

BEITRÄGE
ZUR
GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, XXIV. LIEFERUNG
DES GANZEN WERKES 54. LIEFERUNG

I. Zur Kenntnis der Bohnerzformation in den Schweizeralpen.

Von Dr. **Paul Arbenz.**

II. Sur la racine de la nappe rhétique.

Par Dr. **Emile Argand.**

**III. Über die Stratigraphie der autochthonen Kreide
und des Eocäns am Kistenpass.**

Von Dr. **Arnold Heim.**



Bern.

In Kommission bei A. Francke (vorm. Schmid & Francke).
1910.

Buchdruckerei Stämpfli & Cie.

Vorwort der geologischen Kommission.

Am 24. Mai 1909 hat die Schweizerische Geologische Kommission beschlossen, in Zukunft nach Bedürfnis von Zeit zu Zeit einen Band der Beiträge herauszugeben, welcher aus kleineren Einzelarbeiten besteht.

Sie ist dazu durch folgende Erfahrungen veranlasst worden:

Schon oft stellten Mitarbeiter an der geologischen Karte der Schweiz an uns das Gesuch, die wichtigsten Resultate als «vorläufige Mitteilung» publizieren zu dürfen, damit ihnen das Recht der Priorität nicht verloren gehe, bevor ihre ganze Arbeit als Band der «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz» abgeschlossen sei. Seit mehreren Jahren wurde dies fast immer, wenn auch manchmal recht ungern, gestattet, wenn eine solche Mitteilung den «Eclogæ», dem Organe der «Schweizerischen Geologischen Gesellschaft», übergeben wurde. Nun haben aber oft die «Eclogæ» übergenug Stoff; man musste also mit dem Druck einer solchen Mitteilung oft viel länger warten, als es sich mit Prioritätsfragen verträgt. So gingen einzelne Arbeiten dieser Art in andere Zeitschriften.

Wenn also die geologische Kommission vermeiden will, dass sich die interessanten Resultate der von ihr angeordneten und unterstützten Untersuchungen in alle möglichen Zeitschriften zerstreuen, und dadurch das Interesse für ihre eigenen Textbände abnehme, muss sie selber für sofortige Drucklegung solcher Arbeiten sorgen.

Ausser solchen vorläufigen Mitteilungen werden in diesen Band der «Beiträge» kleinere Arbeiten aufgenommen werden, die aus der grossen Untersuchung eines Mitarbeiters als Seitenzweige entstanden sind. Ein Beispiel dafür ist gerade die Arbeit von Dr. P. Arbenz: «Zur Kenntnis der Bohnerzformation in den Schweizeralpen», die als Nebenprodukt von dessen in unserm Auftrage gemachter Untersuchung über das Gebiet Engelberg—Meiringen zu betrachten ist.

Endlich werden im Sinne vorläufiger Mitteilungen vielleicht auch Auszüge aus den jährlichen Berichten der Geologen an die Kommission oder ein summarischer Jahresbericht oder wichtigere Beschlüsse der Kommission, die weitere Kreise interessieren, dem Bande beigegeben. Dabei hat es die Meinung, dass fortan alle Publikationen unserer Mitarbeiter, soweit sie durch ihre in unserem Auftrage unternommenen Untersuchungen veranlasst werden, in den «Beiträgen» erscheinen. Anderseits werden wir keine Publikationen von andern Geologen darin aufnehmen, denn die Kommission will nicht die Zahl der Fachzeitschriften um eine vermehren; sie wünscht nur, dass kleinere Arbeiten, die von ihr direkt oder indirekt angeregt wurden, und die ihr bisher verloren gegangen sind, obschon sie darauf ein Anrecht hatte, zukünftig auch in ihren «Beiträgen» gesammelt erscheinen.

Die für die «Beiträge» angenommenen kleineren Einzelarbeiten unserer Geologen sollen jeweilen das Datum der Eingabe an die Kommission enthalten; sie werden sofort gedruckt und dem Verfasser sofort die gewünschte Zahl von Separata abgegeben. Die Kommission dagegen gibt jeweilen erst, wenn ein kleiner Band beisammen ist, denselben im Buchhandel heraus.

Die Schweizerische Geologische Kommission blickt heute auf einen fünfzigjährigen Bestand zurück. Indem sie ihre bisherigen Publikationen: Geologische Karten in 1:100,000, 1:50,000 und 1:25,000 etc., «Erläuterungen» zu diesen Karten, Textbände in-4° noch ergänzt durch diese kleineren Mitteilungen, ist sie überzeugt, einem wirklichen, schon oft gefühlten Bedürfnisse gerecht zu werden, und ihren Mitarbeitern, sowie der Verbreitung geologischer Erkenntnis unseres Landes einen Dienst zu erweisen.

Zürich, den 15. Juni 1909.

Für die Schweizerische Geologische Kommission

Der Präsident:

Dr. Alb. Heim, Prof.

Der Sekretär:

Dr. Aug. Aeppli.

III.

Über die Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass,

verglichen mit der Facies der helvetischen Decken

von

Arnold Heim.

(Eingereicht den 1. Oktober 1909.)

Inhalt.

	Seite
1. Neuere Literatur, seit 1905	21
2. Einleitung	22
3. Das Profil von Val Frisal über Faschas zum Kistenstöckli	22
4. Das Profil am Muttenkopf beim Muttensee	26
5. Die einzelnen Schichtgruppen, verglichen mit deren Ausbildung in den helvetischen Decken	28
A. Der obere Malm	28
B. Die Öhrlichschichten (Infravalangien)	30
C. Der Valangienkalk (Valangien s. str.)	30
D. Der Kieselkalk (Hauterivien)	31
E. Die Drusbergschichten (Barrémien)	32
F. Der Schrattenkalk (ob. Barrémien)	32
G. Der Gault (Albien)	33
H. Die Turrilitenschichten (Bergerischichten) und ihre Fauna	35
J. Der Seewerkalk (Cénomani)	35
K. Das Eocän (Lutétien)	36
6. Die Diskontinuitäten der Schichtfolge	36
A. Allgemeines	36
B. Die Diskontinuität zwischen Zementsteinschichten und Öhrlikalk	37
C. Die Diskontinuität zwischen Öhrlikalk und Valangien-Echinodermenbreccie	37
D. Die Diskontinuität zwischen Valangien und Hauterivien	38
E. Die Diskontinuität zwischen Schrattenkalk und Gault	39
F. Die Diskontinuität zwischen Kreide und Eocän	39
7. Die Stellung der autochthonen Kreide innerhalb der helvetischen Facies	42
8. Resultate	42

1. Neuere Literatur, seit 1905.

1906. *Ernst Blumer*: Zur Kenntniss des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich, 1906.
1907. *Arnold Heim* und *J. Oberholzer*: Geologische Karte der Gebirge am Walensee. 1:25,000. Bern.
1907. *L. Rollier*: Les dislocations orogéniques des Alpes. Actes de la Soc. Jurasienne d'émulation. 1906.
1907. *Arnold Heim*: Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich.
1907. *Arnold Heim*: Das Walenseetal, Einführung in das Exkursionsgebiet des oberrheinischen geol. Vereins. Berichte über die Vers. d. oberrh. geol. Ver., Versammlung Lindau, 1907.
1907. *Paul Arbenz*: Bericht über die Exkursionen des oberrh. geol. Ver. durch das Walenseetal. 1907.
1908. *Albert Heim*: Der Bau der Schweizeralpen. Neujahrsblatt d. Nat. Ges. Zürich.
1908. *J. Oberholzer*: Die Überfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales. Eclogæ. geol. helv. Vol. X, Nr. 4.
1908. *Arnold Heim*: Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Abh. d. schweiz. pal. Ges. Vol. XXXV, 301 Seiten, 8 Tafeln.
1909. *Arnold Heim*: Sur le Nummulitique des Alpes suisses. Bull. Soc. géol. France, 4^e série, t. IX, p. 25–30.
1909. *Arnold Heim*: Sur les niveaux paléontologiques et lithologiques du crétacique moyen des Alpes suisses. Bull. Soc. géol. France.

2. Einleitung.

Auf die Veranlassung meines lieben Kollegen Dr. *Fr. Weber*, der seit 3 Jahren an einer Monographie des Aarmassiv-Westendes arbeitet, besuchte ich mit ihm im September 1908 das Kistenpassgebiet. Es galt, die bisher in stratigraphischer Hinsicht so gut wie unbekannten autochthonen Kreide- und Eocänschichten dieses Gebietes zu studieren. Sind nun die gleichen Schichten der nördlich vorliegenden helvetischen Decken zum Teil genau durchforscht, so blieb die nach der Deckentheorie ursprünglich nördlichere Zone der helvetischen Facies, nämlich das Gebiet vom Tödi bis zum Calanda, eine Lücke in der stratigraphischen Kenntnis. Da im Walenseegebiet die Kreideschichten von den oberen zu den unteren Decken und entsprechend innerhalb der einzelnen Decken von Süd nach Nord im ganzen an Mächtigkeit abnehmen, und in der unteren Kreide an Stelle bathyalen Mergelfacies mehr und mehr die zoogen-neritische überhand nimmt und die Mergellagen fast verschwinden, so musste nach der Deckenlehre zu erwarten sein, dass das autochthone, ursprünglich nördlichste Alpengebiet erst recht durch geringe Mächtigkeit seiner Schichten, Vorherrschen zoogener und Zurücktreten mergeliger Facies ausgezeichnet sei. Das Erwartete ist durch die Detailaufnahme vollauf bestätigt worden und kann, sofern es überhaupt noch dessen bedarf, als eine weitere Stütze der Deckenlehre betrachtet werden. Das autochthone Gebiet ist durch den nördlichsten Faciestypus innerhalb der helvetischen Gesamtfacies ausgezeichnet. Wir werden auf die Faciesfragen zurückkommen.

Herrn Prorektor *J. Oberholzer* in Glarus verdanke ich einige wertvolle Mitteilungen über die Mächtigkeiten der unteren Kreideschichten im Gebiet der Wageten und Glarnerdecke bei Glarus, die ich in dieser Arbeit verwerten darf.

3. Das Profil vom Val Frisal über Faschas zum Kistenstöckli.

(Fig. 1.)

Mitten in dem Gebiet, das seit *Escher v. d. Linth* für seine extremen Lagerungsstörungen als klassisch gilt, finden wir an den Nordwänden des Val Frisal eines der vollkommensten und einfachsten Profile, die man überhaupt in den Schweizeralpen findet: Vom Malm bis in den Flysch liegen alle Schichten fast horizontal und in primärer Mächtigkeit übereinander. Das stratigraphische Studium wird hingegen etwas erschwert durch die starke Transversalschieferung (Clivage), die alle Gesteine, die harten wie die weichen, mit Südostfallen durchsetzt und ein Abblättern des ganzen Gehänges zu einer im ganzen einheitlichen Böschung mit schiefen, glatten Wänden hervorbringt. Darum suchen wir vergeblich nach den sonst vorspringenden Kanten des Öhrlikalkes und Schrattenkalkes, und anderseits tritt der Gault nicht als Abwitterungsterrasse zurück; auch die mergeligen Zementsteinschichten und Drusberg-schichten sind orographisch nur schwach ausgeprägt und nur teilweise begehbar.

Wir finden vom Val Frisal zum Kistenstöckli (vgl. Fig. 1) von unten nach oben die folgende Schichtreihe ¹⁾:

1. Dunkelgrauer, dichter bis feinst kristalliner Kalk mit spärlichen Kieselknollen = Quintnerkalk, 35° SSE fallend und von vertikalem Clivage durchsetzt. Chemischer Niederschlag.
2. 50 m Korallenkalk, zoogen, und zwar
 - α = 15 m massiger Korallenkalk (ohne Kieselknollen), weissgrau angewittert, inwendig hellgrau bis weiss oder leicht rosenrot; kristallin, salinisch; auf der

¹⁾ Die Mächtigkeiten sind von Herrn Dr. *Weber* und mir zweimal geschätzt und zweimal mit Aneroid nachgeprüft.

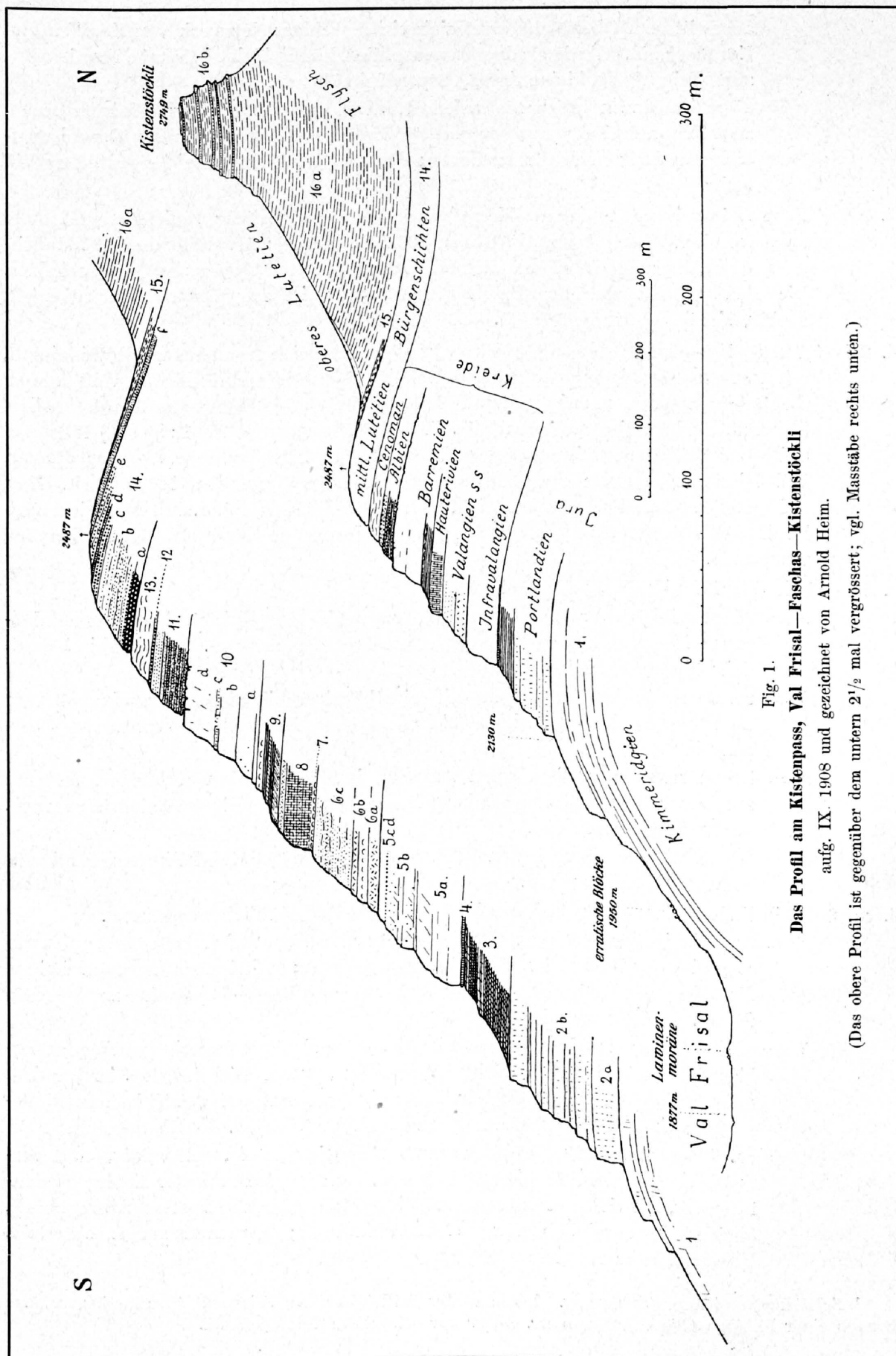


Fig. 1.

Das Profil am Kistenpass, Val Frisal—Faschas—Kistenstöckli

aufg. IX. 1908 und gezeichnet von Arnold Heim.

(Das obere Profil ist gegenüber dem untern $2\frac{1}{2}$ mal vergrößert; vgl. Maßstäbe rechts unten.)

angewitterten Oberfläche zeigt sich ein maschiges Netzwerk von Korallen und Korallensand. Wenig Echinodermensplitter, häufig kleine schlanke *Nerineen*, zum Teil winzig kleine Arten, Bryozoëknöllchen.

- $b = 35$ m im ganzen gleich wie a , jedoch inwendig grau, mit grobkörnigem Bruch, zum Teil oolithisch, mit calcitischem Grundgewebe zwischen den Organismen-trümmerchen; auch dichte Lagen; deutlich geschichtet, kein eigentliches Riff mehr.
3. 25 m Zementsteinschichten. Mergelige Kalkschiefer; primär schieferig und dazu noch von Clivage durchsetzt, in dünne Blätter spaltend; inwendig dunkel bläulich-grau, dicht, im oberen Teil mit dichten Kalkbänken vom Typus des Quintnerkalkes. Die oberste Bank (zwischen Faschas und Zanins) ist schwarzblau und ockergelb fleckig, sieht aus wie Schiltkalk.
4. 0,5—0,8 m Gelb angewitterte Kalkbank, sieht äusserlich genau aus wie Röthidolomit, mit hellgelb staubiger Oberfläche, inwendig aber wie Quintnerkalk, vollkommen dicht, schwarzgrau, massig, mit muscheligen Bruch, nach oben und unten scharf begrenzt, ein chemischer Kalkabsatz. Von Faschas aus (Karte 1:50,000) führt ein Schafpfad östlich den Zementsteinschichten entlang. Die gelbe Bank wird dünner, keilt lokal aus, erscheint aber bald wieder und erreicht gegen 1 m Mächtigkeit. Hier sieht man, dass die Grenzflächen nicht überall absolut scharf sind. Mit dem Liegenden ist die gelbe Bank oft wie verzahnt, gegen das Hangende durch etwa 5 cm Übergang verbunden.
5. 50—55 m Öhrlikalk, hellgraue Felswände.
- $a = 25$ m feinkörniger Kalk, kompakt, undeutlich geschichtet, inwendig dunkelgrau bis hellgrau, feinspätig, wohl vorherrschend zoogen. Orographisch deutliche Trennungslinie gegen
- $b =$ ca. 20 m ähnlich a , jedoch mit feinstkörniger bis dichter Grundmasse vom Charakter des Malm, darin Oolithe und gröbere Echinodermensplitter. — Übergang in
- $c = 0,5$ m etwas mergelige, sonst zoogene, knorrige Bank voll kleiner, schlecht erhaltener Brachyopodenschalen (*Terebratula*) mit weissen Calcitsteinkernen. — Übergang rasch in
- $d = 4,5$ m dichter Kalk, inwendig dunkelgrau, wie Quintnerkalk aussehend, mit feinen Calcitsplitterchen. — Scharfe Grenze gegen
6. ca. 36 m¹⁾ Valangienkalk (« oberer Valangienkalk »), bräunlich angewittert.
- $a = 6$ m Echinodermenkalk und Echinodermenbreccie, bräunlich, mit rauh angewitterter Oberfläche, ohne Quarzsandkörner; auf frischem Bruch erscheinen die Echinodermentrümmer (wohl vorherrschend Crinoiden) dunkel auf hellerem Grund. — Übergang in
- $b = 5,5$ m grober Echinodermenkalk, unregelmässig knorrig plattig, mit verkieselten Austernschalen, *Neithea*?, *Trochus*, grosse *Discoidea* sp. und andere unkenntliche Schalen. Gestein inwendig grau mit weiss calcitischem Bindemittel zwischen den dunkeln Echinodermentrümmern. — Übergang in
- $c =$ ca. 22 m inwendig hellgrauer Valangienkalk, feinsandig, mit vorragenden Quarzsand-Schlieren und -Konkretionen, voll feinsten Echinodermentrümmer, mit vielen vorragenden verkieselten Schalen von Austern (*Alectryonia*?), *Pecten*?, verkieselte Schwämme?, unbestimmbar; grossenteils zoogenes Gestein. Übergang sehr rasch in

¹⁾ Schätzung und Aneroidablesung. 600 m weiter östlich, an der Felswand über Zanins, schätze ich nach einer Photographie von Herrn Dr. Weber nur etwa 20 m Valangienkalk.

7. 0,2 m Austernbank; sandiger Kalk voll von gelb angewitterten, dünnen Austernschalen von bis 15 cm Durchmesser, ähnlich *Exogyra sinuata*. — Übergang innerhalb 0,5 dm in

8. ca. 18 m Kieselkalk.

a = 15 m Typischer Kieselkalk, feinkörnig, schmutzig, grünlich und schwarz fleckig angewittert mit weissen Flechten bewachsen, bildet eine kleine schwarze Wand; massig bis undeutlich grobbankig (ohne Kieselknollen), ziemlich glauconitreich, mit feinen Muscovitglimmerschüppchen und voll feiner, glitzernder Calcitsplitterchen, die mittlere Partie auch mit reichlich größeren Echinodermen- und anderen Schalentrümmern; einzelne grosse Austernschalen von bis 12 cm Durchmesser (*Exogyra sinuata*?). — Übergang in

b = 3 m Sandige Echinodermenbreccie mit unregelmässigen Grünsandschlieren, mit zum Teil verkieselten Petrefaktentrümmern, vereinzelt Austern. Oben feinkörniger, glauconitischer Kalk, übergehend in

9. 13 m Drusbergschichten.

a = 4 m hellgelblichbraun angewitterter, etwas mergeliger Kalk (stark von Clivage durchsetzt), inwendig grau, sehr feinkörnig, mit feinen, glitzernden Calcitsplitterchen, mit häufigen, aber noch einzeln zerstreuten Exemplaren von *Exogyra sinuata* Sow. — Übergang in

b = 5 m Mergelschiefer, sammetig, in der Sonne silbergrau bis bräunlich glänzend, ebenflächig, dicht, mit feinsten Calcitsplitterchen, Pyritknollen bis zu Nussgrösse, besonders im oberen Teil häufig. In der Mitte eine 1 m dicke, mehr kalkige Bank voll *Exogyra sinuata*, während diese Auster in den reinen Mergelschiefern nur vereinzelt vorhanden ist. — Übergang in

c = 4 m *Sinuatabänke*. Bänke von feinstkörnigem, hellgrauem Kalk mit unregelmässigen mergeligen Lagen, die Kalkbänke erfüllt mit *Exogyra sinuata* Sow. — Übergang rasch in

10. 42 m Schrattenkalk.

a = 2 m grauer Echinodermenkalk ¹⁾, noch etwas mergelig, knorrig, mit vereinzelt Austernschalen und unbestimmbaren Sinupalliaten.

b = 10 m echter Schrattenkalk, zoogen, hell, blaugrau angewittert, grob geschichtet, reich an Echinodermensplintern und Milioliden, die eine feinkörnige Anwitterungsfläche bedingen.

c = 10 m vollkommen massige Wand, inwendig hellgrau bis weisslich, dicht, stellenweise salinisch. — Übergang rasch in

d = ca. 2 m Requienienkalk, gleiches Gestein wie *c*, jedoch erfüllt mit Requienien-
schalen, *Requienia amonea* Goldf.

e = 18 m massiger, heller, dichter Schrattenkalk, zum Teil durch Metamorphose salinisch, darin keine Requienien gesehen. — Scharfe, karrig rauhe Grenze gegen

11. 20 m Gault, braun angewitterte Felsen.

a = 1—2 m inwendig schwarzer Kalk, etwas mergelig, glauconitisch, sehr feinkörnig, reich an Pyrit in Knollen und feiner unregelmässiger Zerteilung; schwarze, kalkige, dichte Phosphoritknollen, namentlich da, wo diese Schichten in Taschen und Schloten des Schrattenkalkes eingreifen. Kleiner Gastropod, fossilarm. — Übergang allmählich in

b = ca. 12 m bankiger, braun angewitterter Kalk, inwendig dunkelgrau, sehr feinkörnig, schwach glauconitisch. In Abständen von ca. 1 m treten ziemlich regelmässige knollige Bänke hervor von inwendig blaugrauem, massigem Kalk

¹⁾ Unter Echinodermenkalk verstehe ich einen Kalk mit reichlichen Echinodermentrümmern, die in einer kalkigen Grundmasse eingebettet sind.

- mit feinen glitzernden Calcitsplitterchen. Reich an Pyritkonkretionen, sehr arm an Versteinerungen. — Übergang allmählich in
- $c = 5$ m feinkörniger, kalkiger Grünsand, nach oben massiger und quarzreicher werdend, steril. — Übergang 0,5 m in
12. 1 m Turrilitenschicht (Bergerischicht).
Kalkknollen mit Glauconitkörnern, zwischen feinkörnigen Grünsandfasern, petrefaktenreich, besonders Turrilites Bergeri Brongn. (Die Fauna wird später aufgeführt.) — Übergang rasch in
13. 12 m Seewerkalk.
 $a = 1$ m knorriger Seewerkalk, etwas bräunlich angewittert, in 5—10 cm dicken rauen Fasern sich lostrennend, inwendig grau, weniger dicht als der obere Teil.
 $b = 11$ m inwendig und auswendig blaugrauer Seewerkalk, vollkommen dicht, dünnplattig bis wellig-flaserig, nach glatten Flächen sich lostrennend; Tonhäute hell, gelblich (infolge von leichter Sericitisierung). — Scharfe, im ganzen glatte, konkordante Grenze gegen
14. 36 m Nummulitenschichten, Bürgenschichten¹⁾, braun angewittert.
 $a = 5$ m «Assilinengrünsand». Feinkörniger kompakter Glauconitkalk voll Assilina exponens J. de C. Sow., Nummulina uroniensis Heim, Nummulina complanata Lam., Orthophragmina discus Rüt. — Übergang in
 $b = 18$ m feinkörniger, glauconitischer Sandkalk mit den gleichen Nummulitideen, Assilina exponens jedoch zurücktretend. — Übergang in
 $c = 4$ m grober Kalksandstein, rostgelb angewittert. — Übergang
 $d = 1$ m Complanatakalk, Bank erfüllt von der grossen Nummulina complanata und der kleinen zugehörigen megasphärischen Generation (N. helvetica Kaufm.). — Übergang
 $e = 5$ m Sandkalk mit rauen Quarzkörnern.
 $f = 3$ m Grenzsandstein; feinkörniger, massiger Quarzsandstein mit Glimmerschüppchen (mit der zitronengelben Flechte Lecidea geographica bewachsen). — Übergang in
15. 3 + ? m «Pectinitenschiefer» (Kaufmann), schieferige, feinst sandige, graue Mergel mit schlecht erhaltenen Pectiniten. — Übergang in
16. Flyschschiefer.
 $a = 200$ —250 m blaugraue, weiche Mergelschiefer mit Globigeriniden, Basisschichten des Flysch.
 $b = \text{ca. } 70$ m gleiche Mergelschiefer mit 6 eingeschalteten Sandsteinbänken von 0,3 bis 1 m Dicke, bilden den wilden und im einzelnen zackig verwitterten Flyschgipfel des Kistenstöcklis 2749 m (Fig. 1, pag. 23).

4. Das Profil am Muttenkopf beim Muttensee.

(Fig. 2.)

Auf der Strecke des Kistenpasses finden wir etwa 5 km nördlich des beschriebenen Profiles von Faschas die Kreide gut zugänglich, nämlich am Muttenkopf südlich der Muttensee-Klubbütte. (Fig. 2.)

¹⁾ Ich kann von einer eingehenderen Beschreibung des Eocän absehen, da ich dieses bereits a. a. O. ausführlich behandelt habe. (Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen, Abh. d. schweiz. paläont. Ges. 1908, p. 15—17, 83—86.)

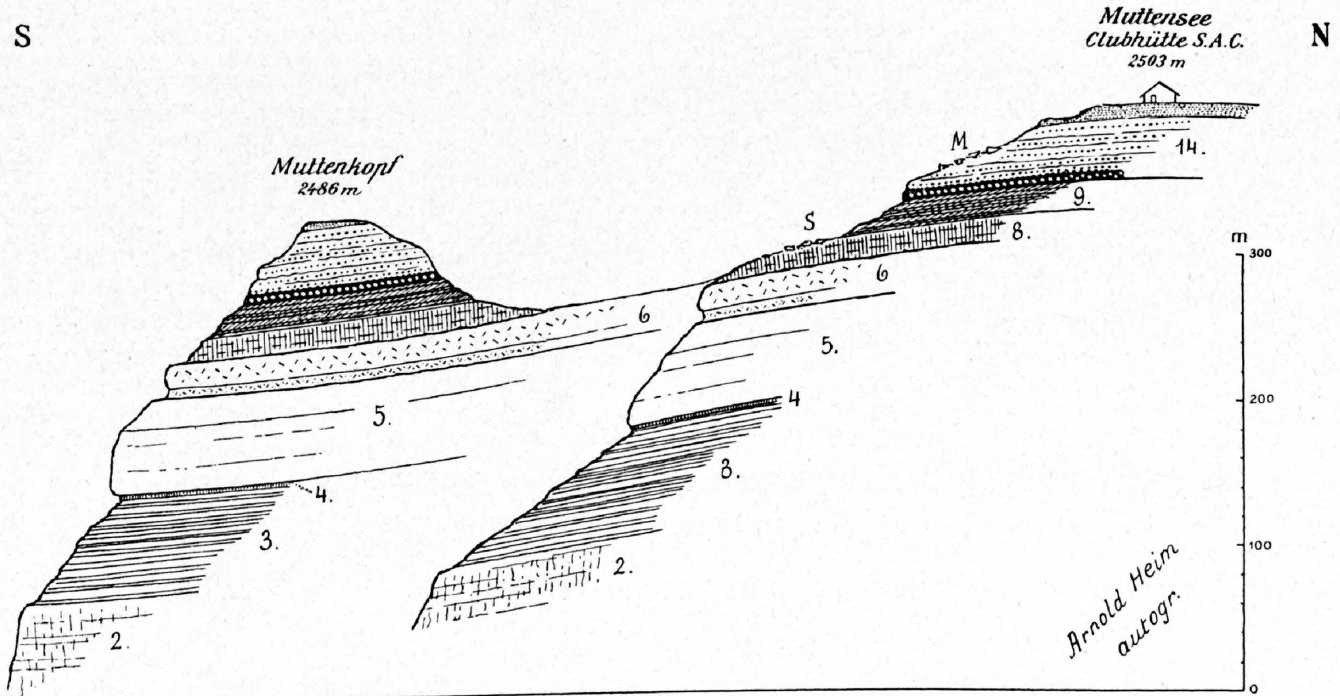


Fig. 2.

Das autochthone Kreide-Profil am Muttenkopf, Muttensee-Alp.

M = Eckige Blöcke von Ober-Moräne. S = Gehängeschutt.

Wir finden von unten (mit den entsprechenden Nummern wie im Profil Faschas):

2. Oberer Malmkalk, deutlich geschichtet, unzugänglich, hell blaugrau angewittert.
3. ca. 35 m Zementsteinschichten, grau, dünnbankig.
4. 1—2 m braun angewitterte Mergelkalklage, schwer zugänglich, nicht näher untersucht, = Öhrlimergel.
5. 30 m Öhrlikalk, hell blaugrau (wie Malmkalk) angewittert. Oberer Drittel dicht, inwendig blaugrau, mit Echinodermentrümmern, auch häufig bis eigrosse, scharf begrenzte Knollen aus groboolithisch-zoogenem Kalk einschliessend. In den oberen Grenzsichten ziemlich häufig Nerineen, meist kleine, auch bis 5 cm grosse Formen; einzelne Querschnitte von Korallen; Requienien? — Messerscharfe, etwas rauhe Grenzfläche gegen
6. 12 m Valangienkalk, braun angewittert.
 - a = 4 m bräunlich angewitterter Echinodermenkalk, an der Basis 5 cm grobe, braune, etwas sandige Echinodermenbreccie. — Übergang in
 - b = 8 m grobe, massigé Echinodermenbreccie (wohl vorherrschend aus Crinoiden), klingend, von weitem als hell gelblichbraunes Felsband hervortretend; mit Schalentrümmern von Austern und ? Echiniden. — Scharfe, etwas wellig unregelmässige Grenze ohne Übergang (und ohne Vorhandensein einer Austernbank) in
8. ca. 8 m Kieselkalk, knorrig schieferig verwitternd, mit sandigen Schlieren, im oberen Teil auch vorragenden sandigen Knollen und knorrigen Sandsteinlagen. — Übergang in
9. ca. 10 m Drusbergschichten, graue Mergelschiefer, von Clivage durchsetzt, obere 3 m etwas kalkiger und einzelne verkieselte Schalen von *Exogyra sinuata* Sow. enthaltend. — Scharfe, jedoch durch Auslaugung unebene Grenze gegen

14. Bürgenschichten.

- a* = 2,5 m Glauconitkalk voll *Assilina exponens* Sow., *Nummulina uroniensis* Heim, *Orthophragmina discus* Rüt., an der Basis bis faustgrosse *Pseudo(?)*-gerölle von *Sinuata*kalk einschliessend. — Übergang in
- b—e* = ca. 25 m Sandkalke mit *Nummulina complanata* Lam. und *Nummulina uroniensis* Heim.
- f* = ca. 5 m Grenzsandstein, massig, feinkörnig, inwendig grünlichgrau, braust schwach oder gar nicht mit Salzsäure, bricht scharfeckig, ist fleckig angewittert und bedeckt mit *Lecidea geographica*. Dieser Grenzsandstein bildet die Hochfläche der Muttenseealp bis zum Muttensee. (= Quarzit in der Karte 1 : 100,000 von *Albert Heim*.)

5. Die einzelnen Schichtgruppen, verglichen mit deren Ausbildung in den helvetischen Decken.

A. Der obere Malm.

Es lassen sich von unten nach oben unterscheiden:

1. *Quintnerkalk*, dicht, schwarzgrau, mit Kieselknollen, mehrere hundert Meter mächtig, nach meiner Ansicht ein chemischer Niederschlag, vorherrschend bathyal;
2. *Korallenkalk*, ca. 50 m, grobbankig, weiss, grau, rötlich, zoogen-neritisch;
3. *Zementsteinschichten*, 25—40 m, schwarzgraue Mergel mit Kalkbänken.

Diese Einteilung findet man wieder in den unteren helvetischen Decken des Walensee-Linthgebietes. Zwar sind die Zementsteinschichten oft durch zoogene Kalke ersetzt, und es ist schwierig, darin eine einfache Gesetzmässigkeit zu erkennen. Ganz überraschend ähnlich wie am Kistenpass ist der Malm am Kapfenberg bei Weesen und an der Wageten, d. h. an der Stirn der untersten helvetischen Decke, entwickelt. Der Korallenkalk ist an beiden Orten im Gestein ununterscheidbar; er erreicht zwar an der Wageten eine noch grössere Mächtigkeit, indem, wie es scheint, die zoogene Facies schon früher beginnt. Anderseits erinnern an den Kistenpass die Verhältnisse der Mürtschendecke. Auf Alp Tros am Mürtschenstock finden wir ebenso über den Zementsteinschichten den Öhrlikalk. Die Hütten Ober Tros liegen auf Öhrlikalk, und so erweist sich der Troskalk von Alp Tros nicht als oberer Malm, sondern als die zoogene Facies der untersten Kreide. Die seit Escher in der Schweiz stets gebrauchte Bezeichnung Troskalk muss also leider gestrichen werden.

Im südöstlichen Teil der oberen helvetischen Decken (Alviergruppe, Fläscherberg) verschwindet die zoogene Facies vollständig; die ganze Schichtfolge des oberen Malm ist bathyal und besteht nur noch aus Quintnerkalk und Zementsteinschichten. Der Korallenkalk kann also keineswegs als chronologisch brauchbare Gesteinsstufe betrachtet werden. Wenn ich die Zementsteinschichten als zeitliche Äquivalente der Strambergerschichten betrachte und zum Portlandien rechne, so muss ich die Frage offen lassen, ob der Korallenkalk auch zum Portlandien gehöre oder noch der Kimmeridgestufe angehört.

Aus den obigen Mitteilungen geht hervor, dass die Facies des oberen Malm des Kistenpasses ihre nächsten Verwandten in den unteren helvetischen Decken des Walensee-Linthgebietes hat.

B. Die Öhrlischichten (Infravalangien).

Der Öhrlikalk¹⁾ wurde bisher im Gebiet der helvetischen Decken vielfach mit Schrattenkalk (Säntis, Walenseegebiet) oder mit Malm (Glärnisch) verwechselt. Im autochthonen Gebiet des

¹⁾ Vgl. *Arnold Heim*: Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. d. Nat. Ges. Zürich, 1907.

Kistenpasses scheint er allgemein als Malm betrachtet worden zu sein, mit dem er ja auch äusserlich und innerlich in mancher Beziehung auffallend übereinstimmt. Durch faciiellen Vergleich mit den helvetischen Decken aber glaube ich bestimmt den Öhrlikalk des Säntis auch im Kistenpassgebiet, in den Schichten 5 der Fig. 1 und 2 wieder erkannt zu haben. Er ist innerhalb des ursprünglich nordwestlichen Teiles des helvetischen Faciesgebietes ein allgemein verbreiteter Gesteinshorizont, dem eine ähnliche Bedeutung wie dem bekannten Schrattekalk zukommt. Der Öhrlikalk ist jedoch im Kistenpassgebiet nicht, wie vermutet, rein zoogen ausgebildet, sondern besteht grossenteils aus dichtem Kalk, ähnlich einem yellernen Quintnerkalk. Die Mächtigkeit ist geringer als in der Mürtschendecke und nimmt auch innerhalb des autochthonen Gebietes vom Val Frisal (50 m) über Muttensee (30 m) bis zum Linthtal (20 m) an Mächtigkeit ab (vgl. Fig. 3).

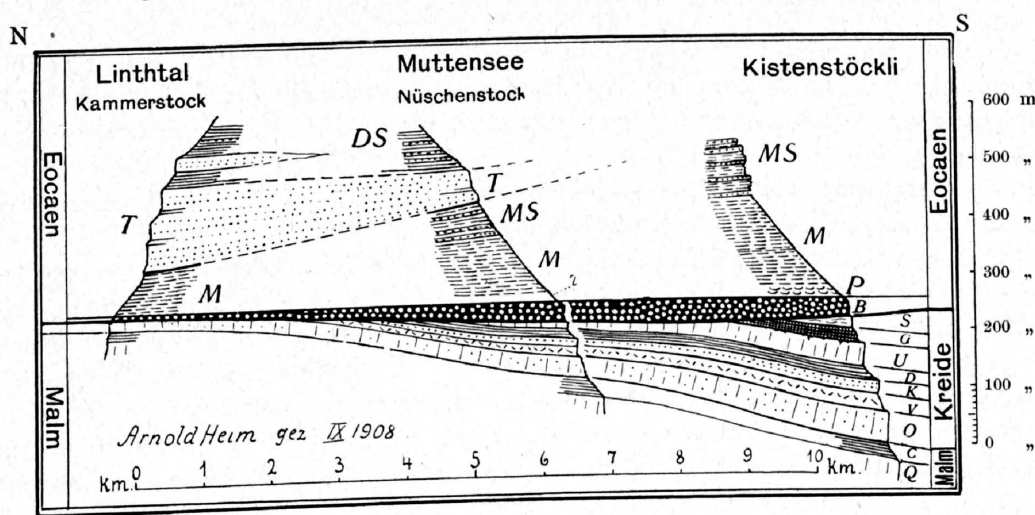


Fig. 3.

Die autochthonen Kreide- und Eocänschichten zwischen Kistenpass und Linthtal.

Kreide	S	= Seewerkalk.	Mittel-Eocän.	DS	= Abteilung der Dachschiefer und Sandsteine.
	G	= Gault, Albien.		T	= Taveyannazgestein.
	U	= Schrattekalk.		MS	= Mergelschiefer mit Sandsteinbänken.
	D	= Drusbergschichten.		M	= blaugraue Mergelschiefer mit Kleinforaminiferen.
	K	= Kieselkalk, Hauterivien.		P	= Pectinitenschiefer.
	V	= Valangienkalk, Echinodermenbreccie.		B	= Bürgenschichten, Haupt Complanata- und Assilina exponens-Schichten.
Malm	O	= Öhrlikalk.	Lutétien		
	C	= Zementsteinschichten.			
	Q	= Quintnerkalk.			

Wie am Öhrli (Säntisgebirge) und noch mehr wie in der Mürtschendecke am Walensee fand ich im oberen dichten Teil des Öhrlikalkes die bezeichnenden nerineen- und requienienartigen Schalenquerschnitte.

Zwischen Öhrlikalk und Zementsteinschichten liegt bei Faschas die beschriebene sonderbare, gelb angewitterte, inwendig schwarze Kalkbank mit beidseitig scharfen Grenzflächen. An gleicher Stelle liegen beim Muttenkopf 1—2 m bräunliche, zu einer Felsrinne zurückgewitterte Mergel. Ich betrachte sie als Rudimente der Öhrlimergel und als älteste Kreide. Die Jura-Kreidegrenze wäre damit, wenn diese Zuordnung richtig ist, auf einen Dezimeter scharf bestimmt.

Da am Öhrli das Liegende des Öhrlikalkes durch die Öhrlimergel (älteste Kreide) gebildet wird, könnte man mir freilich einwenden, ob denn nicht richtiger die Mergelschichten 3 des Kistenpasses als Öhrlimergel aufgefasst würden und tithone Zementsteinschichten gar nicht vorhanden seien. Ich kann diese Vermutung nicht endgültig abweisen, muss aber hervorheben, dass die folgenden Gründe meine oben mitgeteilte Auffassung rechtfertigen:

1. Innerhalb der Mürtschendecke nehmen die Öhrlimergel von Süd nach Nord bis fast zum Verschwinden ab. Sie mussten also am Kistenpass in rudimentärer Form erwartet werden.

2. Die Öhrlimergel sind überall, wo ich sie als Basis der Kreide kenne, bräunlich angewittert.
3. Die mergeligen Schichten 3 des Kistenpasses hingegen sind dunkelgrau und stimmen in ihrer Facies vollständig mit den Zementsteinschichten überein, die im Walenseegebiet *Perisphinctes Richteri* und *P. Lorioli* enthalten.

Ich glaube daher berechtigt zu sein, die gelb angewitterte Kalkbank 4 und die entsprechenden braunen Schichten des Muttensees als Rudimente der Öhrlimergel und damit als älteste Kreide zu betrachten. Diese mit dem Öhrlikalk zusammen entsprechen dem «marbre bâlard» des Juragebirges, d. h. dem Infravalangien (= Berriasien auct. = unteres Valangien s. lato).

C. Der Valangienkalk, „oberer Valangienkalk“ (Valangien s. str.).

Diese Abteilung besteht im wesentlichen aus Echinodermenbreccie. Die für die mittleren und oberen helvetischen Decken so bezeichnenden Valangienmergel mit *Exogyra Couloni* d'Orb. (kleine Form) fehlen schon in den unteren helvetischen Decken und ebenso im autochthonen Gebiet.

Ganz entsprechend wie im Mattstock- und Säntisgebiet lässt sich bei Faschas ein unterer Teil (6a und b), bestehend aus brauner Echinodermenbreccie (10—12 m), von einem oberen (6c), mehr grauen, feinsandigen Kalk (ca. 20 m) unterscheiden. Diese zwar durch Übergänge vermittelte Zweiteilung lässt sich in der Mürtschendecke am Walensee nicht mehr erkennen. Dort treffen wir eine bräunliche Valangien-Echinodermenbreccie von geringer Mächtigkeit (ca. 15 m), ohne hellgrauen Kalk darüber; trotzdem aber ist in der Mürtschendecke am Walensee Kontinuität der Ablagerung vom Valangien zum Hauterivien vorhanden. Einen ähnlichen Typus finden wir wieder am Muttenkopf, zwar mit dem Unterschiede, dass die ca. 12 m mächtige bräunliche Echinodermenbreccie gegen den hangenden Hauterivien-Kieselskalk scharf und ohne Übergang begrenzt zu sein scheint.

Anstatt dass der Valangienkalk, wie zu erwarten war, am Kistenpass-Faschas dem Typus der Mürtschendecke am Walensee vollkommen entspricht, zeigt er im Profil Fig. 1 eher Anklänge an einen ursprünglich etwas südlicheren Faciestypus, um aber dann weiter nördlich, am Muttensee, abermals in den Mürtschentypus umzuschlagen. Die relativ grosse Mächtigkeit des Valangienkalkes von Faschas verblüffte mich schon beim ersten Anblick. Indessen ergibt eine Schätzung in der Natur und nach Photographie für die Valangienwand unmittelbar weiter östlich über Zanins nur 15—20 m Mächtigkeit, was wieder mit der Mächtigkeit in der Mürtschendecke und Glarnerdecke im Walensee-Linthgebiet völlig übereinstimmt.

Die für die oberen helvetischen Decken so bezeichnenden Pygurusschichten sind nicht ausgebildet. Da aber bei Faschas und ebenso bei Urscheu nördlich des Piz Dartjas zwar rasche Faciesveränderung in vertikalem Sinne, aber doch Kontinuität der Ablagerung vorzuliegen scheint, so muss man annehmen, dass die Pygurusschichten und Gemsmättelschichten hier entweder durch den obersten Teil der Schichten 6c oder aber durch die dünne Austernbank 7 vertreten seien. Auf alle Fälle scheint mir die Ablagerung an der Valangien-Hauteriviengrenze im Gebiet von Faschas und P. Dartjas sehr langsam vor sich gegangen und dadurch der scheinbar rasche vertikale Facieswechsel hervorgebracht zu sein. Weiter nördlich hingegen, wo die Austernbank fehlt und Diskontinuität vorzuliegen scheint, ist offenbar in dieser Übergangszeit die Sedimentation ganz stillgestanden.

D. Der Kieselkalk (Hauterivien).

Schon aus der Ferne springt das dunkle Felsband des Kieselkalkes hervor, auf dem weniger dunkeln Valangien aufgesetzt und von der leicht zurückgewitterten Terrasse der Drusbergschichten überlagert.

Gehen wir vom südöstlichen Teil des helvetischen Faciesgebietes aus nach Nordwesten, indem wir die Decken abgewickelt denken. Vom Alvier oder Drusberg, wo der Kieselkalk etwa 500 m mächtig ist, gelangen wir in das Gebiet der Säntisdecke, wo der Kieselkalk langsam abnimmt bis auf etwa 50 m (Nordrand des Säntis). Er nimmt weiter ab in der Mürtschen- und Glarnerdecke bis zu etwa 20 m¹⁾. Nun gelangen wir an den etwa 18 m mächtigen autochthonen Kieselkalk des Val Frisal²⁾ und dann noch weitere 5 km nördlicher an den auf ca. 8 m reduzierten Kieselkalk des Muttensees (vgl. Fig. 3). Das Gestein ist im grossen ganzen immer der gleiche feinkörnige, sandige und mehr oder weniger glauconitische Kalk mit seiner schwärzlichen Anwitterung³⁾.

Es handelt sich nun auch hier wieder um die vertikale Abgrenzung des Kieselkalkes und damit der Hauterivien-Stufe.

Die untere Grenze wird bei Faschas durch eine nur 20 cm dicke Austernbank gebildet, die mir in den helvetischen Decken unbekannt ist. Herr Dr. Weber und ich fanden sie unverändert wieder bei Urscheu, nördlich und nordöstlich des Piz Dartjas; dagegen ist sie am Muttensee verschwunden. Das Verbreitungsgebiet der Austernbank scheint eine schmale Zone annähernd parallel dem Alpenstreichen zu bilden. Ob nun die Austernbank das zeitliche Äquivalent der Gemsmättelschicht, der Pygurusschichten oder der Rahbergsschicht⁴⁾ sei, kann erst dann entschieden werden, wenn die Faciesverbindung zwischen Kistenpass und den helvetischen Decken genau untersucht sein wird (Calanda, Wageten)⁵⁾. Vorläufig neige ich eher zur Annahme, dass die Austernbank die Basis des Hauterivien repräsentiere. Sicher bezeichnet sie die Grenze zwischen Valangien und Hauterivien.

Die obere Grenze wird durch eine schöne, wenige Meter mächtige sandige Echinodermenbreccie mit schwarzgrünen Glauconitschlieren gebildet, in der häufig flache, verkieselte, relativ dünnschalige Austern von bis 25 cm Länge vorkommen (Urscheu). Diese Echinodermenbreccie ist lithologisch verknüpft mit dem liegenden, echten Kieselkalk und kann von diesem nicht abgetrennt werden. Ebenso, wie Tobler und Buxtorf⁶⁾ die Echinodermenbreccie im hangenden Teil der Kieselkalkgruppe in den helvetischen Decken des Vierwaldstätterseegebietes noch zum Hauterivien rechnen, möchte ich auch die entsprechende Echinodermenbreccie des Kistenpassgebietes noch in die Kieselkalkgruppe stellen. Die eigentlichen Altmannschichten mit ihren Barrême-Cephalopoden folgen im Walenseegebiet über der Kieselkalkgruppe. Sie sind als solche im Gebiet des Kistenpasses nicht ausgebildet und nicht herauszuschälen. Trotzdem aber lässt sich sowohl bei Faschas wie am Muttensee von der Echinodermenbreccie ein allmählicher Übergang in die Drusbergsschichten konstatieren. Vom Hauterivien bis zum Barrémien hat die Ablagerung kontinuierlich fortgesetzt.

E. Die Drusbergsschichten (Barrémien).

Sie sind am Kistenpass typisch entwickelt, aber kaum 15 m mächtig; an den Wänden von der Passhöhe 2727 m gegen den Limmernboden schätzte ich sie aus der Ferne zu stark

¹⁾ Vgl. Arnold Heim: Das Walenseetal. Ber. über die 40. Vers. des Oberrheinischen geol. Ver. 1907. Fig. 1.

²⁾ A. Escher v. d. L. (Tagebücher V, p. 359) erkannte am Kistenpass schon 1848 den «Kieselkalk» und fand darin «Seeigel, die sehr an *Toxaster complanatus* erinnern».

³⁾ Von besonderem lithologischem Interesse ist das von Herrn Dr. Weber entdeckte Auftreten von feinen Glauconophannädelchen im unteren Teil des echten, normal liegenden Hauterivien-Kieselkalkes bei Urscheu nördlich des Piz Dartjas.

⁴⁾ = Basis des Hauterivien, besonders fossilreich am Mattstock-Rahberg in der Säntisdecke. Zu vgl. E. Baumberger, Arnold Heim und A. Buxtorf: Valangien-Hauteriviengrenze. Abh. d. schweiz. pal. Ges., Bd. XXXIV, 1907.

⁵⁾ Vielleicht entspricht diese Austernbank des Kistenpasses genau der 30 cm dicken, glauconitischen Schicht der Valangien-Hauteriviengrenze an der Wageten, die dort Rhynchonellen und Belemniten enthält (vgl. l. c., Abh. d. schweiz. pal. Ges. 1907, p. 11).

⁶⁾ Exkursionen d. schweiz. geol. Ges. 1905 in Eclogæ geol. helv. 1906; stratigraphische Tabellen.

20 m, am Muttensee zu ca. 10 m. An dieser letzten Stelle freilich ist der obere Teil, nämlich die Sinuatabänke, vor Ablagerung der mitteleocänen Bürgenschichten abgetragen worden, so dass diese 10 m nicht die ganze Mächtigkeit der Drusbergsschichten angeben.

Die Drusbergsschichten bestehen aus zwei Teilen, einem unteren, vorwiegend mergeligen Teil und einem oberen, vorwiegend kalkigen Teil, den Sinuatabänken. Die grosse Form der *Exogyra Couloni* d'Orb. oder *Exogyra sinuata* Sow. ist in den Kalkbänken zu Tausenden vorhanden.

In gleicher Ausbildung, zwar 30—40 m mächtig, finden wir die Drusbergsschichten in den unteren helvetischen Decken bis zum Nordrand der Säntisdecke. Weiter südöstlich verschwinden die Austernbänke, und die zoogene Basis des Schrattenkalkes vermergelt mehr und mehr. Dadurch werden scheinbar die Drusbergsschichten mächtiger. So vertreten die Drusbergsschichten am Drusberg und Alvier (ca. 200 m) nicht nur die Facies der Drusbergsschichten des Kistenpasses, sondern auch noch einen Teil des unteren Schrattenkalkes. So deutlich und chronologisch konstant im ganzen die untere Grenze der Drusbergsschichten ist, so unbrauchbar ist deren obere Grenze zu chronologischen Bestimmungen.

F. Der Schrattenkalk (ob. Barrémien).

Die Sinuatabänke führen rasch in den Schrattenkalk über, der dann keine solche Austern mehr enthält. So sehen wir, dass hier die Kalkfacies schon in den Drusbergsschichten beginnt, während im ursprünglich südöstlichen Teil der helvetischen Facies umgekehrt die Drusberg-Mergelfacies noch hoch in die Schichten hinaufgreifen, die in den unteren helvetischen Decken wie im autochthonen Gebiet als Schrattenkalk ausgebildet sind. Der Schrattenkalk ist bei Faschas etwa 40 m mächtig, massig, hellgrau, und enthält im oberen Teil eine Bank voll Requienien. Nordöstlich des Piz Dartjas schätzte ich noch 25 m Schrattenkalk. Weiter nördlich schneidet die Eocäntransgression die Kreideschichten schief ab, so dass am Felsabsturz westlich der Kistenpasshöhe noch die unteren 10 m Schrattenkalk übrig bleiben. Am Mutenkopf ist der Schrattenkalk vollständig durch vormitteleocäne Denudation entfernt (Fig. 3).

Albert Heim¹⁾ und A. Rothpletz²⁾ erwähnen «Aptien mit *Orbitolina lenticularis*» vom Piz Dartjas und dem merkwürdigen Kessel der Cavordia auf der Nordostseite des Kistenstöcklis. Bei Faschas habe ich diese Foraminifere nicht gefunden; auch A. Escher erwähnt sie nicht in seinen Aufzeichnungen von 1848. *Orbitolina lenticularis* ist bisher noch nirgends in den Schweizeralpen im unteren Schrattenkalk (Barrémien) gefunden. Wahrscheinlich sind die Orbitolinaschichten bei Faschas vor der Ablagerung des Albien denudiert worden.

G. Der Gault (Albien).

Wie aus Analogie mit den unteren helvetischen Decken zu erwarten war, fehlt jede Spur einer Ablagerung des oberen Aptien oder Gargasien, das durchweg im ursprünglich südöstlichen Teil der helvetischen Facies (obere helvetische Decken) entwickelt ist³⁾. Statt dessen finden wir, wie der Albien-Gault in bis 2 m tiefe Taschen des Schrattenkalkes eindringt. Eine auffällige Diskontinuität trennt die beiden so verschiedenen Gesteinsstufen.

Es lassen sich, abgesehen von den Turrilitenschichten, zwei Teile durchgreifend unterscheiden, die allerdings durch sehr allmählichen Übergang zu einer Einheit verbunden sind:

¹⁾ Albert Heim: Mechanismus der Gebirgsbildung 1879, Bd. I, p. 177.

²⁾ A. Rothpletz: Das geotektonische Problem der Glarneralpen 1898.

³⁾ Vgl. Arnold Heim: Sur les zones paléontologiques et lithologiques du crétacique moyen dans les Alpes suisses. B. S. G. F. 1909.

1. Unten braun angewitterte, inwendig dunkle Kalklagen mit Glauconitgehalt und Schiefer (Schichten 11 a und b); sie entsprechen den «Concentricusschichten» *Burckhardts* und gehören zum unteren Albien (Zone IV—V von *Ch. Jacob*¹⁾).
2. 5 m kompakter, feinkörniger Grünsand (Schicht 11 c), das Äquivalent der «Knollenschichten»²⁾ des Säntis- und Churfirstengebietes, jedoch ohne die bezeichnenden Kalkkonkretionen.

Die Mächtigkeit des Albien beträgt bei Faschas etwa 19 m, etwa 1 km weiter nordöstlich hingegen, am Kistenpassweg am W-Fuss des P. Dartjas, schätzte ich 30 m Mächtigkeit, wobei 25 m allein auf die schieferig-bankigen «Concentricusschichten» entfallen.

In seiner Arbeit über die mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs schreibt *A. Tobler*³⁾: «*Stutz* hat bloss in den sogenannten «Gaultschichten» Fossilien gesammelt. Meine Bestimmungen haben ergeben, dass es sich nicht um Fossilien des eigentlichen Gault oder Albien handelt, sondern es sind ausschliesslich Leitfossilien des *Vraconnien*, das von *C. Burckhardt* als *Untercenoman* aufgefasst wird. Das Albien, die Echinodermenbreccien mit *Rhynchonella lata* und die Concentricusschiefer scheinen zu fehlen.» In der Tat stammen die Fossilien der *Stutzschen* Sammlung aus den Turrilitenschichten. Allein aus dem Fehlen von Petrefakten wird zu oft auch auf das Fehlen der betreffenden Ablagerungen geschlossen. Ich habe gezeigt, dass die «Concentricusschichten» am Kistenpass mächtig entwickelt, aber sehr fossilarm sind. Das gleiche gilt für die unteren helvetischen Decken des Walensee-Linthgebietes. Erst in der Säntisdecke, in den Churfirsten und der Wiggisgruppe, und noch weiter südöstlich vom Alvier zum Drusberg werden die «Concentricusschiefer»⁴⁾, überhaupt das eigentliche Albien, fossilreich, während umgekehrt die nun zu besprechenden Turrilitenschichten verschwinden.

H. Die Turrilitenschichten oder Bergerischichten und ihre Fauna.

Es ist bekannt, dass die Turrilitenschichten sowohl lithologisch als auch paläontologisch den Übergang vom Albien zum Cenoman vermitteln. Sie erreichen selten mehr als 1,5 m Mächtigkeit, bleiben aber, besonders in den helvetischen Decken, vielfach auch auf 0,5 m beschränkt, bis sie dann in der südöstlicheren Zone Churfirsten-Drusberg-Rigihochfluh wenigstens teilweise ganz verschwinden oder steril werden. Die grösste Mächtigkeit, etwa 7 m, fand ich auf der Ostseite des Calanda (autochthon) bei Pramieisters. Das eigentliche Albien erreicht dort ebenso ein Maximum mit etwa 30 m Mächtigkeit, bei genau gleicher Ausbildung wie am Kistenpassweg.

Von besonderem Interesse ist die reiche Cephalopodenfauna der Turrilitenschichten. Herr Dr. *E. Gogarten* sammelte 1906—1907 Petrefakten der Turrilitenschichten auf der Nordseite des Piz Dartjas. Diese wurden zuerst durch Herrn Dr. *L. Rollier* bestimmt und die Bestimmungen von mir mit weiterem Material von Faschas zusammen wie folgt revidiert und ergänzt⁵⁾:

¹⁾ *Ch. Jacob*: Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. Grenoble 1907.

²⁾ Vgl. *Arnold Heim*: Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, n. F., Lfg. 16, 1905, p. 331—333.

³⁾ *A. Tobler*: Über die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs. Verh. d. nat. Ges. Basel 1897, p. 75.

⁴⁾ Es empfiehlt sich, das Wort «Concentricusschiefer» abzuschaffen und eine bessere Bezeichnung, womöglich nach einer Lokalität, dafür einzuführen. Einmal sind diese Schichten gar nicht immer Schiefer, und anderseits ist *Inoceramus concentricus* nicht für diese Schichten allein bezeichnend.

⁵⁾ In zuvorkommender Weise gestattet mir Herr Dr. *Gogarten*, hier von seiner der geol. Sammlung des Polytechnikums geschenkten Sammlung Gebrauch zu machen.

- Turrilites Bergeri* Brongn.,
häufig, typisch, ca. 20 Exemplare.
- Turrilites tuberculatus* Bosc.,
2 Bruchstücke von Dartjas und Faschas.
- Turrilites* sp. nov.,
mit 3 Knotenrippen, ein Bruchstück.
- Acanthoceras Mantelli* Sow.,
in allen Stadien, mit 2 oder 4 Höckerreihen wie beim englischen Typus oder auch mit glatten Rippen wie *Parahoplites*; ähnliche Variabilität wie in Ste. Croix nach *Pictet*; häufig, ca. 15 Exemplare, das grösste mit ca. 12 cm Durchmesser, die stets vorhandene tektonische Streckung abgerechnet.
- Parahoplites* sp.
- Schloenbachia Coupei* Brongn. (Ammon.),
(= weibliche *Schloenbachia varians* nach *d'Orbigny*, Paléont. française 1840, pl. 92 fig. 1—2), ein Exemplar.
- Schloenbachia varians* Sow. (Ammon.),
2 Exemplare, das eine relativ schmal, das andere typisch, ganz entsprechend den Abbildungen der norddeutschen Exemplare *Schlüters* (Schlüter Taf. IV, fig. 11—12).
- Hamites virgulatus* (Br.) d'Orb.,
ein Exemplar.
- Hamites Favrinus* Pictet,
(Grès verts, pl. 12, fig. 5—7), 3 Exemplare.
- Hamites* cf. *simplex* d'Orb.,
(= *Hamites attenuatus* Mantell non Sow.)
- Hamites* cf. *Charpentieri* Pict. et Roux.
- Baculites* sp. ind.
- Nautilus Montmollini* Pict.
- Belemnites minimus* List.
- Holaster laevis* (Deluc) Brong. (*Spatangus*),
mehrere schief gedrückte Exemplare.
- Holaster suborbicularis* (Defr.) Brong. (*Spatangus*).
- Lamna* (*Sphenodus*) *plana* Ag.
- Wir fügen hinzu einige hier nicht genannte Arten, die *Tobler* (l. c., p. 76) nach der Sammlung *Stutz* wie folgt bestimmt hat:
- Acanthoceras fissicostatum* d'Orb. sp.
- Stolizkaia dispar* d'Orb. sp.
- Hamites attenuatus* d'Orb.
- Baculites Sanctae Crucis* Pict. et R.
- Belemnites semicanaliculatus* Bl.
- Holaster latissimus* Ag.
- Serpula socialis* Goldf.

Von diesen Cephalopoden gelten besonders *Acanthoceras Mantelli* und *Schloenbachia varians*¹⁾ als Leitfossilien für Cenoman; die letztere Art ist nach *Jacob* (l. c. 1907) das Leitfossil seiner Zone VIII, die er über die Zone des *Acanthoceras rotomagensis* stellt, während die schweizerischen *Turrilitenschichten* als Zone des *Turrilites Bergeri* und der *Schloenbachia* (*Mortoniceras*) *inflata* mit VI b bezeichnet werden. Nun zeigt es sich aber, dass *Turrilites Bergeri* und *Schloenbachia varians* am Kistenpass wie auch in der Mürtschendecke am Walensee in der gleichen Schicht unzertrennlich beisammen liegen. So möchte ich *Schloenbachia varians* mit noch vielen anderen eher Verleitfossil als

¹⁾ Dieser Ammonit wird bereits von *Tobler* (l. c. 1897) vom Kistenpass aufgeführt.

Leitfossil nennen. *E. Kayser* stellt in seinem Lehrbuch die Zone des *Acanthoceras rotomagensis* über die Zone der *Schloenbachia varians*, und, wie allgemein angenommen, beide ins Cenoman.

Anderseits müssen wir anerkennen, dass in den Turrilitenschichten (z. B. Sântis-West) noch viele Albienformen vorhanden sind. Wir sehen so, dass die Turrilitenschichten die Albienfauna mit der Cenomanfauna verbinden, und es bleibt so mehr oder weniger Geschmacksache, ob die Turrilitenschichten noch zum Albien oder schon zum Cenoman gerechnet werden. *Burckhardt* stellte sie 1896 für die Schweizeralpen zum erstenmal zum Cenoman, *Jacob* hingegen rechnet sie in seinem hervorragenden Werk 1907 wieder zum Albien, allerdings in der Meinung, die in der Literatur zitierten Cenoman-Ammoniten müssten aus höheren Schichten als Turrilites *Bergeri* stammen.

J. Der Seewerkalk (Cénomanien).

Der Seewerkalk ist bei Faschas noch etwa 12 m mächtig, wird dann aber schon nördlich vom Kistenstöckli unter sehr spitzem Winkel von den Bürgenschichten abgeschnitten und fehlt weiter nördlich infolge der vormittleocänen Denudation (vgl. Fig. 3, pag. 29).

Der Seewerkalk von Faschas und Muot de Robi zeichnet sich durch seine inwendig wie auswendig blaugraue bis aschgraue Farbe vor den liegenden und hangenden braun angewitterten Schichten aus.

Ob der Seewerkalk auch von den ursprünglich südöstlicheren helvetischen Decken her an Mächtigkeit abgenommen hat, lässt sich nicht entscheiden, da sein ursprünglich Hangendes schon in den unteren helvetischen Decken vor der Mitteleocänzeit abgetragen wurde. Was noch übrig geblieben ist, ist der untere Teil des Seewerkalkes vom Alter des Cenoman. Die Facies, gekennzeichnet durch die zahllosen mikroskopisch kleinen Lagenen, ist gegenüber dem Seewerkalk der helvetischen Decken kaum verändert und da wie dort als bathyal zu betrachten.

K. Das Eocän.

Da ich mich bereits eingehend mit dem Eocän des Kistenpassgebietes beschäftigt habe, kann ich, auf meine frühere Arbeit verweisend¹⁾, mich hier kurz fassen.

Über den an Ort und Stelle kaum merklich schief abgeschnittenen Kreideschichten folgt unmittelbar die Nummulitenbildung und zwar:

1. Bürgenschichten, in 30—40 m Mächtigkeit, beginnend mit dem aus den unteren helvetischen Decken des Walensee-Linthgebietes bekannten «Assilinengrünsand», abschliessend mit einem feinkörnigen Sandstein, der überführt in
2. «Pectinitenschiefer», einige Meter (?), überführend in
3. Flysch-Mergelschiefer, im oberen Teil mit Sandsteinbänken, ca. 300 m.

Wie eingehend begründet, stelle ich die Bürgenschichten zum mittleren Lutétien, die Pectinitenschiefer und die Flysch-Mergelschiefer zum oberen Lutétien.

Wenn nicht in geologisch jüngster Zeit abgetragen, so würde über dem Gipfel des Kistenstöcklis mit scharfer Grenze der Taveyannazsandstein einsetzen, so wie er weiter nördlich am Muttensee die Mergelschiefer überlagert (Fig. 3, pag. 29).

In bezug auf die Faciesstellung zeigt das Eocän des Kistenpasses fast vollkommene Übereinstimmung mit dem der untersten helvetischen Decke am Alpenrand, nämlich mit der Wageten, wo wir die gleiche Einteilung und Ausbildung der Sedimente finden. Die Mächtigkeit der Bürgenschichten hingegen ist am Kistenpass grösser als an der Wageten, und die

¹⁾ *Arnold Heim*: Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Versuch zu einer Revision der alpinen Eocän-Stratigraphie. Abh. d. schweiz. pal. Ges., Vol. XXXV, 1908.

Sandsteineinschwemmungen sind vermehrt und verstärkt infolge der ursprünglich nördlicheren und küstennäheren Lage. Je weiter wir uns von der Wageten nach den ursprünglich südlicheren helvetischen Decken alpineinwärts begeben, um so mehr verschwinden die Anklänge an die Facies des Eocän des Kistenpasses. Die sandigen Complanatakalke der oberen Bürgenschichten verschwinden und werden durch mergeligere, sterile Schichten ersetzt; auch die Facies der Pectinitenschiefer und des Taveyannazgesteines verschwinden rasch und sind schon von der Mürtshendecke an südostwärts nicht mehr zu finden.

6. Die Diskontinuitäten der Schichtfolge.

A. Allgemeines.

Wir sehen hier ab von der nicht näher untersuchten Diskontinuität zwischen Dogger und Malm und betrachten wie bisher die Schichtreihe vom Malm bis ins Eocän. Wir sind bei der Untersuchung der zwei Spezialprofile auf folgende Diskontinuitäten gestossen:

1. Lokale Diskontinuität (?) an der Jura-Kreidegrenze, zwischen Zementsteinschichten und Öhrlikalk.
2. Regionale Diskontinuität zwischen Öhrlikalk und Valangien-Echinodermenbreccie, Fehlen der Valangienmergel (unt. Valangien s. str., « Latuszone »).
3. Lokale Diskontinuität zwischen Valangien-Echinodermenbreccie und Hauterivien-Kieselskalk im Muttenseegebiet.
4. Regionale Diskontinuität zwischen Schrattenkalk und Gault, Fehlen des Gargasien (= ob. Aptien, Aptien s. str.).
5. Regionale Diskontinuität zwischen Kreide und Eocän.

Unmittelbar springen darunter zwei ganz verschiedene Arten der Diskontinuität hervor, wobei die erste wieder sich nach dem Mass der Diskontinuität zweiteilen lässt in grosse oder regionale und lokale oder kleine Diskontinuitäten:

- I. Diskontinuitätsfläche zum Liegenden und Hangenden concordant, biconcordante Diskontinuität (1, 2, 3, 4).
 - a) Lokale oder kleine Biconcordanz-Diskontinuität (1, 3).
 - b) Regionale oder grosse Biconcordanz-Diskontinuität (2, 4).
- II. Diskontinuitätsfläche pænaccordant¹⁾, und zwar in unserem speziellen Falle infra-pænaccordante Diskontinuität²⁾ (5).

Es sollen, wie folgt, die 5 genannten Diskontinuitäten kurz besprochen werden.

B. Die Diskontinuität zwischen Zementsteinschichten und Öhrlikalk.

Diese Diskontinuität scheint lokalen Charakter zu haben. In den helvetischen Decken (Churfirsten-, Alvier-, Axendecke usw.) ist im Gegenteil charakteristisch die Kontinuität der Ablagerungen vom Jura zur Kreide, indem die Zementsteinschichten allmählich in die Öhrlimergel resp. Balfriesschiefer überführen³⁾. In ursprünglich nordwestlicher Richtung hingegen schrumpfen die Öhrlimergel zusammen. Wenn meine Auffassung richtig ist, dass die gelb

¹⁾ Vgl. Nummuliten- und Flyschbildungen; Abh. d. schweiz. pal. Ges., Bd. XXXV, 1908, p. 173.

²⁾ D. h. die Diskontinuitätsfläche ist concordant zum Hangenden, pænaccordant zum Liegenden (vgl. Fig. 3, pag. 29).

³⁾ Zu vgl. Arnold Heim: Gliederung und Facies der Berrias-Valangiensedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1907.

angewitterte Kalkbank (4 in Fig. 1, pag. 23) allein noch die Öhrlimergel vertritt, so begreifen wir auch deren scharfe Begrenzung, wenn wir annehmen, dass innerhalb kleiner Zeitabschnitte die Schlammablagerung völlig ausgesetzt hat. Anderseits aber ist auf diese Weise auch verständlich, wenn im Längsverlauf der Schicht da oder dort sich Spuren eines vertikalen Überganges einstellen, indem dann an jenen Stellen die Unterbrechung der Sedimentation vielleicht kürzer dauerte oder sich nur der Einfluss einer sehr herabgedrückten Ablagerungsmenge geltend macht. Unter keinen Umständen können aber diese nur geringen Unterbrechungen der Sedimentation als Transgressionen angesprochen werden.

C. Die Diskontinuität zwischen Öhrlikalk und Valangien-Echinodermenbreccie.

Hier treten wir vor die erste regionale Diskontinuität der helvetischen Kreidebildungen. Die Valangienmergel (unteres Valangien s. str.), die in den oberen helvetischen Decken durchgehend verbreitet sind, keilen innerhalb der Axendecke zwischen der Axen-Ortstockkette und dem Deyenstock aus. Das gleiche findet weiter östlich innerhalb der Säntisdecke statt, wo vom mittleren Gewölbe III des Säntisgebirges bis zum Öhrli (Gewölbe I) die Valangienmergel mit *Exogyra Couloni* auskeilen. In der Mütschendecke und Glarnerdecke fehlen sie bereits wie im autochthonen Gebiet des Kistenpasses; es fehlt also das untere Valangien s. str. oder die sogenannte «Latuszone». Im gesamten, ursprünglich nordwestlichen Teil des helvetischen Faciesgebietes der östlichen Schweizeralpen ruht das mittlere Valangien s. str. in scharfer biconcordanter Grenzfläche auf dem Öhrlikalk.

Man kann hier zur Erklärung der Diskontinuität an zweierlei Möglichkeiten denken:

1. Die Valangienmergel waren vorhanden, aber vor Ablagerung der Echinodermenbreccie wieder denudiert.
2. Sie sind nie abgelagert worden.

Für die letztere Annahme spricht, dass die Valangienmergel von Südost nach Nordwest von der bathyalen Facies immer mehr in die neritisch-litorale übergehen und als solche auskeilen. Als echte Transgression oder Transmersion, d. h. bedingt durch Emersion vor Ablagerung der Valangien-Echinodermenbreccie, kann ich die besprochene Diskontinuität nicht auffassen. Es handelt sich für mich um eine einfache Resession des mittleren Valangien s. str. ohne vorangehende Trockenlegung. Dem entspricht auch, dass ich bisher noch nirgends bedeutendere Unregelmässigkeiten an der Diskontinuitätsfläche gesehen habe.

D. Die Diskontinuität zwischen Valangien und Hauterivien.

Diese ist wieder unbedeutend und lokal. In den oberen helvetischen Decken bis zur Axendecke ist vielfach die Valangien-Hauteriviengrenze durch Diskontinuität ausgezeichnet¹⁾, indem das obere Valangien s. str., bestehend aus Gemsmätlischicht und Pygurusschichten, fehlt. In den unteren helvetischen Decken im Walenseegebiet und bei Glarus (Glarnerdecke) hingegen herrscht wieder Kontinuität, zwar ohne dass sich weder Pygurusschichten noch Gemsmätlischichten scharf abtrennen liessen. Wir haben so im Profil bei Faschas am Kistenpass noch Kontinuität, aber sehr rauhen Facieswechsel in vertikalem Sinne gefunden. Noch 5 km weiter nördlich scheint eine kurze Zeit lang die Sedimentation in der Übergangszeit von Valangien in Hauterivien ganz ausgesetzt und dadurch die scharfe lithologische Grenze bedingt zu sein. Wir finden also am Muttensee Resession des Hauterivien-Kieselkalkes.

¹⁾ Vgl. E. Baumberger, Arn. Heim und A. Buxtorf: Valangien-Hauteriviengrenze, Abh. d. schweiz. pal. Ges. 1907.

E. Die Diskontinuität zwischen Schrattenkalk und Gault.

Wir treten hier vor die bedeutendste Diskontinuität innerhalb der helvetischen Kreideformation, die regional über das ganze helvetische Faciesgebiet der Schweizeralpen reicht und noch weit darüber hinausgeht. Die Kreide wird dadurch in zwei äquivalente Teile geteilt. *Burckhardt* hat die genannte Diskontinuität als Cenoman-Transgression bezeichnet, worauf ich diese Auffassung 1905 widerlegte und von einer Albien-Transgression sprach. Wir können aber die Erscheinung als Gesamtheit auch nicht Albien-Transgression nennen, weil in der ursprünglich südöstlichen Zone der helvetischen Facies das Gargasien mit scharfer



Fig. 4.

Der Kontakt von Schrattenkalk (unten, hell) und Albien-Gault (oben, dunkel) am Abhang gegen Val Frisal, stüdl. unterm Kistenstöckli.

Nach Phot. von Dr. F. Weber, 22. IX. 1908.

Grenze dem Schrattenkalk aufliegt¹⁾. Fassen wir Gargasien und Albien als mittlere Kreide zusammen, so können wir allgemein und neutral von der Diskontinuität zwischen Schrattenkalk (Urgonien) und mittlerer Kreide sprechen.

Nachdem wir gesehen haben, dass am Kistenpass das Gargasien keine Spur von Sediment hinterlassen hat, wollen wir die merkwürdige untere Grenzfläche des Albien etwas näher betrachten. Wir gehen am Kontakt in horizontaler Richtung dem steilen Felsgehänge entlang, das von Faschas zum Val Frisal abfällt. Im grossen ganzen ist die Schrattenkalk-Albiengrenze glatt und eben, und beide Schichten sind vollkommen concordant zueinander.

¹⁾ Vgl. *Arnold Heim*: Sur les Zones paléontologiques et lithologiques du Crétacique moyen dans les Alpes Suisses. B. S. G. F. 1909.

Häufig findet man aber kleinere Löcher und Taschen im Schrattenkalk, die von oben her mit dem dunkeln Gaultgestein ausgefüllt sind. In diesen Taschen sind nicht selten kleinere und grössere, meist gerundete Schrattenkalkbrocken zu finden, die losgelöst im Gault eingebettet liegen, ja man findet am Grunde der Taschen gelegentlich, dass das Gaultmaterial in den ausgelaugten Schrattenkalk eindringt und Brocken von diesem zu einem scheinbaren Konglomerat oder einer groben Breccie verkittet. Wichtig ist die Tatsache, dass der oberste Teil des Schrattenkalkes bis an den Gaultkontakt nicht die geringste lithologische Veränderung aufweist. Ich nehme an, dass die ursprünglich obere Grenze des Schrattenkalkes nicht mehr vorhanden ist und die Orbitolinenschicht, die von der Cavordia genannt wird, hier durch Denudation vor Ablagerung des Albien entfernt worden ist. Betrachten wir nun das Material des Albien in den Taschen, so finden wir darin stellenweise Phosphoritknollen in besonderer Anreicherung.

Der schönste Auslaugungskontakt, den mir Herr Dr. Weber zeigte, ist in der vorstehenden Photographie abgebildet. Die Schrattenkalkoberfläche hat hier vollständig den Charakter eines Karrenfeldes; bis 2 m tief greift der Gault in die zackigen Taschen des Schrattenkalkes hinab.

Damit eröffnet sich nun die Frage: Ist die Auslaugung des Schrattenkalkes eine echte Festland-Karrenerscheinung, oder kann eine derartige Auslaugung auch submarin entstanden sein?

Im Säntisgebirge fand ich ¹⁾, dass die karrenartige Auslaugung von Süd nach Nord zunimmt; und da im Norden die Schichten des Gargasien (Glaconitsandstein und Echinodermenbreccie) ganz auskeilen, nahm ich an, dass dort die Festlandzeit vor Ablagerung der mittleren Kreide länger dauerte, als im Süden. Dieser Auffassung entsprechend finden wir nun noch weiter nördlich, am Kistenpass, die tiefsten bisher bekannten, mit Gault ausgefüllten Karrenschlote. Ich suchte aber vergeblich nach einem «terra-rossa»-Rückstand in den Schloten, und kann so in Anbetracht der im grossen ganzen vorhandenen Concordanz von Schrattenkalk und Albien die oben gestellte Frage noch nicht beantworten. Weitere Nachforschungen des Kontaktes über ausgedehnte Gebiete können darüber Aufklärung geben.

F. Die Diskontinuität zwischen Kreide und Eocän.

Mit der Grenze gegen das Eocän treten wir vor eine ganz andere Art der Diskontinuität. An jedem einzelnen Aufschluss glaubt man Concordanz vor sich zu haben. Im grossen ganzen aber werden die Kreideschichten von Süd nach Nord schief abgeschnitten, und zwar so, dass das Hangende concordant zur Diskontinuitätsfläche liegt. Ich habe einen solchen Kontakt als *infra-pænaaccordant* bezeichnet ²⁾ (Fig. 3, p. 29).

Wie ich (l. c. 1908) ausführlich abgeleitet habe, muss aus den zentral- und westschweizerischen Verhältnissen geschlossen werden, dass die Diskontinuität zwischen Kreide und Eocän eine Transmersion vorstellt, d. h. es ist eine echte Transgression des marinen Mitteleocän über ein untergetauchtes Festlandgebiet.

7. Die Stellung der autochthonen Kreide innerhalb der helvetischen Facies.

Die am nächsten mit dem Kistenpassgebiet übereinstimmende Ausbildung von Kreide und Eocän finden wir einerseits im Calandagebiet, d. h. der autochthonen, direkten östlichen Fortsetzung des Kistenpassgebietes, anderseits am Alpenrand, an der auf Flysch und

¹⁾ Arnold Heim: Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz, n. F., Lfg. 16, 1905.

²⁾ Arnold Heim: Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Abh. d. schweiz. pal. Ges., Vol. XXXV, 1908.

Molasse überschobenen Wagetenkette westlich der Linth und in der Glarnerdecke bei Glarus. Diese Gebiete sind stratigraphisch noch wenig bekannt.

Am Calanda scheint das Valangien viel mächtiger zu sein und ¹⁾ eine ca. 80 m mächtige braune Wand zu bilden. Der Schrätkalk ist ebenso mächtiger, gegen 100 m. Das Albien erreicht 35 m bei genau gleicher Facies wie am Kistenpass. Der Seewerkalk ist mächtiger, d. h. er ist noch weniger tief hinab in vormittelecäner Zeit denudiert worden. Die Isopen, und im besonderen die isometrischen Linien müssen vom Kistenpass aus nördlich des Calandas vorbeiziehen, d. h. etwa nordöstlich verlaufen.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Mächtigkeitswerte der einzelnen Schichten in den verschiedenen, einander faciesverwandten Gebieten.

Tabellarische Zusammenstellung der Mächtigkeiten.

(In Metern ausgedrückt.)

	Nord	Autochthon		Untere helvetische Decken				Süd
		Muttensee	Kistenpass	Wageten	Glarner- decke bei Glarus	Mürtschen- decke, Walensee- Betlis- Filzbach	Mürtschen- decke, Mürtschen- gebiet, Walens- stadterberg	
Eocän Mittlere und obere Kreide	Bürgenschichten . . .	ca. 30	36	15	10—15	5	3 (?)	
	Seewerkalk	durch vormittel- eocäne Denu- dation entfernt	12	40 ²⁾	ca. 40	40—50	50-100(?)	
	Turrilitenschicht, Albien		20—30	20	13	12	10—5	
	Gargasien		fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	
Untere Kreide	Schrattenskalk		40—45	ca. 30	ca. 50	70	120—150	
	Drusbergsschichten . .	10+X	13	12 (—30)	ca. 40	35	ca. 40	
	Kieselkalk	ca. 8	18	10 (—20 ?)	20	20	20—30	
	Pygurussschichten, Valangienkalk s. str. . }	12	20—36	ca. 8	12—20	20—25	30	
	Valangienmergel s. str.	fehlen	fehlen	fehlen ?	fehlen	fehlen	fehlen	
	Öhrlikalk	30	50—55	20	25	90—100	90	
	Öhrlimergel	1—2 (?)	0,8	3 ?	8	10	0—30	
Jura	Zementsteinschichten, Portlandien	35	25	25	?	durch Dicerat- Kalk ersetzt	50—200	

Die verschiedenen Lokalitäten sind dem Deckenbau entsprechend so geordnet, dass wir von links nach rechts in südlicher Richtung vorschreiten. Die Kreide nimmt als Ganzes wie auch in ihren einzelnen Schichten (ausgenommen Albien) im grossen ganzen von Nord nach Süd an Mächtigkeit zu. Es kommt hinzu, dass in ursprünglich südöstlicher Richtung immer höhere Oberkreide-Schichten von der mächtigen vormittelecänen Denudation verschont bleiben.

¹⁾ vielleicht mit dem hier schwer abzutrennenden Öhrlikalk zusammen.

²⁾ Nach Ernst Blumer: Zur Kenntnis des helv. Alpen-Nordrandes, Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1906.

Trotzdem aber darf nicht übersehen werden, dass die untere Kreide sonderbarerweise (mit Ausnahme der Drusbergschichten?) am Kistenpass voller entwickelt ist, als an der Wageten (unterste helvetische Decke). Wir wollen rasch die einzelnen Schichtgruppen durchgehen.

Die Bürgenschichten nehmen von Nord nach Süd an Gliederung und Mächtigkeit ab; die Grobsandbeimengungen des Kistenpassgebietes verschwinden, die Complanatakalkfacies verschwindet ebenso, bis wir in der Mürtschendecke die bathyale Assilinengrünsandfacies vorfinden.

Der Seewerkalk nimmt von N nach S gesetzmässig an Mächtigkeit zu, doch vielleicht nur scheinbar, bedingt durch geringeren vormitteloocänen Abtrag im Süden.

Das Albien nimmt von Nord nach Süd zuerst an Mächtigkeit ab, schwillt dann aber in den noch südlicheren Deckengebieten (Säntisdecke, Churfirsten) zu einem zweiten Maximum an. Die Turrilitenschichten sind überall im autochthonen Gebiet und in den unteren helvetischen Decken fossilreich entwickelt. Das Gargasien aber fehlt in diesen beiden Gebieten und tritt erst in den ursprünglich südlicheren, oberen helvetischen Decken auf.

Der Schrattenkalk nimmt im grossen ganzen vom autochthonen Gebiet bis zu den oberen helvetischen Decken an Mächtigkeit zu¹⁾, um noch weiter südlich (Alvier-Drusberg) sich in die Mergelfacies der Drusbergschichten aufzulösen.

Die Drusbergschichten werden ebenso mächtiger, und es verschwinden in den oberen helvetischen Decken die Austernbänke.

Kieselkalk, Valangien s. str. und Öhrlikalk nehmen ebenso nach Süden an Mächtigkeit zu, bis in den oberen helvetischen Decken (Churfirsten) der zoogene Valangienkalk in die bathyale Diphyoidesfacies übergeht und der Öhrlikalk analog dem Schrattenkalk vermergelt. Dazu kommt noch ein Wachstum der Öhrlimergel hinzu.

Der Kieselkalk nimmt von Nord nach Süd zuerst sehr langsam, in den oberen helvetischen Decken dann aber sehr rasch an Mächtigkeit zu.

Weniger einfach verhält sich der Valangienkalk, der sonderbarerweise bei Faschas am Kistenpass mit etwa 35 m ein erstes lokales Maximum erreicht. Zu dieser ersten Maximalzone gehört vielleicht auch das Calandagebiet. So können wir für den Valangienkalk unterscheiden:

1. nördliche autochthone Zone schwacher Entwicklung (Muttensee, 12 m);
2. nördliche oder erste, autochthone Maximalzone (Faschas, 35 m);
3. zweite Reduktionszone (Kistenpass bis Wageten-Glarnerdecke, 8—15 m);
4. zweite Maximalzone (Säntisdecke, ca. 80 m);
5. dritte Reduktionszone (Säntisdecke, östliche Churfirsten und Richisau, Rädertendecke, 5—10 m);
6. dritte Maximalzone, Diphyoidesfacies (Alvier-Drusberg, 60 m).

Auch der Öhrlikalk scheint ein erstes Maximum am Kistenpass zu erreichen, um weiter südlich abzunehmen bis auf 20 m, dann zu einem zweiten Maximum bis auf 100—250 m anzuschwellen (Säntisdecke, Axendecke) und dann in die Mergelfacies der Balfriesschiefer überzuleiten.

Sehen wir nun von dieser nicht allzu bedeutsamen ersten Maximalzone der Unterkreide ab, so erkennen wir im grossen ganzen vom autochthonen Gebiet bis zu den oberen helvetischen Decken, d. h. von N nach S oder NW nach SE, eine Mächtigkeitszunahme der Kreideschichten. Mit den oberen helvetischen Decken kommt eine weitere Art der Veränderung hinzu:

Einschaltung mergeliger Schichten und Vermergelung der zoogenen Kalke (Fig. 5).

So sehen wir, dass die Facies des autochthonen Gebietes eng verknüpft ist mit derjenigen der unteren helvetischen Decken, und dass keine

¹⁾ An der Wageten sind vielleicht Schrattenkalk und Kieselkalk tektonisch etwas reduziert.

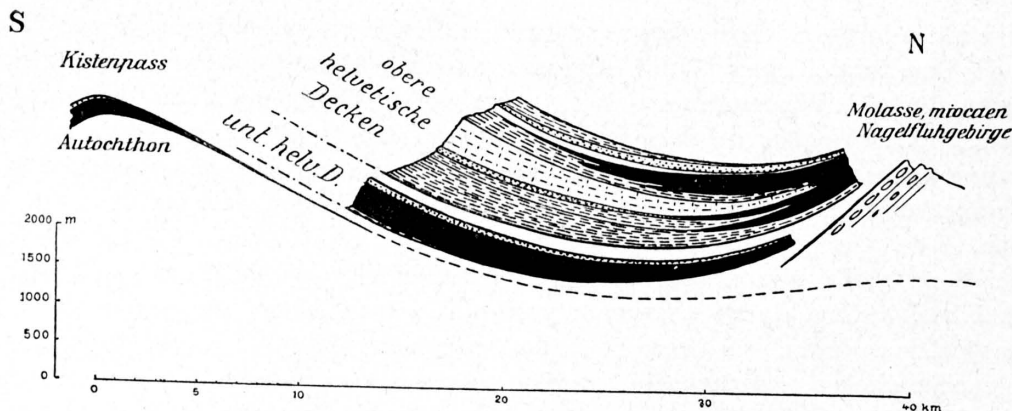


Fig. 5.

Faciestektonisches Querprofil durch die helvetische Kreide der östlichen Schweiz (schematisch dargestellt).

Schwarz = vorherrschend zoogene Kalke. Gestrichelt = Mergel.

Punktiert = chemische Kalkabsätze, bathyale Facies (Diphyoideskalk, Seewerkalk).

nennenswerte Lücke in der Facies dieser beiden tektonisch grundverschiedenen Gebirgsgruppen besteht. Was die Kreidesedimente betrifft, sind beide durch den Faciestypus gekennzeichnet, den ich als Mürtschenfacies¹⁾ bezeichnet habe. Die Hauptkennzeichen dieser Facies sind die relativ geringe Mächtigkeit der Kreidebildungen (200—500 m), das Fehlen von sog. unterem Gault (Gargasien) und Valangienmergel (unteres Valangien s. str.), das Fehlen der Mergelschichten der oberen Kreide infolge transversiver Lagerung der mittlereocänen Bürgenschichten.

Während aber für die Kreide im autochthonen Gebiet wie in den unteren helvetischen Decken der gleiche Faciestypus vorliegt, gilt nicht ganz das gleiche für das Eocän. Das autochthone Gebiet ist ausgezeichnet durch die Bürgenfacies²⁾ der Bürgenschichten (Complanatakalke) und das Vorhandensein von Taveyannazsandstein im unteren Flysch. Diese beiden Faciestypen sind unbekannt in der Mürtschendecke und allen südlicheren Deckengebieten der Ostschweiz. Doch wir finden sie wieder an der tiefsten Deckenstirn, der Wageten. Und so sehen wir, wie auch das Eocän des tiefsten helvetischen Deckenstückes das Faciesgebiet der unteren helvetischen Decken mit dem autochthonen Faciesgebiet verbindet.

8. Resultate.

Auf Grund der Faciesstudien im Walensee-Linthgebiet schien mir von besonderer Wichtigkeit zu sein, zu untersuchen, ob im autochthonen Ostausläufer des Aarmassivs die litoralen Facies der aus dem Säntis- und Churfürstengebiet bekannten Kreide- und Eocänschichten zu finden seien.

Diese Frage muss verneint werden. Die Strandfacies der Kreidebildungen ist nicht vorhanden. Die Schichten des oberen Malm und der unteren Kreide nehmen zwar von den unteren helvetischen Decken zum autochthonen und innerhalb des autochthonen Gebietes von Süd nach Nord einen mehr und mehr küstennäheren Charakter an, jedoch ohne dass das Litoral erreicht würde. Die Kreideschichten werden vielmehr schief vom Eocän abge-

¹⁾ Berrias-Valangien-Sedimente. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich 1907.

²⁾ Näheres in Arnold Heim: Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweiz. Abh. d. schweiz. pal. Ges. 1908.

schnitten; ihre nördliche Uferfacies ist durch vormitteleocäne Denudation entfernt. Das Meer reichte weit nördlich der jetzigen Grenzen der Kreideschichten und stand unter dem jetzigen Molasseland hindurch mit dem westschweizerischen Juragebiet in direkter Verbindung. Die Uferzone der Unterkreide-Meere mag in der Gegend von Zürich oder noch weiter nördlich, aber doch nicht in allzu grosser Ferne vom jetzigen Aarmassiv gelegen haben.

Mit dem Gault und besonders mit den Seewerschichten verschwinden jedoch die Andeutungen an eine Annäherung gegen eine nördlich vorliegende Küstenzone. Die tiefseeische Facies des Seewerkalkes wird am Kistenpass abgeschnitten, ohne dass irgend welche Andeutung von einer Näherung an die Litoralzone konstatiert werden könnte. So scheint es, dass das Meer von der Albienzeit an sich weiter nach Norden ausdehnte und gleichmässig vertiefte. Die zoogene Facies des Malm und der Unterkreide ist in der Oberkreide verschwunden und kehrt mit stark verändertem Charakter erst wieder im Mitteleocän zurück.

Etwas anders als die Kreide verhält sich das Eocän, im besonderen dessen Basisschichten oder Bürgenschichten. Da finden wir am Nordrand des Aarmassivs (Titlisgebiet, Kammerstock) die Anzeichen der brackischen «Cerithienschichten» und grobe, vielleicht litorale Sandsteine. Die Uferzone hat sich also im Laufe der Zeit etwa folgendermassen verändert:

1. Das Malmmeer reichte von den Alpen bis weit in die nördlich vorliegenden variscischen Gebiete.
2. In der älteren Kreidezeit verflachte sich das Meer, und die Uferzone zog sich südlich zurück bis nahe an den jetzigen Alpenrand, zwar ohne diesen je zu erreichen.
3. Mit dem Eintritt in die jüngere Kreidezeit dehnte sich das Meer abermals weit nach Norden aus und vertiefte sich mächtig in der Zone der Mürtschenfacies (Aarmassivgebiet und Begleitzone).
4. Über die Geschehnisse zur jüngsten Kreidezeit haben wir keine Anhaltspunkte, da die entsprechenden Sedimente, wenn vorhanden, vor Mitteleocän wieder abgetragen wurden.
5. Die ältere Eocänzeit ist durch Festland ausgezeichnet, das vom Aarmassiv bis in das Jura- und Schwarzwaldgebiet reichte. Die Kreidesedimente werden regional von Nordwest nach Südost abgetragen und bleiben nur in der südöstlichen Zone der helvetischen Facies verschont.
6. Meer-Überflutung zur Mitteleocänzeit; Ablagerung der Bürgenschichten; Küstenlinie nahe am jetzigen Nordwestrand des Aarmassivs.
7. Wenig weitere Ausdehnung des Meeres nach Norden; Ablagerung des Flyschs, geosynclinale Senkung des Aarmassivgebietes.
8. Endgültige Emersion des Aarmassivgebietes im Oligocän.

* * *

Eine zweite Frage sollte durch die Beobachtungen am Kistenpass gelöst werden: Kann die Facies der unteren helvetischen Decken direkt mit der autochthonen verbunden werden?

Diese Frage muss bejaht werden: Zwischen der Facies der untersten helvetischen Decken und der des autochthonen Gebietes besteht keine nennenswerte Lücke. Beide Gebiete sind durch den gleichen Faciestypus ausgezeichnet. Es ist dies eine Bestätigung der bereits fast allgemein anerkannten Theorie, dass die Wurzel der helvetischen Überfaltungsdecken unmittelbar auf der Südseite des Aarmassivs zu suchen ist (vgl. Fig. 5).

Man könnte allerdings erwidern, dass die Facies der Wageten und Glarnerdecke bei Glarus in mancher Beziehung näher übereinstimmt mit der Ausbildung am Muttensee als bei Faschas am Kistenpass, dass infolgedessen die oben abgeleitete Annahme einer ersten Maximal-

zone für Schrattenkalk, Valangienkalk und Öhrlikalk bei Faschas unnötig und die Wurzel der Glarnerdecke nicht auf der Südseite, sondern auf der nördlichen Abdachung des Aarmassivs zu suchen sei. Dem widersprechen aber die folgenden Tatsachen:

1. Auf der nördlichen Seite des Aarmassivs (Muttensee, Linthtal) fehlt im allgemeinen die obere Kreide, während sie an der Wageten wie überhaupt in den unteren helvetischen Decken und am Griesstock durchweg vorhanden ist.
2. Die nördliche Abdachung des Aarmassivs ist ein tektonisch geschlossenes, gefaltetes Gebirgsglied, an dem keine Andeutung einer Deckenwurzel zu finden ist.
3. Die Facies der unteren helvetischen Decken ist durch alle Übergänge lückenlos verbunden mit der Facies der mittleren und oberen helvetischen Decken, deren Äquivalente im Aarmassivgebiet nicht vorhanden sind, sondern ursprünglich südlich davon liegen mussten.

Aus den genannten und hier nicht weiter zu erörternden, allgemein bekannten tektonischen Gründen ist somit auch vom Standpunkt der Faciesgeologie die Herkunft der helvetischen Decken von der Glarnerdecke an aufwärts festgestellt: Die Wurzeln liegen auf der Südseite des Aarmassivs. Wir müssen aber demgegenüber die Frage noch offen lassen, ob auch die deckenartigen Gebirgsschollen der Wageten (Wageten-decke) einerseits und des Griesstocks am Klausenpass (Griesstockdecke) andererseits ihren Ursprung auf der Südseite des Aarmassivs haben oder vom autochthonen Scheitel oder der Nordseite des Aarmassivs abgetrennt und nach Norden verschleppt wurden. Diese Frage wird durch peinlich genaue Faciesstudien zu lösen sein.

Nehmen wir nun aber an, die alpine Deckenlehre wäre unrichtig, wie *L. Rollier*¹⁾ neuerdings abgeleitet hat. Wir stellen die Facies nebeneinander, so wie sie heute in einem Querprofil durch die östlichen Schweizeralpen nebeneinander getroffen werden, und erhalten das Bild der Fig. 6 AA. Dass die Faciesordnung ursprünglich nebeneinander liegen mussten, bedarf keiner weiteren Beweisführung mehr.

Nun wollen wir unbekümmert um die tektonischen Lehren die verschiedenen Facies so zu ordnen suchen, wie sie auf Grund der Korrelation der Facies ursprünglich nebeneinander liegen mussten. Wir erhalten so das Bild der Fig. 6 BB. Um dieses Bild zu erhalten, mussten wir aber die sämtlichen helvetischen Gebirgsgruppen, die heute nördlich des Aarmassivs liegen, in Gedanken auf dessen Südseite verlegen, und zwar so, dass die tektonisch höchstliegenden Gebirgsteile am weitesten nach Süden gestellt werden.

Auch wenn die sämtlichen Überschiebungskontakte verdeckt wären, wenn uns keine genaueren tektonischen Beobachtungen vorliegen würden, so

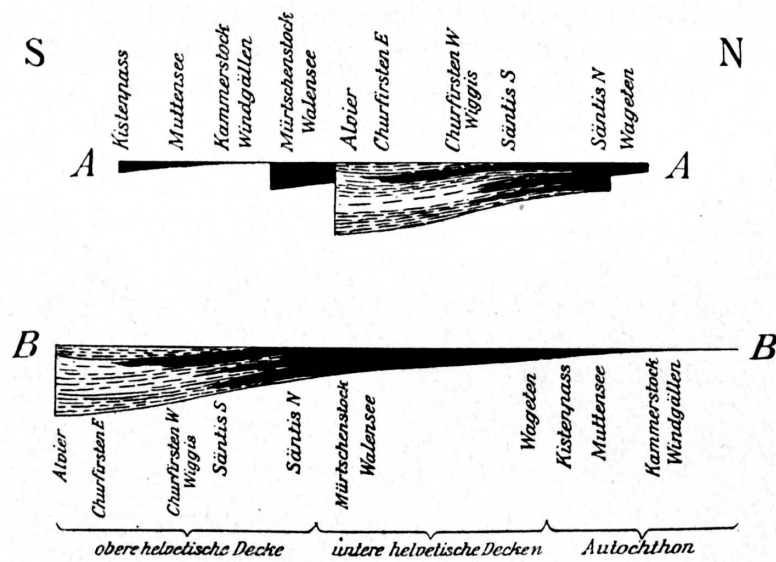


Fig. 6.

Schematische Darstellung der Facies- und Mächtigkeitsveränderungen der Kreide in den östlichen Schweizeralpen in helvetischer Facies.

AA = Jetzige Nebeneinanderlagerung.

BB = Nach Abwicklung der Überfaltungsdecken.

¹⁾ *L. Rollier*: Les discolations orogéniques des Alpes. Actes d. l. Soc. Jurasienne d'émulation 1906.

hätten wir durch die Faciesstudien festgelegt, dass die helvetischen Alpen nördlich des Aarmassivs ein Deckenland sind, das von Süden nach Norden gewandert sein musste.

Während die Tektonik die lokalen Verhältnisse studiert und diese kombinierend zu einem Ganzen zu vereinigen sucht, ermöglicht die Faciesgeologie einen regionalen Einblick in den ursprünglichen Zusammenhang der Gebirgsteile. Die Tektonik lässt uns die Wahrscheinlichkeit des Deckenbaues erkennen; die Stratigraphie und vergleichende Lithologie gibt erst den festen Beweis für die Richtigkeit der neuen tektonischen Lehre, wie sie von *Bertrand*, *Schardt* und *Lugeon* aufgestellt wurde. Wer es wieder versuchen möchte, diese Lehre in Abrede zu stellen, dem sei als erste Aufgabe gegeben, die neu gewonnenen Resultate über die Korrelation der Facies zu widerlegen.

Zürich, April 1909.

