

# DAS TEKTONISCHE FENSTER VON FISCHBACH

VON

FRANZ HERITSCH IN GRAZ

(MIT 3 TAFELN UND 6 TEXTFIGUREN)

---

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 28. OKTOBER 1926)

---

## I. Einleitung.

Nicht mit Unrecht heißt die Oststeiermark »die vergessenen Lande«. Diese Bezeichnung, die für das sanfte Berg- und Hügelland östlich der Raab üblich ist und wegen der noch immer ungehobenen wirtschaftlichen Schätze traurig stimmt, würde fast ganz auch in geologischer Hinsicht gelten, wenn nicht durch die Arbeiten von Mohr im Wechselgebiete und in dessen nächster Umgebung ein freundlicher Lichtblick gegeben wäre. In geologischer Beziehung ist die Vergessenheit etwas zu entschuldigen, denn die liebliche, aber aufschlußarme Landschaft kann sich mit den westlicheren, hohen und daher gut aufgeschlossenen Regionen nicht messen.

Geologische Aufgaben gibt es in diesem Berg- und Hügelland der Oststeiermark in Menge, und man kann sagen, daß die geologische Wissenschaft hier erst in den Anfängen steht; denn es ist ein Gebiet, in dem man vor tektonischen Überraschungen nicht sicher ist.

Ich habe im folgenden die Verhältnisse zu schildern, die sich um die »Enklave von Semmeringgesteinen«, wie Vacek seinerzeit sagte, um jenes sich im wesentlichen südlich von Fischbach findende Vorkommen von Semmeringkalk und Semmeringquarziten, beobachten lassen.

Der Gebirgsbau dieses kleinen Gebietes (etwa ein Achtel des Spezialkartenblattes Birkfeld) war bisher in ganz unbefriedigender Weise bekannt. Ganz klar geht das aus folgenden Tatsachen hervor: Alle in der letzten Zeit erschienenen alpin-tektonischen Synthesen schweigen sich gründlich über das Gebiet von Fischbach aus, und in meiner Geologie von Steiermark (1921) wird sowohl aus der Darstellung als auch aus der beigegebenen Karte 1:300.000 (die im wesentlichen auf den Aufnahmen von Vacek beruht) der unbefriedigende Zustand unsrer Kenntnisse allzu klar, wenn das auch nur sozusagen zwischen den Zeilen zu lesen ist. Die Gründe für diesen auf die Dauer unhaltbaren Zustand sind folgende:

a) Unter der phyllitischen Basis des Grazer Paläozoikums liegt, von Anger gegen N streichend, eine Serie von sehr verschiedenen krystallinen Schiefergesteinen mit vereinzelt Marmorbändern, die, wie die Karte Vacek's (siehe Heritsch, Geologie von Steiermark) zeigt, spitz gegen den Gneis von Birkfeld ausgehen.

b) Im Gebiete von Gasen und des Sauren Kogels erscheinen in bisher unbekannter Stellung Amphibolgesteine, welche Vacek mit den Gesteinen des Rennfeldzuges in Parallele setzt.

c) Östlich des Semmeringmesozoikums von Fischbach und bei Birkfeld und östlich vom letztgenannten Ort findet sich auf Heritsch' Karte in der Geologie von Steiermark eine große Fläche ausgedehnt mit der Verlegenheitsbezeichnung: »Gneis im allgemeinen.« Die Unsicherheit in der petrographischen und tektonischen Stellung dieses Gneises, dann das große Phyllitfeld, das in der genannten

Karte den Teufelstein und dessen Umgebung bildet und von da in großer Verbreitung gegen N und W aber auch bis gegen den Amphibolit des Sauren Kogels zieht, treten in greller Weise hervor.

d) Die größte Unkenntnis herrscht über den Quarzit und den Semmeringkalk von Fischbach, auch wenn man nur deren Beziehungen zu den umgebenden Gesteinen ins Auge faßt; denn nach den bisherigen Ansichten schien es klar zu sein, daß diese »Semmeringenklave« auf den verschiedenen Schiefergesteinen liege auf den Phylliten des Teufelsteines, auf dem »Gneis im allgemeinen«, auf den Hornblendegesteinen des Sauren Kogels. Kurz, es konnten die bisherigen Kenntnisse nicht anders ausgelegt werden als durch die Annahme der Auflagerung der Semmeringgesteine auf den genannten krystallinen Massen.

Alle diese Faktoren zusammen ergaben die absolute Unsicherheit über die tektonischen Verhältnisse von Fischbach.

Ganz kurz sei die über unser Gebiet recht spärliche geologische Literatur erörtert, wobei nur auf die wesentlichen, neue Standpunkte bringenden Veröffentlichungen Bezug genommen wird.

Bereits Andrae (Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1854) bringt in seinem Aufnahmebericht eine Reihe von trefflichen Beobachtungen — so z. B. eine recht gute Beschreibung des Birkfelder Gneises, die Erwähnung der Amphibolgesteine von Gasen usw. Aber tektonische Schlüsse oder die Festlegung der Lagerungsverhältnisse fehlen und können füglich auch in dieser Zeit kaum erwartet werden.

Die Beobachtungen früherer Autoren faßt D. Stur in seiner Geologie von Steiermark zusammen (Graz, 1871) und gibt ein treffliches Bild der Verteilung der Gesteine; diesem fast atektonischen Zeitalter entspricht das fast vollständige Fehlen der Erörterungen über die Lagerungsverhältnisse. Den Quarzit und Kalk von Fischbach hält Stur für Silur.

Im Rahmen der Geologischen Reichsanstalt hat Vacek das Blatt Birkfeld aufgenommen. Wenn man bedenkt, daß dieser Forscher in der kurzen Zeit eines Jahres mehr als ein Kartenblatt fertigmachen mußte, so muß man staunen, welche Fülle von Beobachtungen er auf seiner Karte, die leider nur handkoloriert vorliegt, versammelt hat. Bedauerlich ist es, daß Vacek nur einen kurzen Bericht über seine Aufnahmen veröffentlicht hat (Verhandl. der Geol. Reichsanstalt, 1890). In diesem Bericht und auf seiner Karte hat Vacek ausgeschieden: die Amphibolite des Sauren Kogels und der Dissau, den nordsüdlich streichenden Zug der Glimmerschiefer, die aus der Gegend östlich von Gasen über Kogelhof nach Anger ziehen und unter die Schöckelkalke des Zetz hineinstreichen. Auf Vacek's Karte (siehe dazu die danach gezeichnete Karte in Heritsch', Geologie von Steiermark) erscheinen in großer Verbreitung im Gebiete des Teufelsteins, im oberen Weißenbachgraben, auf der Schanz und von da gegen das Mürztal eine gewaltige Fläche einnehmend Quarzphyllite. Dem damaligen Stande der petrographischen Forschung entsprechend hat Vacek diese Gesteine seiner Quarzphyllitgruppe zugerechnet. Es kann nicht geleugnet werden, daß sich in diesem Gebiete wirklich Phyllite befinden, aber für das hier in Behandlung stehende Terrain wird im folgenden Abschnitte eine andere Deutung dieses scheinbar phyllitischen Komplexes versucht werden.

Eine Erkenntnis Vacek's ist für die folgende Zeit bahnbrechend gewesen. Er konnte infolge seiner Erfahrungen in weiten Gebieten der Zentralalpen feststellen, daß die Quarzite und Kalke von Fischbach der Semmeringentwicklung entsprechen. Diese Parallele ist die Grundlage der modernen Forschung geworden und konnte von allen späteren Autoren nur auf das lebhafteste bestätigt werden.

Vacek gehört noch dem atektonischen Zeitalter der Erforschung der östlichen Zentralalpen an; er geht von der Vorstellung einer Art von Nebeneinander der Gesteinskomplexe aus, die unkonform zueinander liegen sollen. Der Gedanke der großen Verfrachtungen hat — trotz Heim's Glarner Doppelfalte — damals noch nicht die Ideen der Geologen beherrscht.

Nachdem Mohr (Mitteil. d. Wiener Geol. Ges., III. Bd.) im Jahre 1910 eine tektonische Lösung der Lagerungsverhältnisse im Semmeringgebiete gegeben hat und so die moderne tektonische Forschungszeit für den Nordostsporn der Zentralalpen eröffnet hat, hat Heritsch (C. M. G. P. 1911) in einer kleinen Studie eine Lösung der Mürztaler Tektonik gegeben. Hier interessieren nur die Angaben über die sogenannte Pretuldecke — allerdings glaubt Heritsch fälschlicherweise, daß es sich bei den Schiefen dieser Schubmasse um Wechselgesteine handle. Die phyllitischen Gesteine hält Heritsch — dem damaligen Zustande der petrographischen Forschung beiläufig noch entsprechend und daher vielleicht noch entschuldigbar — für wirkliche Phyllite; jedenfalls sind die von ihm angezogenen phyllitischen

Gesteine Grobneisphyllonite. Heritsch gibt die Abgrenzung der Pretuldecke beiläufig auf der Linie Mürzzuschlag—Kindberg—Stanz—Fischbach und glaubt daher, daß Quarzit und Kalk von Fischbach auf den Schiefen des Teufelsteins liegen; doch findet sich schon vermutungsweise die Ansicht ausgesprochen, daß die Semmeringgesteine von Fischbach im S wieder von Gneis überlagert werden.

Mohr (Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 88. Bd., 1912) hat den Versuch gemacht, den Bau des gesamten Nordostspornes der Zentralalpen im Sinne der Deckentheorie zu deuten. Bezüglich des Gebietes von Fischbach zeigt Mohr, daß das Krystallin der Pretuldecke nicht mit dem Wechsel zusammengeworfen werden darf, sondern durch das quarzitisches-mesozoische Band von Rettenegg vom Wechsel getrennt ist.

Hinsichtlich der Stellung der Quarzite und des Semmeringkalkes von Fischbach schließt sich Mohr den Anschauungen von Heritsch an, denn er trennt die Pretuldecke durch den Zug Stanzertal—Fischbach gegen die höheren Schubmassen ab; auf seiner Karte 1 200.000 erscheinen die Semmeringgesteine von Fischbach von einer Bewegungsfläche im N und O umgrenzt, die dann gegen SO ausweicht.

In den beiden synthetischen Darstellungen von Kober (Mitteil. d. Wiener Geol. Gesellsch., 1912, Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 88. Bd., 1912) werden neue Angaben über Fischbach nicht gemacht; auf der Übersichtskarte in den Denkschriften zieht Kober eine Grenze, aus der man vielleicht herauslesen kann, daß er Fischbach und Umgebung zum zentralalpinen System rechnet.

Alle Autoren sind also bisher in Übereinstimmung, daß die Semmeringgesteine von Fischbach über den krystallinen Schiefen der Umgebung liegen.

Mit kurzen Worten gedenkt W. Schmidt (Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1921) der Verhältnisse von Fischbach und Umgebung. Ich führe seine Auseinandersetzungen wörtlich an: »Steiles Einfallen der Trias in der Stanz unter den Rennfeldgneis, sehr steiles Abfallen von ihm in der Fochnitz, weiterhin bis Birkfeld—Anger ein Verhalten, das man als Abfallen der Semmeringgesteine von den Rennfeldgesteinen deuten könnte, das aber durch tertiäre Verstellungen stark beeinflußt ist, so daß es durch die Annahme von Rückfaltungen sehr leicht in dem einen oder anderen Sinne umgedeutet werden kann.«

Die von Schmidt angeführten Vorkommnisse sind jene, die von Heritsch (C. M. G. P. 1911) und Gaulhofer-Stiny (Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt, 1913) beschrieben und als tektonisch Liegendes der Rennfeldmasse angesehen wurden.

Damit ist die Übersicht über die Erforschungsgeschichte abgeschlossen, die einen interessanten Gang in der Reihe der Erkenntnis darstellt. Als Schlußzusammenfassung ist festzustellen: Die Autoren sind entweder der Meinung, daß die Semmeringentwicklung von Fischbach auf dem umgebenden Krystallin liegt, oder sie sind nicht sicher in ihrer Auffassung — jedenfalls aber ist die gesamte Tektonik des Gebietes unbekannt.

## II. Die Gesteinsserien des Berglandes zwischen Birkfeld und Fischbach.

Den Zwecken des dritten, die Tektonik behandelnden Abschnittes entsprechend, werden hier bereits die Gesteinsserien des Krystallins in ihrer tektonischen Anordnung erörtert. Das entspricht nicht etwa einem *circulus vitiosus* in dem Sinne, daß der petrographische Teil das aufzeigen soll, was im tektonischen Teil zu beweisen ist, und daß für das Petrographische die tektonische Beweisführung als Grundlage gegeben wird — bekanntlich ein Weg, der in der Literatur nicht unbegangen ist; dieser Fehler ist dadurch ausgeschaltet, daß in dem Gebiete zwischen Birkfeld und Fischbach die Serien so verschieden sind, daß ihre tektonische und petrographische Umgrenzung zusammenfällt.

### A. Die krystallinen Serien.

Vier sehr verschiedene Gesteinsserien erscheinen im Krystallin; sie werden im folgenden eine sehr unterschiedliche Behandlung finden.

#### a) Das Krystallin von Anger.

Von dieser Serie sei nur der Bestand angeführt: Gneise sehr verschiedener Art, Glimmerschiefer, Diaphthorite, Marmorzüge. Eine Erörterung petrographischer Art erübrigt sich im Hinblick auf die

vortrefflichen Schilderungen dieser Gesteinsserie durch A. Kuntschnig im Gebiete von Anger, d. i. in der streichenden Fortsetzung des in die geologische Karte von Birkfeld und Fischbach fallenden Gebietes (Mitteil. d. Naturwiss. Vereines f. Steiermark, 1927); die Petrographie dieser Serie muß auch deswegen ausbleiben, weil ich beabsichtigterweise diese Serie gar nicht im Detail studiert habe.

Erwähnt sei nur die auf den ersten Blick auffallende Ähnlichkeit mit den Serien der Gleinalpe und der Stubalpe — so z. B. in dem Auftreten der Hellglimmerschiefer, der Glimmerquarzite.

Es handelt sich da eben um die Äquivalente gewisser Serien der genannten Gebiete und des Terrains von Radegund—Weiz, im letzteren Falle um jene krystallinen Gesteine, die als Basis des Paläozoikums von Graz oben durch eine große Schubfläche (Überschiebung des Schöckelkalkes usw.) ebenso wie unten (Überschiebung auf die Grobgneisserie, beziehungsweise auf die Amphibolite des Sauren Kogels) markiert sind.

Da ich nicht die Absicht hatte, die Zone des Krystallins von Anger genau aufzunehmen, führe ich nur einige Gesteine an.

1. Gasenbach, ober der Einmündung des Fischgrabens, Liegendes der Phyllite. Helles, quarzitisch aussehendes Gestein mit dunklen Flecken in s, welche zum Teil Meroxene sind. Unter dem Mikroskop sieht man, daß es ein etwas Hornblende führender Glimmerquarzit ist, der im Typus ganz mit den Gesteinen der Gleinalpe übereinstimmt.

2. Die Hellglimmerschiefer mit großen und kleinen Granaten sind überaus ähnlich jenen Gesteinen, die Angel und ich von der Stub- und Gleinalpe beschrieben haben. Für den internen Schuppenbau der Zone des Krystallins von Anger ist es bezeichnend, daß die hellen Glimmerschiefer in den von Kuntschnig bei Anger studierten Profile nicht vertreten sind.

3. Ein sehr bezeichnendes Glied der Serie sind die von der Gleinalpe so wohlbekannten Biotit-Almandin-Schiefer, von welchen ich einen an derselben Stelle schlug wie das unter 1 beschriebene Gestein. Im Handstück ist es ein schwarzes, geschiefertes Gestein mit Porphyroblasten von Granat. Es stimmt im Handstück und im Schliff vollkommen mit den bekannten Biotit-Almandin-Schiefern der Gleinalpe überein, so daß darüber nichts weiter bemerkt werden soll. Hervorgehoben sollen nur die großen pleochroitischen Höfe mit großem Radius im Meroxen und das wunderschöne verlegte si der Granaten und deren prächtige Walzung werden (Abb. auf Taf. II, Fig. 9).

4. Eine besondere Zone des Krystallins von Anger ist durch Hornblende führende Gesteine ausgezeichnet; das ist jene Zone, welche ich im vorläufigen Berichte über das Fenster von Fischbach (Anzeiger der Wiener Akademie, 1926, Nr. 12) — also noch vor dem Studium der petrographischen Verhältnisse — als zweite Zone der Amphibolite des Sauren Kogels aufgefaßt habe. Ich beschreibe daraus einige Typen und erwähne gleich, daß Vollständigkeit nicht angestrebt wurde; so wurden z. B. die Hornblendegarbenschiefer überhaupt nicht weiter untersucht.

a) Kalksilikatschiefer, Gasenbach, bei der Mündung des Fischgrabens. Im Handstück macht das Gestein einen amphibolitischen Eindruck, mit hellen, dicht unter die Hornblenden eingestreuten Gemengteilen; das Gestein braust mit verdünnter Salzsäure.

Unter dem Mikroskop sieht man in s stehende, zum Teil chloritisierte Hornblende, Quarz, Plagioklas in Linsen und oft breite Lagen von Kalzit. Es handelt sich um einen Kalksilikatschiefer vom Typus jener der Gleinalpe.

Ein zweites Handstück von derselben Stelle zeigt im Schliff eine starke mechanische Beeinflussung.

b) Ebenfalls von der Mündung des Fischgrabens in den Gasenbach stammt ein helles Gestein mit garbenartigen Hornblenden, das im Querbruch gebändert ist. Zwei Elemente bauen den Schliff auf:

α) dicke Lagen, linsenförmig ausgehend, vorwiegend Quarz, etwas Plagioklas in sehr groben Körnern;

β) breite Lagen aus feinstkörnigem Quarz und Plagioklas, darin in s rotbraune Meroxene und große Hornblenden, terner auch helle Glimmer.

Ich halte das Gestein für ein von einer aplitischen Injektion durchsetztes Hornblendegestein.

Sehr merkwürdig sind die Beziehungen der Kalksilikatschiefer und der Hornblendegesteine zu den Glimmerquarziten und Glimmerschiefern des Krystallins von Anger. Wie ein ausgezeichnete Aufschluß

beim Gasenbach (bei der Einmündung des Fischgrabens) und die Aufschlüsse am Rücken von Sonleitberg gegen die Alpenstraße zeigen, handelt es sich um enorme, selbst für unser Hochkrystallin außergewöhnliche Verfaltungen der Amphibolgesteine mit den Glimmerquarziten, um eine Verfaltung, die nicht nur im Handstück, sondern auch im Schlift klar wird.

Diese Zone bezeichne ich im folgenden als Hornblende-Mischungszone des Angerkrystallins.

Es ist nun im Hinblick auf die von Kuntschnig bei Anger studierten Verhältnisse sehr bemerkenswert, daß auch dort eine solche Mischungszone auftritt, und zwar in derselben geologischen Position. Man hat dort wie in dem Schnitte des Gasenbaches zuerst die Zone der Glimmerquarzite des Angerkrystallins. Dann folgt die Mischungszone mit ihren Kalksilikatschiefern, Hornblendeschiefern, mit ihren Glimmerquarziten und Glimmerschiefern; darauf wieder eine mehr oder weniger breite Zone von Glimmerquarziten, Schiefergneisen und jenen oben beschriebenen Biotit-Almandin-Schiefern — ohne Hornblendegesteine. Und erst darüber liegen die Phyllite an der Basis des Paläozoikums von Graz.

### **b) Die Grobgnaisseur.**

Hier sind zwei in unserem Gebiete sehr ungleich vertretene Gesteinsgruppen zu nennen: die Grobgnese (= Mürztaler Grobgnese) und dessen sedimentogene Begleiter. Das Ganze entspricht dem, was Mohr im Wechselgebiete Kernserie genannt hat.

Zuerst werden die Grobgnese abgehandelt.

In der Kernserie des Wechselgebietes fand Mohr (Denkschriften d. Wiener Akad. d. Wissensch. 82. Bd., 1913, p. 346) ein fast noch eugranitische Textur zeigendes Gestein granitischer Beschaffenheit, aus Quarz, Mikroklin, zwillinggestreiftem Plagioklas (mit vielen Einschlüssen, sogenannter gefüllter Plagioklas bei Angel und Heritsch) und Biotit bestehend.

Solche Gesteine, die sich auch noch in diesem Zustande in der Stürzkerogeldecke nördlich des Mürztales finden, sind gleichsam das normale Ausgangsgestein für die im folgenden zu schildernden Umformungen.

Ganz im allgemeinen sind die Gesteine des sogenannten Mürztaler Grobgneseis recht eintönig. Die Mikroklingranite treten hervor, die in verschiedenem Grade verschiefert sind bis zur Ähnlichkeit mit Glimmerquarziten. Mit der Verschieferung dieser Gesteine, die bisher hauptsächlich nördlich des Mürztales studiert worden sind (Stiny, Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt, 1914; Angel, Gesteine der Steiermark, p. 67), wächst der Gehalt an Alkaliglimmern. Diese Typen enthalten braunen Biotit.

Daneben haben eine mächtige Verbreitung Augengneise, deren Augen aus Mikroklin bestehen.

Von Birkfeld hat Stiny (C. M. G. P., 1918) Mikroklingranite und Augengneise beschrieben, die den Mürztaler Gneisen gleichen.

Die von mir aus dem Gebiete von Birkfeld—Fischbach und vom Alpstieg untersuchten Typen sind schon in den am wenigsten hergenommenen Stücken viel mehr verschiefert, als es der Durchschnitt der Grobgnese nördlich des Mürztales ist.

Stiny hat aus dem Mürztal und auch aus der Stanz Grobgnese beschrieben, deren Charakteristik den Unterschied zeigt, der zu jenen Gesteinen besteht, die ich im folgenden vom Alpstieg als Ausgangsgestein der Umformung der Grobgnese beschreiben werde. Stiny fand: Feldspat, vorwiegend Mikroklin, dann Albit, Oligoklas bis Oligoklas-Andesin; Quarz meist in Haufwerken von verzahnten Körnern; blaßgrünlicher bis weißer Muskowit weitaus den Biotit überwiegend; Chlorit, Turmalin, Erz, Zoisit, Epidot, Granat.

Der magmatische Ursprung der Gesteine wird klargestellt durch den Chemismus, durch die Konstanz und Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung, durch die Textur und Struktur bei den mechanisch am wenigsten beeinflussten Typen.

Das Gestein von Birkfeld (Stiny, C. M. G. P., 1918) ist ein grobkörniger Grobgneseis mit blaßroten Feldspaten. Neben Arten mit richtungslosem Gefüge gibt es solche mit ausgesprochener Schieferung, und zwar bilden die letzteren die Hauptmasse; es sind flaserige Augengneise, die bei weitergehender Schieferung bis zu Serizitgneisen gehen. Die geschieferten Typen zeigen eine weitgehende Zertrümmerung und Auswalzung.

Unter dem Mikroskop sieht man Quarz als überwiegenden Gemengteil. Unter den Feldspäten der grobkörnigen Gneise steht der Mikroklin an erster Stelle und fällt durch seine großen Körner auf. Plagioklas (Oligoklasalbit) findet sich in bescheidener Menge. Der dritte Hauptgemengteil ist Muskowit-Serizit; der erstere überwiegt im Augengneis, der letztere im Serizitgneis. Biotit ist selten. Dazu noch Granat, Zoisit, Epidot, Erz, Zirkon.

In dem Steinbruch bei der alten Wollwarenfabrik Queiser wechseln dünn-schieferige, kleinäugige Gneise mit mittel- und grobkörnigen Augengneisen. An den Bewegungsflächen zeigt sich eine besonders starke Serizitisierung und Verschieferung, so daß förmliche Serizitphyllite entstehen; auch gibt es eine Zone besonders starker Serizitisierung und Zerrüttung: die feinblättrigen, serizitphyllitartigen Gesteinslagen sind gequält und gewunden gefältelt, und in der zertrümmerten Masse schwimmen einzelne Quarzaugen und Quarzlinsen.

Der normale Zustand des Grobgneises ist die Durchschieferung. Das erste Stadium ist die Ausbildung von unebenschieferigen, grobkörnigen Gesteinen, bei denen die rötlichen porphyrischen Kalifeldspate langgestreckt und zum Teil von dunklen und hellen Glimmern begrenzt und sogar schon umflossen sind. Von diesem Stadium geht die Umformung weiter bis zur Ausbildung von dünn-schieferigen Typen.

Ein Beispiel — allerdings nicht im Gebiete der Karte liegend — muß hier wegen der vorzüglichen Entwicklung der Umformung beschrieben werden. Die im folgenden erörterten Gesteine liegen an der Straße von Krieglach nach Alpl, am sogenannten Alpsteig in einem Steinbruch östlich vom Gehöft Offenberger. Die den Gesteinen beigeetzten Nummern beziehen sich auf Handstücke und Dünnschliffe, die der Sammlung des Geologischen Institutes der Universität in Graz einverleibt wurden.

Zweifellos liegen in den nachstehenden Gesteinen Materialverschiedenheiten vor, denn man kann unschwer zwei Reihen unterscheiden: Gesteine mit und solche ohne zwillinggestreifte Plagioklase, Gesteine mit und solche ohne Meroxen. Die Gesteine mit den großen Plagioklasen enthalten immer etwas Meroxen, aber der letztere kommt auch vereinzelt in Gesteinen ohne große Plagioklase vor. In der Regel aber gilt es, daß Gesteine mit großen zwillinggestreiften Plagioklasen den Meroxen, wenn auch immer in geringer Menge, führen.

Ganz im allgemeinen gilt für die Gesteine vom Offenberger folgendes sie sind sehr arm an Meroxen, und dieser fehlt den meisten. Mikroklin herrscht vor Nebengemengteile fehlen fast ganz; Erz z. B. ist fast nie vorhanden. Von den Glimmern ist nur der Muskowit (immer leicht grünlich, etwas pleochroitisch), beziehungsweise Schüppchenmuskowit in lebhafter Menge entwickelt. Es handelt sich daher im allgemeinen um sehr helle Gesteine.

Ich beschreibe nun der Reihe nach einige Gesteine vom Offenberger, und zwar derart, daß die Umformung immer mehr zunimmt.

1. Das am wenigsten umgeformte Gestein (Nr. 11) hat einen deutlichen Lagenbau. Die Lagen haben vielfach noch eine rötliche Farbe und sind 2 bis 4 *mm* dick; sie werden immer durch Glimmerlagen von sehr geringer Dicke getrennt, deren dunkle Farbe die Beteiligung von Meroxen anzeigt. Der Hauptbruch ist phyllitisch glänzend.

Der Vergleich des Gesteins z. B. mit dem Grobgneis nördlich von Kindberg zeigt die Unterschiede, denn der Kindberger ist fast noch granitartig (mit großen porphyrischen Feldspäten, oft Karlsbader Zwillinge, im Handstück massig). Dieser noch massige Typus ist nicht mit dem in Rede stehenden Gestein vom Offenberger zu vergleichen — wegen der schon sehr ausgeprägten Paralleltexur.

Auch der Vergleich mit dem Grobgneis vom Massinggraben bei Krieglach zeigt Unterschiede, denn dieses Vorkommen ist kataklastisch geschiefert, und auch der Dünnschliff zeigt die rein brechende Umformung. Das Gestein aus dem Massinggraben hat noch die roten Feldspate und ist daher sowohl im Handstück als auch im Schiff dem berühmten Granit des Pechgrabens bei Weyer zum mindesten sehr ähnlich.

Die Unterschiede zu dem gleich unten zur Erörterung kommenden Grobgneis Nr. 6 liegen im folgenden: eine kleine Beteiligung von rotbraunem Meroxen (mit Sagenitgitter), scharf in s gestellt, nie in zusammenhängenden Lagen, sondern immer in vereinzelt Blättchen. Kleine Muskowitsträhne bilden durchgehende Lagen, die manchmal zu dickeren Anhäufungen in anwachsen. Der Mikroklin ist zermörtelt; es findet sich aber zwischen den Trümmern kein Schüppchenmuskowit. Große zwillings-

gestreifte Plagioklase als Porphyroklasten nie so groß wie die Mikrokline. Quarzkornfasern, deutlich linsenförmig. Der Linsenbau — Gefügeelemente — ist ausgesprochen. Die Mikrokline sind zum Teil in Kornfasern zerlegt, die lang geschwänzt sind. Die Linsen sind von Muskowit umflossen, sie zeigen sich also schon als echte Gleitelemente. Es gibt auch Linsen aus großen Muskowiten mit Plagioklas und etwas Quarz (Abb. Taf. I, Fig. 1). Perthitische Entmischung ist hier wie bei den folgenden die Regel. Die Struktur ist porphyroklastisch.

2. Das zweite Stadium der Umformung (Nr. 14) zeigt auch noch Lagenbau, aber zum Teil sind die Bewegungselemente in größere wohl umgrenzte Linsen zusammengefaßt. Es ist der von der Durchbewegung erzwungene Weiterbau des ersten Stadiums, ausgezeichnet durch die geringere Lagendicke. Die Lagen zeigen aber noch die rötliche, von den Feldspaten erzeugte Färbung. Der Hauptbruch ist phyllitisch glänzend.

Unter dem Mikroskop (Abb. Taf. I, Fig. 2) sind die großen, immer zwillinggestreiften Plagioklase auffallend. Die großen Mikrokline zeigen starke Zermörtelung, wobei die brechende Umformung nicht nur auf die Ränder beschränkt ist, sondern eine Aufblätterung in förmlichen Zermörtelungszonen vorhanden ist. Glimmer begleiten als Gleitfasern die großen Mikrokline.

Unter den Glimmern sieht man sehr wenig Biotit, immer nur in vereinzelt Blättchen. Die Hauptmasse ist Muskowit in Strähnen und Lagen.

Die Struktur ist noch porphyroklastisch.

Von den bisher beschriebenen Typen führt eine Umwandlungsreihe zu phyllitischen Gesteinen.

3. Das dritte Stadium der Umformung (Nr. 6) ist durch ein graues, scharf durchbewegtes Gestein gegeben, das im Handstück aber noch die Zugehörigkeit zum Mürztaler Grobgnais deutlich zur Schau trägt. Die ehemaligen Porphyroblasten sind zu Linsen ausgezogen und voneinander durch grünliche Glimmergeflechte getrennt.

Der Schliff (Abb. Taf. I, Fig. 3) zeigt ein durch die Glimmer sehr scharf ausgeprägtes s; die Glimmer sind aber nicht immer durchgehende Lagen. Zwischen den dünnen Glimmerlagen liegen die dicken Lagen aus Quarz und Feldspat: ein granoblastisches, auf kataklastischem Wege angelegtes Gefüge von Quarz (mit starker welliger Auslöschung), Albit und kleinen Mikroklinen; darin unregelmäßig begrenzte große Mikrokline (Mikroclinmikroperthit), randlich meist zermörtelt, mit welliger Auslöschung, mit sehr kleinen undeutbaren Einschlüssen und mit kleinen Muskowiteinschlüssen. Die großen Mikrokline sind Porphyroblasten. Ferner zeigt der Schliff Quarzkörnerhaufen, die zweifellos aus größeren Krystallen hervorgegangen sind. Der Glimmer ist der leicht grünliche, etwas pleochroitische Muskowit.

Wie Glimmer entsteht, zeigen mehrere große Mikrokline: sie sind zerbrochen, die Trümmer etwas gegeneinander verstellt, jedes Stück mit welliger Auslöschung; in den Klüften fand Ansiedlung von Schüppchenmuskowit statt, dessen Blättchen senkrecht auf die Risse stehen (wie die Antigoritblättchen oder die Chrysotyle in Serpentin), ferner entstand in den Rissen auch Quarz, was bei der Zerlegung von Mikroclin ja der Fall sein muß. Es gibt daher in diesem Gestein neben dem primären Quarz und dem primären Muskowit auch die beiden Minerale als sekundäre Bildungen, als Bildungen aus der Gesteinsumformung.

Von Biotit oder Chlorit ist keine Spur vorhanden; daher kann auch kein solcher vorhanden gewesen sein.

Bemerkenswert ist es, daß der primäre, d. h. der vor der letzten Krystallisation schon vorhanden gewesene Muskowit mechanisch sehr stark hergenommen, förmlich zerrissen ist.

Die Zerreißungsflächen der Mikrokline stehen unter 30 bis 60° auf das s-Gefüge des Gesteins, das sind wohl Scherflächen. Es ist hervorzuheben, daß sie nicht mit kristallographischen Flächen zusammenfallen.

4. Das vierte Stadium der Umformung (Nr. 5) zeigt eine Durchbewegung bis zu einem dünnen Lagenbau, dessen Lagendicke kaum 1 mm erreicht. Die hellen Lagen sind durch dünne grünliche Bänder voneinander getrennt.

Der Schliff (Abb. Taf. I, Fig. 4) zeigt keine großen Plagioklase, sondern nur große Mikrokline; diese sind von Zerreißungsflächen aufgeblättert, die, mit Glimmersträhnen beginnend, in die Mikrokline eindringen. Ganz allgemein ist die Zermörtelung hochgradig. Große, in Schwänze ausgezogene Quarz-

kornfasern. In den Glimmersträhnen finden sich auch dicke Anhäufungen desselben. Der Glimmer ist Muskowit; Meroxen findet sich nur in Spuren. Die Menge des Muskowits ist bereits sehr beträchtlich. Daher muß man schließen, daß er aus anderen mineralischen Bestandteilen durch molekulare Umlagerung hervorgegangen ist. Der Glimmer bildet aber noch keine durchgehenden Geflechte.

Die Textur ist trotz des scharf hervortretenden s-Gefüges noch eine porphyroklastische.

5. Das nächste Stadium (Nr. 3) hat bereits einen phyllitartigen Lagenbau. Trotz des feinen phyllitischen Lagenbaues sind aber doch noch die glimmerumflossenen Gleitlinsen mit freiem Auge deutlich zu sehen. Die durchschnittliche Lagendicke erreicht nicht einen Millimeter. Vereinzelt finden sich auch dickere Linsen. Der Hauptbruch ist rein phyllitisch, der Quer- und Längsbruch grünlich und zeigt die hochkrystalline Beschaffenheit.

Unter dem Mikroskop (Abb. Taf. I, Fig. 5) sieht man Glimmergeflechte und breite Lagen. Die Glimmermenge ist sehr beträchtlich. Die Mikrokline sind in linsenförmige, von Glimmern durchzogene und von solchen umflossene Aggregate umgestaltet. Man sieht sehr langgestreckte Kornfasern von unverzwilligtem Albit (mit Einschlüssen von Muskowit, sogenannte gefüllte Plagioklase), die wohl eine Neubildung sind. Das Kleinkörnergemenge besteht aus Quarz und Albit.

Der Schriff ist vom s-Gefüge ganz beherrscht; daneben aber hat man noch Porphyroklasten deutlich.

Das Gestein entspricht etwa dem Typus C, den R. Staub für die Umformung der Berninagranite aufgestellt hat.

6. Das sechste Stadium der Umformung des Grobgneises (Nr. 17) hat einen ganz phyllitischen Hauptbruch, während der Querbruch gneisartig ist. Das Gestein ist dem fünften Stadium sehr ähnlich.

Der Längsbruch ist grünlich und zeigt vereinzelte Linsen von Quarz und Feldspat, die wie Stengel austreten.

Ähnlich, aber wegen der Glimmer lichter, sind die Diaphthorite, die ich von der Pretulalpe beschrieben habe (Geol. Führer durch die Zentralalpen östlich vom Katschberg und Radstädter Tauern, Berlin, 1926).

Im Dünnschliff (Abb. Taf. II, Fig. 6) sieht man den Meroxen in geringer Menge in einzelnen Blättchen. Der helle Glimmer bildet Geflechte von meist dünnen Strähnen, die oft sehr enge stehen, so daß eine Art von phyllitischem Gefüge entsteht. Der Muskowit umfließt die zerbrochenen Mikrokline, die in Kornfasern ausgezogen sind (mit sogenannten Streckungshöfen am Ende).

Große Plagioklase fehlen. Die Hauptmasse der Minerale zwischen den Glimmersträhnen ist ein granoblastisches, immer sehr flach linsenförmig angeordnetes Gefüge von Quarz und unverzwilligtem Albit.

Der ganze Schriff ist beherrscht von einem ausgezeichneten s-Gefüge. Gesteine gleicher Art habe ich von der Pretulalpe beschrieben; nur sind dort die Mikrokline sehr groß, aber auch in auseinandergezogen.

Das Gestein entspricht etwa dem Typus C bei Staub.

7. Ein weiteres Gestein vom Steinbruch beim Offenberger (Nr. 22) stimmt im Charakter des Haupt- und Querbruches mit den vorigen überein, zeigt aber sehr dünne Lagen, die stellenweise gefältelt sind.

Der Schriff (Abb. Taf. II, Fig. 7) zeigt Strähne von hellen Glimmern, die ein Geflecht bilden; dazu nicht wenig Meroxen. Zwischen dem Glimmergeflecht liegen Linsen von Kleinkörnerhaufwerk: Quarz und Albit. Ferner etwas größere Albite, parakrystallin gebildet, das Innere unverletzt, der Rand deformiert.

Das Gestein entspricht etwa dem Typus D bei R. Staub. Es könnte aber auch ein Paragestein sein — wegen des sehr abweichenden Verhältnisses von Biotit und Muskowit, wegen des Mangels an Kornfasern von zerdrückten Plagioklasen; der Paragesteinscharakter ist um so wahrscheinlicher, weil Spuren von ehemaligem Eisenkarbonat in der Form von limonitischen Resten da sind. Dann wäre es ein Paragneisdiaphthorit.

8. Ein weiteres Gestein (Nr. 15) hat direkt phyllitartiges Aussehen; nur spricht die Beschaffenheit des Querbruches dagegen.

Unter dem Mikroskop (Abb. Taf. II, Fig. 8) sieht man Glimmergeflechte, dazwischen lange Lagen und Linsen von hellen Gemengteilen: Quarz und Feldspat. Selten sind darin noch Körnerhaufen von Albit, deren ehemalige Zusammengehörigkeit offensichtlich ist. Ferner Chlorit nach Meroxen.

Die Durchbewegung ist hier bis zu phyllitischer Feinheit gediehen. Das Gestein entspricht etwa dem Typus *D* von Staub. Es könnte aber vielleicht auch ein Paragestein sein.

9. Das folgende Gestein weicht aus der Reihe aus, denn es ist am Weg zu dem quarzitischen Typus (Nr. 1).

Es sieht fast wie ein Quarzit aus, mit kleinen weißen Linsen, hell. Der Hauptbruch ist nicht phyllitisch, sondern sieht wie ein Quarzit mit einem leichten Glimmerbesteg aus.

Im Schriff sieht man ein Gefüge aus deutlich in *s* gestreckten Quarzen und wasserklaren Plagioklassen mit dünnen Strähnen von hellen Glimmern. Das Übergewicht haben weitaus die Quarze und Feldspate. Vereinzelt treten im Gewebe große Mikrokline auf.

Das Strukturbild nähert sich einem Quarzit mit feinen Glimmerlagen.

Es liegt hier ein durch Materialverschiedenheit bedingter anderer Weg der Umformung vor.

An dieses Gestein schließt sich jener Typus der Gneise an, die im Rabenwald und auch bei Birkfeld eine größere Verbreitung haben. Ich beschreibe kurz ein Gestein von Anger.

Im Handstück ist es weiß, glimmerarm; Glimmer tritt nur als Besteg auf den Bankungsflächen auf, die der Schieferung parallel gehen. Die Schieferung wird nicht durch die in geringer Menge vertretenen Glimmer hervorgerufen, sondern durch die in *s* gestreckten Quarze und Feldspate; die zwischengestreuten Glimmer betonen die Schieferung nur stärker, als es sowieso schon durch das *s*-Gefüge geschieht. Man könnte das Gestein für einen geschieferten Quarzit halten, wenn es nicht in Quer- und Längsbruch die große Beteiligung von Feldspat zeigen würde.

Der Schriff weicht auch von den früher beschriebenen Typen der Grobgneise durch folgende Verhältnisse ab: durch kleine Häufchen von Epidot, durch ziemlich vereinzelt kleine Granaten (ohne jede Spur von Umsetzung, mit anomaler Doppelbrechung).

Die Epidote sind in Zeilen angeordnet. Die Muskowitblättchen bilden dünne Strähne, selten sind sie vereinzelt aneinander gereiht. Die Glimmer treten gegen Quarz und Feldspat an Menge zurück. Die beiden letzteren bilden ein Kleinkörnergewebe, dessen kataklastische Entstehung klar in die Augen springt. In diesem Gewebe liegen vereinzelt etwas größere Körner von Muskowiteinschlüsse tragendem Mikroklin und zwillinggestreifte Plagioklase.

Wenn man von den großen Mikroklinen absieht, so ist das unter 9 beschriebene Gestein am ehesten vergleichbar.

Der Typus der hellen Gneise ist im Rabenwald sehr verbreitet — es sind jene Gesteine, die seinerzeit von Eigel unter dem Namen Gneisgranulite beschrieben wurden. Zweifellos handelt es sich um einen eigenen Typus.

Erwähnt sei noch, daß am Mohrhoferberg bei Birkfeld in solchem Gesteine sich Lagen des sogenannten Leukophyllits finden.

Allgemeines zur Umformung der Grobgneise. Es liegen zwei Reihen von Umformungen vor; die eine geht in der Richtung zum phyllitischen Typus, die andere zeigt den Weg zum quarzitischen Typus.

Für das letzte Ende der Ausschmierung der Grobgneise halte ich die sogenannten Leukophyllite Starkel's (Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1883, p. 644, Mohr, Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 82. Bd., p. 346). Mohr erwähnt von der Wechselbahn stark durchgeschieferte Zonen im Augengneis, die durch ihren Serizitgehalt jenen Leukophyllit genannten talkschieferartigen Einlagerungen der Kerngesteine der Buckligen Welt gleichen.

Die im vorstehenden beschriebene Umformung des Grobgneises ist deswegen bemerkenswert, weil sie anders verläuft als jene, die Mohr aus der Kernserie des Wechsels beschrieben hat (Denkschr. 82. Bd., p. 26, 27, 28). Mohr beobachtete Chloritisierung des Biotits, was in den von mir untersuchten Stücken nicht der Fall ist.

Die Umformung der Grobgneise hat sowohl die einzelnen Minerale als auch den Gesteinskörper betroffen. Das geschah in der bei den Metamorphika so gewöhnlichen Weise, indem nämlich einzelne besonders durchbewegte Lagen stark umgesetzt wurden, während danebenliegende eben durch die Metamorphose des Danebenliegenden geschützt wurden.

Die Umformung der Mineralien zeigt sich z. B. in den zermörtelten Quarzen. Bei den Feldspaten kam es zur Neubildung von Kaliglimmer, zum Teil zu gänzlicher Auflösung in der Serizitisierung der Alkalifeldspate.

Es lassen sich wohl die von Termier und Staub namhaft gemachten Stadien der Umformung der Granite erkennen (siehe dazu Heritsch, Grundlagen der alpinen Tektonik, p. 61), nämlich die Typen Staub's: *A.* klastogranitisch brecciös, schwach lentikular, *C.* grobmylonitischer Mörtelbrei und ausgewalzte Mörtelstruktur, lentikular, *D.* feinmylonitisch, wellig geflammte Lagentextur. — Das Stadium des Ultramylonits ist nicht erreicht worden.

Das herrschende Prinzip in der Gesteinsumformung ist in mechanischer Beziehung die Differentialbewegung als Schiebung. Daher wären diese Grobgneise als Mylonite im Sinne von Niggli aufzufassen, wenn sie nicht auch molekulare Umsetzungen zeigen würden. Jedenfalls sind die Gesteine ein hervorragendes Beispiel dafür, daß die Schieferung eine Abbildung von Gleitungen ist (Einstellung der Glimmer). Die Mikrokline lassen eine Zerschierung nach kristallographischen Gleitflächen nicht erkennen, denn die Vorgänge der Umformung waren turbulent und nicht stetig verlaufend, in welchem letzterem Falle die Gleitflächen zur Geltung kommen können.

Was die Frage der Änderung des Chemismus betrifft, so sei auf die stetig zunehmende Menge des Kaliglimmers hingewiesen, auf seine aus Mikroklin unter gleichzeitiger Entstehung von Quarz verlaufende Bildung — hier sei auf die Gleichung Goldschmidt's Bezug genommen.

Hinsichtlich der chemischen Änderungen sei ein Hinweis auf die von Ohnesorge (Jahrbuch d. Geol. Reichsanstalt, 1903) vom Schwazer Augengneis geschilderten Verhältnisse gegeben. Auch in diesem Muster eines Diaphthorits liefert der Kalifeldspat das Kalium zur Bildung des Serizits. Aber an eine Bildung des Serizits aus Plagioklas — wie beim Schwazer Augengneis — kann beim Grobgneis nicht gedacht werden — wegen der Einstellung in die Grünschieferzone Eskola's.

Die Pauschalzusammensetzung eines Gesteines ändert sich, wenn während der Metamorphose Lösungen zirkulieren. Man hat dann neben der Zermalmung noch Lösungsumsatz, der sich in den Grobgneisen in der starken Glimmerbildung ausdrückt. Die Analysen, die Stiny von dem Vorkommen bei Birkfeld gegeben hat, zeigen die Veränderungen. Das ist im übrigen ein Kapitel, auf das nicht weiter eingegangen werden kann, solange nicht eine große Zahl von Analysen vorliegen wird.

Das Vorhandensein der Glimmerzunahme, die Auflösung der Mikrokline zeigen, daß es sich nicht um rein mechanische Umformung allein handelt, sondern daß Hand in Hand mit der Durchbewegung auch ein molekularer Umbau mit Zufuhr und Abtransport eingetreten ist. Wir sehen die Zufuhr in den Albitholblasten, die in derselben Form und Verteilung wie in den Wechselgesteinen auftreten, andererseits aber den Abtransport von Kalium aus den Mikroklinen.

Es handelt sich also um Diaphthorose, und in diesem Sinne sind die beschriebenen Gesteine Diaphthorite des Mürztaler Grobgneises.

Von möglichen Vergleichen (Beispiele in Heritsch, Grundlagen der alpinen Tektonik, p. 60ff.) seien nur zwei herangezogen.

In erster Linie einmal der als Muster diaphthoritischer Umformung bekannte Schwazer Augengneis (Ohnesorge, Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1903, Verhandl. d. Geol. Reichsanstalt, 1908). Nach der Beschreibung Ohnesorge's und einer von mir aufgesammelten Suite sind der Schwazer Augengneis und der Grobgneis im Handstück direkt nicht zu vergleichen, denn der Typus ist ein etwas anderer, wohl deswegen, weil das Ausgangsmaterial verschieden war. Das zeigt einmal der Biotitgehalt des Schwazer Augengneises, dann sein Karbonatgehalt.

Vieles aber regt doch den Vergleich an — so z. B. die sehr beträchtlichen Unterschiede innerhalb des Gesteinskörpers, die allgemein sehr starke Deformation des Ausgangsmaterials, die Verglimmerung usw.

Dem allgemeinen Typus nach sind der Schwazer Augengneis und der Grobgneis sehr wohl zu vergleichen; die Schiffe des ersteren zeigen das Fehlen der primären gegenseitigen Begrenzung der mineralischen Komponenten, die Zertrümmerung der Quarze und das Einschleiben der Bruchstücke zwischen auch mechanisch zerstörte Kalifeldspate, das Vorkommen von größeren Quarztrümmerhaufen und der Kalifeldspate in einem Zerreibsel von Quarz usw., das Auftreten von sehr sauren Plagioklasen in größeren Individuen, die Bildung von muskowitzischem Glimmer.

Vergleichbar sind die stark diaphthoritischen Typen des Schwazer Augengneises: ein feinklastisches Gemenge, das sich größeren Quarzen und Feldspaten gegenüber wie eine Grundmasse verhält, neugebildeter Quarz und Albit.

Ohnesorge sagt: »Wenn auch dieses Gemenge mit seinen Serizitfasern makroskopisch-phyllitischen Habitus besitzt, so weicht doch sein mikroskopisches Bild sehr beträchtlich von dem eines Phyllits ab.« Denn man hat die stark zertrümmerten Kalifeldspate und Quarze, durch die sich die Serizitpartien winden. Von der Schieferungsfläche aus gesehen, schaut der Gneis einem Phyllit gleich.

Die phyllitischen Typen des Schwazer Augengneises erinnern im Handstück in keiner Hinsicht an ein massiges Gestein; sie haben eher einen klastischen Habitus.

Die von Hammer (Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1909, p. 693 ff.) beschriebenen Augengneise aus dem Vintschgau — so besonders die Angelusaugengneise — sind sehr wohl zu vergleichen. Bei den durchgeschieferten Typen ist teilweise Umkrystallisation eingetreten, was sich in dem Verlust der den Eruptivgesteinen eigenen Ausscheidungsreihe zeigt. Die Einwirkung des Druckes offenbart sich in der mechanischen Deformation und in der mineralischen Umbildung.

Bei den stärker geschieferten Typen ist die Kataklyse immer deutlich sichtbar und geht bis zur völligen Zertrümmerung; nebenher geht die mineralische Umwandlung: Fasern neugebildeter Quarzaggregate, Neubildung von Muskowit.

Die Schieferung geht bis zur Bildung von Serizitphylliten, die keine Kataklyse, sondern nur mehr molekularen Umbau zeigen. Der Glimmergehalt erhöht sich auf Kosten der Mikrokline, und Hammer beschreibt Umwandlungen, in denen dieser Vorgang bis zum Verschwinden des Kalifeldspates gegangen ist.

Eine gewisse Vergleichbarkeit — interessant wegen der Parallele Schmidt's von Grobgnais und Zentralgnais — besteht mit den von Kölbl (Sitzungsber. d. Wiener Akad., 133. Bd., 1924) aus dem Granatspitzkern beschriebenen Zentralgnais, welche hinsichtlich der Mikrokline und deren Umarbeitung, der Häufigkeit der mikroperthitischen Entmischung, der Doppelstellung der Plagioklase (als einschlußgefüllte ältere und einschlußfreie neugebildete), in der Ausbildung der Scherzonen, der Neubildung von sauren Plagioklasen, in der Neubildung von Muskowit auffallend ist.

Im besonderen sei noch auf die eingehenden Beschreibungen von R. Staub über die Mylonitierung der Berninagranite (Vierteljahrsschrift der Züricher naturforsch. Gesellschaft, 60. Bd., 1915, p. 72 ff.) hingewiesen.

Die zweite Komponente der Grobgnaisserie sind Paragesteine, deren geologische Position den Hülschiefern Mohr's entspricht. Wenn auch eine vollständige petrographische Beschreibung dieser Gesteine nicht vorgesehen ist, so mögen doch wenigstens einige Typen angeführt werden.

1. Paragneis vom Großmirthof im Weißenbachgraben. Das Gestein ist dünnschieferig, sehr fest, graugrünlich, im Querbruch wie ein sehr feinkörniger Serizitquarzit, ungemein feinlagig.

Der Dünnschliff zeigt klar das Vorhandensein von Gleitlinsen. Er weicht vom Grobgnais ab durch die Führung von Turmalin, durch große Beteiligung von Erz und von Chlorit.

2. Wie der unter 1 stehende Paragneis ist auch ein auf der Höhe des Alpsteiges geschlagenes Handstück ein diaphthoritischer Paragneis. Im Handstück phyllitartig, grünlich, feinkörnig, den Charakter eines quarzreichen Phyllites aufweisend; die Lagenfeinheit gleicht den feinstkörnigen Phylliten.

Ähnliche Typen sind auf dem Abfall der Pretulalpe gegen Mürzzuschlag sehr verbreitet.

Der größte Teil des Schliffes wird von einem Glimmergeflecht eingenommen — Muskowit, dazwischen in Lagen Chlorit (dieser immer mit Erz); der Chlorit stammt aus Meroxen. Zwischen den Glimmern ein Kleinkörnergefüge von Quarz und Feldspat. Vereinzelt sehr große Holoblasten von verzwilligtem, gefülltem (mit Muskowit) Plagioklas.

3. Diaphthoritischer Paragneis vom Großmirthof im Weißenbachgraben. Grünliches, etwas unebenschieferiges Gestein, mit kleinen dunklen Knoten (granartig); Lagenbau aus hellen Quarz-Feldspat-Lagen und dunklen Glimmerlagen. Unter dem Mikroskop fallen in erster Linie die ehemaligen Granaten auf. Von der einstigen Granatsubstanz ist nichts mehr vorhanden, die rundlichen Gestalten werden ganz von Chlorit und Erz eingenommen; in den Streckungshöfen vor und hinter den »Granaten« feinst zermörteltes Gewebe von hellen Gemengteilen. Die Plagioklase sind vollständig zerschmiert und auch stark zersetzt, so daß ein grobes Körnerhaufwerk entstanden ist; zwischen dieses spießen Lagen von Quarz und Plagioklas ein, im Verein mit kleinen Fetzen von Chlorit.

Sowohl die Durchbewegung als auch die molekulare Umsetzung ist ganz enorm. Das Ganze ist der Diaphthorit eines granatreichen Gneises.

4. Zweiglimmerige Paragneise erwähnt Stiny (C. M. G. P. 1918) mit begleitenden Amphibolgesteinen in dem Graben, der vom W. H. Gailbrunn an der Fischbacher Straße zum Punkt 596 im Fejstritztal herabzieht.

W. Schmidt (Jahrbuch d. Geol. Bundesanstalt, 1921, p. 104) spricht die Quarzphyllite, die nach der alten Karte von Vacek in der Pretuldecke und auch sonst in dem Gebiet sehr verbreitet sind, als Phyllonite des Grobgnaises an. Ich kann mich mit Vorbehalt dieser Meinung in dem Sinne anschließen, als ich der Ansicht bin, daß wenigstens für einen Teil der früher als Quarzphyllite bezeichneten Gesteine die Entstehung aus Gneisen sichergestellt erscheint. Ob aber für alle, das kann ich noch nicht mit Sicherheit sagen. Heute freilich würde man die fraglichen Gesteine nicht mehr als Quarzphyllite bezeichnen.

Nur eines noch zu dieser Frage. W Schmidt vergleicht die Umformung der Grobgnese mit jener der Seckauer- und Mugelgnese und charakterisiert sie als Kaltreckung. Ich muß feststellen, daß Formen der Quarze, wie ich sie durch Schmidt's Freundlichkeit aus dem Mugelgneis kennen gelernt habe, mir aus der Grobgnesserie zwischen Fischbach und Birkfeld nicht bekannt geworden sind.

In der Grobgnesserie liegen vereinzelt Amphibolgesteine. Ich fand gemeine Amphibolite, zoisitreiche Gesteine und Granathornblendegneis. Im folgenden einige kurze Bemerkungen über zwei dieser Gesteinsgruppen.

1. Die zoisitreichen Gesteine sind Hornblendezoitschiefer (nach der von Angel und mir ausgearbeiteten Nomenklatur, siehe Angel, Gesteine der Steiermark). Es sind feinkörnige, weiß gebänderte Amphibolgesteine mit seidigem Zoisitglanz, aus dem Zug bei Fischbach stammend. Wie die Schiffe zeigen, sind sie bei geringer Beteiligung von Plagioklas fast ganz aus parallel gestellten Hornblenden und Zoisiten aufgebaut.

2. Der Granathornblendegneis zwischen Fischbach und Oberdissau sieht im Handstück wie ein parallelstruierter, feinkörniger Amphibolit aus und führt zahlreiche, 1 bis 2 *mm* große Granaten.

Unter dem Mikroskop sieht man ein sehr feines s-Gewebe aus Plagioklas, Quarz und Hornblende; die Plagioklase sind gefüllt. In dem Gewebe liegen sehr große Granaten mit unverlegtem Si.

Ich erwähne schließlich noch, daß nach Mohr Hornblendeschiefer und Granatamphibolite in der Kernserie des östlichen Wechsels eine bedeutende Rolle spielen.

### c) Die Amphibolgesteine des Sauren Kogels.

Aus diesem im Detail petrographisch sehr verschieden gestalteten Komplex beschreibe ich nur einige Proben.

Aus der folgenden Beschreibung geht hervor, daß es sich da um einen Gesteinskomplex handelt, der sehr wohl mit dem Rennfeld zu vergleichen ist.

1. Hornblendeschiefer über dem Großmirthof. Ein dichter, feiner Amphibolit von sehr gleichmäßig grüner Farbe.

Im Schriff sieht man, daß weitaus der größte Teil von einer nur zum geringen Teil chloritisierten Hornblende eingenommen wird; in den Fällen der Chloritisierung ist viel Erz in den parallelgestellten Lagen vorhanden. Sonst noch Rutil, vereinzelte Lagen mit Plagioklas.

2. Plagioklasamphibolit aus dem Graben südlich der Ehmleiten. Im Handstück sehr feinkörniger, parallellageriger Amphibolit, reich an hellen Gemengteilen.

Unter dem Mikroskop ideales s-Gefüge durch die immer parallelen Hornblenden und die in gestreckten hellen Gemengteile. Hornblende zum Teil chloritisiert, unter Ausscheidung vom Epidot. Etwas Titanit.

3. Granat führender Plagioklasamphibolit, Gasengraben unter Punkt 708. Feinkörniger dichter Amphibolit mit kleinen Granaten. Unter dem Mikroskop sehr schönes Parallelgefüge aus Hornblende und hellen Gemengteilen (Plagioklas und etwas Quarz); ziemlich reich an Erz. Im Gefüge große Granaten von länglicher Form; ferner Epidot. Hornblende selten etwas chloritisiert.

4. Granatamphibolit, Gasenbach, unter Punkt 708. Grobkörnig, weiße Flecken und Hornblende in s; darin Granaten bis zu 3 bis 4 *mm* Durchmesser. Unter dem Mikroskop sind die Granaten ziemlich reich an Einschlüssen, rundlich, ohne Spur von Umsetzungen, mit Erz als Strukturzentrum.

Das sonstige Gewebe besteht aus dicken Lagen von Hornblendesäulen und einer geringen dazwischen gelagerten Quarz-Feldspat-Masse, ferner aus unregelmäßig länglichen Putzen von Plagioklas und Quarz (kataklatisch zerrieben) mit einzelnen Hornblendesäulen. Hornblende und Granat überwiegen. Etwas Biotit.

5. Granathornblendegneis, Gasenbach, unter Punkt 708. Mittelkörniges, gut geschiefertes Gestein, ziemlich arm an hellen Gemengteilen mit 2 *mm* großen Granaten. Im Schlift sieht man ein scharf ausgeprägtes s-Gefüge aus Hornblende, Plagioklas und Quarz, dazu unverhältnismäßig große Granaten.

6. Im Anschluß an diese Gesteine sei ein sehr merkwürdiges Gestein beschrieben, das im Liegenden des Marmors am Ausgang des Amaseggrabens in den Gasenbach ansteht; wie aus den geologischen Erörterungen klar werden wird, liegt somit das Gestein in der nächsten Nähe der großen Schubfläche über der Grobgnaisse, und zwar in deren tektonischem Hangenden.

Dieses Gestein sieht im Handstück wie ein parallelstruierter Amphibolit von ziemlich lichtgrüner Farbe aus, mit Putzen und Lagen von weißer Substanz.

Unter dem Mikroskop sieht man Strähne von an den Enden aufgeblätterter Hornblende, dann Zoisit, dazu ein Körnerhaufwerk von kleineren und größeren Plagioklasen, etwas Chlorit; alle diese Minerale bilden in heftigem Durcheinander Lagen, denen man die rupturelle Anlage sofort ansieht. — Zwischen diesen Strähnen, und wo diese linsenartig endend aufblättern, treten parallelgestellte, immer in s liegende Muskowitscharen auf.

Die Anordnung der gesamten Strähne in s und das Einblättern der Glimmerzwischenlagen sind das einzige Ordnungsprinzip des Schliftbildes, denn sonst herrscht regelloses Durcheinander.

Ich halte das Gestein für einen Mylonit aus einem Hornblendegestein und einem glimmerliefernden Gestein; da aber nicht allein mechanische Umformung vorhanden war, sondern gleichzeitig molekulare Beweglichkeit herrschte, so ist das Gestein ein Blastomylonit, womit eine gewisse Parallele zu der Umformung des Grobgnaises hergestellt ist.

#### d) Die Phyllitzone von Gasen an der Basis des Grazer Paläozoikums.

Auf dem Krystallin von Anger liegen die Phyllite in großer Mächtigkeit und in recht verschiedener Entwicklung. Ich kann über diese Gesteinsgruppe noch kein sicheres Urteil geben und möchte auch wegen der meist noch ausständigen petrographischen Beschreibung mich darüber nur vorsichtig äußern.

Am besten — soweit mir bisher diese Verhältnisse bekannt geworden sind — sind die Aufschlüsse an der sogenannten Alpenstraße vom Knappensattel zum Straßbeck. Die Glimmerquarzite des Angerkrystallins fallen an der Alpenstraße südlich vom Aibl unter 60° gegen W. Bei dem Kreuz südlich vom H im Worte Stanzer Höhe der Spezialkarte liegen darüber schwarze Chloritoidschiefer als tiefste Bildungen der phyllitischen Serie; es sind jene schwarzen Schiefer, die in der gleichen Ausstattung von der Platte bei Graz (über dem Schöckelkalk), von Gschnaidt westlich von Anger (unter dem Schöckelkalk) und von vielen anderen Stellen bekannt geworden sind. Über diesen dunklen Chloritoidschiefern, deren Chloritoide, wie bei den folgenden schon makroskopisch zu sehen sind, liegen lichte Chloritoidschiefer mit 40 Westfallen.

In diesen Schiefeln gibt es schmale Einschaltungen von Grünschiefern.

Über diesem Komplex der Chloritoidgesteine liegen ebenfalls sehr mächtige Serizitschiefer und Serizitquarzite mit vereinzelt Grünschieferlagen. Das hangendste Glied, aufgeschlossen auf dem Rücken vom Straßbeck gegen N, sind dunkle, zum Teil graphitische Schiefer, die sehr schmale Züge von Kalk enthalten, die im Gesamthabitus vom Schöckelkalk und überhaupt von den paläozoischen Kalken der Umgebung von Graz abweichen.

Im ganzen hat man in der Phyllitzone von Gasen die phyllitische Serie, welche bei Anger und im Passailer Becken die Unterlage der sicheren paläozoischen Bildungen von Graz bildet.

## B. Die Semmeringgesteine von Fischbach.

M. Vacek war der erste, der die Zugehörigkeit dieser Gesteinsserie zu den Semmeringgesteinen erkannt hat. Es besteht auch in jeder Beziehung die vollste Parallele.

1. Das System der Semmeringquarzite. Das Hauptelement des Aufbaues dieser Gruppe sind die Quarzite, die weiß, grau oder grünlich sind. Ihre Petrographie lebt sich in dem oft kataklastischen Gefüge des Quarzes und in den eingestreuten, immer in s stehenden Glimmern aus.

Bezüglich der Quarzite sei auf die Beschreibung von Mohr (Mittel. d. Wiener Geol. Ges., III. Bd., 1910, p. 151, und Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 82. Bd., p. 20) hingewiesen.

Zwischen Steinkreml und Waldbartel führen die Quarzite öfters ziemlich große Turmaline; es ist mir nicht klar geworden, ob es sich um abgerollte oder neugebildete Turmaline handelt.

Vereinzelt finden sich Lagen von Konglomeratquarziten und geschieferten Konglomeraten, d. s. Gesteine mit quarzitischem Gefüge, aber mit wohlumschriebenen Quarzgeröllen. Sie gleichen jenen der Forstau alpe in den Radstädter Tauern und des Quarzitzuges Turnau—Veitsch.

Als weitere Komponente kommen Porphyroide in Betracht.

Im Quarzit des Weißenbachgrabens gibt es grünliche, geschieferte Porphyroide mit hellen oder rötlich gefärbten porphyrischen Einsprenglingen.

Im Schriff sieht man Quarze mit magmatischen Korrosionen und Plagioklaseinsprenglinge. Die Grundmasse ist sehr fein, von Serizitsträhnen durchzogen, die scharf in s eingestellt sind.

Im Vergleich mit den Porphyroiden der sogenannten Blasseneckserie der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen ist die Durchbewegung des besprochenen Gesteines größer und schärfer markiert, als es bei den Grauwackenporphyroiden in der Regel der Fall ist.

Porphyroide hat aus der Serie der Semmeringquarzite des Semmerings selbst H. Mohr beschrieben (Mittel. d. Wiener Geol. Ges., III. Bd., p. 155).

Hinsichtlich der Beschaffenheit der Grundmasse ist der Porphyroid des Weißenbachgrabens zu vergleichen mit dem von Hammer (Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1909, p. 715) beschriebenen Porphyroidgneis vom Sarnestabach, der auch die porphyrische Struktur unverändert, die Grundmasse aber als ein kristalloblastisches Gewebe zeigt.

2. Semmeringkalke haben eine geringe Verbreitung; oft sind sie mit Dolomiten verbunden. Sehr häufig ist die Mylonitisierung der Gesteine. Rauchwacken sind sehr verbreitet und gleichen vollkommen jenen des Semmerings und der Radstädter Tauern.

## C. Das Jungtertiär von Birkfeld.

Im Gebiet von Birkfeld gibt es eine beträchtliche Verbreitung von miozänen Grottschuttbildungen, an deren Basis örtlich, z. B. in der Gemeinde Pieregg, Braunkohlen erbohrt worden sind. Diese Grottschuttbildungen (Aigner, Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1916, Stiny, C. M. G. P. 1918) stehen in direkter Beziehung zu den tertiären Talböden, z. B. zu jenem von Pieregg und an der Fischbacher Straße bei Gailbrunn, von Strahlegg usw.

Es sind Bildungen, die mit dem Sinnersdorfer Konglomerat Mohr's zu vergleichen sind.

Leider sind die Tertiärbildungen im Raume von Birkfeld nicht bergbaulich aufgeschlossen, wie das in der Waldheimat und bei Ratten der Fall ist, wo Stiny (C. M. G. P., 1922) noch kräftige Störungen feststellen konnte. So kommen bei Birkfeld oberflächlich nur die Grottschuttbildungen zur Beobachtung. Es sind grobe Schuttmassen, in denen Blöcke von einem halben, ja sogar von einem Kubikmeter keine seltene Erscheinung sind. Immer stammen die Blöcke aus dem im Gebiet selbst Anstehenden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Auflagerung dieser Bildungen aus einem wild bewegten Wasser geschah.

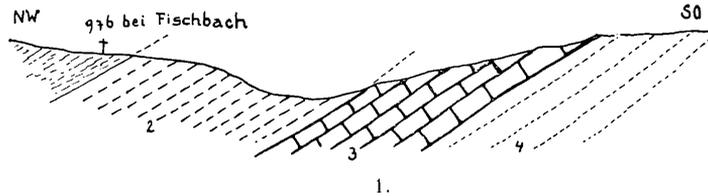
Es ist auch sehr wohl zu bemerken, daß jede Beziehung zur heutigen Hydrographie fehlt.

### III. Die Tektonik des Gebietes zwischen Fischbach und Birkfeld.

Die Lagerungsverhältnisse des zentralalpiner Mesozoikums von Fischbach sind derart interessant, daß sie in den Mittelpunkt der gesamten Tektonik gestellt werden müssen; denn aus ihrem Verständnis heraus ist es erst möglich, die Tektonik des Krystallins zu entwickeln.

#### a) Die Lagerung der Semmeringgesteine.

Die zentralalpiner mesozoischen Gesteine und die Quarzite werden vom Weißenbachgraben unter und über dem Bräumüller angeschnitten. Auf einer Strecke von mehr als 2 km Länge fallen die Quarzite scharf gegen W ein und tauchen so offenkundig unter die krystallinen Gesteinsserien des Sauren Kogels hinab, welche die Ostgehänge des Ebenhoferkogels bilden. Der Weißenbachgraben ist auf eine Strecke von mehr als 1 km in die Quarzite eingeschnitten. Auf dieser Strecke steht am rechten Ufer des Baches über den Quarziten ein schmales Band von Semmeringkalk an, vielfach mit Rauchwacken und Zellenkalken verbunden und ebenfalls gegen W untertauchend.



1 = Grobgneis. 2 = Amphibolit. 3 = Semmeringkalk. 4 = Quarzit.

In klarer Weise sinkt das ganze Semmeringsystem unter eine nicht sehr mächtige Reihe von Gesteinen der Grobgneisserie ein — meist sind es phyllonitische Grobgneise —, und über dieser Grobgneisserie erscheint der Amphibolitzug des Sauren Kogels.

In klarer Weise verbindet der phyllonitisierte Grobgneis die mächtige Entwicklung dieser Gesteinsserie in Pieregge mit jenen »Phylliten«, welche Vacek im obersten Weißenbachgraben und im Gebiet des Teufelsteins ausgeschieden hat.

Am Ausgang des Grabens, der etwas mehr als 1 km südlich der Ehmleiten vom rechten Gehänge herab zum Weißenbachgraben kommt, fallen die Semmeringquarzite unter 40° gegen NW ein.

Es schwenkt also das Streichen in die Nordostrichtung ein, nicht ohne nochmals etwas zurückzudrehen; denn bei der Mühle südlich von Punkt 851 hat man am rechten Ufer noch nordsüdlich streichende Quarzite, in denen trotz der sehr starken Faltung das Fallen gegen W zu sehen ist. Dann aber bei der Talteilung (Punkt 851, Steinkrempel) fallen die prächtig aufgeschlossenen Quarzite unter die Grobgneise und deren Phyllonite ein (Fig. 5).

Genau das spiegelbildliche Verhältnis haben wir beim Bräumüller zu registrieren. Während oberhalb dieses Gehöftes die Quarzite gegen W fallen, herrscht unterhalb steiles Südwestfallen, also Nordwest-Südost-Streichen. Spurenweise kann man im Hangenden dieses Quarzites knapp unterhalb des Bräumüllergehöftes auch noch den Semmeringkalk nachweisen. Quarzit und Kalk fallen unter die Grobgneise von Pieregge ein.

Das Streichen der Quarzite dreht sich noch im Weißenbachgraben auf O—W, wobei Südfallen herrscht; sie fallen also auch hier unter die Grobgneise ein, welche auf eine kurze Strecke den Boden des Weißenbachgrabens bilden.

Wie ein Mantel umgibt die Grobgneisserie als tektonisches Hangendes die Quarzite, die wie unter ein Gewölbe von Gneisgesteinen einsinken.

Auf der Strecke zwischen dem Weißenbachgraben (Punkt 851) und Fischbach hat man folgende Verhältnisse. Die Quarzite fallen gegen NW ein; auf ihnen liegt ein schmales Band von Kalk

und Rauchwacken, das nicht den Weißenbachgraben erreicht; darüber trifft man einen gering mächtigen Grobgnais und über diesem einen Zug von Amphibolit, der die Basis einer sehr mächtigen Serie von größtenteils phyllonitisierendem Grobgnais ist.

Diese Lagerungsbeziehungen hat man gut aufgeschlossen z. B. zwischen Waldbartl und Gaihof, ferner im Profil vom gleich zu erwähnenden Kalksteinbruch bei Fischbach zum Punkt 976 (Fig. 1).

Bei Fischbach selbst hat man auf den ersten Blick nicht gleich zu übersehende Verhältnisse. Das große Quarziterrain südlich von Fischbach zeigt zwar überall das Anstehen dieses Gesteins, aber Messungen von Streichen und Fallen sind recht selten zu machen. Nur im Gebiet des Waldkogels und Reithkogels ist horizontale Lagerung sicher festzustellen. Nach dem Süden des Ortes Fischbach erscheint in Steinbrüchen aufgeschlossen das Semmeringmesozoikum: blaue bänderige Kalke (stellenweise mit Internfaltung), weiße Kalke, brecciöse Kalke, Lagen von Rauchwacken; in den hangenden Teilen herrscht mylonitische Zerreibung vor, die sich bis zu mehlartiger Zerfetzung des Kalkes steigert.

Die Kalke, welche das Hangende der in großen Massen südlich von Fischbach entwickelten Quarzite bilden, fallen mit  $30^\circ$  nordnordwestlich unter jene Grobgnaisphyllonite ein, die vom Weißenbachgraben herziehen.

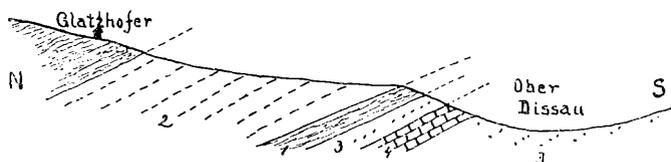


Fig. 2.

1 = Grobgnais. 2 = Amphibolit. 3 = Quarzit. 4 = Semmeringkalk.

Im Streichen ziehen die im hangenden Teil immer mehlartig zerriebenen und stets mit Rauchwacken verbundenen Kalke einerseits gegen den Weißenbachgraben, anderseits in der Richtung der Dissau weiter. Am Weg von Fischbach nach Oberdissau verquert man diese Kalke und sieht sie gegen N mit steileren oder flacheren Winkeln unter Grobgnais und Amphibolite untersinken.

Mit dem Kalk ist in der Dissau im Liegenden und Hangenden Quarzit verbunden; der hangende Quarzit ist nur ein sehr schmales Band, der liegende aber ist die große Hauptmasse des Fischbacher Quarzites.

An einer Stelle des erwähnten Weges liegt als Verschuppung über dem eigentlichen Kalkzug der Reihe nach Quarzit — etwas Grobgnais — ein schmales Kalkband — ein dünnes Band von Quarzit Grobgnais von wenigen Metern Mächtigkeit — Amphibolit.

Der Amphibolitzug besteht aus verschiedenen Gesteinen (p. 12) und hat eine streichende Verbreitung, die fast vom Weißenbachgraben bis in die Dissau reicht.

In der oberen Dissau streicht der Kalk mit einem gegen N gerichteten Fallen durch. In seinem Hangenden liegen mächtige krystalline Serien. Wenn man z. B. vom Schneidhoferkreuz über den Glatzhofen in die obere Dissau absteigt, dann geht man bis unter den genannten Bauernhof in der Grobgnaisserie; erst unter dem Gehöft streichen die Amphibolite durch, die von einem Band diaphthoritisierendem Grobgnais unterlagert werden. Darunter folgt ein schmales Band von Quarzit und unter diesem dann Kalke und Rauchwacken, die gegen N fallen und auf der Hauptmasse der Quarzite liegen (Fig. 2).

Von Oberdissau an ist der Dissauer Graben auf eine lange Strecke in diesen liegenden Quarzit eingeschnitten — scharf heben sich die weißlichen Quarzithänge von den grauen, rötlich anwitternden Kalkschrofen ab, die vom Punkt 889 gegen den Graben niedersteigen. Der Kalkzug zieht zur Kleinen Mühle herab, welche die erste menschliche Siedlung unter Hauswirthshofen ist.

Der Kalk fällt steil gegen NO bis O ein; über dem Hauptkalkzug liegt ein schmales Band von Quarzit, das wieder von einem Kalkzug überlagert wird. Diese Kalk-Quarzit-Serie ist das Hangende der großen Fischbacher Quarzitmasse.

Über dem obersten Kalk liegen die phyllonitisierendem Grobgnais, die scharf gegen NO einfallen. Sie sind das tektonische Hangende des Kalkes.

Im Graben, der von Hauswirthshofen gegen N zieht, hat man zuerst die gegen N fallenden Quarzite; dann kommt man, etwas steiler aufsteigend, in die dort über 100 *m* mächtigen Kalke des Zuges von Fischbach zum Punkt 889, die unter 40° gegen N fallen. Ein schmales Quarzitband überlagert die Kalke. Über einen kleinen Sattel kann man die Kalke in den Graben südlich von Punkt 902 und weiter in den Sulzbachgraben verfolgen, wobei immer über ihnen ein Band von Quarzit liegt (Fig. 3).

Im Sulzbachgraben geht ein kleiner Steinbruch in dem Kalk um. Durchschnittlich fällt der Kalk auf der ganzen Strecke unter 60° gegen N ein; dann stellt sich im Sulzbachgraben zum Teil etwas flacheres Fallen gegen NNW ein — das Streichen dreht sich bis zu einem Nordwest-Südost-Streichen, mit welchem der Kalk dem Punkt 889 zustrebt.

In dem Stück des Grabens zwischen Punkt 902 und dem Stadlhofer hat man bemerkenswerte Verhältnisse (Fig. 3). Wo sich der Kleine Graben aus der Ost-West- in die Süd-Nord-Richtung zu drehen beginnt, steht man schon in der Grobgneisserie über den Semmeringgesteinen, die unter 30° bis 40° gegen N einfallen. In ihnen geht das schmale Amphibolitband durch, das von Fischbach her zu

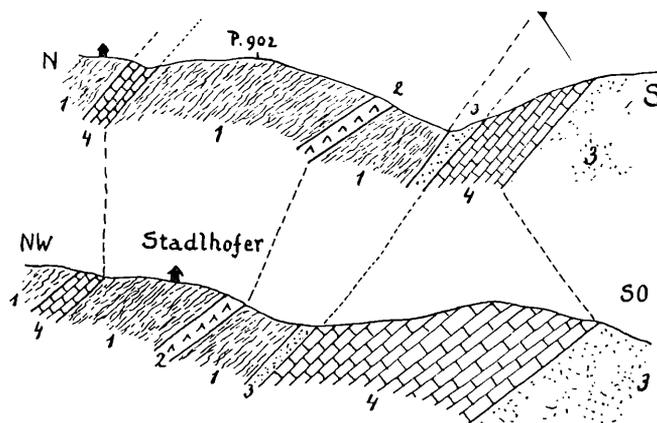


Fig. 3.

1 = Grogneisserie. 2 = Amphibolit. 3 = Quarzit. 4 = Kalk.

verfolgen ist. In den Grogneisen liegt, vom Gehöft nördlich von Punkt 902 bis über den Stadelhofer ziehend, blauer, furchtbar zerhackter Semmeringkalk mit 30 bis 40° Nordfallen durch, der eine höhere Schuppe im Fensterrahmen ist (Fig. 3).

Der unterste Teil des Sulzbachgrabens liegt ganz in der Grogneisserie, in der bei der Mühle unter dem Sulzer das Fischbacher Amphibolitband durchzieht. Die geschlossene Masse des Grogneises setzt den Rücken zusammen, der den untersten Sulzbachgraben vom Dissauer Graben trennt. — In diesen Gneisen hat man vortreffliche Aufschlüsse im Feistritztal an der Bahnlinie, wo man das mittelsteil gegen ONO gehende Fallen beobachten kann.

Am Kamm zwischen Sulzbach- und Dissauer Graben sieht man den Kalk verbunden mit zelligen Kalken, Rauchwacken und Dolomiten — d. i. das echte Semmeringmesozoikum.

Vervollständigt wird das Bild der Lagerungsverhältnisse des nördlichen Teiles der Semmering- enklave von Fischbach durch die Beobachtungen im großen Steinbruch an der Straße im Feistritztal, knapp unter der Haltestelle Dissau (Fig. 5). Es sind da helle Quarzite mit sehr flachem Ost-südost- bis Ostfallen aufgeschlossen. Über ihnen liegt, durch einen zu flacherem Gehänge über führenden Knick wohl markiert, die zum Teil phyllonitisierte Grogneisserie.

Unterhalb dieses Steinbruches bildet für eine kurze Strecke das Feistritztal die Grenze zwischen Quarzit und Grogneisserie. Sehr bezeichnend ist da die Lagerung der Gneise. Sie fallen genau so wie die Quarzite gegen O ein — z. B. in der Umgebung des Gehöftes Kochleitner. Da hat man auf der rechten Talseite den ostfallenden Quarzit und auf der linken Talseite darüber die ebenso einfallende Grogneisserie, bestehend aus meist diaphthoritisch durchbewegten und vergrüneten Gneisen, welche ganz unvermittelt mit grobporphyrischen, stark zerbrochenen echten Grogneisen vom Charakter jener nördlich des Mürztales abwechseln.

Talabwärts weicht die Quarzit-Gneis-Grenze hoch hinauf in das rechte Gehänge zurück, und das Feistritztal ist in die Grobgneisserie eingeschnitten, die — mit wenigen Ausnahmen, wo man Ost West-Streichen bemerkt — gegen O einfällt (z. B. in den Talspornen östlich des Bärreither Kogels und beim Hacklbauer).

Überall steigt die Grobgneisserie über den Quarzit hinauf.

Am Süd- und Südostrande des Fischbacher Quarziterrains sind die Verhältnisse bei weitem nicht so übersichtlich als wie an den bisher besprochenen Rändern. Die Festlegung der tektonischen Stellung der Semmeringserie zu den Grobgneisen ist das Ergebnis eines sehr oftmaligen Aufsteigens in den schlecht aufgeschlossenen Gehängen.

Aus der Tiefe des Feistritztales zieht die Quarzit-Grobgneis-Grenze schief durch das Gehänge über den Bärenhofer Kogel. Das erste wirklich klare Profil ist auf der Strecke vom Bärenhof über den Punkt 870 zu sehen. Man hat da das gegen O fallende Krystallin (Fig. 4), so daß der Punkt 870 noch in ihm liegt, und erst auf der Westseite dieses Punktes taucht unter der Grobgneisserie der Quarzit heraus.

Von da bis zur Fischbacher Straße ist der Nachweis eines geschlossenen Fensterrahmens nur durch den Grenzverlauf zu erbringen.

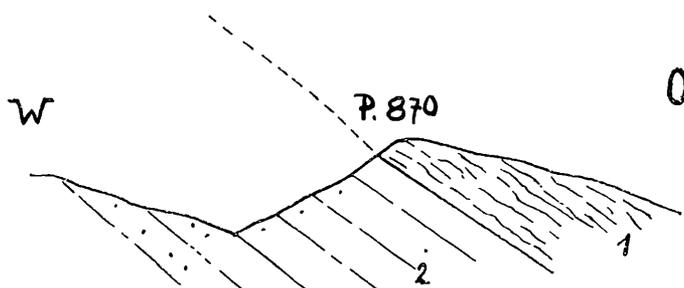


Fig. 4.

1 = Grobgneis. 2 = Quarzit.

Jedenfalls ergibt die Begehung, daß das Krystallin in zusammenhängendem Zuge aus dem Feistritztal über den Bärenhof zum Schnitzbauer und von dort zum Bräumlüller zieht.

Wir kehren nun auf diesen Gneisen wieder in das Weißenbachtal zurück. Unter den Grobgneisen, unter die beim Bräumlüller die Quarzite untertauchen, erscheinen bei dem Gehöft zwischen Bräumlüller und Gremlschmied Quarzite in flach gegen SO aufsteigender Lagerung. Unterhalb des in der Spezialkarte namenlosen Gehöftes hat man am rechten Ufer des Grabens gegenüber einer Mühle blaue Bänderkalke der Semmeringserie mit ganz flachem Westfallen aufgeschlossen, darüber ein Band von Quarzit und dann die Gneise bis Pieregg hinauf.

Beim Gremlschmied fallen die Quarzite unter etwa  $20^\circ$  gegen S, reichen aber am rechten Ufer des Weißenbachgrabens ein ziemliches Stück talabwärts.

Dann zieht die Grenze, sehr schlecht aufgeschlossen und zum Teil auf Kombination beruhend, gegen das Gailbrunner Wirtshaus hinauf und es nehmen die Quarzite auf beiden Seiten der Fischbacher Straße eine nicht unbeträchtliche Fläche ein, überall vom Grobgneis umgeben derart, daß an mehreren Stellen das Untertauchen der Quarzite unter den Gneis festzustellen ist.

So ist auch hier die Lagerung fensterartig.

Als Schlußergebnis sei vermerkt:

Wir betrachten die Lagerungsverhältnisse der sogenannten Fischbacher Enklave. Überall sinken die Quarzite und die ihnen teilweise aufgelagerten Semmeringgesteine unter die krystallinen Schiefer der Grobgneisserie ein.

Die Lagerung zeigt mit seltener Klarheit ein Fenster.

An das große Fenster — es sei das Fischbacher Fenster genannt — ist das kleine Fenster unter dem Bräumlüller angehängt — es soll das Gremlschmiedfenster heißen.

## b) Das Gneisgebirge im O und S des Fensters.

Über dieses Gneisterrain ist wenig genug zu sagen. Um einen wirklichen Einblick in den Bau zu bekommen, müßte eine überaus detaillierte Aufnahme gemacht werden, sozusagen mit dem Mikroskop in der Hand.

Jedenfalls ist es klar, daß neben Grobgneis und deren Phylloniten noch Schiefer von der Art vorkommen, die Mohr (M. W. g. G., III. Bd.) Hülschiefer genannt hat.

Im ganzen und großen genommen entspricht die Grobgneisserie dem, was Mohr östlich des Wechsels als Kernserie bezeichnet hat.

Wichtig ist es; daß diese Serie ein ganz vorherrschendes Nord-Süd-Streichen zeigt. Abweichungen davon konnten nur an wenigen Stellen beobachtet werden; absehen muß man da von jenen Streichrichtungen, welche durch die Aufwölbung der beiden Fenster bedingt sind. Der Einschlag des alpinen Nordoststreichens ist hier jedenfalls sehr gering, und man hat einen im wesentlichen dem Verlauf des Wechsels angepaßtes Ziehen der Gesteinszüge.

Klar ist es, daß man aus der Grobgneisserie des Feistritztals unterhalb von Dissau ohne jeden Unterbruch in das Krystallin der Pretulalpe und des Stuhlecks kommt, also bis an jenen Zug von Quarziten und zentralalpinen Mesozoikum heran, der als Liegendes der Pretuldecke aus der Fröschnitz über Rettenegg nach Waldbach zieht (Mohr, Denkschr., 88. Bd., Karte).

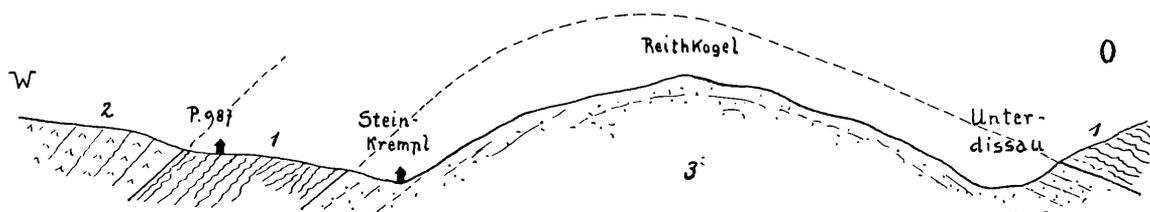


Fig.

1 = Grobgneisserie. 2 = Amphibolite des Sauren Kogels. 3 = Quarzit.

Die Grobgneisserie des Feistritztals ist also die Pretulschubmasse. Aus dem Feistritztal erstreckt sich die Grobgneisserie (= Kernserie) über Birkfeld in das Gebiet des unteren Weißenbaches und hat auf dem Rücken gegen Fischbach und auf Pieregg eine große Verbreitung.

In der nächsten Umgebung von Birkfeld erscheinen (besonders gut aufgeschlossen in der Westflanke des Mohrhoferberges an der Straße von Birkfeld nach Gasen) jene weißen glimmerarmen Gneise, die im Rabenwald eine große Verbreitung haben; auch hier gibt es jenes weiße Material, das in der Literatur als Leukophyllit geht. Hier und an vielen Stellen von Pieregg und auch sonst im Grobgneisgebiet ist der Wechsel der eigentlichen Grobgneise mit ganz phyllonitisierten Typen, immer bei Nord-Süd-Streichen und konstantem Westfallen zu beobachten.

Im Rücken von Pieregg hat die Grobgneisserie eine gewaltige Verbreitung; meist handelt es sich um phyllonitisierte Gneise. Es ist nun für die Lösung der Gesamttektonik von großer Wichtigkeit, daß durch die Begehung der Nachweis des Zusammenhanges der Grobgneisserie mit den »Phylliten« des oberen Weißenbachgrabens und von Fischbach erbracht wurde. Das, was Vacek einst begrifflicherweise als Quarzphyllit ausgeschieden hatte, sind phyllonitisierte Grobgneise.

## c) Die Stellung der Grobgneisserie zu den Amphiboliten des Sauren Kogels.

Darüber ist das Wesentliche bereits mitgeteilt worden. Aus den früher besprochenen Profilen aus den Quarziten des Weißenbachtals über das Kalkband und die phyllonitisierten Grobgneise aufwärts bis zu den Amphiboliten geht klar hervor, daß die Amphibolite des Sauren Kogels den Phylloniten aufgeschoben sind.

Diese Amphibolite erscheinen ausgezeichnet aufgeschlossen an dem Gasenbach unter Punkt 708. An dem genannten Punkt stehen phyllitisch glänzende Hellglimmerschiefer, meist mit ausgesprochenem Westfallen an. Unter Punkt 708 durchfließt der Bach eine Enge, die in die Amphibolitzone eingeschnitten ist; scharf fällt diese gegen W. Die Straße verquert diese Zone bis knapp vor den Punkt 671.

Mit steilem Westfallen sinken unter die Amphibolite die Grobgnese ein, das Westfallen bleibt konstant über das W. H. Baumgart bis zum Mohrhoferberg und auch im Weißenbachgraben abwärts.

Sehr belehrend ist das Profil vom Steinkrempl gegen den Knappensattel (Fig. 5). Man hat da über den Semmeringquarziten des Steinkrempls die durchschnittlich  $40^\circ$  gegen W fallende Grobgnesserie, die im Rücken gegen den Fürstkogel bis über das Gehöft 987 aufwärts reicht. Dort beginnt mit  $40^\circ$  Westfallen die Amphibolitserie des Sauren Kogels.

Überall sinkt die Grobgnesserie unter die Amphibolite ein.

Daß es sich da um einen Schubkontakt handelt, zeigt der Schubsplinter von Amphibolit, der am Gasenbach kurz unter Punkt 671 in den Grobgnesen liegt; es ist ein Granatamphibolit, der mit  $40^\circ$  Westfallen in die Grobgnesserie eingespießt ist.

Die Amphibolitzone endet südlich des Gasenbaches und erreicht nicht mehr den Amaseggraben.

#### d) Die Grobgnesserie und das Krystallin von Anger.

Der Gasenbach ist abwärts von Punkt 671 in die Grobgnesserie eingeschnitten. Vom genannten Punkt angefangen kommt westlich des Baches die Grobgnesserie mit dem Zug des Krystallins von Anger in Kontakt.

Bei St. Georgen fallen die Grobgnese unter  $40^\circ$  gegen W ein. Man sieht hier und nördlich davon am Gasenbach schöne Grobgnese und deren Phyllonite, welche manchmal direkt phyllitisch aussehen. Wenn sich da auch das Streichen manchmal etwas gegen NO dreht, so ist doch immer das Fallen konstant in den Norwestquadranten gerichtet, d. h. die Grobgnesserie fällt als Ganzes gegen W unter die höheren tektonischen Glieder ein.

Wir folgen nun ein kurzes Stück dem Amaseggraben von seiner Mündung in den Gasenbach an. Über der Grobgnesserie erscheint zuerst ein Band (auf der Karte als Amphibolit gezeichnet) von Mylonit eines Hornblendegesteines und eines Glimmergesteines (p. 13); dann folgt das Krystallin des Angerzuges mit seinen Glimmerquarziten, »phyllitischen« Gesteinen usw. In dieser Serie liegt unweit der Mündung des Grabens ein sehr dünnes, leicht zu übersehendes Marmorband, begleitet von Pegmatitgneis, Amphibolit und Gesteinen, welche jedenfalls sehr ähnlich den von der Stubalpe bekannten Diaphthoriten sind. Dieser in seinem Bestande rasch wechselnde Komplex fällt unter etwa  $35^\circ$  gegen W, liegt daher klar über der Grobgnesserie.

Ein zweites, tektonisch höher gelegenes Marmorband samt seinen üblichen Begleitern verquert man, wenn man vom Straußberger in den Amaseggraben geht; vor dem ersten Gehöft nach dem genannten Bauern und nach diesem Bauernhaus zieht ein drittes sehr dünnes Band von Marmor durch.

Alle diese Marmorbänder samt ihren Begleitern streichen spitz auf die Grobgnesserie aus, sie schmieren an der Grenze aus. Die Lagerung ist nicht anders zu deuten als durch Schuppen, die im Streichen an der großen Schubfläche, welche die Grobgnesserie gegen oben begrenzt, ausschmieren, auskeilen.

Über der marmorreichen Zone folgt dann der gewöhnliche Bestand des Krystallins von Anger Glimmerquarziten, Paragneise (oft wie ein Granitgneis), Hellglimmerschiefer, Staurolithgneisdiaphthorite, sogenannte Granatphyllite usw. Man verquert diese Serie bei der Wanderung durch den Amaseggraben. Paragneise z. B. bilden den Punkt 1095.

So sehr der Gesteinsbestand in dieser Serie wechselt, so bleibt doch das Fallen mit großartiger Konstanz gegen W gerichtet, und nur die Fallwinkel wechseln; meist handelt es sich um recht steiles Westfallen.

Im großen erscheint das Krystallin von Anger als eine Schubmasse über der Grobgnesserie; der unterste Teil zeigt einen klaren Schuppenbau, und den oftmaligen Wechsel des Gesteins wird man — in Analogie mit den Verhältnissen auf der Stubalpe — auch nur mit Schuppenbau erklären können.

Schuppenbau ist im Krystallin bei Anger durch Kuntschnig sichergestellt worden. Schuppenbau zeigt sich auch in dem von mir begangenen Gebiete darin, daß im Gebiete des Gasenbaches vollkommen konkordant den vorherrschenden Glimmerquarziten eingeschaltete Hellglimmerschiefer vorkommen, während sie in den Profilen bei Anger fehlen.

Es ist also die Serie des Krystallins von Anger durch die Aufnahme von ganzen Gesteinskomplexen charakterisiert, die anderwärts in den Profilen fehlen — das beste Zeugnis für Schuppenbau.

Im Durchschnitt des Gasenbaches streicht der auf dem Amphibolit des Sauren Kogels aufruhende, also liegende Teil des Krystallins von Anger nicht mehr in N—S, sondern zeigt ein konstantes, fast rein SW gerichtetes Fallen. Es schwenkt sozusagen das Krystallin von Anger in seinen liegenden Teilen unter dem Sauren Kogel durch in der Richtung gegen den Knappensattel hin.

Während am Gasenbach das Krystallin von Anger eine beträchtliche Breite hat, vermindert sich diese gegen den Knappensattel zu immer mehr, bis schließlich ein Auskeilen stattfindet.

Im Schnitte des Gasenbaches reicht das typische Krystallin von Anger bis zur Mündung des Fischgrabens. Dort erscheint mit strengem Nord-Süd-Streichen und meist sehr steilem Westfallen die Hornblendemischungszone, die als ein nicht sehr breites Band gegen den Knappensattel zieht. In ihrem Hangenden erscheint wieder das Krystallin von Anger mit seinen typischen Glimmerquarziten, wozu hier speziell die früher genannten Biotit-Almandin-Schiefer kommen.

Mit klarem Westfallen zieht die ganze Zone gegen den Kamm und überschreitet die Alpenstraße in sehr beträchtlicher Breite.

### e) Die Phyllite von Gasen.

Die Glimmerquarzite der Angerserie sind das Liegende der großen Phyllitmasse von Gasen, über die schon früher (p. 13) einiges gesagt worden ist.

Diese gewaltige Serie von phyllitischen Gesteinen, unter denen Chloritoidschiefer eine bisher ungeahnte Verbreitung haben, bildet die Basis des Paläozoikums von Graz und steht in dieser Stellung in ununterbrochenem Zusammenhang mit den Phylliten der Semriach-Passailer Mulde.

Soweit die Verhältnisse in der Gasen in Betracht kommen und wie die Aufnahmen von Kuntschnig bei Anger Klarheit geschaffen haben, besteht keine direkte Beziehung der Phyllite zum Krystallin von Anger, und man wird auf einen scharfen Schnitt zwischen dem Hochkrystallin und den Phylliten schließen, sei es, daß es sich dabei um einen rein mechanischen Kontakt, sei es, daß es sich um einen mechanisch umgestalteten ehemaligen Auflagerungskontakt handelt.

Daß es sich überhaupt um einen mechanischen Kontakt handelt, wird daraus klar, daß die Phyllite mit sehr verschiedenen Gliedern auf dem Krystallin von Anger liegen. Diesbezüglich sei auf die Karte verwiesen.

Bemerkenswert ist es, daß zwischen der Alpenstraße und dem Gasenbach die Phyllite konstant in N—S streichen und beharrlich gegen W einfallen. Das ist um so merkwürdiger, weil sie im Passailer Becken in O—W streichen und auch in den Bau der Hochlantschgruppe und der Breitenau mit einem etwa O—W bis SW—NO gerichteten Streichen eintreten, genau so wie auch die Amphibolite des Rennfeldes, die doch das Äquivalent jener des Sauren Kogels sind, das alpine Streichen in der Gesamtanlage des Baues zeigen.

Der Umbau des Streichens geht in der oberen Breitenau, und zwar zwischen dem Straßeck und St. Erhard, derart vor sich, daß das Nord-Süd-Streichen in das Nordwest-Südost-Streichen übergeht und dann erst das Ost-West-Streichen daraus hervorgeht. Im Detail aber herrscht oft sehr beträchtliches Schwanken der Streichrichtungen. Ich kann diesbezüglich auf jene Auseinandersetzungen verweisen, die ich bei einer anderen Gelegenheit (Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch., 94. Bd., 1917, p. 328) über das Profil vom Punkt 1409 auf der Teichalpe zum Straßeck veröffentlicht habe. Dort ist erwähnt, daß in den Kalkschiefern und Schieferkalken der Nordflanke des Riegerkogels ein ungemein variables Streichen herrscht, mit welchem das südlich davon auftretende Ost-West-Streichen in das Nord-Süd-Streichen der phyllitischen Serie übergeht.

Überschauen wir die Lage! Gleichsam muldenförmig umfassen die Phyllite das Paläozoikum der Hochlantschgruppe, was, wenn man das Streichen des Rennfeldes und das etwa um 90° davon abstehende Streichen der Amphibolite des Sauren Kogels in Betracht zieht, dafür spricht, daß zwischen den Phylliten und ihrer hochkrystallinen Basis eine Bewegungsfläche größeren Stils liegt.

Da es sich bei dieser Schubfläche um eine Anpassung an das alpine Streichen handelt, so ist es wahrscheinlich, daß sie jung, d. h. zu dem alpinen Störungszyklus gehörig ist. Womit aber über das Alter anderer Schubflächen ich habe in erster Linie jene zwischen dem Angerkrystallin und den Amphiboliten des Sauren Kogels im Auge — nichts ausgesagt ist!

## f) Zusammenfassung.

Ich habe dargelegt, daß die Semmeringenklave von Fischbach ein Fenster ist. Wenn wir die überschiebende Grobgnaisseerie in Betracht ziehen, so kann es sich nur um die Pretuldecke handeln. Daher kann im Fenster nur ein tieferes Element des Gebirgsbaues hervortreten. Das kann nur der Zug von Rettenegg sein, und man muß daher unter den Quarziten des Fensters die Wechselgesteine erwarten; leider gehen die Aufschlüsse nirgends tief genug hinab.

So wie der Wechsel eine Wölbung im Streichen und quer dazu ist, so ist das auch beim Fenster von Fischbach der Fall. Es ist fraglich, ob das auf eine spätere Aufwölbung allein oder auf Druckkräfte quer zum sogenannten alpinen Streichen oder auf die alte variszische oder die vorvariszische Anlage der Grundgebirgstektonik zurückzuführen ist.

Die Frage, ob es sich bei Fischbach nicht um eine Inversion der Semmeringserie handeln kann, muß verneint werden, denn bei inverser Betrachtung der Gesteinsfolge würde sich für Fischbach—Dissau die Ablagerungsfolge Grobgnais—Semmeringkalk—Quarzit ergeben, das ist das gerade Gegenteil dessen, was in normalen Profilen gegeben ist.

In das Hangende der Pretuldecke gehören das Mesozoikum und die Quarzite des Zuges Mürz-zuschlag—Krieglach—Kindberg—Stanz.

Die Verbindung der Trias von Stanz mit Fischbach besteht daher nicht, und die hangende Schubflächengrenze der Pretuldecke muß irgendwo westlich von Fischbach durchlaufen, um dann in die Überschiebung zwischen Grobgnais und Amphibolit des Sauren Kogels einzumünden.

Im Sinne der Deckentheorie handelt es sich bei der Grobgnaisseerie und den Semmeringgesteinen um lepontinische Decken, nach der neuesten Nomenklatur um unter- und mittelostalpine im Sinne von Staub.

Über der Pretulschubmasse liegen die höheren Einheiten: die Amphibolite des Sauren Kogels, das Krystallin von Anger. Beide sind im Sinne der Synthese Staub's oberostalpine Decken.

Die Amphibolite des Sauren Kogels können dem Rennfeld gleichgestellt werden, wenigstens ist heute keine Tatsache bekannt, welche diese Parallele unmöglich machen würde.

Mit der Amphibolitschubmasse ist das Angerkrystallin verbunden, das, so wie die krystalline Unterlage des Grazer Paläozoikums, immer als oberostalpin angesehen wurde. Es ist nun für den tektonischen Zustand unseres Krystallins bedeutungsvoll, daß das Krystallin von Anger mit den Amphiboliten in einen Schuppenbau eintritt. Dabei ist über das Alter dieser Tektonik nichts mit Gewißheit zu sagen; in Analogie mit den Verhältnissen im weststeirischen Krystallin der Stubalpe und Gleinalpe wird man an einen alten Bau, der vor der alpinen Störungsphase fertig war, denken müssen.

Über dem Hochkrystallin liegt die phyllitische Serie, welche selbst wieder die Basis des Grazer Paläozoikums ist. Gründe für die Anschauung, daß sie als tektonisch selbstständig gegenüber ihrer hochkrystallinen Unterlage anzusehen ist, wurden früher vorgebracht; dabei braucht man aber nicht etwa an einen Ferntransport zu denken, denn es ergeben sich aus unserem Gebiete keinerlei Anhaltspunkte für die Abtrennung einer Steirischen Decke im Sinne von R. Staub.

Der Schubkontakt zwischen der Grobgnaisseerie und den höheren tektonischen Einheiten ist die obere Grenze des ehemaligen lepontinischen Systems und damit auch des Semmeringfensters gegen W. Von dieser Schubgrenze gegen NO trifft man kein oberostalpinen Krystallin mehr. Es wäre daher der Überlegung wert, ob nicht mit der Schubgrenze diese höhere krystalline Serie endet, d. h. überhaupt nicht mehr die Semmeringdecken überstiegen hat.

Im ganzen Bau des Gebietes zwischen Fischbach und Birkfeld gibt es nur eine fragliche Sache. Sind die Amphibolite von Fischbach eine normale Einlagerung in die Grobgnaisseerie oder ein Schübling, der von den höheren Schubmassen abgesplittert und in die Grobgnaisseerie eingeschoben wurde? Für die erstere Auffassung spricht besonders der Umstand, daß auch in der Kernserie Mohr's Amphibolitgesteine auftreten; ferner ist die Verbindung der Amphibolite, die doch nur ein schmales Band sind, mit der Grobgnaisseerie derart, daß man sich doch schwer vorstellen könnte, in ihnen einen Schubfetzen zu sehen. Daß es sich um einen Schubfetzen handelt, kann um so weniger der Fall sein, weil dann die Amphibolite aus einer ungleich höheren Schubmasse stammen müßten; es liegen ja über der Pretuldecke die beiden krystallinen Schubmassen mit ihrem Semmeringmesozoikum nördlich des Mürztales.

Wenn man in den Amphiboliten einen Schubsetzen sieht, dann wären sie ein Beweis dafür, daß die Schubmassen mit dem Semmeringmesozoikum nicht von großer Ferne herbeigeschoben wurden, daß sich mehr um überrollende Schubmassen handelt als um große Ferntransporte; denn sonst könnte ein Glied aus einem tektonisch viel höheren Gebiet nicht so tief, ja fast bis an die Basis einer unteren Schubmassengruppe gelangen.

Nun ist noch die Frage der Aufwölbung des Fensters zu erörtern. Es gleicht in dieser Hinsicht, wie schon erwähnt wurde, dem Wechsel. Ich möchte nicht vermuten, daß es sich um eine nachuntermiozäne Aufwölbung handelt, ebensowenig wie beim Wechsel, denn die tertiären Talböden gehen gleichmäßig über die Aufwölbung und das Danebenliegende hinweg. Vielleicht ist es ein zweites Aufbäumen der Wechselserie, welches der Aufwölbung der Fischbacher Fenster entspricht.

## IV. Ausblicke auf die Großtektonik.

Auf die Zeiten vor der Deckentheorie braucht füglich nicht eingegangen werden. Uhlig hat 1906 die Parallele Semmering—Radstädter Tauern aufgestellt, in stratigraphischer Richtung zwar nur, womit aber selbstverständlich auch die tektonische Parallele gegeben war, d. h. die Vorstellung von einem Schubmassenbau.

Den Nachweis der Schubtektonik erbrachte Mohr (1910) am Semmering, und zwar derart, daß er reichlich an liegende Falten mit meist erhaltenem liegendem Mittelschenkel dachte, wozu ihn wohl der damalige Stand von Stratigraphie und Tektonik in den Radstädter Tauern verführte.

Bei der Lösung der Mürztaler Tektonik (Heritsch, 1911) in einen Deckenbau wurde den liegenden Falten eine größere Rolle nicht zugebilligt, denn der Unterton der ganzen Darstellung ist die Vorstellung von großen Schubmassen.

Bei allen diesen Erörterungen sowie in der großen Abhandlung Mohrs (1912) über den Nordostsporn der Zentralalpen sowie in den Auseinandersetzungen Kober (1912 bis 1923) ist der grundlegende Gedanke die Idee vom Semmeringfenster, dessen Westgrenze auf der Linie Fischbach—Stanz—Kapfenberg gesucht wurde.

Die Vorstellung vom Semmeringfenster beherrscht auch die Ausführungen von R. Staub (Beiträge zur Geol. Karte d. Schweiz, N. F., 52. Lief., p. 193 bis 195). Aber schon früher (1921) ist W. Schmidt andere Wege gegangen.

Welche Befunde stützten bisher das Semmeringfenster? Einmal das zweifellose Hinabtauchen der Semmeringgesteine unter die Grauwackengesteine, weiters die Lagerungsbeziehungen in der Stanz (Heritsch, 1911) mit ihrem Untertauchen des Semmeringmesozoikums gegen SW, ferner die Verhältnisse bei Einöd in der Nähe von Kapfenberg, die sich als Untertauchen des Semmeringmesozoikums unter ostalpine Schubmassen deuten lassen (allerdings mit Unrecht, denn im Hangenden liegt der von Spengler nachgewiesene Zug von Semmeringgesteinen Thörl—Veitsch).

W. Schmidt hat die Unstimmigkeiten in den bisherigen Erfahrungen über das Semmeringfenster wohl erkannt und hat die Lösung auf anderem Wege gesucht dadurch, daß er den Semmering über die Grauwackenzone mit den Hohen Tauern verbindet. Schmidt verlegt die Semmeringdecken in das Hangende der Muralpengesteine (d. i. der Ötzmasse im Sinne von R. Staub). Das geschieht aus zweierlei Gründen: erstens, weil zweifellos die Semmeringgesteine den ursprünglich von Kober angenommenen Westrand des Semmeringfensters bei Kapfenberg überschreiten; und zweitens, weil die Grobgnese der Semmeringdecken denen der Seckauer Tauern ähnlich sind und wie diese tektonische Fazies zeigen (im Sinne von Schmidt kaltgerecht sind).

Mit Recht — wenigstens hinsichtlich der Verhältnisse in der Stanz — hat R. Staub dagegen eingewendet, daß das Semmeringsystem von den Höhen der Muralpen stark herabsinken müßte, wenn es über diesen läge. Wir sehen aber vom Mürztal in die Stanz das Gegenteil.

Nach Schmidt müßte das Semmeringdeckensystem zwischen den Muralpen und dem Grazer Paläozoikum liegen. Bisher ist aber auch ein nur spurenweises Vorkommen von Semmeringgesteinen unter dem Grazer Paläozoikum nicht nachgewiesen worden.

Mohr (1912) und Heritsch (1911) sind in den Grundzügen einig über den Schubmassenbau der Semmeringgesteine und der Grobgnese im Mürztal, wobei der eine mehr an liegende Falten, der andere

mehr an Schubmassen denkt. In den Hauptzügen stimmt damit auch die Auffassung Kober's überein, nachdem er seine 1912 geäußerte Ansicht von der Einwicklung des Wechsels verlassen hat.

Nachdem Spengler (Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, 1920) den Zug von Thörl als Semmering-mesozoikum festgelegt und damit eine ältere Vermutung Mohr's von einer ganz hohen »lepontinischen« Decke bestätigt hat, kann man im Mürzgebiet folgende Schubmassen von oben nach unten unterscheiden: Grauwackendecken—Troiseckdecke (mit dem Semmeringzug von Thörl als hangendstes Glied)—Stürzerkogeldecke (mit dem Semmeringzug Pfaffeneck—Kapellen als hangendstes Glied)—Pretuldecke (mit dem Semmeringzug Mürzzuschlag—Kindberg—Stanz als hangendstes Glied)—Wechselgesteine mit einer Umhüllung von Semmeringgesteinen.

Je nach der Einstellung zur Deckentheorie kann man sich diese Schubmassen durch einen Schub von N oder von S übereinandergestapelt denken.

R. Staub (l. c., p. 193 und Karte) hat den Versuch einer Gliederung des zentralalpiner Deckensystems des Mürztals gemacht, indem er den Wechsel und die Pretuldecke für unterostalpin, die Stürzer- und Troiseckdecke als mittelostalpin bezeichnete — meines Erachtens eine unnötige Komplizierung auf rein deckensystematischer Basis, denn tatsächlich unterscheiden sich die »unter-« und »mittelostalpinen« Decken hinsichtlich ihres Mesozoikums nicht voneinander; und überdies dürfte die Staub'sche Kartenzeichnung im Mürztal unter Kindberg kaum mit den gegebenen Verhältnissen in Einklang zu bringen sein. Den Zug von Stanz zeichnet Staub als mittelostalpin, was sicher unrichtig ist, denn er ist ein Glied der Pretuldecke.

Daß Staub die »Fischbacher Enklave« als zugehörig zu den höheren Semmeringdecken zeichnet, kann ihm nicht als Fehler angerechnet werden, da er ja, der bisherigen Literatur folgend, die tatsächlichen Verhältnisse nicht erkennen konnte.

Im Beihange zu seiner Synthese der Alpen hat R. Staub eine Profilserie gezeichnet; das letzte dieser Profile, das wie alle anderen bis zu 10 *km* Tiefe absteigt, betrifft unser Gebiet. Unter den Semmeringdecken erscheinen da die Äquivalente der Monte-Rosa-Decke, der Aduladecke, der tiefsten Simplondecken und des Aarmassivs. Und von Hartberg gegen S, wo oberflächlich nur Tertiär zu sehen ist, zeichnet er eben unter diesem Jungtertiär die oberostalpine Ötz-Silvretta-Decke, von der im Schnitte Staub's allerdings erst im Bacher etwas zu sehen ist.

Alle Decken werden von dem oststeirischen Massiv durchbrochen, von dem oberflächlich nichts zu sehen ist, auf das Staub aus den oststeirischen Vulkanen schließt.

Die Einzeichnung der Ötz-Silvretta-Decke und die Zeichnung eines großen oststeirischen Massiv sind ebensowenig durch eine Beobachtungstatsache gestützt als das Durchziehen der Semmeringdecken in durchschnittlich 7 *km* Tiefe bis unter Marburg und den Bacher.

Wenn solche Profile auch eine klare Vorstellung von den Ansichten eines Geologen über den alpinen Bau geben, so scheint mir der allgemeine Wert derartiger Darstellungen doch recht gering zu sein. Ich kann bei derartigen Versuchen nicht mittun und, wie ich die Lage zu erkennen glaube, mit mir auch manche andere Alpengeologen nicht, die mehr an den realen Beobachtungstatsachen hängen, als das bei solchen Profilzeichnungen der Fall zu sein scheint.

Ich muß diese meine Stellungnahme präzisieren, selbst auf die Gefahr hin, von einer bestimmten Seite wieder einmal angegriffen zu werden. Allerdings kann es uns in den Alpen wirklich arbeitenden Geologen aller Richtungen — seien es nun Anhänger oder Gegner der Deckentheorie — gänzlich gleichgültig sein, wenn irgendein Outsider, der einmal mit der Leugnung mesozoischer Bewegungen in den Ostalpen (siehe Geol. Rundschau, II. Bd., p. 251) gründlich abgeführt worden ist, über den alpinen Gebirgsbau zu äußern sich bemüßigt sieht.

Nach dieser bedauerlichen, aber notwendigen Bemerkung verweise ich auf die Figur 6, in der ich den Versuch gemacht habe, zwei Profile des Gebirgsbaues in der von mir studierten Gegend zu geben.

Gegenüber der Anschauung von der fensterartigen Lagerung der gesamten Semmeringgesteine zum oberostalpinen Gebirge hat Heritsch (Geologie von Steiermark, 1921), ausgehend von dem hohen Alter des Muralpenkrystallins und sich stützend auf den Hiatus der Metamorphose zwischen diesem Krystallin und den paläozoischen und mesozoischen Gesteinen, den Versuch gemacht, die Tektonik mehr durch ein Nebeneinander mit kurzen Schüben als durch ein Übereinander von Decken zu deuten. Es wird von der relativen Autochthonie der Zentralalpen gesprochen (Heritsch, Geol. Rundschau, XVI. Bd., p. 328 ff.).

Die Innentektonik der Muralpen im Sinne von Schmidt hat den Charakter einer alten Masse, womit der Gegensatz zu der zentralalpiner Tektonik von der Art des Stils der Hohen Tauern hervorgehoben werden soll.

Mit der Feststellung einer sehr alten Tektonik im Muralpenkrystallin ist aber nicht die Bewegungslosigkeit gegenüber der alpinen Gebirgsbildung gefordert, wie das wohl des öfteren in Kritiken mißverständlicherweise geschlossen worden ist, sondern es ist die Vorstellung herrschend, daß diese alte Masse mit ihrer sehr alten Tektonik durch eine Bewegungsfläche oder durch ein Netz von solchen vom Untergrund ganz oder zum Teil losgelöst und als geschlossener Block (Heritsch, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch., math.-naturw. Kl., Bd. 121, 1912, Abt. I, p. 621) den jungen Bewegungen nachgegeben hat.

Nicht gegen die Bewegung der im Sinne der Deckentheorie oberostalpinen Gebirgsstücke richtet sich der Angriff der »Grazer Geologen«, sondern gegen die von den Deckentheoretikern angenommene

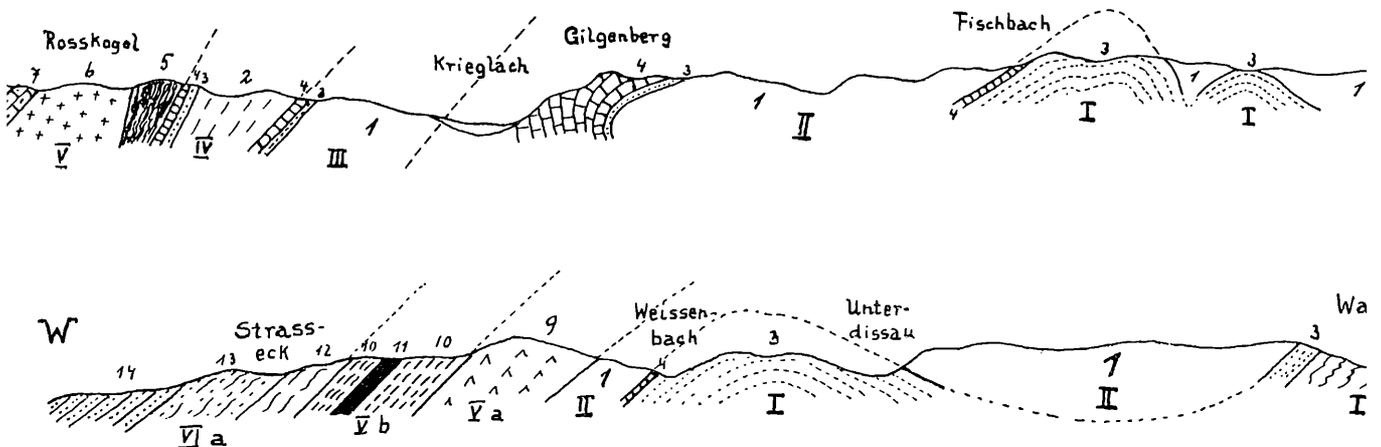


Fig. 6. Schematische Profile.

- |                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| 1 = Grobgnesserie.              | 6 = Porphyroide, Silbersberggrauwacken etc. | 11 = Hornblende-Mischungszone.   |
| 2 = Gneis etc.                  | 7 = Silur-Devon der Grauwackenzzone.        | 12 = Chloritoidphyllite, Serizitphyllite, Serizitquarzite, Grünschiefer. |
| 3 = Quarzit                     | 8 = Oberostalpine Trias.                    | 13 = Dunkle Phyllite mit Kalklagen.                                      |
| 4 = Kalk und Dolomit            | 9 = Amphibolite des Sauren Kogels.          | 14 = Kalkschiefer (paläozoisch), der Basis des Hochlantschdevons.        |
| 5 = Karbon der Grauwackenzzone. | 10 = Krystallin von Anger.                  |  |
- 
- |   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| I = Wechsel, Rettnegger Zug, Fischbacher Fenster. | V a = Schubmasse der Amphibolite d. Sauren Kogels | } beiläufige Äquivalente von V.  |
| II = Preduldecke.                                 | V b = des Angerkrystallins                        |                                  |
| III = Stürzertkogeldecke.                         | VI a = der Phyllite + Grazer Devon,               | } beiläufiges Äquivalent von VI. |
| IV = Troiseckdecke.                               | I = Bei Waldbach Wechselgesteine.                 |                                  |
| V = Untere Grauwackenserie (Karbon etc.).         |   |                                  |
| VI = Obere (Silur-Devon) + Oberostalpine Trias.   |   |                                  |

Form der Bewegung, gegen den Versuch einer Auflösung in Decken. In den westlichen Punkten besteht gar kein sehr großer, unüberbrückbarer Unterschied zwischen den Auffassungen von R. Staub oder noch weniger zu der Meinung von Richter (Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., 1923), wie ich in den »Fortschritten der Geologie und Paläontologie« (1927) auseinandergesetzt habe.

In den östlichsten Zentralalpen folgte auf die Phase der ungestüm vorwärtsstürmenden Deckentheorie eine Phase der Rekurrenz. Dazu gehören auch die Vorstellungen, die Mohr über den Wechsel geäußert hat — Beziehungen zur böhmischen Masse, relative Autochthonie (»Ist das Wechselfenster ostalpin?«, Graz 1919).

In diesen Gedankenkreis, der auf einer gewissen Ablehnung der Vorstellungen vom Deckenbau beruht, paßt auch die neueste Studie von Kober (Tschermak's min.-petr. Mitteil., 38. Bd., 1925) gut hinein, besonders bemerkenswert deswegen, weil — im Gegensatz zu den Anschauungen von R. Staub auf die Parallele des Semmerings mit den Radstädter Tauern und daher auf das Durchziehen der Decken zwischen Semmering und den Radstädter Tauern verzichtet wird, was so lange Zeit die Grundannahme der Deckentheorie in den östlichen Zentralalpen gewesen ist.

Kober (1925) sieht im Wechsel — im Gegensatz zu Mohr — ein hochtatisch-autochthones Gebirge und bezeichnet das ganze Semmering-Wechsel-System als hochtatisch, als ein Stück der Karpathen. Dadurch wird zweifellos der Bau der Alpen und Karpathen einheitlich; allerdings ist dann das Semmeringgebiet eine tektonische Einheit, welche sonst den Alpen fehlt — auch ein Vorzug der Auffassung, denn von vielen ostalpinen Geologen ist gerade das Durchziehen der Decken auf sehr große Entfernungen oft genug scharf bekämpft worden.

Auch die Schubmassen des zentralalpinen Semmeringsystems faßt Kober nun anders auf, indem er sie als Abschürfungen von Kopf und Rücken des aufgestülpten Untergrundes (Wechsel) ansieht. Das ist eine Auffassung, die sich z. B. meinem Standpunkt nähert, der immer von einer Blockbewegung des ostalpinen Gebirges ausgegangen ist. Dieser große Block ist es nun auch in der Auffassung von Kober, der die Schubmassen des Semmeringsystems schuf, so ähnlich wie das R. Staub in seiner großen Synthese alpinen Baues auseinandergesetzt hat.

Kober gibt für das Semmeringsystem etwa 20 km Schubweite an. Das ist zu wenig, denn für die Pretuldecke ergibt sich allein schon vom Südrande des Fensters von Fischbach an eine Schublänge von mehr als 20 km. Wo ist aber das Südende der Pretuldecke?

Ich habe in den früheren Erörterungen einen großen Schubmassenbau aufgezeigt. Und es erhebt sich jetzt noch die Frage, ob das Semmeringfenster wirklich bei Bruck oder noch etwas weiter westlich geschlossen ist. Da erscheint W. Schmidt's Auffassung von der Stellung der Grobgneise zu den Muralpen das große Fragezeichen für das Semmeringfenster. Der Schwerpunkt der Frage liegt nun einmal im Gebiete nördlich von Bruck und Leoben, dann aber auch nördlich der Amphibolite des Sauren Kogels. Wo liegt in dem »Quarzphylliterrain« zwischen Rennfeld, Saurem Kogel und Teufelstein die Grenze zwischen den Grobgneisphylloniten und den echten Phylliten an der Basis des Grazer Paläozoikums? Es wäre weder neu — da Ähnliches schon von Schmidt gesagt wurde — noch etwa sehr überraschend, wenn ich die Möglichkeit in Betracht zöge, daß ein Teil der Phyllite an der Basis des Grazer Paläozoikums Grobgneisphyllonite seien. Schmidt hat dem Glimmerschiefer über dem Amphibolit des Rennfeldes die Stellung des Grobgneises zugebilligt.

Wir fragen: Ist das Semmeringfenster geschlossen? Das kann bejahend beantwortet werden für die Sirecke Stanz—Weißbachgraben, westlich Birkfelds, ja auch weiter nach S, denn die Gneise des Rabenwaldes (wenigstens zum Teil eine Abwandlung des Grobgneises) fallen bei Anger und noch weiter südlich unter jenen Schieferzug ein, der, als Krystallin von Anger bezeichnet, im Sinne der Deckentheorie als oberostalpin zu bezeichnen ist. Bei Kapfenberg—Bruck aber sind die Verhältnisse mehrdeutig, und die Möglichkeit einer Fortsetzung des Semmeringfensters in die Grauwackenzone und westlich von Bruck ist nicht absolut von der Hand zu weisen.

So türmen sich, wenn die tektonische Lage an einer Stelle klar geworden ist, weiterhin die Probleme auf.

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung	1
II. Die Gesteinsserien des Berglandes zwischen Birkfeld und Fischbach	3
A. Die krystallinen Serien	3
a) Das Krystallin von Anger	3
b) Die Grobgnéisserie	5
c) Die Amphibolgesteine des Sauren Kogels	12
d) Die Phyllitzone an der Basis des Grazer Paläozoikums	13
B. Die Semmeringgesteine von Fischbach	14
C. Das Jungtertiär Birkfeld	14
III. Die Tektonik des Gebietes zwischen Fischbach und Birkfeld	15
a) Die Lagerung der Semmeringgesteine	15
b) Das Gneisgebirge im O und S des Fensters	19
c) Die Stellung der Grobgnéisserie den Amphiboliten des Sauren Kogels	19
d) Die Grobgnéisserie und das Krystallin von Anger	20
e) Die Phyllite von Gasen	21
f) Zusammenfassung	22
IV. Ausblicke auf die Großtektonik	23

## Erklärung zu den Tafeln I und II.

Die Figuren Nr. 1 bis 8 stammen von dem Vorkommen Offenberger und stellen die Umformung des Grobgnaises dar. Die Aufnahme erfolgte unter gekreuzten Nikols und bei 40facher Vergrößerung.

Nr. 1 (Schliff 11). Große Mikrokline; sehr wenig Plagioklas; Muskowitsträhne als durchgehende Lagen, die um die Mikrokline ausweichen; Quarzkornfasern.

Nr. 2 (Schliff 14). Die linke Hälfte (ganz dunkel und etwas dunkler als das andere Gefüge) ist Mikrolin; rechten oberen Quadranten oben eine Glimmerleitfaser, horizontal liegend und gegen rechts etwas herabgehoben; der linke untere Quadrant und darüber hinausgehend Quarz-Feldspat-Gefüge, kleinkörnig.

Nr. 3 (Schliff 6). In s gestrecktes Quarz-Feldspat-Kleingefüge; darin große Mikrokline, deren Klüfte Ansiedlungen von Schüppchenmuskowit zeigen (große Mikrokline am Rand, zum größeren Teil im linken unteren Quadranten).

Nr. 4 (Schliff 5). Im linken oberen Quadranten ein sehr großer, zerbrochener Mikroklin, in dessen Rissen Schnüppchenmuskowit liegt; den rechten unteren Teil des Schliffes nimmt ein Quarzkörnergefüge mit Feldspat das deutlich s lang gestreckt ist.

Nr. 5 (Schliff 3). Etwas mehr als die untere Hälfte des Schliffbildes zeigt Glimmergefüge, getrennt durch Kleinkörnerwerk von Quarz und Feldspat; der obere Teil des Schliffes besteht vorwiegend aus Mikroklin, der etwas von Glimmern durchflochten ist.

Nr. 6 (Schliff 17). Der eckige Querschnitt in der Mitte des Bildes ist ein Mikroklin, dessen längere gerade Kanten in liegen; etwa unter 45° dazu ziehen feine Striche durch, das sind größere Ansiedlungen von Schüppchenmuskowit auf Seberflächen; auch weiter unten größere Mikrokline (dunkel); sonst Glimmergefüge in s und Kleinkörnerhaufwerk Quarz und Feldspat. Der ganze Schliff ist durch das ausgezeichnete s-Gefüge beherrscht.

Nr. 7 (Schliff 22). Dichte Geflechte von hellen Glimmern und von Meroxen; zwischen den dicken Glimmersträhnen liegt Kleinkörnerhaufwerk von Quarz und Feldspat.

Nr. 8 (Schliff 15). Glimmergefüge, dazwischen Gemenge Quarz und Feldspat.

Die Figur 9 zeigt ein Bild aus dem Biotit-Almandin-Schiefer derselben Vergrößerung wie die Figuren 1 bis 8, aber gewöhnlichem Lichte.

Das s-Gefüge geht von links nach rechts; in der Mitte Granat mit Wälzung und daher mit verlegtem s; über dem Granate ein großer Meroxen senkrecht auf das s-Gefüge; und hinter dem Granate sogenannte Streckungshöfe.

Die Kartenskizze auf Tafel III ist im Maßstabe 1 : 65.000 gedruckt. Isohypsen von 200 zu 200 m.

7



Fig. 1



Fig. 2

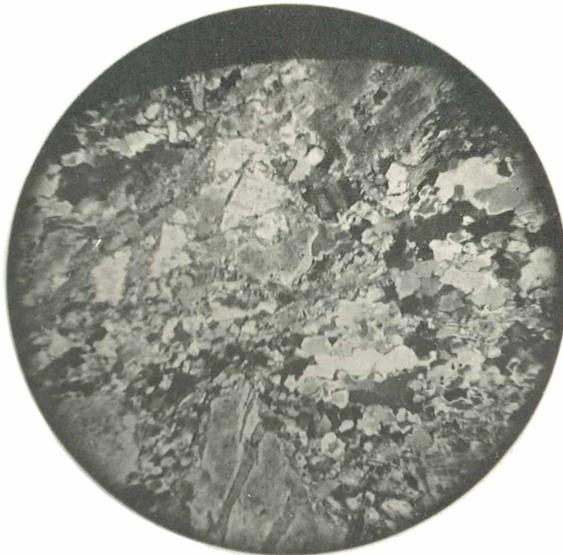


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

11



Fig. 6



Fig. 7



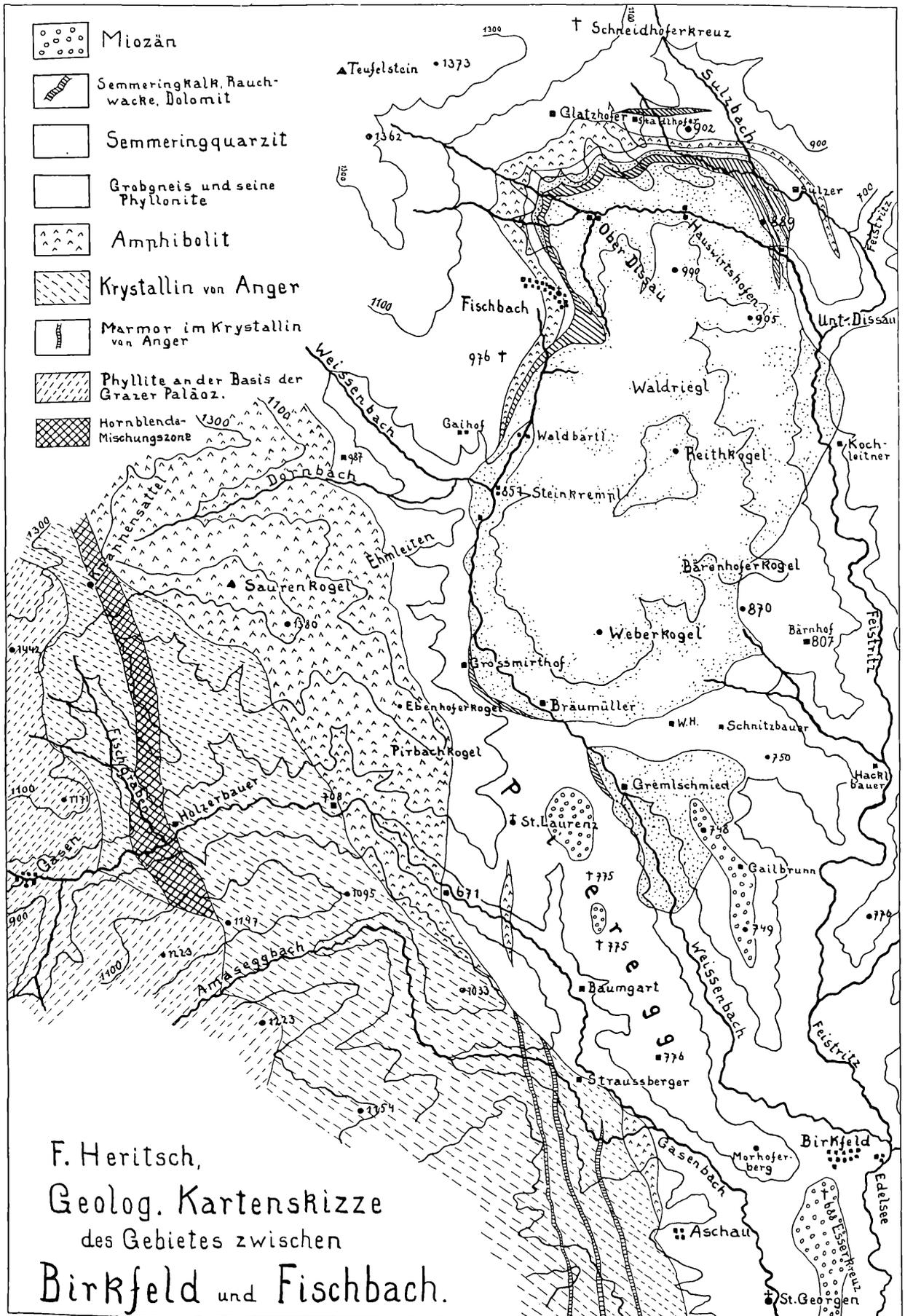
Fig. 8



Fig. 9

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.





F. Heritsch,  
 Geolog. Kartenskizze  
 des Gebietes zwischen  
 Birkfeld und Fischbach.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl.  
Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt:  
Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [101](#)

Autor(en)/Author(s): Heritsch Franz

Artikel/Article: [Die tektonische Fenster von Fischbach \(mit 3 Tafeln und 6 Textfiguren\). 1-  
27](#)