

Notizen aus den geologischen Untersuchungen für Blatt XIV der eidg. Karte.

Von

Albert Heim.

Mit einer Tafel.

I. Die Kette der Windgällen.

Für die geologischen Untersuchungen von Blatt XIV war ich im Auftrag der geologischen Commission im Spätsommer 1871 besonders in der Windgällen-Tödiggruppe beschäftigt. Bevor ich eine genaue geologische Karte dieser Gruppe, und eine einigermaßen vollständige Monographie derselben zu publiciren im Stande sein werde, muss freilich manch einzelner Punkt noch nachgesehen, manches noch unklare aufgehellt werden. Was indessen diese erste, vom Winter abgebrochene Untersuchung von sicheren Resultaten geliefert hat, weist auf eine so wunderbare Zusammensetzung dieser Gebirgsgruppe hin, dass mein Wunsch, einen vorläufigen Bericht schon jetzt zu veröffentlichen, vielleicht ein zu rechtfertigender ist.

Fasst man — vielleicht mit Hülfe irgend welcher graphischen Methode — die Form der natürlichen Oberfläche des krystallinischen Gebirges ¹⁾ von der Erosion abgesehen, wie sie der Beobachtung und Messung einzig an

¹⁾ Ich nehme den Begriff „krystallinisch“ hier im petrographischen, nicht im geogenetischen Sinn, so dass die fraglich „metamorphischen Sedimente“ (Casannaschiefer, unterer Verrucano, Alpinit etc.) darin eingeschlossen sind.

den Contactstellen mit den Sedimenten an der Aussenfläche der Gebirgsstöcke zugänglich ist, in's Auge, so fällt auf, dass in unserer Gruppe das Ostende des Finsteraarhorncentralmassivs sehr plötzlich und steil untertaucht. Währenddem die Rückenlinie dieses krystallinischen Ellipsoides zunächst westlich vom Tödi fast horizontal ist ¹⁾ und im Ganzen vom Tödi ²⁾ bis zum Finsteraarhorn eine Steigung von nicht 2 % hat, fällt sie vom Tödi östlich zum Limmernboden mit wenigstens 16 %, schief zur Sandalp mit 25 %. Hier, unmittelbar bevor das steile Untertauchen beginnt, hat das Finsteraarellipsoid in seinem Querprofil auf etwa 17 Kilometer Sehne (horizontal 1000 Meter über dem Meer gemessen) 2300 M. Pfeilhöhe. Das Fallen der Nordflanke ist 28 bis 30 %. Hier übrigens ist das Ellipsoid nicht mehr so ganz einfach, es gabelt sich in zwei durch eine Längsfurche, die sich auf seinem Rücken einstellt, geschiedene Enden. Diese beginnt im Piz Avat (oder besser im nördlicheren Kopf, im Stock Pintga) dem Südausläufer des Stockgron, und zieht sich unter dem Piz Urlaun (Fig. 7, 7), Piz Frisal durch unter den Kistenstock (Fig. 8, 9). Von Osten und Norden steigen die Sedimente, das Ellipsoid überbrückend, an. Von Osten gelangen sie, freilich mit wiederholten Unterbrüchen, bis auf die Höhe, wo die Steigung des Rückens sanfter wird. Da, als letzter vereinzelter, trapezförmiger Fetzen der Sedimentbrücke steht der Tödi (Fig. 7, 5). Während

¹⁾ Am Stockgron in 3300 M., am Piz Cambrales, dessen Nordgipfel mit Trias gekrönt ist, und der eine Spar nördlich der Rückenlinie liegt, 3200 M., was für den Rücken des Ellipsoides auf 3300 M. Höhe schliessen lässt.

²⁾ Höhepunkt am Stockgron.

im allgemeinen die Sedimente mehr zu beiden Seiten von dem Centralmassiv geschoben erscheinen, ist im Tödi ein Stück auf das Rückenende des Ellipsoides gehoben; diesem Umstand verdankt er seine Höhe. Unterbrüche, Löcher in der Sedimentdecke, die durchgehen, sind der Boden des Sandgletschers (nahe Fig. 7, 4), die Biferten und Untersandalp, der Limmernboden (Fig 8, 7), das Val Frisal.

Rings um das, unter dem Tödi steilen Abfall annehmende, Ende des Finsteraarmmassives herum bilden nun in weitem Bogen die Sedimente und zum Theil die halbkrySTALLINISCHEN Massen eine gewaltige Doppelschlinge. Der Nordflügel derselben hat seine Basis auf einer schwach geschwungenen Linie, die im oberen Theil des Walensees beginnt, und südlich unter dem Mürtschenstock, Glärnisch, Ortstock, Schächenthaler Windgälle (Fig. 6, 1) sich vielleicht bis über die Surenen hinzieht. Am weitesten südlich übergelegt ist sie in den Gipfeln von den grauen Hörnern, dem Foostock, dem Käpfstock, dem Griesstock¹⁾. Die Gipfel dieser Berge bestehen aus Verrucano und älteren Sedimenten, der Fuss besteht aus eocenen Schiefern und Nummulitenkalken. Die Südfalte, die in der Gegend von Ragatz der Nordfalte die Hand bietet, hat im weiteren ihre Basis auf einer Linie, die ziemlich gerade von Tamins sich an die Südwände der Brigelserhörner zieht. Am weitesten nördlich übergelegt ist sie im Ringelkopf, Sardona, Vorab, Hausstock, Piz Dartjes (Fig. 8, 10) und löst sich in den Brigelserhörnern und zum Theil schon im Piz Dartjes in mehrere auf, die in dieser Hörnergruppe

¹⁾ Am Griesstock nur noch in ihren oberen jurassischen Lagen nicht mehr im Verrucano (Fig. 6, 3 und 5, 2).

mit der Südhälfte des gegabelten Endes des Centralmassivs verschmelzen. Da — unmittelbar südlich vom Ende des Finsteraarmassivs — bricht der Südflügel nach seiner Zerteilung ab. Dafür aber beginnt in den Gehängen der Baumgartenalpen (Fig. 8, 2—6) und im Grat der Glariden eine neue ähnlich gebildete Falte. Sie entsteht zwischen dem Massiv und der ununterbrochenen Nordfalte der grossen Doppelschlinge zuerst in Gestalt mehrerer kleiner Falten, dann entwickelt sie sich weiter östlich im Scheerhorn-Windgällen-Kamm zu einer grossen, nördlich übergelegten Falte (Fig. 6, 5, 4, 3, 2 u. 1). Aehnlich wie über dem Richetlipass ¹⁾ der Faltenrücken des Nordflügels denjenigen des Südflügels fast berührt, so berührt er im Griesstock nördlich vom Scheerhorn nahezu den nach Nord convexen der Scheerhorn-Windgällen-Falte (vergleiche Fig 6, 3 = Griesstock, 4 = Scheerhorn). Der Gipfel der kleinen Windgälle ist mit krystallinischem Gebirge gekrönt (Fig. 1, 4) ganz ähnlich wie der Piz Dartjes, der Hausstock etc. Die Falte der Windgällen aber ist nicht so weit ausgreifend, darum auch finden wir an derselben die Formationen alle in fast normaler Mächtigkeit, während in der Hausstock-Ringelkopf-Kette und in der Kärpfstock-Grauhörner-Kette dieselben meist auf dünne Bänke ausgezogen worden sind. Sonst ist die Analogie der Windgällendislocationen mit denjenigen der Piz Dartjes-Ringelkopf-Kette eine solche, dass es vielleicht einen genetischen, einen tieferen Sinn haben darf, als denjenigen der veranschaulichenden Darstellung, wenn wir sagen, beim Ende des Finsteraarmassivs setzt die Südhälfte der Doppelschlinge

¹⁾ Zwischen Kärpf und Hausstock.

auf dessen Nordseite über, und setzt dort westlich fort — vielleicht so weit als die Nordhälfte selbst.

Das ist im Allgemeinen das Schema dieser sonderbaren Gebirgsmassen zwischen den Querthälern von Reuss und Rhein.

Der Nordflügel und der erste Theil des Südflügels der enormen Schlinge sind von Herrn Prof. Escher v. d. Linth und seinem Vater entdeckt, und dann von ersterem und Herrn Prof. Theobald genauer untersucht worden. Die Falte aber, zwischen dem ununterbrochen fortgesetzten Nordflügel und dem Centralmassiv, die ich fast geneigt bin, als durch Unterbruch getrennte Fortsetzung des Südflügels aufzufassen, war bisher nicht bekannt, und ich erlaube mir darum, sie hier in kurzen Umrissen vorzuführen.

Erst einen Blick auf die Gesteine der Windgällengruppe :

Die krystallinischen Gesteine sind schön krystallinische Gneisse, Hornblendegneisse, dann halbkrySTALLINISCHE Schiefer (»sericitische« Ausdruck der Harzgeologen — »helvetanische« oder, wie es die Norweger nennen »sparagmitische« Schiefer), die schwer von einander zu trennen sind und vorläufig hier als »krystallinische Schiefer« zusammengefasst werden dürfen, denn sie verhalten sich wie ein Zusammengehöriges im Gebirgsbau dieser Gegenden. Dazu kommt der Porphyry der Windgälle, der einzige der Schweiz. Er ist in seiner Hauptmasse bald dunkelroth, bald hellroth, bald hellgrau oder tief grün. Es lässt sich kein Zusammenhang dieser Farben mit der Verwitterung erkennen. Die Oberfläche aller Varietäten ist oft weiss kaolinisirt. Bald sind in der Grundmasse sehr zahlreiche Feldspathkrystalle ausgeschieden mit wenig Quarz, bald in heller Grundmasse zolllange und 2 bis 3 Linien breite unscharf

begrenzte Serpentinpartien. Dann wieder, und das ist besonders an den Grenzen gegen die Sedimente hin häufig, ist die Grundmasse hell durchscheinend, und nicht sehr zahlreich sind Quarzkörner darin ausgeschieden.

Stellenweis folgt über den krystallinischen und halbkrySTALLINISCHEN Schiefen, nicht wie diese steil stehend, sondern horizontal ungefähr parallel den jüngeren Sedimenten, die Kohlenformation. Sie ist bald ein kohliges, schwarzer Schiefer mit Adern und Bändern oder rasch sich auskeilenden Lagen von grober Breccie von parallelepipedischen Quarzkörnern mit gleichgeformten Anthrazitklötzchen, bald enthält sie grosse Feldspäthe und Quarzkörner und sieht wie Porphy aus, ist aber vielleicht doch nur eine Breccie, und endlich kann sie partienweis wie Verucano werden, der nur einzelne kohlige Lagen enthält. Pflanzenspuren sind zu finden, aber nichts kenntliches. Ob dies wirkliche Steinkohlenformation, oder eine jüngere Breccie aus zerstörter Steinkohlenformation gebildet, ist, konnte noch nicht entschieden werden. Die vollste Entwicklung zeigt sie zwischen der Röthi und Bifertenalp (Nordfuss des Tödi) kommt aber auch in einer Lage am »Furggeli« südlich der grossen Windgälle vor. Meistens aber fehlt die Kohlenformation. Ueber den krystallinischen und halbkrySTALLINISCHEN Schiefen beginnen in diesem Fall meist zuerst mit einigen Quarzitlagen, oder mit Lagen von rothem Dolomitmarmor und glimmerigen, dünnblättrigen Lagen dazwischen, die Triasformation (*t* in Fig. 6, 7 u. 8). Die genannten Zwischenbildungen erreichen 1 bis höchstens 5 Fuss Mächtigkeit. Die Trias besteht hier aus dem dichten »Röthi oder Vanskalk und Dolomit«, der im Inneren grau bis hell röthlichgelb ist, aussen rostroth und gelb anwittert. Während östlich vom Scheerhorn

die Trias nirgends fehlt, fehlt sie fast gänzlich in der Windgällengruppe. Nur wo deren Sedimente unter dem Belmistock nördlich gegen Erstfeld abfallen, tritt sie wieder auf. Da auch habe ich das erste Organische im Röthkalk gefunden. Das gleiche an der Obersandalp. Es sind dies etwa ein Dutzend wenig flach gedrückte kugelige Körper, alle von $1\frac{1}{2}$ Ctm. Durchmesser mit runzlicher Oberfläche und einer Andeutung von strahliger Textur. Was das ist, scheint freilich Niemand entziffern zu können.

Die oberen Lagen der Trias, und die darüber folgenden dem Lias und braunen Jura gehörigen Schichten sind wohl nie an zwei Stellen von einiger Entfernung genau gleich. In jeder Stufe derselben treten lokal neue Bänke oft mit Petrefacten auf. Für diese Notiz ist es nicht am Platze, das vollständige Profil dieser Schichten mit allen Unterabtheilungen wiederzugeben, was ein Schema von über 20 Nummern ausmachen würde, ich führ' es nur in seinen Hauptstufen auf.

Lias und brauner Jura (in den beigegebenen Profilen mit J_1 und J_{11} bezeichnet) theilen wir am natürlichsten für diese Gegenden in 4 Stufen:

1) Dunkle kalkige Thonglimmerschiefer, wahrscheinlich Lias bis 100 Fuss mächtig werdend, oder auch fehlend.

2) Unterer Eisenoolith und Echinodermen-(Pentacriniten-)-Breccie. Aus dem Eisenoolith habe ich gefunden: zahlreich 2 Pecten, besonders *P. subtextorius*, dann mehrere Limae, *Lima pectiniformis*, besonders *Lima gigensis*, dann *Trigonia costata*, eine *Corbula*, ein *Trichites*, eine *Myoconcha praelonga* oder *crassa*¹⁾. Das sind also die

¹⁾ Ein Theil dieser wie der folgenden Bestimmungen verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Dr. Karl Mayer.

Schichten des Amm. Sowerbyi aus dem unteren braunen Jura. Zwischen beiden Windgällen enthält dieser untere schön eisenoolithische petrefactenreiche Theil dieser Nr. 2, dort an dem Porphyry unmittelbar angrenzend eine Menge von rundlichen Geröllen des Windgälleporphyrs eingeschlossen (Fig. 10 d), — ein unwiderleglicher Beweis dafür, dass, wenn auch dieser Porphyry nicht nur petrographisch ein Porphyry ist, sondern auch geologisch, d. h. wenn er auch ein Eruptivgestein ist, er älter als der braune Jura sein muss, und somit kann er mit der Hebung der Alpen nichts zu schaffen gehabt haben, er könnte höchstens einem älteren Gebirge an gleicher Stelle angehört haben. Wir werden hiermit in Uebereinstimmung sehen, dass er die Sedimente z. B. der kleinen Windgälle krönt, weil er durch eine Biegung hinaufgebracht wurde, nicht etwa dadurch, dass er die Sedimente durchbrochen hätte. Die obere Abtheilung von dieser Nr. 2 besteht fast nur aus Pentacrinitenbreccie (Fig. 10 e). Diese ist oft sehr mächtig, an der »Schwärze« (Fig. 4, 4) wohl 200 Fuss.

3) Die mit grösster Constanz verlaufende Schicht ist der obere, meist hämatitroth und grünfleckige Eisenoolith mit zahlreichen *Bel. canaliculatus* (und *latisulcatus*?) und unkenntlichen Spuren von Ammoniten. Diese Lage mag dem unteren Blegioolith entsprechen (*Humphresianus*). Sie ist oft nur 1 Fuss, selten 10 Fuss oder gar mehr mächtig. (Fig. 10 h, vorher kommen am Rothhorn zwischen beiden Windgällen noch Schiefer und dann Bänke mit *Rhynchonella varians*, Fig. 10, f u. g.)

4) Es folgen, oft 50 bis 100 Fuss mächtig, wellige graue schimmernde kalkige Schiefer mit Spuren von Belemniten (Fig. 10 in i schwach vertreten).

Nun folgt der weisse Jura (in den Profilen mit J_{111}

bezeichnet). Er beginnt mit dünnschiefbrig grünlich glimmerigen, fein marmorigen Schiefen, die im Handstück schwer von manchen Lagen unter dem Röthikalk unterscheidbar wären. An anderen Orten sehen sie weniger verrucanomässig aus, und sind mehr gelbe, fleckige Kalkschiefer mit rauher Oberfläche wie die Schiltkalke (Birmenstorferschichten), denen sie wohl auch entsprechen. Der gesammte weisse Jura (Hochgebirgskalk) ist durchschnittlich 460 M. mächtig. Nur stellenweis gelingt es, die Stufen des Quintnerkalk und Troskalk zu unterscheiden, erstere dunkel, letztere heller und durchscheinend. Aus den letzteren fand ich oft Korallen, dann einen *Am. martelli*.

Die Kreideformation fehlt im westlichen Theil unserer Gruppe vollständig. Am Nordfuss der grossen Windgällenkette liegen die Nummuliten unmittelbar auf dem oberen Hochgebirgskalk, der stellenweis zerrissene Belemniten enthält. Weiter östlich erscheint sie, doch in ihrer Mächtigkeit nur sehr rudimentär, in ihren Petrefacten aber unzweifelhaft, zuerst am Griesstock (Fig. 6, 3 und 5, 2) mit *Am. varicosus*, und *mantelli*, *Solarium rodani*, *Turritites Bergeri* als Gaultpetrefacten; mit *Ostrea macroptera*, *Toxaster sentisianus* als Neocompetrefacten. Und zwischen diesen und zahlreichen Korallen im Troskalk kommt eine Lage von Echinodermenbreccie vor, die wohl Neocom sein muss.

Von ebenso geringer Mächtigkeit wie am Griesstock bleibt die Kreideformation bis über den Kistenpass. Auf dem Hochplateau des Selbsaunf ist die ganze Kreide durch eine dünne Lage reich an *Rhynchonella gibbsi* vertreten. Darüber unmittelbar folgt *Nummulina distans*, *Ostrea tenuilamella* Desh. und auf dem obersten Gipfel 3024 M. fand ich *Pecten limiformis*, *Belardi*.

In den Profilen auf der beigegebenen Tafel ist die Kreideformation, weil theils fehlend, theils zu wenig mächtig, um in diesem Massstab angegeben werden zu können, weggelassen.

Das Eocene (mit e in den Profilen bezeichnet) beginnt meist mit festen Nummulitenkalkbänken (in den Profilen durch kleine Kreise ausgezeichnet). Dann folgen eocene Schiefer, oft mit Quarzlagen, und in Klüften schönen kleinen Bergkrystallen, dann der sehr zähe, massive, scharfflächig zerklüftete Tavigliana-Sandstein und Quarzit. (Aus diesem bestehen z. B. Schwarzstöckli und Rothgrat Fig. 2, 2, hohe Faulen 2, 1, Rinderstock 1, 2). Zahlreiche Rutschflächen sind in den Eocenquarziten nachweisbar. Nicht nur durch Biegungsverhältnisse, sondern schon von Haus aus herrscht in der Eocenformation dieser Genden grosse Unordnung. In keiner andern Formation geschieht es so häufig, dass mächtige Schichten sich oft nach kurzem Verlauf auskeilen und neue auftreten. Dies ist besonders der Fall mit zahlreichen Kalkbänken, die oft in die Schieferabtheilung sich drängen. Bald sind sie nummulitenhaltig, bald nicht, und dann ist es oft kaum möglich, sie von Hochgebirgskalk oder Kreide zu unterscheiden. Am reichsten ist die Eocenformation an den Nordhängen der Windgällen-Glaridenkette zu treffen. Ausser Nummuliten habe ich in und zwischen den Nummulitenbänken und ausser dem früher erwähnten noch gefunden *Cerithium suitianum* (Geissbützistockgipfel), eine Koralle (*Ceratotrochus?*), manche *Pecten* und *Austern*.

Besser als viele Worte werden die beigegebenen Profile (Fig. 1 bis 8) die Lagerungsverhältnisse klar machen. Sie alle sind im Massstab 1 : 100000, Höhen und Längen

genau im gleichen Verhältniss construirt, und in einer Richtung Nord — 20° gegen West, also senkrecht auf das Streichen der Ketten durch das Gebirge geschnitten gedacht. Die Grundlinien deuten die Höhe des Meeresniveau an; die linke ist die Südseite, die rechte die Nordseite. Fig. 1 bis und mit 6 führt uns immer wieder die gleiche grosse Falte vor, die nach 6 hin allmählig sich etwas abwickelt, und in den verschiedenen Profilen an der Oberfläche verschieden von der Erosion (inclusive Verwitterung) blossgelegt ist. So gibt ein Profil die Erklärung für das andere. In Profil 1 durch den Gipfel der kleinen Windgälle gehend, sieht man die doppelte Reihenfolge der Schichten: erst normal, dann umgekehrt, und der Gipfel besteht aus einer Krone von Porphy. Von den Gehängen der Seewelalp aus (Fig. 1 u. 2, 3) kann man auf einem Nummulitenband ohne Unterbruch an der nach West gekehrten Wand rings um die kleine Windgälle herum zur Oberkäserenalp (Fig. 2, 5) ob dem Golzerberg (Fig. 2, 7) gelangen.

Jede liegende Falte hat zwei Biegungen in entgegengesetztem Sinn. In unserem Fall hat die untere erste Biegung ihre Convexität nach Süd, die obere oder zweite nach Nord gekehrt.

In Profil 1 sind beide Umbiegungen durch die Verwitterung verschwunden. In 2 (Profil durch die Mitte des Grates zwischen beiden Windgällen) liegt die erste noch in der Tiefe, und da sieht man bei 5 denn auch die Echinodermenbreccie unter das krystallinische einfallen, die zweite ist für den Hochgebirgskalk eben blossgelegt.

In Fig. 3 (Profil durch den westlichen Theil des grossen Ruchen) ist die erste Biegung ganz unter der Oberfläche. Eine zweite kleinere Falte, die sich schon in 1 und 2 vorbereitet hat, bildet in 3, 2 das Wysstöckli.

Nach Osten sinkt diese sekundäre Falte wieder. Merkwürdig ist nun, dass, während wie fast überall auch hier die krystallinischen Schiefer, discordant zu den Sedimenten, steil aufgerichtet sind, sie diesen parallel werden im zurückgekippten Theil der Falte. Herr Prof. Alb. Müller hat schon vor mehreren Jahren beobachtet, dass die im Maderanerthal steil stehenden (80° Südfall) krystallinischen Schiefer bei den Staffalalpen allmählig eine geringere Steilheit annehmen (bis auf bloß 15° Südfall sinkt sie in den sogenannten Alpnoverplatten Fig. 3, 5 am Fuss des grossen Ruchen), hatte aber keinen Grund zu denken, dass man dieselben, bevor man an die Sedimente gelangt, diesen parallel wieder steil aufwärts geknickt finde.

Unten, wo die krystallinischen Schiefer steil stehen, sind sie schön und ganz krystallinisch (z. Theil Hornblendegneisse), in dem aber, was ich als ihre unmittelbare umgebogene Verlängerung betrachten muss, in den Alpnoverplatten, sind sie stark sericitisch, es sind Talkglimmerschiefer und durchscheinende felsitische Schieferplatten geworden. In diesen eingeschlossen findet man von Zeit zu Zeit eckige Bruchstücke von grünem Windgälleporphyr, und in der Längsrichtung nachträglich von Quarz ausgefüllte, auskeilend und in verschobener Richtung fortsetzend reihenbildende, Spalten. Die Vermuthung wird nahe gelegt, dass manche sogenannte Verrucano-, Casanna-etc. Schiefer durch Biegung, überhaupt durch mechanische Vorgänge veränderte ganz krystallinische Schiefer sind. Eine Beobachtung aus dem Calfeuserthal, die ich am Schluss noch erwähnen will, hat mir diesen Gedanken zuerst gegeben.

Denken wir uns auf die Alpnoverplatten (Fig. 3, 5). Sie sind in ununterbrochenem Zusammenhang mit den krystallinischen Massen der Tiefe des Maderanerthals. Nun

gehen wir auf der Karte geradlinig dem Gipfel der kleinen Windgälle zu, so bleiben wir ununterbrochen in der Concavität der oberen Biegung, und ferner bleiben wir dadurch ununterbrochen auf Alpenverplatten-Gestein, stellenweise Deckung durch kleine Gletscher abgerechnet. Das Gestein wird bei diesem westlich Vorgehen allmählig dichter und durchscheinender, dann porphyrisch, und verliert die Schichtung, und endlich stehen wir auf den sogenannten Porphyrstöcken am Südfuss der grossen, oder auf dem Gipfel der kleinen Windgälle. Der Windgällenporphyr gehört also jedenfalls in die krystallinischen Schiefer. Ob er ein Eruptivgestein in denselben sei, oder ob er bloss petrographisch eine Varietät derselben sei, darüber hab' ich noch keine sichern Anhaltspunkte. Dass ich noch keine scharfe Grenze zwischen beiden gefunden habe, deutet auf das letztere hin. Nirgends durchbricht der Windgällenporphyr die Sedimente, sondern verdankt es unserer grossen Falte, dass er über jurassischen und sogar über eocenen Sedimenten thront. Er zeigt aus der Ferne gesehen Stockformen, weil er nicht horizontal abschiefert, wie die Alpenverplatten, sondern in scharfkantige, von ebenen Flächen begrenzte Blöcke sich zerklüftet. Den Uebergang zwischen den Schiefen und dieser Zerklüftung bildet bankförmige Absonderung. Sehr vielfach, besonders schön aber z. B. nahe der Mitte des Grates zwischen beiden Windgällen, der von den Formationsgrenzen schief geschnitten wird, weil er genau SW—NO läuft, ist der Contact zwischen Porphyr und Unterjura zu beobachten (Fig. 10 stellt ihn hier dar: *a* grüner Quarzporphyr, *b* Quarzitbank, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* siehe oben, *k* gelbe Schiltkalkplatten). Da erheben sich die Schiltkalke zu einem steilen gelben Horn, dem Rothhorn (etwas westlich von Profil 2).

Der obere Theil des Maderanerthales, und besonders die untere Hälfte des Hüfigletscherthales schneiden sich schief in die untere Biegung der Falte ein, und entblößen dadurch dieselbe sehr schön. Profil 4 ist an einer Stelle durchgezogen, wo die untere Biegung ganz in die Thalweite fiel. Da (Fig. 4 unter 4) treten aber in dünner Bank genau wie ob der Käseralp (nahe Fig. 2, 5) auf eine gewisse Strecke die Nummuliten an die Aussenfläche des Gebirges. Ist der Gletscher nicht allzu zerrissens, o kann man sie über denselben erreichen. (Fig. 4: 1 = Ober Lämmerbachalp, 2 = klein Ruchen am Ruch-Kehlepass, 2 bis 3 = Tschingelgletscher, 3 = Alpverstock, 4 = Schwärze, 5 = Hüfigletscher). In ihrem Längsverlauf steigt unsere Falte von Ost nach West: hier am Hüfigletscher stehen die Nummuliten in etwa 1700 M. Höhe, unter der kleinen Windgälle durch gehen sie in etwa 2300 M. Die untere Biegung der Schichten des weissen Jura kann man vom Gletscher aus unmittelbar neben dem grössten der Gletscherstürze sehr schön entblösst sehen an der nördlich in den Hüfigletscher vorspringenden Ecke kurz ob der Hüfialp. Die obere Biegung aller Juraschichten sieht man von der Hüfialp aus besonders schön an der gegenüberliegenden Schwärze. Das sind fast Profilansichten, weil das Gletscherthal schief zum Streichen des Gebirges geht.

In der Umgebung des unteren Hüfigletschers fängt unsere Falte an, sich mehr und mehr abzuwickeln, sie greift nicht mehr so weit nach Norden über. In Profil 5 z. B. liegt die obere Biegung des Lias schon nur um etwa 150 M. nördlicher als die untere, in Profil 2 betrug dies 2300 M. (Fig. 5: 1 = Thal der Oberalp, 2 = Griesstock, 3 = Grat zwischen Klein-Ruchen und Scheerhorn, 4 =

Kalkschye, 5 = Hüfigletscher, 6 = Hüfiegg, 7 = Düsselstock.

Oestlich des Ruch-Kehle-Passes (Profil 1, 2 und 3) hat die Verwitterung die Eocenformation tiefer als bis zur Convexität der oberen Biegung im Jura weggeschafft, westlich ist sie noch stehen geblieben, sie reicht sogar über die Convexität hinauf, und erhebt sich im Scheerhorn (Fig. 6, 4) zu 3296 M. Höhe. Nun bleibt die Jurafalte von Eocenum und von Gletschern weiter östlich verdeckt bis das Linththal den Grat ganz und tief durchschneidet. Aber in einer Menge von kleineren Anrissen in dem Kesselgebiet der Sandalpen bekommen wir zahlreiche Angaben dafür, dass unsere Falte sich unter der weiten Firmmulde des Hüfigletschers aufgelöst hat, in eine Reihe kleinerer Falten, wir können mit Bestimmtheit deren 4 nachweisen, und jede einzeln weiter westlich verfolgen (Fig. 7). In der Gegend von Gemsälpli und Altenoren am Linththaleinschnitt treten sie offen zu Tage, und setzen auf der Ostseite des Linththales in den Gehängen der Baumgartenalpen an Intensität abnehmend noch fort — wie weit — das freilich ist schwer zu ermitteln (siehe Profil 8), denn nun entblösst sie kein Durchschnitt mehr. Diese Falten sind es, die dem weissen Jura an den Nordgehängen der Obersandalp (Fig. 7, 4 hinauf bis 3) 1500 M. und am Vorderelsbanft (Fig. 8, 8) 1750 M. Mächtigkeit geben.

(In Fig. 6 ist: 1 = Schächenthaler Windgälle, 2 = Schächenthal, 3 = Griesstock, 4 = Scheerhorn, 5 = Bocktschिंगel, 6 = Oberhüfigletscher, 7 = Piz Cambrales.)

Die Zugehörigkeit des Griesstockes zur Nordfalte der grossen Doppelschlinge, wie sie eingangs erwähnt worden, erschiene aus Profil 6, wie sie durch die punktirten Linien angedeutet ist, sehr gewagt, aber am Klausenpass, wo kein

Thaleinschnitt mehr trennt, ist der direkte Zusammenhang dieses Hochgebirgskalkes mit demjenigen am unteren Abhang der Schächenthaler-Windgälle direkt nachweisbar.

(In Fig. 7 ist: 1 = Thal des Urnerboden, 2 = Teufelsstock, 3 = Vorder Spitzälplstock, 4 = oberhalb der Obersandalp, 5 = Tödi, 6 = Firnmulde des Bifertengletschers, 7 = Piz Urlaun, 8 = Piz Ner, in Fig. 8: 1 = Thierfeld, 2 = Unterbaumgartenalp, 4 = Oberbaumgartenalp, 6 = Nüschenneck, 7 = Limmernboden, 8 = Selbsanft (westlich vom Profil gelegen), 9 = Kistenstöckli, 10 = Piz Dartjes.)

Der Erwähnung werth ist noch, dass einzelne tiefe Spalten die Juraschichten da durchsetzen, wo sie zur ersten und schärferen Biegung gekrümmt sind. In solche Spalten verschwinden brausend (südsüdöstlich der grossen Windgälle auf dem Ortliboden) einige Bäche des kleinen Stäfelgletschers, und umgekehrt treten in Gestalt von starken Wasserfällen an den Wänden unter der Schwärze und auch gegenüber Quellen hervor.

Das aufsteigende im weissen Jura der oberen Falte bildet den gewaltigen schwindligen, vielfach unzugänglichen Ruchen-Gross-Windgällen-Kamm. In ihm stehen die Schichten senkrecht oder neigen sich schon zu steilem Nordfall. Die normal nach der oberen Biegung wieder südliche flache Fortsetzung des Jura, wie sie über die ganze Centralmasse des Finsteraarhorn vor der Alpenerhebung wohl gelegen hat, ist überall östlich des Scheerhorns zerstört. Ein Stück davon haben wir noch im Bocktschingel (Fig. 6, 5), dann westlich im Catscharauls, vor allem aber im Tödi, im Selbsanft etc. Da freilich ist's keine Kunst mehr, denn die Falte ist hier schon zu mehreren Fältchen aufgelöst, und das krystallinische bescheidet sich mehr in tieferer Region.

Am vollständigsten erhalten und daher auch der Beobachtung am schlechtesten zugänglich ist unsere Falte unter dem Scheerhorn. Am meisten entblösst und ange-rissen ist sie an beiden Windgällen, und dort daher am leichtesten zu studiren; dort auch ist mir zuerst Licht über diesen Gebirgskamm aufgegangen. Von dort aus schloss ich dann theoretisch, dass am Hüfigletscher auch Num-muliten vorkommen könnten, suchte sie dann, und fand sie auf.

Auf viele beantwortete wie noch unbeantwortete Ein-zelfragen bin ich absichtlich in diesem kurzen Bericht nicht eingegangen. Ganz allgemeine Fragen, z. B. über die Ent-stehung der Falten, fehlen freilich auch nicht. Aber die einzelnen Anhaltspunkte, die zu ihrer Lösung führen kön-nen, finden wir nicht in dieser Gruppe alle beisammen, sie liegen zerstreut auf der ganzen Erde, und die Geologie wird sie nach und nach zu sammeln wissen. Hier wollte ich nur den geognostischen Bau dieses Gebirges, der auf den ersten Blick so viel Widersprüche zu enthalten scheint, auseinandersetzen.

Es ist für einen Alpengeologen eine erhebende Freude, wenn er von weit überragendem Berggrat herab das Ge-biet überblickt, wo aus der geistverwirrenden Masse sich scheinbar widersprechender Einzelerscheinungen er, gewiss oft durch viele Mühen und Gefahren, endlich zur klaren Einsicht und Uebersicht der Gesetzmässigkeit sich durch-gerungen hat. Wieder ein Tröpfchen mehr ist's, mag er denken, zum Beweise des einzigen Glaubensartikels der Naturforscher, des tröstenden Satzes nämlich, dass Alles Erscheinungsformen von »ewigen ehernen grossen Gesetzen« sind, und nirgends Willkür ist.

2. Geologische Profilreliefs.

Den Längsverlauf der Gebirgsfalten gehörig darstellen und in der Darstellung übersehen zu können, suchte ich nach einer Methode, die die Oberfläche und das Innere des Gebirges in einem Moment überblicken liesse. Da kam mir eine Idee, die ich, von den Untersuchungen im Gebirge heimgekehrt, sogleich zur Ausführung brachte. Construiert man sich senkrecht auf die Streichrichtung des Gebirges eine Menge von Profilen, malt dieselben dann mit leichten durchsichtigen Farben auf Glasplatten ¹⁾ und stellt die Glasplatten vertical in den dem angewandten Massstab entsprechenden Entfernungen hinter einander, zweckmässig auf weissem Boden auf, so erhält man ein Relief aus Profilen zusammengesetzt, das einen Einblick in's Innere gewährt, und zugleich durch die Summe der oberen Conturlinien die Oberflächenform klar erkennen lässt. Jedes einzelne Profil ist zudem an und für sich etwas ganzes und fertiges. Das Glasplattenrelief der Windgällen-Tödiggruppe habe ich im Massstabe 1 : 50000 ausgeführt, die Platten in je $\frac{1}{2}$ Zoll Abstand von einander genommen, entsprechend 2500 Fuss in der Natur. So setzt in der Darstellung die Gruppe vom Reussthal an den Kistenpass aus 40 Profilen sich zusammen.

Nicht nur darstellenden Werth hat diese Methode, sondern erst hierdurch wird man sich bewusst werden, wo noch Lücken in den Beobachtungen sind, und selbst

¹⁾ Das kann mit gewöhnlichen Wasserfarben, denen man etwas Gummi beimengt, auf die vorher z. B. mit Salpetersäure rein gewaschenen Glasplatten geschehen. Alles ist sehr leicht und einfach auszuführen.

den Verlauf aller Schichten und ihrer Falten klar auffinden, denn zwei Profile helfen einem zwischenliegenden, für das man nicht genügend geologische Angaben hat, auf die Beine.

Indessen ist diese Methode gewiss nicht nur in der Geologie (und in Bergbaukunde, wo etwas ähnliches schon vielfach angewendet worden ist) nützlich. Ich kann mir denken, dass auch der topographischen Anatomie sie gute Dienste leisten könnte. Denke man sich z. B. ein Glied oder einen ganzen liegenden Körper dargestellt durch lauter auf Glasplatten in passenden Entfernungen gemalte Durchschnitte, so wird man den Verlauf der Adern und Nerven, der Muskeln und Knochen, kurz aller Organe sehr schön überblicken können.

3. Contactstellen zwischen krystallinischen Schiefern und Sedimenten.

Noch einige Einzelbeobachtungen über die sonderbare Lagerung der krystallinischen Gesteine zu den Sedimenten habe ich in Aussicht gestellt.

Im Tobel des Kreuzbaches bei Vättis im Kalfeuserthal fand ich die unten steilstehenden krystallinischen Schiefer (gneissartiger Verrucano) unter die Trias nahe deren unterer Grenze horizontal sich nach Nord hineinbiegen, hineinknicken und auskeilen. Die Biegung hat einen Radius von nur etwa 10 Fuss (Fig. 9a). Gleichzeitig mit dem Biegen aber werden die krystallinischen Massen feinschiefrig, silberweiss, glimmerig, sericitisch, und enthalten vielfach zwischen den einzelnen Lagen oder auch in Knollen Dolomitmarmor (rothbraun bis hellroth). Darüber folgen (Fig. 9b) mehrere regelmässige Dolomitmarmorbänke

mit zwischenliegenden glimmerigblättrigen Massen, dann (Fig. 9 c) eine knollig schiefrige Bank aus Dolomitmarmor und Thonglimmerschiefer; dann folgt (Fig. 9 d) der compacte Röthikalk.

Ganz das gleiche fand ich in einer anderen Seitenschlucht weiter hinten im Kalfeuserthal, und dort konnte ich sicher sehen, dass die oben gebogenen feinen Talkglimmerschiefer die unmittelbare Fortsetzung der steil südfallenden gneissartigen Lagen sind. Macht die Biegung solchen Verrucano (denn so würde man's im Handstück nennen) aus dem Gneiss?

Der schon beschriebene Fall der Alpenverplatten bestärkte diese Ansicht, doch dort ist die Art der Biegung eine andere, der Radius viel grösser.

Aber nicht nur an den erwähnten Stellen fand ich ein solches unter die Sedimente hineinknicken der unten senkrechten Schiefer. Beim »Scheidnössli« nahe Erstfeld im Reussthal sind Contacte sehr schön entblösst. Stellenweis scheint es, dass haarscharf der 70° nach Süd fallende schön ausgebildete Gneiss an die sanft nach Nord fallende Trias grenze, aber wiederum andere Stellen zeigen ein Hinunterbiegen und Knicken der Schichtenköpfe des Krystallinischen (wenn man das Ausgehende der krystallinischen Schiefer so nennen darf) unter die Trias. Da beginnt die Trias statt mit Dolomitmarmor, mit Quarzitbänken und Dolomit, und im sich biegenden Gneiss finden wir wie bei Vättis unregelmässige, verworren krystallinische, zum Theil dolomitische Knollen¹⁾. An manchen Stellen wird der Gneiss nahe dem Contact mehr wie Verrucano, und enthält so viele Stücke von Röthikalk und

¹⁾ Sie warten noch auf genauere Untersuchung.

Quarzitmasse, dass eine heillos verworrene Breccie oder ein Conglomerat entsteht, dem man völlig ansieht, dass es auf gewaltsamste Art geknetet worden sein muss.

Wiederum konnte ich, einmal scharf auf diese Contactverhältnisse achtend, ein solches Hinunterbiegen des den Alpenverplatten ähnlichen Verrucano unter eine Lage von Quarzitbreccie, welche hier die Unterlage des Röthialkalkes bildet, am Sandgrat deutlich sehen — im Limmernboden aber nur sehr fraglich. Mit diesen Beobachtungen gehört vielleicht auch die Thatsache zusammen, dass, wo wir die natürliche Oberfläche des krystallinischen an der Röthialp etc. aufgedeckt und erhalten finden, immer die Schichtenköpfe, sei es des Gneiss oder eines mehr verrucanoartigen Gesteins eine Art rauher, grober quarziger Breccie bilden.

Diese Contactverhältnisse im Kalfeuserthal, an der Sand- und Röthialp, am Sandgrat und bei Erstfeld deuten, mir scheint es, auf folgendes hin:

Die krystallinischen Schiefer, ursprünglich den Sedimenten concordant gelagert, begannen sich zu falten und aufzurichten unter den Sedimenten, während darüber diese letztern noch ihre Steifheit behielten. Die ersteren mussten so an den Sedimenten eine rutschende Bewegung annehmen. Ihre Gewölbe, bei immer stärkerer seitlicher Compression — und auf solche als Hauptagenz bei der Hebung der Alpen weist ja so manches hin — mussten unter den Sedimenten aufbrechen, und ihre Schichtenköpfe, von dem Druck der Sedimente, durch Bewegungsverzögerung durch Reibung am Contact, wurden gekrümmt, und zu dünnschieferigen Massen ausgequetscht. Durch den gleichen Vorgang konnten vielerorts die erwähnten beobachteten Contactbreccien als »Reibungsconglomerate« ent-

stehen ¹⁾. Und so folgt aus der Discordanz der Lagerung der Sedimente zum Krystallinischen nicht mehr, dass die letzteren nothwendig schon in einer Art von Gebirge aufgerichtet sein mussten, bevor die ersteren darauf sich ablagerten.

Ich behaupte nicht, dass es so sei. Allein dieser Gedanke ist doch nicht bloss durch Speculation entstanden, sondern als ein nothwendiges Produkt aus der Zusammenstellung von beobachteten Thatsachen mir aufgetaucht, und darum empfiehlt er sich vielleicht weiterer Prüfung. So verbreitet Contactstellen sind, die Zahl derer, die zugänglich und genügend entblösst sind, ist doch nicht überflüssig gross.

Notizen.

Levyn aus Island. — In meiner Notiz über den Levyn (diese Vierteljahrschrift XVI, 136) hatte ich zwei Analysen Damour's angegeben, welche gegenüber den vorher besprochenen einige Verschiedenheit ergaben. Bei der nochmaligen Durchsicht fand ich nun, dass in der unter 1) angeführten Analyse meinerseits eine fehlerhafte Angabe vorliegt und ich beeile mich, dies mitzuthellen. Der Fehler im Gehalte an Thonerde entstand dadurch, dass ich die Analyse aus J. D. Dana's system of mineralogy, 5 edition, pag. 431 entnahm und dass daselbst ein Druckfehler vorhanden ist. Nachdem ich den Fehler in meiner Notiz wahrgenommen hatte, las ich das Original, Annales des mines, 4. Serie, IX. Band, Seite 335,

¹⁾ Von eigentlicher Rutschfläche am Contact hab' ich nur in einem Fall etwas einigermaßen deutliches sehen können.

25°

N.

