**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern

**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Bern

**Band:** - (1930)

**Artikel:** Geologische Untersuchung der Dreispitz-Standfluhgruppe und der Flyschregion südlich des Thunersees

**Autor:** Liechli, Paul

**Kapitel:** B: Stratigraphie

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-319354

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 16.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# B. Stratigraphie.

## I. Wildhorndecke.

### *Einleitung.*

Sowohl Standfluh als auch Dreispitzkette stellen einen Teil der Wildhorndecke dar, der vollständig innerhalb des helvetischen Kontinentalschelfs lag, wie die ruhige Sedimentation, die vorwiegend kalkige Ausbildung des Barrémien und die Grobkörnigkeit der meisten Sandsteine beweisen. Vollständig entwickelt ist die untere Kreide von den Valangienmergeln bis zum obern Schrattenkalk, welch letzterer jedoch durch eine Erosionsperiode zwischen Gargasien und Bedoulien im Norden des Gebietes ganz, im S teilweise abgetragen wurde. Während von da an im N (Standfluh-Wetterlatte-Birchenberg) bis ins Auversien nichts mehr erhalten ist, unentscheidbar ob primär oder infolge späterer Abtragung, transgredierte im S (Dreispitz-Hutmaad und Buchholzkopf) vorerst der Glaukonitsandstein des Gargasien auf die karrige Schrattenkalkoberfläche, worauf die Sedimentation bis zur Ablagerung der Concentricusschichten ununterbrochen fortdauerte. Durch vorcenomane Erosion erfolgte wiederum durchgehende Abtragung bis auf wenige Meter Gargasiensandstein (Ausnahme P. 1947), worauf mit der Transgression des Seewerkalks die Oberkreide einsetzte. Ob die Wangtransgression nordwestwärts bis in das Morgenberghorn-Dreispitzgebiet reichte, läßt sich nicht entscheiden, da durch voreozäne Erosion die Oberkreide wieder bis auf den Seewerkalk abgetragen wurde. Die Seewermergel blieben bloß lokal erhalten, und zwar vorwiegend dort, wo sie durch voreozäne Brüche in den Seewerkalk eingesenkt erscheinen.

Hierauf setzt mit einem grobkörnigen Quarzsandstein im Lutétien die eozäne Transgression ein. Sie erreichte im Auversien auch die Standfluh und hielt an bis ins Priabonien, d. h. bis zum Beginn der Gebirgsbildung. Die Lücke zwischen transgredierendem Eozän (Lutétien im S, Auversien im N) und der Kreideunterlage ist demnach sehr ungleich groß; sie beträgt im N ein Maximum (Unt. Schrattenkalk bis Auversien), nimmt aber gegen S sehr rasch ab und ist durchschnittlich am kleinsten in der Dreispitzgruppe. Die Hutmaadfalte nimmt eine Mittelstellung ein zwischen Standfluh und Dreispitz, wobei aber besonders zu betonen ist, daß bei ähnlicher stratigraphisch-fazieller Ausbildung sich die Stelle bester Ausbildung und Erhaltung der mitt-

leren und oberen Kreide in der Hutmaad- (P. 1947) und nicht in der Dreispitzantiklinale befindet.

Es lassen sich demnach im Untersuchungsgebiete zwei streng getrennte Faziesbereiche unterscheiden, eine N-Fazies ohne mittlere bis obere Kreide und ohne Lutétien und eine S-Fazies mit nahezu vollständiger Schichtreihe.

Da sich Faziesstreichen und Faltenstreichen überschneiden, so verläuft die Grenze zwischen N- und S-Fazies nicht parallel zu den tektonischen Elementen, sondern diese verteilen sich folgendermaßen auf die beiden Faziesbereiche:

| | Kiental—Suldtal | Suldtal—Thunersee |
|---|---|---|
| NW-Fazies | Standfluh<br>Wetterlatte | Birchenberg—Wolfholz<br>Gräberegg \| Buchholzkopf |
| SE-Fazies | Höchstfluh—Obersuldberg<br>Dreispitz (Oberer Teil) | Hutmaad<br>(Morgenberghorn) |

Es sei ausdrücklich betont, daß die Begriffe N- und S-Fazies lokal aufzufassen sind und nicht mit allen Nachbargebieten in Beziehung gebracht werden dürfen. Was ich als S-Fazies bezeichne, ist z. B. bei GOLDSCHMID N-Fazies. Dagegen ist mit den Gebieten von ADRIAN und SCHNEEBERGER ein direkter Vergleich erlaubt.

In der Folge soll auf die mikroskopische Beschreibung der Sedimente besonderes Gewicht gelegt werden, da dieselbe bis jetzt fast ganz vernachlässigt wurde, im Gegensatz zu den palaeontologisch-stratigraphischen Darlegungen, denen ich, die Dreispitzkette ausgenommen, wenig beizufügen habe.

# Kreide.

## 1. Valangien.

### *Valangien N-Fazies.*

Diese Gesteinsgruppe tritt im Richtigraben auf der W-Seite und unter der Faulenmattfluh auf der E-Seite der Standfluhgruppe zutage und wurde von GERBER eingehend beschrieben (83, 325). Es handelt sich im Richtigraben um eine fossilleere Gesteinsfolge in der kieselige

Schiefer, Kieselkalke und helle, schrattenähnliche Kalke auftreten, wobei die urgonartige Kalkfazies nach oben hin zunimmt und gegenüber den hangenden Kieselkalken des Hauterivien als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal dient. Intensive Dislokationsmetamorphose hat jede Fossilspur verwischt.

Mikroskopisches:

Unterer Valangienkalk (Schichten 9—12 bei GERBER, 83, 326), Richtigraben.

Die zurücktretende mesokristalline Grundmasse war ursprünglich tonig, wurde aber infolge Sammelkristallisation zu fast reinem Kalzit. Sie zeigt nesterweise angereicherte sekundäre Quarzinfiltrationen und Limonitimprägnationen. Der Quarz stammt wahrscheinlich von aufgelösten Kieselschwammnadeln her.

Die Hauptmenge der Einschlüsse bilden Onkoide, die primär als Mikrogerölle eines tonigen Sedimentes abgelagert wurden und diagenetisch zu tonigen Wolken und Onkoidschlieren geworden sind. Mehr vereinzelt beobachtet man schön idiomorphe Dolomitrhomboeder.

An Mikroorganismen findet man besonders zahlreiche Textularien, einige Milioliden und Kalkalgen. Spongiennadeln sind selten.

Oberer Valangienkalk (Schichten 15—16, 83, 327), Richtigraben.

Hat Ähnlichkeit mit dem vorigen, ist aber diagenetisch stärker verändert. Die Grundmasse ist fast klar und grobkristallin. Ihr Kalzit wird von Quarzinfiltrationen durchsetzt, die zu skelettartiger, sekundärer Quarzkristallbildung geführt haben. Diese Verkieselung durchsetzt die SK*)-Kalzitrhomboeder der Grundmasse, ist also älter. Es ist eine spezifische Eigentümlichkeit des Valangien, solche sekundären Quarznadeln und Skelette zu führen.

Die Onkoide werden meist von einer radialen, diagenetischen Kalzitrinde umgeben. Im allgemeinen machen sich Entmischungserscheinungen im Innern der Onkoide nur schwach bemerkbar. Zuweilen aber besteht ihr Kern aus einem Kalzitaggregat.

Aus petrographischer Analogie sind auch die dunklen, wirren Mergel, urgonartigen Kalke und Kieselkalke von oberhalb Hanselen und dem linken Ufer des Suldbaches ins Valangien zu stellen. Leider fehlen beweisende Fossilien. Sowohl die makroskopische als auch die mikroskopische Übereinstimmung mit den entsprechenden Schichten der Dreispitzkette z. B. ist aber überraschend. Das Valangien der Standfluhgruppe wird demnach nach N und NW wieder bathyaler (im Vergleich zur neritischen Fazies im Richtigraben) und nähert sich damit der bathyalen Ausbildung in der Randkette N des Thunersees (Sichel).

*) Sammelkristallisation wird in der Folge durchweg mit SK abgekürzt.

Mikroskopisches:

Valangienkalk in Urgonfazies am linken Suldufer.

Die Grundmasse ist mesokristallin, im allgemeinen infolge wolkig verteilter Tonpartikel getrübt und nur dort klar, wo die SK kräftig wirkte.

Unter den Einschlüssen wiegen runde bis ovale Tononkoide mit kalzitischem Kern vor. Ihre Größe ist auffallend gleichmäßig und beträgt im Mittel 0.08 mm. Zahlreiche Milioliden, Bryozoen, Textularien und Krinoidenbruchstücke geben dem Gestein ein charakteristisches Gepräge, wie es nur Valangienkalke und Schrattenkalk aufweisen. Bivalvenfragmente und Diploporenquerschnitte sind seltener, Cristellarien fraglich.

## *Valangien S-Fazies.*

### a) **Valangienmergel:**

Diese Gesteinsfolge bildet über dem Steilabsturz des Malm die runden, sanftgeformten Weiden der Egg- und Lattreienalpen. Sie besteht aus grau bis hellbraun anwitternden, fein gebänkelten Mergelschiefern, die sehr schmiegsam sind und intensive Kleinfältelung aufweisen können. Dazwischen schalten sich vereinzelt Kalkbänke von 2 bis 20 cm Mächtigkeit ein. In den tiefern Lagen handelt es sich um einen grauen, ziemlich dichten Kalk von malmähnlicher Beschaffenheit. Im Eggbach bei Eggmatte sind die Kalkbänke direkt über dem Malm besonders häufig, so daß hier eine Bildung entsteht, die in der Ostschweiz als Zementsteinschichten bezeichnet würde. Im Malmfenster der Lattreienalpen dagegen folgt direkt über dem Malmkalk ein mächtiger Valangienmergelkomplex, worauf sich erst einige zementsteinartige Kalkbänke einzuschieben beginnen.

Nach oben hin werden die Kalkbänke sandiger und kieseliger. Gleichzeitig nehmen sie an Häufigkeit rasch zu und bilden infolge ihrer größern Widerstandsfähigkeit gegenüber den Einflüssen der Verwitterung hervorragende Bänder in den Mergeln. Diese Struktur liefert den einzigen Anhaltspunkt zum Erkennen der Schichtung, da diese in den Mergeln durch Druckschieferung vollständig verwischt ist. Sowohl Mergelschiefer als auch Kalkbänke werden von zahlreichen Kalzitadern durchsetzt.

Betreffend Fossilführung verweise ich auf das Register von MOESCH (27, 268). GERBER fand an der Egg

*Terebratula diphyoides* d'ORB. und

*Terebratula spec. indet.*

Ich sah nur einen unbestimmbaren *Aptychus* und einige Kriechspuren.

Die Grenze gegen den untern Valangienkieselkalk ist unscharf. Immerhin treten innerhalb weniger Meter die Mergelschiefer zurück und werden durch einen dichten, hellgrauen, schwach sandigen Kalk ersetzt.

Im Großen und Ganzen zeigen die Valangienmergel große Ähnlichkeit mit denjenigen des Saxetentales, wie sie von GOLDSCHMID beschrieben wurde (137, 206).

GERBER (83, 337, Fig. 3) schätzt die Mächtigkeit der Valangienmergel auf ca. 600 m, was mir zu viel scheint. Es mögen unter Berücksichtigung der tektonischen Stauung 2—300 m sein. Am Übergang zur Hutmaadantiklinale, am S-Hang des Höchst schätzt man sogar nur noch 100 m. Neben stratigraphisch geringerer Mächtigkeit mag allerdings hier in geringem Grade auch tektonische Reduktion mitspielen.

### b) **Unterer Valangienkieselkalk:**

Diese Schichtfolge tritt auf der Südseite der Dreispitzkette landschaftlich hervor durch steile Hänge, die über den weichen Geländeformen der Valangienmergel beginnen.

Die Beschreibung des untern Valangienkieselkalkes der Morgenberghornkette, die von GOLDSCHMID (137, 207) gegeben wurde, trifft auch für die Dreispitzkette fast unverändert zu.

Mit raschem Übergang, aber ohne Diskontinuität, folgt auf die Valangienmergel eine mächtige Wechsellagerung von dunklen, rauh und braun anwitternden Kieselkalken mit helleren, mehr diphyoidesähnlichen Kalkbänken. Faziell ersetzen diese hellen Kalke die Mergel der darunterliegenden Stufe. Rote Flecken, wie sie GOLDSCHMID (137, 208) und STAUFFER melden, sind auch hier vorhanden.

Die Bankung variiert zwischen 3—12 cm, beträgt im Mittel 6 cm.

Nur gerade in den untersten Partien, insbesondere dort, wo noch dünne Schieferlagen zwischen den Kalkbänken auftreten, beobachtet man N der Eggschafalp z. B., eine bemerkenswerte Druckschieferung, die wie gewohnt unter spitzem Winkel zu den Schichtfugen verläuft. Sie schneidet jedoch Mergelschiefer und Kalke nicht unter demselben Winkel, sondern befolgt beim Durchgang durch die Kalkbänke ein Brechungsgesetz (analog dem optischen Brechungsgesetz von Snellius), wobei die durch den Kalkgehalt bedingte Härte den Brechungsquotienten zu bedingen scheint.

Nach oben hin nehmen die hellen diphyoidesähnlichen Kalke zu und die Kieselkalke ab. Hier sind gelbe und rötliche Verwitterungsfarben typisch, hervorgerufen durch Glaukonit und feine Pyriteinstreuungen. Der Glaukonit tritt aber immer nur untergeordnet auf und sein Vorkommen ist jeweilen in vertikalem und horizontalem Sinne beschränkt. Es treten daher nur Anklänge an GOLDSCHMID's (137, 209) Tüpfchenschiefer auf, während typische Ausbildung fehlt.

Dagegen ist der Kieselknauerhorizont durchwegs gut ausgebildet und deutet die Nähe der oberen Grenze des unteren Valangienkieselkalkes an.

### c) **Diphyoidesgruppe.**

(Hellbräunliche, graue, dichte, seewerähnliche Kalke.)

GOLDSCHMID's (137, 209) Beschreibung dieser Gesteinsgruppe gilt mit folgenden Abänderungen auch für die Dreispitzgruppe:

Eine deutliche Echinodermenbrekzie, wie sie S des Groß Schiffli in den glaukonitischen Tüpfchenschiefern auftritt, wurde nicht gefunden, auch sind die untern Partien im Dreispitzgebiet nicht spätig. Hingegen ist die knollige schiltkalkähnliche Fazies gut entwickelt (bis 25 m) und beteiligt sich in wesentlichem Maße am Aufbau des unteren Teiles der Diphyoidesgruppe, während die oberen Schichten vorwiegend aus hellen, feinblättrigen Mergelschiefern bestehen. Besonders in der Mitte treten braunsandige Kieselkalkeinlagerungen auf, die aber nie überhand nehmen.

Nach unten vollzieht sich ein Übergang in den unteren Valangienkieselkalk, charakterisiert durch das Auftreten dünnbankiger Kieselkalke und rasche Zunahme des Kieselgehaltes.

Nach oben erfolgt rasch, aber ohne Diskontinuität, ein Übergang in eintönige, mächtige Kieselschiefer, die das Äquivalent des

### d) **Oberen Valangienkieselkalkes**

darstellen dürften. Diese kieseligen Schiefer sind von den hangenden Schiefern des Hauterivien nicht abtrennbar und die betr. Grenze auf Karte und Profilen ist hypothetisch.

GOLDSCHMID fand im E seines Gebietes einen hellen Kalkhorizont mit abgerollten Ammoniten, Belemniten und Glaukonit, den er als Valangien-Hauteriviengrenze kartierte. Aber schon am Morgenberghorn ist es, wie auch in der Dreispitzkette, unmöglich, die beiden Stufen zu trennen. Was die Grenzlegung im Gebiete ADRIAN's anbetrifft, verweise ich auf die Kritik von GOLDSCHMID (137, 219).

Erwähnenswert ist sowohl für die Valangienkieselschiefer, als auch für die schiefrige Basis des Hauterivien eine kräftige Druckschieferung.

### *Zusammenfassung.*

Das Valangien der S-Fazies vermittelt den Übergang zwischen den gleichaltrigen Schichten der Morgenberghornkette und denen des Ärmighorns, wobei die faziellen Anklänge an die Morgenberghornkette vorwiegen. Es setzt sich zusammen aus einer Folge von Mergeln, Mergelkalken, Sandkalken, Kieselkalken und kieseligen Schiefern. Abgesehen von den tektonisch bald gestauten, bald reduzierten Valangienmergeln, beträgt seine Gesamtmächtigkeit durchschnittlich 350 m für die Dreispitz-, 250 m für die Hutmaadantiklinale. Die Gliederung erfolgt, wie auch in den Nachbargebieten, nur nach lithologischen Merkmalen. Unter Einbeziehung der Gebiete von ADRIAN (96) und GOLDSCHMID (137) verteilen sich die Mächtigkeiten folgendermaßen:

| | Ärmighorn (Schwarzgrätli) | Dreispitz | Morgenberghornkette W | Morgenberghornkette E | Hutmaad (Spiggengrund) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ob. Valangienkieselkalk | 60 m | ? 100 m | 130 m | 110 m | ? 75 m |
| Diphyoidesgruppe | 125 m | 110 m | 65 m | 40 m | 75 m |
| Unt. Valangienkieselkalk | 130 m | 140 m | 130 m | 160 m | 100 m |
| Total | 315 m | 350 m | 325 m | 310 m | 250 m |

## 2. Hauterivien.

### *a) Hauterivien N-Fazies.*

Diese Stufe zeigt die bekannte Ausbildung als Kieselkalk.

Der makroskopischen Beschreibung von GERBER (83, 327) habe ich wenig beizufügen. Im Faltschengraben findet man an der Basis eine sehr grobkörnige Echinodermenbrekzie. Der ganze Komplex mißt 300 m, die unterste, schiefrige Partie erreicht 10—30 m.

Mikroskopisches:

Hauterivienkieselkalk des Faltschengrabens.

Die mikrokristalline Grundmasse ist tonig, braun pigmentiert und führt Limonitschnüre.

Einschlüsse: Anorganogene: Zahlreiche Quarzkörner, deren Größe variiert zwischen 0,02 bis 0,1 mm und im Mittel ca. 0,05 mm beträgt. Die großen Körner zeigen gute Rundung, die kleinen sind eckig oder doch nur

ganz schwach abgerollt. Zahlreiche, sich kreuzende Kalzitadern durchsetzen das Gestein. Nesterweise treten limonitisierte Pyrithexaeder auf. Glaukonit fehlt vollständig, entgegen dem von SCHNEEBERGER (134, 33) veröffentlichten Befund für die Randkette N des Thunersees.

Organogene: Massenhaft Spongiennadeln (Monaxone), größtenteils kalzitisiert, seltener verkieselt (Quarzin).

Da die SK besonders auf die Organismentrümmer kräftig wirkte und weniger auf die Grundmasse, haben die Spongiennadeln ihre organische Struktur völlig verloren; ebenso die seltenen Trümmer von Krinoiden, die kaum mehr als solche erkennbar sind.

Hauterivienkieselkalk bei Vorderfaulenmatt, nahe an der Überschiebungsgrenze der Wildhorndecke.

Die stark vorherrschende Grundmasse ist durch SK kräftig beeinflußt und holokristallin geworden. Sie ist bald klar, bald intensiv braun pigmentiert und schließt zahlreiche Quarzkörner von 0.04 mm Dicke ein. Dieselben sind ihrer Kleinheit wegen meist eckig, seltener gerundet und zeigen undulöse Auslöschung. Glaukonit fehlt ganz. Organismentrümmer sind unkenntlich, ausgenommen die massenhaft vorhandenen Kieselschwammnadeln, die sekundär verkalkt sind. Auch die Quarzkörner dürften z. T. sekundärer Entstehung sein. Die primäre Schichtung des Gesteins macht sich im Schliff durch Anklänge an Fluidaltextur bemerkbar.

## *b) S-Fazies.*

In der Dreispitzkette ist das Hauterivien mit einer Mächtigkeit von 300—400 m vertreten. Es setzt sich zusammen aus Kieselschiefern unten und den bekannten, musterhaft gebankten Kieselkalken im oberen Teil. Echinodermenbreccien fehlen. Zu oberst werden die Bänke dicker und infolge Zunahme des Kalkgehaltes auch heller. Gleichzeitig beginnen die Schieferlagen zwischen den Kieselkalkbänken zu vermergeln und überhand zu nehmen.

Das Hauterivien der Hutmaadfalte zeigt dieselbe Ausbildung.

Mikroskopisches:

Hauterivienkieselkalk der Hutmaadantiklinale im Suldtal.

Die Grundmasse wiegt vor, ist mesokristallin und ziemlich stark tonig getrübt.

Die Hauptmenge der Einschlüsse bilden Quarzkörner von 0.08 bis 0.1 mm Durchmesser. Die Größenunterschiede der Körner sind außerordentlich gering. Die kleinern zeigen scharfe Ecken und Kanten, die größern sind schwach kantengerundet. Dazu treten vereinzelte limonitisierte Pyritkörner. Glaukonit fehlt auch hier vollständig, entgegen den Beschreibungen von ARNOLD HEIM (81) und W. SCHNEEBERGER (134, 33).

Unter den zurücktretenden organischen Einschlüssen wiegen Spongiennadeln (Monaxone), Krinoidenbruchstücke und Textularien vor.

## 3. Barrémien.

### *a) Barrémien N-Fazies.*

**Drusbergschichten:**

Wie ADRIAN (96, 289) im Nachbargebiet, konnte ich in der Standfluhgruppe und am Birchenberg keine Altmannschichten auffinden.

Die Grenze Hauterivien-Barrémien wurde dort durchgelegt, wo die typischen, blaugrauen Kieselkalkbänke innerhalb einer Strecke von 0,5 bis 1 m in hellen, urgonähnlichen und oft oolithischen Kalk übergehen. Erst über diesen Kalken folgen 20—30 m Drusbergmergel, worauf dann die typische Schrattenkalksedimentation einsetzt. Am SW-Hang des Kientalerhorns trifft man folgendes Profil (von unten nach oben):

| | | | |
|---|---|---|---|
| | x | m | Hauterivienkieselkalk. |
| 1. | 2 | m | Wechsellagerung von urgonartigem Kalk mit Kalkschiefern. |
| 2. | 25 | m | heller schrattenähnlicher Kalk, mit 5—25 cm Bankung. |
| 3. | 5 | m | dunkler, toniger Kalk. |
| 4. | 4 | m | schiefriger, dunkler Mergelkalk. |
| 5. | 2,7 | m | dunkler, schrattenähnlicher Kalk. |
| 6. | 22 | m | blaugraue, kalkige Mergel mit dunklem Bruch, hellgrau anwitternd = Drusbergmergel. |
| 7. | 30 | m | Schrattenkalk (tektonisch reduziert). |

Ähnliche Verhältnisse beobachtet man unter der Faulenmattfluh. Ausnahmsweise trifft man hier ca. 90 m Drusbergmergel. Diese Mächtigkeit dürfte aber auf tektonischer Zusammenschürfung beruhen.

Die mikroskopische Untersuchung der verkalkten Drusbergschichten liefert folgendes Bild:

Grundmasse: Durch SK holokristalliner und geklärter Kalzit. Einschlüsse: Sehr trübe, tonige Ooide und Onkoide, die z. T. durch Limonitschnüre voneinander getrennt sind. Dazu treten Echinodermenbruchstücke, Diploporenquerschnitte und Zweischalerfragmente.

Es handelt sich um einen typisch organogenen Kalk, der sich von echtem Schrattenkalk hauptsächlich durch den hohen Tongehalt unterscheidet.

Am Birchenberg fehlen Drusbergschichten vollständig. Unter der Gräberegg fand ich:

| | | | |
|---|---|---|---|
| | x | m | Hauterivienkieselkalk mit Schieferzwischenlagen. |
| 1. | 11 | m | massiger Kieselkalk mit 0,5—1 m Bankung. |
| 2. | 2,5 | m | kalkige Mergelschiefer = kalkige Drusbergmergel. |
| 3. | 2 | m | dunkler, kieseliger, schrattenähnlicher Kalk. |
| 4. | 1 | m | Drusbergmergel. |
| 5. | 25 | m | Schrattenkalk, graublau, dicht mit zahlreichen Kalzitadern. |
| 6. | 25 | m | Hohgantsandstein. |
| | | | Stadschiefer. |

Demnach beträgt hier die Gesamtmächtigkeit der Drusbergschichten (Nr. 2—4) nur 5,5 m.

Die psammographische Untersuchung der Drusbergmergelfazies ergab folgende Werte:

**Drusbergmergel des Faltschengrabens:**

| | |
|---|---|
| Karbonate | 65,1 % |
| Sand (Fraktionen IV—II) | 12,6 % |
| Ton | 22,3 % |

**Drusbergmergel des Täsegrabens:**

| | |
|---|---|
| Karbonate | 65,3 % |
| Sand (Fraktionen IV—II) | 12,1 % |
| Ton | 22,3 % |

Es handelt sich demnach um sandig-kalkige Mergel.

## Schrattenkalk:

Dieses Gestein ist in der N-Fazies scharf vom Liegenden getrennt und besteht aus dichten oder spätig bis oolithisch ausgebildeten Kalken, die im unteren Teil grob gebankt sind, nach oben hin aber massige Textur annehmen. Echinodermenbreccien findet man in verschiedenen Niveaux, besonders oft in der Mitte. Durchgehende Horizonte fehlen aber. Lokal findet man brecciöse Ausbildung in den obersten Lagen mit bis faustgroßen Komponenten (Wetterlatte).

Die Mächtigkeit beträgt im Standfluhgebiet 70—90 m. Sie ist am größten im N und nimmt nach S und E hin ab. Im S-Teil der Faulenmattfluh erreicht sie noch 30—50 m und sinkt an der Gräberegg sogar auf wenige Meter, wobei aber tektonische Einflüsse mitspielen.

Die Urgonfazies zeichnet sich aus durch große Reinheit des Kalziumkarbonates. Die psammographische Analyse ergab folgende Werte:

**Schrattenkalk, NW-Hang des Engel:**

| | |
|---|---|
| Karbonate | 99,3 % |
| Sand + Ton | 0,7 % |

**Schrattenkalk der Faulenmattfluh:**

| | |
|---|---|
| Karbonate | 99,6 % |
| Sand + Ton | 0,4 % |

Mikroskopisches:

Im allgemeinen handelt es sich nach der Terminologie von CAILLEUX um typische calcaires grumeleux, die als organische Bestandteile massenhaft Einschlüsse von Milioliden, Textularien, Rotalien, Orbitolinen (vereinzelt) usw. enthalten.

Schrattenkalk Hochgalm-Faulenmatt. Typischer Oolith.

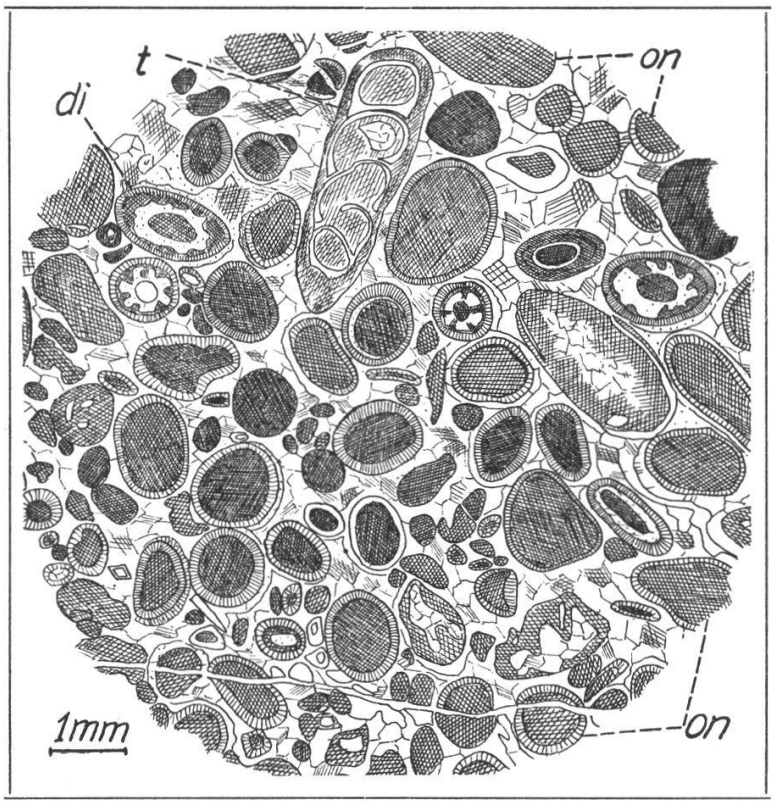



Fig. 1. **Schrattenkalk**, Hochgalm-Faulenmatt.

In mesokristalliner Grundmasse eingelagert: Onkoide (on) mit Ooidrinden, Diploporen (di) und 1 *Textularia* (t). Manche Einschlüsse zeigen einen durch SK* entstandenen Kalzitrand.

---

* Sammelkristallisation wird auch im Folgenden durchwegs mit SK abgekürzt.

Grundmasse: Mesokristalliner und diagenetisch geklärter Kalzit.

Die Einschlüsse sind vorwiegend anorganisch und größtenteils stark tonig getrübte, konzentrisch schalige Ooide, deren äußere Rinde stärker getrübt ist als das Innere, das aus einem feinkörnigen grauen Kalkmergel von mehr oder weniger homogener Beschaffenheit zu bestehen scheint.

An organischen Einschlüssen beobachtet man gelegentlich von Stylolithschnüren durchsetzte Orbitolinen, Bryozoen und Diploporen, wie ARBENZ zeigte. Letztere wurden von GERBER (47, 59) als Zahnrädchen bezeichnet.

Schrattenkalk am Weg Faltschenallmend-Kolbenbergli und Schrattenkalk des Steinritzgrabens.

Kommen aus der Nähe der Überschiebungsfläche der Wildhorndecke und sind entsprechend dislokationsmetamorph. Sie zeichnen sich aus durch fortgeschrittene Umkristallisation der Grundmasse sowohl, als auch der Einschlüsse. Die SK führte zur Entstehung zahlreicher Dolomitrhomboeder, die helle, scharf abgegrenzte Anwachsungsrinden zeigen, und in deren Innern sich oft ein Aggregat sehr kleiner aber kristalliner Individuen vorfindet. Auch die äußeren Rinden der Dolomitrhomboeder sind z. T. sehr feinkörnige Aggregate, erkennbar an der nicht eintretenden Auslöschung bei gekreuzten Nicols. An organischen Einschlüssen sind nur einige Echinodermenbruchstücke erkennbar.

Akzessorisch tritt Glaukonit auf.

Schrattenkalk bei der Faulenmatthütte, diagenetisch nur schwach veränderte Urgonfazies.

Die Grundmasse ist stark tonig getrübt und kryptokristallin.

Die Einschlüsse sind überwiegend organogen und setzen sich zusammen aus Ostracoden, Milioliden, Textularien, Bryozoen, Diploporen, dünnen Seeigelstacheln und einer Reihe unbestimmbarer Fossiltrümmer.

Vereinzelt erscheinen Pyriteinstreuungen.

Wie schon GERBER (83, 328) sah, ist der Orbitolinahorizont im Gebiete der N-Fazies verkalkt und steril, wenn er überhaupt vorhanden ist und nicht in einer der Erosionsperioden zwischen Gargasien und Auversien abgetragen wurde. Ich fand im Felde keine Orbitolinen. Hingegen treten solche vereinzelt in Dünnschliffen auf.

## *b) S-Fazies.*

### Drusbergschichten:

Wenn auch typische fossilreiche Altmannschichten im Gebiete der Dreispitz- und Hutmaadfalte fehlen, so findet sich doch im Hangenden des Hauterivien im Gegensatz zur Nordfazies auf größere Erstreckung eine bis 30 cm mächtige brekziöse Bank, die reichlich mit

unkenntlichen Fossiltrümmern, Glaukonit und Phosphoritknollen gespickt ist. Es handelt sich unzweifelhaft um ein Aequivalent der Altmannschichten. Man beobachtet die Bank dort wo der Kieselgehalt des Hauterivien abnimmt und dafür hellere Anwitterungsfarben und größere Mergelzwischenlagen auftreten. Sie fehlt stellenweise, vermutlich infolge submariner Abtragung.

Der Ausdruck Drusbergmergel wird mit Absicht vermieden, denn die bathyale Mergelfazies tritt stark zurück. Dunkle schrattenähnliche und z. T. oolithische Kalke wechsellagern ohne Gesetzmäßigkeit mit kalkigen Mergeln. GERBER (83, 327, Fig. 3) erwähnt Silexknauer. Erst an der Grenze gegen den Schrattenkalk trifft man einen Mergelkomplex von ca. 30 m Mächtigkeit. Darüber folgt mit scharfer Grenze der kompakte Schrattenkalk.

In der Hutmaadfalte sind die gesamten Drusbergschichten als dunkle, feinsandige und schrattenähnliche Kalke ausgebildet.

Am Buchholzkopf tritt als tiefstes Schichtglied wieder eine mindestens 140 m mächtige Wechsellagerung dunkler Kalke mit Mergelschieferzwischenlagen zutage, die nach den Fossilfunden und nach der Beschreibung von MOESCH (27, 327) ins Barrémien zu stellen sind. Diese Barrémienfazies ist südlicher als diejenige der Hutmaadfalte, obschon der Buchholzkopf tektonisch nördlicher liegt.

**Schrattenkalk:**

Wie bei GOLDSCHMID kann auch im Dreispitzgebiet die bekannte Gliederung in

Oberer Schrattenkalk
Orbitolinamergel
Unterer Schrattenkalk

nicht durchgeführt werden, weil die Orbitolinaschichten verkalkt sind und im Anstehenden schwer aufgefunden werden können, da der Schrattenkalk steile Wände bildet. Funde von Orbitolinen im Schutt lassen aber die Anwesenheit von Aptienschrattenkalk wahrscheinlich erscheinen. Dafür sprechen fernerhin zahlreiche Requieniaquerschnitte in den obersten Partien des Schrattenkalkes.

Der Schrattenkalk der Hutmaadfalte und der des Buchholzkopfes sind demjenigen der Dreispitzfalte sehr ähnlich. Nur die Mächtigkeit ist geringer.

Mikroskopisches:
Schrattenkalk des Obersuldbergs.

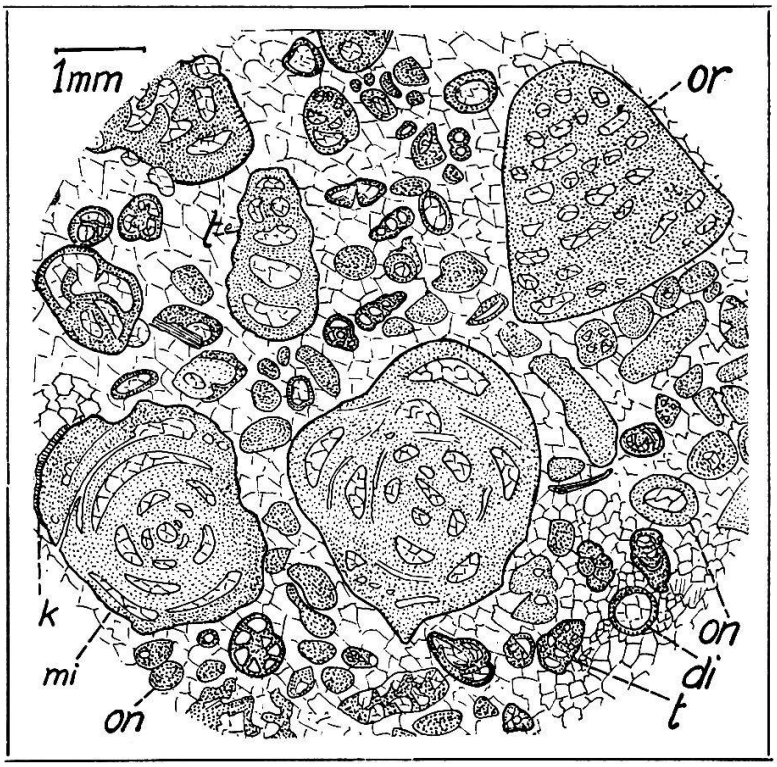



Fig. 2. **Schrattenkalk,** Obersuldberg (Hutmaadantiklinale).
Grundmasse: Mesokristallin. Einschlüsse: Onkoide, mechanisch deformiert (on), Orbitolinen (or), Milioliden (mi), Textularien (t) und Diploporen (di). k: Durch SK entstandene Kalzitrinde.

Die Grundmasse tritt zurück und spielt die Rolle eines durch SK aufgehellten, mesokristallinen Zementes.

Anorganische Einschlüsse: Vorwiegend aus runden oder elliptischen, stark trüben tonigen Onkoiden bestehend, deren Durchmesser zwischen 0,02—0,2 mm schwankt. Dieselben sind zum Teil mechanisch deformiert. Dazu treten vereinzelte Quarzkörner von 0,02—0,1 mm Durchmesser. Sie sind eckig und wahrscheinlich sekundärer Entstehung.

Statt idiomorpher Onkoide beobachtet man stellenweise ein Netz von tonigen Schnüren, welche die klaren Kalzitkriställchen der Grundmasse umschließen.

Organische Einschlüsse: Prachtvolle Milioliden, insbesondere Quinqueloculinen und Biloculinen; ferner Orbitolinen, Textularien, ?Discorbinen und Diploporen.

## *Zusammenfassung über Drusbergschichten und Schrattenkalk der N- und S-Fazies.*

Die beschriebenen Schichten weisen im Streichen nahezu konstante Ausbildung auf, sind aber quer dazu einem rascheren Fazieswech-

sel unterworfen, der sich u. a. in den variablen Mächtigkeiten zu erkennen gibt. Unter Einbeziehung des westlichen Nachbargebietes ergibt sich folgende Verteilung zwischen Drusbergschichten und Schrattenkalk:

| | Bachfluh | Hutmaadfalte | Salzhorn (Ärmighorn) | Dreispitzfalte |
|---|---|---|---|---|
| Schrattenkalk (unterer und oberer) | 150 m | 100—120 m | 260 m | ca. 130 m |
| Drusbergschichten: | | | | |
| Mergel . . . . . | 95 m | ca. 10 m | 45 m | 30 m |
| Kalke . . . . . | | 90 m | 65 m | 220 m |
| Total | 245 m | 200—220 m | 370 m | 380 m |

Unter Berücksichtigung der Mächtigkeiten im Standfluhgebiet (N-Fazies), wo man 70—90 m Schrattenkalk
20—30 m Drusbergmergel
und 30—45 m Drusbergkalke
also total 120—165 m mißt, ergibt sich demnach eine Mächtigkeitszunahme gegen S von ca. 230 m.

Allgemein läßt sich sagen, daß für das ganze Untersuchungsgebiet der Ablagerungsraum gerade vor dem Einsetzen des Schrattenkalkes am tiefsten war. Der Verlauf der Isopen ist ähnlich wie im Valangien, mit dem Unterschied, daß letzteres am Stirnrand der Standfluhgruppe wieder bathyalere Ausbildung annimmt, während hier das ganze Barrémien in neritischer Schrattenkalkfazies auftritt.

## 4. Gault. (Nur in der S-Zone.)

Dieses Gestein bildet ein rostrotes Band, das im NW-Hang der Dreispitzkette, am Fuße der Schrattenkalkwand in verkehrter Lagerung durchzieht und genau die Ausbildung zeigt, wie sie GOLDSCHMID (137, 233) vom Morgenberghorn und Därligengrat beschrieben hat. Auch den Darstellungen desselben Autors betr. Gault der Hutmaadfalte und dem Kreide-Eozänprofil unter P. 1947 am Höchst von GERBER (83, 341, Fig. 6) und BOUSSAC (90, 338, Fig. III) habe ich wenig beizufügen. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 4—25 m. Der Kontakt mit dem Liegenden ist transgressiv, aber meist scharf und linear. Da und dort findet man jedoch aufgearbeitete Schrattenkalkknollen und bis 70 cm tiefe, mit Glaukonitsandstein ausgefüllte Taschen im Schrattenkalk.

Der Gault des Buchholzkopfes ist identisch mit demjenigen der Hutmaad und erreicht ca. 5 m Mächtigkeit.

Mikroskopisch zeigt der dunkle massige Glaukonitsandstein des Gargasien, der sich in überwiegendem Maße am Aufbau des Gault beteiligt, folgendes Bild:

Glaukonitsandstein der Dreispitzfalte.

Die Grundmasse ist mesokristalliner, meist stark tonig getrübter Kalzit und spielt die Rolle eines stark zurücktretenden Zementes. Zum Teil füllt aber auch flaseriger allotriomorpher Kalzit die Lücken zwischen den Einschlüssen. Ausnahmsweise ist die Grundmasse durch SK holokristallin.

Einschlüsse: Vorwiegend sind eckige, schwach kantengerundete Quarzkörner, die sehr gut sortiert sind im Mittel 0,2 mm Durchmesser aufweisen. Dazu treten zahlreiche kleinere, meist flaserig ausgebildete Glaukonitkörner. Weiter fallen 0,01—0,05 mm große Einstreuungen von idiomorphen Pyrithexaedern auf. Das Gestein ist reich an Limonit, der zum Teil aus Glaukonit entstanden ist. Er schließt oft kleinere Glaukonitkörner ein und umrindet größere.

Ähnliche Zusammensetzung zeigt das Gargasien der Hutmaadfalte, z. B. im Fenster unter P. 1947.

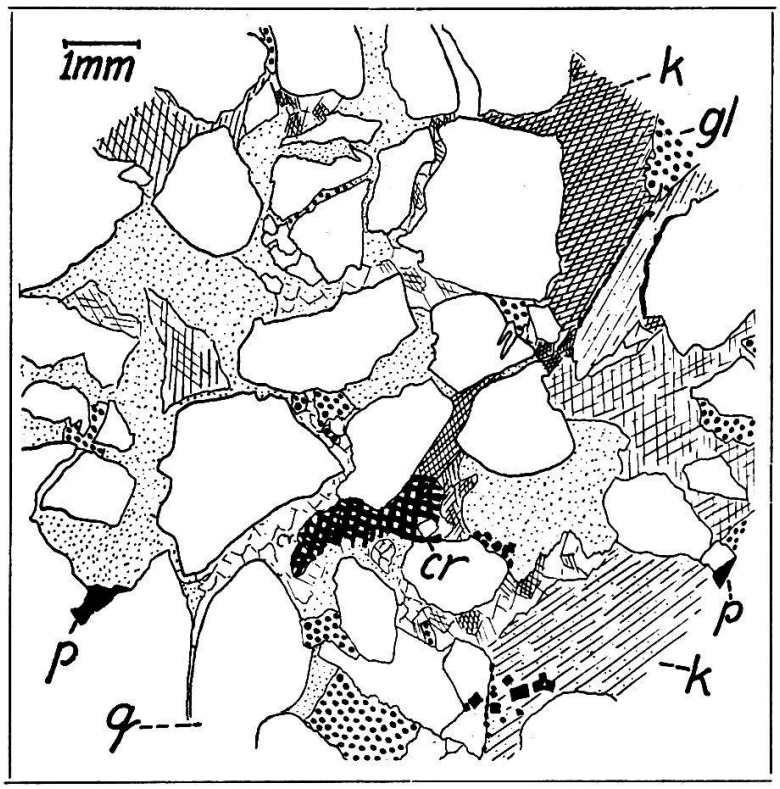



Fig. 3. **Gargasiensandstein,** Fenster b. P. 1947 (Hutmaadantiklinale).

q: Quarz. gl: Glaukonit. p: Pyrit. cr; Pyritifiziertes Krinoidenbruchstück. k: Kalzit. Grundmasse: Kryptokristallin (fein punktiert).

Grundmasse: Besteht einerseits aus einheitlich auslöschenden Schalentrümmern und grobkristallinen, zwillingslamellierten Kalzitkristallen, anderseits aus einer kryptokristallinen Kalkmasse mit stärkerer Pigmentierung. Vereinzelte Glaukonitkörner sind auch durch sekundär infiltrierten Quarz als Zement verbunden.

Einschlüsse: Splittrige Quarzkörner von 0,1—0,15 mm Durchmesser, undulös auslöschend, mit sekundären Korrosionserscheinungen. Glaukonit als flaseriger, diagenetischer Glaukonitzement in Form von idiomorphen, abgerollten Körnern. Schöne Verzahnungen von Glaukonit mit Quarz und Kalzit. Phosphorit ist durch braune isotrope Körner vertreten. Als mehr zurücktretende Einschlüsse sind zu erwähnen: Bivalvenbruchstücke, Kalkalgenquerschnitte und Crinoidenbruchstücke, deren Poren durch Glaukonit infiltriert sind, ferner Pyrithexaeder und Limonit.

Gargasiensandstein des Obersuldberg.

Die Grundmasse wiegt in diesem Schliff vor und besteht aus holokristallinem Kalzit als Resultat einer kräftigen SK.

Die Hauptmenge der Einschlüsse bilden eckige, oder doch nur schwach abgerollte Quarzkörner mit einem mittleren Durchmesser von 0,15 mm. Daneben treten größere Körner auf, die aber gute Abrollung zeigen. Manche löschen undulös aus und lassen beginnende Kataklase erkennen. Auch sekundärer Quarz ist vorhanden in Form von Aggregaten, die oft mit Limonit umrindet sind. Ovale, dunkelgrüne Glaukonitkörner von kryptokristalliner Beschaffenheit haben 0,05—0,3 mm Größe. Sie scheinen bei der Verwitterung auszubleichen. Ferner beobachtet man zahlreiche, von der SK erfaßte Crinoidenfragmente, sowie Onkoide mit Organismen als Einschlüssen. Vereinzelt treten Zirkone auf.

## 5. Seewerkalk und Senonmergel. (Nur in der S-Zone.)

Der Seewerkalk bildet ein helles Band von durchschnittlich 4—10 m Mächtigkeit (unterhalb P. 1947 ausnahmsweise ca. 40 m) und zeigt die bekannte Ausbildung. Die untersten 20—50 cm führen reichlich Glaukonit und Phosphoritknollen, denn vor der Seewerkalktransgression wurde der glaukonitische Gault kräftig aufgearbeitet.

Die über dem Kalk folgenden Senonmergel sind sehr ungleich mächtig, maximal 20 m, im Durchschnitt aber nur wenige Meter. In den nördlichen Teilen der S-Zone (Höchstfluh-Hutmaad und Buchholzkopf) wurden sie meist ganz abgetragen. Auf weite Strecken hin fiel hier sogar der Seewerkalk der voreozänen Abtragung zum Opfer. Die Grenze zwischen beiden ist scharf, die Sedimentation aber kontinuierlich.

Interessant ist das Übergreifen des Gaults und Seewerkalkes auf das nördlicher gelegene, der Hutmaadfalte vorgelagerte Gewölbe des

Buchholzkopfes. An der Straße Därligen-Leißigen wurde bei deren Korrektion kürzlich folgendes Profil aufgeschlossen (von SE nach NW):

| | | |
|---|---|---|
| | | Schrattenkalk. |
| 1. | 5 m | Gargasienglaukonitsandstein. |
| 2. | 0,05 m | Seewerkalk mit Glaukoniteinstreuungen. |
| 3. | 0,05 m | Seewerkalk. |
| 4. | 2 m | Komplanatakalk, dicht, blaugrau, erfüllt mit *Nummulina complanata* LAM. Geht nach oben über in |
| 5, | 1,8 m | glaukonitische Schiefer, Auversien. (Nach MOLLET Hohgantschiefer.) |
| 6. | | Schistes gréseux, à patine fauve nach Boussac (Schimbergschiefer nach MOLLET) Auversien. |

Da der Seewerkalk gegen den Gipfel des Buchholzkopfes zu auskeilt, mithin dasselbe Verhalten zeigt wie weiter westlich in dem tektonisch südlicheren Elemente der Hutmaad, und daher am Buchholzkopf mit derselben Mächtigkeit auftritt wie dort, so läßt dieser Umstand eine Bestimmung der Richtung der voreozänen Abtragungsgrenze möglich erscheinen. Nach Ausglättung der Falten ergibt sich, daß der Winkel mit dem tertiären Faltenstreichen ca. 30 Grad beträgt, daß demnach im Untersuchungsgebiet das Streichen der vor- oder alttertiären Tektonik mehr der N-S-Richtung angenähert war. Dem Zahlenwert kommt natürlich nur lokale Bedeutung zu, da die faziellen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet auch innerhalb eines und desselben tektonischen Elementes unbeständig sind. Immerhin dürfte eine Annäherung der kretazischen oder alttertiären Tektonik an die N-S-Richtung im Untersuchungsgebiet gesichert erscheinen.

Mikroskopisches:

Normaler Seewerkalk der Dreispitzfalte.

In dichtem hellgrauem Kalk als Grundmasse sind massenhaft Foraminiferen eingelagert, besonders Globigerinen, *Globotruncana canaliculata* REUSS, Calpionellen und Orbulinarien. Textularien und Bruchstücke von Inoceramenschalen sind seltener. Akzessorisch: Limonit als Zersetzungsprodukt von Pyrit. Die SK macht sich nur schwach bemerkbar und wirkte vorwiegend auf die Einschlüsse.

Glaukonitführender Kalk an der Basis des Seewerkalkes.

Grundmasse: Dichter, etwas tonig getrübter, kryptokristalliner Kalzit.

Einschlüsse: Massenhaft runde oder elliptische, saftiggrüne und braune Glaukonitkörner. Sie sind gut gerollt und offenbar aus dem liegenden Albien aufgearbeitet und zeigen sehr schöne Kataklase, deren Spalten mit klarem, mesokristallinem Kalzit erfüllt sind. Die Größe der Körner schwankt

zwischen 0,05—0,35 mm und beträgt im Mittel 0,2 mm. Alle wurden diagenetisch von mesokristallinem Kalzit umrindet, oft ankorrodiert und mit Kalzit verzahnt.

Weniger zahlreich sind Quarzkörner; die kleineren nesterweise angereichert, die größern gut gerundet. Die Korngröße stimmt mit der des Glaukonites überein.

Pyrit tritt auf in Hexaedern, Pentagondodekaedern und in traubignierigen Aggregaten.

An organischen Einschlüssen sind nur Crinoidenbruchstücke und die bekannten Mikroforaminiferen zu nennen.

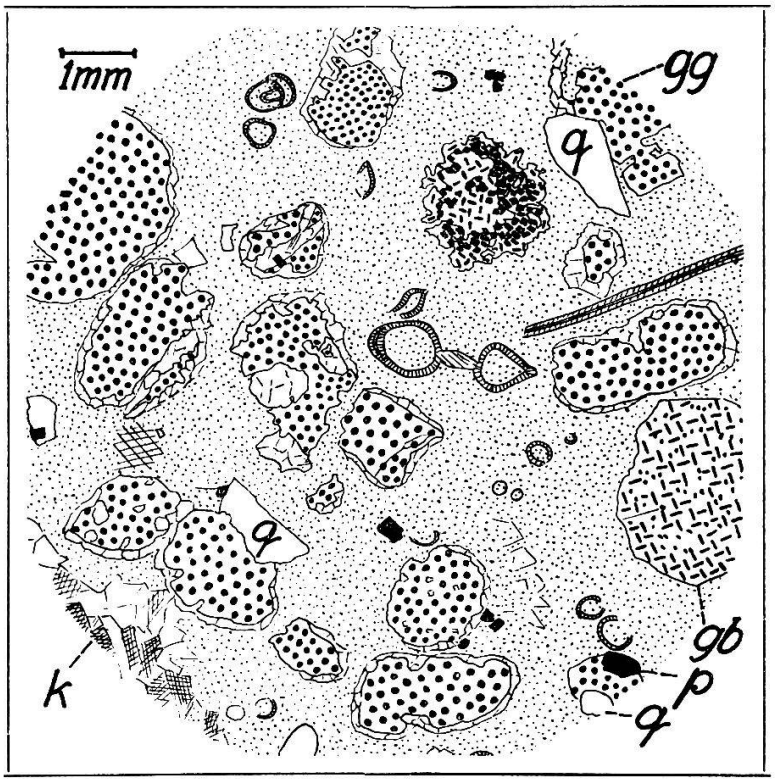



Fig. 4. **Basis des Seewerkalks,** oberhalb P. 1957.
gg: Saftiggrüner Glaukonit. gb: Brauner, zersetzter Glaukonit. q: Quarz. p: Pyrit. k: Kalzit. Grundmasse: Tonig getrübter, kryptokristalliner Kalzit (fein punktiert).

## *Zusammenfassung über die obere und mittlere Kreide.*

Sowohl Gault als auch Seewerkalk und Senonmergel zeigen gleiche Ausbildung wie im östlichen Nachbargebiete. Ihre Mächtigkeit ist aber nur gering und beträgt insgesamt 12—25 m, im Fenster bei P. 1947 der Hutmaadfalte ausnahmsweise ca. 80 m. Es scheint, daß letztere Stelle zur Zeit der mittleren und oberen Kreide ein tektonisches Einbruchgebiet darstellte und daher von der voreozänen Abtragung mehr als die Nachbargebiete verschont blieb. (Siehe Tektonik S. 168.)

# Tertiär.

Da das helvetische Tertiär des Untersuchungsgebietes durch BOUSSAC (90, 336) und GERBER (41, 47, 75, 83) bereits eingehend beschrieben wurde, beschränke ich mich im folgenden auf einige zusammenfassende Bemerkungen und Ergänzungen und füge als neu nur die Resultate der mikroskopischen Untersuchung hinzu.

## 1. Lutétien. (Nur in der S-Zone.)

Die Eozäntransgression setzte in der S-Zone mit einer asymmetrischen Bipaenaccordanz ein (nach der Bezeichnung von ARNOLD HEIM, 112, 342) und führte an der Basis des Lutétien vorerst zur Ablagerung eines grobkörnigen, kalkigen Sandsteines. Der Seewerkalk, bezw. die Senonmergel wurden vor der Transgression kräftig aufgearbeitet und nehmen an der Zusammensetzung der Basis wesentlichen Anteil. Unterhalb P. 1947 z. B. besteht dieselbe aus einer ca. 30 cm mächtigen knolligen Aufarbeitungsschicht mit Seewerkalkbrocken. Die Transgression pendelte vor dem endgültigen Einsetzen mehrmals hin und her, wie abgerollte und vollkommen von Senonmergeln eingehüllte Lutétienbrocken beweisen (Höchst. Dreispitz).

Der im Hangenden des Sandsteins folgende, ca. 3—8 m mächtige Komplanatakalk zeigt die bekannte zoogene Ausbildung. Er geht nach oben über in glaukonitische Schiefer, die nach MOLLET (97, 214) bereits die Basis des Auversien darstellen.

Mikroskopisches:

Grobkörniger Sandstein aus der Basis des Lutétien (Dreispitzfalte).

Grundmasse: Tonig getrübter, diagenetisch wenig veränderter Kalzit, der nur da und dort helle holokristalline Zwillinge zeigt.

Anorganische Einschlüsse: Sehr gut gerundete Quarzkörner, oft kataklastisch zertrümmert, undulös auslöschend, ca. 1,5 mm. Vollkommen abgerollte Körner von 1 mm Durchmesser wiegen vor. Manche davon sind partiell von einer ca. 0,1 mm dicken diagenetischen Kalzitrinde umgeben.

Das ganze Gestein ist stark limonitisch infiltriert. Im allgemeinen hat jedes Quarzkorn zwei Limonitrinden, eine innere, die direkt an das Quarzkorn anschließt, und eine äußere, die in der Kalzitrinde steckt und sie zweiteilt. Meist ist die äußere Limonitrinde dicker.

Glaukonit ist sehr spärlich eingestreut und bildet nur kleine Körner von 0,1 mm Größe.

Organische Einschlüsse: Zahlreiche Foraminiferenbruchstücke, die diagenetisch korrodiert sind und z. T. die Rolle eines Zementes zwischen den Quarzkörnern übernehmen. Es handelt sich vorwiegend um Discocyclinen- und Crinoidenbruchstücke.

Komplanatakalk (Dreispitzfalte).

Die Grundmasse ist ein toniger, mikrokristalliner Kalzit, der die Rolle eines stark zurücktretenden Lückenzementes, der auch die Kammern der Nummuliten- und Discocyclinenbruchstücke ausfüllt.

Im übrigen handelt es sich um eine typische Foraminiferenbreccie mit spärlichen Quarzeinstreuungen. Ganz erhalten sind Nummuliten und Discocyclinen. Der Rest ist ein Trümmerwerk.

Die eingestreuten Quarzkörner zeigen im Mittel 0,06 mm Durchmesser, maximal 0,2 mm. Sie sind eckig oder doch nur schwach gerundet. Ihre Zahl ist viel geringer als in Auversiennummulitenkalken.

Der Komplanatakalk der Hutmaadfalte zeigt genau dasselbe Bild.

Sandstein aus der Basis des Lutétien vom Fenster P. 1947 (Hutmaadfalte).

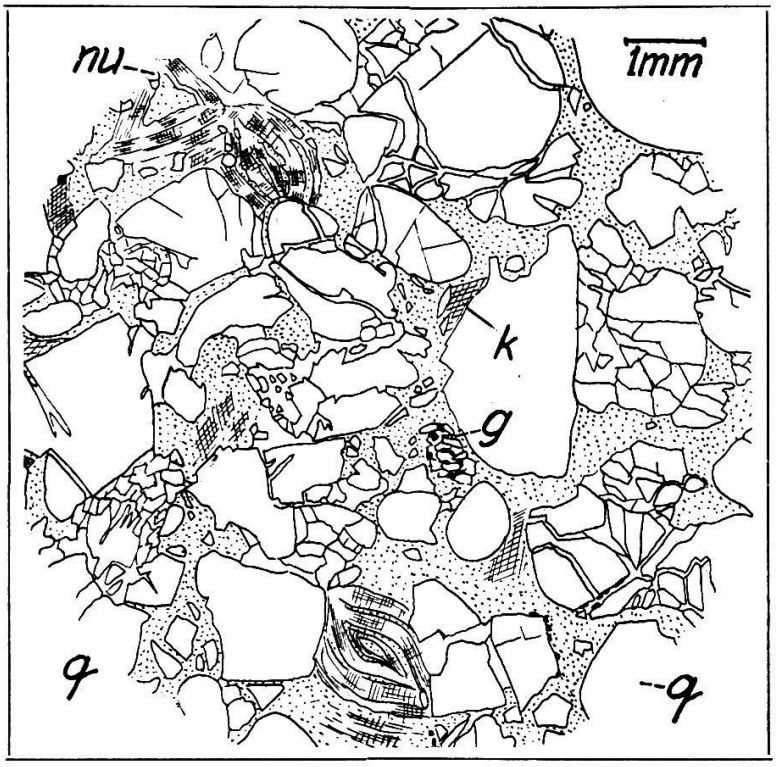



Fig. 5. **Sandstein, Basis des Lutétien** b. P. 1947 (Hutmaadfalte).

Grundmasse: Tonig getrübter, mesokristalliner Kalzit (fein punktiert).
Einschlüsse: q: Quarz. k: Kalzit. g: Glaukonit. nu: Nummulit.

Grundmasse: Kann sowohl ein tonig getrübter, mesokristalliner Kalzit, als auch durch kräftige SK holokristallin gewordener Kalzit mit schlierigen Wolken entmischter Tonsubstanz sein.

Anorganische Einschlüsse: Grobe, stark kataklastische Quarzkörner mit kalzitischem Lückenzement, gut gerundet, wenn man von den kleinsten Splittern absieht und oft sekundär ankorrodiert und ineinander verzahnt. Die Größe der Körner schwankt zwischen 0,05—1,5 mm, überschreitet jedoch selten 0,8 mm. Vereinzelt beobachtet man dünne partielle Glaukonitrinden um die Quarze.

Manchmal verzementieren bis 0,2 mm große sekundäre Glaukonitfetzen die Quarzkörner untereinander. Glaukonit kann aber ganz fehlen.

Zu erwähnen sind noch Pyriteinstreuungen, Limonit und akzessorisch auftretender Zirkon.

Organische Einschlüsse: Vorwiegend sekundär ankorrodierte Nummuliten- und Discocyclinenfragmente, die mit Quarzkörnern tief verzahnt sind. Die Korrosion geht u. U. so weit, daß diese organischen Bruchstücke als zementartige Bindemasse zu bezeichnen sind.

**Fauna:** Die beschriebenen Dünnschliffe erlaubten im Verein mit einigen orientierten Schliffen die Bestimmung folgender Foraminiferen:

*Nummulina complanata* LAM.
*Nummulina gallensis* HEIM, megasphärische Varietät
*Discocyclina discus* RUTIM. *var. laevicrassa* ARN. HEIM
„ *Douvilléi* SCHLUMB.
„ *dispansa* SOW.
„ *Chudeaui* SCHLUMB.
„ *Marthae* SCHLUMB. ?
„ *stellata* D'ARCH. ?

## 2. Auversien.

### *a) Auversien N-Fazies.*

Den Ausführungen BOUSSAC's (83, 336) und GERBER's (47, 83) ist wenig beizufügen.

Wetterlatte, Standfluh und Birchenberg fallen in Zone I nach BOUSSAC und sind charakterisiert durch 60—100 m Hohgantsandstein, die im S der Standfluhgruppe nach oben hin verschiefern und an der Wetterlatte z. B. ca. 15 m schiefrige Ausbildung aufweisen. In BOUSSAC's Faziesschema des Nummuliticums zwischen Dreispitz und Standfluh sind demnach die „schistes gréseux à patine fauve" weiter nach NNW zu ziehen.

Im Wolfholzfenster (Leißigen) ist das Auversien weniger mächtig und neritischer als im tektonisch entsprechenden Teil des Standfluhgebiets, wie folgendes Sammelprofil zeigt (von oben):

1. 20—40 m typische Stadschiefer, ruhig gelagert, gelblich anwitternd.
2. Sandiger Discocyclinenkalk, mit D. discus.
3. 1—4 m Hohgantschiefer.
4. ca. 30 m mittel- bis grobkörniger Hohgantsandstein, vorzüglich gebankt.
5. ca. 0,3 m Aufarbeitungszone mit faustgroßen Schrattenkalkknollen in Hohgantsandstein.
6. Schrattenkalk, dicht, dunkler als im W des Untersuchungsgebietes.

Nr. 2 ist kein typischer Lithothamnien- und Nummulitenkalk. Es handelt sich mehr um einen nur teilweise verkalkten Stadschiefer. Die Sedimentation pendelte längere Zeit zwischen Mergel und Kalkfazies hin und her, ohne daß es zur Bildung typischer Lithothamnienkalke kam wie an mehreren Stellen des Standfluhgebietes.

Bemerkenswert ist Schicht 5, die ein richtiges Basalkonglomerat darstellt. Es ist im ganzen Untersuchungsgebiet nirgends mehr so gut ausgebildet.

Es ist möglich, 4 Hohgantsandsteintypen zu unterscheiden, nämlich den Basisquarzit (a/1), den Normaltyp (a/2, braun pigmentierter, oft schwach eisenschüssiger Sandstein), den kalkigen Sandstein (a/3) und den sandigen Nummulitenkalk (a/4).

Natürlich sind zwischen den 4 Typen alle Übergänge vorhanden. Der Normaltyp ist am weitesten verbreitet.

Die größte Korngröße zeigt der Basisquarzit. Sie wird vom Normaltyp nur selten erreicht. Die kleinsten Quarzkörner weist naturgemäß die kalkige Fazies des Typus a/4 auf.

Lithologie und Mikroskopisches:

a/1. Basisquarzit des Auversien (vom SW-Ende der Wetterlatte).

Es handelt sich um einen typischen Quarzit, der im wesentlichen aus eckigen (selten runden), 0,02—1,0 mm großen miteinander verzahnten Quarzkörnern besteht (Pflasterstruktur). Die Quarze sind sehr einschlußreich und löschen undulös aus. Ein Bindemittel fehlt vollständig. Äußerst selten zementiert ein Kalzit- oder Glaukonitkorn eine Lücke aus.

Die Grenzen zwischen den einzelnen Körnern werden nur durch Einstreuungen zahlreicher Pyritkörnchen und durch Infiltrationen von Eisenhydroxyd deutlich erkennbar.

Organismentrümmer fehlen.

Dieses Gestein, das makroskopisch einen weißen zuckerkörnigen Quarzit darstellt, tritt nur an der Wetterlatte in der Basis des Auversien auf und ist auch hier nur wenige Meter mächtig.

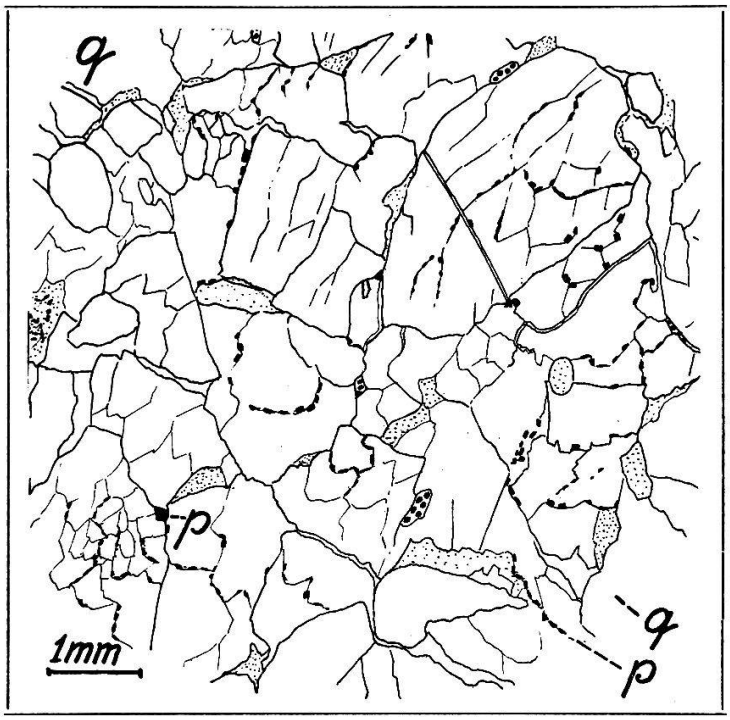



Fig. 6. **Basisquarzit des Auversien,** Wetterlatte.
q: Quarz. p: Pyrit und Limonit.

a/2. Hohgantsandstein (Normaltyp).

Grundmasse: Sehr tonig, mikrokristallin, braun pigmentiert. Erscheint aber überall holokristallin, wo sie, ohne Quarzkörner einzuschließen, eine größere Fläche einnimmt.

Einschlüsse: Den Hauptanteil des Gesteines bilden Quarzkörner, deren Größe variiert zwischen 0,03—0,7 mm. Die Abrollung scheint von der Korngröße abhängig zu sein in der Weise, daß große Körner durchwegs ausgezeichnet gerundet sind, kleinere aber eckig sedimentiert wurden. Besonders die größeren sind sehr stark kataklastisch, in 10—40 eckige Splitter zerquetscht und die Zwischenräume durch holokristallinen Kalzit auszementiert. Dieser diagenetische Kalzit ist klar. Das Gestein hat einen intensiven Lösungsumsatz erfahren. Die meisten Quarzkörner sind mit radial-kalzitischen Rinden umgeben. Nebstdem wird das ganze Gestein durchsetzt von klaren Kalzitadern.

Zu erwähnen sind noch schlierige Anreicherungen von Limonit. Glaukonit und Rutil sind selten. Vereinzelt treten Discocyclinen auf. Sie werden von Kalzitadern ebenfalls durchsetzt und sind ankorrodiert und mit Quarz verzahnt.

Einen weiter verbreiteten Typus stellen dar die

a/3. Hohgantsandsteine des Kientalerhorns, der Engelalp und des Hochgalm. (Übergangstyp zwischen Nummulitenkalk [4] und Normaltyp [2]).

Grundmasse: Zurücktretend, mesokristallin, stellenweise tonig getrübt.

Einschlüsse: Die Hauptmenge der Quarzkörner ist eckig und von auffallend konstanter Größe zwischen 0,1—0,15 mm. Dazwischen liegen vereinzelt, wie in eine porphyrische Grundmasse eingesprengt, grobe, wohlgerundete Körner mit ca. 0,5 mm Durchmesser, die oft kataklastisch, mit Kalzit verzahnt und ankorrodiert sind.

Der unvermeidliche Pyrit tritt auf in Hexaedern und nierig-traubigen Aggregaten. Vereinzelt beobachtet man Fetzen sekundären Glaukonites.

Die organischen Einschlüsse können einen ebenso hohen Anteil am Aufbau dieses Gesteins nehmen wie der Quarz. Sie setzen sich zusammen aus Nummuliten von 0,5 bis 2 mm Größe, Discocyclinen, Textularien, Diploporen- und Crinoidenfragmenten. Stellenweise sind sämtliche Organismenreste zertrümmert.

Hohgantsandstein NW des Faltschenhorns.

Zeigt ähnliche Verhältnisse wie die soeben beschriebenen, mit dem Unterschied, daß die beiden Quarzkomponenten in Größe und Form noch deutlicher voneinander geschieden sind. Die kleinen, vorherrschenden, eckigen Körner messen 0,05—0,1 mm, die großen gerundeten, leicht kataklastischen Einsprenglinge ca. 1 mm im Durchmesser. Letztere zeigen auch hier diagenetische, radialfaserige Kalzitrinden. Unterschiedlich ist das Auftreten kleiner idiomorpher Glaukonitkörner.

Die organischen Einschlüsse sind dieselben.

Ein Schliff erlaubte die Bestimmung von

*Gypsina globula* REUSS
*Amphistegina spec.*
*Rotalia spec.*

*Gypsina globula* REUSS wird schon von RÜTIMEYER für das Nummuliticum N des Thunersees erwähnt.

a/4. Nummulitenkalk des Auversien bei den Faulenmatthütten und am Kientalerhorn.

Diese Gesteine unterscheiden sich von den beschriebenen nur durch die Feinkörnigkeit der Quarzeinstreuungen und durch das Vorherrschen der Foraminiferentrümmer, insbesondere der Discocyclinen. Diese organischen Bestandteile nehmen schätzungsweise über 70 % des Gesteins in Anspruch.

Die Struktur der Grundmasse, die Korrosionserscheinungen und die charakteristische Kataklase der Quarzkörner zeigen dasselbe Bild wie in den übrigen Auversienschliffen.

**Fauna:** Die mikroskopische Untersuchung ermöglichte die Identifizierung folgender Foraminiferenspezies:

*Discocyclina discus* RÜTIM.
„ *dispansa* SOW.
„ *stellata* D'ARCH.
„ *Pratti* MICH.
„ *Douvilléi* SCHLUMB.
*Globigerina conglobata* BRADY.

Die Nummuliten sind im allgemeinen sehr klein, ca. 2 mm und weisen nur 3—5 Umgänge auf. Da eine monographische Bearbeitung dieser pygmäenhaften Formen, auf die in der E-Schweiz ARNOLD HEIM schon 1909 (81, 280) aufmerksam machte, zur Zeit noch aussteht, mußte die Bestimmung unterbleiben.

Einzig Handstücke 15 und 16 (Hohgantsandstein zwischen Wetterlatte und Unter-Obersuldalp) enthielten:

*Nummulina uroniensis* ARNOLD HEIM (81, Taf. I—III).

Es handelt sich um eine mikrosphäre Form mit 23 mm Durchmesser. Die megasphäre erreicht nach ARNOLD HEIM nur ca. 7 mm Durchmesser.

Nach BOUSSAC (91, 70) ist *Nummulites perforatus* DE MONTF. *sp.* identisch mit *Nummulites uroniensis* ARNOLD HEIM, „qui ne se distingue des formes typiques par aucun caractère constant."

## *b) Auversien S-Fazies.*

Entsprechend der größern Meerestiefe findet man hier einige Meter glaukonitische Schiefer über dem Komplanatakalk des Lutétien, worauf die monotone, ca. 150—200 m mächtige Auversienmischfazies einsetzt, die BOUSSAC als „schistes gréseux à patine fauve", MOLLET (111, 14) aber als Schimbergschiefer bezeichnet. In der Hutmaadfalte treten darin, den Übergang maskierend, Bänke von Hohgantsandstein auf. Sie bietet mikroskopisch wenig Neues gegenüber der N-Fazies. Interessanter sind die glaukonitischen Schiefer an der Basis (MOLLET's Hohgantschiefer).

Lithologie und Mikroskopisches:

0,7 m Glaukonitschiefer aus der Basis des Auversien (oberhalb P. 1957).

Eine eigentliche Grundmasse fehlt. Kalzit tritt nur als Lückenzement auf. Den größten Flächenanteil im Dünnschliff weist der Glaukonit auf. Er tritt in folgenden Modifikationen auf:

a) in Form dunkelgrüner, 0,1—0,5 mm großer Körner, die ganz oder zum Teil mit einer dünnen, diagenetischen Kalzitrinde umgeben sind. Es scheint diagenetisch ein Lösungsumsatz zwischen Glaukonit, Quarz und Kalzit stattgefunden zu haben, der zu einer innigen Verzahnung dieser Mineralien führte;

b) als braune isotrope Körner, die das Zersetzungsprodukt des dunkelgrünen Glaukonites darstellen;

c) als feinkörnige Aggregate von Glaukonit und Kalzit in Form größerer, zackig begrenzter Körner (Glaukokalzit nach ARNOLD HEIM, 81, 141). Diese Aggregate sind ihrerseits wieder verzahnt mit Glaukonit- oder Quarzkörnern und schließen oft randlich kleinere Quarzsplitter ein, die vielleicht zum Teil eine sekundäre Neubildung darstellen.

An Zahl noch etwas häufiger als Glaukonit- sind eckige 0,1—0,2 mm große Quarzkörner. Nur die größten davon erscheinen gerundet.

An organischen Einschlüssen sind stark ankorrodierte und mit Glaukonit oder Quarz verzahnte Discocyclinen- und Zweischalerfragmente zu nennen.

Glaukonitschiefer an der Basis des Auversien unterhalb P. 1947; [siehe Détailprofil von GERBER Nr. 2d (83, 341, Fig. 6)].

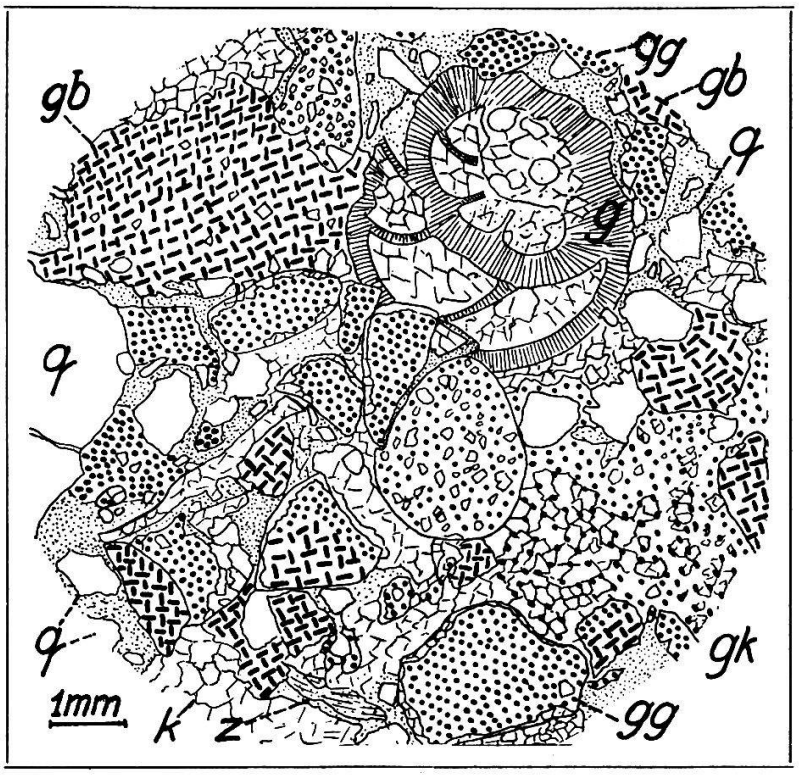



Fig. 7. **Glaukonitschiefer, Basis des Auversien,** oberhalb P. 1957 (Dreispitzantiklinale).

gg: Dunkelgrüner Glaukonit. gb: Brauner Glaukonit. gk: Glaukokalzitaggregat. q: Quarz. g: *Globigerina*. z: Zweischalerfragment. Lückenzement: Kalzit (k).

Grundmasse: Struktur unkenntlich, dunkelbraun; vermutlich durch Glaukonitverwitterung eisenschüssige Kalkmasse.

Die Quarzkörner sind eckig, löschen undulös aus und wurden gut sortiert abgelagert. Die mittlere Größe beträgt 0,1 mm.

Der Glaukonit tritt gegenüber dem Quarz zurück. Er zeigt zuweilen dünne Kalzitrinden. Vereinzelte saftiggrüne Glaukonitkörner sind zu braunen, isotropen Tupfen verwittert. Selten sind die Glaukonitkörner kataklastisch und weisen dann kalzitische Spaltenausfüllungen auf. Verzahnungen zwischen Quarz und Glaukonit trifft man selten. Mikroorganismen sind spärlich.

Auversienschiefer unterhalb P. 1947 (MOLLET's Schimbergschiefer).

Grundmasse: Kryptokristalliner, toniger und eisenschüssiger Kalzit.

Einschlüsse: Quarzkörner von auffallend regelmäßiger Größe, im Mittel mit ca. 0,1 mm Durchmesser. Sie sind eckig und optisch normal.

Dazu treten vereinzelte Glaukonitkörner von gleicher Größe. Ihre innige Verzahnung mit Quarz deutet auf sekundäre Entstehung.

Reichlich eingestreut sind auch Pyrithexaeder. Sie mögen beim Verwittern im Verein mit dem Glaukonit das rostig gefleckte Aussehen der Grundmasse verursacht haben.

Vereinzelt beobachtet man sekundäre Quarzinfiltrationen in Form von Quarzrinden um primäre Quarzkörner und Muskovitschüppchen.

## 3. Priabonien.

### *a) Priabon N-Fazies.*

Tritt auf in Form der bekannten, gelb anwitternden Stadschiefer oder Globigerinenmergel mit Lithothamnienkalkbänken, die bis 8 m Mächtigkeit erreichen, meist aber nur einige Dezimeter messen.

Was die vielumstrittene Frage des Alters der Lithothamnienkalke anbetrifft, so ist für mein Gebiet folgendes zu bemerken:

Es treten zwei verschiedene Lithothamnienkalkbildungen auf. Die untere ist mehr ein schiefrig-glaukonitischer Discocyclinenkalk mit wenig Lithothamnien an der Grenze Auversien-Priabonien, der schon in den unteren Lagen des Auversien oft einsetzt, aber nie zu typischer Ausbildung kommt, sondern nur einige wenig mächtige und rasch auskeilende Discocyclinenkalklinsen bildet.

Der typische Lithothamnienkalk aber tritt nur in den Stadschiefern auf und zwar in allen Niveaux in bis 8 m mächtigen und maximal 100 m langen Riffen. Er hat das Alter der Stadschiefer. Als neritische Riffbildung keilt er oft unvermittelt aus.

Es scheint sich demnach in meinem Untersuchungsgebiete die Ansicht von KAUFMANN, BOUSSAC, SCHNEEBERGER u. a. zu bewahrheiten, wonach für den Lithothamnienkalk zum Teil Auversien-, zum Teil Priabonalter angenommen werden muß.

Typische Konglomerate, wie sie von ADRIAN (96, 284) und MOLLET (111, 20) aus dem Priabon und von SCHNEEBERGER (134, 62) aus dem Auversien beschrieben werden, wurden nicht aufgefunden.

Lithologie und Mikroskopisches:

Stadschiefer vom N-Fuß der Wetterlatte.

In einer dichten, tonigen, feinkristallinen Grundmasse, die durch Limonitschlieren verunreinigt ist, schwimmen vereinzelte kleine, bald runde, bald eckige Quarzkörnchen. Lokal sind die Quarzsplitter nesterweise angereichert.

Globigerinen sind oft schon makroskopisch als schwarze Pünktchen sichtbar.

Lithothamnienkalke des Steinritzgrabens und des Hochgalms.

In der schwach tonigen, krypto-mesokristallinen Grundmasse schwimmen Bruchstücke von Lithothamnien und Bryozoen. Discocyclinen und Nummuliten, Textularien, Milioliden, Discorbinen, Diploporen usw. Ferner fand sich darin:

*Gypsina inhaerens* SCHULTZE

als unregelmäßige, zellig-wabige Überzüge auf *Lithothamnium* und mit demselben in dünnen Lagen wechsellagernd. Es handelt sich um eine typisch organogene Kalkbreccie, in der die Grundmasse nur noch die Rolle eines stark zurücktretenden Zementes spielt.

An anorganogenen Einstreuungen sind hauptsächlich Quarzkörner zu nennen, die meist als scharfkantige, feine Splitter auftreten, selten als große und dann wohlgerundete, im allgemeinen kataklastische und undulös auslöschende Körner.

Auffallend sind ausgeprägte Korrosionserscheinungen, die so weit gehen, daß Quarzkörner vollkommen durch Discocyclinen eingehüllt erscheinen.

Die psammographische Analyse des Lithothamnienkalkes ergab:

| | |
|---|---|
| **Karbonate** | 96,4 % |
| **Sand** (Fraktionen IV—II) | 2,9 % |
| **Ton** | 0,7 % |

## *b) Priabon S-Fazies.*

Hierhergehörige Gesteine sind nur an zwei Stellen erhalten: In der flachen Dreispitzmulde bei P. 1957 und am Weglein vom Renggrat zum Dreispitzgipfel.

Aus den hellgrauen Stadschiefern der N-Fazies sind aber hier dunkle, feinblättrige und sandige Mergelschiefer geworden, die nur noch dünne, 5—20 cm mächtige Lithothamnienkalkbänklein führen.

Als stratigraphische Besonderheit der Hutmaadfalte sei noch ein fossilführender Glaukonithorizont an der Grenze Auversien-Priabonien erwähnt (83, 338 und 344, Fig. 9). Ich konnte ihn von E P. 1265 bis auf die Hutmaadalp verfolgen. Man findet darin hauptsächlich Steinkerne von Gastropoden, für deren Bestimmung vorläufig das nötige Vergleichsmaterial fehlt. Herr Dr. GERBER besitzt von dieser Lokalität eine ebenfalls unbearbeitete Kollektion im Naturhistor. Museum Bern. Die psammographische Analyse ergab:

Globigerinenschiefer der Höchstmulde:

| | |
|---|---|
| **Karbonate** | 45,1 % |
| **Sand** (Fraktionen IV—II) | 18,5 % |
| **Ton** | 36,4 % |

Die Einordnung ins Priabon erfolgt einzig nach lithologischen Merkmalen, insbesondere gestützt auf die Lithothamnienkalkbänklein, die in solcher Ausbildung weder im Auversien der Nord-, noch in dem der Südfazies aufzutreten pflegen.

## *Zusammenfassung über das Eozän der N- und S-Fazies.*

Die Transgressionsfläche des Eozäns ist im allgemeinen scharf. Ein richtiges Basalkonglomerat wurde nur im Wolfholz beobachtet. Dagegen sind aufgearbeitete Schrattenkalkknollen da und dort im Hohgantsandstein der N-Fazies eingeschlossen, z. B. an der Wetterlatte, ähnlich wie dies SCHNEEBERGER (134, 68) vom hintern Sigriswilergrat meldet. Nach SE und E zu geht der Hohgantsandstein über in Schiefer. Die Verschieferung setzt von oben her ein und macht sich bereits an der Wetterlatte bemerkbar. In der S-Fazies ist der Hohgantsandstein auf einzelne, in die Schiefer eingelagerte Bänke beschränkt. Die Glaukonitschiefer an der Basis des Auversien setzen erst in der S-Fazies ein.

Der Faziieswechsel von Sandstein zu Schiefer erfolgt schief zur Streichrichtung der Faltenaxen. Die Höchstfluh (S-Zone) zeigt bei Feißbergli noch Anklänge an N-Fazies, indem hier noch ca. 14 m Hohgantsandstein neben ca. 70 m Schiefer auftreten. Der tektonisch nördlicher liegende Buchholzkopf dagegen hat eher etwas „südlichere" Fazies!

Nach der Korngröße der Sandsteine erfolgte die Ablagerung des Lutétien und Auversien in der neritischen Zone. Klastisches Material bildet den Hauptbestandteil der Gesteine, während die chemisch organogene Grundmasse und die Fossiltrümmer einen geringern Anteil ausmachen. „Die Einschwemmungen erfolgten unregelmäßig, feinkörnige Bänke wechseln ab mit grobkörnigen" (134, 69).

Am Birchenberg beobachtet man infolge des abwechslungsweisen Auftretens grober und feiner Sandlagen im Hohgantsandstein eine Primärbankung. Auch der Komplanatakalk und die Lithothamnienkalke gehören in die neritische Zone.

Mit der Ablagerung der Globigerinenschiefer setzte eine bathyalere Mergelfazies ein. Die Kalkriffe darin deuten jeweilen eine vorübergehende Rückkehr in die neritische Fazies an.

## *Zusammenfassung über die faziellen Verhältnisse der helvetischen Schichtreihe und Vergleich mit den Nachbargebieten.*

### a) N-Fazies.

**Untere Kreide:** In der Randkette N des Thunersees sind nach SCHNEEBERGER (134, 25, Fig. 4) nur ca. 3 m des Valangienkalkes in der spätigen Urgonfazies ausgebildet. Im W des Standfluhgebietes erreicht die Urgonfazies, hier in mehrere Bänke unterteilt, 35—40 m Mächtigkeit. W der Kiene aber tritt sie nach ADRIAN (96, 291) wieder in bedeutend geringerer Mächtigkeit auf, ausgebildet als Echinodermenbreccie. Typische Valangienechinodermenbreccien fand ich im Standfluhgebiet nicht. Die Gesamtmächtigkeit des Valangien beträgt im Richtigraben 160—200 m.

Die glaukonitische Gemsmättlischicht, die vom Pilatus bis ins Justistal durchzieht, fehlt im Standfluhgebiet vollständig und wurde weiter im W auch von ADRIAN (96) nicht mehr beobachtet.

Das Hauterivien ist ausgebildet als Basisschiefer, Echinodermenbreccie und Kieselkalk. Es zeigt keine nennenswerten Differenzen im Vergleich zu den Nachbargebieten.

Die Altmannschichten fehlen in der N-Fazies vollständig. Sie setzen bereits im Justistale stellenweise aus und finden sich auch im W Nachbargebiete äußerst selten. ADRIAN (96, 289) beobachtete nur

„einige Centimeter eines Kalkes mit angereichertem Glaukonit und schwarzen Knollen" W unter dem Gerihorn.

Die Drusbergschichten beginnen an der Basis wie auch im Justistal und am Gerihorn mit schrattenähnlichen Kalken. Reine Mergelfazies fehlt. Kieselig-tonige Schiefer wechsellagern mit dunklen oolithischen Kalken wie in der Beatenbucht und im Kandertal.

**Tertiär:** Die voreozäne Abtragung beseitigte den oberen Schrattenkalk und die Orbitolinaschichten in der N-Fazies vollständig. (Vergl. GERBER, 83, 328.)

Gleiche Verhältnisse findet man am Sigriswilergrat und im Kandertal, während die genannten Schichten am Güggisgrat zwischen Niederhorn und Gemmenalphorn noch erhalten sind.

Die Eozäntransgression setzt in der N-Fazies durchweg mit dem Hohgantsandstein des Auversien ein. Die Transgressionsfläche ist im allgemeinen glatt. Aufgearbeiteter Schrattenkalk und Taschen von Hohgantsandstein kommen vor (Wetterlatte, Wolfholz), bilden aber nicht die Regel. Der Hohgantsandstein ist schlecht gebankt und mittel- bis grobkörnig. Er zeigt besonders im N der Standfluhgruppe an der Basis gelegentlich Verschieferungstendenzen, wie dies MOLLET (111, 13) vom Schafmatt-Schimberggebiet und SCHNEEBERGER (134, 71) vom Niederhorn meldet. Im allgemeinen herrscht massige Textur. Nur der helle, fossilleere Quarzit an der Basis der Wetterlatte ist gut gebankt. Dagegen führt der Hohgantsandstein an der Wetterlatte nach oben über in Auversienschiefer. Sie mögen den Sandschiefern entsprechen, die ADRIAN (96, 287) wohl irrtümlicherweise in die Basis des Priabonien stellt und die von MOLLET als Schimbergschiefer bezeichnet werden. Im Standfluhgebiet müssen sie als Ausläufer der S-Fazies des Dreispitzgebiets betrachtet werden.

Wider Erwarten fehlen die Auversien- und Priabonbrackwasserschichten des östlichen und westlichen Nachbargebietes vollständig.

Der Lithothamnienkalk beginnt, wie dies SCHNEEBERGER für die Randkette N des Thunersees zeigte, bereits im Auversien. Seine maximale Ausbildung erreicht er in den priabonen Stadschiefern. Er nimmt dieselbe stratigraphische Stellung ein wie in den Nachbargebieten und ist sowohl in seinem horizontalen als auch in seinem vertikalen Auftreten nicht niveaubeständig. Stellenweise liegt auch in der N-Fazies meines Untersuchungsgebietes Lithothamnienkalk direkt auf Schratten-

kalk, wie dies ADRIAN (96, 279 und 292) in Synklinale III—I am Gerihorn beobachtete. Der genannte Autor erklärt diese Tatsache durch Ausquetschung der Globigerinenmergel bei der Faltung und Zurückbleiben der starren Lithothamnienkalkriffe in den Synklinalkernen. Im Standfluhgebiet, z. B. im Faulenmattkessel hat man den Eindruck, daß vortertiäre Brüche zu dieser merkwürdigen Auflagerung führten. Es gibt mehrere Stellen, wo der Kontakt Lithothamnienkalk-Schrattenkalk stratigraphisch verzahnt ist. Anderswo stellt man, wie bei ADRIAN (96, 292) Rutschflächen fest. Daß im Faulenmattgebiet der gesamte Hohgantsandstein und die Auversienschiefer spurlos ausgequetscht sein sollen, ist ausgeschlossen. Ohne den Einfluß der tertiären Tektonik unterschätzen zu wollen, muß betont werden, daß hier stratigraphische Anomalien vorliegen, die ihre Erklärung einzig in kräftigen vor- oder alttertiären Störungen (Längsbrüchen!) finden können.

## b) S-Fazies.

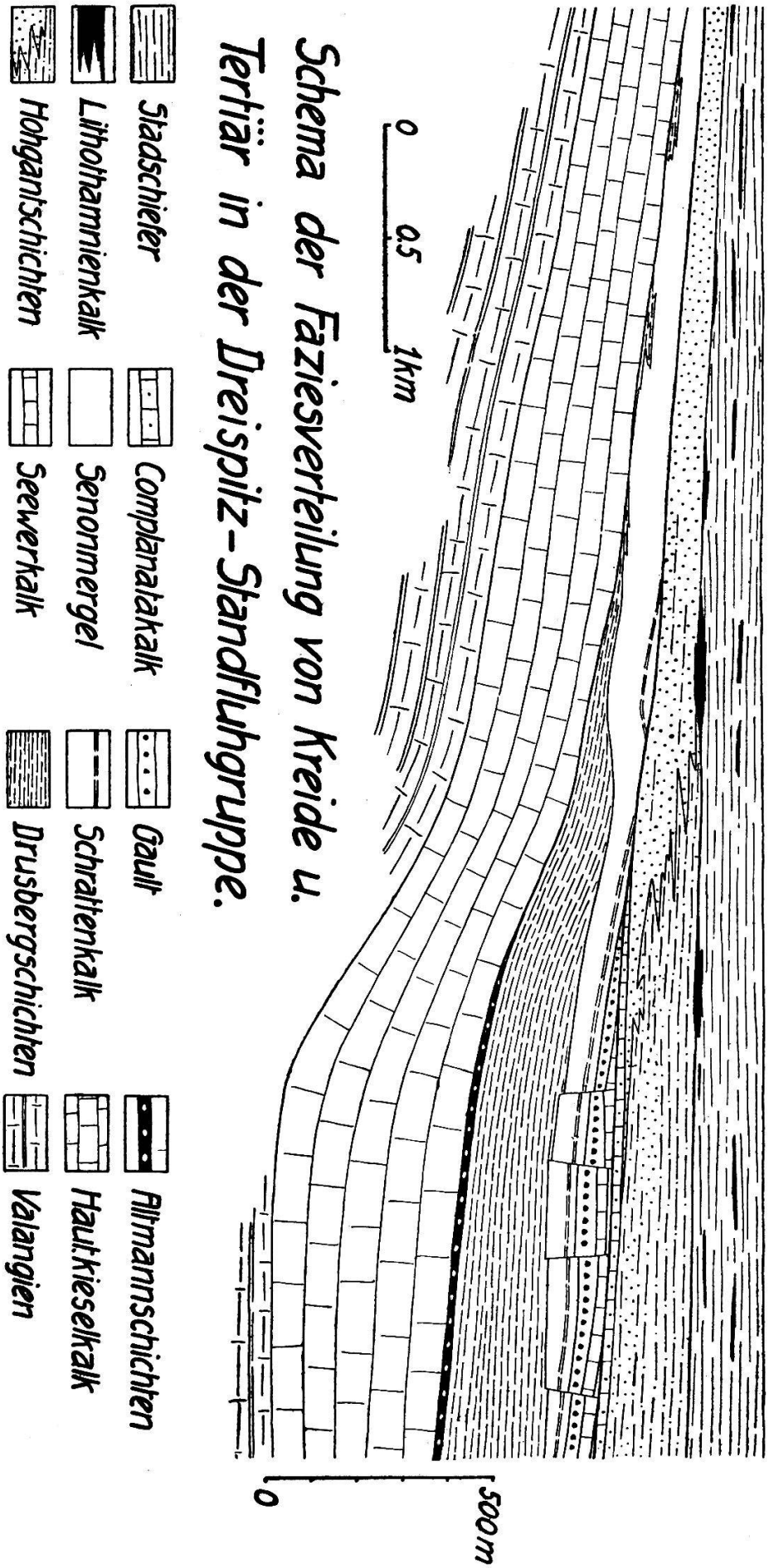
Für Valangien, Hauterivien und Barrémien wurden die Zusammenhänge mit den Nachbargebieten und die Differenzen gegenüber der N-Fazies bereits erwähnt.

Typisch ist für die S-Fazies neben einer durchwegs bathyaleren Ausbildung dieser Stufen das Auftreten der mittleren bis oberen Kreide in Form von verkalkten Orbitolinaschichten, oberem Schrattenkalk, Gargasien, Albien und Seewerkalk. Ferner transgrediert an Stelle des Auversien bereits der Komplanatakalk, wenn auch mit geringer Mächtigkeit, wie in den Nachbargebieten.

Charakteristisch ist ferner die Verschieferung des gesamten Auversien und das Verschwinden der neritischen Discocyclinenkalkbänklein darin. Die glaukonitischen Schiefer, die von GERBER noch ins Lutétien gestellt, von MOLLET aber abgetrennt und als Hohgantschiefer dem Auversien zugeteilt wurden, zeigen dieselbe Ausbildung wie N des Thunersees und im Gebiete ADRIAN's (96, 298).

Lithothamnienkalk tritt nur noch in den priabonen Globigerinenschiefern in Form dünner Bänklein auf.

Mit ADRIAN (96, 309) und SCHNEEBERGER (134, 72) können wir N-Fazies (Standfluhgruppe und Birchenberg) und S-Fazies (Dreispitzgruppe und Buchholzkopf) folgendermaßen charakterisieren:




Schema der Faziesverteilung von Kreide u. Tertiär in der Dreispitz-Standfluhgruppe.

| N-Fazies: | S-Fazies: |
|---|---|
| Zahlreiche, bis 8 m mächtige Lithothamnienkalkbänke in Auversien und Priabonien. | Nur vereinzelte Lithothamnienkalkbänklein im Priabon. |
| Auversien = Hohgantsandstein. Im S nach oben hin verschiefert (= Schimbergschiefer). | Auversien größtenteils schiefrig Sandsteinbänke zurücktretend. Basis: Glaukonitschiefer. |
| Lutétien fehlt vollständig. | Lutétien transgressiv - neritischer grober Sandstein und Komplanatakalk. |
| Obere und mittlere Kreide fehlen vollständig. | Obere und mittlere Kreide teilweise vorhanden. |
| Oberer Schrattenkalk und Orbitolinaschichten fehlen. | Oberer Schrattenkalk und verkalkte Orbitolinaschichten vorhanden. |
| Barrémien halb kalkig, halb schiefrig. | Barrémien etwas stärker vermergelt. |
| Valangien im S neritisch. im N z. T. bathyal. | Diphyoidesgruppe und Valangienmergel bathyal. |

Sämtliche Sedimente, mit Ausnahme des Priabonien sind in der S-Fazies mächtiger als in der N-Fazies.

Die Sedimentationszyklen in der Kreide der Wildhorndecke sind nach dem Vorgehen von P. ARBENZ (165) bereits von verschiedenen Autoren für die nächste Umgebung klargelegt worden, so daß sich eine erneute Beschreibung erübrigt. Zusammenfassend sei nur bemerkt, daß das Fehlen der meisten Glaukonithorizonte (Gemsmättlischicht, Altmannschichten z. T.), welche die Transgressionsphasen charakterisieren sollten, auffällt. Es ist daraus zu schließen, daß es meist nicht zur Ausbildung typischer Zyklengrenzen kam.

## II. Stratigraphie des Ultrahelveticums.

### Historisches:

Zerstreute Notizen über den ultrahelvetischen Flysch des Untersuchungsgebietes finden sich schon bei BERNHARD STUDER (4, 129). Weitere Untersuchungen veröffentlichten TRIBOLET (11, 6—12) und MOESCH (27, 215, 234, 274). HELGERS bringt in seiner Dissertation nichts Neues. Ausführlicher äußert sich GERBER in seinen Publikationen über die Gesteine des Renggrates (47, 58; 75, 147; 83, 329). 1921 revidierte ARNOLD HEIM das Renggratprofil und stellte die ganze Serie

ins Ultrahelveticum. Sie war durch GERBER (83, 329) nach dem Vorgehen von BECK der Klippendecke zugeteilt worden. Meine Begehungen zeigten bald einmal die Notwendigkeit einer Revision des Flyschgebietes S des Thunersees und die Unhaltbarkeit von GERBER's Flyschstratigraphie und Altersbestimmung, auf die im Kapitel über das Alter des Flyschs näher eingegangen werden soll. Auch die tektonische Interpretation der ultrahelvetischen Serie am Renggrat durch ARNOLD HEIM steht mit den tatsächlichen Verhältnissen in Widerspruch.

Das Ultrahelveticum meines Gebietes zeigt zahlreiche Anklänge an das Flyschgebiet von Habkern und Umgebung. Wie TERCIER (140, 12) kürzlich zeigte, lassen sich an genanntem Orte folgende Schichtreihen unterscheiden:

Tertiär: 4. Echter Wildflysch mit Exoten.
3. Stadschiefer- bezw. senonmergelartiger Flysch mit kleinen Exoten (selten!), Nummuliten, Discocyclinen und Assilinen.

Kreide: 2. Mergelschiefer wie 3, aber ohne Nummuliten, Discocyclinen und Assilinen. Dafür Inoceramen führend.
1. Weiße, bezw. rötliche, seewerkalkähnliche Kalke mit *Globotruncana canaliculata* REUSS (Obere Kreide).

Eine ähnliche Einteilung ergibt sich auch für mein Untersuchungsgebiet, mit dem Unterschied, daß alle stadschiefer- bezw. senonartigen Mergel und Mergelkalke tertiären Alters sind. Unter Einbeziehung der Schlierensandsteine im Kreuzbach bei Leißigen können wir folgende Schichtgruppen unterscheiden:

II A. Kreide: Kalke von fraglich oberkretazischem Alter.
II B. Tertiär: a) Mergel, Mergelkalke und Wildflysch.
b) Schlierensandstein.

## II A. Fragliche Oberkreidekalke.

Der höchste Grat im Obersuldtal besteht in seinen obersten Partien aus hellgrauem, seewerähnlichem und deutlich gebanktem Kalk von fraglich oberkretazischem Alter. Dasselbe Gestein findet sich auch im Unterlaufe des Pudelbaches (Dorfbaches) bei Därligen.

Diese Kalke dürften das älteste Schichtglied darstellen. Darauf hin weist ihre vollkommen kretazische Fazies. Sie sind von helvetischem Seewerkalk, auch im Dünnschliff, nicht zu unterscheiden.

Makrofossilien wurden darin keine gefunden. Da die massenhaft vorhandene Globigerinenfauna mit

*Globotruncana canaliculata* REUSS *)
*Globigerina cretacea*
*Globigerina bulloides* usw.

nach neuern Forschungen für obere Kreide nicht leitend ist, sondern nur charakteristisch für zoogene Fazies, so bleibt die Altersfrage dieser

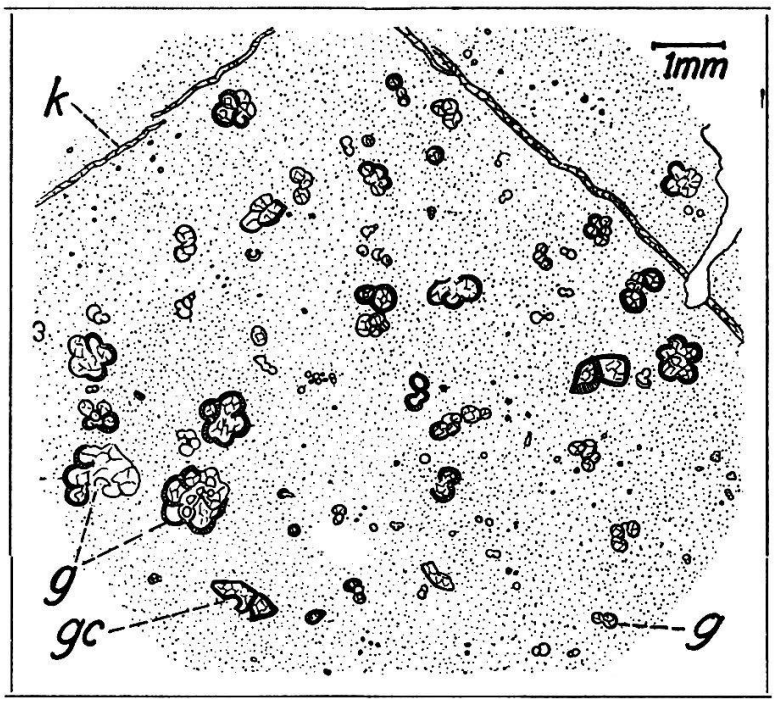



Fig. 8. ?**Kretazischer Leimernkalk,** Rengg (Höchstgrätli).
g: *Globigerina*. gc: *Globotruncana canaliculata*. k: Kalzitader.
Grundmasse: Tonig getrübter, kryptokristalliner Kalzit (fein punktiert).

seewerähnlichen Kalke vorderhand offen. Immerhin scheint infolge der ausgesprochenen Kreidefazies oberkretazisches Alter wahrscheinlicher. Ebenfalls für Kreidealter spricht ein Belemnitenfund ob Stoffelberg (Buchholzkopf), den Herr Prof. Dr. P. ARBENZ anläßlich einer gemeinsamen Exkursion am 5. Mai 1929 machte. Leider war der fos-

*) Nach einer verdankenswerten Mitteilung von Herrn Dr. W. LEUPOLD sind synonym:

1. 1854: *Rosalina canaliculata* REUSS [1]).
2. 1865: *Discorbina canaliculata* REUSS [2]).
3. 1884: *Globigerina linnaeana* D'ORB. [3]).
4. 1893: *Pulvinulina tricarinata* QUEREAU [4]).
5. 1899: *Globigerina canaliculata* REUSS [5]).
6. 1910: *Discorbina (Rosalina) canaliculata* REUSS (81, 174).

Als identisch mit dieser Kreideform wird von einigen Autoren stets

silführende Leimernkalkblock nicht anstehend. Obschon anzunehmen ist, daß er aus nächster Nähe stammt, ist es nicht ausgeschlossen, daß es sich nur um einen abgestürzten Block helvetischen Seewerkalks handelt. Da es aber im Gebiete der Rengg auch mächtige Gesteinsfolgen in typisch oberkretazischer Mergelfazies gibt, die, wie wir gleich sehen werden, tertiären Alters sind, so erhält diese Aussage nur einige Wahrscheinlichkeit auf Richtigkeit, umso mehr, als GERBER in diesen jetzt als tertiär erkannten Gesteinen seinerzeit ebenfalls Belemniten fand. (Siehe darüber S. 145.)

## II B. Tertiär.

Typischer Wildflysch, der genau der Definition von KAUFMANN entspricht (14, 553), ist im Untersuchungsgebiet nur spärlich vorhanden. Er bildet keine eigene Stufe und auch keine konstanten Horizonte, sondern nur Einlagerungen in die stadschiefer- bis leimernähnlichen Kalkschiefer, die den Hauptteil des Ultrahelveticums darstellen. Er stellt den detritischen Faziestypus dar in

---

*Rosalina linneiana* (oder *linnei* oder *linnaeana)* betrachtet, eine von D'ORBIGNY 1839 ursprünglich von Cuba gemeldete, rezente Spezies.

Schon REUSS betonte bei der Aufstellung der *Rosalina canaliculata* die Ähnlichkeit der beiden Formen, zugleich aber auch die Unterschiede, die uns nötigen, dieselben als getrennte Spezies zu betrachten.

Die Identität von *Globigerina (Rosalina) linnaeana* rezent, mit *Discorbina tricarinata* REUSS aus der ostalpinen Kreide wird 1884 zum ersten Male positiv von BRADY [3]) einzig auf Grund der Vergleichung der Figuren behauptet. Viele Autoren, so DE LAPPARENT (102, 1), MORET (121) und BLANCHET (121) beschrieben daher die Kreideform unter dem Namen *Rosalina linnei,* was uns unrichtig erscheint.

1927 hat CUSHMAN für die Übergangstypen zwischen *Globigerina* und *Discorbina* die Familie der *Globorotalidae* geschaffen mit dem Genus *Globotruncana* für Formen mit eckigem Kammerquerschnitt und Kielen. *Discorbina canaliculata* gehört offenbar in den Formenkreis dieses Genus. Als heute gültiger Name wäre also anzunehmen:

*Globotruncana (Discorbina) canaliculata* (CUSHMAN) REUSS.

---

[1]) 1854 REUSS, A. E. Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. VII, S. 70, Taf. XXVI, Fig. 4a und b.

[2]) 1865 REUSS, A. E. Sitzungsber. K. Akad. d. Wiss. Wien. Bd. L.

[3]) BRADY, H. B. Challenger, Tafel LXXXII, Fig. 12a und b.

[4]) 1893 QUEREAU, E. C. Die Klippenregion von Iberg (Sihltal). Mit 4 Tafeln und 13 Figuren im Text. Beiträge N. F. Lfg. 3, S. 89.

[5]) 1899 EGGER, J. G. Abhandlgn. d. math.-phys. Kl. d. K. bayr. Akad. d. Wiss., Bd. XXI, 1. Abt.

der Flyschsedimentation, während die Mergel und Mergelkalke chemisch-organogener Entstehung sein dürften.

**Überblick:**

Man kann im Untersuchungsgebiet innerhalb des tertiären Ultrahelveticums folgende Sedimentationstypen unterscheiden:

*1. Rein terrigen detritischer Wildflysch.*

Die besten Aufschlüsse hiervon findet man im Mittellauf des Eybach (Höllgraben), am Weglein von Speicher-Allmend nach Fraumültschen und als eingewickeltes Ultrahelveticum unterhalb der Kientalstraße bei Bütschi (Scharnachtal).

Dieser Faziestypus enthält fast nur die bekannten dunklen Mergel mit Rutschharnischen in bald regelmäßiger, bald unregelmäßiger Wechsellagerung mit feinkörnigen Sandsteinen, Sandkalken, Kieselkalken, Brekzien und Konglomeraten. Dazu führt er bei weitem am meisten Exotica, wenn auch nicht so viele, wie man nach Einsichtnahme in die Literatur erwarten sollte. Die vorhandenen Exotica sind vorwiegend sedimentären Ursprungs. Kristallinexoten sind recht selten. Sehr große Blöcke finden sich nur vereinzelt. Die meisten erreichen nur Bruchteile eines Kubikmeters. Die riesigen Granitexoten, wie sie zuletzt von BECK und TERCIER von Habkern gemeldet wurden, fehlen in meinem Untersuchungsgebiet.

Sämtliche in diesem rein klastischen Wildflysch vorhandenen Sandsteine, Breccien und Exoten treten vereinzelt auch in den eintönigen Kalkschiefern auf und sollen daher erst später näher erörtert werden.

Die Lagerung ist wild, da die Mergel oft stark verwurstelt sind. Die meist sehr glimmerreichen Sandsteine dagegen weisen im allgemeinen ziemlich geordnete Bankung auf, wenn auch Stellen nicht fehlen, an welchen durch das Auftreten großer Blöcke und Zerreißung der Sandsteinbänke die Wildheit nicht hinter derjenigen der Aufschlüsse bei Habkern z. B. zurücksteht. Kleinfältelung und Falten von wenigen Metern Krümmungsradius sind häufig.

*2. Gemischter Flysch.*

Dieser Faziestypus bildet den Übergang zwischen der rein klastischen Sedimentation des eigentlichen Wildflysches und der vorwiegend zoogenen Mergel- und

Kalkfazies des übrigen Ultrahelveticums. Er zeichnet sich aus durch hellere Farben. Die schwarzen glänzenden Mergel von 1 treten zurück und werden größtenteils ersetzt durch braunsandige Schiefer. Die Sandsteinbänke sind noch sehr zahlreich, zeigen aber im allgemeinen feineres Korn. Die Größe und Zahl der Exoten wird geringer. Am charakteristischsten erscheint aber die Einlagerung heller, leimernartiger Kalke und Mergel, die mit den mehr stadschieferähnlichen braunsandigen Mergeln und den Sandsteinen stratigraphisch verbunden sind. Die Sedimentation pendelte für längere Zeit fortwährend zwischen detritisch und zoogen hin und her.

Von dieser stratigraphischen Verkalkung des Wildflysches sind die Exoten aus echtem, vermutlich kretazischem Leimernkalk, die sowohl hier, als auch im rein klastischen Wildflysch auftreten, streng zu unterscheiden.

Während nun dieser Faziestypus im Oberlaufe des Kreuzbach z. B. überwiegend klastisches Material führt, in dem die zoogene, leimernartige Komponente stark zurücktritt und nur ganz untergeordnete Einlagerungen in Form von Linsen oder Bänken bildet, wiegen andernorts die hellen, leimernartigen Kalkschiefer vor und wechsellagern mit klastischen, dunklen Mergel- und Sandsteinlagen. Zwischen den beiden Extremen findet man alle Übergänge im Verhältnis der klastischen zur organogen-chemischen Komponente des Flysches.

Dieser gemischte Faziestypus ist stärker verbreitet als der rein klastische. Er geht seinerseits unmerklich und in fast jedem der Bäche am NW-Hang des Därligen-Leißigengrates und auch an der Rengg oftmals über in den Typus der rein chemisch-organogenen Sedimentation der

### *3. Mergelschiefer und Mergelkalke.*

Diese Gesteine findet man am besten ausgebildet in den Steilhängen der Ramsernalp, der Bachlialp und der Rengg.

Solche globigerinenführende Mergel und Kalke bilden die Hauptmasse des Ultrahelveticums S des Thunersees. Klastische Einstreuungen sind darin selten und entsprechend feinkörnig. Exoten fehlen fast vollständig. Die wenigen, die ich finden konnte, sind fast ausnahmslos sedimentären Ursprungs und identisch mit Sandsteinen, Breccien und Konglomeraten, wie sie im typischen Wildflysch massenhaft auftreten. Kristallinexotica werden zu Seltenheiten. Ich fand einen

einzigen, faustgroßen Granitknollen in den Mergelschiefern westlich der Brunnialp.

Die Mergel und Mergelkalke selber zerfallen rein petrographisch in folgende Abarten:

a) Graue bis grünlichgraue, relativ kalkreiche Mergel- und Kalkschiefer mit reich entwickelter Globigerinenfauna. Sandsteineinstreuungen fehlen fast vollständig und sind bei Vorhandensein sehr feinkörnig.

Hierher gehören auch sämtliche Gesteine, die GERBER (83, 329) als Neokom-Fleckenkalke und Fleckenmergel beschrieben hat, und von denen er meinte, daß sie wohl den Übergang vom Neocom zu den „Couches rouges" bildeten. Gerade in diesem Neocom aber finden sich Foraminiferen, die beweisend sind für Tertiär, wie wir gleich sehen werden.

b) Die unter a) erwähnten Kalkschiefer können gelegentlich in eine mergelige Kalkbreccie übergehen, die Discocyclinen und Nummuliten führt. Ferner vermitteln sie den Übergang zu den fraglich oberkretazischen, leimernartigen Kalken.

c) Stadschieferähnliche, graue Mergel mit mehr klastischem Einschlag und weniger ruhiger Lagerung. Sie vermitteln den Übergang zu den helvetischen Stadschiefern (z. B. am NW-Fuß des Därligen-Leißigengrates), können aber auch in mehr oder weniger typischen Wildflysch oder in leimernartige Mergelschiefer übergehen (Rengg).

Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Unterteilung nach petrographischen Merkmalen stratigraphisch wertlos ist. Wenn auch im Großen und Ganzen gilt, daß die Sedimentation von der zoogenen, fraglich oberkretazischen Kalkfazies, über die Mergelkalke in den klastischen Wildflysch und weiter in den Schlierensandstein überführt, so wird doch diese Regel unzählige Male durchbrochen, z. B. durch Einlagerung bis 1 m mächtiger, schwarzer, feinblättriger Wildflyschmergel in die seewerähnlichen Kalke der Rengg, durch Einschaltung klastischer Partien in die leimernartigen, ruhig gelagerten Kalkschiefer und durch das Auftreten von Bänken und dünnen Lamellen reinsten Leimernkalkes inmitten klastischer Fazies.

Ein Blick auf die geologische Karte der Standfluhgruppe von GERBER zeigt die Richtigkeit dieser Ansicht, denn der genannte Autor kartierte rein petrographisch, bezw. lithologisch, maß aber dieser Kar-

tierung stratigraphischen Wert bei und gelangte so zu Schlüssen über die Tektonik und das Alter des Ultrahelveticums an der Rengg, die nicht stichhaltig sind.

Da zwischen den aufgestellten 4 Faziestypen alle Übergänge bestehen, ist es sehr schwierig, dieselben auf der Karte gegeneinander abzugrenzen. Von der großen Masse der tertiären Mergel und Kalkschiefer wurden daher nur die klastische Wildflyschfazies und die fraglich oberkretazischen Kalke abgetrennt.

## Lithologie des tertiären Ultrahelveticums.

### 1. Mergelschiefer, Mergelkalke und Kalke.

(Leimernartige Schiefer und Nummuliten und Discocyclinen führende Brekzien.)

Diese Gesteine bilden, wie bereits bemerkt, den Hauptanteil des Ultrahelveticums im Untersuchungsgebiet.

Sie zeigen verschiedenes Aussehen. Im rein detritischen Wildflysch sind sie meist schwarz oder dunkelgrau, feinblättrig und massenhaft von glänzenden Rutschspiegeln durchzogen. Sie können auch mehr braune und grünliche Töne annehmen, was meist mit einer Zunahme des Sandgehaltes einhergeht. Die psammographische Analyse zeigt folgende Zusammensetzung:

| | Probe Nr. 30 | Probe Nr. 49 |
|---|---|---|
| **Karbonate** | 48,0 % | 43,7 % |
| **Sand** (IV—II) | 20,5 % | 21,3 % |
| **Ton** | 31,5 % | 35,0 % |

Probe Nr. 30 Engelalpklippe, Probe Nr. 49 aus der nördlichen, randlichen Wildflyschzone der Rengg.

Sowohl horizontal als auch vertikal können sie in Sandsteine und Breccien übergehen. Besonders am Übergang zu feinkörnigen Sandsteinen entdeckt man oft Fucoiden.

In der ruhigen, organogenen, chemischen Kalkschiefersedimentation dagegen stellen diese Mergelschiefer und Kalke den Typus der Leimernschichten dar. Hier ist ihre Ausbildung mehr oder weniger homogen und zeigt stellenweise große Ähnlichkeit mit den helvetischen Stadschiefern, wenn auch der $CaCO_3$-Gehalt meist größer und der Sandgehalt kleiner ist, wie folgender Vergleich zeigt.

| | Mergelkalk der Letzeklippe: (Probe Nr. 5) | Stadschiefer, Faulenmatt: (Probe Nr. 4) |
|---|---|---|
| **Karbonate** | 57,8 % | 44,3 % |
| **Sand** (IV—II) | 12,7 % | 22,0 % |
| **Ton** | 29,5 % | 33,7 % |

Dabei stellt Probe Nr. 5 die tonigste Varietät der leimernartigen Schiefer dar.

Eine weitere, kalkigere Varietät (Probe Nr. 34) zeigt bei der psammographischen Analyse folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| **Karbonate** | 63,3 % |
| **Sand** (IV—II) | 10,6 % |
| **Ton** | 26,1 % |

In den beiden Analysen spiegelt sich die allgemein gültige Gesetzmäßigkeit, daß mit einer Zunahme des Kalkgehaltes ein rasches Fallen des Sandgehaltes einhergeht, während der Tongehalt langsamer zu sinken pflegt.

Es handelt sich in der ruhig gelagerten Kalk- und Mergelschiefersedimentation größtenteils um Gesteine, die von KAUFMANN, BECK und andern Forschern als Leimernschichten bezeichnet wurden.

Der Begriff Leimernschichten sei auch im Folgenden beibehalten. Wir werden ihn aber ausschließlich als Faziesbegriff für die organogen-chemischen Mergel und Mergelkalke gebrauchen, ohne ihm ein bestimmtes Alter beizulegen, da die betreffenden Schichten im Gegensatz zu den Ansichten älterer Autoren größtenteils Tertiär zu sein scheinen. Wir werden daher gelegentlich auch leimernartige, stratigraphische Einlagerungen in typischem Wildflysch als Leimernschichten bezeichnen.

Besonders eingehend wurden anläßlich einer Begutachtung (105) durch Herrn Prof. Dr. P. ARBENZ die Mergel und Mergelkalke im Unterlauf des Holzenbaches und Dorfbaches untersucht. Ich entnehme dem Gutachten folgende Angaben:

In 700 m Höhe des Holzenbaches (Hauptstelle) befindet sich eine ca. 25 m hohe Wand, in der die tonige Varietät der „Leimernschichten" dominiert.
Eine Mittelprobe auf einer Strecke von 15 m ergab: 55,9 % $CaCO_3$
Davon enthielt die „anscheinend tonigste Varietät": 57 % $CaCO_3$
Davon enthielt die kalkigste Varietät: 61,6 % $CaCO_3$

Ein dünn geschichteter Mergelkalk mit schwachen Häuten (Probe Nr. 7) aus dem alten Steinbruch des Holzenbaches (Höhe 650—680 m) ergab 69,7 % $CaCO_3$. Dieses Material diente früher zur Fabrikation von Romanzement.

50 m höher im Holzenbach befindet sich ein toniger Mergel mit kleinen Glimmerschüppchen von stadschieferähnlichem Aussehen, aber ohne Sandsteineinlagerungen, der nur 34,2 % $CaCO_3$ enthielt (Probe Nr. 6).

Die kalkreichste Probe stammt aus dem Dorfbach. Es handelt sich um kalkige „Leimernschichten" mit dichtem muscheligem Bruch, die 84,7 % $CaCO_3$ enthalten.

Unter 650 m Höhe finden sich im Dorfbach wieder tonige Leimernschiefer, deren extreme Proben 55 % und 66 % $CaCO_3$ aufweisen.

Die unlöslichen Rückstände der untersuchten Proben sind Sand und Ton.

Einer verdankenswerten Zuschrift der Zementwerke Därligen AG. entnehme ich zusammenfassend folgende Angaben:

Der Kalkgehalt der Leimernschichten an der Abbaustelle im Oberacker beträgt im Mittel 58,0 %, minimal 35,0 % und maximal 81,0 %. Der mittlere Tongehalt beträgt 38,0 %.

Dieses Material ist zu tonig und zu kalkarm, um in der Zementfabrikation direkte Verwendung zu finden. Es wird daher mit Schrattenkalk von Herbrig (Mittel 95,0 % $CaCO_3$, Minimum 90,6 %, Maximum 96,9 %) derart gemischt, daß ein mittlerer Kalkgehalt von 76,0 bis 78,0 % resultiert. Im allgemeinen soll das Verhältnis von Kalk zu toniger Substanz wie 2,2:1 sein. Diese Verhältniszahl 2,2 stellt natürlich einen mittleren Wert dar, der je nach der gewünschten chemischen Zusammensetzung des Zementes höher oder tiefer gehalten wird.

Die Zementwerke Därligen AG. fabrizieren Portlandzement.

Mit steigendem Kalkgehalt stellt sich in Mergelkalken und Kalken auch die bekannte Globigerinenfauna ein, die in der reinen Kalkfazies der fraglich oberkretazischen Kalke ihre beste Ausbildung aufweist.

Nur sehr selten gehen diese Mergelkalke über in nummuliten- und discocyclinenführende Brekzien.

Lithologie und Mikroskopie:

Schliff 160: Mergelkalk des Renggrates, Obersuldweglein. (Nach GERBER „Fleckenmergel".)

Die tonige Grundmasse wiegt vor und besteht aus krypto-mesokristallinem Kalzit, der lokal infolge SK holokristalline Beschaffenheit aufweist und dann geklärt ist.

Darin liegen limonitisierte Pyritkörnchen, Einstreuungen kleiner eckiger Quarzsplitter und selten ein Glaukonitkorn von gleicher Größe wie die Quarzteilchen (0,05 mm). Mikroorganismen sind nicht erkennbar.

Schliff 192: Leimernähnlicher Kalk der Letzeklippe:

Quarz und dunkelgrüne Glaukonitkörner sind in der tonigen, kryptokristallinen Grundmasse noch spärlicher. Die SK wirkte besonders auf die Foraminiferen. Immerhin sind noch erkennbar:

*Globigerina conglobata* BRADY.
*Globigerina spec.*
*Textularia spec.*
*Orbulinaria spec.*

Schliff 162: Mergelkalk vom N-Hang des Höchstgrätli.

Die kalzitische Grundmasse wird z. T. durch tonige Wolken verdunkelt, z. T. ist sie infolge SK holokristallin und geklärt. Sie enthält u. a. eine vierkammerige

*Globotruncana canaliculata* (CUSHMAN) REUSS.

Es handelt sich aber um sicheres Tertiär, wie Discocyclinenfunde in nächster Umgebung beweisen!

Schliff 156: Mergelkalk aus dem Wildflysch im S-Teil der Rengg.

Der Schliff zeigt ein ähnliches Bild wie die vorhergehenden, nur daß die Grundmasse noch stärker pigmentiert und durch Limonit und Pyrit verunreinigt erscheint. Mikroorganismen sind zahlreich, aber fast unkenntlich. Bei vielen Kalzitaggregaten kann man organische Herkunft nur vermuten.

Schliff 131: Reiner, leimernähnlicher Kalk, stratigraphisch eingelagert in den Flysch bei der Suldsäge.

In der gleichmäßig tonig pigmentierten, durch SK wenig beeinflußten Grundmasse schwimmen eine Unmenge von Mikroforaminiferen, besonders Globigerinen, Orbulinarien und Textularien. Die feinkörnigen Quarzeinstreuungen fehlen hier vollständig. Der Schliff ist identisch mit der schon beschriebenen fraglichen Oberkreide und doch sicher tertiären Alters, da er in unzweifelhaft eozänen Flysch stratigraphisch eingelagert ist.

Solche Vorkommen zeigen, wie wenig einer Altersbestimmung zu trauen ist, die sich einzig auf lithologische Analogien („kretazische Kalkfazies") stützt. Nur Fossilfunde, größere Nummuliten oder Discocyclinen können beweisend sein.

Schliff 145 enthält:

*Chrysalidina spec.*

Natürlich verdienen diejenigen Schliffe eine nähere Beschreibung, in denen sich Foraminiferen vorfinden, die Schlüsse auf das Alter des Ultrahelveticums zulassen.

Stratigraphisch am wichtigsten sind nämlich nicht die gleichförmigen und eintönigen Mergelschiefer und Kalke, sondern vielmehr ganz vereinzelte brekziöse Einlagerungen von geringer Mächtigkeit, die gelegentlich Foraminiferen führen.

Schliff 304: Mergelkalkbrekzie der Morgenberghorn-Hutmaadmulde bei Schliere.

Die Grundmasse ist sehr tonig und entsprechend dunkel und kryptokristallin.

Das Gestein ist typisch organogen und besteht im wesentlichen aus einer Unmenge von Lithothamnien *(Lithothamnium nummuliticum?)*, Bryozoen und Discocyclinen. Fraglich erscheint

*Spiroclypeus spec.*

Sicher erkennbar sind:

*Discocyclina discus* RUETIM.
*Discorbina spec.*
*Orbulina spec.*

Ein Anschliff des Handstückes zeigte ferner:

*Discocyclina Marthae* SCHLUMB.

Schliff 161a: Nummulitenkalkbreccie aus den leimernartigen Schiefern der Rengg (Obersuldseite).

Der Schliff ist fast identisch mit Nr. 304, zeigt aber an bestimmbaren Organismen:

*Nummulina gallensis* HEIM.
*Discocyclina Chudeaui* SCHLUMB.
*Discocyclina dispansa* SOW.
*Discocyclina varians* KAUFM.

Schliff 327a und 327b: Stratigraphische Einlagerung leimernähnlichen Kalkes aus dem Wildflysch des Höllgrabens (ob Leißigen).

Grundmasse: Stark tonig getrübter, kryptokristalliner Kalzit.

Organische Einschlüsse bilden den Hauptanteil des typisch organogenen Gesteins und setzen sich in der Reihenfolge der Häufigkeit zusammen aus Lithothamnien, Bryozoen, Discocyclinenbruchstücken, *Bigenerina spec.*, *Rotalia* (Bruchstück) und *?Spiroclypeus*. Spezifisch bestimmbar ist:

*Discocyclina Chudeaui* SCHLUMB.

An anorganischen Bestandteilen fällt Quarz auf durch eckige Körner von 0,2 mm mittlerer Größe, die oft ankorrodiert und mit Foraminiferenbruchstücken oder der Grundmasse verzahnt sind. Vereinzelt erblickt man auch Quarzinaggregate.

Schliff 281: Brekziöser, leimernartiger Kalk aus dem Obersuldweglein der Rengg.

Die Grundmasse ist krypto-mesokristallin und tonig verunreinigt. Sie tritt ziemlich stark zurück gegenüber den organischen Einschlüssen, unter denen Lithothamnien, Discocyclinen und winzige Nummuliten vorwiegen.

Bestimmbar waren:

*Discocyclina discus* RUETIM.
*Discocyclina Chudeaui* SCHLUMB.

Da auch noch in vereinzelten Sandsteinen und polygenen Breccien bestimmbare Nummuliten und Discocyclinen gefunden wurden, soll die Altersfrage mitsamt dem Problem der Kreidenummuliten erst später diskutiert werden.

## 2. Sandsteine, Brekzien und Konglomerate.

Diese Gesteine sind im Untersuchungsgebiete nicht so reichlich vertreten wie in andern ultrahelvetischen Gebieten, z. B. im Habkerntale und an der Berra. Sie treten vorwiegend in der rein klastischen Fazies des eigentlichen Wildflyschs auf, kommen aber vereinzelt überall auch in den ruhiger gelagerten Kalkschiefern vor.

Die Sandsteinbänke erreichen selten größere Mächtigkeit, meist nur 10—20 cm. Sie sind sehr feinkörnig, hart und führen oft reichlich Glimmer. Der Zement kann kalkig oder kieselig sein, so daß zwischen Quarziten, Kieselkalken, Kieselschiefern, Sandkalken und Sandsteinen alle Übergänge bestehen.

Die mittel- und grobkörnigen Sandsteine sehen dem Schlierensandstein des Kreuzbaches bei oberflächlicher Betrachtung täuschend ähnlich, so sehr, daß gewisse, im folgenden beschriebene Varietäten davon nicht unterschieden werden können.

Die groben Brekzien und Konglomerate treten gegenüber den Sandsteinen stark zurück.

Es ist sehr schwierig, die autigen entstandenen Sandsteine und Brekzien von den allothigen gebildeten und als Gerölle eingeschwemmten zu unterscheiden. Es kommen nämlich die meisten Bestandteile der eingeschwemmten Gerölle auch als Mineralien der autigenen Sandsteine und Brekzien vor.

Daher beobachtet man Übergänge von ihrer Zusammensetzung nach sicher exotischen Geröllen oder sogar von Kristallinexoten zu polygenen Brekzien, Sandsteinen und schwarzen Wildflyschmergeln. Es ist klar, daß ein sicherer Entscheid über die Entstehung und Ablagerung eines Blockes nicht möglich ist, wenn er nicht zufällig typisch exotische Mineralführung aufweist oder dann ohne Übergang isoliert in den Wildflyschmergeln oder Kalkschiefern steckt.

Es ist auch im Felde unmöglich, alle vorhandenen Brekzien und Sandsteine streng in exotische und ultrahelvetische, bezw. noch helvetische, zu scheiden, da die meisten der sedimentären Exotica dieselben Mineralien führen, die sich auch am Aufbau der ultrahelvetischen Sandsteine und Brekzien beteiligen. Der umgekehrte Fall aber trifft nicht immer zu. Gewisse Glaukonitsandsteine könnten auch helvetischer Herkunft sein.

Für exotische Herkunft der meisten sedimentären Einschlüsse spricht ihre Vergesellschaftung mit Kristallinexoten. Anderseits trifft man aber dieselben Sedimente auch in zweifellos autigen entstandenen Bänken.

Für die nichtexotischen Einschlüsse im Ultrahelveticum bestehen also zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten: Sie sind entweder als fertige Blöcke aus einem nichtexotischen, z. B. helvetischen oder ultrahelvetischen Gebiet eingeschwemmt worden, oder aber sie wurden erst im Flyschmeer selber aus einzeln eingeschwemmten Mineralien und Mikrogeröllen zu einem meist gebankten Gestein abgelagert. Im letzteren Falle kann die Herkunft der Mineralkomponenten sowohl exotisch als auch nichtexotisch sein.

Aus dem Gesagten dürfte klar sein, daß eine strenge Unterteilung der sedimentären Einschlüsse im Flysch nach Herkunft und Entstehung ein Ding der Unmöglichkeit ist.

**Detailbeschreibung:**

Sandsteine sind besonders zahlreich vertreten. Sie entstanden größtenteils an Ort und Stelle im Flyschmeer, können aber auch als fertige Blöcke eingeschwemmt worden sein, wie vereinzeltes Auftreten innerhalb der ruhig gelagerten Kalkschiefer und gute Abrollung beweisen. Solche vereinzelte Blöcke übersteigen selten $^1/_4$ m$^3$ Größe.

a) Eine sehr feinkörnige, dem helvetischen Kieselkalk sehr ähnliche Varietät bildet besonders im Wildflysch, aber auch in den Mergelschiefern und Mergelkalken Bänke, die aber nie große Mächtigkeit erreichen, sondern immer wieder durch Schieferzwischenlagen unterbrochen werden.

Schliff 400: Flyschsandstein der Engelklippe, Derigraben:

Grundmasse: Toniger, durch Limonitschlieren verunreinigter, krypto- bis mesokristalliner Kalzit. Die SK macht sich wenig bemerkbar.

Einschlüsse: Überwiegend ganz eckige, selten leicht gerundete Quarzkörner, mehrheitlich undulös auslöschend. Da und dort sind die Körner

direkt miteinander verzahnt, seltener durch sekundäre Kieselinfiltration zusammengepflastert. Relativ reichlich finden sich Pyriteinstreuungen, manchmal in Nestern angereichert. Muskovit ist ziemlich reichlich, Orthoklas, Apatit und Zirkon nur akzessorisch vertreten.

Das Gestein muß demnach als kieseliger Sandkalk bezeichnet werden.

Es kommt in gleicher Zusammensetzung auch als mittelkörniger Sandstein und Sandkalk vor und führt dann oft vereinzelte Glaukonitkörner und Krinoidenbruchstücke.

Treten dazu noch große Muskovitschüppchen, so hat man den typischen, glimmerreichen Wildflyschsandstein, der den Schichtfugen entlang ausgezeichnet spaltet, sowie Paralleltextur und gute Bankung aufweist.

b) Einer nähern Beschreibung bedürfen die Sandsteine und Brekzien von granitischem Aussehen, die, wenn nicht als Gerölle, so doch was die Mineralführung anbetrifft ausnahmslos als exotisch bezeichnet werden müssen. Nebstdem führen sie gelegentlich kleine Nummuliten, die im gewöhnlichen Flyschsandstein vollständig fehlen.

Nr. 276: Mittelkörnige, granitische Brekzie aus dem Mergelkalk im SE-Hang der Rengg. (Nach GERBER Fleckenkalk, 83, 329.)

Makroskopisch sind daran erkennbar: Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Muskovit.

Mikroskopisches:

Die Grundmasse tritt zurück und füllt nur als Zement die Lücken zwischen den Einschlüssen. Sie ist mesokristallin, tonig und limonitisch verunreinigt.

Einschlüsse: Vorwiegend Quarz in größern gerundeten Körnern. Daneben treten kleinere mit eckig-splittriger Umgrenzung auf. Beide sind oft kataklastisch. Die Spalten der Kataklase wurden durch geklärten, mesokristallinen Kalzit ausgefüllt. Feldspäte sind massenhaft vorhanden. Vereinzelt konstatiert man Orthoklase und Perthite. Die Hauptmasse mag Plagioklas sein, ist aber infolge vorgeschrittener Kalzitisierung und Serizitierung nicht näher bestimmbar. Selten konstatiert man Albitkristalle als Neubildung. Weniger häufig sind Hornblendefetzen vorhanden, dazu grüne Glaukonitkörner, die innig mit der Grundmasse, mit Quarz oder Feldspat verzahnt sind und auch Glaukonit-Kalzitaggregate bilden können. Muskovitschüppchen fehlen nicht.

An kleinen, 2—4 mm großen, im allgemeinen gut gerundeten Mikrogeröllen beobachtet man:

Leimernkalkbrocken mit der bekannten Globigerinenfauna, Quarzitgeröllchen (Pflasterstruktur!) und dunkle, dichte Knollen eines tonigen Foraminiferenkalkes vom Typus des praealpinen Neocoms oder der südalpinen Majolica.

An organischen Einschlüssen befinden sich im Schliff zwei Discocyclinen, mehrere kleine megasphärische Nummuliten mit je ca. vier Umgängen, Lithothamnien und ein limonitisiertes Krinoidenbruchstück.

Es ist klar, daß demnach auf tertiäres Alter dieser Brekzie und damit des umgebenden Mergelkalkes geschlossen werden muß. Selbst wenn der tertiäre Leitwert der kleinen Nummuliten angezweifelt wird, bleiben immer noch als tertiäre Leitfossilien die Discocyclinen übrig.

Nr. 282: Stellt einen typischen, mittel- bis grobkörnigen, sicher oft autigen entstandenen Flyschsandstein dar, der meist in Bänken, zur Abwechslung aber auch in einzelnen Blöcken auftritt. Er kann ebenfalls foraminiferenführend sein wie Nr. 276. Das Äußere ist mehr dasjenige eines gleichförmig grauen Kalksandsteins und zeigt weniger granitisches Aussehen. Das mikroskopische Bild überrascht durch Reichhaltigkeit.

Schliff 282:

Grundmasse: Krypto- bis mesokristalliner, durch SK wenig veränderter, toniger Kalzit.

Einschlüsse: Vorwiegend eckige und scharfkantige, oft kataklastische Quarzkörner. Gelegentlich sind die Spalten der Kataklase statt durch Kalzit durch Muskovit auszementiert. Verzahnungen des Quarzes mit der Grundmasse oder mit andern Einschlüssen sind häufig. Feldspäte und Perthithe erscheinen weniger häufig als in Nr. 276, sind aber wie dort meist kalzitisiert. Als Besonderheit zeigt der Schliff myrmekitische Neubildungen. Relativ zahlreich sind Muskovitblättchen. Auch Biotit ist vorhanden. Glaukonit tritt in abgerollten Körnern auf und in Flasern, als Lückenzement. Auch Quarz kann sekundär infiltriert sein und zementieren. Der Schliff ist reich an nesterweise angereicherten Pyriteinstreuungen.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen aber kleine, gut gerundete Gerölle; man beobachtet:

Urgonartige, organogene Brocken, Gerölle von Glaukonitsandstein genau wie helvetischer Gault oder glaukonitischer Auversienschiefer, Tithon mit *Calpionella alpina* LORENZ, Radiolarien, eine *Rotalia* und selten Körner eines sandigen, globigerinenführenden Mergelkalkes, ähnlich einem schwach sandigen, leimernartigen Schiefer. Das Tithon mit *Calpionella* kann ostalpiner oder praealpiner Herkunft sein.

An organischen Einschlüssen erblickt man Krinoidenbruchstücke und kleine Nummuliten. Amphisteginen erscheinen fraglich.

Nr. 306: Mittel- bis grobkörnige, granitische Balkbrekzie aus dem W-Teil der Engelklippe.

Mikroskopisches:

Unterscheidet sich von Schliff 282 fast nur durch die Größe der Komponenten. Mineral- und Fossilführung sind dieselben. Als Besonderheit zeigt der Schliff schwarze, lyditähnliche Hornsteingerölle. Charakteristisch sind ferner kalzitische Anwachsrinden, besonders um die Quarzkörner und teilweise Auszementierung der Quarzkataklasen durch Muskovit.

Nr. 335: Mittel- bis grobkörnige Brekzie aus dem Wildflysch des Kumgrabens.

Sie läßt makroskopisch neben Quarz, Orthoklas, Perthith, Biotit, Muskovit und Glaukonit die charakteristischen Dolomitbrocken erkennen, wie sie in vielen Flyschbrekzien vorkommen. Ähnliche, noch reichlicher dolomitführende Gesteine wurden früher als Niesensandstein bezeichnet. Diese gelb gesprenkelten Brekzien sind eines der typischsten Flyschgesteine, das sowohl in Bänken als auch als Exoten vorkommt. Sie treten vorwiegend in den wildflyschartigen Zonen auf.

Mikroskopisches:

Ein eigentliches Bindemittel fehlt fast ganz. Selten beobachtet man einen Zwickel mesokristallinen, schwach tonigen Kalzites. Die Hauptmasse des Zementes aber bilden feinkörnige Quarzaggregate mit Limonitschlieren und flaserige Hornblende.

Einschlüsse: Die Quarzkörner sind sehr einschlußreich, kataklastisch und undulös. Oft zeigen sie Korrosionstaschen, die durch Kalzit oder Aggregate sekundären Muskovits ausgefüllt werden. Kalzitrinden um die Quarzkörner sind selten. Dagegen kommen sekundäre Quarzinumrindungen und Umrahmung der Einschlüsse durch gewundene Hornblendefetzen vor. Glaukonit ist nur in sekundären, stark verzahnten Fetzen von geringer Größe vorhanden. Ferner sind zu erwähnen Biotit, Muskovit, Hornblende mit pleochroitischen Höfen, Pyrit, Rutil und Zirkon. Unter den eingeschlossenen Mikrogeröllen fallen besonders die bis über 4 mm großen, eckigen Dolomitbrocken auf, die mit den übrigen Einschlüssen stark verzahnt sind. Reichlich vertreten sind auch Quarzitgerölle, Perthithe, Orthoklase, Plagioklase und Bruchstücke von Schriftgraniten. Die Feldspäte sind meist zu Kalzit oder Serizit zersetzt.

Organische Einschlüsse sind nicht erkennbar.

Nr. 279: Stellt einen typischen Glaukonitsandstein dar und stammt von einem Block aus den Kalkschiefern der Rengg.

Dasselbe Gestein tritt gerne auf am Übergang von Exoten zu autigenem Flyschsandstein.

Mikroskopisches:

Der Lückenzement ist sehr tonig und eisenschüssig (Glaukonit- und Pyritverwitterung), so daß seine Struktur unkenntlich erscheint.

Einschlüsse: Vorwiegend Quarzkörner, bis 0,8 mm groß, bald gerundet, bald eckig, z. T. kataklastisch und oft mit Glaukonit verzahnt. Auch sekundäre Quarzinfiltrationen fehlen nicht. Glaukonit ist fast so reichlich vertreten wie Quarz, aber mit geringerer Korngröße, in Form idiomorpher, gesprenkelter, grüner Körner, die manchmal von Kalzit umrindet werden. Ferner tritt er auf als Lückenzement.

Viele Feldspäte sind ganz oder teilweise in Kalzit übergegangen, die übrigen serizitisiert.

Hornblende, Biotit und Muskovit sind schwächer vertreten als in den grobkörnigen Flyschsandsteinen, z. B. Nr. 335; ebenso die Quarzitgerölle.

Organische Einschlüsse scheinen zu fehlen.

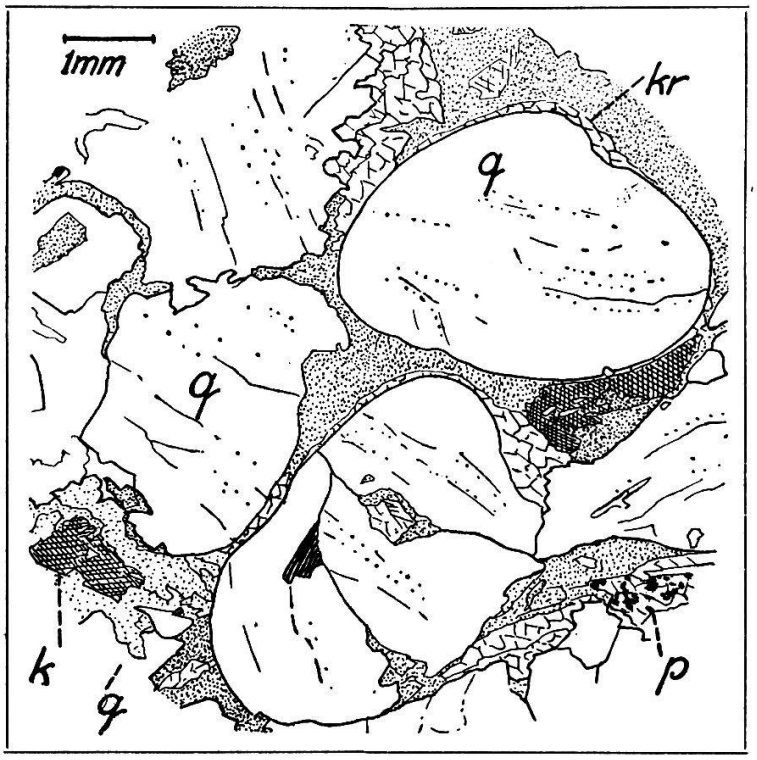



Fig. 9. **Ölquarzit,** Engelklippe.

q: Quarz. k: Kalzit. kr: Diagenetische Kalzitrinde, zum Teil mit Quarz verzahnt. p: Pyrit. Grundmasse: Kryptokristalliner Kalzit.

Sowohl als Exoten als auch in Form stratigraphisch eingelagerter Bänke treten im Flysch des Untersuchungsgebietes grünliche Ölquarzite und ölquarzitähnliche Sandsteine auf. Meist gehen sie seitlich oder

vertikal in gewöhnlichen Flyschsandstein über und unterscheiden sich wenig von den Ölquarziten anderer Flyschgebiete.

Schliff 85: Grobkörniger Ölquarzit aus dem Flysch der Engelklippe (Derigraben).

Lückenzement: Toniger, kryptokristalliner Kalzit, der gelegentlich auch holokristallin sein kann.

Im übrigen besteht das Gestein aus mehr oder weniger gut gerundeten Quarzkörnern, die bald primär, bald sekundär infolge Korrosion und Quarzinfiltration ineinander verzahnt sind. Häufig erscheinen Pflasterstrukturen. Die Korngröße beträgt im Mittel 0,5 mm, kann aber 1 mm überschreiten. Kalzitrinden sind vorhanden, aber nicht häufig.

Akzessorisch erblickt man Glaukonit, Pyrit, Muskovit und Zirkon.

Der ölige Glanz wird durch massenhafte Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse der Quarze verursacht.

Schliff 98: Feinkörniger Ölquarzit aus dem S-Teil des Flysches der Letzeklippe (Höhe 1740 m).

Sowohl Mineralführung als auch Lückenzement sind dieselben wie in Schliff 85: Die Quarzkörner erreichen aber höchstens 0,1 mm Durchmesser und sind infolge ihrer Kleinheit ausnahmslos eckig. Pyrit und Glaukonit erscheinen reichlicher eingestreut, treten aber gegenüber dem Quarz sehr zurück.

Nr. 91: Flyschsandstein aus der Letzeklippe, der makroskopisch durchaus als Ölquarzit angesprochen werden muß und auch alle charakteristischen Merkmale eines solchen, wie öligen Glanz, splittrigen Bruch und rostige Anwitterungsfarben aufweist. Mikroskopisch beobachtet man aber an Stelle des erwarteten Quarzites einen gewöhnlichen Flyschsandstein.

Mikroskopisches:

In einer mesokristallinen, durch Tonsubstanz und Limonit verunreinigten Grundmasse schwimmen eckige, ca. 0,06 mm große Quarzkörner, die einander im allgemeinen nicht berühren und auch nicht verzahnt sind.

Glaukonit ist vorhanden, aber äußerst spärlich. Ebenso Muskovit und Zirkon.

Zum Unterschied von einem echten Ölquarzit führt der Schliff aber verschiedene organische Einschlüsse, wie Textularien, Rotalien und Globigerinen. Ein Nummulitenbruchstück erscheint fraglich.

Es sei noch hervorgehoben, daß die mittelkörnigen Brekzien ausnahmslos auch als grobkörnige Brekzien und Konglomerate auftreten und dann Geröllkomponenten von einigen Zentimetern Größe führen können.

## 3. Exotica.

### a) Sedimentäre:

Wie schon bemerkt, können die meisten sedimentären Exotica, meist Sandsteine und Brekzien, auch als stratigraphische Einlagerungen im Flysch auftreten. Sie sind daher schon unter 2 beschrieben worden.

Nachzutragen ist noch, daß im typisch terrigen-detritischen Wildflysch besonders häufig helle Leimernkalke voll Mikroforaminiferen als Exoten auftreten (neben stratigraphischen Einlagerungen von Leimernkalk). Bemerkenswert erscheint die Häufigkeit der Rauhwackeexoten.

### b) Kristalline:

Ich fand im Untersuchungsgebiet Biotitgranite, Zweiglimmergranite, Granodiorite, Aplite, Pegmatite und Quarzporphyre. Die Granite wiegen vor. Basische Eruptiva fehlen vollständig.

Die exotenreichste Fundstelle ist ein eingewickeltes Wildflyschvorkommen bei Bütschi (Scharnachtal). Zahlreiche Exoten führen auch die Wildflyschaufschlüsse im Mittellauf des Eybach und Spießbach. In den ruhig gelagerten Mergeln und Kalkschiefern sind Kristallinexotica selten, kommen aber vereinzelt vor.

### Detailbeschreibung.

Granite:

Nr. 244: Granitexot aus dem Wildflysch von Bütschi. Das Handstück zeigt einen sehr sauren Granit mit großen Orthoklasen und kleinen Biotitschuppen und macht einen ziemlich frischen Eindruck. Die Struktur erscheint hypidiomorph-körnig bis schwach porphyrisch. Die Plagioklase erscheinen grün gefärbt. Vermutlich wurden sie erst durch die Zersetzung des ganzen Gesteins, die erst bei der mikroskopischen Betrachtung auffällt, zu Albit.

Der Schliff zeigt vorgeschrittene Karbonatisierung und Serizitisierung der Feldspäte. Der Quarz ist weitgehend kataklastisch und kalzitisch auszementiert. Die Plagioklase dürften vorwiegend Albit sein. Vereinzelt beobachtet man Orthoklase, gelegentlich Myrmekite am Rand der Feldspäte. Immerhin dürfte der Anteil des Kalifeldspates gering sein. Biotit erscheint recht gut erhalten, zeigt hingegen da und dort beginnende Chloritisierung.

Nr. 242: Biotitgranit aus dem Wildflysch von Bütschi. Stimmt fast überein mit Nr. 244.

Nr. 243: Ein sehr stark karbonatisierter und chloritisierter Granit mit reichlich Plagioklas aus dem Wildflysch von Bütschi. Der Kalzit mag 50 % des Gesteins bilden. Die Struktur ist hypidiomorph und mittel- bis grobkörnig. Die kleinschuppigen Biotite sind eben noch wahrnehmbar. Infolge der Chloritisierung erscheint das Gestein grün gefleckt.

Nr. 238: Zeigt einen sauren Biotitgranit (Eugranit) mit sehr schönen myrmekitischen Verwachsungen und schwacher Paralleltextur aus dem Wildflysch von Bütschi.

Nr. 334: Grobkörniger, sehr saurer Granit, aus dem Wildflysch des Kumgrabens.

Dieser Granit zeigt als Besonderheit Verwachsungen von Albit und Orthoklas und pethithische Zwillingsbildungen. Die Erscheinungen der Kalzitisierung und Serizitisierung der Feldspäte und der Quarzkataklase sind auch hier vorhanden, wenn auch die Zersetzung noch weniger weit gediehen ist als in den übrigen Handstücken. Es war daher eine Plagioklasbestimmung möglich, die Albit ergab.

Nr. 245a: Ein Granit mit fortgeschrittener Zersetzung und zahlreichen kleinen Rostflecken aus dem Wildflysch von Bütschi.

Basischer als Nr. 242 und 244.

Struktur: Hypidiomorph-körnig. Quarz erscheint undulös und kataklastisch. Die Feldspäte sind aufs äußerste serizitisiert und karbonatisiert, die Biotite im allgemeinen vollständig zu Chlorit zersetzt. Gelegentlich erblickt man in den Chloritfetzen noch einen Biotitkern. Die Chloritisierung war mit einer kräftigen Titanitbildung verbunden. Bemerkenswert sind anomale Interferenzfarben des Chlorites.

Nr. 299: Grobkörniger Granit aus den Mergelschiefern der Gräberegg, SW-Hang.

Sehr sauer, leicht pegmatitisch und quarzreich. Die Feldspäte sind unbestimmbar, die Biotite fast vollständig zu Chlorit zersetzt, der massenhaft Titanitmineralien einschließt. Die Quarze sind sehr reich an Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen.

Nr. 249: Granitexot aus dem Wildflysch von Bütschi. Ein saurer, relativ frischer Pegmatitgranit mit ausgeprägt pegmatitischer Struktur infolge eutektischer Quarz- und Feldspatdurchwachsungen. Die Feldspäte zeigen zonaren Bau mit einem basischen Teil innen und einem sauren außen. Der innere basische Teil hat oft Kalk ausgeschieden. Biotit ist nur leicht chloritisiert, z. T. noch unzersetzt. Die feinkörnigen Quarzkörner glänzen ölig infolge zahlreicher

Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse. An den Plagioklasen ist manchmal noch Albitlamellierung erkennbar.

Granodiorit:

Nr. 254: Granodiorit aus dem Wildflysch von Bütschi.

Struktur: Hypidiomorph-körnig.

Der Schliff ist sehr plagioklasreich. Orthoklase fehlen fast ganz. Es handelt sich um saure Plagioklase. Eine Bestimmung ergab Albit. Auf Albit wiesen auch die vielen Zwillingslamellierungen der Feldspäte.

Quarz füllt gelegentlich die Zwickel zwischen den Feldspäten.

Das ganze Gestein ist karbonatisiert, serizitisiert und chloritisiert. Insbesondere Chlorit ist massenhaft vorhanden und vermutlich aus Biotit entstanden. Manchmal beobachtet man noch braune Biotitkerne in den Chloritfetzen. Es sind alle Übergangsstadien der Umwandlung vorhanden.

Quarzporphyr.

Nr. 240: Quarzporphyr aus dem Wildflysch von Bütschi bei Scharnachtal.

Ein typischer Quarzporphyr mit mikrogranitischer Grundmasse und Quarz-, Feldspat-, Biotit- und Hornblendeeinsprenglingen. Die Quarze treten auf als Dihexaederquarze mit Biotiteinschlüssen und charakteristischen Korrosionssäcken. Die Feldspäte erscheinen stark serizitisiert.

## Herkunft der Exotica:

Die Zahl der aufgefundenen Kristallinexoten ist zu gering, als daß sich daraus weitgehende Schlüsse ziehen ließen. Man kann nur sagen, daß die grünlichen Granite am meisten Ähnlichkeit zeigen mit denen des Err-Albulagebietes. Die roten Granite der insubrischen Zone, die in andern Flyschgebieten häufig sind, fehlen dagegen vollständig. Es wurde kein einziger Habkerngranit gefunden, was bei der großen Verbreitung dieses Gesteins N des Thunersees sehr merkwürdig erscheint.

Wenn man die vermutlich triasischen Quarzitgerölle der sedimentären Exoten und ihre Kalkeinschlüsse mit *Calpionella alpina*, sowie die Häufigkeit der Rauhwackeexoten mitberücksichtigt, so kommt man zum Schluß, daß der unterostalpinen Parallelisation der Vorzug zu geben ist. Beweisend allerdings sind diese sedimentären Brocken für unterostalpin nicht. Sie lassen diese Herkunft nur wahrscheinlich erscheinen. Das vollständige Fehlen von Radiolaritgeröllen mahnt zur Vorsicht bei der Herkunftsbestimmung als unterostalpin.

## Alter des Flysches und der Leimernschiefer.

### *Historisches.*

BERNHARD STUDER bezeichnete alles, was zu seiner Zeit Flysch genannt wurde, als Tertiär. Er ließ sich von dieser Ansicht auch durch Belemnitenfunde nicht abbringen und man bewundert den Scharfblick, mit dem er, allerdings in Bezug auf den Simmentalerflysch, erklärt (anläßlich Belemnitenfunden an der Vevaise): „Auf keinen Fall werden wir uns . . . genötigt glauben . . . unter die organischen Überreste der Flyschformation auch Belemniten aufzunehmen. Es sind, alles erwogen, diese Körper in der Formation nicht fremdartiger, als die großen Blöcke" (4, 123).

Auch TRIBOLET und später MOESCH hielten den ultrahelvetischen Flysch des Untersuchungsgebietes für Tertiär. MOESCH meldet von der Rengg sogar kleine Nummuliten.

HELGERS, der letzte Bearbeiter des Flysches zwischen Därligen und Leißigen äußert sich nicht über die Altersfrage, sondern schließt sich summarisch MOESCH an. Dagegen erklärt GERBER 1905 „die Leimernschiefer der Renggalp als eine tertiäre (unteroligocaene?) Bildung", hält es aber für möglich, daß „noch die obere Kreide in Klippenfacies (Couches rouges) in Frage kommen" könnte (47, 59).

1910 aber bezeichnet der genannte Autor das Ultrahelveticum des Standfluhgebietes in Anlehnung an P. BECK definitiv als Klippendecke und äußert sich mit lakonischer Kürze über das Alter der dazugehörigen Gesteine folgendermaßen:

„Aus der Karte ist ersichtlich, daß die Hauptmasse der Klippengesteine der Kreide angehört" (83, 331).

GERBER begründet diese Ansicht nicht näher, stützt sich aber offenbar auf die vorwiegend kretazische Fazies der Renggserie und auf einen Fund von 2 Belemniten, die er in den von ihm als Neocom-Fleckenmergel und Fleckenkalke bezeichneten Gesteinen entdeckte. Vermutlich war ihm die kritische Bemerkung von B. STUDER über den Wert solcher Belemnitenfunde im Flysch nicht bekannt, denn es ist heute klar, daß es sich hier um eingeschwemmte organische Reste handelt, die, um mich der Ausdrucksweise STUDER's zu bedienen, ebenso exotisch sind wie die Kristallinblöcke.

1921 revidierte ARNOLD HEIM das Renggratprofil. Er nimmt für die „Leimernkalke" turones, die Fleckenmergel senones und den Wildflysch tertiäres Alter an, ohne nähere Begründung. Über das mehrfache

Auftreten von Wildflyscheinlagerungen in leimernartigen Kalken schweigt er sich aus und deutet nur an einer Stelle in seinem Renggprofil eine Schuppung an.

Auch A. HEIM's Ansicht ist unrichtig, wie ich im Folgenden nachweisen möchte. Es geht nicht an, auf Grund fazieller Ausbildung eines Sedimentes eine Altersbestimmung vorzunehmen.

Die mikroskopische Fauna der Kalke und Mergelkalke kann nicht zu einer Altersbestimmung herangezogen werden. Die Globigerinen usw. sind nicht auf die Oberkreide beschränkt, sondern kommen auch im Wildflysch vor, sofern er Einlagerungen in Kalkfazies enthält. Sie spielen demnach die Rolle von Faziesszeigern, nicht von Leitfossilien*).

Die makroskopische Fauna ist zwar nicht reichhaltig, genügt aber für eine Altersbestimmung.

Folgende Spezies wurden teils in brecciösen Einlagerungen des ultrahelvetischen Flysches, teils in sedimentären Exoten festgestellt:

*Nummulina gallensis* HEIM
*Nummulina spec. indet.* (Pygmaeenfauna)
*Assilina Leymeriei* HEIM
*Discocyclina discus* RÜTIM.
— *dispansa* SOW.
— *Chudeaui* SCHLUMB.
— *varians* KAUFM.
— *Marthae* SCHLUMB.
*Globotruncana canaliculata* (CUSHMAN) REUSS
*Gypsina inhaerens* SCHULTZE
*Chrysalidina spec.*
*Discorbina spec.*

---

*) In diesem Zusammenhange sei erwähnt, daß VONDERSCHMIDT für die ultrahelvetische Flyschunterlage der Giswiler Klippen zum Teil oberkretazisches Alter annimmt (116, 12), meines Erachtens vollständig unbegründet, denn er stützt sich dabei einzig auf stratigraphische Einlagerungen leimernähnlicher Gesteine mit „kretazischer" Mikrofauna in typischem Wildflysch und auf fazielle Ähnlichkeit eines Teils seiner „Leimernschichten" mit senonartigen Mergeln der Fähnernmulde. Aber ganz abgesehen davon, daß in der Flyschstratigraphie kretazische Fazies durchaus nicht beweisend ist für Kreidealter, erscheint auch das senone Alter genannter Fähnerngesteine neuerdings fraglich.

*Orbulina spec.*
*Cristellaria spec.*

Nähere Angaben über die Fundorte und Nummern der Detailbeschreibung gibt beiliegende Tabelle.

Fraglich ist die Anwesenheit von *Spiroclypeus spec.*

*Nummulina gallensis* meldet ARNOLD HEIM aus dem Flybachgebiet, aus den Blattengratschichten, von Einsiedeln (Steinbach) und von (Sarnen)-Flühli, welch letztere Lokalität helvetisches Lutétien darstellt. Es ist eine der häufigsten Arten der Flyschnummuliten und kann nach ARNOLD HEIM Lutétien oder ? Auversien sein.

BOUSSAC (91, 54) hat „aucun doute", daß *N. gallensis* HEIM identisch ist mit *N. Partschi* DE LA HARPE. Nach ihm ist die Verbreitung von *N. Partschi* beschränkt auf das Lutétien.

*Assilina Leymeriei* spricht ebenfalls für Lutétien.

Wir kommen daher nach der Skala von BOUSSAC dazu, für das Ultrahelveticum S des Thunersees eozänes Alter anzunehmen. (Abgesehen von einem kleinen Komplex fraglich oberkretazischer Kalke.)

Jedenfalls kann es sich keineswegs um Kreide handeln, wie man bisher glaubte.

Negative Anhaltspunkte dafür bieten das vollständige Fehlen des genus *Orbitoides s. s.* und die Abwesenheit kretazischer Nummulitenspezies. (S. S. 148ff.)

Den positiven Beweis für eozänes Alter liefern die diskutierten Nummuliten und die gesamte Discocyclinenfauna, da bisher noch kein Forscher kretazische Discocyclinen gemeldet hat, ausgenommen ARNOLD HEIM und ROLLIER (117/118), auf deren Darlegungen wir noch zurückkommen werden.

Mit einiger Wahrscheinlichkeit kann innerhalb des Eozäns auf Lutétien geschlossen werden. Es sei aber ausdrücklich betont, daß wir diese engere Altersbestimmung für nur schwach gesichert ansehen, denn *N. gallensis* HEIM wird von ARNOLD HEIM leider größtenteils von unsichern Lokalitäten angegeben. Sicheres Lutétien mit *N. gallensis* HEIM ist nur Sarnen-Flühli.

Der Fund eines fraglichen *Spiroclypeus spec.* läßt auch Priabon in Frage kommen.

Der Nachweis einer Schichtlücke zwischen Oberkreide und Eozän ist im vorliegenden Flyschgebiet nicht zu leisten. Leider ist auch in den Nachbargebieten das Problem der palaeozänen Schichtlücke durch-

aus nicht geklärt, sodaß die Frage nach eventuellem palaeozänem Alter vorläufig offen gelassen werden muß.

Erwähnt sei noch, daß die Altersbestimmung des ultrahelvetischen Flysches S des Thunersees als Lutétien in Übereinstimmung stehen würde mit den Resultaten, die GAGNEBIN und TERCIER für den Externflysch und TERCIER neuerdings für einen Teil des Habkernflyschs erhalten haben.

## Tabelle der ultrahelvetischen Foraminiferenfunde.

| Spezies | Gestein | Fundort und Nummer der Detailbeschreibung |
|---|---|---|
| *Nummulina gallensis* HEIM<br>*Discocyclina Chudeaui* SCHLUMB.<br>*Discocyclina dispansa* SOW.<br>*Discocyclina varians* KAUFM. | Leimernkalkbrekzie | Höchstgrätli, SE-Hang (Obersuldweglein), Nr. 161a |
| *Discocyclina discus* RUETIM.<br>*Discocyclina Marthae* SCHLUMB. | Kalkiger Leimernschiefer | Morgenberghorn-Hutmaadmulde, Nr. 304 |
| *Nummulina gallensis* HEIM | Granitische Brekzie in Leimernschiefern | Rengg, E-Hang, N-Fuss des Höchstgrätli, Höhe 1600 m Nr. 276 |
| *Discocyclina Marthae* SCHLUMB.<br>*Discocyclina discus* RUETIM. | Leimernkalkbrekzie | Rengg, Seitenrunse am S-Hang des Höchstgrätli, Nr. 281 |
| *Discocyclina Chudeaui* SCHLUMB. | Kalkbrekzie aus Wildflyschmergeln | Höllgraben, Höhe 900 m, Nr. 327 |

Weil im Profile der Rengg die kretazische Mergelfazies überwiegt und doch nach vorliegenden Untersuchungen sicher tertiäres Alter aufweist und weil hier tektonische Schuppungen, wie sie an der Fähnern z. B. auftreten, weniger wichtig sind, so möge von hier aus ein Streiflicht auf die Frage der Kreidenummuliten geworfen werden.

### Das Problem der Kreidenummuliten:

Bekanntlich gibt es im Genus der Nummulitidae einige Miniaturspezies, die sicher oberkretazischen Alters sind.

Schon 1890 fand SEUNE in der obersten Kreide der W Pyrenaeen zusammen mit *Operculina Herberti* eine Form, die er als

*N. spilecensis* MUNIER-CHALMAS

bezeichnete, aber nie beschrieb (16, 201, 203, 233). BOUSSAC deutete sie als fragliche *N. bolcensis* MUNIER-CHALMAS. Die stratigraphische Stellung dieses Fundes erscheint etwas unsicher. Es könnte sich auch schon um Tertiär handeln statt oberer Kreide.

Ferner fand 1897 KOSSMAT im untern Danien von Pondichérry ein Foraminifer, das er mit Vorbehalt dem Genus *Amphistegina* zuteilte, das aber nach PARONA ein echter Nummulit ist (30, 97).

Des weitern hat PARONA (95, 36) schon 1914 im Maestrichtien von Bir Cateifa in Tripolitanien *N. Fraasi* DE LA HARPE, zusammen mit *Omphalocyclus macropora* und *Siderolithes calcitrapoides* gefunden.

1917 entdeckte DOUVILLÉ in Sizilien

*N. deserti* DE LA HARPE

zusammen mit *Orbitoides gensacica* und *Hippurites cornucopiae* und zwar ebenfalls im Maestrichtien (100, 612).

1923 wies MENGAUD einwandfrei nach, daß im Maestrichtien mit *Biradiolites ingens* von Cézan-Lavardens ein echter Nummulit auftritt. Dieser wurde von ASTRE (120, 360) als *N. Mengaudi* beschrieben und abgebildet.

1925 entdeckte G. MURGEANU im Senon von Dosul Stânei (Karpathen)

*N. elegans* SOW.

ebenfalls ein Miniaturnummulit von nur 1,1—3,5 mm Durchmesser (177).

1926 endlich meldete ROSINA ZUFFARDI-COMERCI als weitere sicher kretazische Form:

*N. (Paronea) maestrichtiana n. spec.*

Diese Spezies stammt aus dem Maestrichtien von Bir Cateifa.

Gleichzeitig wies sie *N. Fraasi* DE LA HARPE und

*N. deserti* DE LA HARPE

aus dem Maestrichtien ins Danien (129, 24).

Nun habe ich in meinen Dünnschliffen und Handstücken zahlreiche kleine Nummuliten bemerkt. Sie lassen sich aber mit den soeben angeführten Spezies nicht identifizieren und scheinen somit nicht kretazische Formen zu sein. In dieser Hinsicht steht also das eozäne Alter der ultrahelvetischen Foraminiferenfauna nicht in Frage.

Aber abgesehen von diesen kleinen, sicher kretazischen Nummuliten berichten neuerdings ARNOLD HEIM und L. ROLLIER von Großformen kretazischer Nummuliten und Discocy-

clinen aus der Fähnernmulde am N-Rand des Säntis (117/118). Ihre Ansichten, die sich im wesentlichen decken, sind zwar schon von RICHTER (127) z. T. umgedeutet, z. T. widerlegt worden. Da auch ich die Fähnern im Herbst 1929 besuchte, sei kurz auf die dortigen Verhältnisse und die HEIM'sche Interpretation eingegangen.

ARNOLD HEIM unterscheidet an der Fähnern folgende Nummulitenbildungen:

I. Assilinengrünsande in und auf Seewerschichten:
(Basisassilinengrünsand = Zone I nach HEIM)

Das Hangende besteht aus grauen, kretazischen Leistmergeln. HEIM führt daraus an:

*Assilina exponens* SOW.
*Assilina spira* DE ROISSY
*Nummulina gallensis* HEIM
*Discocyclina discus* KAUFMANN.

Mit den Assilinen und Nummuliten zusammen wurden Inoceramen, Ammoniten, Nautilus Dekayi MORTON, Cardium galatinum D'ARCH., Ostrea spec. und Serpula spec. gefunden. Infolgedessen schließen HEIM und ROLLIER auf oberkretazisches Alter.

RICHTER hat jedoch darauf aufmerksam gemacht, daß die Ammoniten und Inoceramen aufgearbeitet und eingeschwemmt seien. Er fand eine echte Grünsandtransgressionsbrekzie mit centimetergroßen Seewerkalkbrocken. Es gibt also eine Schichtlücke zwischen Kreide und Tertiär. Die Übergänge von Seewerkalk zu Grünsand sind scheinbar stratigraphisch. In Wirklichkeit handelt es sich um verquetschte Grünsandlinsen, die infolge späterer tektonischer Pressung so sehr mit dem Seewerkalk verpflastert wurden, daß heute stratigraphische Kontakte vorgetäuscht werden. Es gibt aber auch Stellen mit ausgeprägt tektonischen Kontakten, z. B. auf der linken Seite des Brülisauertobels, was allerdings keinen Beweis für die RICHTER'sche Auffassung, die sich mit der meinigen deckt, darstellt, aber doch die Möglichkeit gibt, die vorliegenden Komplikationen durch Aufarbeitung, Transgression und Schuppung zu erklären, ohne die ganze Eozänstratigraphie umzustürzen.

Daß die Ammoniten als kretazische Leitfossilien in vorliegendem

Falle wertlos sind, ist klar, denn sie wurden aufgearbeitet, stammt doch ein Stück sogar aus dem Albien *(Mortoniceras)*.

### II. Assilinengrünsande und Nummulitenkalke in Leistmergeln.

HEIM und ROLLIER unterscheiden in den Leistmergeln zwei Zonen von Nummuliteneinlagerungen: Die obere enthält nach HEIM (Zone IIb):

*N. gallensis* HEIM
*N. complanata* LAM. *var. minor* HEIM
*A. granulosa* D'ARCH.
*A. exponens* SOW.
*D. discus* KAUFM.

Die glaukonitischen Nummulitenkalke dieser oberen Zone sind nach HEIM normal eingeschaltet in die oberen Leistmergel, müßten also als Maestrichtien bezeichnet werden.

RICHTER jedoch zeigte, daß die Nummulitenkalke, die oft vererzt sind, sehr an die ebenfalls oft vererzten Nummulitenkalke von sicher mitteleozänem Alter des Allgäu und Vorarlberg erinnern. Die gleichen Gesteine treten wieder auf am klassischen Kressenberg, dessen eozänes Alter noch nie bezweifelt wurde. RICHTER vermutet, wie mir scheint mit Recht, daß ein Teil der kretazischen Leistmergel einfach eozäne Stadschiefer seien.

HEIM verlangt obersenones Alter. Er wird aber hierin auch von ROLLIER verlassen, der gestützt auf die Anwesenheit von Assilina exponens die Nummulitenkalke der obern Zone ins Eozän setzt.

Die untere Zone in den Leistmergeln besteht aus kalkigen Grünsanden und soll nach ARNOLD HEIM Campanien sein. Folgende Spezies wurden darin gefunden (Zone IIa):

*Assilina exponens* SOW.
*Nummulina gallensis* HEIM
*Discocyclina discus* KAUFM.

Die Nummulitengesteine treten meist in Linsenform auf.

Nach RICHTER ist es fraglich, ob wirklich die als Leistmergel bezeichneten Schichten N und NE des Fähnerngipfels in denen sich die Nummulitenkalke befinden solche sind. Es könnten auch tertiäre Mergel sein. Ferner fand er im Brülisauerbach, „daß die Nummulitengesteine aufs engste mit schwärzlichen oder bräunlichen, sehr dünnschiefrigen Schiefern verknüpft sind. Diese sehen auch nicht im ge-

ringsten nach Leistmergeln aus, außerdem enthalten sie auf den Schieferflächen reichlichen Glimmer, der den Leistmergeln immer fehlt. Die dunklen Schiefer führen Foraminiferen, schon mit bloßem Auge fiel mir eine große Nodosaria auf."

HEIM's Leistmergel im Aulenbach bezeichnet RICHTER als „Stadschiefer mit eingelagerten Grünsandbänken."

Damit scheint das kretazische Alter der Nummulitengesteine in Zone IIa ebenfalls sehr fraglich. Da übrigens nach HEIM *Assilina exponens* darin vorkommt, müßte auch ROLLIER, der als erster kretazisches Alter postulierte, diese Gesteine ins Tertiär nehmen, da er *A. exponens* für ein eozänes Leitfossil hält.

ROLLIER's Fossilliste aus Zone IIa umfaßt vorwiegend Zweischaler. Es sind überwiegend kretazische Formen. Hingegen kommen auch solche aus dem sicher eozänen Grünsandstein des Kressenbergs darin vor. Nach RICHTER ist es „demnach unmöglich, hieraus eine eindeutige Horizontbestimmung zu gewinnen."

Ich möchte nicht so weit gehen und die Anwesenheit kretazischer Schichten nicht überhaupt bestreiten, obschon der senone Leitwert der als Ostrea vesicularis bezeichneten Formen nicht ganz überzeugt, da dieselben ihres schlechten Erhaltungszustandes wegen auch schon als tertiäre Formen bestimmt wurden.

Wie RICHTER selbst schreibt, ist im Profil des Brülisauerbaches „eine starke Verschuppung der ganzen Zone" festzustellen. Diese Tatsache allein genügt, um die HEIM-ROLLIER'sche Hypothese einer neuen Eozängrenze als zu wenig begründet abzulehnen. Eine detaillierte tektonische Interpretation kann die stratigraphischen Widersprüche beseitigen. Es muß berücksichtigt werden, daß in Mergelschiefern tektonische Schubflächen schwer erkennbar sind. Die Zahl der wirklich vorhandenen tektonischen Kontakte dürfte viel größer sein als die der im Felde beobachteten Rutsch- und Schubflächen. Die Fähnern ist daher der denkbar ungeeignetste Ausgangspunkt für eine Umwälzung der Kreide-Tertiärgrenze, die durch die Arbeiten zahlreicher Forscher in tektonisch zuverlässigeren Gebieten gut begründet erscheint. Ich stehe mit dieser Auffassung nicht allein. Es genügt, auf die Einsprüche von SCHARDT und LUGEON anläßlich eines Vortrages von L. ROLLIER „Über alpine Kreide- und Nummulitenformation" an der fünfunddreißigsten Hauptversammlung der Schweizerischen geologischen Gesellschaft in Zürich hinzuweisen (98, 669).

Nun zur Rengg!

Auch hier müßte die ganze Serie als kretazisch bezeichnet werden, wenn die neue Auffassung der Kreide-Tertiärgrenze an der Fähnern richtig wäre, denn *Nummulina gallensis* HEIM sowohl als auch *Discocyclina discus* RÜTIM. werden von ARNOLD HEIM und L. ROLLIER in die Kreide versetzt. Es ist nun aber sehr bezeichnend, daß sowohl an der Rengg, als auch zwischen Därligen und Leißigen außer der tertiären Nummuliten- und Discocyclinenfauna und den Globotruncanen kein einziges sicher kretazisches Fossil gefunden werden konnte und dies trotz eifrigstem Suchen während vieler Wochen. Auch P. BECK und E. GERBER haben mehrfach vergebens gesucht.

Ebenso steht fest, daß im vorliegenden Gebiet die Lagerung des Ultrahelveticums im allgemeinen ruhig und ungestört ist. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich das vollständige Fehlen kretazischer Fossilien auf das Fehlen größerer tektonischer Schuppungen zurückführe. Umgekehrt sind die kretazischen Fossilfunde an der Fähnern durch Schuppung und Aufarbeitung zu erklären. Daß die zwei von GERBER an der Rengg gefundenen Belemniten eingeschwemmt worden sind, ist nicht zu bezweifeln.

## *Nachtrag.*

Anläßlich der Jahresversammlung der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in St. Gallen (Sept. 1930) besichtigte die Schweizerische geologische Gesellschaft unter der Leitung von Herrn Dr. H. EUGSTER das Fähnerngebiet. Ohne den detaillierten Untersuchungen von Herrn Dr. EUGSTER, der die Fähnern im Auftrag der Schweizerischen geologischen Kommission revidiert, vorgreifen zu wollen, sei schon hier mitgeteilt, daß diese Exkursion eine Bestätigung der von RICHTER gemachten und von mir nachgeprüften Einwände gegen die HEIM-ROLLIER'sche Interpretation des Fähnerngebietes brachte. Mehrere durch Herrn Dr. H. EUGSTER vermittelst Sprengungen geschaffene Aufschlüsse zeigten eine prächtige Transgression von Assilinengrünsand auf Seewerkalk und mehrfache Schuppung des Seewerkalks samt dem Grünsand mit musterhaft schönen tektonischen Kontakten usw. Jedenfalls waren die Exkursionsteilnehmer einmütig der Ansicht, daß von Großformen kretazischer Nummuliten, Assilinen und Discocyclinen keine Rede mehr sein könne.

## Schlierensandstein.

Petrographische Beschreibungen des Schlierensandsteins sind schon bessere geliefert worden, als ich sie infolge der geringen Verbreitung dieses Gesteins in meinem Gebiet geben könnte. Es seien daher nur einige regionale Eigentümlichkeiten erwähnt.

Wie im Schlierengebiet ist die Grenze zum übrigen Ultrahelveticum ein allmählicher, stratigraphischer Übergang, was allerdings im Untersuchungsgebiet nur an einer einzigen Stelle, im Unterlauf des Kreuzbaches, beobachtet werden kann.

Im wesentlichen besteht der Schlierensandstein hier aus einer Wechsellagerung von bald grobkörnigem, bald mittel- bis feinkörnigem Sandstein mit Mergelzwischenlagen vom Aussehen typischer, schwarzer Wildflyschmergel. Während die Sandsteinbänke bis 60 cm Mächtigkeit erreichen, beträgt diejenige der Mergelzwischenlagen nur wenige Zentimeter. Größere Mergelkomplexe wurden von mir nicht gefunden.

Fast jede einzelne Sandsteinbank ist an ihrer untern Fläche grobkörnig ausgebildet, wird dann auf einer Strecke von wenigen Dezimetern immer feinkörniger und führt nach oben in eine Mergellage über, worauf der kleine Zyklus von neuem beginnt.

Mineral- und Fossilführung sind im Prinzip dieselben wie in bereits beschriebenen Wildflyschsandsteinen und Brekzien. Außer winzigen Fischzähnen findet man darin oft ganz kleine, unbestimmbare Nummuliten.

Die Übereinstimmung mit gewissen Varietäten des Gurnigelsandsteins ist verblüffend. Oft unterscheiden sich die beiden Gesteine nur dadurch, daß im Schlierensandstein des Kreuzbachs die roten Feldspäte weniger zahlreich sind.

Die tektonische Stellung über dem Flysch mit Lutétienalter und die analoge petrographische Ausbildung wie im Gebiete MOLLET's (111, 41) und TERCIER's (139, 49) weisen auf oberes Lutétien bis Auversienalter hin.

Die vertikale Schichtstellung im Schlierensandstein des Kreuzbach erlaubt ein Messen des Streichens zu N 30—40 $^0$ E. Der Schlierensandstein verläuft also ziemlich genau parallel zum Streichen des Därligen-Leißigengrates. Wir gehen mit BECK durchaus einig, wenn er die Flyschgesteine zwischen Därligen und Leißigen mit den ultrahelvetischen Resten der Leimern und mit dem Schlierengebiet in Verbindung bringt (143, 297), können aber seiner Ansicht, wonach die Flysch-

gesteine „ganz allgemein eine Streichrichtung aufweisen, die vom Alpenstreichen abweicht und stark gegen N, zum Teil sogar gegen NW gerichtet ist" nicht beistimmen.

Wie die helvetischen Falten des Untersuchungsgebietes weicht allerdings auch der Flysch vom mittleren Alpenstreichen ca. 20° nach N ab. Aber helvetische und ultrahelvetische Elemente streichen parallel und N—S oder sogar NW—SE-Streichen sind höchstens Erscheinungen belangloser Lokaltektonik.

Infolge seiner guten Schichtung und übermittleren Härte wird der Schlierensandstein im Kreuzbach und W Leißigen in mehreren Steinbrüchen zu Pflastersteinen verarbeitet.

## Allgemeiner Charakter der Flyschsedimentation.

Es ist unmöglich, eine genaue zahlenmäßige Angabe der Gesamtmächtigkeit des Ultrahelveticums zu geben, da weder die Basis, noch der obere Abschluß bekannt sind. Unter Einbeziehung des Schlierensandsteins mag die Mächtigkeit ca. 1800 m erreichen.

TERCIER (139, 65) schätzt den Externflysch der Berra auf 2500 bis 3000 m.

Im Großen und Ganzen handelt es sich nach der Bezeichnungsweise von P. ARBENZ um orogene Sedimentation, um Geosynklinalfazies, bezw. Vortiefenfazies.

Auf die ausschließlich organogen-chemische Sedimentation der fraglichen Oberkreide folgten vorerst vereinzelte terrigene Einschwemmungen in Form schwarzer Mergelschiefer und feiner Sandeinstreuungen. Die Fazies blieb aber noch lange Zeit im Tertiär organogen-chemisch, vermergelte aber langsam. Gleichzeitig nahm die klastische Komponente zu und die Exoten, die in den Mergelkalken selten sind, wurden häufiger. Dann ging die Sedimentation über in eine Wechsellagerung zwischen Mergeln, Sandsteinen und Brekzien, nahm rasch immer detritischeren Charakter an und bezeichnet in der typischen Wildflyschfazies die kräftigste orogenetische Phase.

Der Schlierensandstein, der über dem Wildflysch folgt, zeigt viel gleichförmigere, mehr hohgantsandsteinähnliche Lagerung. Die Orogenese ruhte vorübergehend und eine mehr oder weniger gleichmäßige Vorlandgrabensedimentation setzte ein, wie sie u. a. die Molasse in nicht allzu alpennahen Gebieten charakterisiert.

## Tiefenverhältnisse der Flyschsedimentation.

Der eigentliche Wildflysch stellt eine außerordentlich reichhaltige Sedimentation dar, die sich nicht leicht erklären läßt. Das wilde Durcheinander von Mergelschiefern, Globigerinenkalken, Brekzien, Sandsteinen und Exoten verlangt die Annahme einer unregelmäßig verlaufenden Steilküste, die rasch in bathyale Tiefen abfiel, wie dies neuerdings TERCIER (139, 65) für den Berraflysch annimmt. Ferner erklärt sich das Nebeneinandervorkommen grober Brekzien in Mergelschiefern von bathyalem Aussehen z. T. durch Wildbäche, die gelegentlich gröberes Material herführen, z. T. durch subaquatische Rutschungen im Sinne ARNOLD HEIM's.

Daß übrigens die große Masse der Mergel- und Kalkschiefer bathyaler Entstehung sei, halte ich für unwahrscheinlich. Dafür sind die Sandeinstreuungen zu häufig und die vorhandenen Exoten zu wenig gerundet.

Sehr wahrscheinlich wurden die ultrahelvetischen Mergelschiefer, Kalke, Sandsteine und Brekzien in geringer Meerestiefe oder sogar ganz küstennah abgelagert. Jedenfalls erfolgte die Sedimentation vorwiegend über der 200 m Linie. Das Vorwiegen der Mergelfazies wird vielleicht durch Riffe bedingt, die den gröbsten Detritus abfiengen, oder dadurch, daß zeitweise überhaupt fast nur Schlamm eingeschwemmt wurde. Subaquatische Rutschungen scheinen zudem in den ruhigen Kalkschiefern, im Gegensatz zum typischen Wildflysch, zu fehlen.

Auch für den Schlierensandstein ist geringe Ablagerungstiefe anzunehmen, enthält er doch häufig grobe Sandsteine und Brekzien mit ganz schwach gerundeten Komponenten.

## Sedimentpetrographisches.

Nachfolgend mögen eine systematische Zusammenstellung der Analysen und einige Bemerkungen über schwere Mineralien folgen.

| . | Gestein | Karbonate | Sand | Ton |
|---|---|---|---|---|
| 173 | Drusbergmergel | 65,1 % | 12,6 % | 22,3 % |
| 215 | Drusbergmergel | 65,3 | 12,1 | 22,3 |
| 78 | Schrattenkalk | 99,3 | 0,7 % | |
| 216 | Schrattenkalk | 99,6 | 0,4 | |

| Nr. | Gestein | Karbonate | Sand | Ton |
|---|---|---|---|---|
| 58 | Glaukonitschiefer (Auversien) | 25,4 | 18,5 | 56,1 |
| 5 | Stadschiefer | 57,8 | 12,7 | 29,5 |
| 47 | Stadschiefer | 45,1 | 18,5 | 36,4 |
| 18 | Lithothamnienkalk (Priabon) | 96,4 | 2,9 | 0,7 |
| 4 | Leimernschiefer | 44,3 | 22,0 | 33,7 |
| 30 | Wildflyschmergel | 48,0 | 20,5 | 31,5 |
| 49 | Wildflyschmergel | 43,7 | 21,3 | 35,0 |

Von jeder geschlämmten Probe wurde Fraktion III mit Bromoform behandelt und so die schweren Mineralien davon abgetrennt. Die anschließende mikroskopische Untersuchung derselben ergab folgendes:

In sämtlichen Proben war die Kombination Zirkon-Rutil stark überwiegend. Dazu treten Turmalin, Anatas, Leukoxen, Ilmenit, Pyrit und Limonit. Zirkon ist sehr häufig. Dann folgt Rutil, der ebenfalls häufig vorhanden ist. Turmalin erscheint ziemlich selten, Anatas sogar sehr selten. Leukoxen findet man vorwiegend in den tertiären Proben. Auf Pyrit und Limonit, die häufig auftreten, wurde schon im stratigraphischen Teile hingewiesen.

Dieser Befund stimmt ziemlich gut überein mit demjenigen von SCHNEEBERGER (134) für die Randkette N des Thunersees.

Wie FLEET, MILNER (160/169/174), BOSWELL und andere Forscher zeigten, lassen sich aus der Zusammensetzung der schweren Mineralien Schlüsse ziehen über Beschaffenheit und Herkunft des Einschwemmungsmaterials. Das vorwiegende Auftreten von Zirkon, Rutil und Turmalin zeigt, daß das Ausgangsmaterial der helvetischen und ultrahelvetischen Gesteine sedimentärer Natur war, daß sich demnach die Wildhorn- und Habkerndecke wenigstens vorwiegend aus Material an ternärer Lagerstätte zusammensetzen. In Übereinstimmung damit steht die Kleinheit der schweren Mineralien und ihre starke Abrollung. Würde das Ausgangsmaterial von primärer Lagerstätte (Granite usw.) stammen, so würde im wesentlichen unter den schweren Mineralien die Kombination Chlorit, Leukoxen und Apatit vorwiegen, während Zirkon zum Beispiel stark zurücktreten müßte.

Es hat sich auch bei meinen Untersuchungen erneut gezeigt, daß die Analyse auf schwere Mineralien in einem Gebiet mit natürlicher Stufengliederung wohl einige Schlüsse allgemeiner Natur zuläßt, daß sie aber zur Lösung stratigraphischer Probleme weniger geeignet erscheint. So ist es mir z. B. nicht gelungen, charakteristische Unterschiede in der schweren Mineralassoziation der verschiedenen Kreide-

und Tertiärstufen herauszufinden. Die Unterschiede sind ausschließlich quantitativer Art. Auch zwischen helvetischem und ultrahelvetischem Tertiär konnten keine typischen Unterschiede gefunden werden. Die Mineralführung der Stadschiefer deckt sich ziemlich genau mit derjenigen der Wildflyschmergel.

Obschon der Wert und die praktische Brauchbarkeit sedimentpetrographischer Untersuchungen heute nicht mehr bezweifelt werden kann, so gilt doch summarisch für die helvetischen Gesteine meines Gebietes etwa folgendes:

Die vorhandenen Mineralassoziationen und die qualitativen Differenzen zwischen den einzelnen Stufen sind zu wenig deutlich, als daß sich damit eine stratigraphische Charakterisierung der einzelnen Stufen erreichen ließe.

Für das petrographisch eintönige Ultrahelveticum besteht eine größere Wahrscheinlichkeit, durch sedimentpetrographische Untersuchungen charakteristische Horizonte zu finden, mit deren Hilfe eine nähere Unterteilung möglich wäre. Es würde dies jedoch eine Analysenzahl erfordern, die über den Umfang der vorliegenden Arbeit hinausginge.

# C. Tektonik.

## Einleitung.

Man kann in der Wildhorndecke des Untersuchungsgebietes zwei Regionen unterscheiden, die durch wesentlich verschiedenes tektonisches Verhalten charakterisiert sind.

In der südlich gelegenen Dreispitzgruppe herrscht der Stil großzügigen Faltenbaus, mit weitausholenden, nach N überkippten Antiklinalen mit Kernen von Malm und Dogger.

Die nördlich vorgelagerte Wetterlatte weist zwar noch ein spitzes, aber nur aufrecht stehendes Gewölbe auf, in welchem Brüche bereits stärker auffallen als die Faltung.

Der Nordrand des helvetischen Deckengebirges hingegen stellt eine nur wenig verbogene Schichtenplatte dar, in welcher Antiklinal-Umbiegungen fehlen, die aber durch zahlreiche Brüche, namentlich in der Standfluhgruppe, in Schollen zerlegt wurde.

Es muß aber betont werden, daß auch dem Süden Brüche nicht fehlen. Dem ganzen Untersuchungsgebiet sind durchgehende Strek-