

Die Gneiszone des südlichen Schnalser Tales in Tirol.

Von Guido Hradil in Innsbruck.

Mit zwei Tafeln (Nr. XVIII—XIX) und einer Textfigur.

Literatur.

- Blaas, J. Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck 1902.
- Cathrein, A. Mineralogisch-petrographische Skizze des Vinschgaues. Plant's Führer durch Vinschgau. Meran 1907.
- Dittrich, M. Anleitung zur Gesteinsanalyse. Leipzig 1905.
- Fuchs, C. W. C. Die Umgebung von Meran. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1875.
- Futterer, K. Die Ganggranite von Großsachsen und die Quarzporphyre von Thal im Thüringer Wald. Inauguraldissertation Heidelberg 1890. 48 S. Referat im Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 1891.
- Futterer, F. Über Granitporphyr von der Griesscharte in den Zillertaler Alpen. Ein Beitrag zur Kenntnis dynamometamorpher Strukturen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1894, 1895, IX. Beilageband, pag. 509—553.
- Grubenmann, U. Über einige Ganggesteine aus der Gefolgschaft der Tonalite. Tschermak's Mineralogisch-petrographische Mitteilungen, Bd. XVI, Heft 3—4 (1897).
- Grubenmann, U. Über den Tonalitkern des Iffinger bei Meran. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, 41. (1896.)
- Hammer, W. Die kristallinen Alpen des Ultentales. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1904.
- Hammer, W. Über die Aufnahme des Blattes Bormio—Tonale. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1905.
- Künzli, E. Die Kontaktzone um die Ulten-Iffinger Masse bei Meran. Tschermak's Mineralogisch-petrographische Mitteilungen 18. (1899.)
- Ohnesorge, Th. Der Schwazer Augengneis. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1903.
- Petrascheck, W. Über Gesteine der Brixener Masse und ihre Randbildungen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1904.
- Sander, B. Geologische Beschreibung des Brixener Granits. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1905.
- Stache, G. Die geologischen Verhältnisse der Gebirgsabschnitte im Nordwesten und Südosten des unteren Ultentales in Tirol. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1880.
- Suess, E. Das Inntal bei Nauders. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., math.-nat. Kl., 1905.
- Teller, F. Über die Aufnahmen im Untervinschgau und im Iffinger Gebiet bei Meran. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1878.
- Weinschenk, E. Grundzüge der Gesteinskunde. I. und II. Teil. Freiburg i. B. 1902/1905.
- Zirkel, F. Lehrbuch der Petrographie. Leipzig 1894.
- Geologische Spezialkarte 1:75.000, Blatt Meran (Zone 19, Kol. IV) der k. k. geologischen Reichsanstalt Wien 1878.
- Geologische Übersichtskarte der Österr. Monarchie, Blatt V, von Hauer, 1867.
- Karte des geogn.-montan. Vereines von Tirol, Blatt VI, 1849.

Vorwort.

Die nachstehende Arbeit verdankt ihre Entstehung einer Anregung von Herrn Professor Dr. U. Grubenmann, der gelegentlich einer Bereisung der Ötztaler Alpen meine Aufmerksamkeit auf jene auffallenden, wohlentwickelten Augengneise südlich von Alt-Ratteis im Schnalser Tale lenkte und eine eingehendere Untersuchung derselben von petrographischen und geologischen Gesichtspunkten als wünschenswert und dankbar bezeichnete. In des Genannten chemischem Laboratorium zu Zürich habe ich auch die drei der Arbeit beigegebenen Analysen ausgeführt und mich dabei der Unterstützung der Assistentin, Frl. Dr. L. Hezner zu erfreuen gehabt. Herrn Professor Grubenmann für seine mannigfache Förderung und Unterstützung, sowie Frl. Dr. Hezner für ihr Mühewalten an dieser Stelle herzlich zu danken, ist mir eine angenehme Ehrenpflicht.

Die mikroskopische und geologische Behandlung des Stoffes habe ich in Innsbruck ausgeführt, woselbst es mir auch unter Anleitung und nach Weisung von Herrn Professor Dr. A. Cathrein gelang, die vervollständigten Resultate der Detailuntersuchungen zu einem einheitlichen Ganzen zu vereinigen und mit dem vorliegenden Gesamtbilde abzuschließen. Es möge mir gestattet sein, Herrn Professor Cathrein für seine Hilfe hiebei geziemend zu danken; überdies bin ich ihm dafür, daß er meine Arbeit als Dissertation genehmigte, zu besonderem Danke verpflichtet.

Mineralogisch-petrographisches Institut der k. k. Universität Innsbruck.

Im Juli 1909.

Einleitung.

Der Südrand der kristallinen Zentralmassive in den Ostalpen weist vielerorts Vorkommnisse von mehr oder minder veränderten Gesteinen teilweise wohl eruptiver Herkunft auf, welche von verschiedenen Beobachtern erwähnt und in ihren Einzelheiten beschrieben worden sind. In die Reihe dieser Vorkommnisse gehört auch das Gebiet, dem die nachfolgenden Zeilen gewidmet sind, und welches, wenn auch nicht unmittelbar an der Grenze der kristallinen Zentralzone gegen den südlichen Sedimentärgürtel gelegen, in genetischer Beziehung doch mit viel Berechtigung zu jenen gerechnet werden dürfte.

Am Südausgange des bei Staben in das Etschtal mündenden Schnalser Tales stehen Augengneise an, welche durch die bedeutende Größe ihrer Einsprenglinge schon bei flüchtiger Begehung des von Staben nach Neu-Ratteis führenden Fahrweges, der überall gute Aufschlüsse zeigt, auffallen und mit dem hier sonst allenthalben herrschenden Glimmerschiefer kontrastieren. Cathrein¹⁾ erwähnt

¹⁾ L. c. (nach Tagebuch 1893) pag. 98 und 99.

diese Gesteine und die auffallenden Orthoklaskristalle in denselben von diesen und anderen Lokalitäten des Vintschgaus.

In dem Raume Staben—Alt-Ratteis kann man wiederholt beobachten, daß Gneis und Glimmerschiefer in der Richtung N—S mehrfach wechsellagern, so daß man schon hier den Eindruck gewinnt, es handle sich um mehrere ostwestlich streichende Züge von Augengneis, die dem Glimmerschiefer eingelagert sind.

Lagerungsverhältnisse des Augengneises.

Längs des Fahrweges von Staben nach Neu-Ratteis beobachtet man nachstehende Profilverhältnisse (Zahlenangaben in Schritten à 75 cm):

(Siehe Kartenskizze Taf. XVIII.)

- 0* Südausgang des Talweges: Augengneis NW 75° SO; F.: 60° NO.
- 130* Gehängeschutt.
- 490* Augengneis mit großen Feldspäten.
- 658* Glimmerschiefer mit lagenförmigen Ausscheidungen von Quarz.
- 678* Gneis, weniger grobporphyrisch struiert; am Kontakt mit dem südlich anstehenden Glimmerschiefer schöne Faltungserscheinungen.
- 690* Glimmerschiefer mit dünnen Feldspateinlagerungen.
- 856* Glimmerschiefer, scharfe Grenze gegen den südlich anstehenden Gneis.
- 1016* Glimmerschiefer.
- 1456* (Scharfer Kontakt) Gneis, grobporphyrisch.
- 2556* Glimmerschiefer. Dessen Grenze gegen den südlich anstehenden Gneis hier nicht scharf, sondern allmählicher Übergang von Gneis in Glimmerschiefer.
- 2556* Bis zur Mühle nordwestlich Ladurns Moränen; soweit unter denselben anstehendes Gestein zutage tritt, ist es überall Glimmerschiefer.
- 0* Von der Ladurner Mühle bis
- 220* Glimmerschiefer; hier zeigt derselbe stellenweise Spuren von Feldspateinlagerungen. Im weiteren Verlaufe gegen N stellt sich wieder Augengneis vom Typus des am Südausgange des Tales anstehenden ein. Südlich der Säge von Alt-Ratteis, das ist
- 1300* von der Ladurner Mühle, treten teils Moränen, teils Bergsturz- und Gehängeschuttmassen an den Bach heran, das Anstehende verhüllend. Weiter nördlich gegen Neu-Ratteis zu überall Glimmerschiefer anstehend mit Ausnahme einer Einlagerung von Amphibolit südlich der Gehöfte „Hof am Wasser“.

Steigt man einige hundert Schritte westlich von Kompatsch, etwa bei dem Gemeindeschießstand, über die mit kleinen Weingärten bedeckte Anhöhe gegen Norden an, so trifft man über dem mit Gletscherschliffen und Moränenresten bedeckten Glimmerschiefer alsbald auf anstehenden Augengneis und kann an dieser Stelle beobachten, daß man eine östlich auskeilende, gegen Westen mächtiger werdende

Linse dieses Gesteines vor sich hat¹⁾, deren scharfe Begrenzung gegen den liegenden und hangenden Glimmerschiefer gut aufgeschlossen ist. Durch Glimmerschiefer nördlich ansteigend, trifft man nordwestlich etwa 100 *m* über dieser Stelle auf eine zweite von W gegen O auskeilende Linse von Augengneis; ihr Kontakt gegen den liegenden Glimmerschiefer ist nicht aufgeschlossen, während im Hangenden vielfach Schiefer mit dünnen Quarzfeldspateinlagerungen den Übergang zwischen Augengneis und Glimmerschiefer vermitteln. Das Auskeilen einer dritten Gneislinse ist genau nördlich jenem der ersten Linse in ca. 740 *m* (Aneroid) aufgeschlossen und es zeigt sich auch hier die Erscheinung, daß schmale Zonen von Übergangsschiefern (Gneisschiefern) zwischen dem Augengneis und dem unveränderten Glimmerschiefer eingeschaltet sind. Das Charakteristische dieser Zonen ist das Auftreten schmaler Lagen von Feldspatsubstanz, stellenweise auch von kleinen, augenförmigen Feldspateinsprenglingen, die mit der Entfernung von der Gneislinse an Häufigkeit abnehmen und einen Übergangstypus zwischen Augengneis und Glimmerschiefer darstellen. Im allgemeinen treten diese Zonen an den hangenden Grenzen der Gneislinsen häufiger auf als an den liegenden, welche, soweit aufgeschlossen, fast durchweg einen scharfen Kontakt gegen völlig unveränderten Glimmerschiefer zeigen. Eine vierte Gneislinse streicht nördlich der dritten in westöstlicher Richtung und keilt vermutlich in der Nähe des Bildstockes nordwestlich von Bichl auf dem Fußsteige nach Sonnenberg aus, da östlich dieser Stelle überall Glimmerschiefer ansteht. Das Ausgehende dieser Linse ist nicht aufgeschlossen.

Im Aufstiege von Naturns gegen Sonnenberg auf dem Fußsteige, der westlich des Kirchbachgrabens im unteren Teile über mächtige Moränen führt, trifft man in einer Höhe von 1470 *m* anstehenden Glimmerschiefer (etwa bei Farnell $\odot$ 1051 der Karte) NO 35° SW streichend, 30° NW fallend, etwas weiter gegen Sonnenberg dasselbe Gestein, NO 73° SW streichend, 62° NW fallend. Die Höfe auf dem Sonnenberg: Höfl, Unterstell, Grub, Lind, Patteid liegen auf Glimmerschiefer, während Augengneis erst unmittelbar südlich des Gehöftes Inner-Unterstell (1574 *m*) beobachtet werden konnte; es ist dies die liegende Grenze einer fünften, sehr mächtigen Gneislinse, welch' erstere den Lahnbachgraben durchsetzt und in 1350 *m* Höhe in einem südlichen Seitenast dieses Grabens einen scharfen Kontakt zwischen Augengneis und Glimmerschiefer, NO 85° SW streichend, 45° NW fallend, zeigt. Die Fußsteige von hier über die Gehöfte Latschraun und Rofen, sowie jener über Falkstein nach Naturns, ferner auch jener über Platz und Unterrain nach Rabland verbleiben durchweg im Glimmerschiefer; doch deuten zahlreiche im Gehänge- und Bachschutt vorkommende Stücke von Augengneis darauf, daß jene fünfte Gneislinse sich noch weiter in den Südgehängen der Lahnbachspitze gegen Osten fortsetzt.

Steigt man von dem im Schnalser Tale liegenden Gehöfte Ladurns (809 *m*) auf dem schmalen, oft völlig verschwindenden Steige gegen Inner-Unterstell, so beobachtet man, sobald man den Bereich der Grundmoränen von Ladurns verlassen, überall Glimmerschiefer. Bei

¹⁾ Siehe Kartenskizze auf Taf. XVIII.

ca. 980 m (Aneroid) steht Augengneis an, der bis 1280 m anhält. Dasselbst folgt auf eine schmale Zone nahezu aplitähnlichen Übergangsschiefers eine ebenso geringmächtige Zone gewöhnlichen Glimmerschiefers und auf letzteren abermals Augengneis, der bis zum westlichsten Hause von Inner-Unterstell (1457 m) anhält, wo nach einer etwa 1 m mächtigen Übergangszone von Gneisschiefen ein scharfer Kontakt gegen Glimmerschiefer aufgeschlossen erscheint. Auf dem Wege gegen den Hof Wald fortschreitend, stößt man alsbald wieder auf Augengneis, welcher hart an der Gabelung der Steige gegen St. Katharinaberg einerseits und Wasant anderseits (unmittelbar nordwestlich des bei Wald herabkommenden Tälchens) mit scharfem Kontakt auf Glimmerschiefer trifft; in letzterem liegen die obere Mahralpe, die Dickeralpe (2048 m), der Abstieg über Ober- und Unter-Wasant nach Alt-Ratteis, sowie der Weg von Wald nach St. Katharinaberg.

Westlich des Taleinschnittes des Schnalser Baches verläuft die hangende Grenze der südlichsten (ersten) Gneislinse in einer Höhe von ca. 660 m; das Auskeilen der letzteren gegen Westen kann im Raume zwischen Staben und der Brücke über den Schnalser Bach in der angegebenen Höhe beobachtet werden; der Felskopf, der die Ruinen des Schlosses Iufahl trägt, zeigt an seinem südlichen Gehänge einen scharfen Kontakt zwischen Glimmerschiefer im Liegenden und Augengneis im Hangenden, welcher letzterer der zweiten Linse angehört. Die Lagerungsverhältnisse der übrigen Gneislinsen gegen N und NW sind hier mangels günstiger Aufschlüsse in dem mit Wald bedeckten Gelände nicht mit Sicherheit festzustellen.

Weitere Vorkommnisse von Augengneis bei Mittel-Iufahl und südlich (Unter-)Iufahl (1256 m) scheinen einer selbständigen, mit den geschilderten Vorkommnissen östlich des Schnalser Tales nicht zusammenhängenden Linse von geringerer Mächtigkeit anzugehören. Auch der Verlauf der westlichen und nördlichen Begrenzungslinien der mächtigen, nördlichsten Augengneislinse ist nicht mit Sicherheit zu konstatieren; doch konnten um Neu-Ratteis und weiter nördlich davon keinerlei Anzeichen dafür angetroffen werden, daß sich diese Vorkommnisse bis hierher erstrecken.

Weitere für die Beurteilung der Lagerungsverhältnisse der hier in Frage kommenden Gesteine sehr wichtige Aufschlüsse wurden durch den Zuleitungs- und Druckstollen des eben im Bau begriffenen Elektrizitätswerkes geschaffen, welches im Auftrage der Gesellschaft „Etschwerke“ von der Bauunternehmung Ing. Josef Riehl in Innsbruck ausgeführt wird. Dank dem Entgegenkommen der letzteren sowie insbesondere des bauleitenden Ingenieurs Herrn v. Kleiner, welcher dem Verfasser den Besuch der Stollen gestattete, war es möglich, die durch diese Anlage neu gewonnenen geologischen Profile den vorliegenden Untersuchungsergebnissen beizufügen, wodurch das Gesamtbild der geologischen Lagerung eine wertvolle Ergänzung erfuhr. Es sei hiefür an dieser Stelle sowohl der Unternehmung als auch deren bauleitendem Ingenieur der beste Dank ausgesprochen.

Der erwähnte Stollen beginnt im östlichen Gehänge des Schnalser Tales in einer Höhe von 861 m nordöstlich der Gehöfte

Walchhof, durchfährt nahezu geradlinig mit schwachem Gefälle das Talgehänge bis oberhalb des Südausganges, von wo er als Druckstollen mit starkem Gefälle in das Niveau des Etschflusses unmittelbar östlich des Hotels „Schnalser Tal“ niederleitet. Auf diese Weise erscheint der ganze Gesteinskomplex innerhalb der angeführten Grenzen erschlossen.

Die von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien herausgegebene geologische Karte 1:75.000 (Blatt Meran, Zone 19, Kol. IV; aufgenommen von F. Teller 1878) bezeichnet den Augengneis nächst Naturns als solchen, während in der Hauer'schen Karte bloß die fünfte Linse, in der Karte des geognost.-montan. Vereins von Tirol keine derselben verzeichnet erscheint.

Chemische und mikroskopische Untersuchung der Gneisvorkommnisse.

Bemerkungen über den Gang der Analysen.

Bei den drei nachfolgend mitgeteilten Analysen wurde in der Weise verfahren, daß die Werte für die Oxyde TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , CaO aus je zwei Aufschlüssen, einem Aufschluß in der Kali-Natron-Schmelze und einem Flußsäureaufschluß bestimmt wurden, wobei stets TiO_2 kolorimetrisch aus der Summe der Oxyde $\{TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3\}$ nach dem Grade der Gelbfärbung mit Wasserstoffsuperoxyd im Vergleich zu einer Indikatorlösung von bekanntem TiO_2 -Gehalt ermittelt wurde; das Eisenoxyd Fe_2O_3 wurde ebenfalls aus dieser Summe durch Titration mit Kaliumpermanganat nach vorheriger Reduktion zu FeO , das Tonerdeoxyd Al_2O_3 gleichfalls aus jener Summe gewichtsanalytisch, und zwar durch Rechnung aus der Differenz des Summengewichtes $\{TiO_2 + Fe_2O_3 + Al_2O_3\}$ und den beiden ersten Faktoren gewonnen; beim Aufschluß in der Schmelze wurden die bei SiO_2 befindlichen Reste von $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ und TiO_2 durch Vertreibung der Kieselsäure mit Flußsäure nach Wägung der ersteren gewonnen und mit der Hauptmenge vereinigt. MgO wurde durch Natriumphosphat als $MgNH_4PO_4 \cdot 4H_2O$ gefällt und als $Mg_2P_2O_7$ bestimmt; beim Flußsäureaufschluß wurde das Magnesium, nachdem Fe , Al , Ti durch Ammoniak, der Kalk durch Ammoniumoxalat gefällt worden waren, nach Verjagen der Ammonsalze durch Abdampfen mit Quecksilberoxyd, wie beim Soda-aufschluß bestimmt, doch mußten vor der Magnesiaabscheidung die Sulfate in Chloride umgewandelt werden. Der Wert für CaO wurde in der üblichen Weise durch Fällung des Kalkgehaltes mit oxalsaurem Ammon und durch starkes Glühen des Niederschlages ermittelt.

Die Kieselsäure wurde aus dem Schmelzaufschlusse nach dem bekannten Verfahren bestimmt, die Alkalien aus dem Flußsäureaufschluß, und zwar K_2O aus K_2PtCl_6 , Na_2O aus Na_2SO_4 . Für die Bestimmung von FeO wurde eine eigene Portion Substanz mit Fluß- und Schwefelsäure im CO_2 -Strome aufgeschlossen und in der Lösung

FeO titrimetrisch durch Kaliumpermanganat ermittelt. Der Wassergehalt wurde, um hygroskopisches und Konstitutionswasser auseinanderhalten zu können, stets in zwei Fraktionen, a) unter $110^{\circ}C.$ (Minus) und b) über $110^{\circ}C.$ (Plus), erstere als hygroskopisches Wasser, letztere als Glühverlust, in eigener Portion gewogen. Das spezifische Gewicht der Gesteine wurde durch die hydrostatische Wage ermittelt, beim Feldspat wurde sowohl die Pyknometermethode benützt, als auch das spezifische Gewicht der Thoulet'schen Lösung, in welche die Mineralsubstanz eingetragen worden war, nach der letzten Verdünnung pyknometrisch bestimmt.

Beide Methoden lieferten übereinstimmende Resultate. Überdies wurden nahezu bei allen Analysen Kontrollaufschlüsse nach Lawrence Smith¹⁾ vorgenommen, wobei das Gesteinspulver (beziehungsweise Mineralpulver) mit viel Kalziumkarbonat und etwas Chlorammonium geschmolzen, in dem wässerigen Auszug der Schmelze das lösliche Kalzium durch Ammoniumkarbonat entfernt und die in dem Filtrat als Chloride enthaltenen Alkalien nach den üblichen und oben angegebenen Methoden bestimmt wurden.

Das für die Analysen der beiden Gesteine erforderliche Material wurde in der Weise gewonnen, daß von den betreffenden Örtlichkeiten große Handstücke geschlagen, diese alsdann zerkleinert und intensiv gemischt wurden; von diesem Durchschnittsmaterial wurde ein Teil pulverisiert und für die Analysen verwendet.

Tabelle Ia.

Augengneis vom Südausgang des Schnalser Tales.
Spezifisches Gewicht: 2.74.

	Mittelwerte Prozente	Reduktion	Auf 100 gerechnet	Molekular- propor- tionen	Molekular- prozente
SiO_2	63.44	64.05	66.46	110.77	72.44
TiO_2	0.81	—	—	—	—
Fe_2O_3	1.42	—	—	—	—
Al_2O_3	14.88	14.83	15.41	15.10	9.88
FeO	3.28	4.51	4.68	6.50	4.25
MgO	1.78	1.78	1.85	4.63	3.03
CaO	2.38	2.38	2.47	4.50	2.94
K_2O	5.92	5.92	6.16	6.60	4.32
Na_2O	2.85	2.85	2.97	4.80	3.14
$H_2O -$	0.72	—	—	—	—
$H_2O +$	1.82	—	—	—	—
Summe	99.20	96.82	100.00	152.90	100.00

Werte nach Osann-Grubenmann:

$$\begin{array}{lll}
 S = 72.0 & s = 72.0 & M = 0.52 \\
 A = 7.46 & a = 8.45 & T = 0 \\
 C = 2.42 & c = 2.78 & \\
 F = 7.10 & f = 8.82 & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{Sa.} = 20.0 \\
 K = 1.25 & & \\
 m = 9.3 & & \\
 n = 4.20 & &
 \end{array}$$

Typenformel:

$$s_{78} ; a_8 c_8 f_8$$

¹⁾ Am. Journ. of Science, 2. series, Vol. L, pag. 269 (1871); und Annalen der Chemie und Pharmazie 159, pag. 82 (1871).

Tabelle 1b.

**Analysenresultate des Augengneises nach amerikanischem System
verrechnet.**

	Gewichts- procente	Reduktion	Auf 100 gerechnet	Molekular- proportionen	Magnetit	Orthoklas	Albit	Anorthit	Ilmenit	Diopsid	Hypersthen	Olivin	Quarz	Summe
SiO_2	63.44	63.44	65.63	10938	—	3840	2880	760	—	140	400	131	2787	—
TiO_2	0.81	0.81	0.84	100	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
Al_2O_3	14.83	14.83	15.34	1500	—	640	480	330	—	—	—	—	—	—
Fe_2O_3	1.42	1.42	1.47	90	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FeO	3.23	3.23	3.34	460	90	—	—	—	100	70	200	—	—	—
MgO	1.78	1.78	1.85	462	—	—	—	—	—	—	200	262	—	—
CaO	2.38	2.38	2.46	450	—	—	—	380	—	70	—	—	—	—
K_2O	5.92	5.92	6.12	640	—	640	—	—	—	—	—	—	—	—
Na_2O	2.85	2.85	2.95	490	—	—	490	—	—	—	—	—	—	—
H_2O —	0.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H_2O +	1.82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	99.20	96.66	100.00	15120	180	5120	3840	1520	200	280	800	393	2787	15120

$$\begin{array}{lcl}
 SiO_2 & 6.0 \times 2787 = 16.722 & \left. \begin{array}{l} Q \\ K_2O \text{ } Al_2O_3 \text{ } 6 \text{ } SiO_2 \\ Na_2O \text{ } Al_2O_3 \text{ } 6 \text{ } SiO_2 \\ CaO \text{ } Al_2O_3 \text{ } 6 \text{ } SiO_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \\ or \\ ab \\ an \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} Sal. \\
 FeO \text{ } Fe_2O_3 & 23.2 \times 90 = 2.088 & mt \left\{ H \right. \\
 FeO \text{ } TiO_2 & 15.2 \times 100 = 1.520 & il \left\{ T \right. \\
 MgO \text{ } SiO_2 & 10.0 \times 200 = 2.000 & hy \left\{ \\
 CaO \text{ } SiO_2 & 1.6 \times 70 = 812 & di \left\{ P \right. \\
 FeO \text{ } SiO_2 & 13.2 \times 70 = 924 & \\
 2 \text{ } MgO \text{ } SiO_2 & 14.0 \times 262 = 3.668 & O \left\{
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 Q = 16.72 \\
 F = 71.30
 \end{array} \left. \right\} Sal = 88.02$$

$$\begin{array}{l}
 H = 2.08 \\
 T = 1.52 \\
 P = 5.26 \\
 O = 3.67
 \end{array} \left. \right\} Fem = 12.53$$

Summe: 100.5

Class:	Order:	Rang:	Subrang:
1. Persalane	4. Britannare	2. Domalkalic	3. Sodipotassic
$\frac{Sal}{Fem} = 7.02 > \frac{7}{1}$	$\frac{Q}{F} = 0.23 < \frac{3}{5} > \frac{1}{7}$	$\frac{K_2O + Na_2O}{CaO}$ $= 2.4 < \frac{7}{1} > \frac{5}{3}$	$\frac{K_2O}{Na_2O} = 1.3 < \frac{5}{3} > \frac{3}{5}$ Toscanose.

Tabelle I c.

Feldspat aus den großen Einsprenglingen des Augengneises, anstehend beim
Südausgang des Schnalser Tales.

Spezifisches Gewicht: 2.58.

	Soda- aufschluß	Flußsäure- aufschluß	Mittel- werte	Molekular- propor- tionen	Molekular- prozente
SiO_2	62.78	—	62.78	103.94	73.77
TiO_2	—	—	—	—	—
Fe_2O_3	1.51	1.47	1.49	—	—
Al_2O_3	18.58	18.90	18.74	18.33	13.09
FeO	—	—	—	—	—
MgO	0.06	0.06	0.06	—	—
CaO	0.28	0.41	0.34	0.61	4.3
K_2O	—	12.33	12.33	13.07	9.28
Na_2O	—	3.08	3.08	4.95	3.51
H_2O — 1)	—	—	0.40	—	—
H_2O + 2)	—	—	0.71	—	—
Summe	—	—	99.93	—	—

Formel:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ Ca } Al_2 Si_2 O_8 \\ 16 \text{ Na } Al Si_3 O_8 \\ 43 \text{ K } Al Si_3 O_8 \end{array} \right\} \text{ (bei einem Mangel von 7 Molekülen } SiO_2 \text{).}$$

Zur Verrechnung der Analysenresultate nach dem von Osann angegebenen Verfahren wurden die Gewichtsprozente der Analyse derart reduziert, daß TiO_2 zu SiO_2 , Fe_2O_3 zu FeO gezogen und der Wassergehalt vernachlässigt wurde. Die so erhaltenen Werte wurden hierauf auf die Gesamtsumme 100 umgerechnet und aus diesen Zahlen zuerst Molekularproportionen und dann Molekularprozente ermittelt. Aus den letzteren erhält man nach Osann's Angabe die Werte:

S = Menge des vorhandenen SiO_2 ;

A = die Summe der Alkalien, die im Verhältnis von 1:1 durch Tonerde gebunden wird;

C = die Menge von CaO , die im Verhältnis von 1:1 durch Tonerde gebunden wird;

F = Summe von FeO und MgO .

Falls die Tonerde nicht alles CaO im angegebenen Verhältnis zu binden vermag, so wird der restierende Betrag an CaO zu F geschlagen.

Außer den genannten Osann'schen Werten wurden noch die Ergänzungswerte Grubenmann's³⁾ berechnet, nämlich:

1) Unter 110° C.

2) Über 110° C.

3) U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer, II, pag. 13, Berlin 1907.

M = der in F untergebrachte eventuelle Rest von $Ca O$;

T = der Tonerderest, welcher nach der Sättigung der Alkalien und des $Ca O$ mit $Al_2 O_3$ (im Verhältnis 1:1) noch übrig bleiben kann;

K = die Menge des vorhandenen $Si O_2$, im Verhältnis zu den übrigen Oxyden, entsprechend dem Quotienten von Osann:

$$K = \frac{S}{6A + 2C + F}$$

Aus den vorstehend erläuterten Gruppenwerten wurden die Projektionswerte, und zwar:

$$a = \frac{20A}{A + C + F} \quad c = \frac{20C}{A + C + F} \quad f = \frac{20F}{A + C + F}$$

gerechnet, die, als Indizes zu den betreffenden Buchstaben gesetzt, die Typenformel ergaben, die als Grundlage der Dreiecksprojektion gedient hat. s gibt den Wert von S wieder, m bedeutet den Quotienten:

$$\frac{10 \times (Mg O + Fe O)}{F}$$

n den Quotienten:

$$\frac{10 \times Na_2 O}{A}$$

Eine Diskussion der Analysenresultate dieses Gneises im Sinne der Grubenmann'schen Theorie führt zu dem Ergebnis, daß dieselben vollständig innerhalb jener für die I. Gruppe seiner kristallinen Schiefer, der Alkalifeldspatgneise, angegebenen Grenzen gelegen sind, während der Mangel an den speziell tonerdehaltigen Mineralkomponenten, Granat, Disthen, Sillimanit, das Phänomen der Kataklase (randlichen Zertrümmerung), welches an einzelnen der Einsprenglinge beobachtet wurde — von den geologischen Lagerungsverhältnissen vorerst noch ganz abgesehen — wohl für eruptive Herkunft des Materials dieses Gesteines sprechen. Die chemische Konstitution deutet auf ein granitisches Magma, die texturellen und strukturellen Verhältnisse darauf, daß das Gestein in der mittleren Zone hauptsächlich unter dem Einflusse des dort wirksamen einseitig orientierten Druckes (Streß) entstanden ist. Im Sinne Grubenmann's müßte es demnach als ein Meso-Glimmeralkalifeldspatgneis (Zweiglimmergneis) angesprochen werden.

Der Projektionswert des Augengneises im Osann'schen¹⁾ Dreieck (siehe pag. 683) würde in den dritten Sextanten fallen und somit in den Bereich der granitischen Magmen sowie auch in jenen der Gesteine der Grubenmann'schen²⁾ I. Gruppe kristalliner Schiefer.

¹⁾ Osann, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. Tschermak's Mineralogisch-petrographische Mitteilungen 1900 ff.

²⁾ U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer, Berlin 1907.

Die Einordnung des Gesteines in das amerikanische System¹⁾ zeigt die in diesem Sinne durchgeführte Verrechnung.

Aus den Molekularproportionen wurden die „standard minerals“ Magnetit, Orthoklas, Albit, Anorthit, Ilmenit, Diopsid, Hypersthen, Olivin, Quarz gerechnet, ungeachtet ihres tatsächlichen oder nur supponierten Vorkommens im Gestein. Die genannten Mineralien wurden alsdann in charakteristische Gruppen zusammengefaßt wie *Sal* (das ist Quarz und Feldspäte) und *Fem* (das ist die Summe aller eisen- und magnesiahaltigen Komponenten), deren Verhältnis zueinander die Klasse im System bestimmt, während die drei weiteren Unterabteilungen durch die aus der Tabelle ersichtlichen Quotienten gegeben erscheinen.

Der Augengneis vom Südausgang des Schnalser Tales.

Der makroskopische Befund dieses Gneises sowie aller Vorkommnisse innerhalb der Gneislinsen ist derjenige eines typischen Augengneises, bei schwankender Ausbildung der Feldspatäugen. Von besonderer Größe sind jene des am Südausgang des Tales am rechten Bachufer anstehenden Gesteines, wo durch einen kleinen Bergsturz frisches Material bloßgelegt ist. Von dieser Stelle stammt das Stück, das chemisch analysiert wurde.

Unter dem Mikroskop beobachtet man große, einsprenglingsartig entwickelte Augen, die stellenweise Zwillingbildung nach dem Karlsbader Gesetz zeigen. Diese Augen werden von Biotitblättchen und -lagen bandförmig umgeben, wobei sich die letzteren, eng geschart, an dieselben anschmiegen. Diese Einsprenglinge sind vorwiegend als Orthoklase kenntlich; sie haben niedrige Licht- und niedrige Doppelbrechung (lavendelgrau und graublau der Newtonschen Skala) und zeigen nirgends eine erkennbare Zwillingstreifung. Die sehr stark vorgeschrittene Umwandlung in Muskovit, welches Mineral in kleinen, sehr hoch doppelbrechenden, stark glänzenden, gerade auslöschenden Schüppchen alle Individuen des Feldspates durchsetzt, sowie in Kaolin, in Form von matten, erdigen Körnchen, erschweren eine weitere Bestimmung des Feldspates. An einzelnen Individuen desselben wurde eine Spaltbarkeit beobachtet, deren enggescharte feine Risse wahrscheinlich der Spaltung nach *P* (001) und (010) entsprechen dürften. Daneben beobachtet man stellenweise, namentlich am Rande einiger der großen Einsprenglinge, eine Andeutung von Zwillingriefung, die meist sehr schwach und undeutlich, aber immerhin erkennbar, trotz der starken Umwandlung, hindurchleuchtet. Die größeren dieser Feldspäte sind reichlich mit Schnüren von Quarz durchwachsen. Neben diesen Feldspäten ist noch ein anderer, meist wasserklarer, mit schwach gelblichen Tönen polarisierender vorhanden, der meist undulöse Auslöschung zeigt. Dieser letztere Umstand bringt es mit sich, daß die Untersuchung dieser Körner im konvergenten Licht behufs Unterscheidung von Quarz- und Feldspat

¹⁾ Whitman Cross, J. P. Iddings, L. V. Pirsson, H. S. Washington, Quantitative Classification of Igneous Rocks. (The University of Chicago 1903.)

nicht mit voller Zuverlässigkeit durchgeführt werden kann, da die undulöse Auslöschung häufig von optisch anomaler Zweiachsigkeit begleitet zu sein pflegt. Doch deutet der erwähnte, eigenartig hellgelbliche Ton der Doppelbrechung, der für den Albit so überaus charakteristisch zu sein pflegt, darauf, daß man es mit Körnern dieses Minerals zu tun habe. Der Biotit, mit schokoladebraunen und hellgelblichen Tönen stark dichroitisch, bildet Lagen, welche die Feldspatäugen umfließen. Ein glasglänzendes, hellgrünes Mineral, das in körnchenförmigen Aggregaten und Haufenformen im Gestein ziemlich reichlich eingestreut ist, ist zufolge sehr hoher Licht- und hoher Doppelbrechung als Epidot kenntlich, während Titanit, in harzartig glänzenden, grünlichgelben körnigen Aggregaten von sehr hoher Licht- und Doppelbrechung in auffällender Menge im Gestein vorhanden ist. Magnetit ist verhältnismäßig selten. Der Quarz bildet mit den Albitkörnern Lagen zwischen den Glimmerhäuten, das gesamte räumliche Gefüge der Gemengteile zeigt allenthalben Kristallisationsschieferung (Parallelanordnung der Gemengteile nach breiten Flächen). Einzelne größere wasserklare Prismen, teils mit, teils ohne Endflächen, von hoher Lichtbrechung (Brechungsexponent schätzungsweise 1·6 bis 1·7) mit gerader Auslöschung und sehr niedriger Doppelbrechung (etwa 0·002) sind als Zoisit kenntlich, doch erscheint dieser Gemengteil im Gestein sehr spärlich verteilt. Die Struktur des Gesteines ist eine grobe Einsprenglingsstruktur (porphyroblastisch nach Grubenmann), die Textur eine schon makroskopisch gut wahrnehmbare Paralleltextr.

Für die Feldspatuntersuchung wurde Material verwendet, welches durch Zertrümmerung einer größeren Anzahl von Feldspatäugen aus dem Gneis von obiger Lokalität gewonnen wurde. Sämtliche Feldspäte zeigten intensive Durchwachsung mit Glimmer (Biotit) und Quarz; durch fraktioniertes Absieben und Abschlämmen des zerkleinerten Materials wurden Körner von gleicher Größe gewonnen, die alsdann der Behandlung mit Thoulet'scher Lösung unterworfen wurden, um auf diesem Wege möglichst reines Feldspatmaterial von gleicher Dichte zu erhalten. Die einzelnen, nach jedesmaliger tropfenweiser Verdünnung der Flüssigkeit im Scheidetrichter gefällten Fraktionen wurden stets mikroskopisch untersucht und dieses Verfahren solange fortgesetzt, bis das Material anscheinend frei von Glimmer- und Quarzbeimengungen war und nur noch aus Feldspatkörnern gleicher Dichte bestand, welche letztere, wie oben bemerkt, bestimmt wurde.

Unter dem Mikroskop zeigt der Feldspat im Dünnschliff eine äußerst starke Durchwachsung mit Glimmerleistchen und -blättchen, die parallel orientiert erscheinen; neben diesen aus farblosem Glimmer bestehenden Einwachsungen sind noch größere Individuen von schokoladebraunem Biotit vorhanden, rings eingeschlossen von einem Kranze farbloser Glimmerleistchen; diese Glimmereinschlüsse erreichen stellenweise beträchtliche Größe. An einzelnen Stellen zeigt der Feldspat überdies mikroperthitische Einwachsung von Plagioklaslamellen, die durch ihre hellere Interferenzfarbe auffallen. Nester und haufenförmige Gebilde von Glimmer und feinkörnigem Quarz (Sandquarz) sind ziem-

lich häufig und es durchsetzen das Mineral zahlreiche feine Spalten und Risse, die mit den beiden letztgenannten Mineralien vollständig ausgefüllt sind. Zufolge dieser intensiven Durchwachsung des Feldspates mit Glimmer liegt die Vermutung nahe, daß trotz des oben geschilderten Trennungsverfahrens noch Teilchen dieses Minerals in dem zur Analyse verwendeten Pulver vorhanden waren, welcher Umstand mit Rücksicht auf den bedeutend geringeren Kieselsäuregehalt des Glimmers gegenüber dem Feldspat wohl ein Herabdrücken des Wertes für SiO_2 zur Folge gehabt haben dürfte; der Mangel an 7 Molekülen SiO_2 bei Berechnung der Feldspatformel ließe sich auf diese Weise erklären. Die mikropertthitischen Einwachsungen von Plagioklaslamellen (Albit oder Kalknatronfeldspat) haben zweifelsohne den für Orthoklas relativ hohen Betrag von Na_2O sowie die geringe Beimengung von CaO bedingt, so daß man von der Annahme einer isomorphen Beimischung des Moleküls $NaAlSi_3O_8$ und $CaAl_2Si_2O_8$ zur Orthoklassubstanz absehen kann. Der Eisen- und geringe Magnesiumgehalt, den die Analyse angibt, stammen zweifellos von den erwähnten Biotiteinwachsungen.

Aplitähnlicher Gneis von Kompatsch.

Steigt man westlich von dem Weiler Kompatsch, etwa bei Kote $\odot$ 541 (Karte 1:25.000) an der Straße Staben—Naturns gegen Norden an, so trifft man unmittelbar am südlichen Rande der ersten Gneislinse auf ein Gestein, welches, nur auf einen engen Raum beschränkt, den Übergang von Augengneis zum Glimmerschiefer im Liegenden der Gneislinse bildet und sich wesentlich von den übrigen Erscheinungsformen des Glimmerschiefers in der Nähe des Augengneises unterscheidet, namentlich auch von jenen, die im vorstehenden unter der Bezeichnung „Übergangsschiefer“ zusammengefaßt worden sind. Es ist ein vollkommen schiefriges, nahezu völlig weißes Gestein, das in seiner Hauptmasse aus Feldspatsubstanz besteht, die in Lagen angeordnet erscheint, welch' letztere mit dünn-schichtigen Zügen von Muskovit alternieren, wodurch eine vollkommene Schieferung zustande kommt. An anderen Punkten dieses nur wenig mächtigen Vorkommnisses erscheint dasselbe Gestein in etwas anderer Ausbildung, führt mehr Glimmer in den Zwischenlagen, die hier noch dünn-schiefriger sind, auch tritt neben dem hellen Glimmer Biotit auf, wodurch das Gestein eine dunklere Färbung erhält; zwischen diesen beiden Extremen treten alle möglichen Zwischenstufen auf, in Farbe sowohl als in den Quantitätsverhältnissen der angeführten Mineralien wechselnd. Unter dem Mikroskop beobachtet man, daß die Hauptmasse des Gesteines vom Feldspat gebildet wird, der, mit Quarzkörnern gemischt, eine feinkörnige Struktur bedingt. Einer von den größeren, einsprenglingsartig entwickelten Feldspäten zeigt deutliche Zwillinglamellierung und bei symmetrischer Auslöschungslage der letzteren eine Auslöschungsschiefe von 17° .

Außer diesen zwillingsgestreiften Feldspatindividuen sind noch andere, mattgrau polarisierende, in Form von Körnern und länglichen Kristallfragmenten entwickelte vorhanden, von denen einzelne in der Längsrichtung eine feine, gute Spaltbarkeit besitzen; eine

nähere Bestimmung dieser letzteren ist zufolge ihrer Kleinheit nicht ausführbar. Überdies ist Quarz in kleinen Körnern vorhanden, welche im Vereine mit den Feldspatkörnern eine ausgezeichnete Kristallisations-schieferung zeigen, indem die genannten Gemengteile kristallographisch regelrecht orientiert sind, ihre größten, mittleren und kleinsten Durchmesser ungefähr in derselben Richtung haben. Der farblose Glimmer, möglicherweise aus dem Biotit zufolge des bekannten Prozesses der Ausbleichung hervorgegangen (durch Auslaugung und Abfuhr des Eisengehaltes), zeigt Glasglanz, besitzt mittlere Lichtbrechung (schätzungsweise zirka 1.5), sehr hohe Doppelbrechung in den an dem Vorhandensein von Spalttrissen kenntlichen Durchschnitten senkrecht zur Basis (mit Polarisationsfarben der 3. und 4. Ordnung) sowie niedrige Doppelbrechung in basischen Spaltblättchen. Alle diese Merkmale sprechen für Muskovit. Der Biotit scheint auch das Ausgangsprodukt gewesen zu sein für den ziemlich reichlich vorhandenen Chlorit; dieser zeigt niedrige Doppelbrechung bei positivem Charakter und einer starken Achsendispersion

$$\rho < \nu,$$

was den optischen Eigenschaften des Klinochlors entspricht. Epidot (Pistazit) ist in einigen Körnern, Titanit in zahlreichen kleinen, walzenförmigen Individuen vorhanden, die manchenorts die charakteristische Rhombenform erkennen lassen und stellenweise zu Haufen geschart erscheinen. Überdies sind isotrope, stark lichtbrechende Splitterchen von Granat im Gestein, wenn auch nur vereinzelt, vorhanden. Die Struktur des Gesteines ist durch eine außerordentlich intensive, feine, das ganze Gewebe durchsetzende Fältelung gekennzeichnet, welche auf dem Querbruche auch schon makroskopisch wahrgenommen werden kann.

Über die chemische Konstitution des Gesteines gibt nachfolgende Analyse Aufschluß:

Aplitischer Gneis, anstehend NW vom Schießstand von Kompatsch.

Spezifisches Gewicht: 2.73.

	Soda- aufschluß	Flußsäure- aufschluß	Mittel- werte	Molekular- propor- tionen	Molekular- prozen- te
	Gewichtsprozen- te				
SiO_2	58.18	—	58.18	96.96	66.73
TiO_2	0.77	0.83	0.80	1.00	0.69
Fe_2O_3	1.96	1.87	1.92	1.26	0.87
Al_2O_3	20.45	20.42	20.43	20.02	13.82
FeO	—	—	1.39	1.93	1.33
MgO	2.06	1.66	1.86	4.65	3.21
CaO	1.60	1.58	1.59	2.83	1.95
K_2O	—	3.93	3.98	4.28	2.92
Na_2O	—	7.43	7.43	11.99	8.28
$\text{H}_2\text{O} - ^1)$	—	—	0.45	—	—
$\text{H}_2\text{O} + ^2)$	—	—	1.87	—	—
Summe	—	—	99.90	—	—

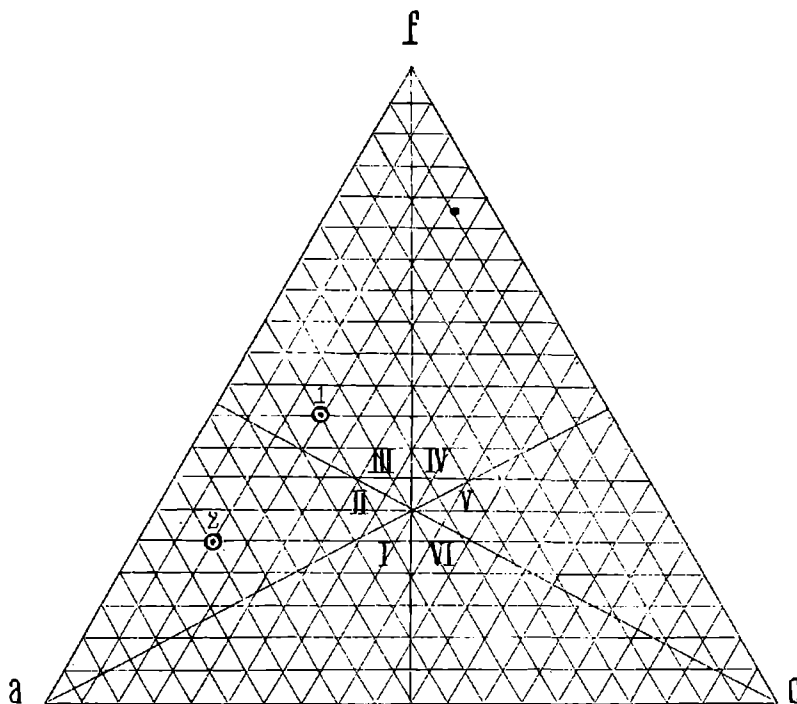
¹⁾ Unter 110° C (hygroskopisches Wasser).

²⁾ Über 110° C (Glühverlust).

Werte nach Osann-Grubenmann:

$S = 66.93$	$m = 10.0$	} $Sa. = 20.0.$
$A = 11.20$	$n = 7.3$	
$C = 1.95$	$a = 12.6$	
$F = 4.54$	$c = 2.2$	
$K = 0.88$	$f = 5.2$	
$T = 0.67$	$s = 67.0$	
$M = 0$		

Typenformel:

 $s_{87} ; a_{13} c_2 f_5$ 

Projektion nach Osann.

Nr. 1. Augengneis vom Südausgang des Schnalser Tale

Nr. 2. Aplitischer Gneis von Kompatsch.

Der verhältnismäßig niedere Betrag von SiO_2 , der den Wert $S = 67$ bedingt, sowie das Ansteigen des an Tonerde gebundenen Alkalibetrages a auf Kosten der Werte c und f deuten an, daß es sich um ein sehr basisches Gestein der I. Gruppe Grubenmann's (Alkalifeldspatgneis) handelt; nach dem mineralogischen Bestande ist es wahrscheinlich, daß dasselbe als ein Muskovit-albitgneis (Serizit-albitgneis der Grubenmann'schen Systematik) zu bezeichnen ist. Ob es sich um ein umgewandeltes, sedimentogenes Ausgangsmaterial oder ein solches eruptiver Herkunft handle, ist im vorliegenden Falle nicht mit Sicherheit zu entscheiden, da sichere Anhaltspunkte für die eine oder andere Annahme weder im mineralogischen Bestande noch

in den Strukturverhältnissen vorhanden sind (Mangel an Reliktstrukturen). Der Projektionspunkt im Osann'schen Dreiecke fällt in den II. Sextanten (granitische und syenitische Magmen und gewisse chemisch ähnliche Sedimente). Möglicherweise ist die Annahme berechtigt, daß es sich um ein Kontaktprodukt zwischen dem eruptiven Augengneis und dem sedimentogenen Schiefer handle, an welchem Bildungsprozeß dann auch der die Eruption des Magmas begleitenden Pneumatolyse eine wichtige Rolle zugesprochen werden dürfte. Durch nachträgliche Vorgänge der Gebirgsaufaltung würde es in den Bereich der in höheren Zonen wirksamen Kräfte versetzt worden sein, hätte daselbst den Prozeß der Metamorphose durchgemacht und die geschilderten charakteristischen Eigenschaften der Gesteine jener obersten Bildungszonen kristalliner Schiefer erhalten.

Glimmerschiefer und Amphibolite.

Der Glimmerschiefer, der im Untersuchungsgebiete das Hauptgestein bildet, erscheint fast durchweg in der gleichen, petrographisch wenig wechselnden Ausbildung. Es sind Gesteine von ebenschiefriger Textur, die fast ausschließlich aus Quarz und Biotit bestehen, zu welchen Mineralien stellenweise spärlicher Feldspat als Übergemengteil hinzutritt, in anderen Ausbildungstypen ist Biotit und Muskovit gemengt, wodurch die Schiefer eine etwas hellere Färbung erhalten; nur an einer einzigen Lokalität, unmittelbar hinter dem westlich Staben gelegenen Bad Kochenmoos, stehen Glimmerschiefer an, die durch die starke Chloritisierung des Biotits und damit verbundene starke Auflockerung des Gesteinsgefüges auffallen. Auch granatführende Glimmerschiefer wurden an einigen wenigen Stellen beobachtet, die meist außerhalb des engeren Untersuchungsgebietes gelegen sind (so zum Beispiel im Penaudtale westlich Karthaus).

Die in der Kartenskizze an zwei Lokalitäten des Straßenzuges Staben—Neu-Ratteis vermerkten Amphibolitvorkommnisse sind Gesteine vom gewöhnlichen Typus der Hornblendeschiefer. Sie sind sehr feinkörnig, nahezu dicht und schieferungslos, von dunkelgrüner, stellenweise dunkelgraugrüner Färbung. Die Textur des Gesteines erscheint massig; unter dem Mikroskop beobachtet man ein feinkörniges Grundgewebe aus Hornblendeindividuen mit dazwischengelagerten Plagioklaskörnchen, in welchem größere, einsprenglingsartig entwickelte Hornblende- und Biotitkristalle eingestreut sind, von denen die ersteren stellenweise gänzlich in Chlorit umgewandelt erscheinen. Auch an einzelnen der Biotitkristalle ist die Umwandlung in Chlorit deutlich zu sehen; die Biotitsubstanz geht am Rande in ein anderes, niedrig lichtbrechendes, mit grünen Tönen dichroitisches Mineral über, das sehr niedrige Interferenzfarbe zeigt (eisengrau der Skala). An anderen Stellen zeigt dieses Mineral die eigenartige indigoblaue Interferenzfarbe, die einzelnen Chloriten besonders eigen ist. In reichlichem Maße erscheinen Kalzitmassen in das Grundgewebe eingestreut, an ihrem überaus hohen Doppelbrechungsvermögen sowie der bezeichnenden Riefung kenntlich, welche durch die Spaltbarkeit und polysynthetische Zwillingsbildung nach $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, vielleicht auch

nach αR (0001) hervorgerufen wird. Einige Körner von Granat sowie von Zirkon sind vorhanden, von welch' letzterem Mineral einzelne Körner und säulenförmige Individuen den prismatischen Habitus der Kristalle und deren terminale Begrenzung durch Pyramidenflächen noch durch die eiförmig gerundeten Formen hindurch erkennen lassen. Sie besitzen hohen Diamantglanz, schwache lichtgelbliche Färbung bei sehr hoher Licht- und ebensolcher Doppelbrechung ($\omega - \varepsilon$ ungefähr = 0.09). Titanit ist in ziemlich großer Menge vertreten, teils in einzelnen walzenförmigen Körnern, teils in Kornaggregaten, Magnetit in opaken, graumetalglänzenden Massen vorhanden.

Die Hornblende besitzt einen Pleochroismus mit:

a = gelblichgrün,

b = grün,

c = olivengrün, mit leicht grünblauer Tönung;

die Absorption ist $c > b > a$; die Auslöschungsschiefe auf einem Schnitte ungefähr nach (010) wurde mit $c : c = 14^\circ$ bestimmt.

An einer Stelle desselben Vorkommnisses, und zwar an dessen südöstlichem Rand gehen die geschilderten Amphibolite in Zoisit-amphibolite über; der Zoisit erscheint in einzelnen, stellenweise büschelförmig gescharten Stengeln, welche wasserhell durchsichtig sind, hohes Relief besitzen (Exponent zirka 1.7) und deren rhombisches Kristallsystem an der stets geraden Auslöschung kenntlich ist. Die Doppelbrechung ist überaus niedrig und beträgt ungefähr 0.001 bis 0.007 (Interferenzfarbe: mattgrau der Newton'schen Skala). Auch etwas Quarz ist vorhanden, der durch seine Einachsigkeit von den zahlreichen ähnlichen wasserklaren Feldspatpartikeln zu unterscheiden ist.

Der Zwischenraum zwischen den Zoisitsäulchen und -büscheln und den Hornblendeschnitten wird von dem teils fein-, teils gröbergekörnerten Grundgewebe aus Orthoklas und Quarz eingenommen; überdies erscheint der Quarz im Gestein in einigen mikroskopischen Nestern und Linsen.

Gangähnliche Einlagerungen.

Bei Begehung des dem Etschtale zugewendeten steilen Gehänges östlich von der Mündung des Schnalser Baches stößt man wiederholt auf gangartige Einlagerungen eines dunkel- bis lauchgrünen dichten Gesteins von vollkommen massigem Gefüge; dasselbe ist manchmal sehr fest und hart, manchmal mürbe und leicht zerbröckelnd und zeigt in letzterem Falle die Spuren starker Umwandlung und Zersetzung. Diese Vorkommnisse haben teils den Charakter echter, Schiefer und Gneis unabhängig von der Schieferung durchsetzender, diskordanter Kluftausfüllungen, teils den von konkordanten Einlagerungen (Lagergängen) bei sehr wechselnder Mächtigkeit, die zwischen einigen Dezimetern und etwa fünf Metern schwankt. Von dem am Ausgange des Schnalser Tales befindlichen Hotel gerade gegen Norden ansteigend trifft man bei Benützung des kleinen, von der Bauunternehmung des Elektrizitätswerkes angelegten Steiges, der in zahlreichen Serpentinengängen gegen Osten ausholend, zum südlichen Ende des Zuleitungsstollens

führt, wiederholt in verschiedener Höhe und an mehreren Punkten des Steiges auf jene Einlagerungen, die im Zustande starker Verwitterung oft von den rostfarbig verwitternden Glimmerschiefern und Augengneisen schwer zu unterscheiden sind; sie durchsetzen beide letztgenannten Gesteine. Unter dem Mikroskop sieht man, daß das Gestein aus einem gleichmäßigkörnigen Aggregat von Hornblende besteht, in welchem spärliche, aber ziemlich große Aggregate von Chlorit eingestreut sind; auch in kleinen Blättchen zwischen den Hornblendeindividuen ist er vorhanden. An einigen wenigen Stellen des Dünnschliffes sieht man eine geringe Anhäufung von Feldspatkörnern (Orthoklas), der im übrigen Gestein völlig fehlt. Im Gestein reichlich eingestreut ist Rutil, der an den diamantglänzenden, im durchfallenden Lichte honiggelben, gerade auslöschenden, stark lichtbrechenden (zirka 2·5) Körnern mit sehr hoher Doppelbrechung kenntlich ist. Diesen Habitus hat das Gestein an allen Lokalitäten, von welchen Proben im Dünnschliff untersucht wurden; das einzig Schwankende ist die Korngröße der Hornblenden, die in einem Gangvorkommnis an dem vorerwähnten Steige in zirka 650 m Höhe viel feiner als in den Gesteinen der übrigen Vorkommnisse gefunden wurde; an derselben Lokalität führt das Gestein auch etwas Quarz, der teils in kleinen Körnern, jedoch nur stellenweise und sehr unregelmäßig, teils in einigen wenigen, stark zertrümmerten (kataklastischen) Linsen eingesprengt erscheint. Die Hornblende zeigt stengelförmige und leistenförmige Anordnung ohne Entwicklung terminaler Flächen und meist richtungslose Anordnung der Stengel und Leisten, die sich ohne Zwischenräume eng zusammenfügen. Sie zeigt den Pleochroismus:

c = grün,

b = olivengrün,

a = farblos, mit schwach gelblichgrünem Ton.

Absorption: $c > b > a$.

Die Auslöschungsschiefe auf Schnitten ungefähr nach (010), die im konvergenten Lichte das Bild der optischen Normalen zeigen, beträgt:

$c:c = 14^{\circ}$ (gemeine Hornblende),

bei anderen Individuen nimmt sie höhere Werte an und erreicht in einem Falle den Betrag:

$c:c = 25^{\circ}$ (Katophorit?).

Bemerkenswert erscheint, daß die Hornblende kein Uralit ist.

Der Chlorit, in großen Blättern und divergentstrahligen, stellenweise rosettenförmigen Aggregaten angeordnet, besitzt niedrige Lichtbrechung und zeigt eine Interferenzfarbe, welche, bei einer Schlifffdicke von 0·03 mm, dem Lavendelgrau (Gangunterschied 97) der Newton'schen Skala und somit einer Doppelbrechung von 0·003 entsprechen würde. Die nach Art der Glimmer sehr vollkommene Spaltung nach (001) gestattet eine genaue Beobachtung des Pleochroismus, welcher zwar sehr schwach, jedoch unverkennbar zeigt:

E = gelblichgrün,

O = schwach grünlich, fast farblos.

Der optische Charakter ist positiv ($\omega > \epsilon$), der Achsenwinkel nahezu 0° . Die geschilderten Verhältnisse charakterisieren den Chlorit als Klinochlor, seine Bildung aus ursprünglichem Biotit ist wahrscheinlich. Das Gestein dürfte eine stark metamorphosierte Einlagerung eines Amphibolits darstellen. Das reichliche Vorkommen von Rutil sowie der ganze an Strahlsteinschiefer erinnernde Habitus des Gesteines gemahnt an jene Vorkommnisse, wie sie von F. Becke im Waldviertel und von R. Schäfer im Allalengebiet beschrieben worden und auch von anderen Orten bekannt sind.

Analogien zur Genesis des Augengneises.

Zur Deutung der genetischen Verhältnisse des Augengneises könnte allenfalls nachfolgender Versuch einer Erklärung des Zusammenhanges der erwähnten Gesteinsvorkommnisse herangezogen werden:

Ein granitisches Magma ist vor erfolgter Auffaltung des Gebirges in den Komplex sedimentogener, teilweise schon kristallinisch gewordener Schiefer eingedrungen und hat denselben in bald mehr, bald weniger mächtigen, der Schichtung konkordanten, linsenförmigen Einlagerungen durchsetzt und seine Umgebung teilweise unter Mithilfe der die Eruption begleitenden Pneumatolyse beeinflusst; die von einzelnen Stellen des Kontakts erwähnten, unter der Bezeichnung „Übergangsschiefer“ zusammengefaßten Umwandlungsprodukte, das Gneisvorkommen sowie auch die eigenartigen basischen Einlagerungen von Kompatsch wären Zeugen dieses Prozesses.

Durch die nachfolgend einsetzende Gebirgsauffaltung in geringere Tiefen versetzt, wurden diese Gesteine der Einwirkung der dort wirksamen metamorphosierenden Kräfte (namentlich des „Streß“) ausgesetzt. Dieser komplexe Vorgang der Umbildung hat jene Produkte teils eruptiver, teils sedimentärer Herkunft in gleicher Weise ergriffen und selbe zu den kristallinen Schiefen umgewandelt, als welche sie heute vorliegen. Die mächtigen Zertrümmerungszonen, die am Kontakt von Augengneis mit Glimmerschiefer überall auftreten, von welchen beiden namentlich der letztere diese Erscheinung in besonders hohem Grade zeigt (und die beim Baue des Werkstollens beispielsweise „als druckhafte Stellen“ zu besonderen Maßnahmen zwangen), sind Zeugen für die Auffaltung nach erfolgter Injektion und Intrusion des eruptiven Materials, da sie Stauungs- und Pressungserscheinungen darstellen, wie solche überall da auftreten, wo ein hinsichtlich seiner Plastizität und Zähigkeit so verschiedenartig gebauter Komplex von Gesteinen einer Auffaltung unterworfen worden ist.

Der Erklärungsversuch der eruptiven Entstehungsweise des Augengneises mit Zuhilfenahme der Pneumatolyse sowie die Erscheinung der Injektion eines Teiles der Schiefer in der Nähe der Gneiszüge erscheint mit der allgemeinen Auffassung von der Entstehungsweise der kristallinen Schiefer nicht unvereinbar; nach Michel Lévy¹⁾ vollzieht sich dieser Vorgang, der eine innige Durchdringung — „une pénétration intime“ — von sedimentärem mit eruptivem Material bedeutet,

¹⁾ Michel Lévy, Bull. Soc. géol. (3), XVI, 1887, pag. 106.

im Wege einer Injektion, während Ch. Barrois¹⁾ denselben Vorgang, nämlich die Durchsetzung von Glimmerschiefer mit Feldspat-substanz, als einen sich langsam und sehr ruhig, „comme une lente imbibition“, abspielenden betrachtet wissen möchte.

Nach Weinschenk's Theorie²⁾ über Entstehung kristalliner Schiefer stellen Augengneise nichts anderes als schiefrige Äquivalente von Granitporphyren dar, die ihre Entstehung der „Piezokristallisation“ und „Piezokontaktmetamorphose“ verdanken sollen, jenen hypothetischen und unscharf gefaßten Begriffen, deren Wirkungsweise zur Annahme so fernliegender Agenzien, wie der verborgenen, doch angeblich überaus häufig vorhandenen Eruptivkerne zwingt. Auch die Auffassung des Genannten, durch tektonische Störungen sei das Magma heraufgepreßt worden und hätte sich aktiv an der Emporstauung der Zentralketten beteiligt, während welcher es „einer langsamen Kristallisation unter erhöhtem Druck“ anheimgefallen sei, ist eine Ansicht, die mit modernen tektonischen Anschauungen schwer vereinbar ist, und die Entstehung kristalliner Schiefer, ihrer mineralogischen und strukturellen Eigenschaften in befriedigender Weise kaum zu erklären vermag.

Was die kontaktliche Beeinflussung der Schieferhülle eines Eruptivkernes anbelangt, so kommt Grubenmann³⁾ zu der Ansicht, daß die Kontaktprodukte „mit der Art der betroffenen Gesteine und der Masse des intrusiven Magmas mehrfach wechseln“ und daß die Spuren der Kontaktmetamorphose oft verwischt werden und „neben sie, zum Teil auch an ihre Stelle die Produkte der Dynamometamorphose treten“. Insbesondere sei dies in den äußeren Zonen von Kontakthöfen der Fall, wo diese Verwischung häufig eine gänzliche werde.

Ähnliche Vorkommnisse wie die Augengneise des südlichen Schnalser Tales sind in neuerer Zeit mehrfach beschrieben worden, so eines von F. Futterer (l. c.) aus den Zillertaler Alpen. Das geologische Auftreten jener Gesteine — der Granitporphyr von der Griesscharte — ist dasjenige von Lagergängen, die nach Auffassung des Genannten in zweifellosem Zusammenhang stehen mit dem Granitkern der Zentralalpen. Die makroskopische Beschreibung dieses Gesteines ist diejenige von grobkörnigen Augengneisen, über deren Genesis der Autor die Auffassung Becke's teilt, daß man nämlich nicht in der mechanischen Beeinflussung des Gesteines die einzige Ursache für die zahlreich vorhandenen Neubildungen sehen darf, daß diese vielmehr auf Kosten von zirkulierenden Lösungen, welche die Umsetzung ermöglichten, zu setzen sind, wobei der mechanischen Beeinflussung des Gesteines nur die Rolle zufällt, die Zirkulation jener Lösungen ermöglicht zu haben.

Ein weiteres analoges Vorkommnis ist der Augengneis vom Keller-Joch bei Schwaz in Nordtirol, das zufolge seiner Ausbildung als Augengneis mit dem vorstehend beschriebenen am meisten Ähn-

¹⁾ Vergl. F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl. 1894, III, pag. 183.

²⁾ Vergl. l. c. I. Teil, pag. 105 und 141.

³⁾ Über den Tonalitkern des Iffinger bei Meran (l. c.)

lichkeit zu besitzen scheint. A. Pichler¹⁾ hat jenes Gestein für den Gneis des Tonglimmerschiefers gehalten, F. E. Suess²⁾ für ein Sediment, seltensamerweise mit klastischer Entstehungsweise von Orthoklas und Quarz, Becke³⁾ erkennt es als dynamometamorphes Eruptivgestein; dieser Auffassung schließt sich auch Ohnesorge⁴⁾ an, der das Gestein für eine „stark hydrochemisch und dynamisch veränderte Granitmasse mit sekundär gebildeter Schieferung“ hält, und zwar für einen umgewandelten Granit oder Granitporphyr; jedoch ist er im Gegensatz zu Becke der Ansicht, daß dasselbe zwar eruptiv, aber nicht intrusiv sei, sondern daß ihm die gleiche Orogenese wie dem Glimmerschiefer zukomme, der dem Augengneis angelagert ist; Granit und Schiefer seien also gleichzeitig aufgefaltet worden.

In letzterer Beziehung deckt sich also Ohnesorge's Ansicht mit der im vorstehenden entwickelten Auffassung über die genetischen Verhältnisse des Schnalserteraler Gneises, wenngleich der Auseinanderhaltung der Begriffe „eruptiv“ und „intrusiv“ nicht jene Bedeutung zugemessen werden konnte, die ihr Ohnesorge widmet. Vielmehr erschien es wichtiger und vorerst notwendiger, die Eruptivität des Gneises überhaupt zu beweisen und nach Möglichkeit durch überzeugende Argumente darzutun, was aus den chemischen und mineralogisch-strukturellen Eigenschaften des Gesteines abzuleiten versucht worden ist.

Was insbesondere die tektonischen Verhältnisse der Schnalserteraler Gesteine anbelangt, so gehören dieselben zu dem südlichen Teil der Ötztaler Masse, die nach moderner Auffassung einen Teil jenes großartigen Systems von Überschiebungs- und Überfaltungsdecken bildet, dem die westtirolischen und ostschweizerischen Zentralalpen in gleicher Weise zugehören und das durch wurzelloses Schwimmen älterer Gesteine auf den autochthonen jüngeren gekennzeichnet ist, die in einzelnen „Fenstern“ zutage treten.

Ob nun der ganze Komplex, bestehend aus dem ursprünglichen Eruptivgestein und den von ihm durchbrochenen sedimentären Schichten, für sich ungestört in der überschobenen Masse lagert, oder ob nicht vielmehr gerade diese Erscheinungen ein Argument für autochthone Auffassung des betreffenden Gebirgstheiles überhaupt zu bilden geeignet wären, ist eine Frage, deren Entscheidung über den Rahmen dieser Arbeit hinausgeht.

¹⁾ A. Pichler, Beiträge zur Geognosie Tirols. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1868, pag. 46.

²⁾ F. E. Suess, Das Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Wien 1894, pag. 629.

³⁾ F. Becke, Bericht über die Aufnahme in den Zentralalpen. Akademischer Anzeiger 1893, Nr. 1.

⁴⁾ Der Schwazer Augengneis (l. c.).

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Bei einem Rückblick auf das Untersuchungsgebiet an Hand der geschilderten geologischen und petrographischen Verhältnisse können nachfolgende Hauptergebnisse der Untersuchung hervorgehoben werden:

1. Der Komplex von Glimmerschiefer, der in ziemlich einförmiger petrographischer Ausbildungsweise das Nordgehänge des Etschtales bei Naturns bildet, erscheint in dem ganzen Raume seiner westöstlichen Erstreckung von Gneisen durchzogen, welche zufolge ihrer Ausbildung als grobstruierte Augengneise mit dem vorerwähnten Schiefer in besonders auffallender Weise kontrastieren. Die Gneiszüge, dem Schieferkomplex konkordant eingefügt, fallen gleich diesem gegen Norden und sind allenthalben von sehr mächtigen randlichen Zertrümmerungszonen umgeben.

Das petrographische Aussehen des Augengneises ist, wie zu zeigen versucht wurde, das eines durch Metamorphose umgewandelten Eruptivgesteines; einzelne gangähnliche Vorkommnisse von basischen Gesteinen, die den gesamten Schichtenkomplex durchsetzen, können entweder als metamorphosierte Amphibolite oder als ursprüngliche magmatische Differentiationsprodukte gedeutet werden.

Gneis und Glimmerschiefer zeigen überall Spuren von starker dynamischer Inanspruchnahme (Aufkantung).

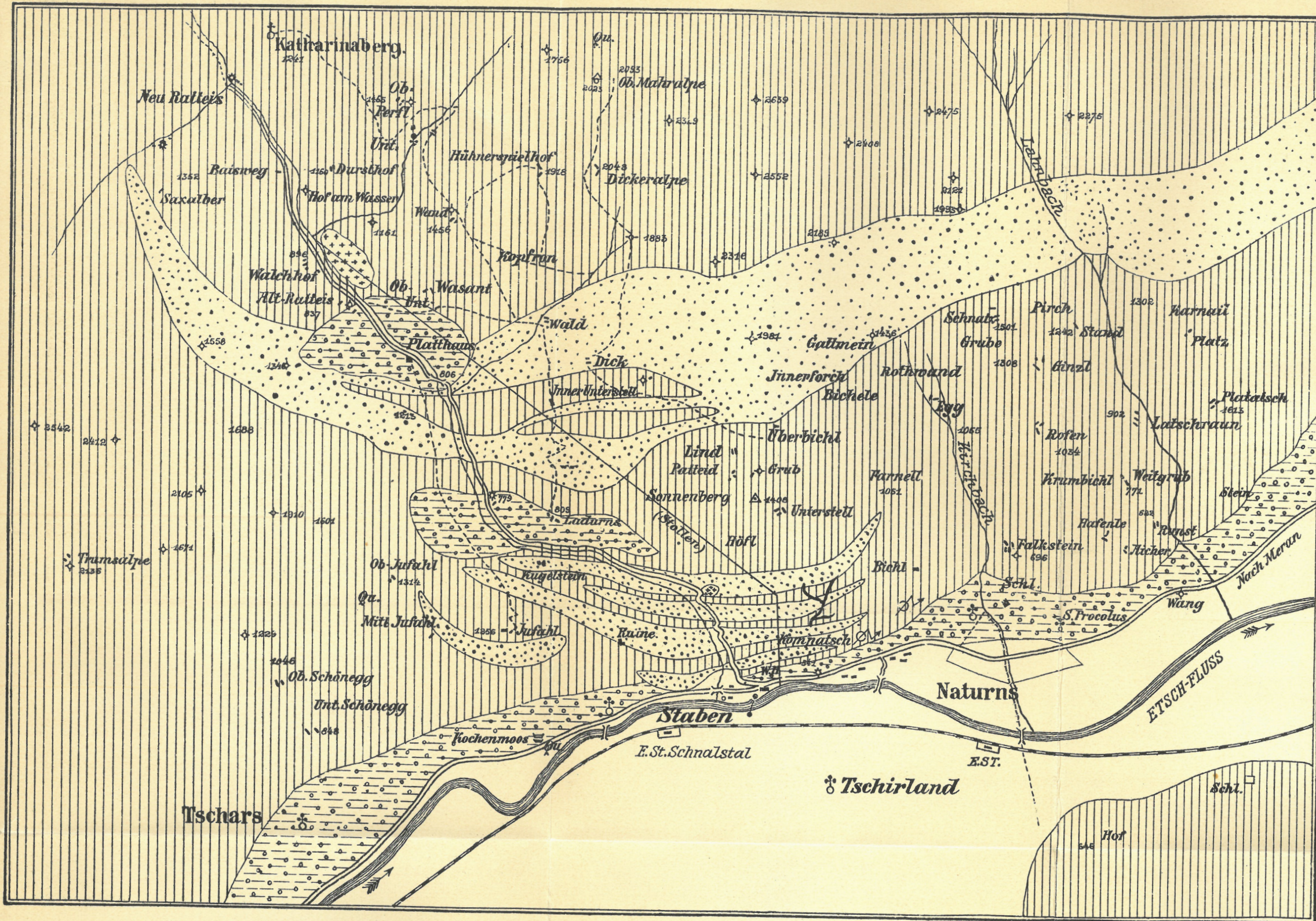
2. Der Augengneis der erwähnten Lokalität kann als Mesoalkalifeldspatgneis (der Grubenmann'schen Systematik) aufgefaßt werden.

3. Der aplitähnliche Gneis von Kompatsch kann als Serizitalbitgneis bezeichnet werden.

4. Der Feldspat, der die großen Einsprenglinge im Augengneis des südlichen Schnalser Tales bildet, ist ein Orthoklas.

5. Amphibolite und Zoisitamphibolite sind weiter nördlich im Tale dem Gneis-Glimmerschiefer-Komplex in lokal wenig mächtigen Einlagerungen eingeschaltet.

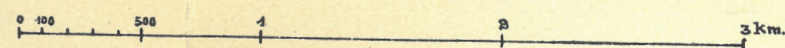
6. Der Glimmerschiefer, der in seiner petrographischen Ausbildung wenig wechselt, zeigt an vielen Stellen in der Nähe des Gneises die Erscheinung der Injektion mit Feldspatsubstanz, welches, als Injektionsschiefer zu bezeichnendes Gestein, den Übergang zwischen Augengneis und Glimmerschiefer bildet.



Zeichenerklärung:

- Fluviatiles, recente Schuttkegel.
- Amphibolite.
- Glimmerschiefer.
- Augengneiß.
- Moränen.
- Gletscherschliffe, Rundhöcker.
- Gangartige Einlagerungen.

Maßstab 1:30000



Tafel XIX.

Die Gneiszone des südlichen Schnalser Tales in Tirol.

Erklärung zu Tafel XIX.

Nr. 1. Augengneis vom Südausgang des Schnalser Tales; Strukturbild, die porphyroblastische Entwicklung zeigend. Nicols $\times$, Vergr. 42.

Nr. 1a. Dasselbe Gestein; senkrecht zur Schieferung. Nicols $\times$, Vergr. 42.

Nr. 2 und 2a. Gneis von Kompatsch; die Parallelanordnung der stengelförmigen Gemengteile durch helicitische Fältelung teilweise gestört; senkrecht zur Schieferung. Nicols $\times$, Vergr. 42.

Nr. 3. Dasselbe Gestein in etwas feinkörnigerer Ausbildung; deutliche Kristallisationsschieferung. Nicols $\times$, Vergr. 42.

Photographie von Dr. Robert Beder, Zürich.

Nr. 4. Gangartig vorkommendes Hornblendegestein, anstehend an dem Steige nördlich des „Hotel Schnalstal“, Kristallisationsschieferung zeigend. Nicols $\parallel$, Vergr. etwa 93.

Photographie von Hinterberger, Wien.



1



1 a



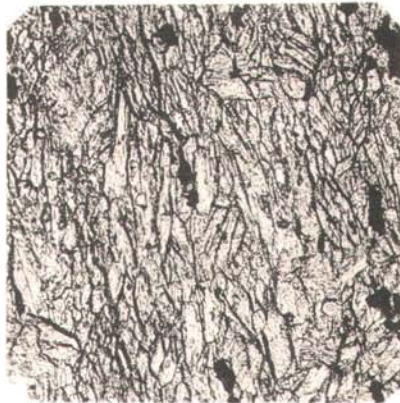
2



2 a



3



4

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. LIX, 1909.

Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumoffskygasse 23.