

# Petrographisch-tektonische Untersuchungen am Nordrand des Aarmassivs

Autor(en): **Morgenthaler, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **16 (1920-1922)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-157921>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

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

Ich bin ganz einverstanden mit KÖNIGSBERGER und MÜHLBERG<sup>1)</sup>, welche sagen: „Die Erscheinungen der anormalen geothermischen Tiefenstufe sind, wie man sieht, nicht so einfach zu deuten, zumal da das Studium derselben erst in den Anfängen steht; aber der praktische Wert derselben sollte, meinen wir, einleuchten... Man muss alle möglichen Umstände gewissenhaft berücksichtigen.“

Eingegangen am 2. November 1920.

## Petrographisch-tektonische Untersuchungen am Nordrand des Aarmassivs.

Mit zwei Tafeln und zehn Textfiguren.

VON HANS MORGENTHALER.

- I. Teil: *Die petrographischen Zonen.*
1. Das Gasternmassiv (in erweitertem Sinn).
  2. Das Wendencarbon.
  3. Der Erstfeldergneis.
  4. Die Fernigerschiefer.
- II. Teil: *Tektonik.*
1. Die Überschiebung des Aarmassivs über das Gasternmassiv:
    - a) Der Jungfraukeil.
    - b) Der Pfaffenstockkeil.
    - c) Der Zäsenbergkeil.
  2. Die Bruchlinie nördlich der Fernigerzone:
    - a) Der Kalkkeil von Fernigen.
    - b) Die Versenkung der Fernigerschiefer.
- III. Teil: *Zusammenfassung und Entstehungsgeschichte der Berner Hochalpen.*  
Die Profile.  
Übersichtskärtchen.  
Literaturverzeichnis.

### Vorwort.

Vorliegende Arbeit verdankt ihr Entstehen der Anregung der Herren Prof. Dr. E. HUGI und Prof. Dr. P. ARBENZ in Bern.

Im Sommer 1916 begann ich mich auf den Rat von Prof. ARBENZ hin mit dem Studium des Fernigerkeiles zu befassen.

<sup>1)</sup> Über Messungen der geothermischen Tiefenstufe, deren Technik und Verwertung zu geologischen Prognosen usw. Neues Jahrbuch für Min., Geol. und Paläontol. Beilage-Band 31, Stuttgart 1911, S. 126.

Fast im gleichen Moment kam von Zürich die Kunde, dass die Herren a. Prof. Dr. ALBERT HEIM und Dr. ARNOLD HEIM eben dem Fernigerkalk eine Exkursion gewidmet hätten zur Revision für die „Geologie der Schweiz“, und im Oktober erschien ihr Bericht (14)<sup>1)</sup>.

Ich änderte meine Ziele etwas ab; Hauptzweck wurde: Den Fernigerkalk in seinem Streichen nach NE und SW weiter zu verfolgen. Im Verlauf der Terrainbegehungen wurde dann ein noch weiteres Fassen der Aufgabe wünschenswert. Und darauf machte mich besonders Prof. HUGI aufmerksam. Unter seiner Mitarbeiterschaft<sup>2)</sup> wurde im folgenden das Verhalten des Keiles zum Kristallinen verfolgt und schliesslich im Lauf von ca. 100 Arbeitstagen, während der Sommer 1916 und 1917 die ganze „nördliche Gneiszone“ des Aarmassivs, von Erstfeld bis ins Lötschental in grossen Zügen durchstreift.

Die Redaktion der Arbeit verzögerte sich aber leider bis heute, weil mich vom Herbst 1917 bis zum Frühjahr 1920 eine Anstellung in Malayisch-Siam festhielt.

Im Sommer 1920 wurden einige Ergänzungen gemacht.

1918 und 1919 waren andere Herren da und dort in meinem Gebiet tätig. Ich werde sie und ihre Funde im Text erwähnen.

Ich benütze mit Freuden die Gelegenheit, hier meinen Bergkameraden zu danken: meinen Klubbrüdern vom *Akademischen Alpenklub Zürich* und den Geologiestudierenden K. GOLDSCHMID, R. GSELL, M. HUBER, C. ROHR, H. STAUFFER und R. WYSS.

Vor allem aber möchte ich die grosse Aufmerksamkeit dankbar hervorheben, die die Herren HUGI, ARBENZ, HEIM und TRUNINGER stets meiner Arbeit bezeugten.

Im Oktober 1920.

Mineralogisch-Geologisches Institut der Universität Bern

*Hans Morgenthaler.*

## I. Teil: Die petrographischen Zonen.

ALBERT HEIM, unser Meister, mag selten vor einer undankbareren Aufgabe gestanden haben als damals, da er an Hand der spärlichen und sich widersprechenden Literatur eine Übersicht über die „nördlichen Gneise“ des Aarmassivs für seine grosse „Geologie der Schweiz“ zusammenstellen sollte. Niemand

<sup>1)</sup> Nummer des Literaturverzeichnisses.

<sup>2)</sup> Vergl. „Zur Petrographie und Mineralogie des Aarmassivs“, Ecl. Vol. XV, No. 4, 1920.

verstehet seine Stosseufzer besser als derjenige, der weiss, wie schwierig zugänglich und wie geologisch unbekannt ein grosser Teil des Gebietes auch heute noch ist. Aber auch niemand wird mehr die Gewandtheit bewundern, mit der ALBERT HEIM bei der Unzulänglichkeit der Hilfsmittel die Materie zu gliedern verstand. Seine grundlegende Klärung der Literatur wurde mir sehr nützlich, und ich werde immer wieder auf sein „Aarmassiv“ abstellen.

Es ist begreiflich, dass nach SAUERS Entdeckung der Kontaktschollen am Susten und bei Innertkirchen diese speziellen petrographischen Fragen eine Zeitlang das Hauptinteresse absorbierten. Bereits hat auch Prof. HUGI (17, 18, 19) einen Teil seines grossen Untersuchungsmateriales veröffentlicht. Weiteres wird folgen.

Aber soviel Spezialuntersuchungen schon angestellt wurden, der Überblick über die grossen Zonen und Zusammenhänge im Streichen konnte bisher nicht gegeben werden, sondern es herrschte ein chaotisches Durcheinander unter den Begriffen „Graue Gneise der Jungfrau“, „Schreckhorngneis“, „Innertkirchnergranit“, „Erstfeldergneis“, und über die wahrscheinlichen und möglichen Gesteine der höchsten Gipfel entspannten sich im geologischen Institut in Bern in letzter Zeit die lebhaftesten Diskussionen.

Die hier veröffentlichten Untersuchungen hoffen ein Beitrag zu sein zur Klärung im Aarmassiv, und ich glaube, es gelang, für den 80 km langen und ca. 8 km breiten Streifen der „nördlichen Gneise“ einige Richtlinien zu finden, an Hand von welchen die petrographische Detailuntersuchung ihrerseits weiterschreiten kann.

WALTER STAUB war der erste, der hier grosszügig vorging. Er vermutete, dass die gesamten „nördlichen Gneise“ einem und demselben nördlichen Granit angehören. Als diesen nahm er den Gasterngranit an, während er den Innertkirchner Granit und den Erstfeldergneis infolge des Absinkens des Massivs nach Osten als höhere Zonen im Mantel des Gasterngranites deutete. Der Innertkirchnergranit fiel ungefähr mit seiner „Assimilationszone“ zusammen, der Erstfeldergneis mit seiner „Injektionszone“.

Diese Art der Betrachtung erwies sich als sehr fruchtbar, wenn auch heute STAUBS Assimilationszone und Injektionszone sich nicht mehr in Einklang mit den Tatsachen befinden (vergl. LOTZE (21)).

Es seien hier die Hauptresultate der neuen Untersuchungen zur Orientierung kurz vorausgeschickt (vergl. die Prof. I—XIII Tafel II, das Kärtchen Tafel I und die Fig. 2 und 5.)

Während es bisher schien, als ob die Erstfeldergrneise und der Innertkirchnergranit genetisch zusammengehörten, oder also mit andern Worten die Gesamtheit der „nördlichen Gneise“ ein Ganzes vorstelle, gelang es jetzt, dem ganzen Nordhang der Berner Hochalpen entlang eine scharfe tertiäre Überschiebungslinie zu finden, die alles Südlichere-Höhere vom Nördlicheren-Tieferen trennt. Der Innertkirchnergranit und der Erstfeldergrneis sind weit voneinander entfernt entstanden, und erst nachträglich wurde der letztere so auf den erstern aufgeschoben, dass es jetzt stellenweise schwer hält, ihre genetische Unabhängigkeit von einander zu erkennen. Die Überschiebungslinie ist charakterisiert durch den Karbonstreifen, der vom Wendenjoch gegen Westen verläuft und durch die Linie des obern Jungfraukeils vom Lötschental durch Jungfrau und Mönch gegen Osten.

Die Überschiebungsfläche stellt eine alte, wahrscheinlich permokarbonische Abwitterungsfläche des Gasternlakkolithen (in erweitertem Sinne) dar. Darüber liegen die Erstfeldergrneise auf der ganzen Länge des Massivs aufgeschoben oder wenigstens angepresst. Sie sind wohl als ein älterer Teilerguss des zentralen Aargranits aufzufassen.

### 1. Das Gasternmassiv (in erweitertem Sinn).

Alle Forscher gingen von jeher darin einig, dass der Gasterngranit s. s. das granitischste Glied in der Gesteinsreihe der „nördlichen Gneise“ sei. Typisch steht er nur im Gasterntal und an einigen Stellen südlich vom Petersgrat an. Weiter östlich ist er wegen des Absinkens des Massivs nicht mehr angeschnitten.

TRUNINGER (30) schilderte den Gasterngranit und seine Differenzierungen, die Injektionen, Kontaktgesteine, Schollen und Schlieren am Kanderfirn, HUGI (17) die Fortsetzungen derselben am Tschingelgletscher.

Ich möchte nach Osten weitergehend zu dieser Injektions- und Assimilationszone des Gasterngranites s. s. alle Gesteine im Grund des Lauterbrunnentales, des Rottals, des untern Grindelwaldgletschers, des Urbachtales, der Umgebung von Innertkirchen, des Gadmental-Wendentals und des Hintergrundes von Engelberg rechnen, im Westen soweit bis der Jungfraukeil nach Süden und oben sie abgrenzt, im Osten bis zu dem Streifen Karbon, der vom Wendenjoch sich nach SW bis ins Urbachtal verfolgen lässt.

So erhalten wir das Gasternmassiv im erweiterten Sinn. Es stellt einen Lakkolithen von langelliptischer Form dar, einen

in eine vormesozoische Schieferhülle eingedrungenen Graniterguss. Zu seiner endogenen Kontaktzone gehört die Mehrzahl der kristallinen Kontaktkalke und Ca-Al-Mg-Silikat-Schollen, die HUGI, LOTZE und SAUER beschrieben haben, insbesondere diejenigen der Lokalitäten Stieregg am untern Grindelwaldgletscher, Laucherli, Innertkirchen, Urweid, Lautersee, Schafelten, Wendenalp usw.

In diesen mehr regionalen als petrographischen Untersuchungen erlaube ich mir, auch das bisher als Innerkirchnergranit beschriebene Gestein in die Injektionszone des Gasterngranites s. s. zu stellen. Rund um Innertkirchen findet sich kein grösserer Gesteinskomplex, der so berechtigt wie der Gasterngranit s. s. die Bezeichnung „Granit“ verdient, vielmehr liegt in diesem sogenannten Innertkirchnergranit so viel resorbiertes, toniges Material in Schollen, Schlieren und „halbverdauten“ Überresten ehemaliger Sedimente, dass man sich fast sträubt, dieses Gestein als Granit zu bezeichnen. Auch wo, wie an der Grimselstrasse und am Eingang ins Urbachtal, etwas weniger sedimentäre Partien vorhanden sind, zeigt der Granit doch noch überall Spuren starker endomorpher Veränderung (Pinitgranit), und drüber folgen immer wieder gelblich-grünliche, basischere, tonerdreichere Partien.

Was aber wichtig ist: Wo das Eruptivmaterial wirklich rein auftritt, da haben wir granitisch-körnige Tiefengesteinstextur.

Als Petrograph gibt HUGI dem Innertkirchnergranit etwas mehr Selbständigkeit, indem er ihn als eine dem Gasterngranit vorausgegangene resorptionsreichere Granitfacies auffasst. (Eclog. 4, 1920).

Wie schon betont, erfüllen die Gesteine des Gasternlakkolithen die Talgründe. Die einzigen Gipfel in seinem Bereich sind: Benzlauistock, Bettlerhorn, Galauistock Pkt. 2541 und Mettenberg-Gwächten.

Es gelang nun, die alte Abrasionsfläche dieses Lakkolithen aufzufinden, trotzdem andere Gebirgsteile darüberschoben wurden und trotzdem die Decken über das alte Gasterngebirge weggewandert sind.

An vielen Stellen der alten Oberfläche fanden sich dieselben Arkosen wie sie TRUNINGER aus dem Lötschberggebiet beschrieben hat. Es sind das durch die Verwitterung bis tief hinein zersetzte Gesteine. Und namentlich fällt diese alte Oberfläche durch ihre intensiv rostbraune Anwitterungsfarbe auf. Diese Farbe und ihr Ausklingen nach der Tiefe zu ist so charakteristisch, dass abgescherrte, übereinanderliegende Schuppen des

Gasternrückens daran erkannt werden können (siehe Abschnitt Tektonik).

An der Sustenstrasse (Feldmooskehren) scheint ähnlich wie am Lötschenpass ein Zug von Quarzporphyren (Randfacies) die Oberfläche des Gasternlakkolithen gebildet zu haben. Es wird die Aufgabe der speziellen Petrographie sein, zu untersuchen, in wiefern die Form der alten Oberfläche des Gasternrückens ein Ausdruck war für die Verteilung von härteren und weicheren Gesteinen, die dieselbe zusammensetzten.

Am Petersgrat, teilweise unter Firn verdeckt, haben wir heute vollständig erhalten den hercynischen Rücken des Gasternmassivs. Gegen Osten zu ist auf der ganzen Länge immer nur der Südfall des Gasternrückens erhalten geblieben oder höchstens noch der Scheitel. Am Schlossberg taucht das Gasternmassiv unter die autochthonen Sedimente.

## 2. Das Wendencarbon.

Auf der Südfachung des Gasternrückens liegt ein Zug Karbon, das Wendenjoch-Karbon, welches im Osten das Erkennen der Gasternmassiv-Oberfläche erleichtert.

Die alte permokarbonische Oberfläche verläuft folgendermassen: Vom Wendenjoch aus fand KÖNIGSBERGER (20) das Karbon als Streifen „immer wenig unterhalb der Gletscherzungen des Grassengletschers bis gegen die Spannorthütte hinüber“. VAN DER PLOEG (23, S. 13) erwähnt eine briefliche Mitteilung von KÖNIGSBERGER: „Das Karbon ist keine Mulde. Die Gneise zu beiden Seiten sind etwas verschieden, an manchen Stellen sogar deutlich anders“. Auch LOTZE (21) bezeichnet den, auf der Engelbergerseite unter dem Karbonstreifen anstehenden Gneis vom Firnalpelibach auffallenderweise als „Innertkirchnergranit“, was gut zu meinen Annahmen passt.

Vom Wendenjoch geht die Narbe zwischen dem Gasternrücken und den südlich draufliegenden Erstfeldergneisen dem NW-Fuss des Grassen-Uratstöcke-Vorbettlihorn entlang — Hütte bei Punkt 1851 —, zwischen Feldmoos und Wissigmaadhübel das Gadmenwasser kreuzend — unter „in der Bösi“ durch — unterhalb Punkt 1920 (hintere Gadenlauiegg) — ca. 150 m unterhalb Gadenlausee durch — am Fuss des Radlefs-horn-Doggelstein Steilaufbaues hin in ca. 2200 m — schräg zum Fuss des Bösgrabens, wenig nördlich der Triftalphütte — durch die Schlucht zwischen Flöschchen und Flöschchenhorn — oberhalb Gumm-Lücke zwischen Brunnen- und Grauenstock-Benzlausee — südlich Punkt 2541 (nördlichster Galauistock)

— Hintergrund des Urbachtales (südlich Leimigerrundhöcker<sup>1)</sup> oberhalb Schrättern) — Dossenhütte S. A. C. — Wettersattel — Lücke direkt nördlich Klein Schreckhorn—Schwarzegg—Zäsenberghorn—Berglifelsen—Eigerjoch—Mönch. Von hier an liegt nach Westen zu der obere Jungfrau keil auf der alten permischen Abwitterungsfläche des Gasternmassivs.

An einigen Stellen fiel schon BALTZER und FELLEBERG etwas vom Gesteinswechsel an dieser Linie auf. Sie kartierten mit Vorliebe Sericitschiefer (= zerruscheltes Gestein, mehr bedeutet dieser Ausdruck nicht) an der Überschiebungslinie, so z. B. am Westhang des Kleinen Schreckhorns.

Ich konnte bisher nicht klar darüber werden, ob das Wendenkarbon diskordant oder konkordant zur Unterlage liegt, d. h. ob es schon hercynisch in den Gasternrücken eingefaltet wurde, oder ob es in einer Mulde auf der alten Erosionsfläche diskordant aufliegt. Tertiär hat es bei der Überschiebung sicher als Gleitfläche gedient. Während es in den Taleinschnitten mit seinem Hangenden und Liegenden gleichsinnig steil Süd fällt, weist es in den höhergelegenen Aufschlüssen oft nur etwa 20° Süd fallende Schubflächen auf, und manchmal biegt etwa in der Höhe von 2000 m der ganze Karbonstreifen flach nach Norden ab wie die Unterlage und namentlich das Hangende (vergl. Profil VIII, Fig. 1).

Vielleicht lag ursprünglich auf dem Südhang des Gasternmassivs eine breite Karbonmulde, die erst tertiär stark verschmälert, vielleicht auch zerrissen und verschuppt wurde; wahrscheinlicher aber ist, dass das Karbon schon hercynisch vorgefaltet und in einzelne Streifen zerrissen wurde. Auf alle Fälle liegt es deutlich diskordant zur Trias, auch da, wo es scheinbar durch den Jungfrau keil abgelöst oder fortgesetzt wird. *Der Jungfrau keil liegt wahrscheinlich nicht konkordant mit dem Wendenkarbon, sondern nur ungefähr in dessen Streichen und auf der gleichen, alten Oberfläche.*

Das Wendenkarbon streicht E 33 N, deutlich nördlicher als das Bristen-Fernigenkarbon im Süden. Von dem Gedanken ausgehend, dass das Gasternmassiv als das wahrscheinlich älteste und gleichzeitig nördlichste Glied im Aarmassiv am besten zur Anlage eines Fixpunktes geeignet sei, legte ich die Profile I—XIII senkrecht zum Streichen des Wendenkarbons.

Es war lange umstritten, ob das Karbon kontaktmetamorph sei. HUGI (18, Tonknotenschiefer und Wechsellagerung mit

<sup>1)</sup> Dr. TRUNINGER, anlässlich einer Exkursion im August 1920, liess hier die Bemerkung fallen: „Arkosen wie am Lötschenpass.“

Quarzporphyren) nimmt eine schwache pneumatolytische Beeinflussung durch letzte Nachschübe von Gasen und Dämpfen an. Eine neue Stütze dafür bildet der Umstand, dass das Karbon manchmal von einem sicher kontaktmetamorphen Marmor begleitet ist, der vielleicht ein karbonischer Kalk war. (Bösgraben, Benzlausee.)

Mit seinen Konglomeraten und Breccien passt das Karbon auf alle Fälle gut an die permokarbonische Oberfläche des Gastermassives.

Mit dem Deuten von kristallinen Gerölleinschlüssen des Karbon heisst es sehr vorsichtig sein. Im kleinen Handstück kann

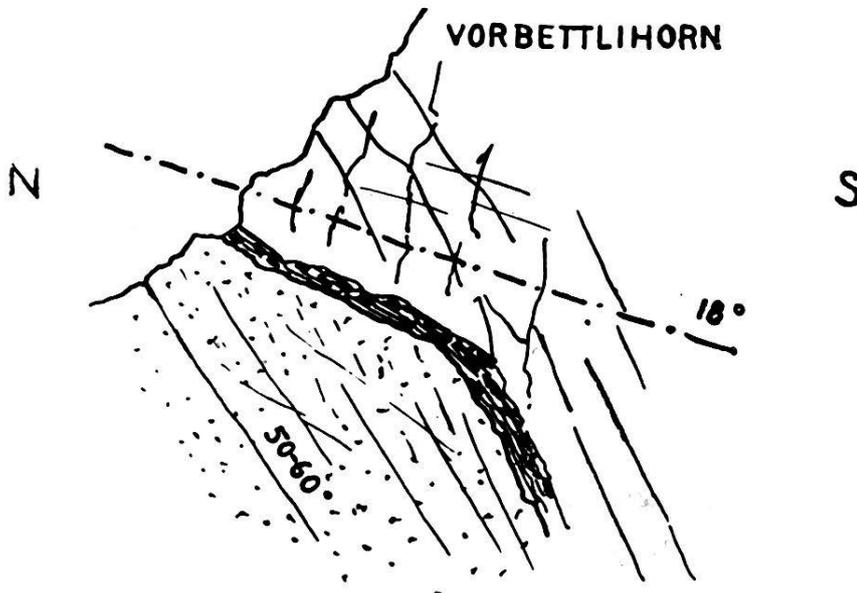


Fig. 1. Das Wendenkarbon am Vorbettlihorn.

ein Erstfeldergneis oft einem Innertkirchnergranit sehr ähnlich werden, beide Zonen enthalten ja Injektionsgesteine und alle möglichen Zwischenformen zwischen den beiden extremen Typen kommen vor.

HEIM (13) nimmt nach der Literatur das Karbon<sup>1)</sup> am Wendenjoch über 300 m mächtig an. Nach Westen wird es rasch schmaler:

Am Vorbettlihorn oberhalb Grätli (Fig. 1) haben wir ca. 2½ m Thonschiefer mit Konglomeraten, keinen deutlichen Graphit. Die obersten 25 cm der Schiefer sind wie ausgewalzt. Im Erstfeldergneis über den Thonschiefern konstatieren wir flache Überschiebungslinien 18° S fallend. Vom Eck im Vorbettli-nordwestgrat gegen die Sustenstrasse hinunter fällt das Karbon

<sup>1)</sup> Über den Begriff „Carbon“ vergl. HEIM (13, S. 164).

mit dem einschliessenden Kristallinen steil ca. 50—60° Süd und verschwindet bald (auskeilend oder abgeschernt?)

Ähnlich verhält es sich bis in die Gegend des Urbachtales. Von Flöschchen bis zum Benzlausee sind die Tonschiefer besonders mächtig, bis 20 m, beim Bösgraben gegenüber Triftalp ausnahmsweise stark graphitisch.

Beim untern Benzlausee wechsellagern auf 25 m Distanz stark tonige blaue Schiefer und Konglomerate mit quarzporphyrischen oder aplitischen Intrusionen (alles stark zerdrückt). Zum Teil zeigen die Schiefer Knoten. Brocken eines benachbarten Marmors (ich sah ihn nicht anstehend) deuten auch hier auf eventuelle Metamorphose, vielleicht durch die Quarzporphyre. Über die vortertiäre Lagerung des Karbon lässt sich hier gar nichts aussagen.

Im Galauistockkamm sind die Tonschiefer wenig deutlich und bei der Dossenhütte fand sich keine Spur mehr davon. Erst am Zäsenberg wurden nochmals blaue Schiefer angetroffen, die in dieses Streichen und Niveau passen.

Die karbonverdächtigen Schiefer von Sattellegi (Lötschenpass) sind wahrscheinlich das westlichste Vorkommen des Wendenkarbons.

Das Auskeilen des Wendenkarbons nach Westen kann ein primäres sein oder aber es kann bedeuten, dass das Wendenkarbon stärker nach Süden streicht (entsprechend dem, was vom hercynischen Streichen bekannt ist) und deshalb von der Erosion nicht angeschnitten wurde.

Sehr interessant ist die folgende Überlegung: Heute sehen wir das Karbon fast auf dem Scheitel des Gasterngranitrückens. Niemand weiss, ob nicht die eigentliche Wendenmulde mit vielleicht mächtigeren (produktiven?) Ablagerungen des Karbons weiter im Süden verlief und gar nicht blossgelegt ist. Am Lötschberg wurde ja auch ein starkes Zunehmen des Jungfraukeils in der Tiefe (im Süden) gefunden. Wer wagt eine Bohrung<sup>1)</sup> auf Anthrazit, der in der hercynischen Mulde unversehrt zwischen dem Gastern- und Aarmassiv eingeklemmt sein könnte?

### 3. Der Erstfeldergneis.

Südlich über dem Gasternmassiv setzen mit auffallender Steilstufe aufgeschoben die Erstfeldergneise ein. Sie umfassen die schroffsten und turmreichsten Gipfel am Nordrand des Aarmassivs: Jakobiger—Ruchen—Männliser—Krönte—Wichelplank—Murmelsplank—Grassen—Fünffingerstockgruppe—Vorder Tierberg—

<sup>1)</sup> In der Gegend südlich vom Wendenjoch an der Sustenstrasse.

Giglistock-Radlefshorn-Mährenhorn-Weiss Schien-Galauistöcke-Hangendgletscherhorn-Renfenhorn-Dossenhorn-Ewigschneehorn-Ankenbälli-Berglistock-Rosenhorn-Mittelhorn-Klein und Gross Schreckhorn - Gross Lauteraarhorn-Pfaffenstöckli-Klein und Gross Fiescherhorn-Trugberg-Mönch-Ebnefluh-Gletscherhorn-Kranzberg-Rottalhorn-Jungfrau-Mittaghorn-Breithorn (?)Mutt-horn (?)

Der habituelle Unterschied bedingt durch verschiedene Petrographie zwischen dieser Zone und der Resorptionszone des Gasternlakkolithen ist in die Augen springend nach Form und Farbe. Hier haben wir die weissen Schutthalden und Felswände.

Der typische Erstfelder Fältelgneis mit seinen abwechselnden Lagen von braunschwarzem Glimmer und Quarz-Feldspat ist bis ins Gauligebiet zu finden. Weiter westlich wird er immer saurer und glimmerärmer, um — von vielen Apliten und auch Pegmatiten durchsetzt — zum „grauen Jungfrau- und Schreckhorngneis“ FELLEBERGS und BALTZERS zu werden. Dieses Sauerwerden ist wohl der Ausdruck dafür, dass der Erstfelder, im Gegensatz zum Gasternlakkolithen sein Zentrum im Osten hat und so gegen Westen immer höhere, randlichere Partien sichtbar werden. Im Westen sieht der Erstfelder aus wie *eine* mächtige Gangmasse.

Wohl am charakteristischsten ist dieser Gegensatz zwischen Gasternlakkolith und Erstfeldergneis im Schreckhornkamm vom Zäsenberg aus zu sehen (Fig. 5).

Oder auch an der Sustenstrasse oberhalb der Feldmooskehren (Fig. 2).

Während wir uns bis dahin von Innertkirchen her in der Resorptions- und Assimilationszone des Gasternlakkolithen bewegten, gehören vom zweiten Vorbettlibach an bis „zum Stein“ die Gesteine zum Erstfeldergneis, was auch an dem engerwerden des Tales zum Ausdruck kommt. Es sind aplitische, weniger sedimentäre Injektionsgesteine. Am Vorbettlihorn (siehe auch Profil VIII) liegt die Grenze (vom Feldmooshubel aus gut zu sehen) am Fuss des Steilaufbaues des Gipfels, während der Sattel östlich von „Grätli“ schon zum Gasternlakkolithen gehört. Dieses Einsetzen der Erstfeldergneise auf die Schiefer von Gastern ist nun dem ganzen Südhang des Gadmertales entlang an einem Geländeknick und oft mehreren Überschiebungslinien zu erkennen. (Vergl. Fig. 1.)

Ein gutes Merkmal für die Erstfelderzone im Gegensatz zur Schieferhülle des Gasterngranites ist die Seltenheit der Schollen und Marmoreinschlüsse und damit der einheitlich-geschlossene

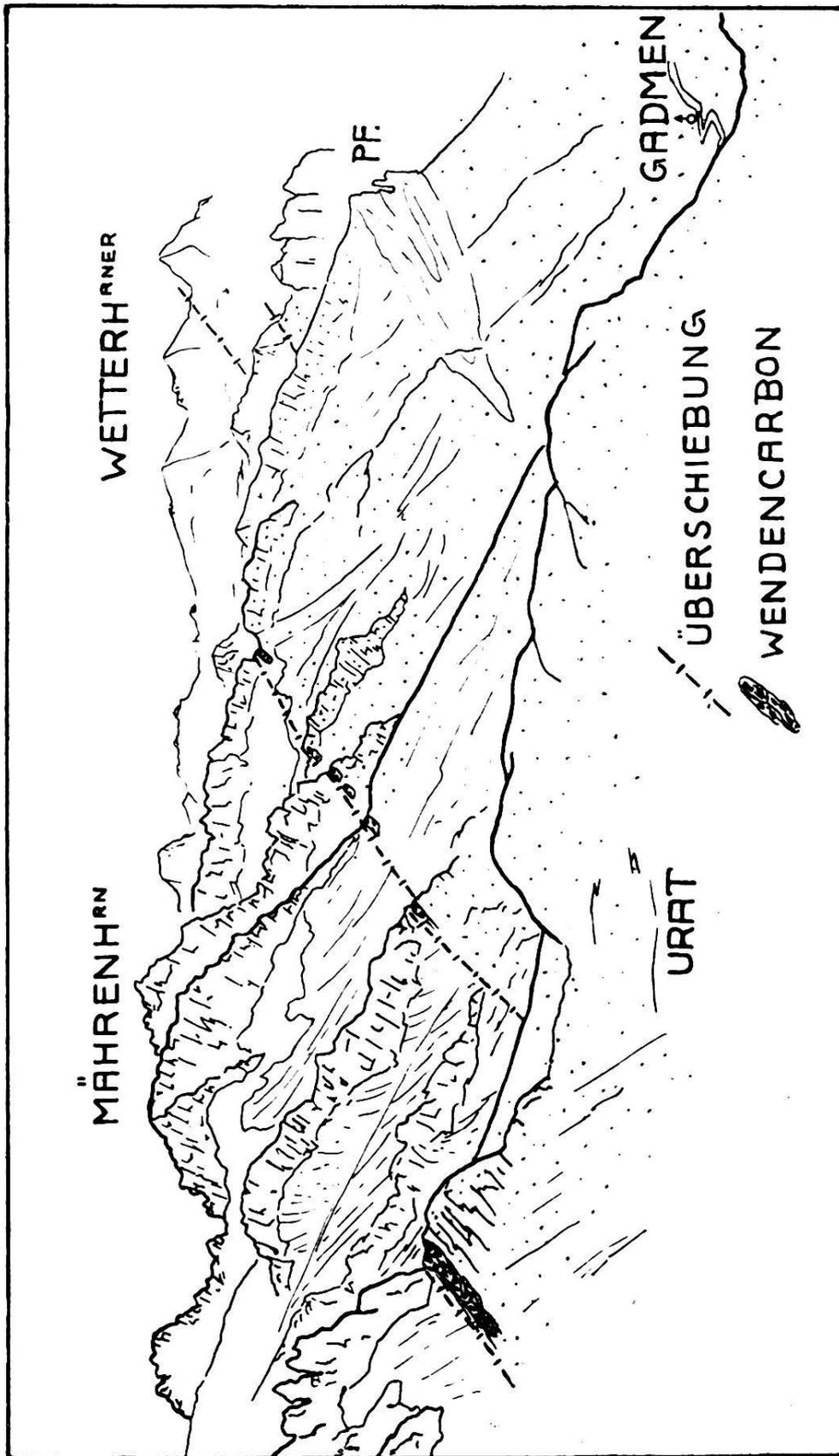


Fig. 2. Blick von Urat (Wendental) nach Westen. Links oben Erstfeldergneis, rechts unten: der Gasternlakkolith.

kristalline Eindruck, den die Zone als Ganzes betrachtet, macht.

Wenn aber doch Marmore auftreten, sind sie deutlich kontakt-metamorph und bestätigen die Ansicht vom Orthocharakter des Erstfeldergneises. Diese Marmore streichen oft fast nach Nord. Im benachbarten Gneis ist dann auch die Fältelung<sup>1)</sup> parallel dazu.

Ein solcher 1 m mächtiger Marmor fand sich in der Südostwand des Jakobiger, wo es gelingt Stücke zu finden, in denen bis zu 2 cm lange und breite Individuen und Aggregate von Wollastonit mehrere Millimeter hoch erhaben herausgewittert sind. Diese Stücke sollen schöner sein als diejenigen der klassischen Lokalität Insel Elba (Kollektion Petrogr. Univ. Bern).

Wollastonitgehalt scheint charakteristisch zu sein für die Erstfelderzone im Gegensatz zum Gasternlakkolithen.

Weitere kristalline Kalke fanden sich:

- a) Im Sattel zwischen Zwächten und Bächlistock;
- b) Am Untertalstock SW vom Grassen;
- c) Am Brunnenstock (Steinlimmigletscher);
- d) In der „Lücke“ bei der Gwechten (Radlefshorn);
- e) Am Dossenhorn, der oberste Marmor.

Es muss hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass am Nordrand der Erstfeldergneise, etwa 400 m südlich vom eigentlichen Wendenkarbon zusammen mit den Marmoren b) und d) ein schmaler Karbonstreifen verläuft, der mit dem Wendenkarbon nichts zu tun zu haben scheint. Dieses Karbon sieht nicht metamorpher aus als dasjenige im Wendenjoch, trotzdem das mehrmalige Begleitetsein durch Marmor eine Kontaktmetamorphose wahrscheinlich macht. Vielleicht streicht dieses Karbon an den Obersee (Erstfeldertal), wahrscheinlich gehören in dieses Streichen die schwarzen Schiefer, die FELLEBERG wenig nördlich unterm Mönchsgipfel fand.

Wie sich HUGI's Einteilung der Marmore (18) mit unsern Befunden im Einklang befindet, konnte noch nicht untersucht werden. Es ist zu vermuten, dass die Marmore der verschiedenen Gesteinszüge im Mineralbestand verschieden sind, und dass die aus der Nähe der Überschiebung stammenden stärkere mechanische Beeinflussung zeigen werden.

Einen weiteren Fingerzeig für die spätere Untersuchung der Erstfelderzone, gibt vielleicht das Auftreten von Amphiboliten an ihrer Südgrenze, so am Heuberg-Silberberg, nördlich der

<sup>1)</sup> Ohne dass ich zuviel Gewicht auf alte Strukturlinien legen möchte. Die Injektionsfältelung hat sicher meist nichts zu tun mit den alten Strukturen der Sedimente, sondern ist die Erstarrungsstruktur des Magmas (HEIM 16, Scheidnössli).

Sustenpasshöhe, südlich vom Ewigschneehorn und am Mönchgipfel (Mönchslochseite über dem Kalkkeil).

#### 4. Die Fernigersericitschiefer.

Südlich von den, im Titlis-Stücklistock-Profil IX etwa 2 km breiten Erstfeldergneisen, schliesst die Zone der Fernigerschiefer an. HEIM (13) hebt die bei allen Autoren unbestimmte (bis auf einen Kilometer verschwommene) Grenze hervor. Wir haben es da mit einem immer sedimentärer werden der Erstfeldergneise gegen Süden zu tun, immer mehr Schollen treten auf, und wo dann die Fernigerschiefer typisch sind, sehen sie dann ebenso resorptionsreich und sedimentär aus, wie die obersten Kalotten des Gasternlakkolithen.

Aber ganz ähnlich wie dort, gelingt es auch in den sedimentärsten Partien der Fernigerschiefer immer wieder kleine Linsen und Intrusionen von reinem eruptivem Erstfeldergneis zu finden, der hier „am Rand“ oft zu Augengneis oder Konglomeratgneis wird.

So allmählich aber der Übergang von den Erstfeldergneisen in die Fernigerschiefer ist, so ist es dennoch möglich, eine tektonische Grenze zu ziehen. Es hat sich nämlich tertiär bei der Alpenfaltung eine sehr deutliche Bruchlinie da ausgebildet, wo wir endgültig vom nach Norden hin immer injektionsreicher und damit massiver werdenden Ferniger-Schieferzug in den eigentlichen festen Klotz der Erstfeldergneise hineingelangen. Wenn auf der allmählichen Übergangszone eine bestimmte Grenze gezogen werden soll, so muss dieselbe durch das folgende auffällige Bruchsystem gelegt werden:

Jakoberschluft — Schlucht beim Niedersee —, Lücke nördlich vom Saasstock (Punkt 2688) und dann, einige hundert Meter nach Norden vorspringend, in gleicher Richtung weiter — Sattel zwischen Zwächten und Bächlistock-Rossfirn-Weissgand-Wichelplankfirnbach-Lücke nordwestlich der Kanzelfluch-Schlucht westlich der Sustlihütte S. A. C.-Gufernloch-obere Heuberglücke. Hier springt die Grenze wieder nach Süden vor zum Sustenpass und wird im folgenden die Fortsetzung der Linie, auf welcher der Fernigerkalkkeil in die Sericitschiefer versenkt ist. Südlich der Sustenpasshöhe, im Streichen des Nordkontaktes des Kalkes am Griesenhörnli, sind solche Bruchlinien zu sehen, die nach Südwesten durch Steinlimmi-Furtwangsattel-Mattenlimmi-Zunge des Gauligletschers-Gauligrat (Punkt 3127 m)-Lauteraargrat (Punkt 3646 m)-Fieschersattel-nördlich Kranzberg (Punkt 3613 m)-Gletscherhorn bei Punkt 3297 m



Fig. 3. Die Bruchlinie zwischen Zwächten und Bächlistock.

durch-Ebnefluh nördlich Punkt 3713 m eine Fortsetzung haben. Diese tektonische Grenze, nachweisbar auf eine Distanz von über 70 km, bald als einheitliche grosse Kluft, bald in mehrere Parallelbrüche sich auflösend, darf gewiss nicht unbeachtet bleiben.

Es fanden sich Reibungsbreccien und Harnische, die immer wieder auf ein *Absinken im Süden* der Linie und ein *Emporrücken im Norden* davon deuten, so östlich unterhalb Gufernstock, im Kanzelfluhsattel, im Zwächensattel.

An letzterer Stelle (Fig. 3) lässt sich am klarsten eine wirklich stattgehabte Bewegung nachweisen, indem dort ein Stück der Sedimentdecke (Alénienschiefer) aus der flachen Lagerung durch diese Brüche in steile Lagerung versenkt wurde, so dass TOBLER (29) an Karbon dachte.

Die grosse Bruchlinie bildet insofern eine gute Grenze, als auch wirklich meistens ein deutlicher Gesteinswechsel damit verbunden ist.

Anlässlich einer Exkursion mit Prof. HUGI, Dr. TRUNINGER und R. WYSS im August 1920, erkannten wir dies besonders deutlich am Ewigschneehorn, wo südlich der Linie metamorpher psammnitischer Tonschiefer, nördlich davon aber endgültig nur noch reiner Erstfeldereruptivgneis ansteht.

Und im Meiental ganz ähnlich. Wir erkennen dort südlich des Bruches so mächtige und so deutlich nichttertiärstreichende Schieferzüge, dass wir geradezu von einer Relikttektonik, einem Palimpsest-Gebirge sprechen möchten, wie wir im kleinen von Palimpsest-Struktur bei Dünnschliffen reden.

Wenn wir von der Bernerseite her uns der Sustenpasshöhe nähern, sehen wir am Vorgipfel des Heuberges zur linken Seite des Weges deutlich in NS Lagen herausgewittert, einen Amphibolitzug mit ungefähr senkrechter Schichtlage, der südlich zur Rechten des Passweges keine Fortsetzung hat. Südlich vom Weg finden wir vielmehr angenähert oder völlig tertiär streichenden Sericitgneis.

Und ebenso deutlich wiederholt sich östlich der Passhöhe, am Silberberg, dieses Nordstreichen in drei zirka parallelen Kalksilikatfels-, resp. Marmorzügen.

Der erste dieser Komplexe, der kleinste, ist die von SAUERLOTZE näher beschriebene Marmorscholle des Sustenpasses im engern Sinne, welche an den obersten Kehren anstehend nordstreicht, ihre Längsaxe aber nordöstlich hat.

Dann die beiden Schollen am Silberberg, von denen die östlichere bei „u“, von Gufernalp beginnend, sich nordwestlich streichend und steil SE fallend als ca. 50 m breites Band den Silberberg hinaufzieht, bei ca. 2300 m nach N umbiegend und den hintern Gufernstock mit N 10 E-Streichen durchsetzend, noch nach 1200 m Ausdehnung am Felskopf unter der südlichen Seitenmoräne des klein Sustlifirns zu erkennen ist. Unter den Gesteinen dieses Marmorzuges fallen namentlich Bänke mit äusserst reicher (handgrosse Aggregate) Vesuvianführung auf.

Die ganze Gegend östlich von der Sustenpasshöhe wird als eine einzige grosse Scholle aufzufassen sein, die vom Injektionsgneis halb aufgeschmolzen wurde, wobei je nach dem sedimentären Material, Ton, Kalk, Sandstein und je nach der örtlich stärkeren oder schwächeren Injektion, das resultierende Gestein ein Marmor, ein eruptiver Gneis oder ein sedimentärer Gneis wurde. Auch weiter östlich noch sieht man deutliche Spuren dieses alten, stark nach Norden streichenden Gebirges, so bei Kanzelfluh, Hohberghorn und unterhalb von Oberplatti. Wenn wir von der Gorezmetlenbrücke im Meiental nach dem Seewenstock hinaufschauen, überall sieht man ca. N 10 E streichende Spalt-systeme und Klüftungen, alte Streichrichtungen der ehemaligen Sedimente und noch weit hinein in die sedimentäre Zone von Fernigen bis dicht an den tertiär-alpin streichenden Kalkkeil von Fernigen hinan, lassen sich Injektionsgneise mit Injektionsebenen N 40 E, also schon tertiär etwas beeinflusste, erkennen.

So bei „Stiel“, wenig westlich von Fernigen, auf Rundhöckern Injektionsebenen N 40–50 E, die deutlich vom tertiär streichenden Keil abweichen. Oberhalb von „Meiental“ eine kleine Marmor-Kalksilikatfelslinse, die ca. N streicht, am Westfuss des Griesenhörnli direkt am Rand der Kontaktschlucht mit dem Kalkkeil: Gneiss der N 15 E streicht und daneben tertiär E 5–10 N, also durch den Keil bewirkte Schieferungsebenen aufweist.

Und in der südwestlichen Fortsetzung, wo die Kontaktschlucht südöstlich von der Sustenpasshöhe aus dem Kalchtal heraufkommt, ist es möglich, Handstücke zu schlagen mit zwei Spalt-

richtungen, dem alten hercynischen Schieferstreichen N—N 10 E und dem tertiären Keilstreichen.

Nach Süden zu, etwa da, wo der Fernigerkalkkeil in den Fernigerschiefern sitzt, gehen letztere ohne scharfe Grenze in die Randpartien des zentralen Aargranites über, die hier aus abwechselnden Bändern und Streifen von sauren und basischen Gesteinen besteht (Quarzporphyre, KÖNIGSBERGERS dioritaplitisches Schollengestein, FISCHERS Injektionsamphibolite).

Hierher fällt die Südgrenze meines Gebietes.

Die Fernigerschiefer gehören also zum Teil zum Erstfeldergneis, zum Teil zum zentralen Aargranit. Doch gelang es noch nicht, eine scharfe Grenze zu finden, die diese zwei Schiefergruppen auseinanderzuhalten erlaubt, trotzdem das verschiedene Alter des Zentralgranites und des Erstfeldergneises sicher Unterschiede in den zugehörigen Schiefen mitbedingt.

Vielleicht trennt östlich vom Sustenpass der Fernigerkalkkeil die zum Aargranit gehörenden Schiefer von den Schiefen des Erstfeldergneises. In diesem Fall würden westlich vom Susten alle Schiefer dieser Zone zum zentralen Aargranit zu stellen sein, während diejenigen des Erstfeldergneises fehlen. Damit hängt vielleicht die grosse Mächtigkeit der Fernigerschiefer östlich vom Susten und ihr Schmälerwerden westlich vom Susten zusammen.

Etwas definitives kann darüber aber noch nicht ausgesagt werden.

Ich möchte aber Wert darauf legen, die oben erwähnte ordnende tektonische Bruchlinie im Norden der Fernigerschiefer als Grenze einzuführen.

## II. Teil: Tektonik.

Wir haben jetzt an tektonischen Richtlinien gefunden:

1. Die Überschiebung des zentralen Aarmassivs (dazu gehören auch die Erstfeldergneise) auf das nördlich vorgelagerte Gasternmassiv.

2. Die Bruchlinie zwischen der Erstfelderzone und der Fernigerzone.

Trotzdem sich Andeutungen einer hercynischen oder noch älteren Faltung fanden, ist es zweifellos, dass die alpine Faltung die deutlichsten und frischesten Spuren hinterlassen hat, auch in jenem Abschnitt von KÖNIGSBERGERS Erstfeldergneisen, wo dieser (20) jeden tertiären Einfluss „mit Ausnahme der Schrägstellung des ganzen Gesteinskomplexes“ verneint. Immer wieder finden wir die Spuren des Druckes und Schubes aus

Süd, d. h. ein Druckschieferungsstreichen E 10–30 N bei steilem oder flacherem S-Fallen.

HEIM erwähnt den, die verschiedenartigsten Gesteine einem einheitlichen Typus — Serizitschiefer — zuführenden Einfluss der Dynamometamorphose als Ursache der bis heute herrschenden Verwirrung im Aarmassiv.

Dies gilt namentlich von den tiefern Regionen, wie etwa vom Profil der Grimselstrasse, wo unter über grossem Druck, bedingt durch Stauung die Vereinheitlichung verschiedener Gesteine besonders stark war.

HEIM weist auch darauf hin, dass Einfaltungen von ehemaligen Schiefen und Sedimenthüllen oft nicht tief greifen, und dass die abklärenden Resultate in den Gräten oben zu suchen sind, während in der Tiefe der Taleinschnitte nichts zu sehen ist.

BALTZER kannte schon die flachere Lagerung der Gneise in den orographisch höhern Lagen (Schreckhorn). Das ist der Ausdruck für den Schub von Süden. In der Höhe konnte wirklich ein Materialtransport von Südlich-Höherem über das Nördlich-Tiefere weg stattfinden.

### 1. Die Überschiebung des zentralen Aarmassivs über das Gasternmassiv.

Etwa östlich vom Haslital (Prof. VII—XII) ist das Übergreifen des Erstfeldergneises über das Gasternmassiv nicht deutlich, sondern die Trennungsfläche (soviel von ihr heute noch zu sehen ist) fällt ca. 60° steil nach Süden.

Der Erstfeldergneis ist also nur an die Oberfläche des Gasternmassivs angepresst. Nach Westen wird die Überschiebung immer deutlicher, um in der teilweise horizontalen Auflagerung des Jungfraukeyles grösste Deutlichkeit zu erreichen.

#### a) *Der Jungfraukeyl.*

(Vergl. besonders Profile I—V.)

TRUNINGER und die übrigen Bearbeiter des Löttschbergprofils stellten schon fest, dass der Jungfraukeyl (es handelt sich immer um den obern, der untere ist nur stumpf und kurz) dem Gasterngranit aufliege. Sein mehrere Kilometer weites südliches Hineingreifen zwischen die Massive (Prof. LUGEON möchte ihn ohne Bedenken bis aufs heutige Meeresniveau verlängern<sup>1)</sup>) und seine grosse Mächtigkeit im Anschnitt des Löttschbergtunnels machten ihn von jeher zu einer tektonischen Leitlinie ersten Ranges.

<sup>1)</sup> Nach einer mündlichen Äusserung Dr. TRUNINGER gegenüber.

Am Petersgrat und Lötschenpass liegt er zweifellos auf dem permisch herausmodellierten Gasterngranit s. s. Es ist ganz natürlich, wenn sich herausstellte, dass er auch weiter im Osten auf der permischen Oberfläche des Gasternlakkolithen liegt. Es wollte mir immer ganz unerklärlich scheinen, dass der Jungfrau keil erst tertiär so tief eingetrieben worden sei und gar quer zu den Gesteinszonen. Es scheint wahrscheinlich, dass derselbe, so weit er nach Süden reicht, im fast ungestört-ursprünglichen Verband mit seinem Liegenden (Auswalcungen und Streckungen durch den Tertiärschub vorbehalten) stehe. Seine Einklemmung ist *weniger ein tertiäres „Eingetrieben“ - als vielmehr ein „Zugedeckt“ worden sein durch die Erstfeldergneise, die in scharfer Überschiebung über ihm liegen.*

Wir erwarten also in erster Linie die normale Serie der Sedimente. Dies schliesst aber lokale Ansätze zu einem verkehrten Mittelschenkel, wie sie südlich vom Petersgrat vorzukommen scheinen, nicht aus.

Etwa am Petersgrat gibt der Jungfrau keil prächtig die Wölbung des Gasternrückens wieder. (Profil I.) Gegen die Jungfrau hebt er sich im Längsprofil, um am obern Mönchsloch mit 3618 m den höchsten Punkt im Streichen zu erreichen. Diese Kulmination ist vielleicht entstanden durch Abscherren und Übereinanderschoben von Partien der Unterlage. Vielleicht deutet der untere Jungfrau keil in eine solche Abscherrungsfuge hinein.<sup>1)</sup>

Vom Mönch gegen die Jungfrau und auch gegen Norden fällt der Keil mit etwa 7—8°. Ich bemühte mich das dadurch bedingte Schiefstehen des Mönchgipfels auf Profil III ohne Übertreibung, aber doch deutlich darzustellen.

Es ist auffallend, dass der Kalkkeil, der am obern Mönchsloch noch ca. 50 m mächtig in ziemlich deutlicher Ausbidung als normale Schichtreihe unterm Gneis des Mönchgipfels heraussticht, hier abrupt aufhört und im Trugberg keine Fortsetzung hat, trotzdem eine 16° südfallende Überschiebungslinie den ganzen Westhang des Trugberges durchsetzt.

Offenbar gehören die Felsen unterhalb von dieser Linie zum Gasternrücken, wie auch der Felsen am Ostfuss des Rottalhornes oberhalb Punkt 3388 m, und die Überschiebungslinie vom Trugberg ist auch quer dem ganzen Osthang des Kranzberges entlang sichtbar. Vom Jungfrau firn aus betrachtet ist ein deut-

<sup>1)</sup> COLLET, REINHARD u. PAREJAS (4), während meiner Abwesenheit, 1919, zeigten in ihren Detailuntersuchungen den komplizierten Bau des Jungfrau keils, auf den meine Untersuchungen noch nicht eingehen konnten. Im Prinzip stimmten sie mit den meinigen überein.

licher Unterschied in der Farbe<sup>1)</sup> des Gesteins oberhalb und unterhalb dieser Linie zu bemerken, trotzdem die ausgedehnte Firnbedeckung ein Beobachten sehr erschwert.

Im August 1916 untersuchte ich die Überschiebungsfläche, fand aber im Detail und bei der damaligen Unkenntnis der Wichtigkeit dieser Stelle nichts deutliches, nur zerruschetten, starkgeschieferten Sericitgneis. Und heute, da ich dort vielleicht mehr sähe, ist keine Zeit mehr zu Nachinspektionen. Das ist gerade, was das Arbeiten in diesen Regionen so schwierig und zeitraubend macht.

Das Schiefstehen des Mönchsgipfels gegen Norden ist vielleicht der Ausdruck für einen grössern Bruch E—W durchs obere Mönchsloch, der erst nach der Austiefung des Grindelwaldtales (Dogger- und andere weiche Schiefer) hinter der im Eiger und Mönch besonders stark sich nach Norden vorwölbenden Sedimentfalte entstand.

Gegen Osten streicht der Jungfrau keil, wie BALTZER schon beschrieb, ins untere Mönchsloch, ohne dass aber bei der starken Vereisung an der Westseite der Fiescherhörner eine Überschiebungslinie ähnlich derjenigen vom Trugberg sichtbar ist.

Östlich vom untern Mönchsloch fand sich nur noch oberhalb der Dossenhütte S. A. C. ein Kalkkeil, der die Fortsetzung des obern Jungfrau keiles sein könnte (Profil V).

Trotzdem dieser 900 m tiefer liegt als das Mönchsloch, passt er gut zum Jungfrau keil. Er liegt deutlich auf den obersten Schiefen des Gasternlakkolithen und über ihm setzen die Erstfeldergneise ein. Und die Linie, auf der er liegt, lässt sich zwanglos durch den Wettersattel und zwischen Gwächten und Klein-Schreckhorn durch über den Zäsenberggipfel zum Mönch verlängern.

Auf der ganzen Strecke ist die Topographie bedingt durch die Petrographie, insbesondere der Steilabsturz der Fiescherwand und der Schreckhörner.

In Profil I habe ich absichtlich die Sedimenthülle am Gspaltenhorn nur sehr primitiv angedeutet. Neue Untersuchungen sind dort wie an andern Stellen des autochthonen Sedimentmantels im Gang.<sup>2)</sup>

Das gegen Westen zunehmende Mass der Überschiebung macht die Tauchfalten des Doldenhorns und die von BUXTORF und TRUNINGER zuerst erwähnten Abscherrungen des autoch-

1) Vergl. (4), die S. 37 ein „Permien continental“ der Aig. Rouges erwähnen, das M. LUGEON (22) beschrieb und das vielleicht ein Analogon zu meiner rotgefärbten Gasternmassivoberfläche ist.

2) Studierende der geol. Inst. der Univ. Bern und Basel.

thonen Sedimentmantels verständlich, wenn man bedenkt, dass schon an der Jungfrau die Falten fast zum Überkippen nach Norden gebracht wurden.

*b) Der Pfaffenstock-Laubstockkeil.*

(Vergl. Profile VI und VII.)

Weniger gut wollte lange Zeit der Pfaffenstock-Laubstockkeil zur Theorie von der permokarbonischen Oberfläche des Gasternlakkolithen passen.

Im Streichen wahrscheinlich, wie Prof. ARBENZ vermutet, in die Trias- und Dogger-Verdreifachung am Fuss der Gadmerfluh oberhalb Wendenalp und in den Fuss des Gstellihorns gehend, hat dieser Keil offensichtlich nichts zu tun mit dem obern Jungfrau-keil. Er liegt viel tiefer nördlicher als jener. Es scheint, als läge er tief im Innern des Gasternlakkolithen.

Es hat sich jetzt aber zweifellos herausgestellt, dass auch der Laubstock-Pfaffenstockkeil, und dass überhaupt wohl alle Keile am Nordrand des Massivs, ob sie im Streichen ineinander übergehen oder nicht, ob sie im gleichen Niveau liegen oder nicht — auf der Oberfläche des Gasternmassivs oder, was auf dasselbe hinauskommt, zwischen einzelnen schuppenartig übereinandergeschobenen, abgescherten Partien dieser Oberfläche liegen.

Offenbar zeigte der hercynische Gasternrücken bei Innertkirchen eine Depression,<sup>1)</sup> vielleicht eine Erosionslücke ähnlich dem heutigen Haslital, in die die Trias-Malm-Meere nach Süden vorbuchteten. Die Ablagerungen dieser Buchten wurden tertiär durch Zuklappen — der Pfaffenstockkeil ist eine einfach gebaute liegende, nach N offene Mulde — zu den heutigen Keilen.

Mit dem jetzt hängenden Schenkel der Mulde<sup>2)</sup> wurde gleichzeitig ein Paket der Unterlage mit emporgeschoben, so dass der heutige Keil von Gasternmassivgesteinen zugedeckt ist. Den liegenden Schenkel erwarte ich in ziemlich ungestört-ursprünglichem Verband mit der Gasternmassivoberfläche. Der Laubstockkeil zeigt im Malm erstaunlich regelmässige Umbiegungen. Das Kristalline über dem Keil ist besonders zerruschelt. Alle diese Keile am Nordrand zeigen als gemeinsames Merkmal eine plötzliche Verjüngung gegen das Südende zu. Der Malm ist aus der Dogger- und Triashülle heraus gequetscht wie ein Zwetschgenstein aus seinem Fruchtfleisch.

<sup>1)</sup> Vergl. ARBENZ (0).

<sup>2)</sup> Darf nur dann ein verkehrter Mittelschenkel genannt werden, wenn die Sedimentdecke wirklich weiter gegen die Massivhöhe fortsetzte.

Dogger und Trias bilden auf diese Weise langgeschwänzte Muldenzipfel. Im Extrem können solche Schwänze ganz abgerissen werden und weit im Kristallinen drinnen zurückbleiben ohne Zusammenhang mit dem dazugehörigen Malm (siehe Zäsenbergkeil). Der Pfaffenstockkeil hat auch noch andere mechanische Spuren hinterlassen.

BALTZER (Beiträge 24, Tafel III) gibt in seiner Ansicht vom Benzlauistock westlich kurz unter diesem Gipfel fast horizontale Linien an, zu denen er schreibt: „Scharfabgesetzte Bänder, Talstufe?“ Es stellte sich dann heraus, dass diese Linien nichts anderes sind, als die Narben saiger stehender, ziemlich genau NS streichender Brüche. Neben zwei, den ganzen Westhang des Benzlauistockes oberhalb „Schafberge“ durchsetzenden Bruch-

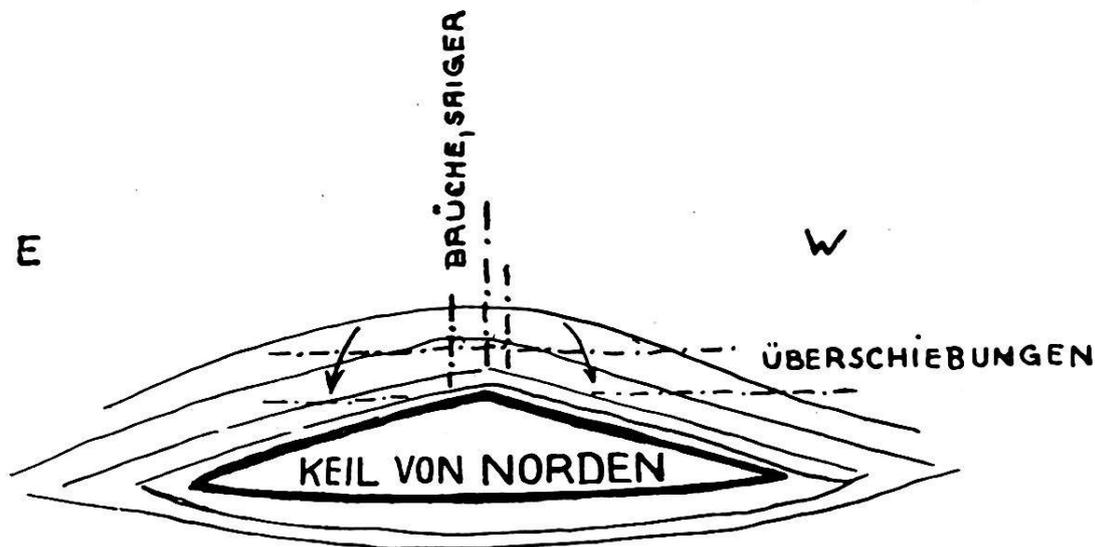


Fig. 4. Die Brüche überm Pfaffenstockkeil.

linien, sind ca. zehn weniger deutliche zu finden, die sich vom NW-Grat ausgehend, gegen S rasch verlieren. Sie entstanden durch die vertikale Meisselwirkung des Keiles. Auf dieser NS-Linie grösster Dicke des Keiles sind die überlagernden Gneisschuppen geborsten und östlich und westlich ein wenig abgesunken. (Vergl. Fig. 4.)

Gleichzeitig findet sich ein ganzes System von  $7^\circ$  S fallenden Überschiebungsebenen, die sich mit den erwähnten Brücken schneiden und mit einem dritten System von Druckschieferungsflächen  $\perp$  zum Druck.

Auch BALTZERS Ansichten über den sogenannten „obern“ Pfaffenstock- und Laubstockkeil müssen hier berichtigt werden. Er existiert nicht. Weder als Keil unveränderten, mechanisch eingequetschten Mesozoicums, noch als metamorpher Kalk.

Es geht nicht an, die kleine Marmorlinse beim lautern See so zu verlängern, als wäre sie über dem Pfaffenstockkeil ein oberes Analogon zu diesem.

Diese kristallinen Marmore, das dürfte endlich sicher sein, sind ganz unregelmässig verteilte letzte Überreste uralter, eingeschmolzener Sedimente (vielleicht Silur und Devon) und völlig ohne Zusammenhang mit den mechanisch eingefalteten Trias- und Jurakeilen.

*c) Der Triaskeil vom Zäsenberg-Schreckhornkamm.*

(Vergl. Profil IV und Fig. 5.)

Im Juli 1920 fand ich am Fuss des Zäsenbergs bei ca. 2050 m ein  $1\frac{1}{2}$ —2 m dickes Band von typischem Dolomit auf eine Länge im Streichen von ca. 30 m und  $60^\circ$  S fallend.

(Analog scheint im Streichen nach Osten ein Triasfetzen bei Rotgufer ca. 100 m oberhalb des Schwarzeggpfades am rechten Ufer des untern Grindelwaldgletschers anzustehn (Fig. 5).

Im Schreckhornkamm bildet eine scharfe Überschiebungslinie eine Verbindung zwischen diesem Triasrest und dem Sedimentmantel. BALTZER (1, Atlas) zeichnet südwestlich unterm Mettenberggipfel eine Ausbuchtung der Sedimente, die in diese Überschiebungslinie und nach dem abgerissenen Triasschwanz deutet. In der Überschiebungslinie finden sich keine Sedimente. Die Abreissung ist eine totale. Vielleicht darf der Abstand des Triasfetzens vom heutigen Rand des zusammenhängenden Sedimentmantels als Mindestmass der Überschiebung — mehr als 1 km — genommen werden.

Nach seinem Streichen und nach der Höhenlage kann dieser Triaskeil sehr wohl die westliche Fortsetzung des Laubstock-Pfaffenkeils sein, deutlich demonstrierend, was aus dem Triasschwanz jenes Keiles wird bei zunehmender Überschiebungsweite.

Wenig unterhalb der Trias anstehende Tonschiefer möchte ich als Karbon deuten (Fortsetzung des Wendenkarbons). In Fig. 5 sind noch mehr Überschiebungslinien angegeben. Es sind da drei oder vier Schuppen des Gasternlakkolithen übereinandergeschoben. Die Rotfärbung ist jeweils besonders stark direkt unterhalb der Überschiebungslinien und nimmt ab gegen das Innere jeder einzelnen Schuppe.

Über der obersten Überschiebungslinie setzen die Erstfelderneise mit heller Steilwand zum Kleinen und Grossen Schreckhorn ein.



Fig. 5. Der Schreckhornkamm vom Zäsenberghorn. M = Mettenberg, G = Gwächten, L = Lauteraarhorn.

Vielleicht darf ein Mass für die Überschiebungsweite herauskonstruiert werden, indem die abgescherrten Schuppen aneinandergesetzt werden. So käme man leicht auf eine Schubweite von mehreren Kilometern.

## 2. Die Bruchlinie am Nordrand der Fernigerschieferzone.

Grosse Bedeutung hat diese Bruchlinie auch noch deshalb, weil sie westlich vom Sustenpass die Fortsetzung jener Furche darstellt, in welche der Fernigerkalkkeil eingesenkt wurde.

Sie wird ein Hilfsmittel sein zur Beurteilung wieviel vom kristallinen Schiefermantel mit den Sedimenten zusammen eingeklemmt wurde.

### a) *Der Fernigerkalkkeil.*

ALB. und ARN. HEIM (14) haben den Fernigerkalk s. s. (Profil X) beim Dorf Fernigen tektonisch und stratigraphisch erschöpfend untersucht. Ich gebe hier nur ganz kurz die Resultate meiner Untersuchungen über seine Fortsetzung nach NE und SW.

Fortsetzung des Kalkes nach NE. Aufschluss an der Sustenstrasse hinter dem Dorf Fernigen, 9 m breit, 1½ m hoch senkrecht stehend, Dogger, graublaue grobe Echinodermenbreccie, unterstes Bajocien.

Dieser Aufschluss beweist, dass der Kalkkeil bis unter die Talsohle von Fernigen, bis unter 1459 m hinabgreift.

Der nächste Aufschluss im Streichen nach NE liegt da, wo der Wald über Fernigen lichter wird bei ca. 1800 m, südlich von der Hütte von Riedgädmer Punkt 1893. Auf die Länge von ca. 5 m bei 12—15 m Breite treten stark geschieferte Kalkplatten aus dem Rasen heraus die steil SE fallen. Es scheint alles stark druckmarmorisierter Malm zu sein. Einzelne Pakete (das vollständige Profil ist nicht sichtbar) sind Dogger verdächtig (Bajocien, Echinodermenbreccie?). Aber bei der starken Zerdrückung kann nichts definitives gesagt werden.

Ein weiterer, etwas mächtigerer Kalkfetzen sitzt sehr auffällig oberhalb Märzenstaffel bei ca. 2100 m steil westfallend, ca. 20 m breit, 40 m lang. Malm, Bajocien, Kieselknauer und Korallenschicht und Bajocienbasis mit grober grauer Echinodermenbreccie sind zu erkennen. Der Eisenoolith fehlt. Der Dogger liegt auf der Ostseite, das ganze in Moränen und Gehängeschutt.

Erst in der Lücke des Rotberglisattels ist ein deutlicher untersuchbarer Keilklotz erhalten geblieben, wo das Weglein den Pass überschreitet. Wir haben da ca. 30 m Malm und auf der Ostseite den Dogger in normaler Ausbildung wie südwestlich von Fernigen.

Das Fallen ist ein westliches und zwar im Dogger ein stärkeres als im Malm, so dass man — besonders deutlich vom Siglisfadgrätli aus — das Auskeilen in 2—300 m Tiefe unter dem Schutt nicht nur ahnt, sondern geradezu sieht (vergl. Profil XI).

Das östlichste Kalkvorkommen findet sich dann erst drüben oberhalb der obersten Hütte von Staldi im Inschialptal *nördlich* vom Weglein, das von den Staldihütten zur Seewlisegg hinaufführt und *nicht südlich* von diesem Weglein wie die KÖNIGSBERGERS-Karte irrtümlicherweise angibt.<sup>1)</sup>

Es ist nur wenig an Mächtigkeit von diesen saiger stehenden Schichten sichtbar: Callowien, Eisenoolith-Bajocien (Kieselknauerschicht). Im Streichen dagegen misst der Aufschluss, unter Gebüsch und Stauden stark verborgen, ca. 50 m.

Auffallend ist, dass wir hier in der Tiefe bei ca. 1600 m den Keil vorhanden haben, während er oben in der Lücke des Siglisfadgrätli fehlt. Der Fernigerkalkkeil ist also nicht etwa wie die Schneide eines Messers überall gleich tief eingedrungen, vielmehr eher wie das Blatt einer recht grobzahnigen Waldsäge. Die Erosion hat das meiste entfernt und was übriggeblieben ist, sind die mehr oder weniger grossen Zähne der Säge. Dabei denke ich weniger, dass die einzelnen Zähne tertiär ungleich tief eingetrieben wurden, als vielmehr, dass sie Lappen und Ausbuchtungen der Ablagerungen oder Erosionsreste seien.

Weiter nach NE findet sich kein Kalk mehr. Das Streichen des Keiles, bei Staldi WE stimmt aber gut zur Vermutung von ARBENZ-HEIM der Keil sei die Fortsetzung des südlichsten Zipfels der Windgällenmulde.<sup>2)</sup>

Die grössten Ausmasse und den interessantesten Bau erreicht der Keil südwestlich von Fernigen im Griesenhörnli (vergl. Fig. 6, 7, 8).

Die Doppelmulde von Fernigen hat sich weiter entwickelt. Die Südmulde hat sich gestreckt und nach Norden übergelegt.

<sup>1)</sup> Überhaupt ist KÖNIGSBERGER's Karte in bezug auf den Kalkkeil zu schematisch, so ausserordentlich vorteilhaft die Schematisier-Methode für das Kristalline ist.

<sup>2)</sup> WALTER STAUB gibt eine Verdoppelung im Dogger senkrecht westlich unterm Gipfel der Kleinen Windgälle; vielleicht löst sich der Ferniger Keil hier los.

*Fig. 6. Der Griesenhörnlikalkkeil von Westen. (Nach Photograph. von Prof. Dr. E. Hugl.)*



Die Nordmulde sieht gestaucht aus und hat tief ins Kristalline hinein keilartig sprengend gewirkt. Die Südmulde ist dreizipflig, der südlichste Zipfel unter Schutt verborgen.

Es ist auffallend, dass im Süden die Profile viel regelmässiger und besser ausgebildet sind als im Norden. Im Nordschenkel der Nordmulde am Nordkontakt von A—D Fig. 7 grenzt der Malm an den Gneis, der Dogger fehlt vollständig. Stellenweise ist der Malm am Kontakt brecciös und grünlich und enthält eckige und gerundete bis faustgrosse Einschlüsse von Gneis.

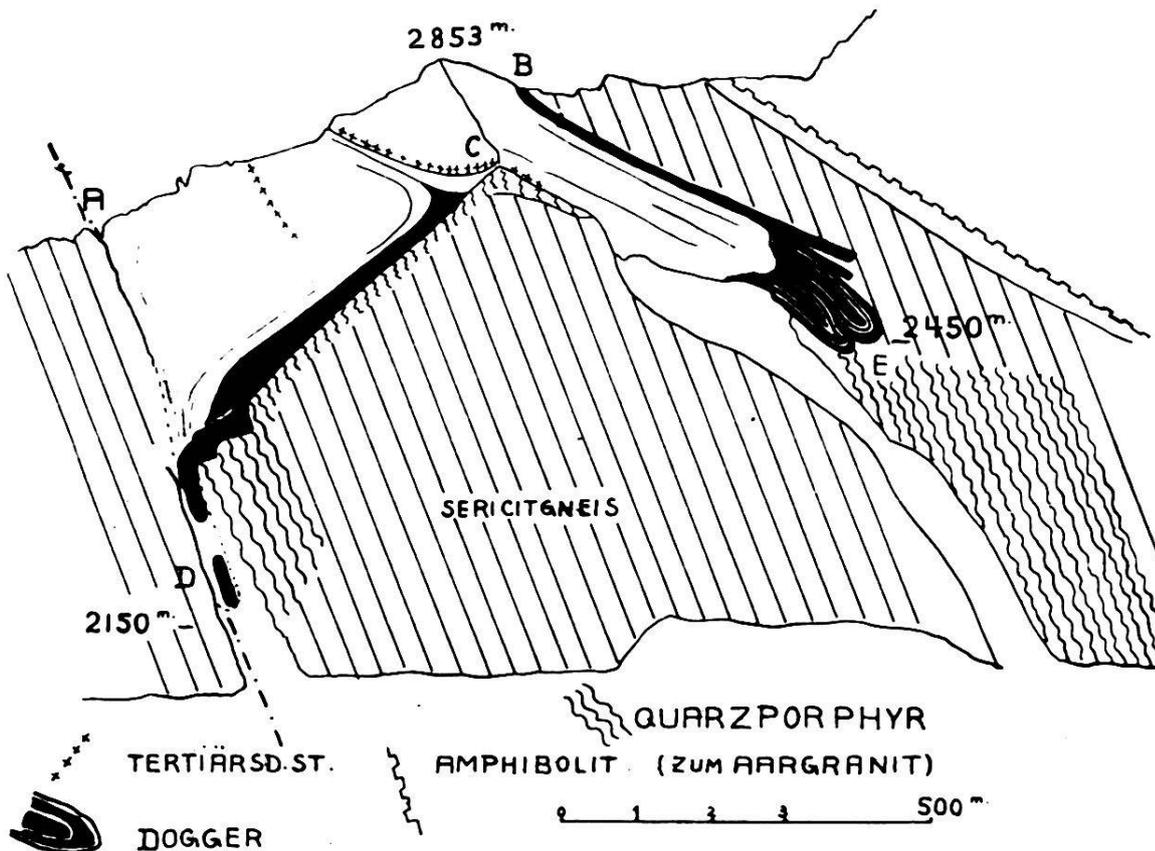


Fig. 7. Der Griesenhörnlikeil von W.

Es ist schwierig zu entscheiden, ob der Dogger primär fehlt oder ob er nur mechanisch ausgequetscht wurde.

Auch bei Fernigen wiesen ALB. und ARN. HEIM nach, dass das Profil am Nordkontakt weniger vollständig sei, als im südlichen Kontakt.

Ich bin geneigt, der tektonischen Beeinflussung grossen Wert beizulegen. Die Nordkontaktschlucht greift viel tiefer und auffallender ins Kristalline hinab als die südliche.

An den Südschenkeln der beiden Mulden von B—E und C—D (Fig. 7) ist der vollständige Doggermantel, wie HEIM ihn von Fernigen beschrieb, erhalten. Unterhalb von E, und

als Unterlage des Doggers von C—D, fällt ein stark zerruscheltes, tiefbraunrotes arkoseartiges Gestein auf, das ein permisch angewittertes Quarzporphyr sein mag.

Trias<sup>1)</sup> und Lias fehlen primär wie bei Fernigen. Im Malm dagegen fanden sich mehrere Bänke von Tertiärsandstein. Ein solches Band, bald gleichmässig 1 m mächtig, bald linsenförmig auskeilend, zieht sich bis gegen Fernigen hinunter. Ich identifizierte dieses Gestein an Hand von Dünnschliffen mit den siderolithischen Sandsteinen wie sie durch ARBENZ, HEIM und VAN DER PLOEG vom Schlossberg beschrieben wurden.



Fig. 8. Die Südmulde des Griesenhörnlikeils.

Fig. 6 und 8 sollen die Struktur und den Habitus der Gneise zeigen, in die der Keil eindrang. Deutlich sind die, in der Höhe flacher werdenden Überschiebungsruscheln zu sehen. Die Schlucht am Nordkontakt ist äusserst markant.

Es scheint mir im Bau des Fernigerkeiles ein grosser Unterschied gegenüber dem Jungfrau- und Pfaffenkopfkeil darin zu liegen, dass hier wirklich eine Einfaltung vorliegt. Während dort der Nordschenkel im ursprünglichen Verband mit der Unterlage steht, und die Einklemmung mehr nur ein Überdeckt-

<sup>1)</sup> Dolomitinfiltrationen in den Gneis finden sich zwar da und dort.

wordensein ist, wurde hier mit dem Fernigerkeil, wohl ein ganzes dickes Schieferpaket der Unterlage mitbewegt und dieser Keil ist wirklich tertiär stark von Ort bewegt worden.

Die grosse Mächtigkeit des Kalkes am Griesenhörnli legt die Vermutung nahe, es müsste auch weiter südwestlich noch Kalk zu finden sein. Anstehend fand ich nichts mehr. Kalkbrocken auf dem Kalchtalfirn lassen vermuten, er gehe gegen die Kalchtallücke hinauf. Vom Bockberg (im Steingletscher) sah ich durchs Fernglas in dieser Lücke einen auffallenden Keil von schwarzem Gestein. Ich habe es aber noch nicht näher untersuchen können. Am Nordhang des Sustenspitzes war auch nichts zu finden.

Lose Stücke von Malm und Dogger (Echinodermenbreccie) fanden sich dagegen in der rechten Seitenmoräne des Steinengletschers am Westfuss des Sustenspitz und die Herren HEIM fanden ebensolche auch auf der linken Seitenmoräne des Steinlimmigletschers (an seinem heutigen Ende). Vielleicht geht ein Ast, die Nordmulde des Griesenhörnlikeiles in die Steinlimmi. Wahrscheinlicher scheint mir zwar, die erwähnten losen Stücke stammen von der Südmulde, die durch die erwähnte Kalchtallücke (zwischen Sustenspitz und Hintersustenhorn) geht und unter dem Gletscher oberhalb dem Bockberg vielleicht irgendwo erhalten ist.

Erst im Furtwangsattel tritt nochmals Mesozoicum auf und zwar als grosse stratigraphische Neuheit für die Fernigermulde, eine deutliche, 3 m mächtige Bank von Rauchwacke (Trias).

Weiter westlich konnte keine Spur mehr von Mesozoicum gefunden werden.

Ein Blick vom Griesenhörnli nach Südwesten zeigt wie auffällig der Sustenspitz die Form des Gneisdreieckes wiederholt, das die beiden Griesenhörnlimulden trennt. Es liegt auf der Hand, dass der axial gegen SW stark ansteigende Kalkkeil einst auch über dem Sustenspitz lag, mit der Südmulde in die Kalchtallücke, mit der Nordmulde gegen den Sustenpass hinabgreifend. Und ganz ähnlich verdanken die Zwischentierbergenlücke südlich und die Steinlimmi nördlich vom Vorder Tierberg 3091m ihre Entstehung dem Kalkkeil.

Von hier an treffen wir für die Fortsetzung der Südmulde keine charakteristische Lücke mehr, wohl aber für die nördliche Mulde, die übrigens auch am Sustenpass tiefer ins Kristalline hinab Spuren in Form von Spalten und Klüften (Keilwirkung) zurückgelassen hat. Diese Klüfte fallen mit dem Bruchsystem Furtwang-Mattenlimmi etc. und damit mit der schon beschriebenen Grenze zwischen den Erstfeldergneisen

und Fernigerschiefern zusammen. Gerade jene „tertiär“ streichenden „Druckbruchschluchten“ südlich unterhalb der Gaulihütte erinnern ausserordentlich an die gleichen mit dem Keil streichenden Brüche südlich der Susten-Passhöhe.

Von Fernigen bis zum Griesenhörnli steigt die Axe des Kalkkeiles mit mindestens  $20^\circ$  an, und wenn dieses Steigen anhält nach Westen müssen wir auf der Höhe des Massives zufrieden sein, wenn wir auch nur die leisesten Andeutungen der Wirkung des ehemaligen Keiles finden können.

Schon am Griesenhörnli macht sich ein Flachliegen des Kalkkeiles bemerkbar. Dies könnte als eine Stütze für die Vermutung von ARBENZ-HEIM, dass der Fernigerkeil in den Jungfrau keil übergehe, benützt werden.

Ich habe aber den Jungfrau keil bereits anders erklärt. Er ist durch die Zone der Erstfeldergneise von der Fernigerzone getrennt. Der Fernigerkalkkeil liegt viel südlicher und höher. Ich habe ihn in Profil III nur sehr einfach (um nicht zu phantastisch zu wirken) über dem Fiescherhorn-Grünhornkamm angedeutet.

Wir können also jetzt die „Kalkkeile“ in drei Züge einordnen.

a) einen untersten, nördlichsten

Pfaffenstock-Laubstock-Fuss des Gstellhorn — vielleicht Mettenberg-Zäsenberg — vielleicht unterer Jungfrau keil. Er ist relativ kurz und stumpf und liegt zwischen Schuppen der Gastermassivoberfläche.

β) einen mittleren

Dossenhorn-oberer Jungfrau keil, der die markanteste Linie bildet, 3000 + x m unter die benachbarten kristallinen Gipfel hinabgreifend.

γ) einen höchsten und südlichsten

Der Fernigerkeil, der im Vergleich mit β) nur eine leichte Einfaltung zwischen dem Erstfeldergneis und dem zentralen Granit darstellt.

a) und β) die Keile am Nordrand sind eher das Produkt einer Überschiebung, γ) ist eine Einfaltung zusammen mit einem ganzen Paket kristalliner Schiefer.

#### b) Die Einklemmung der Fernigerschiefer.

Die Bruchlinie am Nordrand der Fernigerzone macht es wahrscheinlich, dass mit dem Kalkkeil auch die ganze Zone der Fernigerschiefer tertiär eingekeilt wurde. Dieselbe war eine Mulde im äussersten Schiefermantel des zentralen Aargranites und seinem Teilerguss (Erstfeldergneis) und wurde bei der

Alpenfaltung vom im Süden angepressten Aargranit eingestaucht. (Vergl. Fig. 10).

Es lässt sich unschwer zeigen, dass die im vorstehenden erwähnte Linie der südwestlichen ehemaligen Fortsetzung des Kalkkeiles die gleichen Gesteine enthält, die bei Fernigen den Kalkzug begleiten.

*Das Bristen-Fernigen-Karbon und die begleitenden Quarzporphyre.*

(Vergl. Fig. 9.)

KÖNIGSBERGER zeichnet mit Recht auf seiner Karte einen den Fernigerkalkkeil südlich begrenzenden durchgehenden Zug von Quarzporphyren und Karbon.

Bei mehrmaligem Begehen der Strecke von Fernigen über Rotbergli und Siglisfadgrätli ins Inschialptal kam ich zu den folgenden Vorstellungen über diese Zone:

1. Dicht südlich von der Linie des Mesozoicums stehen bis 100 und mehr Meter mächtige Quarzporphyre mit Tonschmitzen an, oft deutlich graphitisch und konglomeratisch, die mit mindestens so viel Recht als „Karbon“ bezeichnet werden dürfen wie WALTER STAUBS Karbon an der Gotthardstrasse, östlich unterhalb Hohenegg, dessen Fortsetzung wir im Siglisfadgrätli offenbar vor uns haben.

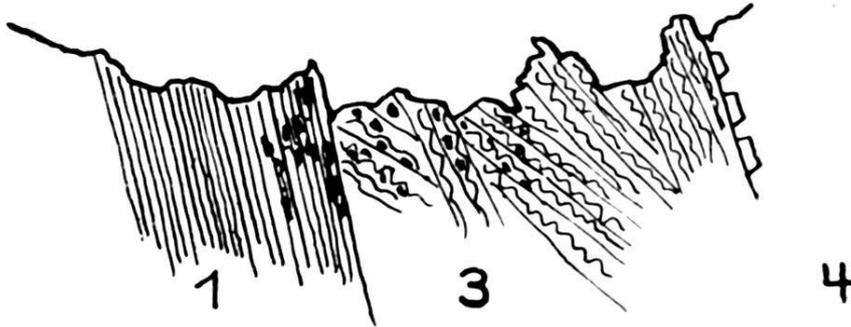
2. Es ist eine sehr deutliche Diskordanz zwischen dem Karbon und Mesozoicum zu sehen. Das Karbon ist voll flacher Überschiebungslinien. Auch da, wo der Kalkkeil fehlt, wie im Siglisfadgrätli (Fig. 9 oben) oder wo das Karbon nur durch den Keil vom Erstfeldergneis getrennt ist wie im Furtwangsattel (Fig. 9 unten) ist diese Diskordanz zwischen dem Karbon und allem nördlich davon gelegenen deutlich zu sehen.

Vielleicht bedeutet diese durch die Diskordanz angedeutete Grenze nördlich vom Karbon, dass dieses Karbon die Oberfläche des zentralen Aargranites und seiner Schiefer darstelle, während alles nördlichere zum Erstfeldergneis zu stellen sei (wie schon S. 194 angedeutet).

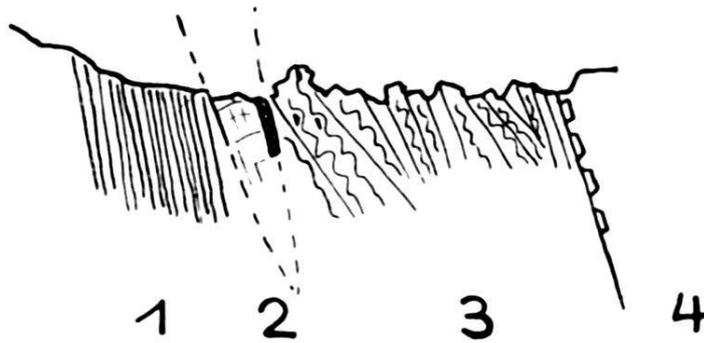
Die tertiär verschärfte Diskordanz, vielleicht ist sie überhaupt nur tertiär entstanden, wird durch die Petrographie nicht gestützt. So scharf stellenweise die tektonische Grenze zu sein scheint, oft finden sich bis weit in die Fernigerschiefer hinein tonreiche Einlagerungen, oft konglomeratisch ausgebildet, die auch als Karbon bezeichnet werden müssen.

Dieser sedimentäre Tonschiefer und deutliche Karbongesteine enthaltende Sericitgneiszug bildet südwestlich vom Griesenhörnli, wo die Quarzporphyre nur selten deutlich aus-

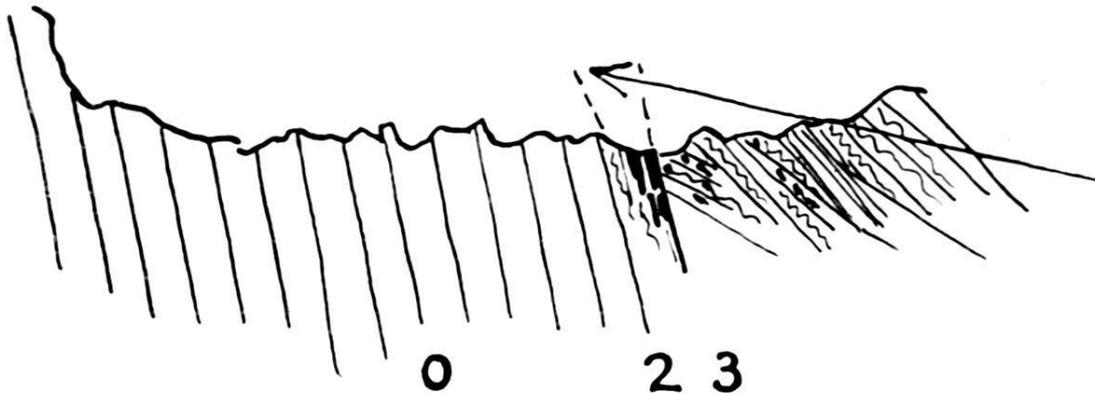
## SIGLISFADGRÄTLI



## ROTBERGLI



## FURTWANG



*Fig. 9.* Bristenkarbonprofile.

o = Erstfeldergneis, 1 = Fernigerschiefer, 2 = Trias, Jura, 3 = Quarzporphyre mit Tonschiefer, 4 = Rand des Zentralgranites.

gebildet sind, den besten Beweis, dass wir noch im Streichen der Fernigermulde sind und fand sich zweifellos wieder in der Gegend der Gaulihütte, im Gauligrat, in den Südgräten des hintern Fiescherhorns und des Kranzberges.<sup>1)</sup> Damit erhalten wir nördlich an der Lötschenlücke vorbei zwangslos die Verbindung mit dem Graphit und Karbon von Goltschenried und Faldumalp im Lötschental.

Die Fernigerschiefer sind also ein Stück muldenförmig eingesenkter äusserster Oberfläche des zentralen Aarmassives. Schon FISCHER (10) sagt vom Triftgebiet, dass diese Schiefer oft wenig tief hinabgreifen.

Auf der Höhe des Massivs fanden sich ähnliche Verhältnisse. Im Fiescherhorn-Grünhornkamm ahnt man geradezu das Auskeilen der Schiefer unterm Firnbelag des Ewigschneefeldes (Profil III).

### III. Zusammenfassung und Entstehungsgeschichte der Berner Hochalpen.

(Vergl. hauptsächlich Fig. 10 und die Profile.)

Es ist nötig, den Ost- und den Westflügel des Massivs getrennt für sich zu betrachten. Nicht nur die im Westen grössere Schubweite macht einen Unterschied aus gegenüber dem Osten, sondern auch der Umstand, dass östlich vom Wendenjoch der autochthone Sedimentmantel sowohl das Gasternmassiv wie die Erstfeldergneise diskordant und ziemlich ungestört überdacht muss im Auge behalten werden. Im Osten, in der Tiefe scheint also die Anpressung der Erstfeldergneise an den Gasternlakkolithen schon prätriadisch vorbereitet gewesen zu sein. Das ist was KÖNIGSBERGER (20) meint, der sagt, dass hier tertiär mit dem Kristallinen nicht mehr viel geschehen sei.

Ich gebe hier kurz einige der Hauptphasen der Entwicklung.

#### 1. Prämittelkarbonisch.

An Stelle des heutigen Gasternmassivs haben wir ein vielleicht hercynisch, vielleicht kaledonisch aufgetürmtes Rumpfgebirge. Es besteht aus uralten (Silur? Devon?) Kalken und Tongesteinen, die metamorphisiert wurden durch den vorher eingedrungenen Gasterngranit.

<sup>1)</sup> Im Sommer 1920 fand RUD. WYSS im Agassizjoch ca. 1 m mächtig sehr charakteristische und stark sedimentäre Tonschiefer.

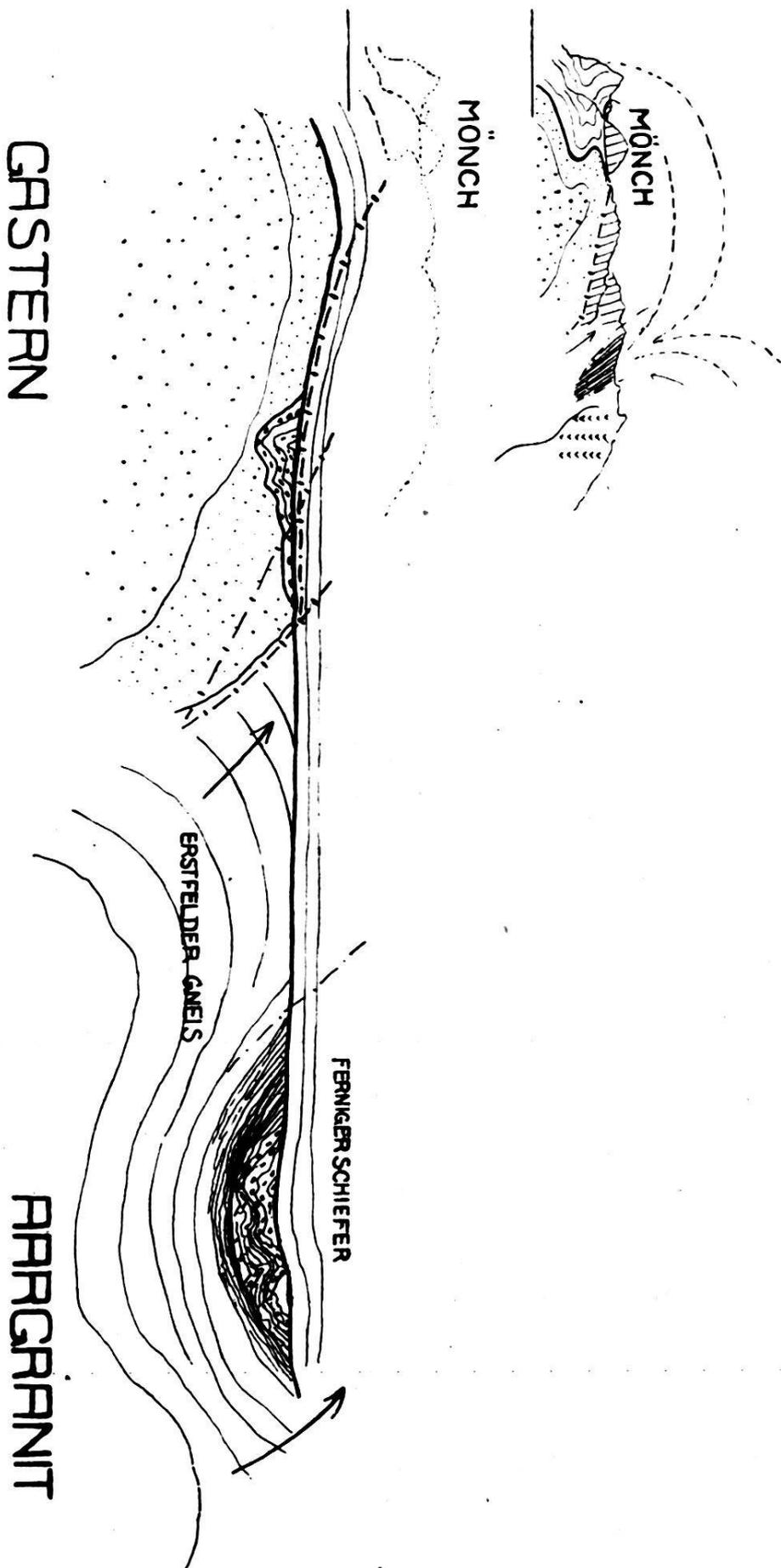


Fig. 10. Entstehung der Ueberschiebung des Zentralmassivs auf das Gasternmassiv.

Dieses SW—NE streichende Rumpfgebirge ragt vielleicht kaum über das heutige Meeresniveau. Südlich davon, wo heute die höchsten Gipfel liegen, ist alles eben und zeitweise Meer.

### 2. *Mittelkarbonisch.*

Während der Mittelkarbonzeit (ESCHER, 6 Stephanien) wurde auf der Südabdachung, vielleicht in sehr ausgedehntem Umfang, vielleicht nur in zwei Zügen, die heute Wenden und Bristen-Fernigen entsprechen, Karbon abgelagert.

Der Zentralgranit mit dem Teilerguss der Erstfeldergneise und den Fernigerschiefern in seiner äussersten Hülle ist vielleicht schon da, aber er ruht noch in der Tiefe.

### 3. *Spätkarbonisch.*

Eine Faltung (die zweite hercynische?) ergreift das Karbon. Im Osten werden die Erstfeldergneise bereits an das Gasternmassiv angepresst.

### 4. *Permisch.*

Während einer langen Festlandsperiode wird die permokarbonische Abrasionsfläche herausmodelliert, auf die wir heute so grossen Wert legen möchten.

### 5. *Postpermisch.*

Die Trias-Eocänenmeere überfluten in abwechselnder Transgression und Regression den Gastern-Erstfelderrücken. Bekannt sind die grossen faciiellen Unterschiede der Trias-Doggerprofile zwischen Nord und Süd und West und Ost von diesem Rücken.

Ich erwähne nur den auffallend mächtigen Lias südlich des Lötschenpasses. Oder auch die Unterschiede in der Trias, die bei Fernigen und am Griesenhörnli sozusagen völlig fehlt, während sie am Furtwangsattel teilweise vorhanden und am Spannort sehr mächtig ist. Diese Stadien sind in Fig. 10 unten dargestellt.

### 6. *Die tertiäre Alpenfaltung.*

Erst durch die alpine Faltung und nachherige Erosion entstand das heutige Bild (Fig. 10 oben und die Profile).

Der Zentralgranit mit seinem Nebenerguss (Erstfelder) wurde nach Norden geschoben bis er am Gasternmassiv Widerstand fand. Im Osten in der Tiefe fand Stauung statt. Auf der

Höhe des Massives dagegen wurde der auskeilende dünne Westflügel des Zentralgranites und Erstfeldergneises durch die von Süden andrängenden Massen auf den Gasternrücken hinaufgeschoben. Dabei fanden Zerreibungen und Überschiebungen statt, wie die Strichpunktlinien in Fig. 10 andeuten. Die Erstfeldergneise wurde dabei zwischen dem Gasternrücken und dem andrängenden Zentralgranit auf den erstern emporgequetscht, der Bruch<sup>1)</sup> zwischen dem festen Klotz der Erstfeldergneise und den weichen Fernigerschiefern bildete sich aus und die Fernigermulde, bestehend aus Schiefern und Mesozoicum, wurde eingestaucht.

Erst die einsetzende Erosion hat die alte permokarbonische Abrasionsfläche des Gasternlakkolithen wieder blossgelegt. In der Zone des Erstfeldergneises und des Zentralgranites ist von der permischen Oberfläche wenig mehr zu sehen. Dieselbe wurde bei der Alpenfaltung hoch über das heutige Niveau der höchsten Gipfel emporgehoben und ist abgewittert. Nur am Ostflügel beim Scheidnössli und im Spannortgebiet und in der Fernigermulde unterm Kalk zeigt auch diese Zone Partien, die im Perm schon Oberfläche waren.

In Profil I deutet ein Fragezeichen über dem Hintergrund des Lötschentales darauf, dass es noch nicht möglich war, hier zu einem sichern Abschluss zu kommen.

Es ist eine auffallende Konvergenz im Streichen des Wendenkarbons und des Fernigerkarbons gegen das Lötschental zu konstatieren. Das Wendenkarbon streicht E 33 N, die Fernigerzone E 10–15 N. Das bedeutet wohl ein Auskeilen der zwischenliegenden Erstfeldergneise nach Westen. Deutlich keilen auch die Fernigerschiefer aus. Vielleicht keilt auch der zentrale Aargranit dort aus.

Dieses Auskeilen und damit Schwächerwerden des Aarmassivs gegen Westen erklärt die grössere Schubweite hier gegenüber dem Osten.

Ich bin nicht sicher, ob der Erstfeldergneis sich westlich von der Jungfrau in Breithorn und Tschingelhorn fortsetzt oder nicht.

<sup>1)</sup> Es ist auffallend, dass dieser Bruch nur am Nordrand der Fernigerschiefer deutlich ist, wie auch der Nordkontakt des Fernigerkalkkeiles stärkere mechanische Beeinflussung zeigt als der Südkontakt. Das drängt immer wieder die Vermutung auf, als ob die ganzen Fernigerschiefer zum zentralen Aargranit zu stellen seien. Ein entscheidendes Wort ist aber heute noch unmöglich, weil diese tektonischen Grenzen nur nach erschöpfenden petrographischen Untersuchungen auch als eventuelle petrographische Grenzen erkannt werden können. Und dazu fehlen heute noch die nötigen Studien.

Die Möglichkeit darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass er vollständig aufhört und an seiner Stelle im Breithorn Schiefer des Bietschhorngranites stark nach Norden vorgeschoben wurden. Diese Frage ist im Zusammenhang mit südlicheren Gebieten zu beantworten.

Ich darf aber meine Südgrenze nicht überschreiten, da mein Freund RUD. WYSS von Meiringen, zurzeit in Bern, bereits begonnen hat, einen nächstsüdlichen Streifen des Aarmassives zu bearbeiten.

### Bemerkungen zu den Querprofilen durch die „nördliche Gneiszone“ (Tafel II).

Für jedes der Profile Nr. I—XIII ist eine Basislinie im Niveau 500 m angegeben. Sie entsprechen Schnitten senkrecht zum Streichen des Wendenkarbons (E33 N). Der Sedimentmantel und der Rand des zentralen Aargranits sind nur andeutungsweise in die Profile aufgenommen.

Nr. I. Gspaltenhorn—Tschingelpass—Mutthorn(hütte)—Tschingelhorn—Breithorn—Sattellegi—Faldum—Lötschental.

Nr. II. Schwarzer Mönch—Silberhorn—Jungfrau—Rottalhorn—Gletscherhorn—Kranzberg—Lötschenlücke.

Nr. III. Wengernalp—Mönch—Oberes Mönchsloch—Trugberg. Grosses Fiescherhorn—Hinteres Fiescherhorn—Kleines und Grosses Grünhorn. Finsteraarhorn.

Vordergrund: Jungfraujoch—Firn—Concordia.

Nr. IV. Grindelwald—Mettenberg—Gwächten—Kleines u. Grosses Schreckhorn—Grosses Lauteraarhorn—Kleine Lauteraarhörner.

Vordergrund: Zäsenberg.

Nr. V. Rosenlaur—Engelhörner—Gstellhorn—Dossenhütte—Dossenhorn—Renfenhorn—Hangendgletscherhorn—Gaulihütte.

Nr. VI. Burg—Urbachtal—Laubstock—Bettlerhorn—Galauistöcke—Mattenlimmi—Ritzlihorn.

Vordergrund: Leimigerrundhöcker oberhalb Schrättern im Urbachtal.

Nr. VII. Innertkirchen—Pfaffenstock—Benzlauistock—Mährenhorn—Furtwangsattel—Steinhaushorn—Kilchlistock.

Nr. VIII. Pfaffenhut—Schafläger—Wendentalp—(Grätli—Urat—Vorbettlihorn) Gadenlausee—Giglistock—Steinlimmi—Vorder-Tierberg—Hinter-Tierberg—Gwächtenhorn.

Vordergrund: Trifttal, Schaftelen—Bösgraben—Windegghütte—Trift.

Nr. IX. Titlis—Wendenloch—Fünffingerstöcke—Susten—Griesenhörnli—Stücklistock.

Nr. X. Goldboden (Engelberg)—Wichelplankstock—Murmelsplankstock—Kanzelfluh—Fernigen—Litzigstock.

Nr. XI. Schlossberg—Grosses Spannort—Zwächten—Bächlistock—Rotbergli.

Nr. XII. Krönte—Siglisfadgrätli.

Nr. XIII. Scheidnössli—Grosse u. Kleine Windgälle.

## Literaturverzeichnis.

0. ARBENZ, P., Die Faltenbogen der Zentral- und Ostschweiz. Vierteljahrschrift d. Naturforsch. Ges. Zürich, 1913.
1. BALTZER, A., Der mechanische Kontakt von Gneis und Kalk im Berner Oberland. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lfg. 20. 1880. Mit einem Atlas.
2. BALTZER, Das Aarmassiv (mittlerer Teil) nebst einem Abschnitt des Gotthardmassivs, enthalten auf Blatt XIII. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. Liefg. 24. 1888.
3. BUXTORF, A., und TRUNINGER, E., Über die Geologie der Doldenhorn-Fisistockgruppe und den Gebirgsbau am Westende des Aarmassivs. Verhandl. Natforsch. Ges. Basel. XX. 2. 1909.
4. COLLET, L. W., REINHARD, M., et PARÉJAS, ED., Note préliminaire sur la géologie de la Jungfrau et le chevauchement du massif de l'Aar sur celui de Gastern. Archives des sc. Phys. et nat. 5<sup>me</sup> Per. Vol. 1. Genève 1919.
5. COLLET, L. W. et REINHARD, M., Relation entre le massif des Aiguilles Rouges et celui de l'Arpille (Valais). Suppl. aux Archives des sc. Phys. et nat. Genève. Vol. 37. Nr. 2. 1920.
6. ESCHER, G. B., Über die prätriasische Faltung in den Westalpen, mit besonderer Untersuchung des Carbons an der Nordseite des Tödi (Bifertengrätli) mit einem Anhang über das Scheidnössli etc. Roeloffzen-Hübner, Amsterdam 1911.
7. FELLEBERG, EDM. v., „Beiträge“. Lief. 21. Blatt XVIII. 1893.
8. FELLEBERG, EDM. v., Geologische Übersicht über das Exkursionsgebiet, i. e. den zentralen Teil des Finsteraarhornmassives. Jahrb. S. A. C. Bd. XXII.
9. FELLEBERG, EDM. v., Die Kalkkeile am Nord- und Südrand des westlichen Teiles des Finsteraarhornmassives. Mitteil. bern. naturforsch. Ges. Bern 1881.
10. FISCHER, O. Über einige Intrusivgesteine der Schieferzone am Nordrand des zentralen Granites aus der Umgebung der Sustenhörner. Tscherm. Min. und petr. Mitteil. Bd. XXIV. Heft 1 u. 2.
11. HEIM, ALB., Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel 1878.
12. HEIM, ALB., „Beiträge“. Lfg. 25, 1891. Blatt XIV, 1885.
13. HEIM, ALB., Geologie der Schweiz. Bd. II. Lfg. 2. 1920.
14. HEIM, ALB. und ARN., Die Juramulde im Aarmassiv bei Fernigen (Uri). Geolog. Nachlese Nr. 25 mit 3 Textfiguren und 4 Tafeln. Vierteljahrschrift naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 61. 1916.
15. HEIM, ARNOLD, Der Kontakt von Erstfelder Gneis und Trias am Scheidnössli. Eclogae Vol. XIV. Nr. 2. 1916.
16. HEIM, ALB. und ARN., „Scheidnössli“. Naturf. Ges. Verh. 1917.
17. HUGI, E., Kontaktschollen im Gneis des oberen Lauterbrunnentales. Eclogae 1915.
18. HUGI, E., Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen in der nördlichen Gneiszone des zentralen Aarmassives. Eclogae geol. Vol. IX. Nr. 4. 1907.
19. HUGI, E., Zur Petrographie und Mineralogie des Aarmassivs. Extrait des Eclogae geol. Helv. Vol. XV. Nr. 4. 1920.
20. KÖNIGSBERGER, JOH., Erläuterungen zur geolog. und mineralogischen Karte des östlichen Aarmassives von Disentis bis zum Spannort. Freiburg i. Br. und Leipzig. 1910.

21. LOTZE, R., Beiträge zur Geologie des Aarmassives. Untersuchungen über Erstfelder Gneise und Innertkirchner Granit. Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesell. Bd. 66. Abhandl. Heft 2.
22. LUGEON, M., Sur la coloration en rose de certaines roches du massif des Aig. Rouges. C. R. Acad. des Sciences, Paris. T. 162. P. 426. Séances du 20 mars 1920.
23. PLOEG, P. VAN DER, Geologische Beschreibung der Schlossberg-Spannortgruppe, mit geologischer Karte 1:50000. Diss. Eclog. geol. Vol. XII. Heft 2. 1912.
24. SAUER, A., Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. Sitzungsber. der kgl. preuss. Akad. d. W. 1900.
25. SAUER, A., Über die Erstfeldergneise am Nordrande des Aarmassivs. Ber. über die Vers. des oberrh. geol. Vereins. 38. Vers. Konstanz 1904.
26. STAUB, WALTER, Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal im Kanton Uri, mit 15 Figuren und 3 Tafeln, dazu geol. Spezialkarte 1:50000. Beiträge geol. Karte d. Schweiz n. F. Lfg. XXXII. 1911.
27. STAUB, WALTER, Beobachtungen am Ostende des Erstfeldermassives, mit 1 Figur und 1 Tafel. Geologische Rundschau Bd. III. 1912.
28. SWIDERSKI, B. v., Geologische Karte vom Westteil des Aarmassives 1:50000. 1920/21.
29. TOBLER, A., Über die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs, mit Benutzung der Manuskripte von U. STUTZ. Verhandl. natf. Ges. Basel. Bd. XII. 1900.
30. TRUNINGER, Geologisch-petrographische Studien am Gasterenmassiv. Diss. Bern 1911.

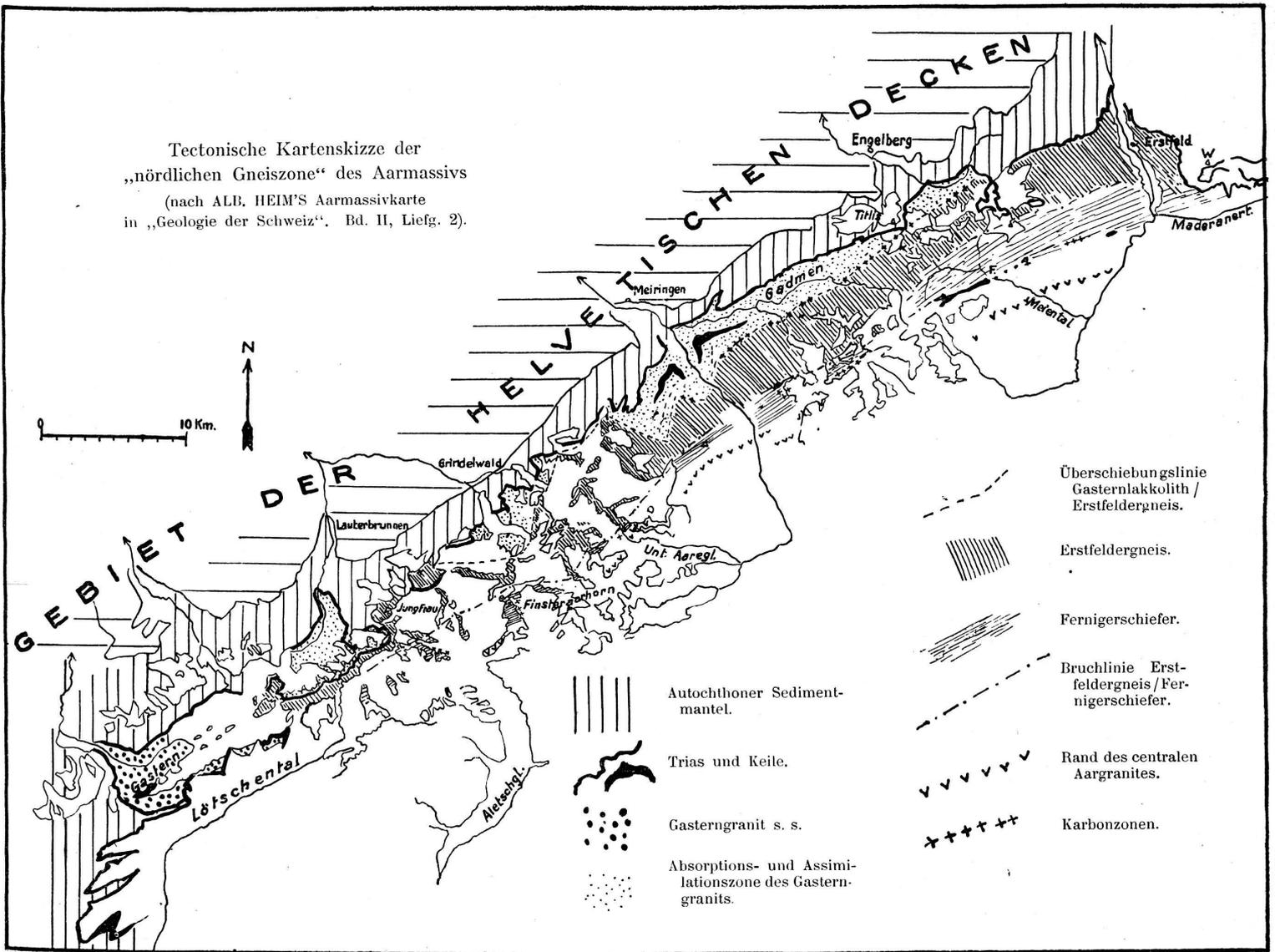
Eingegangen am 24. Dezember 1920.

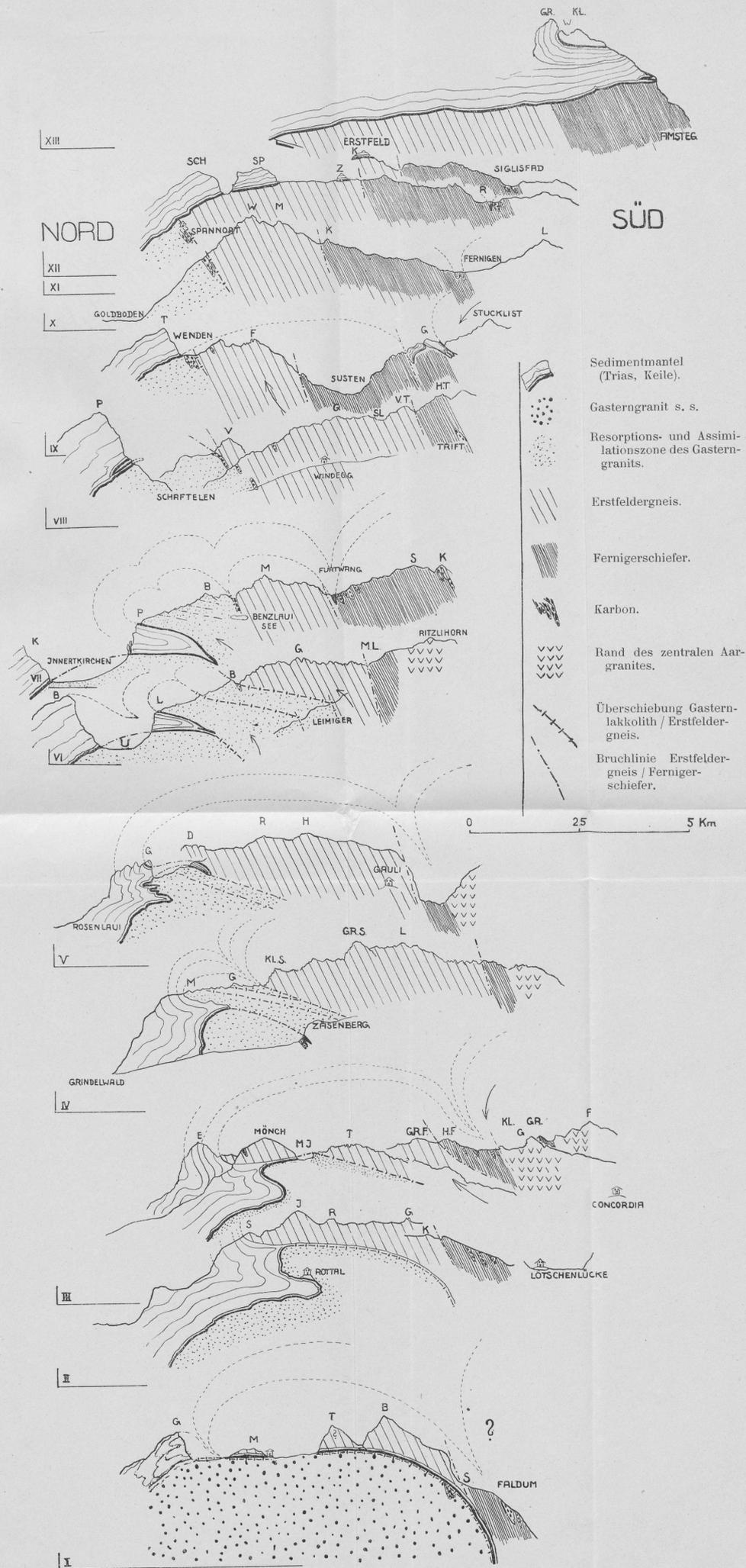
## Ueber ein Glaukophangestein aus dem Avers.

VON RUDOLF STAUB.

Glaukophangesteine schienen bis vor kurzem den penninischen Decken Graubündens völlig zu fehlen. Erst die genauere Untersuchung der Bündnerschiefergebiete des Bergells deckte 1918 zwei kleinere Vorkommnisse von Glaukophanprasiniten im Gebiet des Piz Duan und der Furcella auf. Damit waren Anstoss und Wegleitung gegeben zu weiterer Forschung. Die Glaukophangesteine des Duangebietes konnten nicht die einzigen Graubündens sein, und es blieb daher nur eine Frage der Zeit, dass weitere Vorkommnisse dieser Art, besonders etwa in derselben tektonischen Einheit, gefunden wurden. Bei der petrographischen Eigenart und der wichtigen Rolle, welche die Glaukophangesteine in den Westalpen spielen, mussten solche weiteren Funde in Bünden in hohem Masse willkommen sein.

Tectonische Kartenskizze der  
 „nördlichen Gneiszone“ des Aarmassivs  
 (nach ALB. HEIM'S Aarmassivkarte  
 in „Geologie der Schweiz“. Bd. II, Liefg. 2).





Querprofile durch die „nördliche Gneisszone“ des Aarmassivs.