationen erwähnen.

1. Algen

Melobesiae (*Lithophyllum*). Nach JOHNSON (1961) braucht diese Form stete Wasserkirkulation und bevorzugt warmes Wasser. Sie kommt am häufigsten im und vor allem gerade unter dem Gezeitenbereich vor. (Vereinzelt sind sie in grösserer Wassertiefe anzutreffen, aber nur in der euphotischen Zone.)

Dasycladaceae (*Acicularia*, *Salpingoporella*). Auch diese Algengruppe zieht warmes Wasser vor und ist heute charakteristisch für Wassertiefen bis 10 m.

2. Foraminiferen

Milioliden sind bekannt als Anzeiger von warmem, in der Regel seichtem Wasser. Grossformen können in der helvetischen Unterkreide auf günstige Lebensbedingungen hindeuten. Die Wasserbewegung ist allgemein gering.

Trocholinen gelten seit der Arbeit WICHERS (1952) als Bewohner des Riffbereichs im weiteren Sinne (oft zusammen mit Bryozoen).

Sabaudia minuta (HOFKER) teilt CONRAD (1969) dem «Milieu infralittoral» zu.

3. Ostrakoden

OERTLI schrieb über meine Proben aus den Drusbergsschichten und Hurstmergeln: «Milieu: Ich sehe keine Unterschiede von unten bis oben (bei Probe 65/31 ist ein tieferes Ablagerungsmilieu nicht ausgeschlossen); es scheint sich durchwegs um ein innerneritisches Milieu zu handeln. Keine brackischen Einflüsse. Ausserneritisch erscheint unwahrscheinlich (und tiefer durchaus unmöglich) ...» Leider ist die Artenzahl zu klein, um Temperatur und Salzgehalt aus Biotopen rezenter Ostrakodenfaunen interpretieren zu können.

4. Bryozoen

Diese sind teils inkrustierende, teils verzweigte Formen (mit kräftigen Ästen), was eher auf bewegtes Wasser schliessen lässt.

Die erwähnten Faunen lassen sich mit wenigen Ausnahmen durch die gesamte Drusberg- und Schrattenkalkformation verfolgen. In den Drusbergsschichten kommen hie und da Mikrite mit weniger als 5% Allochemen vor, daneben aber häufig die Biomikrite, selten sparitisch.

Wenn wir also keine grossen Tiefenunterschiede des Ablagerungsraums annehmen, so gehören die Drusbergsschichten, insbesondere die untersten Schiefermergel mit der Ammonitenfauna und Foraminiferenfauna 1, doch zum tieferen Teil des Intervalls.

2.706 Zur Vermergelung des Schrattenkalks

Um dieses Problem überhaupt anpacken zu können, musste zuerst ein stratigraphisch korrespondierendes Niveau im Schrattenkalk sowie in den Hurstmergeln gefunden werden. Dies gelang mir nicht absolut sicher, denn die beiden Profile Glännlichopf und Arin sind nicht direkt miteinander korrelierbar. Anhand der Quarzkornverteilung versuchte ich eine Korrelation und glaube mit den Handstücken 69/9 bzw. 68/214 ein auf 1–2 m genaues Niveau gefunden zu haben.

Vergleichen wir diese zuerst in den Profilltabellen, so stellen wir kaum Unterschiede in Matrix, Allochemen und Fossilien fest. Erst in der Kolonne Petrographie zeigt sich, dass die Hurstmergel reicher an Akzessorien sind. Diese Beobachtung kann schon allein im Profil Glännlichopf gemacht werden: Wo die Lithologie mergelige Schichten anzeigt, treten vermehrt Quarz und Akzessorien auf, während die Allochemen nicht variieren.

Tabelle 3 gibt die Gewichtsprozente der Oxyde wieder. Die Analysenmethode gestattet nicht, SiO_2 bei einem Gehalt von weniger als 10% zuverlässig zu bestimmen (WEIBEL 1961), doch kann annäherungsweise die Differenz zu 100 als solches angenommen werden.

Es zeigt sich erwartungsgemäss ein deutliches Ansteigen von SiO_2 , Fe-Oxyden und K_2O sowie eine Abnahme des CaO in den Hurstmergeln. Die Kieselnahme kommt auch in Figur 17 schön zur Geltung. Die Stabilität des Aluminiums, des Magnesiums und das Fehlen von Natrium und Mangan deuten auf keine grossen

Tabelle 3. Chemische Analyse der beiden genannten Proben sowie von zwei Referenzproben aus dem Schrattenkalk beider Profile.

Hand- stück	69/9 Hurstmergel Arin	68/214 Unterer Schrattenkalk Glännlichopf	68/71 Oberer Schrattenkalk Arin	68/264 Oberer Schrattenkalk Glännlichopf
SiO_2	15,1	?	?	?
Al_2O_3	2,7	2,6	0,8	3,6
Fe_2O_3	0,55	0,2	–	–
FeO	0,6	0,15	0,3	0,25
MgO	0,6	0,7	0,6	0,6
CaO	44,8	52,2	51,9	52,4
K_2O	0,3	–	–	–
P_2O_5	0,08	0,06	0,07	1,1
H_2O	1,8	1,1	0,7	1,1
CO_2	32,8	39,5	40,2	38,6
Summe	99,33	96,51	94,57	97,65

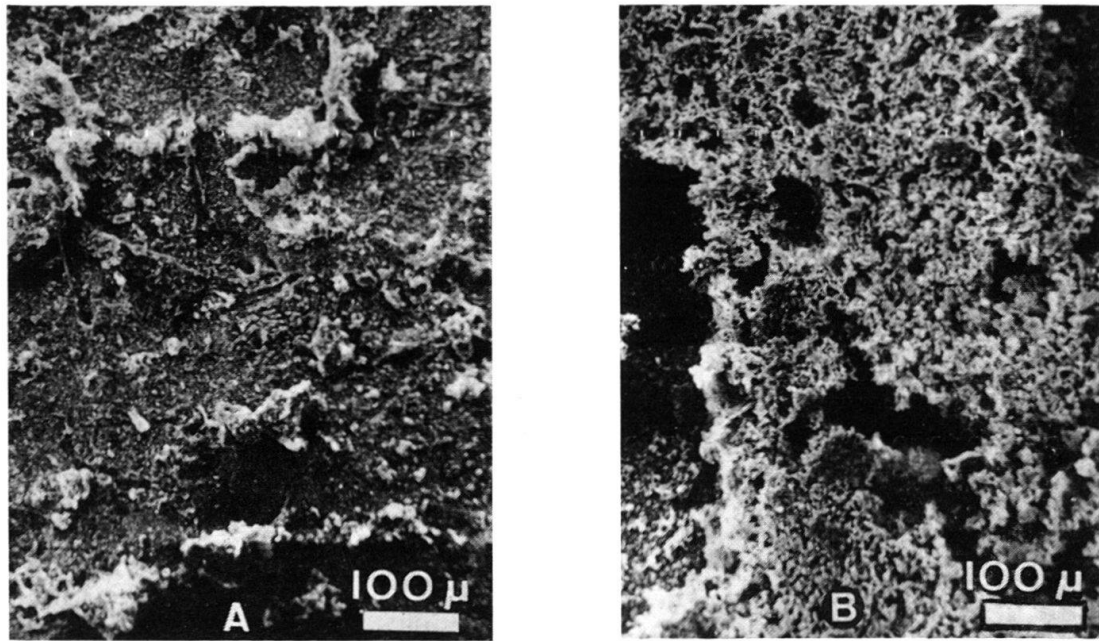


Fig. 17. A Mit verdünnter Salzsäure angeätzter Anschliff von Schrattenkalk, Handstück 68/214. Glännlichopf. Schwache Kieselimprägnation und einige Pilzfäden sind erkennbar. B Gleiche Präparation, Anschliff von Hurstmergeln gleicher stratigraphischer Höhe wie 68/214, Handstück 69/9, Arin. Starke Kieselimprägnation. SEM Aufnahmen.

Differenzen im Tongehalt hin. Die Karbonatanalysen von 82 % für 69/9 und 95 % für 68/214 erhärten diese Annahme, denn die Differenz von 13 % an in HCl unlöslichem Material entspricht etwa derjenigen des SiO_2 obiger Analyse. Der erhöhte Eisengehalt dürfte von Pyrit oder Goethit herrühren (Schwefel wurde bei der Analyse nicht berücksichtigt). Als wichtigstes Resultat ist hervorzuheben, dass die nichtkarbonatischen Komponenten, abgesehen vom SiO_2 , kaum variieren.

2.707 Folgerungen

Die Zyklizität innerhalb der Drusbergformation wie auch die seitliche Vermergelung des Schrattenkalks sind auf die gleichen Ursachen zurückzuführen. Allen Anzeichen zufolge müssen wir uns eine seichte Plattform vorstellen, die sich ohne nennenswerte Tiefenunterschiede über eine grosse Fläche erstreckte, mit vorwiegend eher ruhigem Wasser (unter dem sog. «high energy level») ohne konstante Strömungen. Es stellte sich eine Kalkschlammersedimentation mit nur wenig terrigenem Sand- und Tonmaterial ein, und es bildeten sich kleine Bioherme (Plattegg) und selten Patchreefs (Glännlichopf). Die meist verbreiteten Tiergruppen aber waren die Echinodermen, Bryozoen und benthonischen Foraminiferen. Periodisch wird dieses Milieu durch verstärkten terrigenen Einfluss gestört; es überleben nur die Echinodermen, z. T. auch die Bryozoen und Foraminiferen, es kommt zu einer grösseren Verbreitung der Schwämme und Ophiuren. Damit entstehen die mergeligen Anteile der Drusbergformation.

Das Vorkommen von Grünalgen und das Überwiegen von mikritischem Material sowohl in den Mergeln als auch in den Kalken lässt vermuten, dass die ganze Drusbergformation innerhalb der euphotischen Zone und unterhalb der Hochenergiezone,

also etwa zwischen 30 und 80 m, abgelagert wurde. Zur Zeit der Schrattenkalkablagerung hielt gegen NW die Subsidenz der Sedimentation nicht mehr die Waage, das Milieu wurde seichter und geriet in die Hochenergiezone. Es bildeten sich Oolithe und teilweise sogar Riffe.

2.8 Unterer Gault

Die Stratigraphie der mittleren Kreide, von GANZ (1912) und HEIM (1916, 1934) ausführlich behandelt, ist derart kompliziert, dass beide Autoren innerhalb der maximal 90 m mächtigen Gruppe bis zu 12 Schichteinheiten ausschieden.

Die meisten dieser Einheiten sind sehr geringmächtig, so dass mehrere von ihnen für Kartierungszwecke zu Formationen zusammengefasst werden müssen. Die Formationsbezeichnungen sind natürlich als provisorisch zu betrachten. Eine zusätzliche Schwierigkeit ergibt sich daraus, dass lithologische Konvergenzen zwischen den einzelnen Schichtgliedern bestehen und dass infolgedessen kleine, isolierte Aufschlüsse oft nicht eindeutig der einen oder anderen «Formation» zugewiesen werden können (HEIM 1916, S. 268).

Die Detailstratigraphie des Gault ist bei den zitierten Autoren so ausführlich beschrieben, dass ich nur noch eine Zusammenfassung von eigenen Beobachtungen im Untersuchungsgebiet als angebracht erachte.

2.81 Luitereschichten

Als Luitereschichten bezeichne ich die (Übergangs-)Schichten zwischen Schrattenkalk und Gamserschichten. Im Idealprofil unterteilen sie sich in drei Schichtglieder: Luiterezug-Fossilschicht, Basisgrünsand (Durchgangsschicht nach GANZ 1910), Luitere mergel. Die Luitere-Fossilschicht fehlt am Hurst (Ausbiss am Grat S Hurst) ganz, der Basisgrünsand ist 30 cm (oder 4,7 m?, vgl. HEIM 1916, S. 347) mächtig als Kruste auf einer aneroierten Schrattenkalk-Schichtoberfläche aufgeschlossen. Abgesehen von Arin konnte dieser Horizont auch im ganzen restlichen

Tabelle 4. Nomenklatur der Mittleren Kreide.

Nomenklatur HEIM 1916	im Alvier erkennbar	kartiert	Nomenklatur dieser Arbeit
Überturriliten-Schichten	-		Fidersberg-Schichten (BOLLI 1948)
Turriliten-Schichten	-		
Knollen-Schichten	+		Aubrig-Knollen-Sch. (HEIM 1934)
Lochwald-Schicht	+		Lochwald-Schicht
Twirren-Schichten	+		Nideri-Schichten
Fluhbrig-Schichten	-		
Nideri-Schichten	+		
Durschlägi-Schicht	?		
Brisi-Echinodermen-Breccie	?		Brisi-Schichten
Brisi-Glaukonit-Sandstein	+		
Gamser-Schichten	+		Gamser-Schichten
Luitere-Mergel	+		Luitere-Mergel
Basisgrünsand	+		
Luiterezug-Fossilschicht	+		Luiterezug-Fossilschicht

Gebiet nicht mehr gefunden werden. Wieder am Hurst folgt darüber eine Wechsellaagerung von härteren, hellgrauen Bänken vom Drusbergtypus und weichen, dünnplattigen bis schiefrigen, dunklen Mergelsanden mit Glaukonit (weniger als 10%) und Fossilresten. Nur die unterste Glaukonitsandbank enthält 30% grosse (1 mm) Glaukonitkörner. Bei 4,25 m über dieser Basisbank schaltet sich nochmals eine Glaukonitsandbank (0,5 m) ein mit massenhaft Belemniten und Phosphoritknollen, zum Teil als Ammonitensteinkerne. Die nächsten 8 m sind überdeckt. Der Kontakt zu den Gamserschichten ist hier nicht mehr aufgeschlossen (vgl. HEIM 1916, S. 267).

Im Profil Arin ist nun die ganze Serie der Luitereschichten schön aufgeschlossen, aber schwer zugänglich. Der kleine Wasserfall auf 1500 m beginnt genau an der Oberkante des Schrattenkalks, und die bewachsene Abflachung darüber wird von den weichen Luitere-Schichten gebildet. Die Oberfläche des Schrattenkalks ist über einige Quadratmeter abgedeckt und zeigt eine unregelmässige Ausbildung mit faustgrossen Mulden, welche von der Luiterezug-Fossilschicht ausgefüllt sind. Genetisch verbunden mit dem Schrattenkalk scheinen noch haselnussgrosse Phosphoritknollen zu sein, während sich die darüberliegende Fossilschicht leicht abkratzen lässt.

Dieselbe besteht aus 15 cm knorrigem Grünsand mit Phosphoritknollen und Fossilien, wie Ammoniten, Belemniten und Zweischalern. Sie ist stark verrostet und so stark verwittert, dass sie sofort zerfällt und man kaum ganze Fossilien bergen kann. Darüber folgt (Übergang) 20 cm Basisgrünsand mit Phosphoritknollen und Belemniten. Aus dieser Bank gehen 10 m Luiteremergel hervor, unten noch etwas gebankt und glaukonithaltig, oben feinschiefrig, drusbergähnlich und mit scharfer Grenze an die Gamserschichten stossend.

Die Aufschlussverhältnisse sind naturgemäss schlecht. Ein letzter Aufschluss befindet sich im Bachbett zwischen Gnapf und Geienberg (Sevelerberg), wo zwischen Schrattenkalk und Luiteremergel eine Schichtfuge besteht (tektonisch?) und noch 4 m eintönige Schiefermergel gemessen werden.

2.82 Gamserschichten

Die dunkelgrau-bräunlich anwitternden rauhen Glaukonitmergelsande sind meist von weissen Flechten bewachsen. Durchwegs sind sie von kommunizierenden Tonhäuten durchzogen, was auch ihre wellige unregelmässige Bankung bedingt. Im Bruch sind sie matt-feinsandig. Eine Schliifbeschreibung gibt HEIM (1916, S. 339).

Fossilien fand ich keine, obwohl aus der Literatur etliche bekannt sind. Im Dünnschliff sind nur Spongiennadeln und Echinodermentrümmern erkennbar, und an Nannoplankton stellte THIERSTEIN (mündl. Mitteilung) in Proben vom Hurst nur *Watznaueria barnesea* (BLACK) fest. Eine Karbonatanalyse ergab 7% Calcit und 8% Dolomit.

Gegen NE nimmt die Mächtigkeit stark ab. Am Hurst messen wir 20,5 m, am Sonnenbüel bei Altendorf scheinen die Gamserschichten zu fehlen oder doch auf höchstens 5 m reduziert zu sein. Ob sie fehlen oder seitlich durch Gesteine der Brisi-formation ersetzt sind, lässt sich nicht ermitteln. Im Valveror schalten sich aber eindeutig brisiartige Bänke (splittrig, im Bruch fettglänzend, blaugrün) ein. Auch aus dem Kleinen Walsertal (Vorarlberg) beschreibt LANGE (1955) die Gamserschichten als «...kompakten, splittrigen Grünsandstein», was eher auf Brisisandstein passen würde.

Am Hurst gehen die Gamserschichten sehr rasch in den Brisisandstein über.

2.83 Brisischichten

Der unten rostig anwitternde, grobe, fleckig dunkelblaugraue Sandstein mit Tonhäuten und Rostflecken und viel Glaukonit, mit Salzsäure leicht brausend, geht nach 5 m über in den typischen, fettglänzenden, massigen, bräunlichen Sandstein mit nur noch wenig Glaukonit, auf Säure nicht mehr reagierend. Die weissen Flechten verschwinden. Im obersten Teil finden sich glaukonitfreie, hellblonde «Quarzite», die äusserst verwitterungsresistent erscheinen. Mit scharfer Grenze folgt darüber eine 2–4 m mächtige, ockerbraune Sandsteinserie folgender Ausbildung: Leicht spätiger, knollig anwitternder, mergeliger, leicht glaukonitischer Sandstein mit Quarzsandnestern (Korngrösse bis zu 2 mm!). In den Knollen wittern Fossiltrümmer heraus. Offenbar liegt am Hurst (und sonst nur noch etwa 40 m NNE Restaurant Schneggen [Buchs]) ein Relikt der Brisibreccie vor; sie ist jedoch so atypisch und undifferenziert, dass sie nicht kartierbar ist. (Die ganze mittlere Kreide zwischen Brisisandstein und Lochwald-Fossilschicht ist nur in intensiv angewitterten Profilen differenzierbar. Im frischen Bruch sieht praktisch alles gleich aus und entspricht am ehesten den Niderischichten.)

Obschon GANZ (1912, S. 93) über den Brisisandstein schreibt: «Im ganzen Gebiet der oberen helvetischen Decken bildet er ein konstantes, nie fehlendes Schichtglied», so ist dieser im Alviergebiet doch starken lithologischen Wechseln unterzogen. Im Hanslitzug (800 m E Hurst) fand ich unterhalb der hellen Quarzite eine Fazies, die jener der Niderischichten sehr ähnlich ist. Noch weiter östlich, oberhalb Plätsch an der Strasse zum Skihaus, sind auch die Quarzite verschwunden, und typischer Brisisandstein ist überhaupt nicht mehr zu finden.

Auf derselben Seite erwähnt GANZ eine Bänderung im Brisisandstein, ohne aber diese zu charakterisieren. Ich stellte zwei verschiedene Bänderungen fest:

– Zurückwitternde, kalkhaltige, helle, unregelmässige Bänder von 15 bis 20 cm Mächtigkeit zwischen 20–30 cm dicken Brisi-Grünsandlagen. Schön zu beobachten sind diese im Bach zwischen Chrummenacher und Hostet auf Kote 785. Aufgelöst in brotlaibgrosse Knollen sind diese Bänder bei P. 501, 250 m SE P. 448 (Moos) bei Buchs. Je ein Dünnschliff aus beiden Lagen zeigt folgende Unterschiede:

	Quarz- gehalt	Glauko- nitgehalt	Albit	Zirkon	Phospho- rit	Allo- cheme
Grünsand	40 %	7 %	+	+	++	?
Sandkalk	15 %	3 %	+	+	+	+++

Grösse und Habitus sowohl der Quarz- als auch der Glaukonitkörner ist bei beiden gleich, so dass man sich des Eindrucks nicht erwehren kann, es sei der Grünsand das entkalkte Relikt des Sandkalks. Eindeutige Drucklösungserscheinungen an sich berührenden Quarzkörnern im Grünsand sprechen ebenfalls hierfür. Im Sandkalk findet man übrigens eine für diese Verhältnisse reiche, aber artenarme benthonische Mikrofauna, ferner Echinodermen- und Bryozoenrümmer.

– Im Steinbruch Campiun fand ich eine andere Bänderung. Subparallele, deutlich anrostende Schnüre verlaufen mit etwa 5° Neigung schräg zur Schichtung, welche anhand von Lebensspuren als solche identifiziert wurde. Im Dünnschliff zeigte es sich

dann, dass diese Erscheinung in keinem Zusammenhang mit der Sedimentation steht; es handelt sich um Pyritanreicherungen längs Stylolithen und parallel dazu in der Matrix. Die Richtung dieser Sulfidlagen war wohl vom damaligen Eh-Feld vorgegeben, dessen Äquipotentialflächen nicht mit den Schichtflächen parallel gingen.

Bei günstiger Anwitterung erkennt man im Brisisandstein deutliche Kreuzschichtung.

2.9 Mittlerer Gault

2.91 Durschlägischicht

Eindeutig konnte die Durschlägischicht nur an folgender Stelle erkannt werden: Auf Kote 740, knapp 200 m E P. 785 (zwischen Plana und Stoggen). Über dem Brisisandstein folgt eine 1 m mächtige Bank mit vielen Phosphoritknollen im oberen Teil. Am Hurst folgt über den zwei Metern fraglicher Brisibreccie wiederum eine kaum abtrennbare Serie, 2,5 m mächtig, leicht spätig mit schlecht erkennbaren Fossiltrümmern, zum Teil mit zurückwitternden, kalkigen Knollen. Im Sammelprofil erscheint im oberen Teil dieser Serie ein Zuwachs der Allocheme parallel zu einer Abnahme des Quarz- und Glaukonitgehalts. Es dürfte sich somit um ein atypisches Äquivalent der Durschlägischichten handeln.

2.92 Niderischichten

Im Untersuchungsgebiet ist der «mittlere Gault» so schlecht differenzierbar, dass – mit HEIM (1916), und GANZ (1912), und relativ gutem Gewissen – der gesamte Komplex zwischen Brisisandstein und Lochwaldschicht als Niderischicht kartiert wurde. Wo die geringfügigen lithologischen Unterschiede innerhalb der Niderischichten nicht durch die Verwitterung herauspräpariert wurden, kann im Felde keine weitere Unterteilung erfolgen. Im Sammelprofil (Fig. 18) hebt sich im oberen Teil ein Maximum der Quarzkorngrösse ab, sonst sind weder makro- noch mikroskopische Differenzierungsmerkmale anzutreffen. Nicht genug daran, die Niderischichten sind zudem recht leicht mit den unteren Brisischichten oder gar mit Gamserschichten zu verwechseln. Eigenartigerweise treten auch hier kalkige Einschaltungen ähnlich jenen im Brisisandstein auf, jetzt allerdings in typischer Knollenschichtfazies (z. B. am Wändlein auf Kote 1290 m, 200 m NW Tobelbrugg). Die Karbonatanalyse der typischen Niderischicht ergab 8 % Calcit und 4 % Dolomit.

2.10 Oberer Gault

2.101 Lochwald-Fossilschicht

Als 0,5–0,7 m mächtiger Kondensationshorizont steht die Lochwaldschicht einzigartig als überall vorkommender, auffälliger Leithorizont da, gleichsam als Abschluss der monotonen Abfolge grünsandiger Seichtwasserablagerung der mittleren Kreide sowie als Einleitung der nun rasch sich einstellenden pelagischen Sedimentation der Oberkreide. Dass es sich um eine Erscheinung der Mangelsedimentation und nicht der Aufarbeitung handelt, hat LANGE (1968) an einem Profil im Wertachtal (Allgäu) gezeigt. Im übrigen sei auf GANZ (1912, S. 118), HEIM (1916, S. 284), HERB (1962, S. 237), HEIM und SEITZ (1934, S. 196) u. a. verwiesen. Diese Publika-

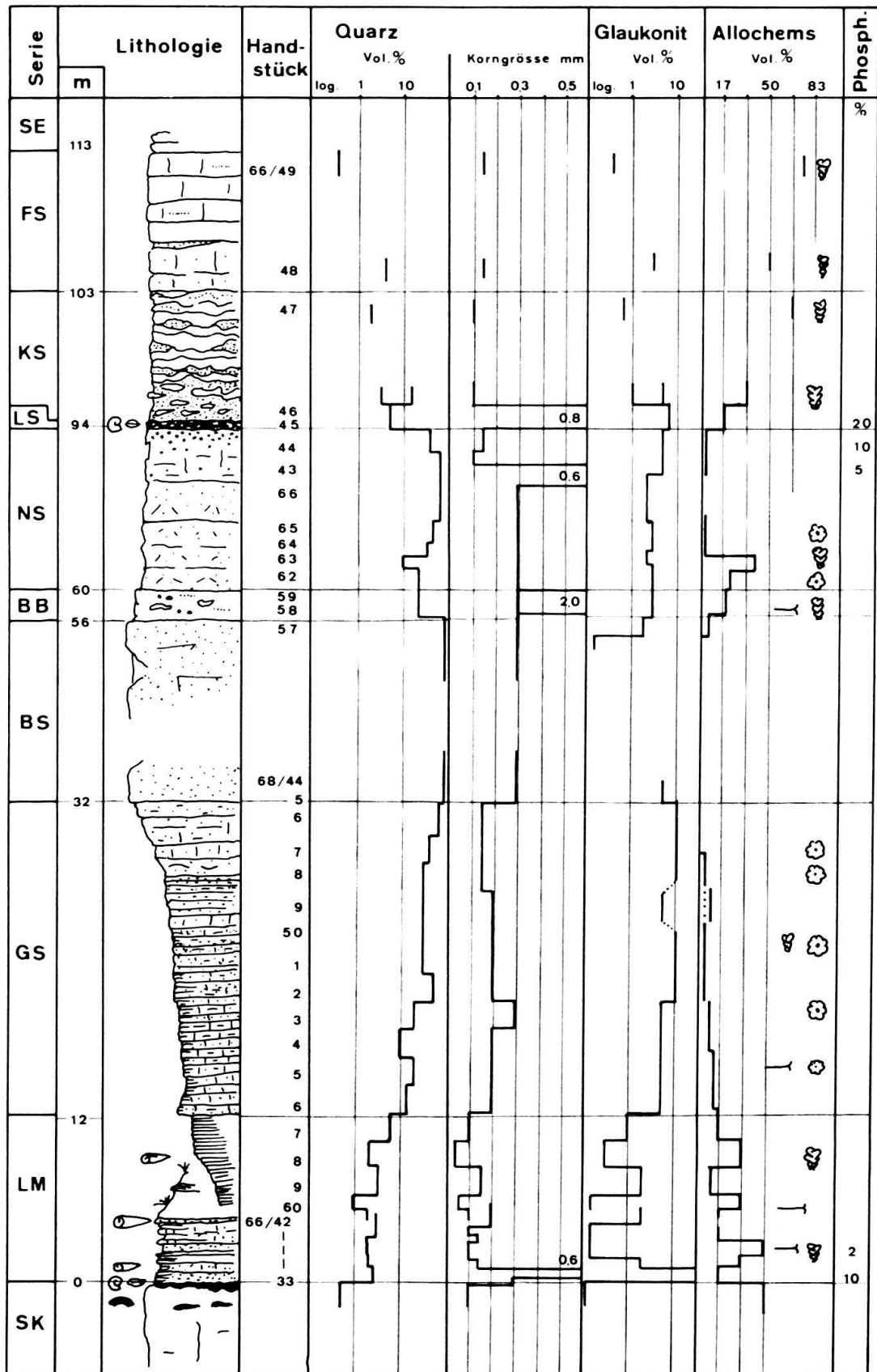


Fig. 18. Sammelprofil durch den Gault. SE Seewerkalk, FS Fidersberg-Sch., KS Aubrig-Knollen Schicht, LS Lochwald Schicht, NS Nideri-Schichten, BB Brisi-Breccie, BS Brisi-Sandstein, GS Gamser-Schichten, LM Luitere-Mergel, SK Schrattenkalk. Die Luitere-Mergel sind kombiniert aus den Profilen Hurst (S Hurstgipfel) und Arin. Der Rest ist zusammengesetzt aus verschiedenen Profilen längs des Hurstgrates bis Arin-Kreuz. Die Signaturen entsprechen den anderen Profilen, die Sternchen bedeuten Echinodermenbruchstücke.

tionen enthalten zum Teil ausführliche Fossillisten, die von mir aber nicht kontrolliert wurden.

2.102 Aubrig-Knollenschichten

Die ziemlich rasch aus der Lochwald-Fossilschicht hervorgehenden Knollenschichten (vgl. Fig. 19) messen 9 m und gehen ihrerseits langsam in die Fidersberg-schichten über. Die Aubrig-Knollenschichten sind eine eigenartige Bildung von Kalkknollen bis knolligen Kalklagen im Grünsand. Die kalkigen Knollen gehen wohl rasch, aber ohne scharfe Grenze über in die Grünsandfazies. Die Quarz- und Glaukonitfraktionen sind qualitativ identisch. Der Karbonatgehalt beträgt in den Knollen 85%, im Nebengestein jedoch nur 38%. In den Knollen finden wir die typische Oligosteginenfauna. Diese besteht hauptsächlich aus *Stomiosphaera sphaerica* (KAUFMANN) und selten aus *Pithonella ovalis* (KAUFMANN). Daneben sind noch einige wenige Hedbergellen, Heterohelicien und Trochamminiden zu erwähnen.

Die Grünsandpartien sind, abgesehen von einigen Bruchstücken von Oligosteginen, praktisch steril.

Auf Grund dieser Feststellungen scheint mir eine Entstehung der Knollenschichten nur durch frühdiagenetische Lösung möglich, indem die Knollen Relikte einer homogenen sandigen Kalkablagerung sind. Über die Bedingungen für einen derartigen chemischen Mechanismus konnte ich in der Literatur nirgends Anhaltspunkte finden.



Fig. 19. Lochwald-Fossilschicht am Waldweg SW Rungelätsch.

Eventuell spielt der abrupte Fazieswechsel zwischen Gault und Seewerschichten, der durch ein rasches Eintiefen des Sedimentationsraumes bedingt ist, dabei eine Rolle.

2.11 Seewerformation

2.111 Fidersbergschichten (*Turrilitenschichten*)

Die Fidersbergschichten (BOLLI 1944) stellen ein ungefähres Äquivalent der Turrilitenschichten des Nord- bis mittelhelvetischen Faziesgürtels dar. Sie unterscheiden sich von den Turrilitenschichten durch ihre Ausbildung, ihre wesentlich grössere Mächtigkeit und den Mangel an Makrofossilien. Es handelt sich in unserem Untersuchungsgebiet um einen im Felde vom Seewerkalk schwer unterscheidbaren Schichtstoss, der bei näherer Betrachtung aber weniger dicht und zuweilen glaukonit- und quarzhaltig ist.

Die Hauptmasse besteht aus einem im Bruch dunkelgraubraunen, feinkörnigen, mehr oder weniger feinspätigen Kalk mit Tonhäuten bis Tonschlieren, die meist reich an Quarz, Glaukonit und Glaukocalcit sind. Die Mikrofossilien sind vielfach zerbrochen. Massenhaft findet man wieder die Oligosteginen und kleine Hedbergellen. Daneben treten Lituoliden, Textularien, Trochamminen, Gavelinellen auf. Die Entwicklung von einfachen zu hochentwickelten Rotaliporen ist an wenigen Exemplaren zu beobachten, auch die Hedbergellen werden gegen oben grösser. Die Karbonatanalyse: 90% Calcit, 2% Dolomit.

2.112 Seewerkalk

Im ganzen Untersuchungsgebiet, abgesehen von der Umgebung von Sevelen, ist der Seewerkalk das jüngste erhaltene Schichtglied. Aus den Fidersbergschichten entwickelt sich der Seewerkalk, indem das Gestein dichter wird und der Glaukonit abklingt. Im Profil Arin-Kreuz messen wir 14 m Seewerkalk. Bei 3 m befinden wir uns sicher im Turon (*Globotruncanen* der *stephani*-, *schneegansi*- und *sigali*-Gruppe), bei 6 m fand ich die erste *Globotruncana helvetica* (BOLLI), also das Äquivalent des roten Seewerkalks, der aber in der Alviergruppe nicht gefärbt ist. Bei Meter 9 zeigen Formen der *tricarinata*-Gruppe Senon an.

Bessere Aufschlüsse fand ich nicht. Der Seewerkalk soll hier auch gar nicht im Detail besprochen werden, denn er wurde bereits in andern Arbeiten behandelt (HEIM 1916, BOLLI 1944, HERB 1962 u. a.).

2.12 Amdener Mergelformation

Diese weichen Siltmergelschiefer sind sehr schlecht aufgeschlossen, und es bot sich nirgends ein vollständiges Profil. Die Untergrenze tritt nirgends zutage. Das schönste Teilprofil befindet sich im Geissbergtobel (70 m S Geissberg P. 674). Dort ist ein eindeutiger, langsamer Übergang in die Wangschichten sichtbar. Die Amdenerschichten sind in ihrem typischen mittel- bis feinschiefrigen, samtenen, dunkelbraun-grauen Habitus ausgebildet. Sie sind allerdings tektonisch dermassen beansprucht, dass sie sich nur sehr schlecht schlämmen lassen, und die Mikrofossilien sind auch schlecht erhalten. Der Schlämmrückstand enthält viel Hellglimmer, was den

Anstoss zu Illituntersuchungen gab (siehe Abschnitt 3.3). Aus Schlammproben wurden folgende Foraminiferen bestimmt:

Globotruncana fornicata PLUMMER

Globotruncana marginata (REUSS)

Globotruncana cf. *ventricosa* DABLIEZ

Globotruncana cf. *lapparenti coronata* BOLLI

Globotruncana cf. *concavata* (BROTZEN)

Heterohelix sp.

Rugoglobigerina sp.

Ostrakoden

Immerhin ist damit das Santonian für diese obersten Amdenerschichten gesichert. Eingehendere mikropaläontologische Untersuchungen der Amdenerschichten wurden von THIERSTEIN (1971) in der Grabser Voralp vorgenommen. Der Karbonatgehalt beträgt nur 7%.

2.13 Wangformation

Das einzige Vorkommen von Wangschichten im ganzen Alviergebiet beschränkt sich auf eine Fläche von etwa 1 km² bei Sevelen. Der Geissberg und die Ansa werden von einer hellgrauen bis fast schwarzen, massigen Sandkalkserie aufgebaut, selten etwas verschiefert, aber meist von Clivage durchsetzt. Das Gestein enthält viele wellige Tonhäutchen, die meistens als Rutschflächen ausgebildet sind (Harnische). Auffallend sind viele kleine Glimmerschüppchen. Der Karbonatanteil erreicht 46% bis 50%, die Mächtigkeit beträgt mindestens 80 m.

Dünnschliffe vom Herrenberg und Joachimsbüel zeigen die typische dunkle, bituminöse Matrix, 5–20% Quarzkörner, die bis 0,3 mm weiter gewachsen sind, bis zu 10% Dolomit mit Pyriteinschlüssen und Ankeriträndern. Glaukonit und Glimmer variieren stark. Es sind einige Foraminiferentrümmer und Schwammnadeln zu erkennen. Beachtenswert sind feine Risse in vielen Quarzkörnern.

Oben auf der Ansa bietet sich ein ganz anderes Bild. Dünnschliff (66/10) enthält nur 1% Quarz bis zu 0,1 mm gross, daneben autigenen Kiesel, Feldspate, wenig Glaukonit, Dolomit und Glimmer. Die Matrix besteht aus hellem, feinem Mikrit mit Schwammnadeln und Calcisphären. Leider konnten auch hier keine gut bestimm- baren Foraminiferen gefunden werden, obwohl solche in der Literatur (z. B. ZIMMERMANN 1936) beschrieben sind.

2.14 Quartär (vgl. Tf. IX)

2.141 Glazialablagerungen

Mangels schöner Moränenwälle gestaltet sich die zeitliche Zuordnung des Moränenmaterials schwierig. Die isohypse Häufung von Erratikern am Sevelerberg deutet auf einen ausgeprägten Eisstand hin, dessen Höhe von 1800 m mit dem Konstanzer Stand vereinbar wäre (HANTKE, mündl. Mitt.). Weitere Anhäufungen von Findlingen liegen zwischen Koten 600 und 680 auf dem Gebiet der Gemeinde Wartau und niveau- gleich S St. Ulrich. Diese tiefer gelegenen Erratiker dürften zur selben Zeit deponiert worden sein, als die ausgeprägten Schmelzwasserrinnen entlang Brüchen des NNW

verlaufenden Systems ausgebildet wurden (z.B. Valcupp, Valveror, Valschnära, Matinis), und sind wohl dem Büchel-Feldkirch-Stadium (HANTKE 1970) zuzuordnen. Den höchstgelegenen Rheinerratiker (Granit) fand ich auf 1280 m in der Masora, was jedoch nicht den Höchststand des Würmeises wiedergibt, da der Gletscherstand zur Zeit des Würmmaximums nach HANTKE (1970) auf etwa 1700 m, d.h. noch über der damaligen Schneegrenze, liegen musste. Zudem können spätere Lokaleisvorstösse das Rheinerratikum noch hinuntergedrückt haben.

2.142 Löss

Als erster hat A. ESCHER VON DER LINTH den Löss im St.Galler Rheintal in seinen Tagebüchern beschrieben (z. B. V, S. 388s, VIII, S. 638/39). MOUSSON (1856) publizierte dann eine Abhandlung unter Anlehnung an ESCHERS Notizen und mit eigenen paläontologischen Untersuchungen. Die Landschneckenfauna liess sich nicht wiederfinden, da heute weniger gute Aufschlüsse vorhanden sind. Beide Autoren glaubten an eine subaquatische Ablagerung des Löss und stellten das Fehlen von Wasserschnecken fest. PENCK und DU PASQUIER (1895) haben dann den Löss in Anlehnung an die Arbeit von RICHTHOFEN (1886) als äolische Bildung gedeutet.

Die ausführlichste Arbeit über den Rheintaler Löss stammt von FRÜH (1899), der auch auf die Terrassierung der Lösshänge eingeht und deren Anlage, wie mir scheint mit Recht, dem Menschen zuschreibt. Die Rheinebene wurde ja erst nach der Rheinkorrektur bebaubar.

Die chemischen Analysen von zwei Mustern stimmen gut mit den Angaben von FRÜH (1899) überein.

Tabelle 5. Chemische Analysen von Löss.

	Löss vom Sidenbaum Koordinaten 216 600/755 770	Löss vom Major Koordinaten 218 500/756 370 pauschal umgerechnet	
SiO ₂	75,4	51,2	69,0
Al ₂ O ₃	13,5	10,2	13,7
Fe ₂ O ₃	4,7	3,8	5,1
MgO	1,8	2,7	1,7
CaO	1,9	13,6	5,9
Na ₂ O	1,3	1,5	1,9
K ₂ O	2,0	2,0	2,7
H ₂ O	-	2,5	-
CO ₂	<	11,8	-
Total Gew. %	100,6	99,3	100,0

Auffallend ist der Unterschied im Karbonatgehalt dieser beiden Lokalitäten. Unter der Annahme, im Löss von Sidenbaum habe postsedimentäre Karbonatlösung stattgefunden, wurde das Resultat vom Major folgendermassen umgerechnet: Um das CO₂ aufzubrauchen, wurde zuerst so viel Dolomit gemacht, dass der MgO-Wert demjenigen von Sidenbaum entspricht, aus dem verbleibenden CO₂ wurde Calcit gemacht (natürlich mit den jeweiligen Anteilen CaO). Nach Subtraktion dieser Karbonate und des Wassers wurde das Resultat wieder auf 100% gebracht. Vergleichen

wir nun Kolonnen 1 und 3 miteinander, so stellen wir keine signifikanten Unterschiede fest.

Körnerpräparate: In der Leichtmineralfraktion dominieren Hellglimmer und Quarz. Die Schweremineralien verteilen sich wie folgt:

	Granat	Zoisit	Zirkon	Epidot
Sidenbaum	50 %	15 %	5 %	15 %
Major	55 %	15 %	15 %	5 %

Dazu treten noch Disthen, Rutil, Hornblende, Apatit, Chloritoid, Turmalin, Staurolith, Titanit, Andalusit, Brookit und Enstatit auf.

3. TEKTONIK

Die östliche Alviergruppe ist das südlichste und östlichste Kreidegebiet der helvetischen Decken der Ostschweiz. Abgesehen von der direkten Verbindung zu den Churfirten im NW und dem synklinalen Zusammenhang mit der Säntisgruppe im N ist keine unmittelbare Korrelation möglich. Wir befinden uns in einer tektonisch relativ ruhigen Region. Im NW anschliessend zieht eine stark gefaltete Zone längs des Voralptals mit einem Achsenstreichen von N 50 E und einem mittleren Achsenfallen von 17° gegen NE durch. Im SE unseres Gebiets manifestiert sich dieselbe Richtung in ausgeprägten Flexuren (Sevelen, Flidachöpf). Zwischen diesen beiden Zonen kann ein allgemeines Schichtfallen von 30° gegen NE gemessen werden, was etwa dem Axialgefälle entspricht (vgl. Abschnitt 3.1).

Die Frage, wie die Rheintaldepression entstanden ist, kann nicht beantwortet werden. Jedenfalls haben die rheintalparallelen Strukturen (Schmelzwasserrinnen) in unserem Gebiet keine tektonische Signifikanz. Es konnten weder vertikale noch horizontale Dislokationen beobachtet werden.

3.1 Strukturkurvenkarte (Tf. VIII)

Die heutige Struktur des Alviers lässt sich am besten an Hand einer Strukturkurvenkarte diskutieren. Als Folge der Aufschlussverhältnisse wurde als Referenzhorizont im Süden die Obergrenze des Kieselkalkes und im Norden diejenige des Schrattekalkes gewählt.

Es fallen sofort die zwei ausgeprägten Bruchsysteme auf, wobei das SW–NE verlaufende hauptsächlich Grabenbrüche bildet, das mehr oder weniger normal dazu verlaufende aber vorwiegend aus antithetischen Verwerfungen besteht. Viele dieser letzteren sind nicht berücksichtigt worden, da sie nicht direkt beobachtbar sind. Bei der Konstruktion der Karte stellte sich aber heraus, dass das konstruierte Schichtfallen geringer ist als die im Feld gemessenen Fallwinkel, d.h., viele kleine antithetische Verwerfungen schwächen das absolute Fallen stark ab. Figur 20B2 stellt das gemessene Fallen dem effektiven (Fig. 20B3) gegenüber.

Diese antithetischen Verwerfungen sind an verschiedenen Stellen im Feld gut erkennbar:

- auf der Schaner Alp (Arlans), besonders beim Tobelegg, wo die Altmannschichten noch erhalten sind;