

## II. Zur Tektonik der Zentralschweizerischen Kalkalpen.

Von Herrn A. BUXTORF.

Hierzu Tafel XII u. XIII u. eine Textfigur.

Vor und während der Exkursionen bot sich mir mehrfach Gelegenheit, die geologischen Verhältnisse der helvetischen Kalkalpen, speziell des Exkursionsgebietes, zu besprechen. Im folgenden möchte ich versuchen, das bei diesen Gelegenheiten Gesagte zusammenfassend darzustellen und an Hand von zwei Profilafeln und einer geotektonischen Kartenskizze den Exkursionsteilnehmern nochmals das besuchte Gebiet und auch die Deutung, die wir für diesen Gebirgsbau glauben annehmen zu müssen, vor Augen zu führen.

Wenn ich in einigen Punkten heute eine etwas andere Auffassung vertrete als zur Zeit der Exkursionen, so bedarf dies kaum einer Entschuldigung. Es handelt sich dabei, wie später auszuführen sein wird, lediglich um ein Zurückkommen auf Fragen, die schon während der Exkursion gelegentlich aufgeworfen worden sind, und für die ich heute eine, wie mir scheint, befriedigende Lösung in Vorschlag bringen möchte. Die Annahme großer Überschiebungsdecken bildet nach wie vor den Ausgangspunkt und die Basis unserer Auffassung.

Die beiden ersten Exkursionstage bewegten sich im Gebiete des Vierwaldstättersees, und zwar vornehmlich im Gebiet des Reußquertals zwischen Erstfeld und Brunnen. Die so überaus interessanten Verhältnisse, welche durch den tiefen Einschnitt der Reuß zwischen Windgälle und Rigi offen gelegt werden, haben von jeher die Geologen auf dieses Gebiet aufmerksam gemacht und eine reiche Literatur hervorgerufen. Wie kein zweites eignet sich daher gerade das **Rigi-Windgällenprofil** dazu, die Entwicklung der neuen tektonischen Auffassung der nordschweizerischen Alpen zu zeigen. Auf der diesen Ausführungen beigegebenen Tafel XII habe ich die verschiedenen Auffassungen, die von 1891 bis 1907 in Vorschlag gebracht worden sind, in historischer Reihenfolge zusammengestellt.

Das erste, den Zusammenhang der Gebirgsglieder interpretierende Profil — ich sehe von den Darstellungen von SCHEUCHZER, LUSSER, MOESCH und STUTZ, die in ihrer Art manch richtige Beobachtung enthalten, ganz ab — verdanken

wir ALBERT HEIM. Es ist gegeben worden in der „Geologie der Hochalpen zwischen Reuß und Rhein“, (Beiträge z. geolog. Karte der Schweiz, Lief. XXV, Tafel I, Bern 1891). Figur 1 meiner Tafel gibt zunächst eine Reproduktion des ALBERT HEIMschen Profils vom Jahre 1891, die aber in folgenden Punkten gegenüber dem Original ergänzt ist: Die Originaldarstellung greift nicht unter Meeresniveau hinab. Die Ergänzung unter Meeresniveau ist der späteren Bearbeitung entnommen, die ein Schüler ALB. HEIMS, P. ARBENZ<sup>1)</sup>, gegeben hat. Ebenso kommt — im Gegensatz zu ALB. HEIMS Original — bei P. ARBENZ die sog. „synklinale Stellung“ der Molasse am Alpenordrand deutlich zur Darstellung, eine Auffassung, die namentlich von ALB. HEIM vertreten und auf seine Anregung hin durch seinen Schüler CARL BURCKHARDT<sup>2)</sup> zu einer eigentlichen theoretischen Erklärung des Alpenrandes ausgebaut worden ist.

Im Rigi-Windgällenprofil haben wir nun von Süden nach Norden folgende tektonische Einheiten zu unterscheiden:

1. Die Falten der Großen Windgälle und ihrer Umgebung.
2. Das Flyschgebiet des Schächentals.
3. Die Axenkette mit der zum Gewölbe verdrehten Mulde des Axenmättli.
4. Die Tertiärzone zwischen Axenkette und Frohnalp = Tertiärzone von Sisikon.
5. Die Frohnalpstockkette mit dem Morschacher Gewölbe.
6. Die Tertiärzone zwischen Morschacher Gewölbe und Rigihochfluhkette = Tertiärzone von Brunnen-Schwyz.
7. Die Rigihochfluhkette.
8. Die Flyschzone am nördlichen Alpenrand.
9. Die Molassenagelflugh des Rigigebietes.

Der damaligen Auffassung entsprechend, wurzeln Axenkette, Frohnalpstock und Rigihochfluhkette in der Tiefe und stellen nichts anderes als sehr kompliziert gebaute Falten oder Gewölbe dar, d. h. Fältelungen der Kreide über tief und

<sup>1)</sup> Vergl. P. ARBENZ: Geol. Beschr. d. Frohnalpstockgebietes. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. Folge XVIII, S. 70. Bern 1905.

<sup>2)</sup> C. BURCKHARDT: Die Kontaktzone v. Kreide u. Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen vom Bodensee bis zum Thunersee. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Neue Folge II, S. 113—115 u. Taf. VIII, Fig. 1—4.

konform liegendem Malm. Im besonderen hätten wir in der Axenkette den Nordflügel der Glarner Doppelfalte zu erblicken, wir müßten für diesen pilzförmigen Bau annehmen; der Jurakern der Kette wäre abgerissen von seiner Wurzel in der Tiefe.

Die zwischen den Ketten liegenden Tertiärzonen würden normalen, von oben eintauchenden Mulden entsprechen; das eigenartige Axenmättli-Tertiär wäre als verdrehte Muldenspitze der Sisikonermulde aufzufassen.

Figur 2 gibt die Darstellung von M. LUGEON vom Jahre 1901 wieder, die in einigen, für die Auffassung des Ganzen nebensächlichen Details später (1905) von P. ARBENZ ergänzt worden ist<sup>1)</sup>.

Es ist hier nicht der Ort, die Gründe anzugeben, welche M. LUGEON bestimmt haben, alle Alpenketten zwischen Schächentaler Flysch und Molasse-Nagelfluh als Teile von Überschiebungsdecken aufzufassen. P. ARBENZ hat in seiner oben genannten Arbeit über das Frohnalpstockgebiet (S. 67 bis 71) eine sachlich und historisch durchaus richtige Darstellung dieser Fragen gegeben. Wer dieser Zusammenstellung folgt und auch sonst die bezügliche Literatur kennt, weiß, daß die Auffassung LUGEONS den weiteren Ausbau und die konsequente Durchführung eines Gedankens bedeutet, der erstmals von MARCEL BERTRAND ausgesprochen und späterhin für die westlichen Schweizeralpen von SCHARDT, BERTRAND und GOLLIEZ, in den östlichen in gewissem Sinne durch ROTHPLETZ vertreten worden ist. Das unbestreitbare Verdienst LUGEONS bleibt es aber, für das Gebiet der helvetischen Alpen endgültig der Deckentheorie zum Siege verholfen und die Wiederholung eines ähnlichen Gebirgsbaues im Gneis-Bündnerschiefergebiet des alpinen Zentralstammes, vorab des Simplons, gezeigt zu haben. Erst LUGEONS Darstellung hat die Anerkennung ALB. HEIMS gefunden und damit eigentlich die Glarner Doppelfalte überwunden.

Was zeigt uns nun Figur 2:

Zunächst erkennt jeder, daß die Darstellung LUGEONS hinsichtlich des oberflächlich Beobachtbaren ganz auf den Angaben ALB. HEIMS ruht. Neu ist aber die theoretische Deutung: Die Axenkette bildet mit der Righochfluhkette zusammen eine „untere“ Überschiebungsdecke, deren ältester Kern eben durch

<sup>1)</sup> Man vergl. M. LUGEON: Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. soc. géol. de France, 4 série, I, pl. XVI. 1901.

den Malmklotz der Axenkette gegeben ist. Auf dem zur unteren Decke gehörenden Flysch ruht wie in einer Schüssel eine „höhere“ Überschiebungsdecke, die Morschach-Frohnalpdecke.

Wenn LUGEON die Rigihochfluh nicht mehr — wie dies bis dahin immer geschehen war — in direkte Verbindung brachte mit dem Morschachergewölbe, so stützte er sich dabei auf Beobachtungen im Querprofil des Linthtals, hinsichtlich welcher ich auf LUGEONs Arbeit verweisen muß. Zum Verhalten der Molasse am Alpenrand hat LUGEON in seinem Profil nicht Stellung genommen.

Eine Modifikation der Auffassung LUGEONs stellt das Profil Figur 3 dar, das von ARNOLD HEIM im März 1905 in der Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellschaft gegeben worden ist<sup>1)</sup>. Ein Vergleich der Profile 2 und 3 zeigt, daß ARNOLD HEIM prinzipiell der Auffassung LUGEONs vollständig beistimmt, nur nimmt er an, daß beim Heranschub der höheren Frohnalpdecke die Rigihochfluhkette mit nordwärts gepreßt und dabei von ihrer Wurzel, dem unteren Lappen der Axendecke, abgerissen worden sei. Damit überträgt ARNOLD HEIM einen Gedanken, den H. SCHARDT erstmals für die exotischen Decken der Freiburgeralpen ausgesprochen hat, auch auf das Gebiet der helvetischen Decken. Für die Molasse des Alpenrandes hat ARNOLD HEIM synklinale Stellung angedeutet.

Zu den Darstellungen von LUGEON und ARNOLD HEIM haben A. TOBLER und ich anlässlich der Exkursionen der Schweiz. geol. Ges. im Sept. 1905 Stellung genommen<sup>2)</sup>. Ebenfalls auf dem Boden der Deckentheorie stehend, betonten wir, daß sowohl stratigraphische als tektonische Gründe gegen eine unterirdische Verbindung der Axenkette mit der Rigihochfluhkette sprechen, daß vielmehr die Axenkette als ein für sich geschlossenes Ganzes zu betrachten sei, währenddem die Rigihochfluhkette aus stratigraphischen Gründen nur mit der Frohnalpdecke in Beziehung gebracht werden dürfe.

Ein Profil haben wir unseren ausführlichen Erläuterungen nicht beigegeben. Die erste veröffentlichte Darstellung, die unserer Auffassung Rechnung trägt, ist im oberen Profil der Fig. 23 sowie in Fig. 28 des „Führers“ gegeben; und das

<sup>1)</sup> ARNOLD HEIM: Zur Kenntnis der Glarner Überfaltungsdecken. Diese Zeitschr. 57, 1905, Monatsber. Nr. 3 S. 89.

<sup>2)</sup> Vgl. Ecl. geol. Helv. IX, S. 34—43.

erstere Profil ist, in nebensächlichen Punkten etwas modifiziert, als Fig. 4 auf Tafel XII übernommen worden.

Es mag hier erwähnt werden, daß die von A. TOBLER und mir vertretene Auffassung seither insoweit allseitige Zustimmung gefunden hat, als die Axenkette jetzt allgemein als für sich geschlossen betrachtet und die Rigihochfluhkette in jedem Falle zur Gruppe der „höheren“ Decken gezählt wird.

Unsicherheit herrscht heute nur noch über die Art und Weise, wie wir uns in der Tiefe den Zusammenhang der Rigihochfluhkette mit der Morschach-Frohnalpedecke vorzustellen haben; dies prägt sich auch in den Figuren des „Führers“ aus, wo für die geologisch gleiche Stelle verschiedene Variationen zur Darstellung gelangt sind (man vergl. z. B. die Figuren 23, 28 u. 32 u. Fig. 4 der Tafel I des „Führers“). In Fig. 4 der beigegebenen Tafel XII habe ich diejenige Auffassung dargestellt, die mir heute als plausibelste erscheint, und welche trotz ihrer Zugehörigkeit zu den „höheren“ Decken eine gewisse Selbständigkeit der Randkette zum Ausdruck bringt.

Was endlich die Tektonik der Molasse-Nagelfluh am Alpenrande betrifft, so standen A. TOBLER und ich anno 1905 und auch jetzt noch ganz auf dem Boden der alten KAUFMANNschen Darstellung, wonach von einer synklinalen Stellung der Molasse am Alpenrand keine Rede sein kann. Wie unsere „Geologischen Profile durch das Klippengebiet am Vierwaldstättersee“ vom Jahre 1905 (Ecl. geol. Helv. IX, Taf. I) zeigen, stößt die nördliche Flyschzone in mechanischer Diskordanz ab an den Nagelfluhbänken des Südschenkels der südlichsten Molasseantiklinale. In der spezielleren heutigen Darstellung der Molasse auf Fig. 4 der Tafel XII habe ich außerdem den Ergebnissen der Arbeiten ARNOLD HEIMS im Speer-Mattstockgebiet sowie meinen eigenen seitherigen Befunden am Rigi, die unten nochmals berührt werden sollen, Rechnung getragen.

Nachdem an Hand der historischen Darstellung des Rigi-Windgällenprofils die Umgestaltung unserer Anschauungen über den nordalpinen Gebirgsbau skizziert worden ist, ergibt sich von selbst, daß diese von größter Tragweite sein mußte für unsere **tektonische Auffassung des Alpennordrandes**. Und zwar haben wir hier auf zwei sich in manchen Punkten berührende Fragen einzutreten: einerseits ist der Gebirgsbau der äußeren Kreideketten näher zu untersuchen, andererseits sind die tektonischen Beziehungen dieser Kreideketten zur nördlich vorgelagerten Molasse-Nagelfluh zu prüfen.

Was die Tektonik der äußersten Kreideketten betrifft, so ist es auch hier vor allem das Verdienst von M. LUGEON, uns den richtigen Weg gezeigt zu haben:

Schon in seiner Arbeit „Les grandes nappes de recouvrement usw.“ (S. 790 u. Fig. 9) betont LUGEON (1901) die Möglichkeit, daß die Wagetenkette, welche westlich der Linth den Alpenrand bildet, als ein von seiner Wurzel abgequetschter Stirnkopf einer Überschiebungsdecke aufgefaßt werden könne. Daß in der Tat ein großer Teil der Alpenrandketten auch des helvetischen Gebietes nur als solche nach der Tiefe zu abgequetschte und von ihrer Wurzel abgerissene Stirnköpfe aufgefaßt werden können und müssen, dafür hat ARNOLD HEIM zunächst im westlichen Säntis und dann im Mattstockgebiet die Beweise erbracht und gleichzeitig auch für die anderen Kreideketten des Alpenrandes ähnliches Verhalten nach der Tiefe zu vorausgesetzt (vergl. Tafel XII, Fig. 3).

Aber noch ein weiteres Moment hat M. LUGEON zur Erklärung der Tektonik der helvetischen Randketten herbeigezogen:

In einer Arbeit über „Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes“<sup>1)</sup> kommt LUGEON anlässlich eines Vergleiches des karpathischen Klippenphänomens mit dem Alpennordrand eingehend auf die helvetischen Randketten zurück. Ich greife aus seiner Darstellung (S. 44 bis 45 der genannten Arbeit) nur folgende, mir besonders wichtig erscheinende Stellen heraus:

„Les nappes qui ont formé la chaîne du Sentis au Pilate, celle qui ont donné lieu à la chaîne des klippes ont dû, à cause de la forme arquée de la chaîne, prendre un développement longitudinal de plus en plus exagéré en marchant vers le nord.

Elles ont dû se disjoindre en tronçons d'autant plus nombreux que la courbure était plus grande.“ (S. 45.) Und auf Seite 44:

„. . . La chaîne frontale suisse des alpes à faciès helvétique est également tronçonnée.“ Und etwas weiter oben auf derselben Seite:

„Ainsi l'on voit que le pli frontal des grandes nappes à faciès helvétique de la Suisse a failli se résoudre en Klippes.“

<sup>1)</sup> Bulletin des Laborat. de géologie etc. de l'université de Lausanne, Lausanne 1903.

In diesen wenigen Sätzen, um nicht die ganze Darstellung zu wiederholen, wird von M. LUGEON für die Deutung des Gebirgsbaues der helvetischen Randketten der Alpen zum erstenmal ein neues Moment herbeigezogen: die Längsstreckung und die Längszerreißung. Sie sind nur eine notwendige Folge des Deckenbaues: Die nördlichsten Decken, im besonderen die jeweilige Randkette, werden von den nachdrängenden südlicheren und höheren Decken an den Alpenbogen hinausgepreßt, erleiden dabei naturgemäß Längsstreckung und zerreißen schließlich in einzelne Glieder (*tronçons*). Der Stirnrand der helvetischen Decken ist, um LUGEONs Ausdruck zu gebrauchen, nahe daran, sich aufzulösen in Klippen helvetischer Facies; und der Guggeienberg wird von LUGEON direkt als eine solche helvetische Klippe bezeichnet.

Wie sehr diese Darstellung LUGEONs vom Jahre 1903, die sich in vielen Punkten stützt auf die Resultate der früher genannten Untersuchungen CARL BURCKHARDTs, das Richtige trifft, haben die Arbeiten von ARNOLD HEIM im westlichen Säntis- und Mattstockgebiet, die E. BLUMERS zwischen Linth und Aubrigen und meine eigenen Untersuchungen am Vierwaldstättersee gelehrt. Außer der Längsstreckung ist von ARNOLD HEIM — wie oben schon erwähnt — namentlich auch auf die „Abquetschung nach der Tiefe zu“ hingewiesen worden, die am klarsten im Gebiet zwischen Toggenburg und Linth erkannt werden kann<sup>1)</sup>.

Die Art und Weise der Längsstreckung der Randkette aber äußert sich in den verschiedenen Stücken des Alpenrandes nicht überall in gleicher Weise und in gleichem Maße: Während wir am Alpenrand zwischen Toggenburg und den Aubrigen wohl die intensivste Streckung, wobei ganze Ketten fadenförmig ausgezogen werden, beobachten, zeigten mir meine Aufnahmen am Vierwaldstättersee, daß hier derselbe Effekt, die Verlängerung des Bogens, durch schiefer zur Kette verlaufende Querbrüche, längs welchen der eine Teil der Kette weit vorbrandet, erreicht wird. Ein Übergang vom einen Streckungstypus zum anderen tritt aber dann ein, wenn der Winkel

<sup>1)</sup> Man vgl. hierüber besonders:

ARNOLD HEIM: Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. XVI, 2. Teil.

ARNOLD HEIM: Die Erscheinungen der Längszerreißung und Abquetschung am nordschweizerischen Alpenrand. Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich 51, 1906.

ERNST BLUMER: Zur Kenntnis des helvetischen Alpennordrandes. Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich 51, 1906.

zwischen der Richtung des Querbruches und der Streichrichtung der Kette ein sehr spitzer wird, wie dies z. B. zwischen den beiden Nasen im Vierwaldstättersee der Fall ist. (Vgl. S. 28 des „Führers“.)

Intensivste Streckungserscheinungen kennzeichnen naturgemäß auch die ganze Flyschzone am Alpenrand, welche vor der Randkette her an und auf die Molasse-Nagelfluh gepreßt worden ist.

Endlich ist noch einzutreten auf die während der Exkursion vielfach diskutierte Frage nach den tektonischen **Beziehungen zwischen den nördlichen Kreideketten der Alpen und der vorgelagerten Molasse-Nagelfluh.**

Die Erkenntnis, daß der Alpennordrand mit zu den Gebieten gewaltigster tektonischer Störungen gezählt werden müsse, ist so alt als die Alpengologie überhaupt. Von besonderem Interesse sind für uns die Angaben C. BRUNNERS, der schon im Jahre 1851 betonte, daß im Gebiete der Zentralschweiz der Nordrand der Alpenkette gegen die Tertiär-Gebilde durch eine „großartige Überschiebung“ gebildet werde. „Die Überlagerung der Molasse durch die älteren Formationen ist so konstant, daß es nur der bestimmten Sprache der Paläontologie gelang, die Ansicht einer natürlichen Folge der Gesteine zu widerlegen!“<sup>1)</sup>

Es ist klar, daß die Annahme synklinaler Stellung der Molasse am Alpenrand nur so lange Berechtigung besaß und in Diskussion bleiben konnte, als man in der alpinen Randkette nur ein nach Norden überliegendes Gewölbe erblickte (vgl. Tafel XII, Fig. 1). Nachdem aber einmal die Randkette allgemein als Stirn einer weit von Süden her kommenden Überschiebungsdecke erkannt worden war, konnten naturgemäß auch die anormalen Kontakte zwischen Kreidekette und nördlicher Flyschzone einerseits und zwischen dieser Flyschzone und der Molasse andererseits nur als Überschiebungen gedeutet werden. Die Annahme synklinaler Stellung der Molasseschichten verlor ihre Berechtigung, und heute sind auch die Züricher Geologen, die bis vor kurzem in ihren Profilen immer noch die Molasse-Synklinale am Alpenrand zur Darstellung brachten, zur alten Auffassung KAUFMANNs zurückgekehrt, wonach der Molassesüdrand im allgemeinen repräsentiert ist durch den Südschenkel der südlichsten Molasse-Antiklinale,

<sup>1)</sup> C. BRUNNER: Über die Hebungsverhältnisse der Schweizer-Alpen. Diese Zeitschr. III, 1851, S. 557.

und daher auch die mit dem Flysch in Berührung tretenden Molassebänke als jeweils jüngste zu deuten sind.

Dieser KAUFMANNschen Auffassung der Molasselagerung am Alpenrand hat nun ARNOLD HEIM vor etwas mehr als Jahresfrist ein neues Moment beigelegt durch seine Theorie der Brandung der Alpen am erodierten Nagelfluhgebirge<sup>1)</sup>, die in gewissem Sinne den Ausbau eines von E. BLUMER erstmals für den östlichen Säntis ausgesprochenen Gedankens bildet<sup>2)</sup>.

Ich brauche hier nicht auf die Gründe und Erwägungen einzutreten, welche ARNOLD HEIM zur Aufstellung seiner Theorie geführt haben, sondern verweise auf die Publikation selbst und die derselben beigegebenen instruktiven Tafeln. Eine andere Erklärung als die von ARNOLD HEIM für den Alpenrand zwischen Thur und Walensee gegebene, scheint mir in der Tat nicht wohl möglich zu sein; vielmehr gehe ich darin einig, daß gerade das Speer-Mattstockgebiet, trotz aller Komplikation im Bau der einzelnen Kreideberge, über das gegenseitige Verhalten von Molasse, Flysch und Kreidekette Aufschlüsse erteilt, die uns der ganze übrige schweizerische Alpenrand in dieser Klarheit nicht zu geben vermag. Mit Recht hat daher ARNOLD HEIM aus seinen Beobachtungen Analogieschlüsse für andere Teile des nordschweizerischen Alpenrandes abgeleitet.

Was speziell das mir gut vertraute Rigigebiet betrifft, so bemerke ich, daß die von ARNOLD HEIM aus den Angaben KAUFMANNs abgeleiteten Folgerungen im allgemeinen richtig sind<sup>3)</sup>. Es gilt nach meinen neuesten Aufnahmen für den Alpenrand im Rigigebiet ungefähr das Folgende:

Auch hier — wie anderswo am Alpennordrand — setzt keiner der zahlreichen Querbrüche der Randkette in die nördlich angrenzende Molasse fort. Alle Querstörungen erlöschen im Flysch der Randzone.

Der Vitznauerstock, in geringerem Maße auch die Rigihochnah, ruhen in Nischen in der Südabdachung des Riginagelfluhklotzes, die schon existierten, als von Südsüdosten her die alpine Randkette herangeschoben und -gepreßt wurde. Zwischen Rigihochnah und Vitznauerstock springt im Bireggsporn die

<sup>1)</sup> ARNOLD HEIM: Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. in Zürich 1906.

<sup>2)</sup> E. BLUMER: Ostende der Säntisgruppe. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N.F., Lfg. XVI, S. 597—613.

<sup>3)</sup> F. J. KAUFMANN: Rigi- und Molassegebiet d. Mittelschweiz. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1872. Lfg. XI, Taf. V.

Riginagelfluh südwärts vor, und zwar noch weiter, als dies auf KAUFMANNs Karte zur Darstellung gelangt ist. An diesem Sporn, dessen ziemlich steil südwärts neigende Molassebänke im Streichen ostwärts und westwärts abstoßen an Flysch, ist die Randkette beim Heranschub zerschellt; die ungleichen Widerstände bedingten Querbrüche, und längs eines solchen glitt der Vitznauerstock unter gleichzeitiger Änderung des Streichens in die Nische westlich des Bireggsporns.

Die von KAUFMANN als Flyschkonglomerate gedeuteten Nagelfluhriffe des Tiefbachtobels (Tiefbach-Konglomerate) bei Gersau fasse ich auf als Molassenagelfluhfetzen, die bei der Überschiebung in der Tiefe vom Bireggsporn abgeschürft und sekundär in Flysch eingebettet worden sind<sup>1)</sup>. Für eine solche Deutung spricht zunächst der Umstand, daß irgend ein namhafter petrographischer Unterschied zwischen Riginagelfluh und Tiefbachkonglomerat nicht besteht; ferner die Tatsache, daß wir es nicht mit regelmäßig dem Flysch eingelagerten Konglomeratbänken zu tun haben, sondern immer mit kleineren und größeren Riffen, Linsen und Klötzen, die, allseitig von Rutschflächen begrenzt, im Flysch schwimmen. Die steilstehenden roten Nagelfluhbänke und roten Mergelzwischenlagen der in der Literatur mehrfach genannten Stelle im Gurgelibach kann ich nur als aufgeschürfte Molasse und nicht als Flyschkonglomerate deuten<sup>2)</sup>. Bezeichnend ist ferner, daß die Tiefbachkonglomerate namentlich zu beiden Seiten des Bireggsporns auftreten und nur in ganz vereinzelt Linsen auch nördlich des Vitznauerstocks wiederkehren; die Konglomeratriffe sind naturgemäß da am reichlichsten, wo die Reibung zwischen Unterlage und überschobener Masse am größten war. Namentlich in Hinsicht auf das zuletzt Gesagte scheint mir das Rigigebiet eine wesentliche und wichtige Ergänzung zu dem zu bieten, was ARNOLD HEIM im Mattstockgebiet festgestellt hat, wo „zwischen Thur und Linth trotz der höckerigen

<sup>1)</sup> Ich mache hier darauf aufmerksam, daß die Tiefbachkonglomerate schon früher von ESCHER und STUDER als Riginagelfluh gedeutet worden sind, und verweise auf die diesbezügliche historische Darstellung KAUFMANNs (Rigi- und Molassegebiet der Mittelschweiz, Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. 1872. XI. Lfg., S. 7 ff.). KAUFMANN hat aber diese ältere Auffassung verlassen und die strittigen Konglomerate zum Flysch gestellt, als was sie bis zu meiner Revision des Gebietes betrachtet worden sind.

<sup>2)</sup> Vgl. hierüber außer der eben genannten Arbeit KAUFMANNs (S. 139 und Tafel III Fig. 6) namentlich auch C. BURCKHARDT: Kontaktzone. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Neue Folge II, S. 84 u. Tafel VII, Fig. 49e.

Nagelfluhunterlage keine größeren Nagelfluhfelsen durch die Säntisdecke aufgeschürft worden sind“ (a. a. O. S. 457).<sup>1)</sup>

Diese eben beschriebenen Verhältnisse von Randkette und Randflysch zu Riginagelfluh zwingen auch mich zunächst zur Annahme, daß sich das Nagelfluhgebirge beim Heranschub der Decken wesentlich passiv verhalten hat. Ferner muß schon vor der Überschiebung die Südabdachung des Riginagelfluhklotzes, trotz der späteren Abschürfung der sogenannten Tiefbachkonglomerate, eine unregelmäßige Oberfläche besessen haben, welche in der Folge das Zerschellen der Kreidekette bedingte. Die Verhältnisse im Mattstockgebiet sprechen ferner dafür, daß in der Tat diese unregelmäßige Gestaltung des Molassesüdrandes als Erosionsfläche zu deuten sei<sup>2)</sup>. Ob diese Auffassung sich auf den ganzen

1) Auf die Verhältnisse von Randkette und Nagelfluh im Bürgenstock- und Pilatusgebiet gehe ich hier — um späterer Publikation nicht vorzugreifen — nicht näher ein. Anschließend an ältere Darstellungen glaube ich früher die tiefe Lage der Kreidekette im Bürgenstockgebiet und das weite Vorhanden hier und im Pilatus wesentlich auf primäres, stratigraphisches Fehlen der Nagelfluh zurückführen zu müssen. Ich bemerke aber, daß die von ARNOLD HEIM (a. a. O. S. 454, oben) vorgeschlagene Lösung, wonach das teilweise Fehlen der Nagelfluh durch Erosion zu erklären sei, und „das Vierwaldstätterseebecken von Vitznau an westlich ein alt-pliocänes Thalbecken“ darstelle, ähnlich dem von E. BLUMER angenommenen alten Rheintal, sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Sie erklärt, daß Bürgenstock und Pilatus genau im Streichen der nach Westen zu unvermittelt in voller Mächtigkeit aufhörenden südlichen Riginagelfluh liegen; ein Umstand, der bis jetzt zu wenig beachtet worden ist.

2) Als eine Konzession an diese Auffassung ist es zu betrachten, wenn ich unter allem Vorbehalt auf Fig. 28 des „Führers“ andeutete, daß das ungewöhnlich tiefe Einbrechen des Axensüdlappens vielleicht auf präexistierende Erosion im autochthonen Flysch zurückgeführt werden könne. Es ist aber auch möglich, daß wir es hier mit einer sekundär steiler aufgerichteten Überschiebungsfläche zu tun haben. Zwischen Unterer Kreide und Flysch eine Verwerfung anzunehmen, wie auf der Exkursion von verschiedener Seite vorgeschlagen worden ist, dagegen spricht der Umstand, daß sich aus dem Malmklotz der Rophaiensüdwand nach Osten zu die große relativ ungestörte Juraplatte entwickelt, die (vgl. Fig. 23 des „Führers“) in der Schächentaler Windgälle kulminiert. Ferner kennen wir bis jetzt kein einwandsfreies Beispiel in den Schweizeralpen, wo eine der tertiären Überschiebungsflächen später verworfen worden ist, und diesen Fall müßten wir hier annehmen. — Ich möchte bei der Gelegenheit nicht versäumen, darauf hinzuweisen, daß, wie schon auf der Exkursion bemerkt wurde, dem Rophaienprofil der Fig. 28 zunächst ein Profil zugrunde liegt, das durch Rophaienspitze und Axenfluß geht und namentlich die komplizierten Lagerungsverhältnisse der letzteren genauer berücksichtigt; in die Ebene dieses Profils wurde der weiter ostwärts auftretende Malmklotz der Rophaiensüdwand projiziert und dabei wesentlich der Darstellung ALB. HEIMS (Alpen zwischen Reuß und Rhein,

schweizerischen Alpenrand in dem Maße übertragen läßt, wie dies durch ARNOLD HEIM geschieht, müssen spätere Untersuchungen zeigen. Wir dürfen nicht übersehen, daß diese Theorie ARNOLD HEIMS die Frage nach der Entstehung der subalpinen Nagelfluh so gut wie ganz außer acht läßt und nur mit dem fertigen Nagelfluhgebirge operiert und dabei von der Annahme ausgeht, daß am ganzen Alpenrand die Nagelfluh primär in gleichartiger Verteilung zur Ablagerung gekommen sei. Was die Entstehung der Nagelfluh anbetrifft, so neige ich mit vielen Fachgenossen der Ansicht zu, daß wir dem Vorhandensein der exotischen Decken eine ungleich größere Bedeutung bei der Bildung der supalpinen Molasse zuweisen müssen, als dies durch ARNOLD HEIM geschieht<sup>1)</sup>. Gewiß ist mancherorts der Bau der helvetischen Decken durch das gleichzeitige oder etwas spätere „Darüberhinweggleiten“ der exotischen Decken beeinflusst worden; ebenso sicher steht aber doch auch die Tatsache fest, daß Teile exotischer Decken von helvetischen Decken überschoben worden sind; dies gilt nicht nur für die Sattelzone der Freiburgeralpen, sondern doch wohl auch für die vereinzelt, im Flysch des Alpenrandes steckenden Klippen zwischen Thunersee und Pilatus. Und dies spricht wieder dafür, daß schon in einem früheren Stadium der Alpenfaltung die exotischen Decken vorgebildet waren, sodaß das Material für die Bildung der subalpinen Nagelfluh ihnen entnommen werden konnte.<sup>2)</sup>

Nachdem im vorhergehenden die Probleme des Rigi-Windgällenprofils und des Alpenrandes näher erörtert worden sind, möchte ich nunmehr auf eine Frage eintreten, die sich an das **gegenseitige Verhalten von „höherer“ und „tieferer“ helvetischer Decke zwischen Urnersee und Brienersee** knüpft, und zu der das von C. SCHMIDT und mir zusammengestellte untere Profil der Figur 23 des „Führers“ als Ausgangspunkt zu dienen hat.

Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz, XXV. Lfg., Taf. III, Fig. 2) Rechnung getragen, wonach ein oberer Malmzug mitten in die Kreide hinein sich verfolgen läßt. Etwas östlicher ruht im Südabsturz des Rophaien — wie dies auch ALB. HEIM (a. a. O. Tafel I u. III) darstellt — der Malm ohne zwischenlagernde Kreide direkt auf Flysch. Diese Lagerungsverhältnisse bedürfen noch näherer Untersuchung.

<sup>1)</sup> Vgl. ARNOLD HEIM: Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch, mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelfluh. Ecl. geol. Helv. IX, S. 143.

<sup>2)</sup> Vgl. u. a. auch C. SCHMIDT: Über die Geologie des Simplongebietes usw. Ecl. geol. Helv. IX, S. 565—567.

Der Konstruktion dieses Querschnittes, der am besten als „Sammelprofil“ zu bezeichnen ist, entworfen um speziell während der Exkursion sowohl im Gebiet der Giswylerklippen als auch des Brienzerrothorns wegleitend zu dienen, liegen folgende Überlegungen zugrunde:

Es ist fraglos, daß in den beiden Profilen der Figur 23 sich folgende Elemente tektonisch entsprechen:

1. Rigihochfluh = Schrattenfluh.
2. Tertiärzone von Brunnen = Tertiärzone unter und nördlich von den Giswylerklippen (Rotspitz-Giswylerstock).
3. Frohnalp = Brienzerrothorn.

Den Malmkern nördlich des Brienzersees betrachteten wir als Jurakern der Brienzerrothornkette und verglichen ihn den Malmkernen derselben Kette, die am Storeghorn, am Brisen und im Frohnalgebiet (Weißwandkalke, ARBENZ) bekannt geworden sind.

4. Tertiärzone nördlich der großen Windgälle und unter der Schächentaler-Windgälle = Tertiär am Nordfuß des Wetterhorns ob der Großen Scheidegg.

Unsicherheit herrschte dagegen darüber, was als westliche Fortsetzung der Axendecke, d. h. der tiefern helvetischen Decke, zu bezeichnen sei, und zwar deshalb, weil die Tertiärzone, welche am Vierwaldstättersee und auch sonst die „tiefere“ helvetische Decke (Axendecke) so scharf von der „höheren“ helvetischen Decke (Frohnalp) trennt, nur bis ins Engelbergertal verfolgt werden kann.

Die Exkursionsteilnehmer werden sich erinnern, daß wir diesen Punkt ausführlicher diskutierten im Aufstieg von Lungern zur Dundelegg, als sich einerseits die Brienzerrothornkette und andererseits die liegenden Malmfalten der Brüniggegend klar überblicken ließen. C. SCHMIDT und ich sprachen damals auch schon die Möglichkeit aus, daß zwischen der Brienzerrothornkette und diesen Falten ein engerer und anderer Zusammenhang bestehen möchte, als er auf unserem Profil zwischen Brienzerrothorn und der Faulhorngruppe, die die westliche Verlängerung der Brünigfalten vorstellt, angegeben worden ist.

Ganz denselben Gedanken hat mir gegenüber P. ARBENZ ausgesprochen, indem er mich — kurz nach den Exkursionen — darauf aufmerksam machte, daß vielleicht der Malm des Storeghorns mit den südlich folgenden, liegenden Falten des Hutstockgebietes in mehr oder minder direkte Verbindung zu bringen sei. Seither ist auch eine vorläufige Mitteilung von P. ARBENZ erschienen. (Zur Geologie des Gebietes zwischen

Engelberg und Meiringen. Ecl. geol. Helv. IX, Nr 4), welche uns interessante Aufschlüsse über das ungemein kompliziert gebaute Gebiet zwischen Jochpaß und Storeggpaß erteilt. Die oben erwähnte Frage wird in dieser Arbeit allerdings nicht näher berührt.

Wenn C. SCHMIDT und ich die Faulhorngruppe als „tiefere helvetische Decke“ auffaßten, so lag darin eine — wie mir heute scheint unrichtige — Konzession an die Verhältnisse des Vierwaldstättersees, wo gleichfalls der Urirotstock als zur „tiefen“ Decke gehörend betrachtet worden ist. Urirotstock und Faulhorn entsprechen sich aber im großen ganzen.

Eine andere, der unsern teilweise entgegengesetzte Ansicht hat M. LUGEON auf Tafel XVII seiner Arbeit „Les grandes nappes de recouvrement usw.“ vertreten. LUGEON betrachtet wie wir den Urirotstock als „tiefere“ Decke, läßt aber diese noch östlich des Haslitals auskeilen; die Faulhorngruppe aber rechnet er ganz zur „höheren“ Decke (nappe du Wildhorn).

Es bestand also ein wesentlicher Gegensatz zwischen der Darstellung LUGEONS und unserer Auffassung; und da keine der beiden unbedingt befriedigen konnte, herrschte nach wie vor Unsicherheit darüber, was zwischen Vierwaldstättersee und Brienersee als „höhere“ und was als „tiefere“ helvetische Decke zu bezeichnen sei.

Nun haben A. TOBLER und ich im Jahre 1905 nachgewiesen, daß Ost- und Westseite des südlichen Urnersees sich nicht in dem Sinne entsprechen, wie dies ALBERT HEIM s. Z. dargestellt hat<sup>1)</sup>, sondern daß mit dem Jura des Urirotstocks ein neues tektonisches Element auftritt, das östlich des Urnersees keine Fortsetzung hat. Gestützt auf diese Tatsache habe ich Fig. 28 des „Führers“ entworfen:

Der Jurakern der am Ostufer des Sees dominierenden Axendecke tritt am Westufer in der Basis der Gitschenwand auf. Im Urirotstock aber erscheint der Jurakern einer neuen Deckfalte, die östlich des Urnersees über der Axendecke voranzusetzen ist. Die Axendecke wird im Westen abgelöst durch die Urirotstockdecke; aber auch diese letztere betrachtete ich als zur Gruppe der „tiefen“ helvetischen Decken gehörend.

An Stelle der im letzten Satze enthaltenen Auffassung möchte ich nun im Folgenden eine neue zur Diskussion bringen, die, wie mir scheint, nicht nur den Vorzug relativer Einfachheit

<sup>1)</sup> ALBERT HEIM: Geologie der Hornalpen zwischen Reuß und Rhein. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz XXV, Tafel III.

für sich hat, sondern auch verschiedenen bis dahin bestehenden Schwierigkeiten und Unsicherheiten begegnet:

Ich betrachte heute die Urirotstockdecke nicht mehr als obere Teildecke der „tiefern“ helvetischen Decke, sondern ich sehe in der **Urirotstockdecke das Ostende des Juraanteils der „höhern“ helvetischen Decke selbst.**

Diese neue Auffassung habe ich zur Darstellung gebracht in nachstehender Fig. 3 (S. 182) „Geotektonische Skizze der zentralschweizerischen Kalkalpen“ und in Tafel XIII „Fünf Profilentwürfe durch die zentralschweizerischen Kalkalpen“. Bevor ich auf eine nähere Begründung dieser Darstellungen eintrete, möchte ich einige Bemerkungen über die Profile der Tafel XIII vorausschicken.

*Profil 1* ist eine ergänzte Wiederholung des untersten Rigi-Windgällenprofils der Tafel XIII. Zwischen autochthonem Aarmassiv und Axendecke ist als Luftlinie die von ALB. HEIM am Klausenpaß nachgewiesene „Griesstockdecke“, die tiefste helvetische Decke, eingetragen worden<sup>1)</sup>. Die Jurafalten des Urirotstocks, die nur durch Luftlinien über der Axendecke angedeutet worden sind, betrachte ich als Jurakern der höhern helvetischen Decke. Die übrige Profildarstellung fußt auf den Arbeiten von ALB. HEIM, P. ARBENZ, A. TOBLER und eigenen Aufnahmen.

*Profil 2* ist entworfen nach den Angaben von ALB. HEIM, F. KAUFMANN, C. MOESCH, A. TOBLER und eigenen Arbeiten. Den Nachweis eines mesozoischen Sedimentreliktes im Gipfelkopf der Krönte verdanken wir meines Wissens ROB. HELBLING<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Bezüglich der Griesstockdecke vgl. ALB. HEIM: Die vermeintliche „Gewölbeumbiegung des Nordflügels der Glarnerdoppelfalte“ südlich vom Klausenpaß, eine Selbstkorrektur. Vierteljahrsschrift d. Natf. Ges. Zürich, Jahrg. 51, 1906. Durch diese Darstellung erhalten zahlreiche Beobachtungen, die A. ROTHPLETZ in seinem Werke: „Das geotektonische Problem der Glarner Alpen“ (Jena 1898) niedergelegt hat, ihre volle Bestätigung. So ist z. B. das bei „Balm“ im Schächental zwischen Lochseitenkalk und Malm der Balmwand eingeschaltete, für die tektonische Auffassung so ungemein wichtige Eocän, dessen Entdeckung von ALB. HEIM (a. a. O. S. 407) HEINR. OBERHOLZER (1905) zugeschrieben wird, schon in der genannten Arbeit von ROTHPLETZ vom Jahre 1898 im Text (S. 124) und im Atlas (Tafel II, Fig. 17) richtig dargestellt.

<sup>2)</sup> Die alpine Sammlung des Basler Naturhist. Museums besitzt hierfür eine kl. Belegsammlung, die von R. HELBLING 1902 aus dem Kröntengebiet mitgebracht worden ist. Außer Rötidolomit sind koralligere Dogger und plattiger Hochgebirgskalk (Kröntengipfelkopf) vertreten.

*Profil 3* benützt die von A. TOBLER und mir (Ecl. geol. Helv. IX, Tafel I) gegebene Darstellung. Für das Gebiet südlich vom Storeggpaß konnten die neuen Angaben von P. ARBENZ — allerdings nur schematisiert — übernommen werden.

*Profil 4* entspricht bezüglich des Dargestellten dem Profil (Fig. 23) des „Führers“, ist aber gemäß meiner neuern Auffassung modifiziert. Wie schon früher erwähnt, besitzt dieser Querschnitt in vielen Punkten nur den Wert eines schematischen Sammelprofils, da ziemlich weit voneinander abliegende Gebiete in einem Profil zusammengestellt worden sind. Im besondern ist die Darstellung des Brienerrothorns eine rein schematische und lehnt sich an die Verhältnisse, welche diese Kette nach Westen zu erkennen läßt<sup>1)</sup>, an. Wir besitzen bis jetzt keine neuere Darstellung dieses Gebietes, welche den letzten Ergebnissen der helvetischen Kreidestratigraphie und auch den neuen Anschauungen des alpinen Gebirgsbaues Rechnung trägt. Ebenso ist die Verbindung des Malms im Kern der Brienerrothornkette mit der Faulhorngruppe durchaus hypothetischer Natur. Diese Zusammenhänge werden erst durch genaue Aufnahme des Gebietes zwischen Brünig und Brienz bekannt werden. Die Schratzenfluh ist nach F. KAUFMANN, die Giswylerstöcke nach E. HUGI und G. NIETHAMMER, die Faulhorngruppe nach R. ZELLER, das Wetterhorn nach A. BALTZER übernommen.

*Profil 5* ist zum größten Teil eine Wiedergabe der neuerdings von E. GERBER veröffentlichten Darstellung, und zwar kombiniert nach seiner Karte und seinen Profilen 11 und 12<sup>2)</sup> 3). Die Darstellung der exotischen Decke unter und nördlich der Standfluh stützt sich auf die eben genannte Karte und die in den westlich benachbarten Freiburgeralpen gemachten Erfahrungen. Für das Gebiet der Standfluh und des Dreispitz standen mir außerdem auch eigene Beobachtungen zur Verfügung.

<sup>1)</sup> Das Profil des „Führers“ ist durch den aus ob. Kreide bestehenden Westgipfel des Brienerrothorns (Schöngütsch, 2304 m), Prof. 4 der Tafel XIII durch den Kulminationspkt. 2351 m gelegt.

<sup>2)</sup> ED. GERBER: Beiträge zur Geologie d. östlichen Kientaleralpen. Neue Denkschriften der schweiz. naturf. Ges., 40.

Ferner: ED. GERBER, ED. HELGERS und A. TRÖSCH: Geologische Karte der Gebirge zwischen Lauterbrunnental, Kandertal und Thunersee. Eine Karte und eine Profiltafel. Spezialkarte Nr 43 a und 43 b der Publ. d. Schweiz. geol. Com.

<sup>3)</sup> Die im Hangenden des autochthonen Malms auftretenden Kreidebildungen wurden nicht weiter gegliedert, sondern schematisch mit der Signatur der „Untern Kreide“ bezeichnet.

Vergleichen wir nun diese „Fünf Profilentwürfe“ miteinander, so gilt folgendes:

In allen ist der Südrand gewählt im Aarmassiv, dessen autochthoner Sedimentmantel unter der mittelschweizerischen Molasse durch mit dem Südrande des Juragebirges in direkten Zusammenhang zu bringen ist (vgl. Fig. 6 der Tafel I des „Führers“).

Am Nordrand finden wir überall die miocäne Molasse-Nagelfluh, die wir uns nach Süden in irgend einer Weise auskeilend vorstellen müssen, da im autochthonen Sedimentmantel des Aarmassivs als Jüngstes keine Molasse, sondern nur Flysch auftritt.

Auf dem autochthonen Flysch ruhen nun die Decken, helvetische und exotische. Lassen wir zunächst die exotischen Decken ganz außer acht, ferner unter den helvetischen Decken die Randkette und die Griesstockdecke, so bleiben uns noch die „tiefere helvetische Decke“ und die eigentliche „höhere helvetische Decke“, welche wir nun durch die 5 Profile verfolgen wollen:

*Profil 5* zeigt zwischen Dreispitz und Sefinenfurgge die „höhere helvetische Decke“ oder „nappe du Wildhorn“ LUGEONS. Ihre Stirne — nach der Frohnalp mit F bezeichnet — zeigt sie im Dreispitz, und diese Stirnregion läßt sich durch das ganze Gebiet der 5 Profile, ja noch viel weiter ostwärts ununterbrochen verfolgen. Der tiefe Einschnitt des wenig westlich von Profil 5 verlaufenden Kientals zeigt, daß unter der höhern helvetischen Decken keine tiefere helvetische Decke mehr liegt, sondern unter ihr sofort das durch Taveyannazsandsteine charakterisierte autochthone Tertiär folgt.

Im *Profil 4* entspricht der höhern helvetischen Decke die Faulhorngruppe, ihre Stirne finden wir im Brienzerrothorn.

*Profil 3* zeigt in dem liegenden Faltensystem zwischen Storegg- und Jochpaß die komplizierten liegenden Jurafalten, die — allgemein gesprochen — als Ganzes der Faulhorngruppe, also der „höhern helvetischen Decke“, entsprechen. Die liegenden Kreidefalten nördlich der Storegg und unter der Arviratklippe bilden den Stirnteil F der Decke.

Im *Profil 2* ist das System liegender Falten der Hutstock-Graustockgruppe des Profils 3 noch angedeutet in den liegenden Falten des Urirotstocks. Die Kreidestirnzone F treffen wir im Ober-Bauen. Urirotstock und Ober-Bauen hängen aber nicht mehr miteinander zusammen, sondern sind voneinander getrennt worden durch eine aus der Tiefe auftauchende Zwischenmasse, in der wir zunächst sicher die

„tiefere helvetische Decke (Axendecke)“, vielleicht auch ein Gitschenzwischenstück — darauf komme ich noch zu sprechen — unterscheiden können.

Im *Profil 1* ist von der höhern helvetischen Decke nur die Kreidestirne F im Frohnalpstock vorhanden, ein Jurakern existiert heute nicht mehr, er muß hoch in der Luft über der Axendecke vorausgesetzt werden und tritt erst viel weiter ostwärts in den Churfürsten am Nordufer des Walensees wieder auf.

Verfolgen wir nun umgekehrt von Osten nach Westen gehend das Schicksal der „Untern helvetischen Decke (Axendecke)“.

*Profil 1* zeigt uns den im großen ganzen noch ziemlich normal gebauten, doppellappigen Stirnkopf der Axendecke.

Im *Profil 2* ist der Bau der Axendecke ein sehr viel komplizierterer. Wenn meine Darstellung auch erst als „vorläufige“ aufgefaßt werden darf, so steht doch soviel fest, daß der Jurakern der Axendecke im Fuß der Gitschenwand zurückgeblieben ist, die beiden Kreidelappen aber abgerissen und nordwärts verschoben worden sind und die ungemein kompliziert gebauten Berge Schari und Kulm bilden. Über die westliche Fortsetzung der Axendecke besitzen wir außer den alten Darstellungen MOESCHS nur die Angaben A. TOBLERS (Ecl. geol. Helv. IX, p. 42) welche sich teilweise auf gemeinsam mit mir ausgeführte Aufnahmen stützen. Obwohl diese Angaben A. TOBLERS in manchen Punkten zu ergänzen sind, so ist doch in ihnen richtig festgestellt worden, daß die Äquivalente der Axenkette, im besondern des Schartilappens, bis wenig übers Engelbergertal hinaus westwärts verfolgt werden können und hier — wie ich mich auf gemeinsamer Exkursion überzeugen konnte — nicht etwa mit den überlagernden Falten der Hutstockgruppe in Beziehung treten, sondern scharf von diesen getrennt bleiben bis zu ihrem Untertauchen in der Anhöhe von Ruegisbalm. Ganz allgemein gesprochen, sinkt der Scheitel der zur Axendecke gehörenden Falten nach Westen zu immer mehr ab; über der untertauchenden Axendecke findet westlich des Engelbergertales die Vereinigung statt zwischen den Jurafalten der Hutstock-Storegggruppe und den zugehörigen Kreidestirnfalten F.

Im *Profil 3* habe ich diese Auffassung schematisch dargestellt: Wir haben einen letzten Rest der Axendecke in der Tiefe da anzunehmen, wo unter dem Storeggpaß vor den Köpfen der Hutstockfalten eine Aufstauung von Neokom sich findet. Meiner Vermutung nach besteht dieser westlichste Rest der Axendecke nur aus Kreide und Tertiär, (das letztere ist im *Profil 3* nicht vom autochthonen Flysch unterschieden

worden). Den Malmklotz der Gitschenwand konnte ich westwärts nur bis ins Isentaler Kleintal nachweisen.

Daß die Axendecke nach Süden zu ausspitzt zwischen dem autochthonen Flysch und der Urirotstockdecke, zeigt Profil 2, und daß das gleiche Verhalten auch weiter westwärts gilt, scheint der Umstand zu beweisen, daß wir am Jochpaß und bei Engelberg keinerlei sichere Spuren der Axendecke mehr nachweisen können.

Das Verhältnis der Axendecke zur höhern helvetischen Decke entspricht genau dem der Griesstockdecke zur Axendecke im Profil 1. Wie ALB. HEIM nachgewiesen hat, spitzt auch die Griesstockdecke nach Süden zu im Flysch aus.

Wie weit westwärts Reste der „Axendecke“ noch unter der „höhern helvetischen Decke“ voraussetzen sind, wissen wir nicht, wahrscheinlich aber hört die Axendecke bald ganz auf zu existieren, und die „höhere Decke“ kommt dann direkt auf autochthonen Flysch zu liegen (vgl. Profile 4 und 5).

Wie auf der umstehenden „Geotektonischen Kartenskizze“ angedeutet worden ist, schiebt sich westl. des Urnersees zwischen Urirotstock und Bauen die „tiefere helvetische Decke“ keilförmig ein, wo diese aber westlich des Engelbergertals untertaucht, vereinigen sich der Jurakern der Urirotstock-Hutstockgruppe und nördlich vorgelagerte Kreidestirne zur einheitlichen Faltengruppe der „höhern helvetischen Decke“<sup>1)</sup>.

Die bisherigen Darstellungen waren dagegen immer von der Annahme ausgegangen, daß der Tertiärzug am Nordrande der Axenkette sich nach oben muldenförmig schließen würde, wie wir dies bei dem immer zum Vergleich herbeigezogenen Tertiär des Axenmättli tatsächlich beobachten. Von einer solchen Umbiegung aber ist bis jetzt nichts beobachtet worden. Ebenso wenig wie das zwischen Griesstock- und Axendecke eingeklemmte Tertiär nach Süden und oben muldenförmig abschließt und dadurch ein direkter Zusammenhang zwischen Griesstockdecke und Axendecke hergestellt wird, ebenso wenig existiert ein derartiger Zusammenhang zwischen der „Axendecke“ und der „höhern helvetischen Decke“; die letztere ruht mit einer Überschiebungsfläche auf dem zur „tiefen helvetischen Decke“ (Axendecke) gehörenden Tertiär

<sup>1)</sup> Die Darstellung der „tiefen helvetischen Decke“ (Axendecke) stützt sich außer auf eigene Beobachtungen namentlich auch auf die, mir zu weiterem Ausbau überwiesenen Originalaufnahmen A. TOBLERS; zahlreiche, innerhalb der Axendecke westl. des Urnersees auftretende, in ihrer speziellern Bedeutung teilweise aber noch nicht aufgeklärte Tertiärvorkommen — außerdem auch das Axenmättlertiär und seine westl. Fortsetzung — wurden nicht besonders ausgeschieden.

Geotektonische Skizze der centralschweizerischen Kalkalpen.

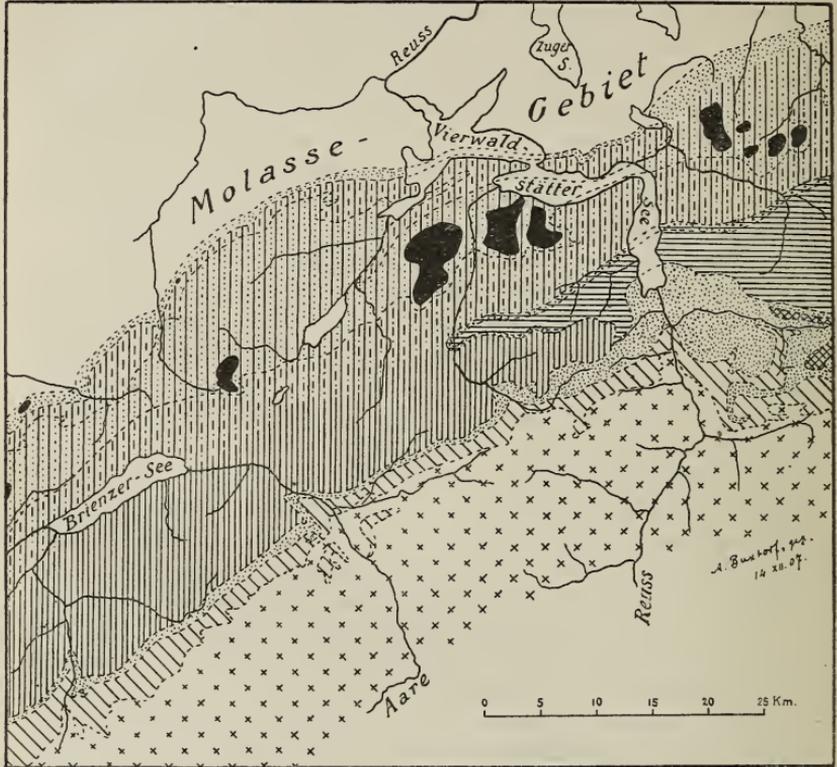


Fig. 3.

oder auch ältern Schichten derselben. Die „tiefere helvetische Decke“ hat keinerlei direkten Zusammenhang mit der „höhern helvetischen Decke“, jede der Decken erscheint als etwas durchaus Selbständiges; und zwar gilt dies ebenso gut für die Zentralschweiz als auch für die analogen Verhältnisse weiter ostwärts: auch am Walensee ruht die „höhere helvetische Decke“ mit einer Überschiebung auf dem zur „tiefern Decke“ (hier Mürtschendecke) gehörenden Tertiär; auch am Ostende des Tertiärbandes, das vom Engelbergertal ununterbrochen zum Walensee hinzieht, beobachten wir keinerlei verkehrten Muldenbau nach Art des Axenmättli<sup>1)</sup>.

Nach dem Gesagten kann ich auch nicht der Ansicht zustimmen, wonach alle helvetischen Decken der Zentral- und Ostschweiz nur als sekundäre Lappen einer einheitlichen Überschiebungsdecke zu deuten seien, wie dies vor einiger Zeit wieder von H. SCHARDT angenommen worden ist<sup>2)</sup>. Vielmehr sind im Gebiete der Zentralschweiz innerhalb der helvetischen Decken scharf drei tektonische Einheiten, die je durch Überschiebungen voneinander getrennt sind, auseinander zu halten: Griesstockdecke, tiefere helvetische Decke und höhere helvetische Decke (letztere inklusive Randkette). Eine Vereinigung der 3 Decken dürfte wohl erst im Gebiete der Wurzelregion vorauszusetzen sein, und diese haben wir wiederum erst am Südrande des Aarmassivs zu suchen, in gleicher Weise wie die Wurzeln der exotischen Decken der Freiburgeralpen nach den neusten Darstellungen von C. SCHMIDT im Rhonetal, in der Rhonetalnarbe, vorauszusetzen sind<sup>3)</sup>. Ob diese scharfe Trennung der helvet. Decken auch im Ct. Glarus ihre Bestätigung findet, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen.

Mit dieser eben gegebenen Darstellung steht nun aber ein kleines Gebiet im Widerspruch, nämlich **das Gebiet des „Vordern Gitschen“** (vgl. Profil 2 Taf. XIII). Dieser besteht — C. BRUNNER hat dies schon 1851 richtig dargestellt — aus Schrattenkalk; und ich habe auf Fig. 28 des „Führers“ diesen

<sup>1)</sup> Man vgl. hier besonders die schon früher genannte Arbeit von A. ROTHPLETZ: Das geotektonische Problem der Glarneralpen, 1898, besonders Tafel VIII, Fig. 3 des Atlas. Ferner die neue, ergänzende Darstellung:

ARNOLD HEIM und P. ARBENZ: Das Walenseetal. (Ber. über d. 40. Versammlung des Oberrhein. geol. Vereins. Lindau 1907, Taf. VIII.)

<sup>2)</sup> H. SCHARDT: Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. Verh. d. Schweiz. Natf. Ges. in St. Gallen 1906, S. 23.

<sup>3)</sup> Eclog. geol. Helv. Bd IX, Nr. 4, S. 532—545.

Schrattenkalk in normalen Zusammenhang zum Jura der Urirotstockgruppe gebracht. Meiner oben gegebenen Auffassung entsprechend, die auf einem Verfolgen der sich entsprechenden Zonen innerhalb der 5 Profilentwürfe beruht, haben wir aber die zur Urirotstockgruppe gehörende Kreide in erster Linie im Ober- und Nieder-Bauen zu suchen. Die Kreidefacies der Bauen-Frohnapfdecke (höhern helv. Decke) ist indessen eine ganz andere als die des Vordern Gitschen, welche in einigen Punkten eher anklingt an die Kreideentwicklung der Axendecke. Wenn also — und dafür sprechen übereinstimmend die Verhältnisse der Profile 5, 4 und 3 — Urirotstock und Ober-Bauen zusammen die höhere helv. Decke ausmachen, so kann die Kreide des Gitschen unmöglich zum Urirotstock gehören, sondern muß von diesem getrennt und vielleicht in irgend einen Zusammenhang zur Axendecke gebracht werden. So stellt also der ungemein kompliziert gebaute, sehr schwer zugängliche Felsklotz des Gitschen ein Gebiet dar, das ich trotz mehrfacher Begehung nirgends einzureihen weiß. Es ist möglich, daß in der enormen Masse intensiv gefalteter Berrias-Valangien-Schiefer, welche den Gitschen vom Urirotstock trennen, eine wichtige tektonische Störung versteckt liegt. Ich habe diese „Möglichkeit“ auf Profil 2 angedeutet; der Gitschen würde dann als ein zwischen Axendecke und Urirotstockdecke eingeschaltetes „Zwischenstück“ aufzufassen sein, ähnlich wie ein solches, allerdings aus Jura bestehendes Zwischenstück am Walensee sich einschiebt zwischen den Jura der „höhern“ und den der „tiefern“ helvetischen Decke.<sup>1)</sup> Diese Darstellung geht aber — wie ich hier ausdrücklich betone — nicht über den Wert einer bloßen Vermutung hinaus; meine Arbeiten im Gitschengebiet bedürfen noch allseitigen Ausbaues.<sup>2)</sup>

Die bisherigen Auseinandersetzungen beschäftigten sich nur mit den Beziehungen der „höhern helvetischen Decke“ zur „tiefern“. Außer acht gelassen wurden die Randkette, die Griesstockdecke und die exotischen Decken.

Griesstockdecke und exotische Decken brauche ich nicht näher zu betrachten; die erstere liegt ostwärts außerhalb des

<sup>1)</sup> Vgl. ARNOLD HEIM und P. ARBENZ: Das Walenseetal (Ber. über die 40. Versammlung d. Oberrhein. geol. Ver. Lindau 1907 Taf. VIII).

<sup>2)</sup> Auf der obenstehenden, geotektonischen Skizze der Zentralschweizerischen Kalkalpen ist das Gitschengebiet nicht besonders ausgeschieden, sondern mit der Signatur der „tiefern helvetischen Decke“ bezeichnet worden.

Gebietes der 5 Profile, und die Art des Auftretens der exotischen Decken ist aus den Profilen klar ersichtlich<sup>1)</sup>). Dagegen haben wir noch **die Randkette**, die sich in allen 5 Profilen vom Urmiberg zur Standfluh verfolgen läßt, näher zu betrachten.

Wie in einem frühern Abschnitt kurz erwähnt worden ist, hat M. LUGEON (1901) die ganze alpine Randkette vom Thunersee zum Walensee als Stirn einer „tiefern helvetischen Decke“ aufgefaßt. ARNOLD HEIM hat (1905) diese Darstellung LUGEONS übernommen und für die Randkette die Bezeichnung „Frontale Gliederkette“ vorgeschlagen. Anlehnend an die althergebrachte Auffassung sollte die Rigihochfluhkette ihre östliche Fortsetzung finden in den Aubrigen und diese in der Köpfenstock-Wagetenkette. Die Gründe, die M. LUGEON veranlaßten die Wagetenkette als Stirn einer „tiefern helvetischen Decke“ aufzufassen, sind so überzeugend, daß ihre Berechtigung allgemein anerkannt worden ist.

Andererseits gelangten nun A. TOBLER und ich zu dem entgegengesetzten Ergebnis, daß nämlich die Rigihochfluhkette nur als Stirne einer „höhern Decke“ gedeutet werden könne. Wir nahmen an (Herbst 1905), daß wohl Aubrig und Wageten als tiefere Decke zu bezeichnen seien, daß aber die Rigihochfluh als Stirne der höhern helvetischen Decke (Drusberg-Frohnalp) aufzufassen sei. Dieser stratigraphisch durchaus begründeten Annahme stellten sich aber tektonische Schwierigkeiten entgegen, die namentlich von ARNOLD HEIM hervor gehoben worden sind (vgl. Ecl. geol. Helv. IX, S. 44).

Es lag also ein offener Widerspruch vor: Die frontale Gliederkette Rigihochfluh-Aubrig-Wageten sollte am Vierwaldstättersee Stirn einer „höhern“, im Linthtal aber Stirn einer „tiefern“ Decke sein.

Diesen Widerspruch hat ERNST BLUMER gelöst, indem er nachweisen konnte, daß wohl die Wageten die Stirn einer „tiefern Decke“ vorstellt, daß aber die Aubrige in gar keinem

<sup>1)</sup> Ich möchte hier nur erwähnen, daß die von mir in den Gipfelpartien der Rigihochfluh und des Pilatus gefundenen, hier nicht näher zu besprechenden Verhältnisse mich zwingen, eine ehemalige Ausdehnung der Klippendecke bis zu diesen Bergen und über sie hinaus anzunehmen.

Anschließend möchte ich hier noch die Frage aufwerfen, ob das eigenartige Auftreten der Klippen bald auf mächtigem Flysch, bald in fast oder ganz direkter Berührung mit den obersten Kreidehorizonten der unterlagernden helvetischen Decken nicht in Zusammenhang stehen könnte mit präexistierenden Vertiefungen im Flysch. Besonders auffallend erscheint, daß beispielweise im eigentlichen Schlierengebiet, wo der Flysch seine mächtigste Entwicklung und reichste Gliederung zeigt, Reste exotischer Decken ganz fehlen.

Zusammenhang zur Wageten stehen, sondern als Stirn einer „höheren Decke (Säntisdecke)“ gedeutet werden müssen.

Es liegt auf der Hand, daß durch diese Lösung Righochfluh und Aubrige sich wieder näher gerückt wurden, beide waren jetzt Stirnen „höherer Decken“. Es drängte sich also die Frage vor, ob vielleicht die alte Auffassung, wonach Righochfluh = direkte westliche Fortsetzung der Aubrige doch zu Recht bestehen dürfte. Die nächste Folge wäre dann natürlich, daß die ganze Randkette vom Aubrig zum Thunersee als Säntisdecke bezeichnet werden müßte.

Einer Beantwortung dieser Frage stehen nun große Schwierigkeiten gegenüber, weil nicht nur stratigraphische, sondern auch tektonische Argumente bei der großen Entfernung vom kleinen Aubrig zur Righochfluh so gut wie alle entscheidende Bedeutung einbüßen. Rein aus Gründen der Allgemein-Tektonik des Gebietes zwischen Säntis und Vierwaldstättersee neige ich aber eher der Ansicht zu, daß das Westende des kleinen Aubrig auch das Westende der Säntisstirne bedeute, und daß mit der Righochfluh ein neues tektonisches Element erscheint.

Statt von Osten auszugehen, können wir unsere Betrachtung aber auch im Westen, am Thunersee, beginnen, wo uns außer den auf Blatt XIII der geolog. Dufourkarte enthaltenen Angaben KAUFMANNs die neue, schon oben genannte Karte von ED. GERBER, ED. HELGERS und A. TRÖSCH die wertvollsten Dienste leistet.

In großer Breite tritt von Nordosten her die Randkette an den Thunersee. Ralligstöcke und Niederhornkette sinken im Streichen nach Südwesten zu rasch ab, setzen in der Tiefe aber kaum auf die Südseite des Sees hinüber, sondern sind im Gebiete des Thunersees wahrscheinlich quer abgerissen und ohne westliche Verlängerung, ganz ähnlich, wie z. B. auch die Wagetenkette nach Westen zu unvermittelt aufhört. Ich schließe dies aus dem Vorkommen von Taveyannazsandstein am Südufer des Thunersees bei Krattigen. Wir müssen diesen Taveyannazsandstein — wie auf Profil 5 Tafel XIII gezeichnet worden ist — als vom autochthonen Tertiär abgeschürft auffassen<sup>1)</sup>, denn im Tertiär der Niederhornkette fehlt Taveyannazgestein vollständig; daraus folgt dann aber mit größter Wahrchein-

<sup>1)</sup> Wie mir Herr Prof. C. SCHMIDT mitteilt, hat er dieses Vorkommen näher untersucht und seine Identität mit typischem Taveyannazsandstein nachweisen können. Auch für die Taveyannazgesteine von Merligen dürften wir in analoger Weise die Heimat im autochthonen Tertiär zu suchen haben.

lichkeit, das Ralligstock und Niederhorn am Südufer des Sees auch in der Tiefe nicht mehr existieren. Etwas anders verhält sich am Thunersee der östliche Teil der Randkette, der in der Waldegg zwischen Sundlauenen und Neuhaus am See ausstreicht, und zwar als fast regelmäßiges, gault- und seewerkalk führendes Gewölbe, dessen Scheitel aber gleichfalls gegen den Thunersee hin kapuzenförmig abdacht<sup>1)</sup>. Im Streichen des Waldegg-Gewölbes erscheint am Südufer des Thunersees die Kreidefalte des Buchholzkopfes, die trotz dem Fehlen von Gault und Seewerkalk doch wohl nur als Äquivalent der Waldegg gedeutet werden kann; die mehr oder minder direkte Fortsetzung des Buchholzkopfes müssen wir in der im Suldtal auftauchenden Standfluh suchen, die — wie ED. GERBER gezeigt hat — ganz auf Flysch und Taveyannazgestein schwimmt (vgl. Taf. XIII Profil 5).

Daß wir die Standfluh als Äquivalent der Randkette auffassen müssen, wie dies auch ED. GERBER andeutet, erhellt schon aus dem Umstand, daß sie der Stirnzone F in gleicher Weise vorgelagert ist, wie anderswo die Randkette und von dieser getrennt wird durch die hier allerdings recht eng geklemmte Tertiärzone von Brunnen-Kerns-Habkern.

Tektonisch ist die Standfluh durchaus isoliert. ED. GERBER deutet auf seinem Profil 11, das schematisiert in Tafel XIII Profil 5 übernommen worden ist, an, daß die Standfluhdecke längs anormalen Kontakten südostwärts ausspitzt, und zwar in der Überschiebungsfläche zwischen höherer helvetischer Decke und autochthonem Tertiär. Ein direkter Zusammenhang

<sup>1)</sup> Vgl. F. J. KAUFMANN: Emmen-Schlierengegenden. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, Liefg. XXIV, 1. Teil, S. 291 ff. und zugehörig. Atlas, Taf. XXIV, Fig 1. Das Waldegg-Gewölbe zeigt eine gewisse Analogie zum Gewölbe des Muetterschwandensbergs (Profil 3 Taf. XIII) sowohl hinsichtlich der Tektonik als der Stratigraphie. Ähnlich wie am Muetterschwandensberg ist auch hier die Kreide vollständiger entwickelt als in den nördlich vorgelagerten Ketten des Niederhorns bzw. des Pilatus. Während aber die Kreide des Muetterschwandensbergs der der südlich benachbarten Stirnzone F faziell sehr nahe steht, fehlt in der benachbarten, der Stirnzone F entsprechenden Kette des Harder bei Interlaken die mittlere und obere Kreide ganz. Dagegen tritt wenig mächtiger Gault und Seewerkalk auf in der westl. Fortsetzung des Harder, im Morgenberghorn und Dreispitz (vgl. Profil 5). Es dürfte von größtem Interesse sein, Gault und Seewerkalk der Morgenberghorn-Dreispitzgruppe mit den entsprechenden Schichten der Waldegg auf genaueste zu vergleichen und die Ursache dieses lokalisierten Vorkommens festzustellen.

Außer F. J. KAUFMANN hat sich in der Folge auch H. DOUVILLÉ über die Waldegg ausgesprochen: „Les Ralligstöcke et le Gerihorn“. Bull. soc. geol. France 1903. S. 193 ff.

zwischen der „Randkette“ und der eigentlichen „höhern helvetischen Decke“ existiert nicht mehr.

Dieser Nachweis, den wir ED. GERBER verdanken, hat mich bestimmt, auch in den übrigen Profilen 1—4 ein ähnliches Verhalten der Randkette zur Stirnzone F der höhern helv. Decke anzunehmen; überall ließ ich die Randkette ausspitzen zwischen unterliegendem Flysch und höherer helvetischer Decke. Ob sich die im Kiental beobachtbaren Verhältnisse aber tatsächlich in dieser Weise auf die ganze Randkette bis zum Vierwaldstättersee übertragen lassen, wissen wir nicht. Immerhin aber scheint mir das Beispiel der Standfluh mit Deutlichkeit dafür zu sprechen, daß die Randkette gegenüber der Stirnzone F Selbständigkeit besitzt; man gewinnt auch den Eindruck, als ob die Randkette von der Stirnzone F nordwärts gedrückt und teilweise von ihr sogar überdeckt worden sei.

Versuchen wir nun uns das Zustandekommen der Randkette zu erklären, so stehen wir sofort den größten Schwierigkeiten gegenüber.

Soviel steht fest, daß die Randkette ursprünglich zusammengehungen hat mit der untersten liegenden Falte der Stirnzone F und somit nur als ein nördlich vorgeschobener, dabei aber selbständig gewordener Teil der höhern helvetischen Decke aufgefaßt werden kann. Die von mir bis in alle Details verfolgten stratigraphischen Verhältnisse der Kreideketten des Vierwaldstättersees verlangen alle diesen ursprünglichen Zusammenhang<sup>1)</sup>.

Für die Randkette gilt ferner eine Eigentümlichkeit, die wir in gleichem Maße nur im Säntis finden: Das Abgleiten und Vorbränden der Kreidesedimente und das Zurückbleiben der zugehörigen Jurakalke. Diese von M. LUGEON, H. SCHARDT, ALB. und ARN. HEIM u. a. schon oft genannte Eigentümlichkeit ist bedingt durch das Auftreten einer mehrere 100 m mächtigen, dem Berriasien und Unt. Valangien entsprechenden Mergelschiefermasse (Balfriesschiefer) zwischen dem massigen Hochgebirgskalk (Malm) und den gleichfalls vorwiegend kalkig entwickelten übrigen Horizonten der untern und mittl. Kreide<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Diese Auffassung ist übernommen und für die mittlere Kreide neuerdings spezieller verfolgt worden von CH. JACOB: Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. Bull. du Lab. de géologie de la Faculté de Grenoble. Grenoble 1907. Man vgl. bes. Taf. I.

<sup>2)</sup> Genauere Angaben über die Balfries-Schiefer sind enthalten in einer kurz nach den Exkursionen erschienenen Notiz von ARNOLD HEIM: Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschrift der Natf. Ges. in Zürich 52, 1907.

Überall, wo in den helvetischen Decken die untersten Kreidehorizonte als mächtige Mergelschiefer entwickelt sind, beobachten wir, daß bei der Entstehung der Überschiebungsdecken die ursprünglich einheitliche Jura-Kreide-Sedimentserie durch diese mächtige Mergelzwischenlage in zwei sich mechanisch durchaus verschieden verhaltende Teile zerlegt worden ist: Der unterliegende Jurakalk faltet sich für sich, und nur die Berriasschiefer werden in engen Mulden als Jüngstes zwischen die Malmfalten eingeklemmt. Die hangende Kreide aber gleitet auf den Berrias-Valangianschiefern weiter alpenauswärts, brandet am Alpenrande, und in den Gewölbekernen finden wir dort als Ältestes nur eine aufgestaute Masse von Sedimenten der untersten Kreide.

Wir begreifen nun auch, warum wir in der Faulhorn-Urirotstockgruppe in den Muldenkernen nur Berrias antreffen. Ebenso werden die früher genannten Darstellungen, die A. ROTHPLETZ und ARNOLD HEIM von der „Nordseite des Walenseetals“ gegeben haben, nur unter diesem Gesichtspunkte verständlich<sup>1)</sup>. Die nächste Folge ist dann aber, daß auf den zurückbleibenden Jura eine Kreide zu liegen kommt, die gar nicht darüber abgelagert worden ist, sondern viel südlicheren Ursprungs ist; die jetzt der Jurastirne aufruhende Kreide lag einst ebensoweit südlich zurück, als die Kreidestirne über die Jurastirne vorgebrandet ist, wobei natürlich die Faltungen an der Kreidestirne mit in Rechnung zu bringen sind.

Wo — wie in den meisten tiefern helvetischen Decken — die unterste Kreide nicht mergelig, sondern kalkig entwickelt ist, fehlt diese mechanische Trennung. Jura und normal hangende Kreide sind harmonisch gefaltet.

Daß auch die Randkette eine reine Kreidedecke ist, hat M. LUGEON erstmals im Profil dargestellt (vgl. Tafel I, Fig. 2); auch hier fungiert überall die unterste, mergelige Kreide als Gleitschicht, gleichviel ob man mit LUGEON die Randkette mit der Axendecke verbindet oder — wie wir heute für richtig halten — mit der „höhern“ Decke in Beziehung bringt.

Ich stelle mir nun vor, daß bei der Überschiebung der höhern helvetischen Decke zunächst ein Abschieben und Ab-

<sup>1)</sup> Der Umstand, daß — nach ARNOLD HEIM — in der Alviergruppe über den liegenden Jura-Berriasfalten das obere Valangien und sein Hangendes infolge des Vorbrandens der Kreide eine fast ungestörte Platte bildet, lehrt uns, daß wir auch in andern Gebieten der „höhern“ helvetischen Decke über den liegenden Falten der Jurakerne relativ ruhige Lagerung der Kreide anzunehmen haben, was durch die Luftlinien in meinen Profilen zum Ausdruck gebracht worden ist.

gleiten der Kreidesedimentplatte auf den Balfriesschiefern stattfand. Ein nördlicher Streifen dieser Kreideplatte lieferte später zwischen Vierwaldstättersee und Kiental die Randkette. Aus dem südlichen Streifen entwickelte sich in einer folgenden Phase der Überschiebung, in welche wir wahrscheinlich auch die Entstehung der liegenden Falten des jurassischen Kernteils zu verlegen haben, die Stirnzone F, die uns heute als eigentliche Stirn der höhern helvetischen Decke erscheint. Später stieß dann diese Stirne F die Randkette vor sich her an den Alpenrand hinaus, und bei diesem letzten Schube wurde der ursprünglich direkte Zusammenhang zwischen der Randkette und der Stirnzone F mehr und mehr aufgehoben und verwischt. Diese letztere brandete über das in der Tiefe ausstizende Südende der Randkette vor.

Wenden wir diese Auffassung nun auf eines unserer 5 Profile an, z. B. auf Profil 3, so würde sich direkt das Folgende ableiten lassen: Der ursprünglich zum Pilatus gehörende Jura wäre zu suchen in den untersten Jurafalten der Hutstockgruppe, d. h. ca 16 km südwärts. Dagegen wären die in der Stirnzone F auftretenden Kreidesedimente in einer ersten Phase der Überschiebung auf den Jura, der primär das Liegende der Pilatuskreide gebildet hatte, geschoben worden. Später sind dann dieser Jura und die aufgeschobene Kreide mehr oder minder harmonisch in liegende Falten gelegt worden, und dabei hat sich — wie ein Vergleich der 5 Profile zeigt — nochmals eine von Westen nach Osten immer mehr sich ausprägende Trennung der Kreidestirnzone F von den Jurakernfalten vollzogen.

Selbstverständlich haben wir uns die verschiedenen Vorgänge nicht zeitlich scharf getrennt vorzustellen; sie griffen vielmehr ineinander ein, vollzogen sich wohl teilweise auch gleichzeitig.

Es bedarf keiner besondern Erwähnung, daß die obigen Auseinandersetzungen nach mancher Richtung hin nur den Charakter vorläufiger Mitteilung an sich tragen. Sie wollen nur ein Versuch sein, unsere bisherigen Kenntnisse der Zentralschweizerischen Kalkalpen unter einheitlichem Gesichtspunkte zusammenzufassen, unter gleichzeitiger Verwertung dessen, was bis in die letzte Zeit aus östlich und westlich angrenzenden Gebieten an Neuem bekannt geworden ist.

### Nachschrift.

Während des Niederschreibens meiner Bemerkungen „Zur Tektonik der Zentralschweizerischen Kalkalpen“ erschienen die von A. BALTZER verfaßten „Erläuterungen zur geol. Karte der Gebirge zwischen Lauterbrunnental, Kandertal und Thunersee in 1 : 50 000 von E. GERBER, E. HELGERS und A. TRÖSCH“ (In Kommission bei A. FRANCKE, Bern). Diesen Erläuterungen ist ein Anhang mit Tafel beigegeben: „Zwei Querprofile durch Aarmassiv und Berner Oberland“, gleichfalls von A. BALTZER zusammengestellt. Da diese Erläuterungen und der Anhang das auch von mir gestreifte Gebiet des Kientals näher behandeln, sei mir gestattet, hier mit einigen Worten auf diese neue Darstellung einzutreten.

Zunächst ist die Tatsache hervorzuheben, daß in diesen Profilen nunmehr auch A. BALTZER alle Gebirgsketten, welche zwischen dem autochthonen Sedimentmantel des Aarmassivs und der Molasse-Nagelfluh auftreten, ohne „Wurzelwerk“ auf jüngeren Schichten schwimmen läßt und als von Süden her überschobene Decken auffaßt: „Hauptprinzip der Tektonik ist die Existenz großer in sich gefalteter wurzelloser Decken.“ (BALTZER a. a. O. S. 21). Erfreulich ist die Übereinstimmung dieser neuen Profile BALTZERS mit der Darstellung, die von C. SCHMIDT und mir (Mai 1907) im „Führer“ (Fig. 23 unten) gegeben worden ist.

Wenn aber BALTZER auf S. 28 der genannten Broschüre in der Einleitung zur Besprechung seiner Profile hervorhebt: „nur das wirklich Beobachtete wurde koloriert; man sieht mit einem Blick, wie wenig wir direkt kennen und wie viel durch die Phantasie ergänzt und konstruiert worden ist“, so muß ich doch darauf aufmerksam machen, daß Herr BALTZER selbst dieser seiner Forderung in seinen Profilen nicht gerecht geworden ist: Die Umbiegung des Urgons unter dem Tertiär von Habkern hat noch niemand sehen können.

Es muß in der Tat auffallen, daß in BALTZERS zweitem Profil gerade diejenige Stelle als wirklich beobachtet, somit koloriert dargestellt wird, um die sich doch in den verfloßenen Jahren in letzter Linie die Diskussion gedreht hat, und über die wir bis heute nichts Genaueres wissen. BALTZER verbindet die Randkette in direkter Muldenbiegung mit der Kreide der Stirnzone F; die Tertiärzone von Brunnen-Kerns-Habkern ist also nach ihm eine normale, geschlossene Mulde. Diese rein konstruktive Darstellung ist um so auffallender, als

ja H. DOUVILLÉ nachdrücklich auf die Verschiedenheit der beiden „Muldenflügel“ hingewiesen hat<sup>1)</sup>, und außerdem — wie früher erwähnt wurde — ein Schüler BALTZERS, ED. GERBER, im Kiental den Nachweis erbracht hat, daß die Randkette (Standfluh) durchaus selbständig der Brienerrothornkette (Stirnzone F des Dreispitz) gegenübersteht (vgl. Tafel XIII Profil 5). Die Darstellung GERBERS war mir Veranlassung, auch für die übrige Randkette zwischen Thuner- und Vierwaldstättersee tektonische Selbständigkeit anzunehmen, und aus den gleichen Gründen habe ich für den Tertiärstreifen von Brunnen-Kerns-Habkern in Tafel XIII nie die Bezeichnung „Mulde“, sondern die viel allgemeinere „Zone“ gebraucht.

Anschließend an diese Bemerkung möchte ich mir erlauben, nun noch auf eine Frage hinzuweisen, die zunächst stratigraphischer Natur, doch auch für die Tektonik von größter Bedeutung ist, und die sich knüpft an

### Die sog. Leimernschichten.

Als „Leimernschichten“ bezeichnete F. J. KAUFMANN rote und weiße Kalke und dünnsschichtige Kalkmergel mit reicher Foraminiferenfauna. Es erscheinen diese Schichten zwischen Thunersee und Giswylerklippen als lokale Einlagerungen im Flysch; sie bilden u. a. den Bergrücken „Leimern“ bei Beatenberg, daher ihr Name. Schon KAUFMANN<sup>2)</sup> hebt die Ähnlichkeit der Foraminiferen mit denen der Seewerschiefer (ob. Kreide, Turon, der helvetischen Kreidefacies) hervor, faßt aber die Leimernschichten trotzdem als normale Einlagerung im untern Flysch auf.

Anschließend an diese Darstellung KAUFMANNs haben in der Folge auch H. DOUVILLÉ<sup>3)</sup>, ferner ED. GERBER<sup>4)</sup> die Leimernschichten als Glied der helvetischen Flyschbildung aufgefaßt, und auch von BALTZER werden sie in den genannten Erläuterungen, entsprechend der Darstellung auf der oben genannten Karte, als solches aufgeführt.

<sup>1)</sup> H. DOUVILLÉ: Observations géol. dans les environs d'Interlaken. Bull. soc. géol. France 1900, S. 57 ff.; derselbe: Les Ralligstöcke et le Gerihorn. Bull. soc. géol. France 1903, S. 193 ff.

<sup>2)</sup> Vgl. hierüber: F. J. KAUFMANN: Rigi und Molassegebiet d. Mittelschweiz. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz XI, S. 164; ferner F. J. KAUFMANN: Emmen- und Schlierengenden usw. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz XXIV, 1. Teil, S. 552.

<sup>3)</sup> Les Ralligstöcke et le Gerihorn. Bull. soc. géol. France 1903, S. 196.

<sup>4)</sup> Beitr. z. Geol. d. östl. Kientaleralpen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. 40, S. 58.

Einer andern Auffassung der Schichten des Leimernberges hat nun kürzlich C. SCHMIDT Ausdruck gegeben. So wird zunächst in der von C. SCHMIDT verfaßten Beilage zum Jahrbuch XLII des Schweizer Alpen-Klubs: „Bild und Bau der Schweizeralpen“, (Fig. 12 S. 17) der Bergrücken Leimern als Kreideklippe dargestellt, und in ähnlicher Weise kehrt die Leimern als Klippe auch wieder in der von C. SCHMIDT entworfenen „Geol. Kartenskizze der Alpen zwischen St. Gotthard und Montblanc“, Ecl. geol. Helv. IX, T. 13.

Indem C. SCHMIDT die Leimern als Klippe darstellte, stützte er sich auf folgende Tatsachen:

Am 10. Juli 1899 besuchten die Geologie-Studierenden der Basler Universität unter Führung von A. TOBLER die Leimern, und im Berichte über diese Exkursion bemerkte der seither in Parà verstorbene M. KAECH: „Nicht weit unterhalb der Gemmenalp findet sich eine durch KAUFMANN bekannte Stelle, die sog. Leimern, nach welcher er seine Leimernschichten benannte. Wir fanden weiße Neokomfleckenkalke, überlagert von grünen und roten Couches rouges, beide umhüllt von Flysch. Über die Klippennatur der Kreideschichten kann hier kein Zweifel bestehen.“ Daß es sich tatsächlich nicht um tertiäre Schichten handeln kann, beweist ein leider nur fragmentär erhaltener Belemnit, der damals von uns in den Neokomkalken gefunden wurde und nebst Gesteinsproben von Couches rouges und Fleckenkalken in den alpinen Sammlungen des Basler Museums aufbewahrt wird.

Unser Belemnitenfund steht übrigens nicht vereinzelt da. Auch KAUFMANN (Emmen-Schlierengegend, S. 311) erwähnt von der Leimern außer einem kleinen *Inoceramus* „zwei arrodierete (vielleicht eingeschwemmte) Belemniten“. Inwieweit die Erhaltung dieser KAUFMANNschen Belemniten dafür sprach, dieselben als „vielleicht eingeschwemmt“ zu betrachten, kann ich, ohne die Stücke zu kennen, nicht entscheiden; sicher aber ist, daß der von uns gefundene Belemnit keinerlei Abnutzung zeigt, sondern sich ganz zweifellos auf primärer Lagerstätte befand.

An der Leimern treten also fraglos vortertiäre und zwar exotische Gesteine auf, allerdings aufs innigste verknüpft mit flyschartigen Schichten, die man — ob mit Recht, bleibt vorläufig dahingestellt — als helvetischen Flysch betrachtet. Und zwar gehören die exotischen Schichten teils der untern Kreide (Fleckenkalke mit Belemniten) teils der obern an (Couches rouges).

Ich darf hier nicht unerwähnt lassen, daß schon früher ein Teil der von KAUFMANN auf Blatt XIII der geol. Karte

der Schweiz (1 : 100 000) angegebenen Leimernschichten als „exotisch“ angesprochen worden ist: So namentlich von QUEREAU<sup>1)</sup>, der die Leimernschichten des Rotspitz (Giswylerklippen) und von Merligen am Thunersee näher untersuchte und, gestützt auf die Foraminiferen, ein unterkretazisches oder oberjurassisches Alter in Vorschlag brachte; oberjurassisches, weil er die Couches rouges dem Tithon und nicht der obern Kreide glaubte zuweisen zu müssen.

Ähnlich hat E. HUGI<sup>2)</sup> die bei Giswyl durch KAUFMANN angegebenen Leimernschichten teils wie QUEREAU den Couches rouges, also der obern exotischen Kreide (Rotspitz), teils aber auch den Seewermern, also der obern helvetischen Kreide (Bros matt-Stockmatt, a. a. O. S. 20), zugewiesen.

Auch ED. GERBER (a. a. O. S. 58—59) betont die große Ähnlichkeit der Globigerinenfauna der Leimernschichten mit der der Couches rouges, pflichtet aber schließlich doch der Auffassung KAUFMANNs bei, welche, wie oben erwähnt, in der Folge auch von BALTZER vertreten worden ist.

Dieser letztern Darstellung gegenüber aber muß nachdrücklich betont werden, daß der Bergrücken der Leimern, die Stammlokalität der „Leimernschichten“, von zweifellos exotischen Kreideschichten gebildet wird, und es deshalb in Zukunft unstatthaft ist, die Bezeichnung „Leimernschichten“ für Glieder des helvetischen Flysch anzuwenden.

Eine weitere Frage, die sich nun erhebt, ist die, ob nun alle von KAUFMANN aufgezählten Vorkommen von Leimernschichten gleichfalls als exotische Kreide angesehen werden müssen, oder ob vielleicht ein Teil derselben doch mit Recht dem helvetischen Flysch beigezählt wird.

Verfolgen wir auf Blatt XIII der geol. Dufourkarte die von KAUFMANN erwähnten Leimernschichtenvorkommen, so sehen wir, daß dieselben sich hinsichtlich ihrer Verbreitung leicht in 3 Gruppen zerlegen lassen.

Eine erste Gruppe von Vorkommen ist an das eigentliche Giswylerklippengebiet geknüpft. Es handelt sich hier um die Leimernschichten des Rotspitz, die von QUEREAU (a. a. O.) und in der Folge auch von A. TOBLER<sup>3)</sup> und

<sup>1)</sup> Die Klippenregion von Iberg. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 33. Liefg. (N. F. 3. Liefg.), S. 80 und 91.

<sup>2)</sup> Die Klippenregion von Giswyl. Denkschr. d. Schw. Naturf. Gesellschaft 36, 1900, S. 24.

<sup>3)</sup> Vorläufige Mittlg. über die Geol. d. Klippen am Vierwaldst. See. Ecl. geol. Helv. VI, S. 13.

E. HUGI (a. a. O.) als exotische obere Kreide (Couches rouges) erkannt worden sind.

Eine zweite Gruppe ist an die kleinen Klippen gebunden, welche zwischen Thunersee und Entlebuch im Flysch des Alpenrandes auftreten, und zwar sind als wichtigste Vorkommen dasjenige von Merligen und das von Aeschi zu nennen. Das erstere ist schon von QUEREAU (a. a. O. S. 81) als exotisch erkannt worden, und da in der Nähe auch Gips und Châtelkalk auftreten, stellen diese Schichten bei Merligen zusammen eine kleine Klippe dar, die in den isolierten Jura-klippen des Bodmi, der Zettenalp, der Großenegg usw. ihre Analoga und Fortsetzung findet. Das Vorkommen von Aeschi ist gleichfalls an die Nähe einer echten, im Flysch schwimmenden Doggerklippe gebunden und dürfte deshalb gleichfalls als exotische Kreide zu deuten sein. Alle diese Umstände sprechen somit dafür, daß auch die Leimernschichten des Alpenrandes der exotischen Schichtserie zuzuzählen sind<sup>1)</sup>.

Die dritte Gruppe, welche die meisten Vorkommen der Leimernschichten umfaßt, ist nun in auffallender Weise an die Zone von sog. „Unterm Flysch“ gebunden, welche sich vom Thunersee durchs Habkernthal ins Quellgebiet der Großen und Kleinen Emme verfolgen läßt (vgl. die Darstellung von F. J. KAUFMANN auf Blatt XIII der geol. Karte 1:100 000). Dieser Gruppe gehört auch die Lokalität Leimern selbst

<sup>1)</sup> Der Nachweis, daß bei Aeschi tatsächlich Dogger auftritt, wird durch aus dem Jahre 1898 stammende, bis jetzt nicht veröffentlichte Funde A. TOBLERS geliefert.

Wenn F. J. KAUFMANN (Emmen-Schliereengegend, S. 367—368) bei Aeschi Dogger angab, so stützte er sich dabei nur auf die petrographische Beschaffenheit der betr. Gesteine, ohne Fossilfunde verzeichnen zu können. Späterhin hat C. BURCKHARDT die fragliche Lokalität besucht und daselbst eine Bank mit Austern gefunden, die nach Bestimmung von C. MAYER-EYMAR der eocänen *Ostrea (Gryphaea) Kaufmanni* M. E. angehören sollten. Gestützt hierauf stellte C. BURCKHARDT die betreffenden Schichten ins Eocän und glaubte auf diese Weise die Braunjuraklippe von Aeschi „beseitigt“ zu haben (vgl. C. BURCKHARDT: Die Kontaktzone von Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen vom Bodensee bis zum Thunersee, Beitr. z. geolog. Karte der Schweiz, Liefg. 32 [N. F. 2. Liefg.], S. 88—89). Im Gegensatz zu dieser Darstellung hat dann A. TOBLER im Jahre 1898 bei Aeschi nicht nur die aus sehr schlecht erhaltenen, wohl spezifisch unbestimmbaren Austern zusammengesetzte Bank wiedergefunden, sondern in ihrer Nähe auch typische Echinodermenkalke und sandige Kalke, letztere mit Belemniten und Terebrateln, welche auf Dogger hinweisen und somit die Richtigkeit der alten KAUFMANNschen Auffassung durchaus bestätigen. Die Belegstücke, auf die sich diese Angabe stützt, sind von A. TOBLER der alpinen Sammlung des Basler Museums überwiesen worden.

an, wo die exotische Natur der sog. Leimernschichten als festgestellt betrachtet werden kann<sup>1)</sup>.

Ob nun aber auch die übrigen „Leimernschichten“ dieser dritten Gruppe zwischen Thunersee und Kleiner Emme samt und sonders als exotische Kreide und nicht als normales Schichtglied des helvetischen Flysches zu deuten sind, ist eine noch offene Frage. Es erscheint mir aber wahrscheinlich, daß das erstere für die Mehrzahl der Vorkommen zutreffen dürfte; denn dieselbe innige Verknüpfung der Leimernschichten mit Flyschgesteinen, wie sie von KAUFMANN von allen Vorkommen der dritten Gruppe erwähnt wird, gilt auch für das Vorkommen der Leimern selbst, wo gleichfalls die belemnitenführenden Fleckenkalke und foraminiferenreichen Couches rouges den flyschartigen Gesteinen scheinbar normal eingeschaltet sind; so normal, daß man den Gedanken nicht unterdrücken kann, es möchte ein großer Teil der Flyschausfüllung der Tertiärzone von Habkern überhaupt nicht helvetischer, sondern exotischer Herkunft sein und in mehr oder weniger direktem Schichtverband mit exotischer oberer Kreide stehen. Es würde sich dann an der Ausfüllung dieser zwischen Brienzerthornkette und Randkette eingeschalteten „Tertiärzone“ exotisches Material in viel größerer Menge als bisher angenommen worden ist, beteiligen. Zu dem von L. RÜTIMEYER erstmals erwähnten Gips und den jurassischen (?) Kalken, die H. DOUVILLÉ anführt, würden die exotischen Leimernschichten (Kreide) und ihr zugehöriger Flysch treten; und diese ganze, wesentlich aus exotischem Flysch und Leimernschichten bestehende Masse erschiene im Süden und Norden begrenzt von echt helvetischen Flyschbildungen, die einerseits normal zur Brienzerthornkreide, andererseits normal zur Kreide der Randkette gehören<sup>2)</sup>.

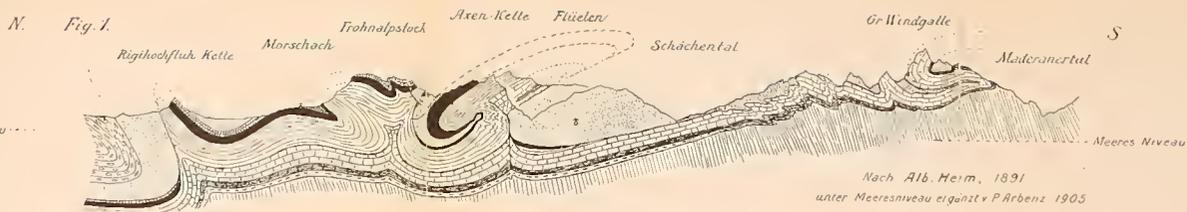
<sup>1)</sup> Dieser 3. Gruppe ist auch das oben genannte isolierte Vorkommen zwischen Brosmatt und Stockmatt ob Giswyl zuzuzählen. E. HUGI verwies dasselbe in die helvetischen Seewermigel.

<sup>2)</sup> Die genauesten Angaben über den Gips sind enthalten in L. RÜTIMEYER: Das schweizerische Nummulitenterrain (Bern 1850. Neue Denkschr. d. Schw. Naturf. Ges. XI). Über jurassische (?) Gesteine berichtet H. DOUVILLÉ: Observations géol. dans les environs d'Interlaken. Bull. soc. géol. Fr. 1900, S. 59. Ob die berühmten Granitblöcke von Habkern mit zur exotischen Füllmasse gehören, oder ob sie tatsächlich als von ihr unabhängige Einlagerungen in echt helvetischem Flysch gedeutet werden müssen, ist eine Frage, die neuer Prüfung bedarf, nachdem die exotische Natur der benachbarten Leimernschichten als festgestellt betrachtet werden kann. Ich verweise an dieser Stelle übrigens auf die kürzlich erschienene Notiz von ARNOLD HEIM: Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch. Ecl. géol. Helv. IX, S. 413.

Ich darf nicht versäumen, an dieser Stelle auf eine Angabe KAUFMANNs (Emmen-Schlieren, S. 191—192) hinzuweisen, der vielleicht große Bedeutung zukommt. Bei der Besprechung der Lokalität „Junkholz“ im Entlebuch erwähnt KAUFMANN das dortige reichliche Vorkommen von weißen und roten Leimernschichten und fügt seiner Darstellung bei: „Pfarrer SCHNIDER in seiner „Beschreibung etlicher Berge des Entlebuches“ (1781) gibt an, daß im Junkholz „Ammonshörner in Marmor“ gefunden worden seien. Kalkstein wäre also da, Ammoniten aber wurden nirgends bemerkt.“

Selbstverständlich bedürfen die Angaben KAUFMANNs und SCHNIDERs genauster Nachprüfung. Wenn aber das Vorkommen ammonitenführender, exotischer Schichten bei Junkholz, also im Liegenden des Schlierenflysch, sich bestätigen sollte, so würde dies auch ein neues Licht werfen auf die eigenartige, mächtige Schlieren-Flyschmasse selbst. Wir würden dann dieselbe kaum mehr als normales Glied der helvetischen Schichtserie der Randkette deuten dürfen, sondern müßten auch in ihr ein fremdartiges, (?) exotisches Element erblicken, das durch Überschiebung auf das helvetische Tertiär der Randkette zu liegen kommt und zwischen diese und die Brienzerrothornkette eingeklemmt erscheint. Der Vergleich der Flyschsandsteine der Schlierenmasse mit denen des Niesenflysch liegt auf der Hand.

Ich betone aber, daß ich diesen Spekulationen vorläufig noch keinen entscheidenden Wert beimesse; im Profil 4 der Tafel XIII habe ich deshalb auch die Schlieregegend noch als normale Mulde dargestellt. Wichtiger als das erscheint es mir, darauf hingewiesen zu haben, daß noch viele Fragen, welche sich an die KAUFMANNschen „Leimernschichten“ knüpfen, ihrer Lösung harren und daß mit der Erkenntnis ihrer stratigraphischen Bedeutung wahrscheinlich auch neue tektonische Gesichtspunkte eröffnet werden.



Die Darstellungen

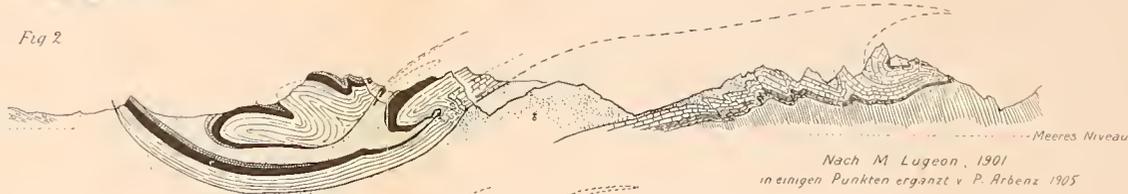
des

**Fig. 2.**

Rigi-Windgällenprofils

von

1891-1907

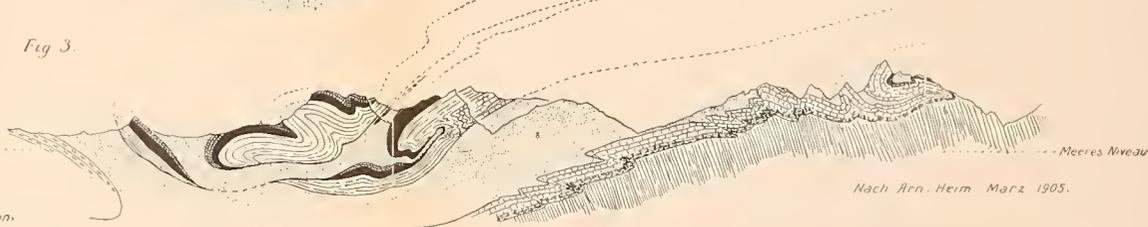


Zusammengestellt von

A. Buxtorf

Dez. 1907.

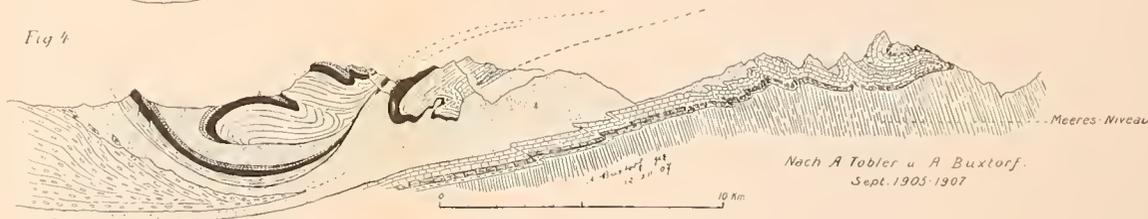
**Fig. 3.**



Legende :

- Molasse Nagelfluh (Miocän)
- Flysch u. Nummulitenk. (Eocän)
- Obere u. mittlere Kreide
- Schraffenkalk
- Neocom-Berrias
- Malm
- Dogger u. Lias
- Trias u. Perm
- Porphy. a Windgälle
- Gneiss

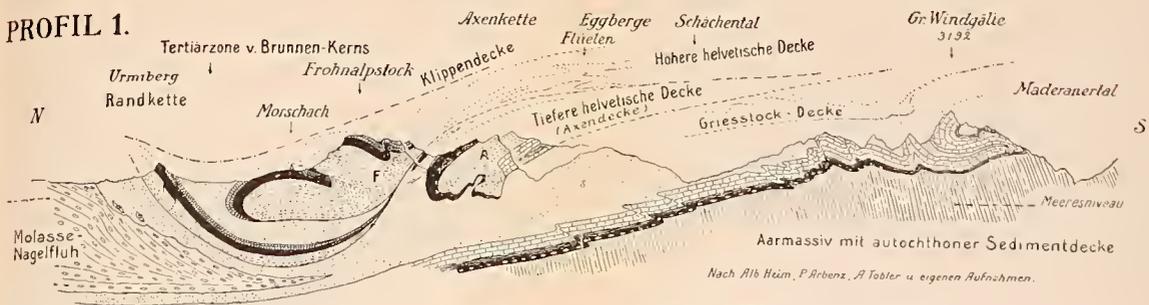
**Fig. 4.**



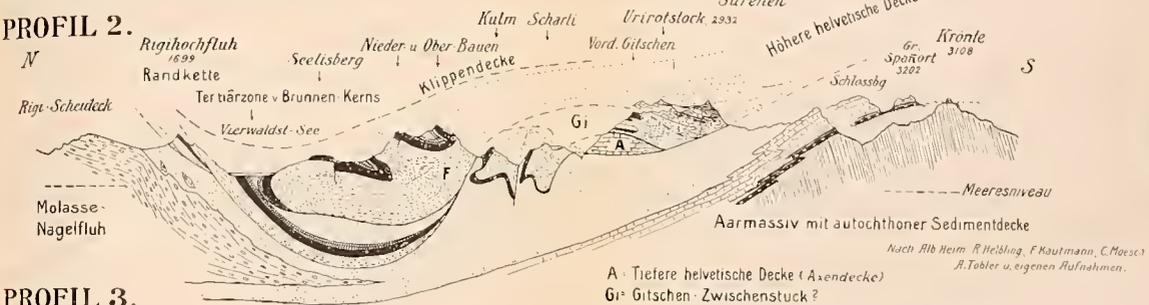
# Fünf Profilwürfe durch die Centralschweizerischen Kalkalpen.

Zusammengestellt v. A. Buxtorf, Mitte Dez. 1907.

## PROFIL 1.



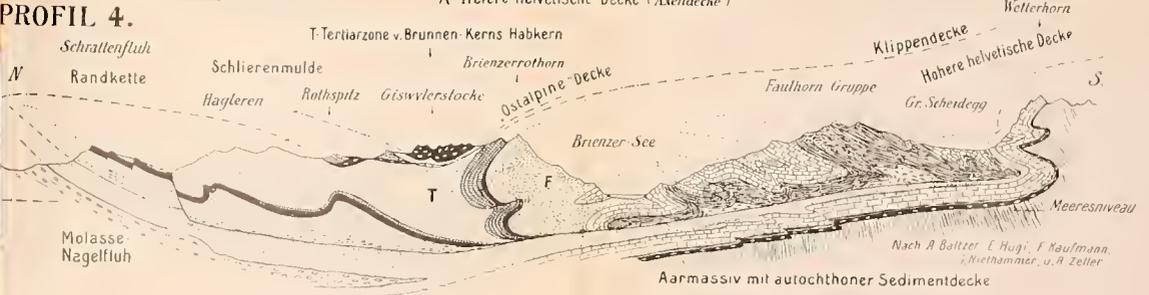
## PROFIL 2.



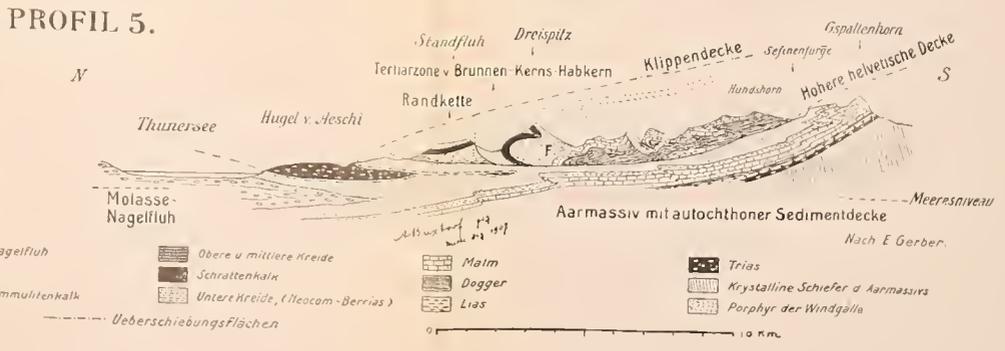
## PROFIL 3.



## PROFIL 4.



## PROFIL 5.



### Legende:

- Molasse-Nagelfluh
- Obere u. mittlere Kreide
- Malm
- Trias
- Schraffenkalk
- Dogger
- Krystalline Schiefer d. Aarmassivs
- Untere Kreide (Neocom-Berrias)
- Lias
- Porphyrt der Windgälle
- Ueberschiebungsflächen

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Buxtorf August

Artikel/Article: [II. Zur Tektonik der Zentralschweizerischen Kalkalpen. 163-197](#)