

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ



RECUEIL PÉRIODIQUE
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
SUISSE

MITTHEILUNGEN
DER
SCHWEIZ. GEOLOGISCHEN
GESELLSCHAFT

publié par le rédacteur délégué CH. SARASIN, prof. à Genève.

Exkursion in die Obwaldner Alpen.

Bericht über die Exkursion
der Schweiz. Geol. Gesellschaft in die Obwaldner Alpen
vom 10. bis 13. September 1913.

Von P. Arbenz.

Vol. XII, N° 5. — Décembre 1913.

**Bericht über die Exkursion
der Schweiz. Geol. Gesellschaft in die Obwaldner Alpen
vom 10. bis 13. September 1913¹**

von P. ARBENZ.

Mit 2 Profilen und einer Tabelle.

Am 10. September abends trafen sich die Teilnehmer an der Exkursion im gastfreundlichen Hotel zum «Kreuz» in Sachseln. Trotz der schlechten Witterung hatten sich alle Angemeldeten eingefunden. An der Exkursion nahmen teil:

Dr. P. ARBENZ,, Zürich, Leiter der Exkursion,
J. BRACK, Basel,
Dr. A. BUXTORF, Basel,
E. GAGNEBIN, Lausanne,
Prof. Dr. ALB. HEIM, Zürich,
Dr. LEUTENEGGER, Kreuzlingen,
J. KRIGE, Zürich,
Prof. Dr. H. SCHARDT, Zürich,
Dr. H. SEIFFERT, Bern,
Dr. C. SPRECHER, Biel,
Prof. Dr. J. WEBER, Winterthur.

Nur für kürzere Zeit schlossen sich der Exkursion an:

Prof. H. BACHMANN, Luzern,
Pater Dr. KONRAD LÖTSCHER, Engelberg.

11. September: Sachseln-Melchtal-Frutt.

Der Anfang der Exkursion galt dem Studium der Eocänzone von Sachseln-Kerns, über deren Bau A. BUXTORF eine kurze Mitteilung der geologischen Gesellschaft hatte vorlegen lassen (18). Da diese Mitteilung in dieser Zeit-

¹ Auf Wunsch mehrerer Teilnehmer wurde dieser Bericht etwas ausführlich gehalten.

Vor der Exkursion wurde ein Profil durch die Hutstockgruppe ausgeteilt. Da es im Grossen und Ganzen gleich ist wie dasjenige von 1907 (*Eclogae*, litt. 1), wurde von einem erneuten Abdruck desselben abgesehen.

Einige Probedrucke des geologischen Stereogramms (9) leisteten auf der

schrift enthalten ist, kann sich der Berichterstatter hier kurz fassen.

Im Norden wird die Eocänzone von Sachseln-Kerns durch das Kreidegewölbe des Mueterschwandberges begrenzt, das unweit der Station Kerns in südwestlicher Richtung unter Eocän und Alluvium verschwindet. Im Osten wird sie von den Klippenbergen des Stanserhorns und des Arvi-Grates, die in ihrer streichenden Verlängerung liegen, überragt; im Südosten erheben sich die Kreideberge von Sachseln, die der Stirnregion der Drusbergdecke angehören. Im Westen endlich verschwindet sie unter dem Sarnersee und vereinigt sich dort, da das trennende Gewölbe der Mueterschwand nicht mehr auftritt, mit der grossen Tertiärmasse der Schlierenmulde, die den ganzen Raum zwischen dem Sarnersee und der Randkette ausfüllt. Mitten in der Eocänzone zwischen Sachseln und Kerns erscheint, in der Orographie gar nicht bemerkbar, ein Kreidegewölbe, das die normale Unterlage des genannten Eocäns darstellt. Dieser Kreidekomplex ist, soweit es sich um Seewerkalk handelt, von F. J. KAUFMANN auf Bl. XIII der geologischen Karte 1 : 100,000 richtig angegeben worden (20). Dazu kommen aber mehrere hundert Meter mächtige Mergel und Tonschiefer, die dem Senon zugerechnet werden müssen. Sie nehmen eine grosse Fläche ein und reichen sogar an einer Stelle nach den neuesten Aufnahmen von BUXTORF bis an den Sarnersee zwischen Sachseln und Kerns. Von KAUFMANN wurden diese Schichten noch zum Eocän gestellt und mit seinen Stadschiefern parallelisiert. In der Tat ist eine Verwechslung leicht möglich. Nur bei genauer Prüfung sieht man, dass die Stadschiefer in der Regel farblosen Glimmer als klastische Beimengung enthalten, während die Senonmergel frei von Glimmer sind. Bei normaler Schichtlage, die zwischen Sachseln und Kerns vorherrscht, liegen die Mergel vom Typus des Senon stets unter dem Numulitenkalk. Die normale Schichtreihe, die schon von KAUFMANN aufgestellt wurde, ist also auch hier, wie an so vielen andern Stellen (z. B. im Frohnalpstockgebiet bei Brunnen) um das Glied der Senonmergel zu vermehren, was schon ARN. HEIM 1908 (19, S. 99) notiert hat

Exkursion ausgezeichnete Dienste. Zum besseren Verständnis dieses Bildes, sowie auch der geologischen Karte ist diesem Bericht ein schematisches Sammelprofil und eine Tabelle zur Parallelisierung der vielen Falten beigegeben.

Die fettgedruckten Ziffern im Text beziehen sich auf die Nummern im Literaturverzeichnis.

und wie auch der Autor dieser Zeilen schon mehrfach feststellen konnte.

Ueber die Auffassung der eocänen Schichtreihe gehen nun die Meinungen auseinander. Wir treffen hier nämlich sowohl auf der Kernser wie auf der Sachseler Seite der Melchaa eine Anzahl « Riffe » von Nummulitenkalk, die meist gleichsinnig gegen SE einfallen. Die einen liegen an der Grenze gegen das Senon, die anderen werden von Stadschiefern getrennt, d. h. Flysch-Schiefern eocänen Alters mit Glimmer, die ausser kleinen Foraminiferen keine Fossilien, ebenso auch keine Einlagerungen von andern Gesteinen enthalten. KAUFMANN wie ARNOLD HEIM halten diese Schichtenreihe mit ihren mehrfach wiederholten Nummulitenkalken für eine normale Schichtreihe. KAUFMANN macht daraus seine Melchaafazies und stellt sie in Parallele mit seinen Pilatusschichten, stellt sie also noch nicht in seinen obern Flysch. ARN. HEIM dagegen rückt die ganze Serie in seine Flyschgruppe hinauf und lässt es dahingestellt, ob seine Bürgenschichten (d. h. die basalen Nummulitenschichten dieser Gegend) vertreten seien. BUXTORF erblickt in dieser Serie keine normale, einfache Schichtfolge, sondern löst die ganze Zone in Schuppen auf. Das wiederholte Auftreten des Nummulitenkalks im gleichen Profil wäre eine Folge dieser Schuppung. Im Prinzip gäbe es hier wie auch am Mueterschwandberg etc. nur einen Nummulitenkalk, der auf Senon liegt und normal von den sogenannten Pektinitenschiefern und den Stadschiefern bedeckt wird. Die Begründung dieser Auffassung bitte ich die Leser in dem genannten Referat (18) von BUXTORF nachzulesen, das sich in den Verhandlungen der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft, Frauenfeld, 1913, vorfindet. Für diese Auffassung spricht, dass innerhalb der einzelnen Schuppen stets die gleiche Gesteinslage festzustellen ist, nämlich von unten nach oben: Senon, das an einigen Stellen an der Basis einer solchen Schuppe vorhanden sein soll, dann Assilinengrünsandstein, Pektinitenschiefer und Stadschiefer.

Auf der Exkursion hatten wir Gelegenheit alle diese Schichtglieder kennen zu lernen. An der Strasse, die von Sachseln gegen Kerns führt, erreicht man nördlich der Obermatt den Nummulitenkalk von zirka 5—8 m Mächtigkeit mit seiner Ueberlagerung von Glaukonit-Sandstein. Die Unterlage dieses Kalkzuges ist hier nicht aufgeschlossen. Sie besteht bereits aus Senon. Die Pektinitenschiefer sind schlecht aufgeschlossen. Man sieht sie besonders links der Strasse, bevor man den Nummulitenkalk erreicht.

Ueber Moränen-Terrain, das reich an kristallinen Blöcken aus dem Grimsel- und Sustengebiet ist, gelangt man zur Schlucht der Melchaa, einem bis 80 m tiefen Cañon, der auf eine längere Strecke in Kreide eingeschnitten ist. In der Nähe der Brücke sieht man flach gelagerten Seewerkalk an den Schluchtwänden. Nur der unterste Viertel der Schlucht dürfte in den Gault eingeschnitten sein. Weiter gegen Norden wie gegen Süden senken sich die Schichten, und über dem Seewerkalk stellt sich der wohl 300 m mächtige Seewermergel (Senon) ein. Wir haben hier das oben schon erwähnte Gewölbe von oberer Kreide vor uns, das die Eocänzone von Kerns unterbricht. Die Brücke liegt ungefähr im Gewölbescheitel, wo die Schlucht am schmalsten bleiben konnte. Weiter gegen Norden und Süden, wo sich die Senonmergel am oberen Rand der Wände einstellen, erweitert sich die Schlucht naturgemäss rasch.

An einem Fussweg, der uns auf der linken Seite der Melchaa-Schlucht von der Brücke direkt gegen Süden zum Hotel Flühli führte, konnten wir die Auflagerung des eocänen Glaukonitsandsteins mit *Assilina exponens* auf dem Senonmergel studieren. Daran schliesst sich mit Uebergang der bekannte Nummulitenkalk. Die jüngern Schichten blieben am Wege verdeckt.

Beim Flühli wurde der Steinbruch im *Assilinen*-Gründstein und Nummulitenkalk westlich der Kapelle besucht. ARN. HEIM hat diese Stelle in seinem Werk über die Nummuliten-Flyschbildung (19, S. 100—102) beschrieben. Die Schichten fallen hier sehr steil gegen SE. Abgebaut wurde hauptsächlich das älteste, südlichste Schichtglied: der grüne glaukonitreiche Sandstein, der voll ist von *Assilina exponens*, *mamillata*, *Ostophragminen* etc. Nördlich daran schliesst sich der Nummulitenkalk, dessen tiefste Bank hier noch zugänglich ist. Sie ist ausgezeichnet durch häufige grosse *Conoclypeus*. BUXTORF berichtet hier über seine neuesten Aufnahmen in dieser Gegend, die ihn zu einer abweichenden Darstellung der Tektonik der Flühligegend führte. Der Kalkzug, in welchem sich der Steinbruch befindet, gehört dem Südschenkel einer Mulde an, deren jüngste Schichten (Pektinitenschiefer) in einem Tälchen unmittelbar nördlich dieses Kalkriffs anstehend sind. Nördlich davon folgt gleich wieder Nummulitenkalk, der den nördlichen, schwächer nach Süden geneigten Schenkel dieser Mulde darstellt. BUXTORF machte die Exkursionisten auf einen transversalen Bruch aufmerksam, der diese beiden westlichen Kalkrippen von demjenigen

trennt, auf welchen das Kirchlein steht. Im Gegensatz zu ARN. HEIMS Darstellung handelt es sich im Felszug des Kirchleins um die etwas verschobene Fortsetzung des Nummulitenkalkes beim Steinbruch, der sich mit dem nördlicheren Zug vereinigt hat, d. h. die Mulde mit Pektinitenschiefern hat sich geschlossen und der gesamte Nummulitenkalk bei der Kapelle ist als Mulde aufzufassen. Diese Deutung schien sehr plausibel, umsomehr als wenig östlich des Kirchleins an der Strasse bei der Post im Streichen dieser Kalkmulde, jedoch tiefer als die Muldenbiegung, Senon anstehend ist.

Nach dieser instruktiven Wanderung durch die Tertiärlandschaft, auf der, dank der liebenswürdigen Mithilfe meines Freundes BUXTORF, manche interessante Frage besprochen werden konnte, wandte man sich den Sachsele Bergen und dem Melchtal zu.

Das unmittelbare Grenzgebiet zwischen der Kreide der Melchtalerberge und der Eocänzone von Sachseln und Kerns ist weder an der Strasse, die von Kerns her ins Melchtal führt, noch am Waldweg vom Flühl gegen Melchtal aufgeschlossen, wohl aber bieten die Einschnitte, die der Sachsele Dorfbach und die Melchaa schaffen, interessante Einblicke. In meiner geologischen Karte von Engelberg-Meirungen (27) findet man im genannten Dorfbach von Norden gegen Süden angegeben: Zunächst Nummulitenkalk und Stadschiefer, sodann eine wohl 400 m mächtige Zone von Wildflysch (schwarze und graue verketete Tonschiefer mit Kieselkalkbänken etc.), in der grosse Massen von kalkig-dolomitischen Breccien auftreten. Darüber folgt Senon, Seewerkalk und Gault in verkehrter Lagerung. Offenbar gehört diese Kreide schon zur Serie der Sachseleberge. Die Grenze zwischen Wildflysch und Senonmergel ist eine mit etwa 25° gegen SE einfallende Ueberschiebungsfläche. Ob der Wildflysch das normale Hangende der eocänen Serie von Kerns-Sachseln darstellt oder einem höheren tektonischen Gliede angehört, mag hier dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist von Interesse, dass die Kreidekette der Sachseleberge mit Senon als jüngstem Schichtglied direkt auf Wildflysch überschoben ist. Dieser anormale Kontakt hält gegen W bis in die Gegend von Eiwil an, wo sich zum Senon noch Wangschiefer und Nummulitenkalk gesellen und die Schichtreihe der Sachseleberge vervollständigen. In der Schlucht der Melchaa hat BUXTORF vor kurzem

ebenfalls Wildflysch aufgefunden und die gleiche Ueberschiebung von Senon nachweisen können. Auch diese Senonmergel wurden bisher stets für Flysch gehalten.

Tektonisch gehören die Sachselerberge zur Drusbergdecke, die auch am Frohnalpstock und bei Yberg durch das Auftreten von Wangschiefeln ausgezeichnet ist. Wie schon seinerzeit KAUFMANN betonte, sind diese Berge zwar sehr schroff, aber arm an grossen Aufschlüssen. Der allgemeine Bau lässt sich nur zum Teil aus der Ferne wieder erkennen. Dieser Mangel an markanter orographischer Gliederung rührt hauptsächlich davon her, dass der Schrattenkalk, der noch im Tale der Engelbergeraas beträchtliche Wände bildet, hier sehr reduziert ist zu Gunsten der ihn vertretenden Mergelfazies der Drusbergschichten. Da der Schrattenkalk von Norden gegen Süden mehr und mehr verdrängt wird, sind die nördlichsten, tiefsten Partien der Abhänge teilweise noch gut gegliedert. So ist beiderseits des Ausgangs des Melchtales der Schrattenkalk der tiefsten (verkehrten) Partie noch deutlich erkennbar. Höher oben, am Stuckli, oder weiter westlich am Ober-Giebel und am Schinberg bei Lungern ist von Schrattenkalk, der auf 15 m zusammen geschmolzen ist, von weitem nichts mehr zu bemerken. Dort ist es dann der Seewerkalk, der ausgesprochene Wände bildet, z. B. beim Stucklikreuz (1804 m, SSE von Sachseln). Es war daher auch nicht möglich, den ziemlich komplizierten Falten- und Schuppenbau aus der Ferne zu erklären. Einzig konnte darauf hingewiesen werden, dass die kleinen Alpterrassen an den Hängen und Rippen, die gegen den Sarnersee absteigen, meistens tektonischen Mulden entsprechen und mit Gault, Seewerkalk oder Seewermergel versehen sind. Wie die Karte leicht erkennen lässt, sind es im wesentlichen zwei Haupt-Antiklinalen, die am Nordabhang der Sachselerberge zu konstatieren sind, eine tiefere, die mit verkehrtem Mittelschenkel auf die oben besprochene Flyschzone überschoben ist, und eine höhere, die ohne einen verkehrten Mittelschenkel schuppenförmig auf das Senon der tiefern Falte übergreift. Die trennende Mulde mit oberer Kreide läuft von E gegen W über die Alpen Oberbiel, Burgletzfluh, Maus und Vorder-Giebel.

Am Weg vom Flühli ins Melchtal durchquert man zunächst die nördliche tiefere Antiklinale und gelangt dann unmerklich in die südliche Schuppe hinein, da die trennenden jüngeren Schichten nicht bis zum Talweg hinabreichen.

Zunächst erscheinen mit flach gegen Süden fallenden Cli-

vage die Seewermergel (Senon), sodann darüber der Seewerkalk in verkehrter Lagerung (9 m, 40—42° SSE fallend). Der Kontakt gegen den Gault ist durch einen kleinen Bruch etwas gestört. Eine Fossilschicht an der Grenze von Seewerkalk und Albien tritt hier nicht auf. Das Albien ist durch einen glaukonitführenden, sandigen, feinspätigen Kalk vertreten, der in einer Mächtigkeit von 15 m aufgeschlossen ist. Die tiefern Schichten des Gault, vor allem die eigentliche Echinodermenbreccie, sind durch Moräne verdeckt. Ein weiterer kurzer Aufschluss lässt den wenig mächtigen Schrattenkalk erkennen, dann stellen sich wiederum Moränen ein. In den darauf folgenden Bachrungen sind bereits die Drusbergschichten zu sehen, und ein paar Schritte bevor man das kleine Bildstöcklein am Wege erreicht, erscheinen die glaukonitischen Altmannschichten.

Die Moränen-Massen, die hier wie auch auf der rechten Seite des Tales auftreten, sind sehr bedeutend. Sie enthalten neben sedimentärem Material auch kristalline Geschiebe des Aarmassivs, gehören somit noch zu den Ablagerungen des Aaregletschers. Sie führen neben spärlichen Blöcken viel Kies und Sand und sind meistens mehr oder weniger deutlich geschichtet. Der Hauptgletscher hatte den kleinen Talgletscher stark zurückgehalten und das Tal wohl teilweise mit seinen Ablagerungen verbarrikiert. Die südlichsten Gneisblöcke finden sich zirka 2 km taleinwärts auf der rechten Talseite südlich der Häuser von Schild. Die höchsten Erratika des Aaregletschers fand ich in den Sachselbergen bei 1370 m auf der Alp Vordergiebel. Es handelt sich meistens um sedimentäre Gesteine der Titliskette, die aus dem Gadmer- und Genttale auf dem Umweg über den Brünig hieher gelangt sind. So liegen auf der Alp Unter-Biel (1163 m, SE von Sachseln) Stücke von rotem Sandstein aus dem Quartenschiefer des Gadmentales.

Hat man die Altmannschichten durchquert, so betritt man den Kieselkalk (Hauterivien), dessen normale Mächtigkeit ungefähr 450 m beträgt. Er ist wie überall in der Drusbergdecke dünnbankig und enthält dünne schiefrige Zwischenlagen. Auf etwa einen Kilometer hält dieses monotone, fossilfreie Gestein in verkehrter Lagerung an. Bevor man das Valangien erreicht, stellt sich gegen die Basis des Kieselkalkes eine dünn-schiefrige, tonige Partie ein. Darauf folgt mit einer scharfen Grenze der Valangienkalk (mit *Pygope diphyoides*). Es ist ein dünn geschichteter heller oder dunkler grauer Kalk mit schwarzen tonigen Häuten auf den Schichtfugen. Es

wurde allgemein festgestellt, wie ähnlich dieses Gestein dem Seewerkalk ist. Im Ganzen ist der Valangienkalk ebenflächig geschichtet, während der Seewerkalk wellige Schichtflächen besitzt. Der Valangienkalk bildet den Gewölbekern dieser untersten, stark nach NW übergelegten Falte; er besitzt eine normale Mächtigkeit von zirka 50 m. Jenseits des Valangienkalks folgt in normaler Lagerung zunächst Ton- und Mergelschiefer von grauer und bräunlicher Farbe mit dünnen Kalklagen, zirka 25 cm, die noch dem Valangien angehören. Darauferscheint dünnschiefriger toniger Kieselkalk, (ca. 20 m) und schliesslich wiederum der normale Kieselkalk, der mit meist flachem SSE-Fallen bis zur gedeckten Brücke über die Melchaa am Wege ansteht. Hier und da wird er von Lokalmoräne bedeckt. Von der Brücke an erheben sich die Schichten zu beiden Seiten des Tales rasch gegen S, der Valangienkalk kommt wieder zum Vorschein und steigt bis auf die Kämme hinauf. Die darunter liegenden, von Malmfalten vielfach zerteilten Valangienmergel werden entblösst. Das Tal erweitert sich an dieser Stelle und biegt aus seiner südöstlichen Richtung nach Süden um. Moränen und Rutschmassen verhüllen an der Strasse den anstehenden Valangienmergel.

Der Aecherlibach, der wenig südlich der gedeckten Brücke von Osten her aus dem Moräne- und Valangien-Terrain herabkommt, gibt zu einer kurzen Diskussion Anlass, nachdem der Leiter berichtet hatte, dass sich dieser Bach im Laufe der letzten 12 Jahre aus einem ziemlich harmlosen Wasser in einen wegen seiner Geschiebeführung gefährlichen Wildbach verwandelt hat. Die Herren Professor HEIM und SCHARDT besprachen die Art und Weise und den Nutzen der Verbauung eines solchen Baches. Es wurde betont, dass die Kosten von Verbauungen häufig unverhältnismässig hoch seien. Eine Verbauung dieses Baches erschiene aber wünschenswert, da sein Geschiebe die Aa leicht stauen könne und ausserdem das Wachstum des Deltas der Aa im Sarnersee beschleunige.

War bisher die Tektonik des durchwanderten Gebietes einfach, so galt es nun, das «Fenster» im Dieselbachtobel, nördlich von Melchtal zu studieren. Wir begaben uns etwa bis zur Höhe von 960 m. Wie aus der geologischen Spezialkarte zu ersehen ist, trifft man hier eine von Osten nach Westen absteigende Schichtreihe von Malm, Valangienmergel und Kieselkalk an. Die Schichtreihe ist, wenn auch nicht ganz intakt, doch völlig normal. Wir drangen nicht bis zum Malmkalk vor. Es handelt sich um gut gebankten, hellbräunlich grauen Tithon-Kalk. Darüber folgen :

1. 15—20 m Ton- und Mergelschiefer mit Kalklagen, die nach den Fossilien, die sie enthalten, eher noch dem Tithon als dem Valangien angehören.

2. Bräunliche Tonschiefer, stark zerdrückt, manchmal mit einer leichten Diskordanz gegen das Hangende stossend; ohne Kalk-Einlagerungen; 2,5—3 m, Valangien.

3. Glaukonitsandstein mit kalkiger Grundmasse, mit Belemniten und Pyrit-Nestern, 3—4 m.

4. Schieferiger toniger Kieselkalk, im Ganzen 40—50 m mächtig, Hauterivien.

Diese Schichtreihe ist merkwürdig wegen des Auftretens eines Glaukonitsandsteins im Niveau des Valangien. Valangienkalk ist nicht vorhanden. Alles deutet darauf hin, dass er hier primär fehlt. Der Glaukonitsandstein ist auf der Karte durch Grün mit roten Stricheln angegeben. Man findet ihn in meinem Untersuchungsgebiet nur noch auf der Bockti-Alp bei 2100 m, östlich des Widderfeldes. Er befindet sich dort, wie ich schon früher bekannt gab (4), in einer tiefen zwischen die Malmfalten eingreifenden Mulde von unterer Kreide und Tithonschiefern, die die Jurafalten der Hutstockgruppe (Wildhorn-Drusbergdecke) von den tiefer liegenden Falten der Scheideggstockgruppe trennt. Diese letztern sind die Fortsetzung der obern Partie der Urirotstockfalten und gehören, wie nun feststeht (6, 8, 17), zum Komplex der Axendecke. Daraus ergibt sich, dass wir diese Schichtreihe im Dieselbach-tobel zur Urirotstock-Axendecke zählen müssen. Auf der geologischen Karte kam hier die Farbskala III zur Anwendung, und auf dem Uebersichtskärtchen, das die Verteilung der einzelnen Farbskalen angibt, ist die Ausdehnung dieses Komplexes angegeben. Es handelt sich in der Tat um ein Fenster in der Drusbergdecke, in dem ein tieferes tektonisches Glied zum Vorschein kommt. Ein Aequivalent dieses Glaukonitsandsteins, den ich schon 1907 kannte, schien mir stets in der sog. Gemsmättelschicht am Pilatus vorzuliegen. Doch ist am Nördhang des Pilatus ausser dieser Glaukonitschicht auch noch Valangienkalk vorhanden. BUXTORF konnte nun aber seither konstatieren, dass im südlichen Teil des Pilatus unter dem Kieselkalk des Hauterivien gleich wie am Dieselbach im Melchtal nur Glaukonitsandstein und Mergel des Valangien, aber kein Kalk auftritt. Diese fazielle Ähnlichkeit spricht sehr zu Gunsten der tektonischen Erklärung, die eben gegeben wurde. An einem Zusammenhang dieses Kieselkalks am Dieselbach mit denjenigen der Drusbergdecke ist nicht zu denken, da letztere unten überall durch den Valangienkalk (Diphyoideskalk) geschlossen ist. Man ist daher genötigt,

diese Kreide bei Melchtal mit einer der Randketten in Zusammenhang zu bringen¹.

Diese Feststellung ist nicht nur für die Lokaltekonik von Bedeutung. Sie wirft vielmehr auch im allgemeinen ein Licht auf das Verbleiben der Kreide der Axendecke westlich des Engelberger Tales. Während im Osten dieses Tales die Kreide mehr oder weniger bei den Jura-Kernen geblieben ist, wurde sie im Westen von den Juraketten weg an den Alpenrand hinausgeschoben, gleich wie östlich des Linttales, wo sie ebenfalls vorgeschoben wurde (vergl. 6, 8).

Leider war wegen des starken Regens der vorhergehenden Tage das Profil am Dieselbach nicht gut zugänglich, immerhin konnten sich aber die Exkursionisten von der Zusammensetzung dieses wichtigen Profils überzeugen, und die oben gegebene Erklärung fand allgemeinen Anklang.

Nach einer kurzen Mittagsrast im Hotel Alpenhof in Melchtal wurde die Wanderung nach dem Hintergrunde des Tales fortgesetzt. Gleich beim Dorfe Melchtal betritt man die Zone der Malmfalten, die zwischen Engelberg und Meiringen ungemein kompliziert gebaut ist. Am Aufbau dieser Zone nehmen teil: Valangienmergel, Malmkalk, die Mergel und Tonschiefer des Argovien und des Oxfordien. Im Melchtal enthalten die Antiklinalen nirgends Dogger. Bald sind die Falten vollständig und enthalten normale und verkehrte Schenkel, bald sind es aber mittelschenkelfreie, häufig selbst wieder gefaltete Schuppen. Bei der Entzifferung dieser Lokaltekonik war es vor allem wichtig, die Valangienmergel von den Argovien- und Oxfordiefschiefern zu unterscheiden. Dies war nicht immer leicht, besonders nicht an solchen Stellen, wo Oxfordien direkt auf Valangien überschoben ist.

Das beigegebene, etwas schematisch gehaltene Sammelprofil durch die Falten der Melchtalerberge und die dazu gehörende Tabelle geben über diese Region wohl hinlänglich Aufschluss.

Ein direkter Zusammenhang zwischen den Falten der Kreidezone und denen der Jurazone besteht nicht. Beide sind von einander unabhängig gefaltet worden, isoliert durch die grosse Masse der Valangienmergel. Die erstaunliche

¹ BUXTORF hat bereits 1908 (Lit. Nr. 16, S. 176 ff. u. 180) auf die Möglichkeit eines solchen Zusammenhanges hingewiesen, hat aber die Urirotstockdecke in seine höhere helvetische Decke gestellt, d. h. mit der Drusbergdecke zusammengehängt und eine Verbindung der Randketten mit der eigentlichen Axendecke gesucht.

Uebereinanderhäufung von Malmfalten ist im Melchtal ausgezeichnet zu verfolgen. Gleich westlich von Melchtal erscheint zu unterst das gedoppelte, liegende Gewölbe 5. Die Malmoberfläche steigt südwärts an und erreicht bei Flühlilalm 1317 m, senkt sich von dort taleinwärts wieder und verschwindet bei der Balmatt. Unter dieser Malmfalte verborgen liegt die Fortsetzung der Kreide des Dieselbaches. Ein Valangienband trennt diese Falte von der nächst höheren plattenförmigen Malmfalte 5a. Darüber folgen die Falten 6 und 6a, die durch ihre vollständig erhaltenen Biegungen und Mittelschenkel imponieren. Die Forstegg (6a) bietet eines der schönsten Faltenbilder in dieser Gegend. In zwei grossen Staffelbrüchen steigt der Gewölbeschenkel von 6a nach Süden hinab und erscheint oberhalb der Steck-Alp in einer senkrechten Felswand. Ueber dieser Felswand stellt sich das Valangien wieder ein (Stöpfenalp) und darüber hat sich noch eine weitere, letzte Malmplatte geschoben. Oxfordien und Malmkalk liegen hier direkt auf Kreide. In mächtigem Faltenschwunge steigt diese Malmplatte vom (Brünig-) Haupt (Mulde 8/7a) herab, bildet eine kleinere Sekundärfalte 7a und endigt auf der Alp Rüfeld mit der gewölbeförmigen Biegung 7. Ein Mittelschenkel aus Malmkalk ist hier nirgends vorhanden.

Alle diese Falten liegen stark nach Norden über. Die plattenförmigen sind meistens ganz horizontal. Fast alle Muldenenden erheben sich gegen Süden wieder, d. h. die meisten Falten sind im Süden überstürzt, legen sich dann flach und steigen gegen Norden wieder an. Auf der Steckalp erreicht man die Malmplatte, die mit 20—25° gegen SSE bis zur Frutt aufsteigt. Sie zeigt an ihrem Südrande eine Muldenbiegung. Auf welche Weise sie mit den Falten nördlich unterhalb der Forstegg zu verbinden ist, kann man nicht direkt sehen. Ueberhaupt war es nicht leicht, die Verbindung der Mulden mit den zugehörigen Gewölben überall herauszufinden.

Alle Malmfalten des Melchtales fallen im Streichen mit 10 bis 20° gegen W. So steigt z. B. die kleine knieförmige Falte in der Wand oberhalb der Steckalp (1500 m) gegen Osten hinauf zum Gipfel des Hutstock (2680) auf eine Strecke von 5 km. Daraus ergibt sich ein Gefälle von 23,6%. Die Falte 5 steigt ebenso rasch zum Storeggpass und Widderfeld hinauf. Entsprechend diesem starken Axialgefälle der Falten gegen W ist das Gehänge der rechten Talseite sanfter, die linke Seite dagegen aussergewöhnlich schroff. Die rechte Seite zeigt die Flächen, die linke dagegen die «Köpfe» der platten-

förmigen Falten. Das Profil ist daher auf der linken Seite viel leichter zu studieren als auf der rechten. Das ganze Tal ist auf der Strecke von der Frutt bis zur Talenge unterhalb von Melchtal ein Isoklinaltal in Bezug auf das Einfallen der Faltenaxen, ein schräges Quertal gegenüber der Richtung der Falten.

Dieses allgemeine Einfallen der Faltenaxen gegen W ermöglicht die Konstruktion eines geologischen Stereogramms nach Art einer vogelschauartigen Parallelprojektion, in welchem die nach einander in die Luft ausstreichenden übereinander liegenden Falten zum grössten Teil gleichzeitig sichtbar sind. Der Leiter der Exkursion hatte schon vor ein paar Jahren mit der Konstruktion eines solchen Bildes begonnen und konnte den Teilnehmern einige farbige Probeabzüge dieses Blattes einhändigen. Zur Konstruktion wurde eine Nord-Süd verlaufende Projektionsebene angenommen, die nicht vertikal steht, sondern mit $75^{\circ}30'$ gegen Westen geneigt ist (also gegen Osten « einfällt »). Bei dieser Neigung wurden die austretenden Faltenaxen günstig, d. h. nahezu senkrecht geschnitten; die übereinander, im Terrain aber oft weit auseinander liegenden Falten kamen in der Projektion übereinander zu liegen, wie es dem geologischen Profile entspricht. Dass die Richtung der Ebene Nord-Süd gewählt wurde, d. h. etwas schräg zum Streichen der Falten, hatte zur Folge, dass nicht nur die ganze Südwand der Titliskette sichtbar wurde, sondern dass auch eine und dieselbe Schichtenbiegung in den verschiedenen Kulissen sichtbar blieb und eine vordere Kulisse mit einer gewissen Biegung eine hintere mit der gleichen Biegung nicht verdeckte. Alle sichtbaren Höhepunkte wurden nach der topographischen Karte genau konstruiert und die Geländezeichnung nach Photographien und Originalzeichnungen ausgeführt. Die Neigung der Projektionsebene wurde auf $75^{\circ}30'$ angesetzt, nicht bloss, um die Faltenaxen ungefähr normal zu ihrem Einfallen zu schneiden, sondern auch, um für die verschiedenen Richtungen innerhalb des Bildes praktische Massstäbe zu erhalten. Bei diesem Winkel erhalten die Strecken parallel zur Richtung der Projektionsebene den vierfachen Massstab derjenigen senkrecht dazu. Im Bilde erhielten die Längen Links-Rechts (S-N) den Massstab 1 : 25,000, die Tiefen (von vorn nach hinten, E-W) 1 : 100,000 und der Höhen-Massstab wurden entsprechend reduziert, und zwar auf rund 1 : 25,600. Zur Konstruktion jedes Punktes brauchte es daher drei Masse. Das Stereogramm wird demnächst erscheinen. Diese Zeilen mögen als kurze Erläuterung dazu dienen.

Trotzdem mir ein grosses Material zur Verfügung stand, blieb doch manche Stelle etwas fraglich. Häufig musste auch sowohl geologisches wie topographisches Detail stark vereinfacht werden. Neben der Karte gebraucht, dürfte dieses Blatt viel zum Verständnis und zur rascheren Orientierung in diesem komplizierten Faltenland beitragen. Auf der Exkursion fand es auch stets Anwendung und, nach der aner kennenden Beurteilung zu schliessen, hat sich die grosse Mühe, die für diese Zeichnung aufgewendet wurde, reichlich gelohnt.

Im Hintergrunde des Melchtales gab die sanft ansteigende, mit Blöcken übersäte Grasfläche mit den Alpen Langmatt und Bergmatt zu einer Diskussion Anlass. Auf der Karte ist sie mit der Farbe der Lokalmoränen koloriert und mit dem Zeichen der Bachschuttkegel und bei Hugschwendi, wo die Blockstruktur überwiegt, mit der Schuttpunktierung versehen. Diese Bezeichnung soll zum Ausdruck bringen, dass es sich um abgestürzte Massen aus der Diluvialzeit handelt, die nicht den Charakter von Moränen haben, sondern über das Eis abgestürzt und nachträglich von den Gletscherbächen ausgeebnet worden sind. Sie gehen nach Süden bei der Keselenalp in eigentliche Wallmoränen über. Es wurde die Frage aufgeworfen, ob ich nicht besser getan hätte, das ganze Gebiet zwischen den beiden Bächen (dem Wolfisalphach und dem Steckbach) als Bergsturz zu bezeichnen. Dafür spricht das Vorwiegen von grossen Blöcken auch am Nordende dieser Fläche. Gegen diese Auffassung, die mich auch beschäftigte, schien mir das gleichmässige Gefälle der Oberfläche, deren glattes Aussehen, ferner der Uebergang in Moräne zu sprechen. Jedenfalls ist es abgestürztes Material, das von den Wänden SW der Steckalp stammt und keinen grossen Transport durch Eis erfahren hat, wohl aber von den Schmelzwässern oberflächlich umlagert und ausgeebnet wurde.

Bevor wir den Aufstieg zur Frutt begannen, wurde noch die Aaquelle (südlich H von Hugschwendi) besichtigt. Das Wasser des Melchsees verschwindet nahe beim See im Stäubiloch und kommt mindestens zur Hälfte hier unten wieder zum Vorschein. Der Rest dürfte teils westlich der Steckalp, teils weiter unten im Schutt des Talbodens ausfliessen. Zuverlässige Färbungen wurden bisher noch keine angestellt, und es wurde von Herrn Professor SCHARDT angeregt, man möchte den Ausfluss des Sees färben und die Quellen nach allen Regeln der Kunst beobachten. Einer der Teilnehmer konnte sogar die Gratislieferung von Fluoreszin zu diesem

Zwecke in Aussicht stellen, wofür ihm auch an dieser Stelle der beste Dank ausgesprochen sei.

Leider verhüllte beim Aufstieg zur Frutt der Nebel alle Aussicht. Dafür wurden mit umso grösserem Interesse die Karrenformen studiert. An den früher schon beschriebenen Rundhöckern bei der Frutt (vergl. Lit. Nr. 2, 7) wurde festgestellt, dass der Gletscherschliff vielfach noch deutlich zu sehen ist. An einer Stelle an der Strasse nach dem Kurhaus Egger ist unter Moräne die Politur auf abgeschliffenen Karrenköpfen noch erhalten. Es wurde konstatiert, dass es eine Verkarrung gibt, die älter ist als die Gletscherschliffe, dass die Moräne der Weiterbildung der Karren nicht günstig ist, und dass die ausgiebigste, oberflächliche Verkarrung durchaus postglazial ist. Man stritt sich darüber, ob man die Korrosionsformen, die unter Schutt- und Humusbedeckung entstehen oder sich weiter bilden, auch Karren nennen dürfe. Der Schreiber dieser Zeilen wollte die Bezeichnung Karren auf typischen Oberflächenkarren, die in der Richtung des Gefälles verlaufen, beschränkt wissen, während Professor SCHARDT die Möglichkeit einer eigentlichen Karrenbildung unter Moräne und Humus betonte und daher die Bezeichnung « Karren » weiter fasste.

Im gastfreundlichen Hotel Reinhard fanden die Geologen angenehme Unterkunft. Der Nebel hatte sich unterdessen verzogen und herrlicher Mondschein strahlte über die wolkenlose Bergwelt.

12. September: Frutt-Balmeregghorn-Engstlenalp - Jochpass-Engelberg.

Bei schönstem Wetter verliessen wir bei Zeiten die Frutt. Zunächst wurde ein kleiner Aufschluss im Argovien oberhalb der alten Kapelle besucht. Der Malmkalk ist gegen unten gut geschichtet und nimmt tonig-mergelige Zwischenlagen auf, die durch eine knotig-knollige Struktur ausgezeichnet sind. Ohne scharfe Grenze geht der Kalk durch Aufnahme von immer mehr Mergel-Zwischenlagen in den Argovienmergel über, der durch gelbliche Anwitterungsfarbe und den Mangel an schwarzen phosphoritischen Knollen gegenüber dem Oxfordien unterschieden ist. Fossilien (kleine *Oppelien*, *Phylloceras tortisulcatum*, *Aptychen*) sind sehr selten. Die Grenze gegen das Oxfordien ist scharf und durch eine fleckige Kalkbank markiert. Die Stufe der knotigen, gut geschichteten Kalke ist auf der Karte mit Dunkelblau angegehen.

Hierauf durchwanderte man den Alluvionsboden und das Moränengebiet der Melchsee-Alp und stieg zwischen Melchsee-Stöckli und Rothorn gegen das Balmeregghorn hinauf. Die zahlreichen Kalkmulden reichen nicht mehr so weit gegen Süden. Von der Frut an herrscht Oxfordschiefer und Dogger. Der ganze Kamm vom Rothorn über das Glockhaus zum Hochstollen besteht aus Dogger, der auf Oxfordschiefer überfaltet ist. Die Stirnbiegung der ganzen Falte ist im mittleren Dogger am Hochstollen prachtvoll zu sehen. Von der ganzen Falte, die selbst wieder kleinere Sekundärfalten zeigt, ist in der Hauptsache nur der verkehrte Schenkel erhalten. Die Gipfel des Rothorn und Glockhaus bestehen aus eisschüssiger Echinodermenbreccie und Eisen-Sandstein des Aalénien mit *Ludwigia Murchisonae* (unterer Dogger). Darunter folgt in verkehrter Lage der mittlere Dogger, beginnend mit schwarzen glimmerigen Tonschiefern, die überführen zu einem gut geschichteten bräunlich-grauen kieseligtonigen Kalk, der häufig tonige Zwischenlagen enthält und durch eine Echinodermenbreccie abgeschlossen wird. Der mittlere Dogger misst hier über 300 m Mächtigkeit. In seiner ursprünglichen Lage nahm die Mächtigkeit von Norden gegen Süden rasch zu. Dieser ganze Komplex ist zum Bajocien zu rechnen.

Das Tälchen zwischen dem Rothorn und dem Balmeregghorn ist in den Oxfordschiefer eingeschnitten, der unter der ganzen Doggermasse dieser Berge liegt. Das Melchseestöckli bildet einen inselförmigen Ueberrest von mittlerem Dogger, der auf Oxfordien liegt und vom übrigen Dogger gänzlich abgetrennt ist. Die Doggerfalten der Hochstollen-Glockhauskette haben selbstverständlich einst auch weiter gegen Osten gereicht. Sie haben über den Oxfordschiefern der Tannenalp gelegen und wurden wegen des Anstiegs der Faltenaxen gegen Osten hier früher abgetragen als im Westen.

Auf dem Balmeregghorn angelangt, eröffnete sich uns ein wundervolles Panorama, dessen eingehende Besprechung die Exkursion lange aufhielt.

Der Kamm vom Balmeregghorn zur Erzegg besteht aus Oxfordschiefern, unter denen aber gleich der Dogger in normaler Lagerung folgt. Dieser Oxfordschiefer trennt somit den darüber liegenden, im wesentlichen verkehrt liegenden Dogger der Rothorngruppe von dem normal darunter liegenden. Folgt man dem Dogger des Balmeregghorns gegen Osten über die Erzegg, so gelangt man, ohne grosse Falten anzutreffen, in die Gegend des Schwarzhorns. Dort befindet sich

eine grosse liegende Antiklinale, die in die Malmfalten hineingreift. Das Gebiet zwischen der Antiklinale des Hochstollens und der des Schwarzhorns ist somit als ein grosse liegende Synklinale aufzufassen, deren Oxfordkern wir am Balmeregghorn kennen lernten.

Diese wichtige Synklinale ist aber nicht einfach gebaut. Sie enthält, wie das Profil zeigt, nicht weniger als vier überkippte Mulden von Malmkalk, denen einzelne Sekundärfalten im Dogger entsprechen mögen. Die vier Malmmulden, die alle im Streichen gegen W untertauchen, waren ausgezeichnet zu sehen, nämlich, von oben (W) nach unten (E):

1. am Haupt = Mulde 8/7 (s. Tabelle)
2. W der Aa-Alp = 7/6
3. Schratten-Tannenband-Barglen-Hanghorn = Mulde 5/4
4. Rotsandnollen = Mulde 4/3

Auf der Tannenalp durchquert man die liegende Dogger-Antiklinale, die zum Schwarzhorn hinaufzieht und gelangt beim Abstieg nach der Engstlenalp an das Ende einer weitem, noch tiefern Malmmulde $\frac{3}{2}$, die den Graustock bildet und in raschem axialem Abstieg nach Westen im unhüllenden Dogger verschwindet.

An speziellen tektonischen Komplikationen sind zu erwähnen: 1. Die Abschürfung des mittleren Doggers im Hangenden der Schwarzhorn-Antiklinale auf der Strecke vom Gummenhubel zum Hanglihorn. Oxfordschiefer liegen hier mit leichter Diskordanz direkt auf dem untern Dogger. 2. Im verkehrten Schenkel der Graustockmulde ist an der Spichernfluh westlich der Engstlenalp der mittlere Dogger nach oben in den untern Dogger hinein gedrückt worden und bildet eine Falte oder Schuppe, in der Jüngerer über Aelteres geschoben wurde (vergl. Profilschema).

Diese Strukturverhältnisse wurden auf dem Wege vom Balmeregghorn über die Erzegg nach der Engstlenalp studiert. Ganz besonders interessierte auch die Stratigraphie des obern Dogger an der Erzegg. Unter dem fossilführenden schwarzen Oxfordschiefer, der durch seine phosphoritischen oder teilweise pyritifizierten Ammoniten und Knollen charakterisiert ist, folgt hier in mehreren nach unten an Mächtigkeit zunehmenden Bänken der Eisenoolith, der in frühern Jahrhunderten hier sowohl auf der Berner wie auf der Unterwaldner Seite ausgebeutet wurde. Von der Erzegg bis zum

Balmeregghorn ist er gut entwickelt und erreicht eine Mächtigkeit von zirka 3 m, dann setzt er aus, erscheint aber nochmals weiter im Westen an der Planplatte. Er ist auch im verkehrten Schenkel der Oxfordmulde des Balmeregghorns anzutreffen, ist aber dort in der Regel nicht als Eisenoolith, sondern als eisenschüssiger spätiger Kalk ausgebildet, der auch an der Planplatte den Oolith begleitet. In frischem Zustande bestehen die Oolithe aus Chamosit, sind also silikatisch. Erst bei der Verwitterung werden sie zu Brauneisen und untergeordnet auch zu Roteisen. Fossilien sind im Eisenerz selten und meistens schwer herauszubekommen. Ich besitze aus den Schiefen zwischen den Eisenoolithbänken von der Erzegg *Reineckia anceps*. Das Basler Museum enthält einen von STUTZ gesammelten *Macrocephalites macrocephalus* von der gleichen Lokalität. Der Eisenoolith der Erzegg ist also gleich demjenigen von Chamoson ins Callovien zu stellen. Darunter folgen hier schwarze, glimmerführende Tonschiefer, die dem Bathonien angehören, aber keine Fossilien enthalten. Ich verweise hier auf die genauere Beschreibung, die ich 1907, Lit. Nr. 1, S. 479, gegeben habe. Die Echinodermenbreccie (mittlerer Dogger), die unter dem genannten Schiefer folgt, ist zunächst sehr grob und enthält neben Quarzkörnern auch Brocken von Dolomit. Tiefer unten wird das Gestein feinkörniger. Die Mächtigkeit erreicht hier nur noch 100 m. An der Basis liegen schwarze Tonschiefer mit Glimmer. Der untere Dogger zeigt stets den gleichen Habitus: Rostig anwitternde knorrige, sandig-tonige Schiefer, eisenschüssige Echinodermenbreccien und Eisensandsteine.

In der obersten Partie dieser dem Gesteinscharakter nach zusammenhängenden Serie des unteren Doggers liegen Schichten einer zähen eisenschüssigen, rotfleckigen Echinodermenbreccie, die neben vielen kleinen Fossilresten auch Ammoniten lieferte und den Sowerbyschichten entsprechen dürfte. Was ich hier stets als untern Dogger zu bezeichnen pflege, entspricht also nicht genau der Bezeichnung Aalénien in landläufigem Sinne. Will man aber noch die Sowerby-Zone nach HAUG zum Aalénien ziehen, so ist die Uebereinstimmung vollständig. Die Abgrenzung des untern Doggers gegen den mittleren ist überall scharf.

Am Engstlensee erreicht man die Basis der helvetischen Decken. In südwestlicher Richtung zieht sich der Lias und die Trias der Drusbergdecke durch das Seebecken. Am südlichen Ufer des Sees sind die Aufschlüsse sehr gut. Unter der Trias liegt eine verkehrte Serie von Lias bis

Malm und Eocän, aus der sich gegen Osten mit rasch zunehmender Mächtigkeit die Jochpasszone entwickelt. Ohne eine Zwischenlage von Flyschsandstein und -schiefern folgt in der Gegend des Engstlensees unter der Deckenbasis das Autochthone mit rauhem Sandstein des Priabonien (Bartonien der älteren Autoren), in dem BOUSSAC *Nummulites Fabiani* PREV. entdeckt hat. Der Sandstein ist mit dem autochthonen Malmkalk stark verfaltet. An der Grenze von Malm und Tertiär treten Bohnerz und die kohlehaltigen Schichten mit *Cerithium Diaboli* auf. Im Schuttboden östlich des Sees hatten wir Gelegenheit, die verschiedensten Varietäten von siderolithischer Breccie, Bruchstücke aus den Cerithien-schichten und den Sandstein mit kleinen *Nummuliten*, *Ortho-phragminen* und *Lithothamnien* zu sammeln.

Am Weg nach dem Jochpass kommt ausser dem untern Dogger auch Lias und Trias (Quartenschiefer) zum Vorschein. Vollständig ist das ganze Profil aber erst auf der Passhöhe zu sehen. Die Schichten fallen hier isoklinal mit 20—25° gegen NW.

Von NW gegen SE sind der Reihe nach zu finden:

1. Unterer Dogger an der Gumm.
2. Lias, tektonisch stark reduziert; Sandkalk am Grat 10—15 m, weiter im Norden 70—80 m, mit quarzitischen Bänken. Darunter: Tonschiefer von wechselnder Mächtigkeit mit dünnen, gelblich anwitternden Lagen von Kieselkalk.
3. Trias, am Rot-Nollen.
 - a) Quartenschiefer, vorwiegend intensiv rote Tonschiefer; nahe an der obern und untern Grenze dünne Dolomitschichten, zirka 15 m.
 - b) Rötidolomit, bankig mit Zwischenlagerungen von Quartenschiefer, stark gepresst, zirka 10 m.
4. Graugrüne und scharfe Tonschiefer mit grünen Talküberzügen, 1 m. Quartenschiefer.

Mit diesem Schichtglied beginnt die verkehrte Folge:

5. Dolomitbank, 20 cm; noch zum Quartenschiefer gehörend.
6. Schwarze und gelbliche Tonschiefer mit feinen kieseligen Einlagerungen, 60 cm.

7. Gelbliche, dolomitisch-quarzitische Bank, 0—15 cm. Nr. 5—7 bilden den Uebergang von Quartenschiefer zum Rhät.

8. Rhät, 2 Kalkbänke, die höhere etwas sandig, die tiefere grau, voll von Zweischalern (Lumachelle), 75 cm.

9. Kieselige Bank, 20 cm, nicht überall sichtbar.

10. Braungrauer, geschieferter, körniger Kalk, zirka 40 cm, mit *Cardinien* (Hettangien).

11. Schwarze Tonschiefer, bräunlich anwitternd, mit zahlreichen, dünnen, rostig anwitternden kieselig-kalkigen bis quarzitischen Lagen. Die Tonschiefer überwiegen stark. *Fucoiden*, *Cardinien* (nahe der Grenze gegen 10), zirka 30 m. Scharfe Grenze:

12. Quarzit, 14 m, hier ohne Fossilien. Anderwärts mit *Gryphaen* (Unterer Lias). Ohne scharfe Grenze folgt:

13. Rauher, grauer, kieseliger und sandiger Kalk. Die kieselig-sandigen Schichten sind lagenförmig angeordnet. 4—5 m.

14. Tonige, schwach sandige Schiefer, 7—8 m.

15. Gelblichgrau anwitternder, rauher sandiger Kalk, meist spätig und in Echinodermenbreccie übergehend, stets mit gröbern oder feinern Dolomitenkörnern versehen; 7 m. 13 bis 15 repräsentieren den mittleren und oberen Lias.

16. Unterer Dogger, am Weg auf der Jochpasshöhe. Er enthält: *a*) sandige knorrige Tonschiefer, zirka 9 m; *b*) eisenschüssigen Quarzit (Eisensandstein), 2,5 m und *c*) plastige Echinodermenbreccie mit *Pentacriniten*, Quarz- und Dolomitkörnern, bräunlich anwitternd. Gegen unten und oben scharf abgegrenzt, 2—4 m. Auf der Ostseite des Jochpasses mit schwarzen, verkieselten Ammoniten (*Ludwigia Aalensis* ZIEGL., *Harpoceras fluitans* DUM.), ferner *Cidaris Royssii* DES.

Wir erkennen in diesen Schichten das Aalénien; die Schichten *c*) gehören an die Grenze zwischen Lias und Dogger (Aalensis-Schichten). Tonschiefer des Toarcien, wie sie im Walenseetal auftreten, fehlen hier.

Dieser Dogger Nr. 16 stellt eine tief in den Lias eingreifende Mulde dar. In ihr kann man am ehesten die Trennung zwischen den Jurakernen der Drusbergdecke und der Jochpasszone, die nichts anderes ist als die Fortsetzung der Ürirotstock-Axendecke, erblicken.

Weiter gegen Süden folgen :

17. Gelblichgrauer, sandiger Echinodermenkalk (15—20 m) des mittleren und oberen Lias = Nr. 15. Am Nordufer des Seeleins findet sich darin eine Quarzitbank (1 m). Durch Wechsellagerung von einigen Centimetern sandarmen Kalks mit ebensoviel sandreichem erhält das Gestein ein gebändertes Aussehen.

18. Tonige, etwas eisenschüssige Schiefer, unterer Dogger, 5 m, stark wechselnd.

19. Grauer, rauher, plattiger Sandkalk, mittlerer Dogger, 2—4 m. Scharfe Grenze :

20. Tonig-kalkige, gelblichgraue, ab und zu fleckige Schiefer, zirka 1 m, Argovien, übergehend in

21. Malmkalk, plattig geschiefert, innen dunkelgrau, zirka 10—15 m.

22. Auf der Seite gegen Trübsee wird der Malm im Liegenden begleitet von schiefrigem, grauem Kalk und kieseligem Kalk, die wahrscheinlich die untere Kreide dieser verkehrten Serie darstellen. Auf der Jochpasshöhe und etwas westlich davon stellt sich im Liegenden des Malm das tonige Tithon (Zementsteinschichten) ein. Die Kreide ist dort nicht nachzuweisen.

Weiter gegen Süden, sowohl am Abhang gegen den Jochstock, als auch am Weg der vom Jochpass nach dem Titlis führt, stösst man auf Eocän. Diese Stelle besuchte ich im August 1909 zusammen mit Herrn Dr. J. BOUSSAC aus Paris, dessen hervorragendes Werk über die Nummulitenschichten der Alpen (15) vor kurzem erschienen ist. BOUSSAC beschreibt darin das Profil des Jochpasses und erkannte die grosse Bedeutung, die den Lagerungsverhältnissen des Eocän am Jochpass für das Verständnis der Eocänzone am Nordrand des Aarmassivs zukommt (vergl. 13, 14; 15, S. 359 ff.). Wir finden hier zunächst, — auf alle Einzelheiten kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden, — einen Komplex von Sandkalk und Quarzit (23), der Linsen und Nester von gelblich anwitterndem sandigem Nummulitenkalk enthält mit *N. complanatus* LAM. (jetzt nach BOUSSAC als *N. millicaput* BOUGÉE zu bezeichnen), *N. perforatus* DE MONTF. und zuoberst auch *Orthophragmina discus* RÜTIM.

Gegen unten (S) folgt sandiger Kalk mit *Orthophragminen*. Der ganze Komplex stellt eine Linse dar und besitzt eine

Mächtigkeit von zirka 35 m. Im Einzelnen ist die Schichtung stark gestört. Darunter folgt :

24. Braun anwitternder, schiefrig toniger, schwach kalkiger Sandstein. BOUSSAC entdeckte darin nahe an der Grenze gegen 23 *Orthophragma discus* RÜTIM. Mächtigkeit zirka 40 m. Wird gegen unten schiefriger und geht in rauhen Tonschiefer über. Darin

25. Kalkbank ; 20—50 cm. dunkelgrauer Kalk, etwas rauh, ohne Fossilien.

26. Wechsellagerung von Tonschiefer und glimmerführendem Sandstein, der in grobe Bänke gegliedert ist und nach unten rasch in Taveyannazsandstein übergeht ; am Weg zirka 30 m ; östlich weiter unten am Abhang bedeutend mächtiger.

27. Hier sollten Tonschiefer und Sandstein des Priabonien folgen. Sie sind hier aber fast gänzlich abgescheert worden. Wenn man die von Schutt und Schnee erfüllte Rinne, die den Jochstock vom Abhang des Reissend-Nollen (Titliskette) durchquert hat, befindet man sich schon im

28. Autochthonen Malm, mit siderolithischen Infiltrationen.

Hier liegt somit typisches Lutétien mit *N. complanatus* LAM. über dem Taveyannazsandstein und auch über dem hier abgescheerten Priabonien. Das Lutétien gehört zweifellos mehr oder weniger direkt zur verkehrten Serie, also zur Basis der helvetischen Decken, das Priabonien, d. h. die Nummulitensandsteine des Wendenstock, der Engstlenalp und des Rotgrätli zur autochthonen Schichtreihe. Es kann sich nur noch fragen, wie viele Glieder der Jochstockserie zur verkehrten Folge zu zählen seien.

Der Taveyannazsandstein des Jochpasses setzt sich ohne nachweisbaren Unterbruch in die Flyschsandsteinzone der Surenen und den Altdorfersandstein fort ; als Ganzes liegt er jedenfalls normal. Der braune Sandstein Nr. 23 wird von BOUSSAC mit Recht dem Auversien (*schistes fauves gréseux*) gleichgesetzt und gehört mit dem Lutétien zusammen zur verkehrten Serie. Die Kalkbank Nr. 25 scheint mir das letzte Glied der verkehrten Serie zu sein. Sie gehört vielleicht ins Priabonien.

Schon 1909 kannte ich gewisse Stellen, wo das Lutétien oder allgemein gesagt eocäner Sandstein in normalem Kontakt mit dem verkehrten Malm auftritt. Die weitere Unter-

suchung der Gegend zeigte, dass aber auch Kreide (Valangien bis Urgon) zwischen Malm und Eocän in der verkehrten Serie häufig ist. Der Malm mit Kreide und Eocän ist der verkehrte Schenkel der Urirotstockdecke, der Malm ohne Kreide gehört einer tiefern, linsenförmig auftretenden Decke an, die am Weissberg (östlich von Engelberg) und am Gitschen im Reusstal westlich ob Flüelen besonders stark entwickelt ist.

Auf der Jochpasshöhe selbst finden wir den Urirotstockmalm, dem sich etwas fragliche Kreideschichten beigesellen. Auf der Westseite des Passes wird an der Steinigen Egg der Urirotstockmalm durch den tiefer liegenden Weissbergmalm ersetzt, und nur an diesem letzteren findet man das Eocän in stratigraphischem Kontakt. Diese beiden Malmzüge werden, wie ich erst kürzlich konstatieren konnte, durch ein schmales Band von Zementsteinschichten (Tithon) getrennt¹.

Das Lutétien, überhaupt die verkehrte Eocänserie des Jochpasses kann sowohl zum verkehrten Schenkel der einen wie der andern Decke gehören. Wahrscheinlich gehört es aber zum Malm des Weissberg.

Am Jochpass müssen wir demnach unterscheiden :

I. Drusbergdecke, vertreten durch :

1. Normale Schichtreihe von Trias bis Malm vom Rotnollen zum Graustock.

2. Verkehrte Schichtreihe von Keuper, Rhät, Lias und unterem Dogger zwischen dem Rotnollen und der Passhöhe.

II. Urirotstock-Axendecke von der Passlücke (unterer Dogger) südwärts, enthaltend Lias, unteren und mittleren Dogger, Malm, Kreide ?, Eocän, z. T.

III. Malmlinse des Weissberg an der Steinigen Egg, dazugehörendem Lutétien etc. in verkehrter Lagerung.

IV. Taveyannazsandstein — Flyschsandstein und Tonschiefer, am Jochpass mit anormalem Kontakt an das Autochthone grenzend, am Nordwestabhang des Titlis (Rotegg und Rotgrätli) vom autochthonen Eocän durch eine Platte von Malm und Eocänsandstein getrennt, die sich erst am Gipfel des Titlis oder südlich davon mit dem Autochthonen zusammenhängen lässt. Daraus folgt, dass der Komplex IV am Jochpass aus einer südlich der Titliskette gelegenen Zone stammt.

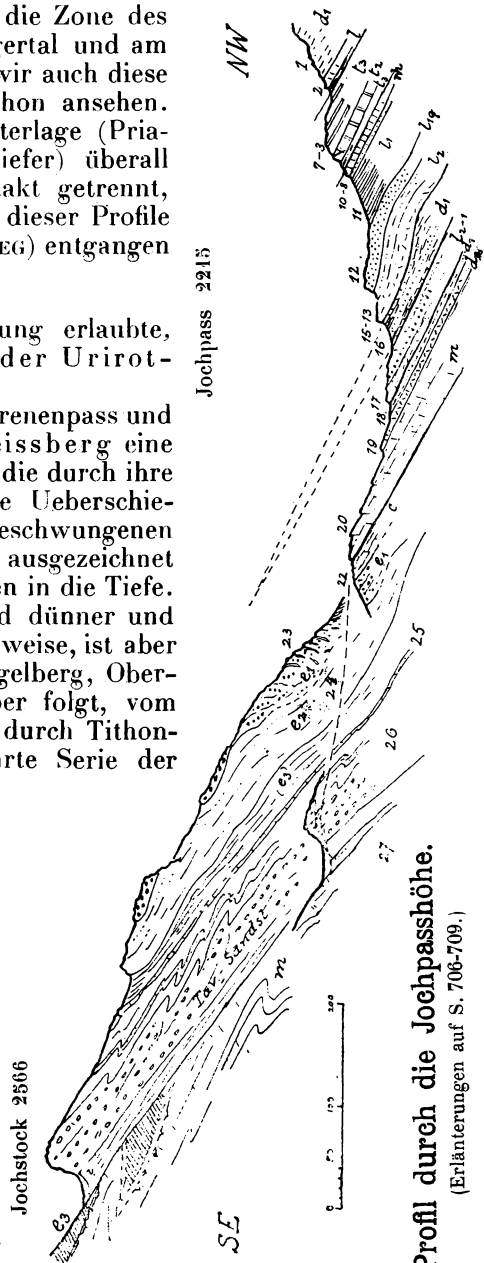
¹ Auf der geol. Karte ist der Malm am Jochpass noch nicht getrennt.

Da sich der Komplex IV in die Zone des Flyschsandsteins im Engelbergertal und am Surenenpass fortsetzt, können wir auch diese Zone nicht als absolut autochthon ansehen. In der Tat ist sie von der Unterlage (Priaboniensandstein und Tonschiefer) überall durch einen anormalen Kontakt getrennt, der den früheren Bearbeitern dieser Profile (ARN. HEIM und VAN DER PLOEG) entgangen ist.

Die ausgezeichnete Witterung erlaubte, vom Jochpass aus den Bau der Urirotstockgruppe zu erläutern.

Ueber der Flyschzone des Surenenpass und der Fürren Alp liegt am Weissberg eine mächtige Linse von Malmkalk, die durch ihre weisse Farbe hervorsteht. Die Ueberschiebungsfäche steigt, in einer geschwungenen Linie, am Abhang des Hahnen ausgezeichnet sichtbar, rasch nach Nordwesten in die Tiefe. Der Malm des Weissberg wird dünner und dünner, verschwindet streckenweise, ist aber oberhalb der Holzkapelle (Engelberg, Oberberg) noch vorhanden. Darüber folgt, vom Malmkalk der Weissberglinse durch Tithonschiefer getrennt, die verkehrte Serie der Urirotstockdecke in Form eines regelrechten Mittelschenkels. Die Urirotstockgruppe enthält Lias, Dogger und Malm. Die Kreide ist auf der West- und Südseite dieser Region nur im reduzierten Mittelschenkel zu finden. Wie in den Bergen westlich des Engelbergertales herrschen auch in der Urirotstockgruppe liegende und schwach tauchende Falten vor. Wir können zwei Hauptantiklinalen unterscheiden:

Obere Antiklinalen.
Malmpartie: Wallenstöcke



Profil durch die Jochpasshöhe.
(Erläuterungen auf S. 706-709.)

ostwärts bis zum Ruchstock. Dogger: Südhang der Wallen- und Rigidalstöcke, Gipfel von Engelberger- und Urirotstock. Lias: Gipfelkrone des Hahnen. Von der tieferen Antiklinale durch Tithonschiefer (Alp Rigidal, Plankenalp, Schöntal nördlich des Ruhstockes), weiter im Süden nur durch Malm (Hahnen, Wyssig, Urirotstock (unterhalb des Gipfels) getrennt.

Untere Antiklinalen. Stirnfalten im Malm am Schlieren (Urirotstock) und im Horbistal (End der Welt).

Dogger und Lias: Blackenstockkette — Stotzigberg.

Die obere Antiklinale finden wir auf der linken Talseite im Scheideggstockgebiet wieder; den zugehörigen, durch Faltung stark angehäuften Lias an der Pfaffenwand (Bitzistock). Die Falten streichen WSW-ENE, einzelne Sekundärfalten W-E.

Die untere Antiklinale (vergl. Lit. Nr. 8, S. 20—21) läuft mit ihrer Stirnfalte nicht mit der oberen parallel, sondern schwenkt im westlichen Teil der Urirotstockgruppe in südwestliche Richtung um. Links des Engelbergertales, d. h. in der Gegend der Trübseealp und des Jochpasses ist sie nur noch in Spuren innerhalb der verkehrten Serie zu finden, so z. B. als ganz flachgedrückte Biegungen im Malm des Laubersgrates. Von den voluminösen Doggerfalten, die am Abhang des Hahnen zu sehen sind, ist nur eine Spur östlich unter dem Punkt 2448 des Laubersgrates in Form eines dünnen Keils von mittlerem Dogger im Malm vorhanden. Offenbar hat der Kern dieser unteren Antiklinalen vom Hahnen zum Abhang des Titlis hinüber im Streichen noch weiter gegen Süden gedreht und ist heute der Abtragung anheim gefallen. Die untere Antiklinale des Urirotstocks sehen wir somit in nordsüdliche Richtung umschwenken, d. h. sich zurückziehen, die obere dagegen mit normalem WSW-Streichen das Engelbergertal queren und unter den Falten der Drusbergdecke verschwinden. Diese oberen Falten wurden grösstenteils durch die vordringenden Jurafalten der Drusbergdecke in diese Richtung gebracht; ursprünglich war auch ihr Streichen mehr gegen Südwesten gerichtet.

Am Abstieg vom Jochpass zur Trübseealp durchquert man die oben geschilderte verkehrte Schichtfolge vom Lias bis zum Malm. Die Mächtigkeiten, besonders die des Malm, sind etwas grösser. An der Grenze des Lias gegen den Tonschiefer des untern Dogger tritt als jüngstes Glied des verkehrten Lias eine graue, sandarme Echinodermenbreccie auf. Da bezeichnende Fossilien fehlen, ist eine Verwechslung mit dem mittleren Dogger leicht möglich. In die-

sem Horizonte treten an anderen Stellen grobe Dolomitkonglomerate auf. Der mittlere Dogger ist stets an seinem Sandgehalt erkennbar, im übrigen sieht er dem Malm ähnlich und wurde früher deswegen übersehen. Der untere Teil des Malm und der mittlere Dogger treten von beiden Seiten spornförmig in die Alluvionsebene beim Trübseeheil vor. Das Seebecken liegt im Lias und besitzt einen Felsriegel. Vom Hotel hinab zur Gerschnialp bleibt der Weg zunächst im untern Dogger, biegt dann zuletzt nach rechts und führt über mittlern Dogger und Malm auf den Schuttboden der Gerschnialp, der von Moränenwällen eingefasst wird.

Beim Hotel Trübsee wurde an Hand der ausgeteilten Profile ein Blick auf die imposante liegende Falte am Graustock geworfen, deren Regelmässigkeit alle Teilnehmer erstaunte.

Am Abstieg nach der Gerschnialp und auf dem Wege von dort durch den Hungerbodenwald nach Engelberg bot sich trotz der hereinbrechenden Dunkelheit noch reichlich Gelegenheit, den Bergsturz von Engelberg in seinen allgemeinen Zügen zu studieren. Als Hauptabbrissnische erweist sich das Gebiet der Gerschni- und der Laubalp, begrenzt im Westen durch die 500—600 m hohe Pfaffenwand, die fast gänzlich aus stark zusammengefaltetem Lias besteht, und im Süden durch die regelmässige schiefe Schichtplatte aus Malmkalk, die von der Gerschnialp über die Laubalp zum Laubersgrat hinaufführt. Der Abriss längs der Pfaffenwand vollzog sich parallel zu einer die Schichten quer durchsetzenden NW-SE verlaufenden Klüftung, die häufig auftritt, die Abtrennung in der Laubalp erfolgte dagegen parallel zur Schichtung, und zwar innerhalb des verkehrt liegenden Malm an der Basis der Decke, nur 30—40 m über dem Eocänkontakt, d. h. höher als die Ueberschiebungsfäche. Die schiefe Ebene der Laubalp bildete die Rutschbahn, auf der diese riesenhafte Masse von Gestein zu Tale fuhr. Entsprechend dem Bau der Abrissnische enthält das Sturzmaterial vorwiegend Lias, untergeordnet auch Dogger und Malm.

Die ganze Terrasse der Gerschnialp besteht aus Bergsturzmaterial, das nur streckenweise von Moränen bedeckt wird.

Die Schluchten, die von der Arni-, Stöcken- und Jungholzalp herunter zum tiefen Einschnitt der Engelberger-Aa führen, legen überall die Bergsturzmassen bloss. Auf der rechten Seite der Aa setzt sich das Sturzgebiet im Bergli, 1341 m, und im Wiederwellhubel (1004 m) fort. Erst bei der Ober-

matt (zirka 670 m) erreicht man das nördliche Ende dieser gewaltigen Sturzmasse, die teilweise noch den alten Schichtenverband erkennen lässt, teilweise aber in ein wirres Trümmerwerk aufgelöst ist. Auf der rechten Talseite finden sich die obersten Stürzlinge vom Liasquarzit auf der Alp Obhag und am Ruchweg nördlich von Engelberg auf 1600 m Höhe. Zur gleichen Sturzmasse ist auch der Toma-Hügel, 1079 m. östlich des Klosters mit seiner grossen Sandgrube in Malm-breccie zu zählen. Ferner bestehen beide Abhänge des Horbistales bis gegen Hinter Horbis grösstenteils aus Malm-breccie, die meistens noch deutlich die Schichtung erkennen lässt. Auf der rechten, nördlichen Seite dieses Tales bildet die Malm-breccie den Untergrund der Alp Obhag (Ried, Schönenboden), auf der linken Seite liegen auf derselben Breccie die Alpen Unter- und Ober-Zieblen. Dass die Horbisbreccie ebenfalls noch dem einen grossen Bergsturz von Engelberg angehört, ist nicht ausgeschlossen. Manche Erscheinungen, deren Schilderung hier zu weit führen würde, sprechen für eine lokale Entstehung dieser Breccien infolge Abrutschens der Malm-schichten am Gehänge.

Alle die genannten Trümmermassen zeigen bald stärkere, bald geringere Bedeckung durch Moräne. Auf den Terrassen der Gerschni- und Arnialp liegen bei rund 1300 m die Lokal-Endmoränen des Gschnitzstadiums. Zum gleichen Stadium rechne ich die Moränen mit Gneissblöcken, die in grosser Verbreitung auf der rechten Talseite am Bergli etc. liegen. Der Daungletscher des Haupttales endigte bei der Herrenrüti (1178 m); er erreichte das Bergsturzterrain nicht mehr. Ebenfalls dem Daunstadium gehören die Wallmoränen auf der Obertrübseealp an. Der Gletscher dürfte hier einen Arm über die Pfaffenwand hinunter gesandt haben. Auf jeden Fall ist der Bergsturz älter als das Gschnitzstadium.

Seit dem Sturze wurde die Trümmermasse stark durchtalt. Unveränderte Bergsturzoberfläche trifft man im Hungerbodenwald (westl. der Gerschnalp) bei 1250. Das Bergli bildet auf der andern Talseite bei 1340 m eine Terrasse und entspricht ungefähr der normalen Oberfläche des Trümmerhaufens.

Ueber dem Talboden von Engelberg mag die Oberfläche etwas niedriger gelegen haben, entsprechend der Form des Untergrundes. Wie tief hinab das Trümmermaterial reichen mag, lässt sich nicht sagen. Der tiefste Punkt des Trümmerhaufens liegt heute bei 670 m, in der Nähe des Kraftwerks bei der Obernatt. Die ganze Talstufe von hier an aufwärts bis nach Engelberg (1000 m) und der rechtsseitige Abhang

(bis 1300 m) bestehen aus Bergsturz. Das flach et rogförmige Tal von Engelberg mit seiner grossen Alluvionsfläche ist innerhalb des Sturzgebietes entstanden. Die Abhänge dieses Troges sind häufig von Moränen überlagert, die bei der Bänklialp und beim Schlössli wallförmig auf kleinen Terrassen im Bergsturz sitzen, bei Espen und am Toma (Sandgrube) östlich des Klosters den Untergrund gleichförmig überdecken. Der Talboden war ursprünglich von einem See eingenommen. Auffallenderweise ist das Ende des Troges, d. h. der Riegel durch keine Endmoräne ausgezeichnet. Der Gschnitzgletscher dürfte zwischen Ruegisbalm (bei Obermatt) und dem Trogende bei Espen geendigt haben, ohne im Trümmergebiet eine scharf ausgeprägte Endmoräne aufzuwerfen.

In der Diskussion über die Entstehung des Troges im Bergsturzgebiet wurde von den einen Teilnehmern betont, dass vor allem die interglaziale Flusstätigkeit für die Entstehung des Troges verantwortlich zu machen sei, dass der Bergsturz wohl viel älter, eventuell vor der Würmeiszeit niedergegangen sei. Demgegenüber musste ich konstatieren, dass der Sturz sicher älter sei als das Gschnitzstadium; über das Verhältnis zum Bühlstadium fehlen alle Anhaltspunkte. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch dieser Gletscher über den Bergsturz weggegangen ist. Schliesslich ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, dass der Sturz auf den Gletscher niederfiel. Dass auch eine fluviatile Rinne vor dem Gschnitzstadium existierte, bezweifelt auch der Referent nicht. Die Form des Troges selbst ist aber, so wie sie sich heute zeigt, grösstenteils das Werk eines Gletschers. Der Fluss konnte nur jenseits des Riegels erodieren, nicht diesseits. Hier war der Fluss auch wohl in interstadialer Zeit, genau wie heute, akkumulierend tätig und griff, ebenfalls wie heute, die Gehänge wohl nur streckenweise an. Die Erosion seit dem Gschnitzstadium beschränkt sich im Bergsturzgebiet im Wesentlichen auf die Rinnen der Arni- und Trübseebäche und der Engelberger-Aa zwischen Espen (Riegel) und der Obermatt.

Eine genaue Berechnung des Volumens der vollständigen Sturzmasse ist unmöglich, da die Felssohle des Tales nirgends zu Tage tritt. Eine vorläufige summarische Schätzung ergab $2\frac{1}{2}$ bis 3 cbkm. Diese Masse repräsentiert einen ganzen Berg. In der Tat fehlt über der Gerschnialp und der Pfaffenwand ein hoher Kamm, der die rechte Seite des Tales der Trübseealp überragte. Hier erhob sich ein Ausläufer des Laubersgrates zu stattlicher Höhe und bildete mit einer riesigen Liaskrone ein Gegenstück zum Hahnen. Er trennte das Haupttal vom

Tale des Trübsees, das heute als eine Terrasse am Hange des Haupttales erscheint, während es früher ein selbständiges Seitental mit hochgelegenen Talboden war. Nur der Fuss der rechten Flanke des Trübseetales ist noch stehen geblieben. Sie erhebt sich im Bitzistock noch um 120 m über dem Seespiegel, beim Hotel Trübsee nur um 20 m über den Alluvionsboden. An dieser letzteren Stelle ist der Trübseegletscher zur Gschnitz- und zur Daunzeit nach der Pfaffenwand übergeflossen.

Die Nacht war schon angebrochen, als die Exkursionisten im Hotel Engelberg in Engelberg anlangten. Nach dem Essen gab Herr Prof. HEIM, der uns am folgenden Tag leider nur noch einige Stunden begleiten konnte, in warmen Worten seiner Befriedigung über die Exkursion Ausdruck. Voll Anerkennung für die geleistete Forschungsarbeit des Leiters der Exkursion schloss er seine Ansprache und machte es diesem schwer, die richtigen Worte des Dankes für das so unerwartete hohe Lob zu finden.

Samstag den 13. September.

**Engelberg-Nieder Surenen-Ebnetalp-Stierenbach (Bohnerz)
und zurück nach Engelberg.**

Bevor der Marsch nach dem Talhintergrund angetreten wurde, versuchte der Leitende an Hand des ausgeteilten Profils den Bau Hutstockgruppe zu erläutern. Sodann besuchten wir die Sandgrube (1079 m) östlich des Klosters, die in einem aus Malmbreccie bestehenden tomaähnlichen Hügel angelegt wurde. Die Teilnehmer konnten konstatieren, dass es sich um Bergsturzbreccie handelt, und zwar um eine Partie, die das Innere eines grossen Bergsturzes zeigt. Der Hügel ist von einer Moränenschicht mit Gneissblöcken bedeckt. Der bald graue, bald rötliche Malm ist gänzlich zertrümmert, trotzdem ist da und dort die Schichtung noch gut zu erkennen. Die starke Schieferung und das reichliche Auftreten von dichten Adern und Lagen von weissem Calcit zeigt, dass dieser Malm aus einer tektonisch stark mitgenommenen Gegend stammen muss. In der Tat zeigt der Malm am Laubersgrat diesen Habitus, und daraus habe ich geschlossen, dass auch dieser Bergsturzerest dem grossen Engelbergersturze angehöre.

Auf dem Wege nach der Herrenrüti erreicht man bei der Holzkapelle den Kontakt von helvetischer Decke (oben)

und Flysch (unten). Der Malm der verkehrten Serie wird begleitet von Kreide und Eocän in geringer Mächtigkeit. Darunter folgt nochmals Malm, der zur oben geschilderten Weissberglinse gehört. Dann stellen sich die gewohnten Tonschiefer und Flyschsandsteine ein. Auf der FÜRrenalp wurden früher Dachschiefer gebrochen.

Wenig östlich des Tätschbachfalls verlässt man das Tertiär und betritt den autochthonen Malm. Der Kontakt ist durch lokale Abschürfung des Priabonsandsteins ausgezeichnet. Auch auf der linken Talseite, im Sulzbachtobel ist der Kontakt zwischen Malm plus Priabonien und Flysch nicht normal. Das Priabonien ist gegen die Talsohle nur in Mulden im Malm erhalten, am Kontakt mit dem Flyschsandstein aber abgeseert. Taveyannazsandstein, übergehend in Flyschsandstein, ist nur auf der linken Talseite anzutreffen.

Schon bei der Herrenrüti ist der autochthone Malm zu Ende; wir betreten die Zone der « Zwischenbildungen » und den Gneiss des Aarmassivs. Beim Goldboden sind Gneiss, Trias und Dogger miteinander verfaltet. Ueber das Firnalpeli lässt sich das auffallende Band des gelben Rötidolomits bis hinauf zum Wendenjoch am Südfuss des Titlis deutlich verfolgen.

Das Profil von Gneiss bis Malm konnte der Exkursion bei Nieder Surenen an einer günstig gelegenen Stelle, rechts des Weges und am Wege, der von dort nach der Ebnetalp hinaufführt, gezeigt werden. Von unten nach oben finden wir:

1. Biotitreicher Injektionsgneiss vom Typus der Erstfeldergneisse, steil gegen SSE fallend.

2. Arkoseartige Aufbereitungsschicht, grün und rötlich gefärbt. Unvollständig aufgeschlossen, zirka 1 m.

3. Heller Quarzsandstein, gegen oben mit Einlagerungen von Tonschiefer, 30—40 cm. Trias.

4. Rötidolomit, unten dünnbankig und mit Einlagerungen von Tonschiefer, unten nicht selten Silexknollen; 15 m.

5. Echinodermenbreccie in Bänken, dunkelgrau, mit kleinen Dolomitgeröllen; reich an Fossilien des Aalénien (*Lioceras opalinoides* MAYER-EYMAR, *Modiola plicata* SOW., *Gervillia subtortuosa* OP.). Vergl. die Mitteilung über den vermeintlichen Lias bei Innertkirchen¹.

¹ P. ARBENZ. *Eclogae* 1913, Verhandlungen Frauenfeld.

6. Schwarze, glimmerführende Tonschiefer («untere Schiefer»), Toneisensteinknollen, ebenfalls Aalénien (z. B. *Pholadomya fidicula* Sow.); 12—15 m.

7. Echinodermenkalk, scharf gegen 6 begrenzt, hier nur zirka 2 m, ausgezeichnet durch eine stellenweise auftretende Lage von Eisenoolith in Form von Macroolithen (= Ansammlung von kleinen Eisenoolithkörnern zu grössern Kugeln, die im Innern kalkig sind). Hier ohne Fossilien. Vergl. W. STAUB (25 S. 27—28) und VAN DER PLOEG (23, S. 22—25), der *Ludwigia falcata* (QU.) HORN, *Pecten pumilus* LAM. und andere Fossilien in dieser Schicht gefunden hat. Diese Arten stammen aus der Basis der Breccie und deuten auf Aalénien. VAN DER PLOEG trifft wohl das Richtige, wenn er S. 25 schreibt, der obere Teil dieses Schichtgliedes gehöre bereits zum *Sowerbyi*-Horizont.

8. Kieselknauerbank; rauher sandiger, rötlichgelb anwitternder Kalk voll von unregelmässig geformten, schwarzgrauen Kieselknauern, hier zirka 3,5 cm, sonst 5—6 m (Bajocien).

9. Echinodermenkalk, zuoberst an andern Stellen nicht selten Korallen enthaltend, zirka 1 m, anderwärts mehr. Entspricht den *Humphriesi*-Schichten. Zu oberst etwas tonigschiefrig.

10. («Unterer») Eisenoolith, dunkelbraun anwitternd, 90 cm bis 1 m. Entspricht nach den Aufsammlungen von STUTZ und TOBLER (26) dem «Bifurcaten-Oolith», d. h. der Zone des *Cosmoceras subfurcatum* ZIET. im obersten Bajocien.

11. Grauschwarze Tonschiefer, mit einzelnen Kalkbänken («obere Schiefer»), Bathonien. Hier nur zirka 4 m mächtig erscheinend, sonst 8—10 m. Infolge einer kleinen Falte erscheint der mittlere Dogger nochmals, sodann:

12. («Oberer») Eisenoolith, kalkreich, mit rötlicher und grünlicher Färbung, reich an Belemniten. Callovien. Eine bis zwei Lagen, begleitet von gelbgrauem Kalk, 50—60 cm. Darüber folgt mit scharfer Grenze:

13. «Schiltkalk». Gelbfleckiger Kalk, zirka 1 m, Argovien, *Perisphincten* nicht selten.

14. Mergelige und kalkige Schiefer mit zahlreichen Kalkbänken, gegen oben in den gewöhnlichen Hochgebirgskalk übergehend.

Auf dem Fusspfad, der von dieser Stelle nach der Alp Ebnet führt, gelangt man in den Malmkalk. Die aussichtsreiche Terrasse dieser Alp liegt gänzlich im Malm, nicht an der Grenze von Malm und Tertiär.

Bei den Alphütten wurde Umschau gehalten und gerastet. Herr Prof. SCHARDT sprach an dieser Stelle in eindrucksvollen Worten dem Führer der Exkursion den Dank der Geol. Gesellschaft aus. Letzterer verdankte auch bei dieser Gelegenheit die hohe Wertschätzung, die seine Arbeit bei den Teilnehmern an der Exkursion gefunden hat.

Den Schluss der Exkursion bildete das Studium der Sandsteine und Kalke des Priabonien beim Stäuber (Stierenbachfall) am Eingang in den grossen Zirkus der Blackenalp. Besonderes Interesse fand die Bohnerztasche am Fusse der Schlossbergwand östlich des Stäuber. Da diese Stelle nach gemeinsamer Untersuchung von ARN. HEIM (19, S. 19—22 und 88—90) beschrieben wurde und ferner bei BOUSSAC (15, S. 367) und VAN DER PLOEG (23, S. 38 f.) angeführt wird, kann hier auf eine eingehende Schilderung verzichtet werden. Die Deutung, die der Autor für die Entstehung der auch hier sehr charakteristisch ausgebildeten siderolithischen Breccie bereits in einer früheren Arbeit (3) gegeben hat, fand allgemeinen Anklang. Reich bepackt mit Sandsteinen der Bohnerzformation, Proben von Pisolithen, siderolithischen Breccien, rotem, verhärtetem, sandigem Bolus und anderem mehr, traten die Exkursionisten den Rückweg nach Engelberg an. In der Herrenrüti erwartete uns ein Wagen. Um 3⁵⁵ trennte man sich an der Station in Engelberg. Der Schreiber dieser Zeilen blieb zur Fortsetzung seiner Feldarbeit in Engelberg, die übrigen Teilnehmer erreichten grösstenteils noch am selben Abend ihre Penaten.

Literatur.

1. — P. ARBENZ. Zur Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. *Eclogæ geol. Helv.* IX, S. 464—483, 1907.
2. — Die Karrenbildungen, geschildert am Beispiele der Karrenfelder bei der Frutt im Kanton Obwalden. *Deutsche Alpenzeitung*, 1909, S. 195 und 224.
3. — Zur Kenntnis der Bohnerzformation in den Schweizeralpen. *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz*, neue Folge XXIV, 1910.
4. — Die tektonische Stellung der Urirotstockgruppe. *Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges.*, Basel 1910, I, S. 232.
5. — Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. *Viertelsjahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich*, LVI, S. LVII, Protokoll vom 4. Dezember 1911.
6. — Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. *Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges.*, Aldorf 1912, II, S. 95—122, (Französisch in *Arch. des sc. phys. et nat.*, Genève (4) XXXIV, p. 401—425, 1912.)
7. — Ueber Karrenbildungen. *Neujahrsbl. der Naturf. Ges. Zürich*, 1913, mit 3 Taf. n. Phot.
8. — Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz. *Vierteljahrsschr. der Naturf. Ges. Zürich*, LVIII, S. 15—34, 2 tekton. Karten; 1913.
9. — Geologisches Stereogramm (Parallelprojektion) des Gebirges zwischen Engelberg und Meiringen. *Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz*, Spezialkarte Nr. 55 bis (im Druck). 1913.
10. — A. BALTZER. Der mechanische Kontakt von Gneis und Kalk im Berner Oberland. *Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz*, Lfg. XX, 1880.
11. — Das Berner Oberland und Nachbargebiete. *Ein geologischer Führer*. 1906.
12. — M. BERTRAND et H. GOLLIEZ. Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. *Bull. Soc. Géol. de France* (3) XXV, p. 568, 1897.
13. — J. BOUSSAC. Interprétation tectonique du Flysch dit autochtone de la Suisse centrale et orientale. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 2 mai 1910.
14. — Distribution des niveaux et des facies dans le Nummulitique dit autochtone de la Suisse orientale. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 17 mai 1910.
15. — Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. pour servir à l'explication de la carte géol. détaillée de la France*. 1912. (659 p., X pl., X cartes.)
16. — A. BUXTORF. Zur Tektonik der zentralschweizerischen Kalkalpen. *Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges.*, LX, S. 163—197, m. 2Taf. geol. Prof., 1908.
17. — (Ergebnisse der) Neuaufnahme des Westendes der Axenkette und des Isentales. *Eclogæ geol. Helv.*, XII, S. 164—166, 1912.
18. — Zur Kenntnis der Eocänbildungen von Kerns-Sachseln (Kt. Obwalden). *Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges.*, Frauenfeld 1913, Sektion f. Geologie, und *Eclogæ* 1913.
19. — ARNOLD HEIM. Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. *Abhandl. der Schweiz. Paläontol. Ges.*, XXXV, 1908 (310 S., 8 Taf., zahlr. Fig.). Engelberg, S. 19—23.
20. — F. J. KAUFMANN. Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen bis zur Brünigstrasse und Linie Lungern-Grafenort. *Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz*, Lfg. XXIV, 1; 1886.
21. — C. MOESCH. Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kiental. *Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz*, Lfg. XXIV, 3; 1894.

22. — Geologischer Führer durch die Alpen, Pässe und Täler der Zentralschweiz. Zürich 1894 und 1897.

23. — P. VAN DER PLOEG. Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannortgruppe. *Eclogæ géol. Helv.* XII, S. 194—245 (m. 3 Taf., 1 geol. Karte 1 : 50,000, 1 Taf. mit Profilen), 1912.

24. — H. SCHARDT. Géologie du Groupe de l'Aa (Alpes d'Unterwald). In : *Dictionnaire géographique de la Suisse*, Artikel Aa (Groupe de l'), 1909.

25. — W. STAUB. Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal im Kanton Uri. *Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz*, neue Folge Lfg. XXXII, 1911. (Mit geol. Karte 1 : 50,000, Prof. etc).

26. — A. TOBLER. Ueber die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs. (Mit Benutzung der Manuskripte und Sammlungen von U. STUTZ.) *Verh. d. Naturf. Ges. Basel*, XII, S. 25—107, 1897.

Geologische Karten.

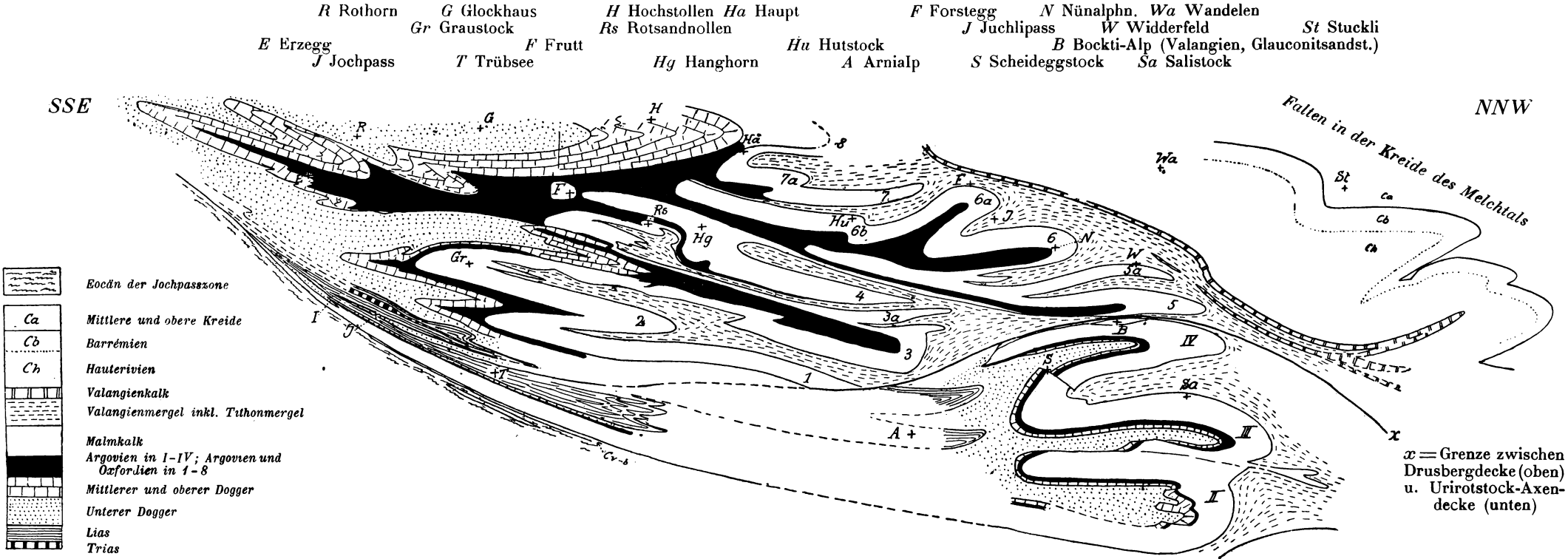
Blatt XIII, 1 : 100,000.

27. — P. ARBENZ. Geologische Karte des Gebirges zwischen Engelberg und Meiringen, 1 : 50,000, Spezialkarte 55. Herausgeg. von der Schweiz. Geol. Kommission, 1911.

Vergl. ferner Spezialkarte der Umgebung von Meiringen, 1 : 50,000, in MOESCH, Kalk- und Schiefergebirge, 1894 (21), und diejenige in BALTZER, Kontakt, 1880 (10), ferner das geolog. Stereogramm (9).

Topographische Karten.

Siegfried-Atlas 1 : 50,000, Bl. 389, 390, 393, 394; Ueberdrucke Engelberg oder Sustenpass.



Masstab: 1 : 50,000.

Sammelprofil durch die Falten zwischen Engelberg und Meiringen.

P. ARBENZ, 1913.

Parallelisation der Falten zwischen Engelberg und dem Haslital.

(Erläuterungen zu Taf. 22.)

A. Drusbergdecke (= Wildhornkette, höhere Partie)							
Gewölbe im Malm	Mulden im Malm	Westl. Engelberg	Westl. Gross- Melchtal, Frutt	Klein-Melchtal	Lungern	Haslital (Ostseite)	Doggerkerne
8			(nur im Dogger erhalten)				Hochstollen
	8/7	abgewittert	am Haupt	Krummelbach A.	Feldmoos A.	Schluchtboden	
7a		»	N Haupt	Matt. A.	0	0	
7		»	Rüfifeld	Hüttstätt A.	Scharmatt A.	Wyler Vorsäss	
	7/6	»	W Aa-Alp	SW Melchtalalp	Riffmatt	E Wurzvorsäss und Schoren	
6b		Hutstockgipfel	Stöplen A. bei Steck-A.	0	0	0	
6a		N Hutstock	Forstegg	Wägis A. — Hitschisbach	Flühmatt u. östl., Käle und P. 1274 :	Bruchwald bei Brienzwylers	
	6a/6	Juchlipass	Ramisfluh	(Stollen A.)			
6		Nünalphorn	Ramisfluh- Keselefluh	Rinder A.	Lungern (Kirche) ?		Rothorn
	6/5	Sonnigberg	(Knebel A. Val.), Steck-A. (Malm.)	verdeckt	verdeckt	Burgfluh	
5a		Widderfeld (Gipfel)	Talli A.	»	» od. 0	0	
	5 a/5	N Widderfeld	Flühlibalm	»	» od. 0	0	
5		N Widderfeld	Hangifeld (gedoppelt)	»		—	
	5/4	N Hanghorn	Schratten	»		Ursiflüh-Schaufel	
4		Hanghorn		W Schoren			Rothorn, E Vorberg ?
	4/3	Rotsandnollen	verdeckt	verdeckt	verdeckt	W Golderen	
3a		W Arni A.	»	»	»	—	
3		»	»	»	»	Tschuggen bei Brienzwylers	Schwarzhorn- Erzegg-Planplatte
	3/2	Graustock	»	—	—	Brienzwylers	Narrenfluh- S Schilligfluh
2		Graustockwand — Alpelen	»	—	—	verdeckt	
	2/1	dito	»	—	—	»	
1		(W Trübsee) verd.	»	—	—	»	
B. Urirotstock — Axendecke = (Wildhorndecke, tiefere Partie).							
Gewölbe im Malm	Mulden im Malm	Urirotstockgruppe	W Engelberg	Haslital			
IV		abgewittert	Bockti A. ; Diesel- bach im Melchtal (Kreide)	Auf der Ostseite des Haslitales nicht sichtbar. Im nördl. Teil der Faulhorn- gruppe wahrscheinl. vertreten, in Ver- bindung mit höheren Falten	II—IV = Obere Antiklinalen (vgl. Text S. 743)		
	IV/III	Rigidalstock	Scheideggstock				
III		Wallenstöcke	Salistock				
	III/2	S Bannalp, W Stoffelberg	N Stalden am Scheideggstock				
II		Gipfel d. Urirotst. u. Engelberger Rotst. (nur Dogger) N Ruchstock	SW Obermatt				
	II/I	S Urirots.; Wissig; Band am Hahnen	Laubersgrat z. T.	0			
I.		Schlieren (N Uri- rotst.), Rimist., Horbistal	Laubersgrat (N Stand), sehr reduziert	0	I = Untere Antiklinalen		