Über den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh

Autor(en): **Beck, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **11 (1910-1912)**

Heft 4

PDF erstellt am: **20.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-157090

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ueber den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh.

Von PAUL BECK, Thun.

Einleitung.

Bei Beginn der Alpenforschung war es den Geologen selbstverständlich erschienen, dass die Alpen, unser zentralstes und höchstes europäisches Gebirge, an Ort und Stelle entstanden seien. Unsere Berner Kalkalpen lehnten sich, durch Tangentialdruck gefaltet, an den kristallinen Kern des Aarmassivs und bildeten einen Teil der nördlichen Nebenzone der Alpen. Schon früh erkannten die Forscher Tatsachen, die sich auf dieser Grundlage nicht naturgemäss erklären liessen. Der Umstand, dass fast sämtliche Nagelfluhgesteine dem benachbarten Aarmassiv fehlten und doch aus Form und Grösse der Gerölle auf nahe Herkunft geschlossen werden musste, veranlasste BERNHARD STUDER[1] zur Hypothese vom versunkenen Alpenrandgebirge, das später von GÜMBEL als vindelizisches bezeichnet wurde. Diese Voraussetzung erklärte auch das Auftreten der exotischen Blöcke im Flysch und die Klippen. Durch Fjordbildungen und submarine Schwellen suchte man sich die Bildung der verschiedenen Facies, der helvetischen und der präalpinen, klar zu machen. Eine Anhäufung solcher Probleme schloss die Umgebung des Thunersees in sich, wo die helvetischen Gebirge Beatenberg und Ralligstöcke und die subalpine Nagelfluh an der Blume und am Grüssisberg jäh zum Schweb abbrechen und auf dem Westufer ausschliesslich von Gesteinen in der Klippenfacies abgelöst werden und wo Habkern durch seine exotischen

[1] STUDER, B. Monographie der Molasse. Bern, 1825. — *Geologie der Schweiz.* 1851.

Granite berühmt ist. Die Stockhorn-Chablaiszone bildete dann den Ausgangspunkt zu einer vollständig neuen Auffassung der Alpentektonik, indem HANS SCHARDT [1] bei der Erforschung des Pays d'Enhaut auf die Idee kam, dass die ganze Zone in der Tiefe keine Wurzeln besitze, sondern vom verschwundenen Randgebirge her über Molasse und helvetische Gesteine bis zur Sattelzone vor den hohen Kalkalpen geschoben sei. In diesem Sinne bearbeiteten und erklärten QUEREAU [2] und HUGI [3] die Iberger- und Giswilerklippen. Der Gedankenflug SCHARDT's fand Freunde und Gegner und belebte die Alpenforschung in ungeahnter Weise. Die angenommene Herkunft von Norden machte bald einer noch viel rätselhaftern Abstammung von Süden Platz. Von den vielen Werken, die von BERTRAND, HAUG, SCHMIDT, STEINMANN, TERMIER u. a. veröffentlicht wurden, soll hier einzig LUGEONS bahnbrechende Arbeit [4] hervorgehoben werden. Dieser Forscher stellt in einer Kartenskizze für die Berner Kalkalpen folgende tektonische Einheiten fest :

Klippendecken

6. Decke der Hornfluhbreccie (Gegend von Zweisimmen).
5. Mediane Präalpen (subalpine Zone, Giswilerklippen).
4. Aeussere (Gurnigel) und innere (Pass- oder Sattelzone) Zone (Niesen-Lauenen-Chamossaire).

Helvetische Decken

3. Wildhorndecke = obere Glarnerdecke (Wildhorn-Faulhorn-Brisen).
2. Diableretsdecke = untere Glarnerdecke (Diablerets, Beatenberg-Pilatus).
1. Autochthones Gebirge (Balmhorn-Gspaltenhorn-Eiger).

Vom geologischen Institut der Berner Universität aus wurden in den letzten 10 Jahren diese Behauptungen durch eine ganze Serie von Arbeiten eingehend studiert. 1905 erschien als Frucht der Untersuchungen von ED. GERBER [5], ED. HEL-

[1] FAVRE, E. et SCHARDT. Description géologique des Préalpes du canton de Vaud etc. *Mat. carte géol. suisse*, Livr. 22. 1887.

[2] QUEREAU, E. Die Klippenregion von Iberg. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* 33. Liefg. 1893.

[3] HUGI, E. Die Klippenregion von Giswil. *Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch.* Bd. XXXVI, 2.

[4] LUGEON, M. Les grandes nappes de recouvrement. *Bull. soc. géol. France*, 4me série, t. I. 1901.

[5] GERBER, ED. Beiträge zur Geologie der östlichen Kientaleralpen. *Denkschriften d. schweiz. naturf. Ges.* XL, Abt. 2, 1905.

GERS [1] und ALFRED TRÖSCH [2] die geologische Karte der Gebirge zwischen Lauterbrunnental, Kandertal und Thunersee im Fünfzigtausendstel [3]. Sie bestätigte die Richtigkeit der Annahmen LUGEONS. Das Kiental entblösst ein Querprofil von den autochthonen Hochalpen am Gamchigletscher bis in die Sattelzone im untern Kandertal, in dem sich der Taveyannazsandstein als weit verbreitetes Leitgestein vom Hohtürli und der Sefinenfurgge an unter Schilthorn- und Aermighorngruppe hindurchzieht und so die Deckennatur der Kientaleralpen zur Evidenz erweist. ERNST TRUNINGER in Bern erkannte später, dass der Taveyannazsandstein zu einer Decke gehöre, die sich zwischen die parautochthonen Falten der Balmhorn-Gspaltenhornkette und die Decke der Kientaleralpen einschiebt. A. BUXTORF in Basel bestätigte später das Vorhandensein der Gellihornzwischendecke und publizierte gemeinsam mit TRUNINGER darüber [4]. Dieselben Fragen liegen auch den gegenwärtig in Arbeit stehenden Untersuchungen von HERBERT SEEBER und HANS SEIFFERT im Faulhorngebiet zu Grunde.

Herr Prof. BALTZER in Bern, der alle diese Forschungen geleitet hatte, beauftragte mich 1905 mit der Untersuchung des Beatenberges und seiner Umgebung. Die Funde des Sommers 1908 veranlassten die « Vorläufige Mitteilung über Klippen und exotische Blöcke in der Umgebung von Habkern » [5]. Ich beschrieb darin mehrere neue Vorkommnisse von Klippen, die meist dem Lombachgebiet angehörten, stellte durch Aptychenfunde ihr mesozoisches Alter fest, begründete die Ansicht von der Zusammengehörigkeit der Klippen und exotischen Blöcke im Gegensatz zu ARNOLD HEIM [6] und beanspruchte den Wildflysch für die Klippendecke. Im Auftrag der geologischen Kommission brachte ich diese Untersuchungen im Dezember 1910 zum Abschluss. Im Sommer 1910

[1] HELGERS, ED. Beiträge zur Geologie der westlichen Gehänge des Lauterbrunnentales. *Bernische Inauguraldissertation.* 1905.

[2] TRÖSCH, ALFRED. Beiträge zur Geologie der westlichen Kientaleralpen (Blümlisalpgruppe). *Eclog. geol. Helv.* X. 1908.

[3] Spezialkarte Nr. 43 *a, b,* der geol. Kommission.

[4] BUXTORF und TRUNINGER. Ueber die Geologie der Doldenhorn-Fisistockgruppe und den Gebirgsbau am Westende des Aarmassivs. *Verh. d. nat. Ges. Basel,* XX. Heft 2, 1909.

[5] *Mitt. d. naturf. Ges. Bern,* 1908.

[6] ARNOLD HEIM. Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. *Eclog. geol. Helv.* IX. Nr. 3, 1907.

erschien die geologische Karte der Gebirge nördlich von Interlaken[1]; der Text[2] befindet sich im Druck.

Im folgenden möchte ich die Hauptergebnisse, welche die Auffassung des Aufbaues der Berner Kalkalpen beeinflussen, zusammenfassen.

Die geologischen Aufnahmen im Interlaknergebiet führten mich zur Unterscheidung der folgenden Einheiten :

III.	Klippendecken :	5. Mediane Präalpen.
		4. Habkerndecke.
II.	Helvetische Decken :	3. Augstmatthorndecke.
		2. Niederhorndecke.
I.	Autochthones Gebirge :	1. Subalpine Molasse.

I. Die subalpine Molasse.

Miocaene Nagelfluh, Sandsteine und Mergel bilden das Alpenvorland östlich des Thunersees. Am Seeufer wird die Formation fast ausschliesslich aus bunten Konglomeraten gebildet, deren Grösse und Form auf nicht allzuweiten Transport schliessen lässt. Die Lage der Gerölle weist auf eine Herkunft von Süden hin. Unter den kristallinen Geröllen herrschen die stark sauren Gesteine vor. Ausser Felsarten, deren Ursprungsort man nicht weiss, treten auch solche auf, die mit den exotischen Gesteinen der Habkerndecke übereinstimmen. Dazu zähle ich weissliche und rote Granite, Milchquarze, polygene Breccien, Dolomit, Tithonkalke, weiche Gesteine der obern Klippenkreide (rote und weisse « Couches rouges »), grüne Quarzite und hohgantähnliche Sandsteine. Nach Nordosten hin mehren sich die Sandsteineinlagerungen, so dass man annehmen muss, dass das Delta, dem die Nagelfluh angehört, seinen Ursprung in der Nähe des Alpenrandes über der jetzigen Thunerseedepression genommen habe. Die hangendsten Schichten, Sandsteine und Mergel mit Kohlenflecken, zum Teil nach petrographischer Aehnlichkeit fälschlich als Ralligschichten bezeichnet, beanspruchen nach Nordosten hin einen immer grössern Raum. Im innern Eriz fehlen sie zwar durch Denudation. Wohin die eigentlichen Ralligschichten, die eine oligocaene Flora lieferten, gehören, kann nicht mit Sicherheit ermittelt werden, da die Fundstelle einer Scholle von ganz geringem Umfange angehört und ihr tekto-

[1] Geol. Spezialkarten Nr. 56 und 57 der geol. Kommission.

[2] Paul Beck. Beiträge zur Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, 1911.

nischer Zusammenhang mit der Umgebung nur vermutet werden kann. Die meisten Molassegesteine fallen mit einem Winkel von 20—30° gegen den Alpenrand. Zahlreiche Spalten durchsetzen die Schichten ; doch besitzen die Verschiebungen nur geringe Ausmasse. Die Molasseberge leisteten den vordringenden Alpendecken passiven Widerstand. Sie wurden durch die brandenden Decken[1] zum Teil überschoben. Zwischen Gunten und Thun kenne ich keine Antiklinalen, wie sie KAUFMANN[2] konstruierte.

II. Die Niederhorndecke.

1. Definition.

Nach einer Verabredung bezeichnen BUXTORF[3] und ich mit dem Namen Niederhorndecke den Teil der Wildhorndecke, dessen Kreide- und Tertiärserie sich vom jurassischen Kern losmachte und nun selbständig vom Thunersee bis zum Pilatus hin den nordwestlichen Saum der helvetischen Kalkalpen bildet. Mit Ausnahme der Harderfalte, die das Bindeglied zum jurassischen Faltenwurf der Wildhorndecke bildet, stellt die Niederhorndecke ein Schollengebirge dar. Sie ist nicht identisch mit der oben erwähnten von LUGEON skizzierten untern Glarnerdecke, sondern abhängig von seiner Wildhorndecke. Sie ist deren durch die höheren helvetischen und die Klippendecken losgeschürfter und nach Nordwesten vorgeschobener Kreide-Eocaen-Mantel. Der Zusammenhang mit dem Jurakern besteht am Wildstrubel noch vollständig. Sie macht sich aber nach Nordosten hin immer unabhängiger, bis sie sich nach der Auffassung BUXTORFS[4] am Vierwaldstättersee in drei Teildecken : Die Bürgenstockdecke, die Pilatusdecke und die eigentliche Niederhorndecke auflöst.

2. Stratigraphie.

Im Gebiet von Interlaken wurde die Ablagerung der Kreide- und Tertiärsedimente zweimal unterbrochen : das erste Mal

[1] ARNOLD HEIM. Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesellsch. Zürich.* Herbst 1906.

[2] FRANZ JOSEF KAUFMANN. Die Emmen- und Schlierengegenden. *Beitr. z. geol. Karte d. Sehweiz.* 24. Liefg. II. Teil.

[3] A. BUXTORF. Erläuterungen zur geologischen Karte des Bürgenstocks. Basel, 1910. Geol. Kommission.

[4] l. c.

zwischen dem obern Schrattenkalk (Aptien) und dem Grünsand des Gault (Gargasien) und das zweite Mal zwischen dem Seewerkalk und dem Eocaen. Die beiden Transgressionen lassen sich nur an der Waldegg auseinanderhalten, da am Beatenberg und am Alpenrand die Ablagerungen der mittlern und obern Kreide der zweiten Transgression vollständig zum Opfer fielen.

Die ältesten Sedimente der Niederhorndecke sind die basalen Mergelschiefer des Valangien und vielleicht des Berriasien. Sie bilden den Boden des Jūstustales und werden durch die steilen Hänge der Wandfluh überragt, die sich aus dem Valangienkalk, der Criocerasstufe und dem Kieselkalk des Hauteriviens, den Altmannschichten, der Drusbergstufe und dem Schrattenkalk des Barrêmiens, dem obern Schrattenkalk (Aptien) und dem eocaenen Hohgantsandstein aufbauen. Das Barrêmien besitzt im ganzen Untersuchungsgebiet eine ziemlich gleichbleibende Mächtigkeit. Dagegen wechselt die Facies von Ort zu Ort. Am Alpenrand überwiegt die Schlammfacies (Drusbergschichten), an der westlichen Wandfluh und in der Balmholznische dagegen der koralligene untere Schrattenkalk. Im Sigriswilgrat überlagert der auversiene Hohgantsandstein das obere Barrêmien, in den übrigen Gebieten dagegen blieben auch die Orbitulinenschichten und zum Teil der obere Schrattenkalk verschont. Eine messerscharfe Fuge trennt an der Waldegg beim Küblibad den obern Schrattenkalk vom darüberlagernden Gargasien und den übrigen Schichten der mittlern und obern Kreide (Concentricusschiefer, Knollenschichten, Turritenschichten und Seewerkalk). Die darauf folgende stratigraphische Lücke nimmt von Süden nach Norden immer mehr zu, wie aus der stratigraphischen Tabelle zu ersehen ist. An der Basis dieser Eocaentransgression tritt manchmal ein Grundkonglomerat, manchmal eine scharfe Fuge auf. An der Waldegg umlagert der Sandstein mit grossen Nummuliten (N. complanata und perforata) aufbereitete Seewerkalkgerölle. Auf die zum Teil glaukonitreichen Lutétiensandsteine, -kalke und -schiefer folgen die Brackwasserschichten, die im Weissental ob Merligen, in der Berglikehle auf dem vordern Sigriswilgrat, am Niederhorn und auf der Gemmenalp zu Schürfungen auf Steinkohle Anlass gaben. Sowohl die geringe Ausdehnung der Flötze, als auch das harte Nebengestein (Quarzsandstein

[1] Jean Boussac, Observations sur le nummulitique des Alpes suisses. *Extr. bull. soc. géol. France.* 4me série. t. IX, p. 179, année 1909.

= «Eisenfresser») und die ungünstige Lage verhinderten eine grosse Ausbeutung. Der eigentliche Hohgantsandstein (Auversien) überlagert die Brackwasserschichten. Von der Wandfluh aus, wo er seine schönste Ausbildung erreicht, geht er nach Nordwesten zum grossen Teil in den Lithothamnienkalk des Sigriswil-Rothorns, nach Südosten dagegen oft in die schiefrige Facies der Pectinitenschiefer KAUFMANNS (l. c.) über. Die obersten Sedimente der Niederhorndecke sind die Mergelschiefer, Sandschiefer und Lithothamnienkalke des Bodmiflysches und die reinen Schlammablagerungen der Stadschiefer. Beide oft schwer zu trennenden Gruppen entsprechen nach BOUSSAC [1] dem Priabonien.

3. Tektonik.

a) Die Harderfalte.

Verfolgen wir nun den tektonischen Verlauf der Niederhorndecke vom Wildstrubel bis zum Vierwaldstättersee. Die Profile durch den Wildstrubel lassen erkennen, wie die gefaltete Wildhorndecke unter die exotischen Gesteine der « Zone des cols » taucht. BERNET [1] und HELGERS [2] versuchten den Bau der Lohner-Elsighornkette darzustellen. Die beiden Lohner, First und Hohwang formen eine grosse nach Nordwesten überliegende Antiklinale, deren Kopf durch die Denudation abgetragen wurde. Daran schliesst sich nach unten die Schrattenkalksynklinale, deren Kern die felsumgürtete Gollitschenalp [3] trägt. Nun folgt ein Unterbruch des Schichtverbandes. An den Gehängen von Kirch- und Elsighorn erkennt man als neues Motiv im Aufbau der Lohner-Elsighornkette eine Kombination von Falten und Schollen. Sie entsprechen damit den gegenüberliegenden Abstürzen des Elsighorns.

Die ersterwähnte grosse Falte lässt sich mit Leichtigkeit nach Nordosten hin verfolgen. Ich nannte sie Harderfalte, da diese Bezeichnung von einem Gebirge entlehnt ist, das sich einzig aus ihr aufbaut und in dem der Gewölbekopf noch

[1] EDM. BERNET. La zone des cols entre Adelboden et Frutigen. *Eclog. geol. Helv.* Vol. X. Nr. 2, 1908.

[2] ED. HELGERS. Die Lohnerkette. Bern, K. J. Wyss, 1909.

[3] Sowohl BERNET, als auch HELGERS stellen die tektonischen Verhältnisse nördlich der Gollitschenalp ungenau und einander widersprechend dar. Ich stütze mich oben auf eigene Beobachtungen.

erhalten ist. Die Harderfalte, deren S-Form im westlichen Abschnitt durch die Angliederung der Gollitschensynklinale erreicht wird, setzt sich in Aermighorn-Bachfluh, Dreispitz und Morgenberghorn zum Harder hin fort. Von der C-Falte des Harder blieb auf dieser ganzen Entfernung nur der liegende Schenkel erhalten. Die entgegengesetzt gerichtete tiefere C-Falte (Gollitschen-Bachfluh, Höchst) löst sich durch einen Bruch des verbindenden Mittelschenkels von der obern und erlangt in der senkrecht stehenden Scholle der Hutmad ihre Selbständigkeit, die sich im Buchholzkopf am Thunersee und der Waldegg östlich des Sees noch weiter ausbildet und zur Entstehung eines grössern Schollenkomplexes führt, dessen ursprüngliche Gewölbeform noch durch die Lage der Schollen angedeutet wird. Da die Axe der Harderfalte von 2550 m Meereshöhe am Lohner auf wenig über 1000 m am Harder sinkt, so ist es begreiflich, dass nun auch noch höhere Teile der Falte erhalten blieben. In der Roten Fluh wird die Umbiegung wieder sichtbar. Der Schrattenkalk, der sonst immer an der Nordabdachung der Kette heraustrat, bildet jetzt das Felsband der Graggenfluh und lässt sich durch die Schaffalle und die Schnierenbänder, durch die Rotschalp und die Rotschalpburg bis gegen den Schöngütsch hin verfolgen, von wo an er auf weithin durch die Augstmatthorndecke abgeschürft ist. Hugi[1] meldet das Vorkommen einer tektonischen Breccie mit Schrattenkalkkomponenten aus dem Dundeltälchen. Dafür ist vom Brienzerrothorn bis gegen den Brünig hin die Harderfalte im Hauterivienkieselkalk und im Valangien sehr schön erhalten. Am Ballenberg, über Brienzwiler und nördlich des Brünigs erkennt man wie die Schichten der untern Kreide den Jurakern der Antiklinale umhüllen. Von Interlaken bis an den Lungernsee steckt der Kopf der Harderfalte im Gebirge drinn; von da weg tritt er wieder aus den südöstlichen Gehängen des Sarneraatales heraus und wird auf der Bärfallen, am Sachsler- und Kernserberg beobachtet. Von da an verschwindet die Faltenstirn unter den Gesteinen der Augstmatthorn- und der Klippendecken. Bei Wolfenschiessen im Engelbergertal ist die Axe der Falte unter das Niveau des Aabaches gesunken. Dafür liegt der Zusammenhang mit dem Malmkern der Storegg klar. — Soviel über die Harderfalte und ihre Abzweigung zur Waldegg.

[1] l. c.

b) Die randlichen Schollengebirge.

Die tiefern helvetischen Falten des Wildstrubelgebirges beginnen schon in der Lohnerkette sich von der Harderfalte abzulösen. Gerihorn und Giesenengrat zwischen Kander und Kiene werden durch Falten und Schollen aufgebaut und bilden den Uebergang vom Falten- zum Schollengebirge. Wie die vorzügliche Bearbeitung der Standfluhgruppe durch GERBER [1] zeigt, blieben in diesem Gebirge nur noch drei kleinere Gewölbe als Andeutung von Faltungen übrig. Die nun folgende Zone der Thunerseedepression gab durch grosse tektonische Störungen [2] den Anlass, die Niederhorndecke stark zu reduzieren. Die Birchenbergscholle [3] neigt stark gegen den See hin und verschwindet unter der Tertiärdecke. Jenseits des Sees bauen sich staffelförmig Beatenberg und Sigriswilgrat auf, formen bis zum Pilatus hin die Alpenrandkette, keilen dort aus [4] und werden durch die Pilatusteildecke abgelöst. BUXTORF neigt zur Ansicht hin, dass die von ihm erkannte Teildecke des Bürgenstockes das Aequivalent der Waldegg sei. Diese Auffassung hat viel für sich, besonders da sich auch die Abzweigung der Pilatusdecke aus der Alpenranddecke eine Strecke weit verfolgen lässt. An der Standfluh, am Birchenberg und von der Sundlauenen gegen den Hohgant hin werden die vorgelagerten Schollengebirge durch einen einheitlichen Bruch, die Sundlauenenverwerfung, abgeschnitten. Im Hohgantgebiet verzweigt sich die Spalte. Höher gelegene Schollen bauen den Alpenrand auf ; tiefere alpeneinwärts gelegene erlangen bis über die Schrattenfluh hinaus immer grössere Selbständigkeit und scheinen sich, unter der Flyschdecke verborgen, weiterhin zur Pilatusdecke zu entwickeln.

Der Vollständigkeit halber möchte ich noch erwähnen, dass das Justustal keine einfache, gesprengte Antiklinale ist, sondern dass es der ganzen Länge nach von Verwerfungen durchzogen ist, deren Sprunghöhe bis 200 m beträgt. Diese bedeutenden Längsdislokationen sprengten im Verein mit vielen Querspalten den Eocaen-Schrattenkalkpanzer und machten so die tiefer gelegenen, leicht zerstörbaren Schichten

[1] ED. GERBER. Die Standfluhgruppe, ein wurzelloses Gebirge. *Eclog. geol. Helv.* XI. Nr. 3, 1910.

[2] Harder und Rugen sind fast 2 km gegen einander verschoben.

[3] ED. GERBER. Oestliche Kientaleralpen (l. c.).

[4] BUXTORF. l. c.

der Denudation zugänglich. Die beiden grössten Längsbrüche heissen Blumhorn-Rufigrabenverwerfung und Sichelverwerfung.

III. Die Augstmatthorndecke.

Diese Bezeichnung führte ich zuerst in der geologischen Karte der Gebirge nördlich von Interlaken ein, um damit die spärlichen Reste einer höhern helvetischen Decke, die man zwischen Kander und Brünig beobachtet, zu bezeichnen. Wahrscheinlich entsprechen diese Rudimente der Drusbergdecke der zentralen Kalkalpen. Da es jedoch nur einer Spezialerforschung der Gebirge zwischen Lungernsee und Drusberg gelingen kann, den Zusammenhang sicher zu stellen, so ziehe ich die vorläufige Bezeichnung vor. Soweit mir die stratigraphischen Verhältnisse der nördlichen Kalkalpen bekannt sind, wird einzig diese Decke durch das Auftreten der Wangschichten charakterisiert, so dass vielleicht die Bezeichnung Wangdecke am Platze wäre.

Die Decke blieb bei Wolfenschiessen-Diegisbalm am vollständigsten erhalten. Dort ruht sie auf den Gault- und Seewerschichten der untertauchenden Harderfalte und enthält nach KAUFMANN[1] Neokom, Schrattenkalk, Gault, Seewerkalk und Wangschichten. Ueber ihr lagern die Klippen des Arnigrates. Das Profil von Diegisbalm, das KAUFMANN als eine nach Südwesten einfallende S-Falte mit reduziertem (Neokom-) Mittelschenkel zu erklären sucht, gibt ein klares Bild von der Stellung der Augstmatthorndecke. Weil im Brienzer-Hardergrat fast nur noch die Wang- und Tertiärschichten erhalten blieben, und die am Kontakt der Augstmatthorndecke und der Harderfalte oft auftretenden Mergelschiefer weder als Flysch (wie ich annahm), noch als Senonmergel (event. Basis der Wangschichten) bewiesen werden können, müssen zur Begründung der Selbständigkeit der höhern Decke tektonische Gründe, die allerdings reichlich vorhanden sind, herbeigezogen werden.

Wie mir Herr Prof. Dr. SCHARDT brieflich und mündlich mitteilte, treten an der Plaine morte im Wildstrubelgebirge Wangschichten auf, deren tektonische Verhältnisse ich aber nicht kenne. Im Sommer 1910 beobachtete ich unzweifelhafte Wangschichten ca. 200 m mächtig als Hangendstes der Gerihorn-Giesenengrat-Falten und -Schollen. Ich notierte vom

[1] l. c. Atlas; Taf. XXVIII. Fig. 7.

Knubel über das Sattelhorn und unterhalb Tschingel die folgende Schichtserie :

1. Klippengesteine der Habkerndecke auf dem Knubel,
2. Flyschschiefer,
3. Wangschichten,
4. Schrattenkalk,
5. Eocaener Quarzsandstein (Hohgantsandstein),
6. Schrattenkalk,
7. Bergschutt,
8. Schrattenkalk,
9. Bergschutt,
10. Neokom,
11. Schrattenkalk,
12. Flysch,
13. Taveyannazsandstein.

Diese Schichtfolge scheint mir den folgenden Decken anzugehören :

1. der Habkerndecke,
2.—4. der Augstmatthorndecke,
5.—11. der Niederhorndecke (die Wiederholungen entstanden teils durch Faltung [z. B. oberhalb der Felsenburg], teils durch Bruchüberschiebungen),
12.—13. dem Substratum der Niederhorndecke, das sich im Kandertal in den höhern Teilen aus abgequetschtem Flysch und Taveyannazsandsteinschollen der Gellihornzwischendecke und den Schichten der eingefalteten Habkerndecke zusammensetzt.

Wie oben dargetan, folgt nun ostwärts die Thunerseedepression, die sich durch starke Zerstörung der Decken auszeichnet. Deshalb fehlen jegliche Spuren der höhern helvetischen Decke vom Giesenengrat bis zur Roten Fluh über Ringgenberg. Ganz fremdartig beginnt an letzterm Punkte das Wanggestein in einer Mächtigkeit von über 200 m in sehr unklarer Lagerung bald auf Aptien, bald auf Seewerkalk oder den fraglichen Flyschschiefern ruhend. Eigenartig ist die Erhaltung der Wangdecke im Augstmatthorn, wo ich eine S-Falte, die der Harder-C-Falte auflagert, konstatieren konnte. In ihrem Gewölbekern stecken Seewerkalk, Schrattenkalk, Drusbergschichten und Kieselkalk, im Muldenkern dagegen eocaene Sandsteine und Schiefer. Zwischen S und C schieben sich in variabler Mächtigkeit die fraglichen Flyschschichten ein. Aber bald verschwindet die S-Falte durch Denudation, und bis an den Lungernsee konnte ich einzig das

Vorhandensein des Muldenschenkels, dem auch das Profil von Diegisbalm anzugehören scheint, konstatieren.

Um so interessanter gestaltet sich der Kontakt der beiden helvetischen Decken. Für die Vorkommnisse im Dundeltälchen in der Nähe der Giswilerklippen verweise ich auf die ausgezeichnet scharfen Beobachtungen HUGIS[1] und begnüge mich hier einzig mit der Besprechung der Lanziszähne westlich des Brienzerrothorns. Es handelt sich bei dieser Untersuchung darum, festzustellen, ob die Gesteine der beiden helvetischen Decken einer einzigen Schichtfolge und somit die Wangschichten der Niederhorndecke angehören können. Diese bisherige Auffassung muss ich auf Grund der folgenden Verhältnisse entschieden verneinen. Wer vom Schöngütsch her den Pfad gegen das « Lätgässli » begeht, trifft zuerst Wangschichten auf Barrêmien, dann eine beginnende Gaultlamelle, die mit aller Deutlichkeit dynamische Einflüsse zeigt. Dieser Gaultsandstein nimmt bald an Mächtigkeit zu und formt die senkrechten Schroffen der Lanziszähne. Hier schieben sich nun zwischen das Wang und den Gault Fetzen von Seewerkalk und fraglichem Flysch ein. Alle Schichten mit Ausnahme des unklar aufgebauten Wang stehen ziemlich senkrecht. Der stark herauswitternde Flysch bildet das Couloir, das nach der Beschaffenheit des Bodens « Lätgässli » getauft wurde. Soweit liesse sich der Kontakt noch durch eine rasche Wangtransgression erklären. Nun verdoppeln und verdreifachen sich aber die unter dem Wang liegenden Schichten zur Schuppenstruktur, so dass man im Querprofil notiert :

1. Barrêmien,
2. Gault,
3. Seewerkalk,
4. Flysch ?
5. Gault,
6. Seewerkalk,
7. Gault,
8. Seewerkalk,
9. Flysch ?
10. Discordantes Wang.

Wenn auch tektonische Veränderungen innerhalb einer Decke auftreten können, so betrifft dies immer relativ weiche Schichten, wie beispielsweise die Valangienschichten zwischen dem Jurakern und der abgestreiften Kreide am Brünig. Aber davon, dass harte Schichten wie Gaultsandstein und Seewerkalk zwischen den weichen Schichten des Barrêmien, das viel mergeliger ist als der gewöhnliche Schrattenkalk, und dem Flysch eine dreifache Wiederholung innerhalb einer

[1] l. c. S. 13 unten und S. 14.

und derselben Schichtfolge bilden, habe ich noch nichts gehört.

Einer Detailarbeit fällt die dankbare Aufgabe zu, die Augstmatthorndecke bis nach Diegisbalm zu verfolgen. Bei dem oben erwähnten Sinken der Axe der Harderfalte ist es leicht erklärlich, dass die Wangschichten und die zugehörigen Gesteine nach Osten hin immer besser erhalten blieben. Im Seelisbergergebiet scheinen sie nach PANNEKOEK [1] zu fehlen. ARBENZ [2] diskutiert das Auftreten des Wang und die damit verbundene Reduktion der mittlern Kreide, ohne eine genügende Erklärung zu finden.

IV. Die Habkerndecke.

Mit diesem Namen benenne ich das exotische Substratum der grössern Klippen der Habkern-Wildhaus-Mulde und der subalpinen Zone. Ihre Zusammensetzung ist eine ganz eigenartige und von allen übrigen Decken verschiedene. Sie bildete sich zur Eocaenzeit aus einer ältern, exotischen Decke, welche, soweit bekannt, kristalline Gesteine und Sedimente von der Trias bis und mit der obern Kreide enthielt. Wir müssen also zwischen einer primären, vortertiären und einer sekundären, eocaenen Habkerndecke unterscheiden.

1. Die ältere Habkerndecke.

Diese primäre Decke lieferte der sekundären als Material viel Granit (Habkerngranit), selten Gneis und Diorit, viel Dolomit, Rauchwacke, bunte Tone und Kalke der Trias, Kalke und Schiefer der Jura- und Kreidezeit. Somit muss sie selber aus diesen Komponenten aufgebaut gewesen sein. Aus später anzuführenden Gründen müssen wir annehmen, dass andere, zur Eocaenzeit noch nicht abgetragene Teile der Decke auch noch die zahlreichen Quarzite und die vielen kristallinen Gesteine unbekannter Herkunft, die man in der Nagelfluh findet, enthielten.

2. Die jüngere Habkerndecke.

In der Gegend von Habkern gelang es mir, die Habkerndecke vorläufig zu gliedern wie folgt:

[1] PANNEKOEK. Umgebung von Seelisberg. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, Liefg. 47.

[2] ARBENZ. Frohnalpstock. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* Liefg. 48.

1. Weiche graue Sandsteine mit reichlichem Glimmer und vielen Kohlenflecken und eigenartigen Knauern auf den Schichtflächen. Frucht von *Carpinus pyramidalis*. Oligocaen ?
2. Mergelschiefer, den Stadschiefern entsprechend. *Chondrites intricatus Ch. Targionii, Ch. affinis*, Priabonien? Oligocaen?
3. Schlierensandstein, oft kaum vom Taveyannazsandstein zu unterscheiden [1] ; ein verwaschener und ein wiederverfestigter Granitgrus. Haselnussgrosse Geschiebe, wie schon KAUFMANN (l. c.) betont, aufs beste dem roten Granit der miocaenen Nagelfluh entsprechend. *Nummulites variolarius, Orthophragmina*. Auversien.
4. Quarzsandsteinbänke, oft mit Schiefer wechselnd, oft stark glaukonitisch. Polygene Breccien und Konglomerate in Blöcken, exotische Granitblöcke. *Assilina, Nummulites Rouaulti, N. complanatus* [2]. Lutétien.
5. Grössere und kleinere Klippen aus oberer Kreide, Neokom, Tithon und Gyps auf engste tektonisch und, wie mir scheint, auch stratigraphisch mit dem Tertiär verbunden [3].

Die Altersfolge dieser petrographisch zusammengestellten Gruppen lässt sich zum Teil nach den spärlichen Fossilfunden nur vermuten. Die Gruppen 1 und 2 bilden meist die Basis der Habkerndecke, was sich aus den später zu erörternden tektonischen Vorgängen leicht erklärt.

3. Verbreitung der Habkerndecke.

Am Nordfuss des Wildstrubels wurden ähnliche Vorkommnisse als « Zone des cols » oder Sattelzone beschrieben. Sie bedecken in der Nähe von Adelboden die Falten der Wildhorndecke bis fast auf die Wasserscheide der Lohnerkette hinauf und teilen sich erst in zwei, später in drei Zonen. Die nördlichste zieht sich dem Engstligenbach nach hinunter ins Kandertal, bildet das Klippengebiet von Spiez und Krattigen und setzt sich ostwärts des Thunersees als subalpine Klippenzone, die allerdings auch abgequetschte Teile der Gellihornzwischendecke enthält, fort. Sie schert die Ralligstöcke ab und lässt sich bis an den Vierwaldstättersee verfolgen.

Was ich in meiner vorläufigen Mitteilung [4] über die Klippenvorkommnisse westlich des Thunersees annahm, wurde

[1] l. c. (Emmen- und Schlierengegenden.) S. 556 et 557.

[2] BOUSSAC. Nummulitique helvetique et Nummulitique préalpin dans la Suisse centrale et orientale. *C.-R. Ac. Sc.*, Paris, 6 juin 1910.

[3] BECK. Klippen und exotische Blöcke der Umgebung von Habkern. *Mitt. d. nat. Ges. Bern*, 1908.

[4] l. c.

seither durch die Untersuchung bestätigt. Ein guter Teil der von HELGERS[1] kartierten Leimernschichten zwischen Buchholzkopf und Morgenberghornkette erwies sich als Eocaen und obere Kreide der Habkerndecke.

GERBER[2] und ich erkannten in gemeinsamer Begehung an der Rengg zwischen Dreispitz und Wetterlatte die Klippengesteine, die ersterer in der Arbeit über die Standfluhgruppe vorzüglich in Wort und Bild erläutert. Die Klippen im Fahrnital waren schon MOESCH[3] bekannt. Endlich bestätigte sich meine Vermutung, die nach den Angaben TRÖSCHS[4] annahm, dass sich auf dem Knubel zwischen Giesenengrat und Aermighorn eine Klippe befinde, durch das Vorkommen von kohlenfleckigen Sandsteinen (s. unter Nr. 1), polygener Breccie, oberer Kreide und Rauchwacke. Berücksichtigen wir noch die exotischen Schollen aus oberer Kreide bei der Suldsäge und bei Kiental, so ist eine lückenlose Reihe von Klippen von der Habkernmulde bis zur « Zone des cols » festgestellt.

Entsprechend der Dreiteilung der Niederhorndecke in Harderfalte, Waldeggkomplex und Beatenberg, teilt sich auch dieser Klippenzug in zwei Aeste, die sich östlich von Habkern wieder vereinigen. Der Lombach schnitt in die südliche Klippenzone sein wildes Bett ein ; der nördlichen dagegen sind die zu der « medianen Präalpendecke » gerechneten Vorkommnisse auf Leimern und Stirne zuzuzählen. Die Habkerndecke füllt weiter nach Osten die weite Depression zwischen Harderfalte und Alpenrandkette aus und bildet in den Unterwaldnerbergen das Substratum der grossen Klippen.

Gehört etwa das von ARNOLD HEIM[5] beschriebene Lutétien mit einem Habkerngranitblock auch zur Habkerndecke ? Nach der ausführlichen Beschreibung die derselbe Verfasser neulich über die Churfirsten-Mattstockgruppe[6] herausgab, finden sich in der Mulde Amden-Wildhaus genau dieselben Verhältnisse wie bei Habkern. ARNOLD HEIM betrachtet aber den Flysch mit exotischen Blöcken als helvetischen Flysch und

[1] l. c. Karte von GERBER, HELGERS und TRÖSCH.

[2] GERBER. Standfluhgruppe.

[3] C. MOESCH. Die Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuss und Kiental. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* 24. Liefg. III. Teil, 1894.

[4] l. c.

[5] ARNOLD HEIM. Ueber das Profil von Seewen, Schwyz und den Fund von Habkerngranit im Nummuliten-Grünsand : *Verhdl. d. naturf. Ges. Zürich*, 1908.

[6] ARNOLD HEIM. Monographie der Churfirsten-Mattstockgruppe. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* Liefg. 50, 1910.

trennt die exotischen Blöcke vom Klippenphänomen. Damit steht seine Auffassung dieser Vorkommnisse im direkten Gegensatz zu der meinigen. In einer noch neuern Publikation[1] über die Einwicklung der helvetischen Decken durch die Klippendecken, worin er besonders die Frage des sog. autochthonen Flyschs des Kantons Glarus bespricht, aber auch auf meine Interlaknerkarte Bezug nimmt, macht es fast den Anschein, als ob er jetzt diese Auffassung verlassen habe. Doch spricht er sich nicht genau darüber aus.

V. Die Decke der medianen Präalpen.

Sie ist zwischen der Kander und der grossen Emme nur durch die relativ geringen Vorkommnisse von Oberer Kreide (Leimern, Stirne, Stelli-Hinterring), Neokomfleckenkalk (Leimern und Stelli-Hinterring) und Tithon (Stelli-Hinterring) vertreten. Die bekannteste der Klippen ist die Leimern, die ausgedehnteste Stelli-Hinterring. Die drei Klippen lagern diskordant auf den obersten Schichten der Habkerndecke. Ob noch weitere Klippenvorkommnisse dieser Gruppe zuzuweisen sind, kann der schlechten Aufschlüsse und der geringen Ausbreitung dieser Gesteine wegen nicht gesagt werden.

VI. Ueber die Entwicklung der alpinen Decken und die Entstehung der Nagelfluh.

Die Einführung einer präeocaenen und einer eocaenen Habkerndecke in die Tektonik der nördlichen Kalkalpen verlegt den Anfang der Deckenbildung in eine viel ältere Zeit, als bis jetzt angenommen wurde. Sie müssen daher einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der benachbarten Sedimentfolgen gehabt haben und sich in den terrigenen Sedimenten widerspiegeln. Prüfen wir die beigelegte stratigraphische Uebersichtstabelle der Kreide- und Tertiärsedimente in dieser Beziehung.

1. Die helvetische Geosynklinale.

Die Tabelle lässt in erster Linie eine langandauernde Synklinale, welche gewöhnlich als die helvetische bezeichnet wird,

[1] Arnold Heim. Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* 61. Liefg. 1911.

erkennen. Jedenfalls waren ihre Sedimente früher viel ausgebreiteter als heute; sie fielen aber den Landperioden zum Opfer, und wir können über die diesbezüglichen Beträge nicht einmal Vermutungen aufstellen. Wir lassen sie daher unberücksichtigt.

Die helvetische Geosynklinale umfasste zu Beginn der Kreidezeit das Gebiet, das sich vom Nordrand der autochthonen Kalkalpen nach Süden bis über die Augstmatthorndecke hinaus erstreckte. Sie verschmälerte sich aber im Laufe der Zeit immer mehr. Zur Zeit des Barrêmien war der Meeresgrund so schwankend und wenig tief, dass sich neben den Schlammabsätzen (Drusbergschichten) Korallenriffe (Schrattenkalk) bildeten. Darauf folgte der Unterbruch in der Sedimentation, den wir an der Waldegg zwischen Aptien und Gargasien, in der Augstmatthorndecke am Suggiturm und an der Graggenfluh zwischen Aptien und Seewerkalk erkennen und dem die von Nordwesten nach Südosten fortschreitende Transgression des Gault ein Ende machte. Zur Wangzeit erreichte die Synklinale ihre geringste Ausdehnung. Sie verschwand während des untern Eocaens vollständig. Eine neue, grosse Transgression setzte im Gebiet der Habkerndecke zur Lutétienzeit ein, schritt von Südosten nach Nordwesten vor und scheint während des obern Oligocaens den nördlichen Jura erreicht und dort die Cyrenenmergel abgelagert zu haben. Damit überflutete das Meer Gebiete, die seit der Malmzeit keine dauernden Sedimente erhalten hatten. Hier lagerten sich die oberoligocaenen und miocaenen Schuttmassen bald in einem Meeresarm, bald in einem Süsswassersee ab, und so entstand die Molasse des Mittellandes und des Jura. Im Gebiet der alten helvetischen Synklinale dagegen dauerte die Sedimentbildung nur bis zum Uebergang vom Priabonien zum Tongrien, trotzdem wir im ganzen Alpengebiet keine Nachweise für eine neue Kontinentalperiode besitzen.

Anschliessend an die helvetischen Schichten lagerten sich weiter im Süden die exotischen Gesteine ab. Ihre Gliederung ist mir noch zu wenig bekannt, als dass ich mich für dieses Gebiet über die Landperioden aussprechen könnte. Ich weise einzig darauf hin, dass die Bildung der Couches rouges vielleicht mit einer nach ihrer Ablagerung folgenden Landperiode in Zusammenhang zu bringen ist. Die Bildung einer submarinen Bodenschwelle, die die Entstehung der Habkerndecke einleitete, verursachte wahrscheinlich die Trennung der beiden Facies.

2. Die Deckenbildungen.

a) Die primäre Habkerndecke[1].

Die oben erwähnte Bodenschwelle, die nach den exotischen Blöcken, die sich zum Teil schon im Senon und vielleicht noch in tiefern Schichten der südlichsten helvetischen Gesteine (höchste und daher südlichste Decken) finden, zu schliessen, sich schon vor der Tertiärzeit, wenigstens zeitweilig über den Meeresspiegel erhob, entwickelte sich während des Untereocaens zu einem Landgebiet, das der Erosion und Denudation ausgesetzt war. Wahrscheinlich tauchte der andauernde Schub von Süden die Stirne der Habkerndecke langsam ins Tertiärmeer. So bildeten sich nun der Küste vorgelagert jene Breccien, Konglomerate und groben Sandsteine, die wir mit lutétienen Fossilien als älteste Schichten der jüngern Habkerndecke erkannten. Da man annehmen kann, dass sich dabei eine Rias- oder Fjordküste bildete, lässt sich auch begreifen, dass gewaltige Blöcke aus den widerstandsfähigen Gesteinen, wie die Habkerngranite es sind, von den Sedimenten umhüllt wurden. Ebenfalls ist es möglich, dass kleinere zusammenhängende Sedimentkomplexe eingeschlossen wurden. Die eigenartigen Verhältnisse, in denen die kleinen Klippen des Lombachgebietes erscheinen, legen eine derartige Vorstellung nahe. Kleine Klippen, Blöcke, Konglomerate, Breccien, Sandsteine, Schlamm, kurz alle die Sedimente der primären Habkerndecke im Eocaenmeer, verfestigten sich dann wieder zu festen Schichten.

Gleichzeitig mit der Bildung der sekundären Habkerndecke fand die Ablagerung der gewaltigen Sandsteinmassen des helvetischen Lutétien und des Auversien statt. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um terrigene Sedimente der Habkerndecke. Die kristallinen Gesteine lieferten bei ihrem Zerfall den nötigen Quarzsand, währenddem die Feldspate und Glimmer sich auflösten und sich an der Bildung der ton- und mergelreichern Partien beteiligten. Dadurch erhalten wir ein ähnliches Verhältnis zwischen Hohgantsandstein und den exotischen Blöcken, Konglomeraten und Breccien, wie es zwischen dem miocaenen Sandstein des Mittellandes und der subalpinen Nagelfluh besteht.

[1] Ich bezeichne das auftauchende Land als Decke, da es wohl analog den spätern Decken gebaut war. Ausserdem ist ein Nordwärtsschieben des wiederverfestigten Schuttes nur durch eine wandernde Decke möglich.

Während der Priabonienzeit scheint ein Stillstand in der Deckenbildung eingetreten zu sein, da sich im ganzen Gebiet von der Habkerndecke bis ins Helvetischautochthone hinein Flyschschiefer ablagerten.

b. Die Ueberschiebung der sekundären Habkerndecke auf die Ablagerungen der helvetischen Geosynklinale und die Bildung der Nagelfluh.

Folgende Beobachtungen veranlassten mich zur Annahme der weiter unten gezeichneten Vorgänge :

1. KAUFMANN [1] wies schon auf den Umstand hin, dass sich gewisse Partien des Taveyannazsandsteins nicht von einzelnen grünen Sandsteinen der Habkerndecke (« des Wildflysches ») unterscheiden lassen.

2. Es herrscht die weitgehendste petrographische Uebereinstimmung zwischen den kohlenfleckigen, oft knauerigen, weichen Sandsteinen der oligocaenen Ralligschichten und der jüngern Habkerndecke (mit *Carpinus pyramidalis*).

3. Der Schlierensandstein stimmt ebenfalls schon nach KAUFMANN [2] petrographisch mit Partien aus der Nagelfluh überein.

4. Unter den kristallinen Komponenten der subalpinen Nagelfluh finden wir Gerölle aus den verschiedenen Arten des Habkerngranits und seiner Begleitgesteine.

5. Unter den Sedimentgeröllen der bunten Nagelfluh fand ich bis jetzt kein einziges, das ich sicher als helvetisch hätte bezeichnen können. Dagegen sammelte ich aus zahlreichen Vorkommnissen folgende Klippengesteine: Grüne und hohgantartige Sandsteine des Tertiärs [3], polygene Breccien und Konglomerate, weisse und rote obere Kreide, Fleckenkalk, Tithon, Dolomit, Oelquarzite und Milchquarz.

Es bestehen somit fast zweifellos Beziehungen zwischen der Habkerndecke und der Bildung von Taveyannazsandstein, Ralligschichten und Nagelfluh.

Man kann etwa den Einwurf erheben, es befänden sich in der bunten Nagelfluh mehr kristalline Gesteine, die der Habkerndecke fremd seien, als solche, die in ihr auftreten. Diese

[1] l. c.
[2] l. c.
[3] KAUFMANN (l. c.) fand darin Nummuliten.

Tatsache steht fest, bildet aber keinen Gegenbeweis, da niemand ihren Ursprung kennt. Können diese Gesteine nicht aus einem tiefern oder südlicherem Teil der Habkerndecke stammen, der von der eocaenen Abtragung verschont blieb, später mithalf die wiederverfestigte Deckenstirne auf die helvetischen Sedimente hinaufschieben und dann erst der miocaenen Denudation zum Opfer fiel und dabei vollständig zerstört wurde, weil er über der sekundären Habkerndecke lag ?

Damit haben wir schon den mutmasslichen Gang der spätern Ereignisse angedeutet. Nach der Ruhepause während der Priabonienzeit wanderte die sekundäre Habkerndecke, durch die primären Teile geschoben, nach Norden über die eben abgelagerten Flyschschiefer und verhinderte eine weitere Sedimentation für dieses Gebiet. Dabei war es gut möglich, dass jüngere Teile der Decke unter ältere Teile gerieten und es entstand jedenfalls aus dem Habkerndeckenmaterial jenes Gebilde, das KAUFMANN [1] so trefflich als « Wildflysch » beschrieb. Die vorrückende Decke lieferte während dieser Zeit das terrigene Material für den Taveyannazsandstein und dann für die Ralligschichten. Am Ende der Oligocaenzeit stand die Decke in der Nähe des jetzigen Alpenrandes über dem Taveyannazsandstein und nährte während der Miocaenzeit die Nagelfluh- und Molassebildung. Dabei wurden die höchsten Teile, wahrscheinlich die kompakten Teile der Habkerndecke mit den unbekannten kristallinen Gesteinen ganz zerstört und die darunter liegende sekundäre Habkerndecke bis auf die heute noch erhaltenen geringen Reste. Dann wurden auch diese Rudimente durch die helvetisehen und präalpinen Decken vor weiterer Abtragung und Sedimentation geschützt.

3. Die Ueberschiebung der helvetischen und präalpinen Decken (z. Teil auf die Reste der Habkerndecke).

Die eben erwähnten Ueberreste der Habkerndecke findet man :

1. *Unter* den übrigen *Klippendecken* und **auf** dem Rücken der *helvetischen Decken :*

   a) als Gurnigel- und Niesen-Sattelzone, unter den medianen Präalpen und der Brecciendecke ;

   b) als exotische Reste auf dem Stand (Lohnerkette), auf

[1] l. c.

dem Knubel, im Fahrnital, bei Kiental, auf der Rengg, auf der Faulenmatt, bei der Suldsäge und zwischen Buchholzkopf und Rotenegg ;

c) als Ausfüllung der Mulde Habkern-Amden-Wildhaus [1] unter den Klippen Habkern, Giswil, Unterwalden und Iberg.

2. **Unter** den *helvetischen Decken :*

a) in der subalpinen Flyschzone ostwärts des Thunersees;

b) im Cirkus von Derborence [2] unter der Morclesdecke;

c) bei Kandersteg [3] über dem Bühlbad den Fuss der Bire bildend unter der Wildhorn-Niederhorndecke ;

d) im Sernftal [4] auf dem autochthonen Flysch unter den Glarnerdecken.

Damit sind uns einige Anhaltspunkte für die Erkenntnis der Ereignisse während der pliocaenen Deckenbildung gegeben. Die helvetischen Decken begannen ihre Wanderung als die über ihnen ausgebreitete Habkerndecke schon fast vollständig abgetragen war. Dabei überdeckten die tiefern Decken die vor ihnen liegenden exotischen Reste (entsprechend 2). Sie trugen aber auf ihrem Rücken selbst solche Ueberbleibsel, die dadurch nach Norden und über die genannten Reste geschleppt wurden (entsprechend 1). So entstand die scheinbare Einwicklung der helvetischen Decken in exotische [5]. Die Augstmatthorndecke schiesst ebenfalls unter die höhern Klippen ein, ist also auch noch « eingewickelt ». Ueber den helvetischen Decken folgten die präalpinen. Wahrscheinlich spielten beim Vordringen der höhern Decken die Längszerreissung und Streckung [6] eine ganz hervorragende Rolle, so dass es jedenfalls nie eine Zeit gegeben hat, während der mehrere vollständige Decken über einander lagerten. Damit fallen die unheimlichen Beträge der Denudation zum guten Teil weg.

[1] Arnold Heim. Churfirsten-Mattstockgruppe.

[2] M. Lugeon. Sur les relations tectoniques des Préalpes internes avec les nappes helvétiques de Morcles et des Diablerets. *C.-R. Ac. d. Sc.* Paris, 26, VII, 1909.

[3] Die Herren Truninger und Trösch in Bern machten mich darauf aufmerksam, wofür ich ihnen bestens danke.

[4] Oberholzer und Albert Heim. Geologische Karte der Glarneralpen. Geologische Kommission 1910.

[5] Arnold Heim. Zur Tektonik des Flyschs (l. c.).

[6] Arnold Heim. Die Erscheinungen der Längszerreissung und Abquetschung am nordschweizerischen Alpenrand. *Viert. d. naturf. Ges. Zürich,* Jahrgang 51, 1906.

Gleichzeitig mit der Deckenbildung begann auch die Anlage der heutigen Täler, die dem Wasser und später dem Eis die Wege ins Mittelland wiesen.

Wenn ich diese Ansicht über die Entstehung der Bernerkalkalpen und die Bildung der Molasse hier der Oeffentlichkeit übergebe, so handelt es sich dabei nicht um eine rasch aufgetauchte Idee ohne Beweise. Seit drei Jahren beschäftige ich mich eingehend mit diesem Problem, legte diese Anschauung im Dezember 1908 in ihren Grundzügen in der Dissertation nieder und fand seither bei der Fortsetzung der diesbezüglichen Studien nur Bestätigungen, so dass es mir möglich wurde, die vorliegende Hypothese darzulegen. Noch bestehen in ihr viele Lücken und fragliche Punkte. Doch kann es einem einzelnen Geologen nicht gelingen, die vielen Fragen, die sämtliche Gebiete der Erdgeschichte und weite Beobachtungsgebiete umspannen, selbst nachzuprüfen. Der Zweck dieser Publikation ist, die Alpengeologen auf diese neue Auffassung des Zusammenhanges der Nagelfluh mit den Klippendecken aufmerksam zu machen und sie zur Mitarbeit einzuladen.

Thun, April 1911.

Stratigraphische Uebersicht der am Aufbau der Berner Kalkalpen beteiligten Sedimente

nach Hans Schardt [1], Alfred Trœsch [2], Arnold Heim [3] und eigenen Aufnahmen

von Paul Beck in Thun.

April 1911.

	Stufe	Nördlicher Jura	Molasse des Mittellandes	Subalpine Molasse	Autochthones Hochgebirge und Gellihornzwischendecke	Sigriswilgrat	Waldegg	Harder	Augstmatthorndecke	Habkerndecke, tertiär	Habkerndecke prätertiär	Nördliche mediane Präalpen	Südliche mediane Präalpen	Brecciendecke der Hornfluh
Miocaen	Oeningien	Süsswasserkalk Dinotheriensande	Kalke Mergel	Nagelfluh mit Mergeln										
	Helvétien	Marine Molasse und Nagelfluh	Marine Molasse	Nagelfluh										
	Burdigalien	Sandsteine	Graue Sandsteine	Limnische Nagelfluh mit Mergeln										
	Aquitanien	Süsswasserkalk und Mergel	Mergel und Süsswasserkalk	Grobe Sandsteine u. Konglomerate										
Oligocaen	Rupélien	Cyrenenmergel	Rote Molasse Rote Sandsteine und Mergel	Rote Sandsteine u. Mergel Ralligschichten										
	Tongrien	Bohnerz und Mergel	Bohnerz und Ton	Flysch ?	Taveyannazsandstein					Flysch mit Carpinus?		Flysch ?	Flysch ?	Flysch ?
Eocaen	Priabonien			?	Flysch	Flysch Stadschiefer	Flysch	Flysch	Flysch	Flysch mit Fucoiden				
	Auversien				Nummulitenkalk und -Sandsteine Bohnerz	Lithothamnienkalk und Hohgantsandstein	Hohgantschichten	Hohgantsandsteine	Nummulitenkalke und Sandsteine	Schlierensandstein				
	Lutétien						Sandstein mit grossen Nummuliten	?	?	Breccien Konglomerate grüne Sandsteine				
	Aelteres Eocaen													
Mitt. u. obere Kreide	Wangstufe								Wangschichten		Weisse und rote, obere Kreidekalke und Schiefer	Obere Kreide Kalke und Schiefer rot	Obere Kreide Kalke und Schiefer rot	Obere Kreide Kalke und Schiefer rot
	Seewerschichten						Seewerkalk	Seewerkalk	Seewerkalk					
	Gault						Gault	Gault	Gault					
Untere Kreide	Aptien						Schrattenkalk mit Orbitulinen	Schrattenkalk mit Orbitulinen	Schrattenkalk					
	Barrêmien					Schrattenkalk Drusbergschichten	Schrattenkalk Drusbergschichten	Schrattenkalk Drusbergschichten	Schrattenkalk Drusbergschichten					
	Hauterivien				Tschingelkalk	Kieselkalk Criocerasschicht	Kieselkalk Criocerasschichten	Kieselkalk Kieselschiefer	Kieselkalk		Fleckenkalke	Graue Kalke		
	Valangien				Berriaskalke und -Schiefer	Valangienkalk Valangienmergel	Valangienkalk Valangienmergel	Valangienkalk Valangienmergel	?		Fleckenkalke	Dunkle Schiefer		
	Malm	Malm	Malm ?	Malm ?	Malm						Tithon Lias Trias Kristalline Gesteine	Tithon | Trias	Tithon | Trias	Malm | Trias

[1] Band IV des *Geogr. Lexikons der Schweiz*, Artikel: Uebersichtstabellen über die Formationsreihen. — [2] Beiträge zur Geologie der westlichen Kientaleralpen (Blümlisalpgruppe). *Eclog. geol. Helv.*, X, Februar 1908. — [3] Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. *Beitr. z. geol. Karte der Schweiz*, neue Folge, 31. Lief., 1911.

[4] Stirnränder der Ueberschiebungsdecken.