

### 3. Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteine der Alpen.

Von Herrn G. VOM RATH in Bonn.

Hierzu Tafel XII.

#### I. Ueber das Gestein des Adamello-Gebirges.

Südlich vom Tonale, jener tiefen Gebirgssenkung (6251 Wien. Fuss)\*), welche aus der Val di Sole (Tyrol) in die Val Camonica (Lombardei) führt, erhebt sich ein mächtiges Gebirge, dessen höchster Gipfel, der Monte Adamello, eine Höhe von 11255 Wien. Fuss nach WELDEN erreicht. Dieses Gebirge besteht in seinem centralen Theile, welcher von Norden nach Süden eine Ausdehnung von 5 bis 6 Meilen bei einer Breite von 4 Meilen erreicht, aus einem eigenthümlichen, bisher noch nicht beschriebenen Gesteine, welches, wie ich nachzuweisen versuchen werde, keinem der bis jetzt bekannten und benannten Felsarten zugeordnet werden kann. Es möge mir gestattet sein, in gegenwärtiger Abhandlung dem Adamello-Gesteine den Namen Tonalit beizulegen nach dem Monte Tonale, dem bekanntesten und am leichtesten erreichbaren Punkte, wo dasselbe anstehend gefunden wird.

Der Tonalit ist ein quarzreiches Gestein der Granit-Familie, welches in wesentlicher Menge eine trikline, dem sogenannten Andesin ähnliche Feldspath-Species enthält und nur in sehr geringer Menge und als accessorischen Gemengtheil Orthoklas einschliesst. In dem petrographischen Systeme, welches nicht nach mineralogischen Merkmalen allein, sondern nach mineralogischen und geognostischen zugleich aufzustellen ist, gebührt dem neuen Gesteine seine Stelle unmittelbar neben dem Diorit. Das Fehlen des Orthoklas als wesentlichen Gemengtheils vermag nicht eine Trennung von der Granit-Familie zu begründen; so wenig wie

---

\*) Die Höhen sind entnommen der „Zusammenstellung der Höhenmessungen der Lombardei und Venetiens“, sowie derjenigen Tyrols von SENONER, Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, 1851.

der Mangel an Sanidin die Gesteine der Wolkenburg und des Stenzelbergs von der Trachyt-Familie ausschliessen.

Der Tonalit enthält in körnigem Gemenge als wesentliche Bestandtheile: eine trikline Feldspath-Species, Quarz, Magnesiaglimmer und Hornblende.

Der trikline Feldspath erscheint in kleinen oder auch grösseren Körnern ( $\frac{1}{2}$  bis 3 Linien gross) von gerundeter Form, an denen man indess zuweilen deutlich die Gestalt der eingewachsenen Krystalle der Feldspath-ähnlichen Mineralien erkennen kann. Folgende Flächen liessen sich bestimmen: T und l (das vertikale rhomboidische Prisma), M (Längsfläche), P (die Basis), und y (hintere schiefe Endfläche). Vollkommen spaltbar nach zwei sich unter dem Winkel von ungefähr 93 Grad schneidenden Ebenen (P und M). M besitzt Perlmutterglanz. Auf der Fläche P sind fast immer die für die triklinen Feldspath-Species charakteristischen Zwillingsstreifen sehr deutlich. Die Krystalle sind demnach polysynthetisch nach dem Gesetze: Zwillingsene ist M. Der einspringende Winkel auf P (P:P) konnte ziemlich genau gemessen werden =  $172^{\circ} 57'$ . Dieser Winkel liegt näher den entsprechenden Winkeln des Labradors und Albits als demjenigen des Oligoklas\*). Die Farbe ist immer schneeweiss, Härte wie Feldspath, durch Chlorwasserstoffsäure nicht vollkommen zersetzbar, scheinbar durchaus frisch, namentlich ohne Gehalt an kohlen-saurem Kalke. Zur chemischen Analyse wurden die Krystalle sorgsam ausgesucht, leicht sind sie zu scheiden vom Glimmer und von der Hornblende, schwieriger vom Quarz.

I. Feldspath aus dem Tonalit von Val San Valentino; spec. Gew. (bei  $17\frac{1}{2}$  Grad C.) = 2,695.

Angew. Substanz 1,215 (geschmolzen mit reinstem kohlen-sauren Baryt).

Kieselsäure . . .	56,79	O =	30,28
Thonerde . . .	28,48		13,33
Kalkerde . . .	8,56	2,44	} 4,07
Magnesia . . .	0,00		
Kali . . .	0,34	0,06	
Natron . . .	6,10	1,57	
Glühverlust . . .	0,24		
	<u>100,51</u>		

\*) Nach den von MILLER aufgenommenen Messungen beträgt jene Zwillingskante (P:P) beim

Anorthit	$171^{\circ} 36'$	Oligoklas	$173^{\circ} 30'$
Labrador	$172^{\circ} 50'$	Albit	$172^{\circ} 48'$

II. Feldspath aus einer etwas verschiedenen Gesteins-Varietät desselben Thals; spec. Gewicht (bei 12 Grad C.) = 2,676.

	Mit Kohlensaurem	Mit Fluorwasserstoff-		
	Natron geschmolzen.	säure zersetzt.		
Angew. Menge	0,901	1,773	Mittel.	
Kieselsäure	58,15		58,15	O = 31,01
Thonerde .	26,48	26,62	26,55	12,40
Kalkerde .	9,03	8,29	8,66	2,47
Magnesia .	0,12	Spur	0,06	0,02
Kali . . .			} 6,28*)	} 4,11
Natron .				
Glühverlust	0,30		0,30	
			<u>100,00</u>	

Das Sauerstoffverhältniss R : Äl : Si

beträgt bei I. = 0,916 : 3 : 6,815

„ „ II. = 0,994 : 3 : 7,503.

Die Verschiedenheit der beiden Analysen beruht vorzugsweise in dem Gehalte an Kieselsäure. Die etwas grössere Menge derselben in II. möchte sich leicht durch etwas beigemengten Quarz erklären, auf dessen Ausscheidung bei I. die grösste Sorgfalt verwandt wurde. I. möchte demnach der wahren Mischung unseres Feldspaths näher kommen als II.

Es ist bereits eine ganze Reihe Feldspath-ähnlicher Mineralien von fast gleicher Zusammensetzung mit dem Tonalit-Feldspath bekannt, von denen einige hier anzugeben, Interesse haben dürfte (s. RAMMELSBURG, Mineralchemie „Andesin“):

1) Eingliedrige Feldspath-Zwillinge aus dem *Porphyre bleu amphibolifère* (Coquand), wahrscheinlich Dioritporphyr (Granito a mandola) des Esterel-Gebirges bei Fréjus, spec. Gew. 2,68. Inneres dieser mit einer trüben, etwas zersetzten Rinde bedeckten Krystalle, nach CH. DEVILLE.

2) Schneeweisse Zwillingkrystalle aus dem Andesit\*\*) [Dioritporphyr] von Popayan in Südamerika, spec. Gew. 2,64, nach FRANCIS.

3) „Andesin“ aus einer quarzfreien Gesteinsabänderung

\*) Die Summe der Alkalien, aus dem Verluste bestimmt, wurde bei der Sauerstoff-Berechnung als Natron angesehen, wobei mit Rücksicht auf die vorige Analyse nur ein sehr kleiner Fehler begangen wird.

\*\*) Vergl. v. HUMBOLDT, Kosmos Bd. IV. S. 633-636.

[Dioritporphyr] von Cucurusape bei Popayan, spec. Gew. 2,64, nach DEVILLE.

	1.	2.	3.
Kieselsäure . . .	57,01	56,72	58,11
Thonerde . . .	28,05	26,52	28,16
Eisenoxyd . . .	0,00	0,70	0,00
Kalkerde . . .	7,53	9,38	5,35
Magnesia . . .	0,39	0,00	1,52
Kali . . . . .	0,12	0,80	0,44
Natron . . . . .	5,47	6,19	5,17
Glühverlust . . .	1,43	0,00	1,25
	<u>100,00</u>	<u>100,31</u>	<u>100,00</u>

Das Sauerstoffverhältniss  $\dot{R} : \ddot{R} : \ddot{Si}$

beträgt bei 1. = 0,85 : 3 : 6,95

„ „ 2. = 1,05 : 3 : 7,19

„ „ 3. = 0,80 : 3 : 7,05.

Noch mögen hier eine Stelle finden die aus den Formeln des Andesins und des Labradors berechneten Mischungen, sowie die Zusammensetzung einer Feldspath-Species, welcher das Sauerstoffverhältniss 1 : 3 : 7 zu Grunde liegen würde.

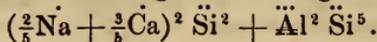
Andesin-Formel  $(\frac{3}{5}\dot{Ca} + \frac{2}{5}\dot{Na})\ddot{Si} + \ddot{Al}\ddot{Si}^3$ : Kieselsäure 59,82, Thonerde 25,62, Kalkerde 8,38, Natron 6,18.

Labrador-Formel  $(\frac{3}{4}\dot{Ca} + \frac{1}{4}\dot{Na})\ddot{Si} + \ddot{Al}\ddot{Si}^2$ : Kieselsäure 52,89, Thonerde 30,21, Kalkerde 12,34, Natron 4,56.

Feldspath\*) zusammengesetzt aus 2 At.  $\dot{R}$  ( $\frac{6}{5}\dot{Ca} + \frac{4}{5}\dot{Na}$ ), 2 At.  $\ddot{Al}$ , 7 At.  $\ddot{Si}$ : Kieselsäure 56,57, Thonerde 27,69, Kalkerde 9,05, Natron 6,69.

Es leuchtet ein, dass weder der Tonalit-Feldspath I. noch die Mineralien 1., 2. und 3. mit einer der bisher sicher erwiesenen heteromeren Feldspath-Species (als solche können nur gelten: Anorthit, Labrador, Oligoklas, Albit und Orthoklas) vereinigt werden können. Doch auch von dem durch die Andesin-Formel verlangten Sauerstoffverhältniss (1 : 3 : 8) weichen jene Analysen zu sehr ab, als dass diese Zahlenreihe als die naturgemässe betrachtet werden könnte. Vielmehr liegen die gefundenen Sauerstoff-Zahlen fast genau in der Mitte zwischen der Proportion des Andesins und jener des Labradors, d. h. sie folgen sehr nahe dem Gesetze 1 : 3 : 7.

\*) Die Formel könnte in folgender Weise geschrieben werden:



Ohne die Existenz einer gemäss diesen Zahlen gemischten Feldspath-Species durch obige Analysen als bewiesen zu erachten, kann man doch nicht leugnen, dass die Proportion 1 : 3 : 9 (seitdem in der Kieselsäure 2 Atome Sauerstoff angenommen werden) zu einer kaum weniger schwierigen Formel führt als die Proportion 1 : 3 : 7. Fast könnte man versucht sein DELESSE zuzustimmen, wenn er sagt: *D'ailleurs il importe beaucoup plus de connaître la composition des Feldspaths, qui forment la base des roches, que de discuter sur le nom, qu'il convient de leur donner.* G. ROSE tritt zwar DELESSE's Ausspruch mit den Worten entgegen: „Man kennt ein Mineral nicht, wenn man demselben keinen Namen geben kann. Bei reinen unzersetzten Feldspathen hat man eine solche Diskussion nicht nöthig, indem sich hier die chemische Formel und somit der Name aus der Analyse, wenn sie richtig ist, von selbst ergibt. Wo man jene nöthig hat, kann man überzeugt sein, dass man es mit einem unreinen oder zersetzten Feldspath zu thun hat“ (diese Zeitschrift Jahrg. 1859, S. 304). So treffend diese Bemerkung in Bezug auf die von DELESSE untersuchten kleinen Feldspath-Krystalle aus dem antiken Porphyre ist, so möchte derselben ein gleiches Gewicht nicht zukommen in Bezug auf die Feldspathe, deren Mischung oben angegeben ist. Denn weder das Innere der Krystalle aus dem Dioritporphyr von Fréjus, noch diejenigen aus den ähnlichen amerikanischen Gesteinen sind in einem solchen Grade zersetzt\*), dass man ihre ursprüngliche Mischung als übereinstimmend mit der Formel einer jener sicher bekannten Feldspath-Species ansehen könnte. Dass der Feldspath unseres Gesteins kein Gemenge, sondern ein einfaches Mineral sei, diese Ueberzeugung gewann ich schon (1857), als ich das prächtige Gestein auf dem Tonale-Passe zuerst erblickte. Als ich in den Jahren 1862 und 1863 das Adamello-Gebirge wiederholt besuchte, ist die früher gewonnene Ueberzeugung nur noch mehr befestigt worden.

---

\*) In gewissem Grade zersetzt ist wohl aller Feldspath der granitischen Gesteine (und nicht weniger der Oligoklas); denn sonst müsste derselbe die physikalischen Eigenschaften, namentlich die Durchsichtigkeit des Sanidins oder des Adulars besitzen. Indess ist trotz dieser begonnenen Zersetzung die durch eine Formel auszudrückende Zusammensetzung nicht in erheblicher Weise gestört weder bei dem gemeinen Feldspath noch bei dem Oligoklas.

Die angeführten Thatsachen, verbunden mit der grossen Uebereinstimmung, welche die in Rede stehenden Feldspath-ähnlichen Mineralien von so entfernten Fundorten (denen noch mehrere andere angereicht werden könnten) zeigen, scheint es in hohem Grade wahrscheinlich zu machen, dass uns hier eine eigenthümliche Feldspath-Species (1 : 3 : 7) vorliegt. Möchte es bald gelingen durch Auffindung und Untersuchung aufgewachsener Krystalle dieser Art die Sache zur Entscheidung zu bringen.

Der Feldspath, stets von schneeweisser Farbe, erscheint entweder in einem körnigen Gemenge mit den übrigen Bestandtheilen, oder er bildet — seltener — die feinkörnige Gesteinsgrundmasse, in welcher die übrigen Gemengtheile ausgeschieden sind. Auch im letzteren Falle erkennt man inmitten der feinkörnigen Grundmasse viele (zum Theil bis 4 Linien grosse) gestreifte Spaltungsflächen.

Der graulichweisse Quarz ist stets in reichlicher Menge vorhanden, zuweilen in gleicher wie der Feldspath. Er bildet meist unregelmässig gerundete Körner, seltener gerundete Dihexaeder bis 4 Linien gross. Auch in letzterem Falle zerreißen die Quarzkörner auf dem Gesteinsbruche; verhalten sich also nicht wie die Quarzdihexaeder im Porphyr, welche beim Zerspalten des Gesteins ihren Zusammenhalt zu bewahren pflegen.

Die stets regelmässig sechsseitig begrenzten Blättchen des schwärzlichbraunen Magnesiaglimmers tragen bei ihrer Grösse (1 bis 3 Linien) besonders zum schönen Ansehen des Gesteins bei. Zuweilen bildet auch der Glimmer säulenförmige Krystalle gegen die Enden sich etwas verjüngend, in der Richtung der Hauptaxe 2 bis 4 Linien ausgedehnt.\*)

Die Hornblende ist schwärzlichgrün, meist in kurzen dicken, selten in längeren prismatischen Krystallen vorhanden. Die Grösse schwankt zwischen einigen Linien und  $\frac{3}{4}$  bis 1 Zoll. Die Hornblende besitzt auf den Spaltungsflächen einen matten, seidenartigen Glanz nach Art des Uralits; doch findet dies nicht immer statt. Den grösseren Hornblende-Krystallen sind fast immer unregelmässig gelagerte Magnesiaglimmer-Blättchen eingemengt. Auch beim Tonalit bewahrheitet sich die vielfach gemachte Beobachtung, dass Hornblende und Magnesiaglimmer sich in gewisser

---

\*) In Stücken, welche längere Zeit in Chlorwasserstoffsäure lagen, verliert der Glimmer seine dunkle Farbe und wird silberweiss.

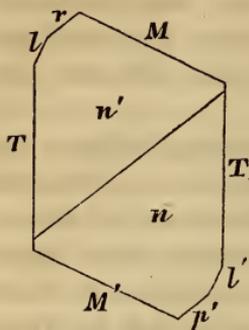
Weise vertreten. Zwar findet man in keinem Handstücke eines dieser Mineralien allein, sondern stets beide. Aber wenn der Glimmer in grosser Menge erscheint, so tritt die Hornblende mehr zurück; und wenn umgekehrt (was indess nur selten der Fall ist) die Hornblende überwiegt, so ist wenig Glimmer vorhanden.

Der Tonalit ist eines der dem Auge wohlgefälligsten Gesteine, namentlich jene Abänderungen, welche reich an Glimmer oder Hornblende, deren schwärzliche Krystalle sich aus der schneeweissen Gesteinsmasse schön abheben. Prachtvolle Stücke dieser Art erblickt man in der Sammlung des Ferdinandeum zu Innsbruck. Von accessorischen Gemengtheilen finden sich im Tonalit: Orthoklas, Orthit, Titanit, Magneteisen.

Der Orthoklas tritt als unwesentlicher Bestandtheil in so eigenthümlicher Ausbildung auf, wie ich ihn bisher noch in keinem andern Gesteine beobachtet; eine Erscheinungsweise, welche zugleich seine Unterscheidung vom triklinen Feldspath möglich macht. Der Orthoklas bildet weisse Körner von unregelmässiger Begrenzung, wenige Linien bis  $\frac{1}{2}$  Zoll in den drei Raumesrichtungen ausgedehnt. Diese Körner bestehen nur zum geringen Theile aus Orthoklas, zum weitaus grösseren aus Quarz, welcher nach der Weise des Schriftgranits mit dem Orthoklas verwachsen zu sein scheint. Einen bemerkenswerthen Anblick gewähren die bis  $\frac{1}{2}$  Zoll im Quadrat messenden Spaltungsflächen des Orthoklas, indem sie, von sehr vielen Quarzkörnern unterbrochen, oft isolirte Partien darbieten: eine Erscheinung, welche man nicht selten beim Schillerspath, Glimmer u. s. w. beobachtet. Die Spaltflächen des Orthoklas besitzen nicht eine Spur von Streifung, zeigen einen etwas stärkeren Glanz als die entsprechenden Flächen des triklinen Feldspaths. Ausser in Verwachsung mit Quarz in der eben angegebenen Weise findet sich im Tonalit kein Orthoklas, welcher überhaupt nicht allgemein, sondern nur in einzelnen Partien des Gebirges vorzukommen scheint. In den Stücken von Edolo, Cede-golo, Brenno finde ich keinen Orthoklas, wohl aber im Gesteine des Valentino-Thals, und in sehr geringer Menge am Avio-See. Ausser Quarz ist dem Orthoklas auch trikliner Feldspath eingemengt.

Der Orthit erscheint in nadelförmigen Krystallen und dünnen Prismen bis  $\frac{1}{2}$  Zoll lang, eingewachsen. Die Form ist ein unsymmetrisches Prisma, dessen stumpfe Kante =  $115^{\circ} 3'$  ge-

Orthit aus dem Tonalit.



$$M : T = 115^{\circ} 3'$$

$$M : n' = 105^{\circ} 15'$$

messen wurde. Die scharfe Kante wird durch zwei Flächen abgestumpft. Die Endigung wird durch ein schiefes rhombisches Prisma gebildet.

Die an diesem Orthite (siehe nebenstehende Figur) beobachteten Flächen erhalten folgende Zeichen (in Bezug auf die gewählten Axen vergl. POGG. Ann. Bd. CXIII. S. 281 und QUENSTEDT, Mineralogie 2. Aufl. S. 367):

$$M = (c : \infty a : \infty b)$$

$$T = (a : \infty b : \infty c)$$

$$r = (a' : c : \infty b)$$

$$l = (\frac{1}{2}a' : c : \infty b)$$

$$n = (a' : b : c)$$

Winkel gemessen am Orthit:

des Adamello-Gesteins	vom Laacher See
$M : T = 115^{\circ} 3'$	$115^{\circ} 1'$
$M : n = 105^{\circ} 15'$	$105^{\circ} 12'$

Der Bestimmung der Flächen r und l liegen annähernde Messungen zu Grunde. Keine deutliche Spaltbarkeit, rein schwarze Farbe, muschlicher Bruch. Vor dem Löthrohr schmilzt der Orthit des neuen Vorkommens leicht und unter heftigem Schäumen, nicht löslich in Chlorwasserstoffsäure. Strichpulver grünlichgrau. Der Orthit scheint im Tonalit allgemein verbreitet zu sein; er findet sich in Stücken, welche ich bei Cedegolo im Camonica-Thale sammelte, am Lago d'Avio (im nördlichen Theile des Gebirgs), hauptsächlich aber in jenen mächtigen Blöcken, welche oberhalb des Dorfs Villa an der Ausmündung der Val San Valentino liegen. An letzterem Orte ist der Orthit so häufig, dass man denselben fast einen wesentlichen Gemengtheil nennen könnte. \*)

Der Titanit erscheint nur selten, und in sehr kleinen dem blossen Auge kaum wahrnehmbaren Krystallen von gelblicher Farbe.

Magneteisen in kleinen oktaedrischen Krystallen. Diejenigen Mineralien, welche in Drusen der alten eruptiven Ge-

\*) Der Orthit scheint bisher in den Oesterreichischen Staaten noch nicht beobachtet worden zu sein; wenigstens führt denselben v. ZEPHAROWICH in seinem mineralog. Lexicon nicht auf.

steine sich zu finden pflegen, müssen dem Tonalite fehlen, da demselben überhaupt die Drusenbildung abgeht.

Zur Ermittlung der Gesamtmischung des Tonalits wählte ich eine normale Gesteins-Varietät anstehend im Herzen des Gebirges am Avio-See. Dieselbe enthielt deutlich gestreifte Feldspath-Körner, sehr viel Quarz, wenig Hornblende, mehr Glimmer, eine sehr geringe Menge jener Verwachsung von Orthoklas mit Quarz. Es wurde ein hinlänglich grosses Handstück zerkleinert, um die Zusammensetzung als die normale des Gesteins betrachten zu können.

Tonalit vom Avio-See; spec. Gew. 2,724 (19 Grad C.).

mit  $\text{Na}\ddot{\text{C}}$  mit  $\text{Ba}\ddot{\text{C}}$  geschmolzen.

Angew. Menge	1,668	2,141	Mittel	
Kieselsäure .	(66,08)	66,91	66,91	O = 35,68
Thonerde .	15,05	} 22,52	15,20	7,11
Eisenoxydul	6,45		6,45	1,93
Kalkerde .	3,73	(3,00)	3,73	1,06
Magnesia .	2,29	2,40	2,35	0,94
Kali . . .		0,86	0,86	0,15
Natron . .		3,33	3,33	0,86
Wasser . .		0,16	0,16	
			98,99	

Sauerstoffquotient (Fe als  $\text{Fe}$  ber.) = 0,338

„ „ (Fe als  $\text{Fe}$  ber.) = 0,334.

Die vorstehende Analyse beweist, dass auch in dem untersuchten Gesteine ein Feldspath von ähnlicher Zusammensetzung wie die oben analysirten vorhanden ist, und ferner bestätigt sie, dass der Tonalit eine eigenthümliche Stellung in der petrographischen Reihe einnehmend, gleichsam eine Lücke zwischen den Graniten und den Dioriten ausfüllt. Von den Graniten unterscheidet sich unser Gestein schon durch den Sauerstoffquotient, welcher bei den ächten Graniten kaum 0,3 erreicht, meist geringer ist. Die Diorite andererseits zeigen einen weit höheren Sauerstoffquotienten: sind es doch fast immer quarzfreie Gesteine. Der geringe Kieselsäure-Gehalt des untersuchten Tonalits, verbunden mit der grossen ausgeschiedenen Quarzmenge (welche auf nicht weniger als ein Drittel des Gesteins geschätzt werden kann) und dem nur untergeordneten Gehalte an Glimmer und Hornblende, liefern den Beweis, dass auch in dem Gesteine des

Avio-Sees ein jenen Andesin-ähnlichen Feldspathen verwandtes Mineral in überwiegender Menge vorhanden ist.

Wohl würde es interessant sein, die Mischung des Tonalits zu vergleichen mit derjenigen der anderen mächtigen Eruptionsmassen, welche auf dem weiten Raume des Alpengebirges emporgestiegen sind: der Gesteine der Cima d'Asta, von Brixen, Bernina, San Martino, St. Gotthardt, Montblanc, Baveno u. s. w. Doch fehlt es hier noch sehr an den nöthigen Untersuchungen. Nur von folgenden Alpengesteinen liegen vollständige durch BUNSEN ausgeführte Analysen vor: I. Granitgneiss vom St. Gotthardthospiz, II. Protogin vom Montanvert (Montblanc), III. Granit von Baveno (rothe Varietät) (s. ROTH, Gesteins-Analysen, Nachtrag).

	I.	II.	III.
Kieselsäure . .	70,79	71,51	74,82
Thonerde . .	16,63	16,29	16,14
Eisenoxydul . .	2,53	3,30	1,52
Kalkerde . .	1,62	4,18	1,68
Magnesia . .	0,68	0,41	0,47
Kali . . . .	3,69	2,37	3,55
Natron . . . .	6,32	2,77	6,12
Wasser . . . .	0,43	0,78	
	<u>102,69</u>	<u>101,61</u>	<u>104,30</u>
Sauerstoffquotient	0,300	0,283	0,269.

Den Gneissgranit (Protogin) des Montblanc-Gipfels untersuchten auch SCHÖNFELD und ROSCOE:

Kieselsäure . .	71,41
Thonerde . .	14,45
Eisenoxydul . .	2,58
Kalkerde . .	2,49
Magnesia . .	1,11
Kali . . . .	2,77
Natron . . . .	3,05
Wasser . . . .	<u>1,25</u>
	99,11.

Sauerstoffquotient = 0,255 oder 0,263 ( $\overset{+++}{\text{Fe}}$ ). Spec. Gew. 2,7088 (s. ROTH, Gesteins-Analysen, S. 4).

Die Gleichartigkeit des Gesteins ist durch das ganze Adamello-Gebirge auffallend gross. In dieser Hinsicht erinnert unser

Tonalit an den Granit, welcher ja auch durch ganze Gebirge, die er zusammensetzt, oft ganz gleich ist. Die kleinen Unterschiede des Adamello-Gesteins werden bedingt durch ein etwas gröberes oder feineres Korn, durch reichlicheres oder geringeres Auftreten von Glimmer oder Hornblende. Bei Tione an der östlichen Grenze des Eruptivgesteins findet sich eine übrigens nicht sehr verbreitete Varietät, in welcher Glimmer und Hornblende ungefähr parallele Lagen bilden. An der nördlichen und westlichen Gebirgsgrenze sah ich indess nichts Aehnliches. Auch der Granit von Brixen nimmt an seinem westlichen Ende bei Brunnecken Parallelstruktur an; ebenso der Granit von San Martino an seinem südlichen Ende bei Traona im untern Veltlin.

Die Gesteinsmasse des Tonalits umschliesst eine sehr grosse Menge dunkler sphäroidischer Körper, welche, fest mit der umhüllenden Masse verwachsen und in dieselbe übergehend, sich von derselben wesentlich nur unterscheiden durch Vorherrschen des Glimmers und der Hornblende und Zurücktreten des Quarz und des Feldspaths. Diese schwärzlichen Concretionen, welche gleich häufig im Centrum des Gebirges und nahe den Grenzen gegen die umlagernden Schieferschichten beobachtet werden, sind so verbreitet, dass unter den Tausenden von Prellsteinen, welche man längs der prächtigen Strassen von Giudicarien und Rendena, sowie in Val Camonica erblickt, kaum einer ohne jene schwärzlichen Ausscheidungen ist. — Bekanntlich ist dieselbe Erscheinung in manchen Granitgebieten sehr häufig (wohl in keinem häufiger als in demjenigen der Cima d'Asta, s. Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westph. 20. Jahrg. Sitzungsber. S. 25), und hat zu abweichenden Ansichten Veranlassung gegeben. Theils glaubte man umgewandelte Fragmente älterer schieferiger Gesteine vor sich zu haben, theils sah man sie für Concretionen an. Die so überaus zahlreichen dunklen Partien im Tonalit sind unzweifelhaft Ausscheidungen aus der Gesteinsmasse selbst, und nicht Einschlüsse. Denn dieselben sind auf das Innigste mit dem umschliessenden Gesteine verbunden, in welches sie in mineralogischer Hinsicht vollkommen übergehen; sie haben nie das Ansehen von Bruchstücken, sind vielmehr immer gerundet; erfüllen durch das ganze Gebirge hin den Fels in gleicher Weise.\*)

\*) Zu derselben Ansicht kam Herr C. v. FRITSCH in seinem trefflichen Aufsätze „Geognostische Skizze der Umgegend von Ilmenau“, s. diese Zeitschrift Jahrg. 1860, S. 106, 107. Während der Granit der Cima

In dem durchweg so gleichartigen Tonalit treten nur vereinzelte schmale gangförmige Bildungen auf. Es sind theils schmale Quarzschnüre, welche auf der verwitterten Felsfläche als Leisten hervorragen, theils bestehen sie aus einer dichten Masse desselben triklinen Feldspaths, welcher in wesentlicher Menge das Gestein constituirte. Andere Gänge sind mit einem Gemenge von Orthoklas, Quarz und einer triklinen Feldspath-Species erfüllt. Beide Feldspath-Arten sind zum Theil von Quarz durchwachsen. Gänge dieser letzteren Art fand ich in der Val Breguzzo und am See Avio; sie sind nicht häufig.

Seit Vollendung der Strasse durch Val di Sole werden viele Tonalit-Werksteine nach Trient geführt, um dort zu Pilastern und Säulen gehauen zu werden. Der Stein lässt sich nach jeder Richtung in gleicher Weise spalten; er hat keine vorherrschende Spaltbarkeit. \*) An mehreren Orten des Gebirges zeigt der Fels eine vertikale pfeilerförmige Zerklüftung, so am Monte Stablo, am Ursprunge des Breguzzo-Thals. Die durch theilweise Zerstörung des Gebirges losgelösten Felsblöcke, meist von sphäroidaler Gestalt, oft mehrere Cubikklafter gross, sind über alle Thäler und Vorhöhen zerstreut. Aus diesen Findlingen, welche sich leicht in grosse ebene Werkstücke spalten lassen, sind alle Kirchen und grösseren Gebäude der umliegenden Thalschaft aufgeführt. \*\*)

---

d'Asta mit jenen dunklen Ellipsoiden ganz erfüllt ist, sind sie zu Baveno Seltenheiten. Wo der Baveno-Granit an den umlagernden Schiefer grenzt, umhüllt er viele kantige, gehärtete Schieferfragmente. Diese Einschlüsse haben indess keine Aehnlichkeit mit den in Rede stehenden Ausscheidungen.

\*) Dieser letztere Fall, eine vorherrschende Spaltbarkeit, scheint beim Granit der gewöhnliche zu sein. Obgleich man am Bavenoer Granit nicht eine Spur von Parallellagerung der Gemengtheile erkennen kann, spaltet der Stein doch nach einer Richtung sehr leicht und in breiten ebenen Flächen. Die Steinhauer, welche aus langer Uebung an dem scheinbar massigen Gestein jene Spaltungsrichtung sogleich finden, nennen sie *Filo mastro* (*Filone maestro*). Ihre Lage ist durch den ganzen Bavenoer Granitberg (*Monte Motterone*) eine gesetzmässige.

\*\*) Beachtenswerthe Beobachtungen über die Verbreitung erraticer Tonalit-Blöcke im südwestlichen Theile von Tyrol machte (1844) Jos. TRINKER (jetzt Berghauptmann in Belluno, s. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1851, II. 74—78). Die Blöcke liegen nicht nur auf dem westlichen, sondern auch auf dem östlichen Gehänge der Thäler Rendena und des südlichen Giudicarien. „In der Nähe von Condino auf der Seite gegen

Das Adamello-Gebirge, so weit es aus unserem Eruptivgestein besteht, besitzt eine von den andern alpinischen Hochgebirgen verschiedene physiognomische Gestaltung: es trägt weder die Aiguilles des Montblanc, noch die St. Gotthards-Tafeln, oder die schöne Kuppel der Asta. Der Hauptmasse nach ist es ein mächtiges, im Verhältniss zu den Gipfeln sehr hohes Felsgewölbe, überragt von scharfkantigen, drei- oder vierseitigen Pyramiden. Auf einer solchen erhabenen Felsfläche dehnen sich die zusammenhängenden, über eine Quadratmeile grossen Laris-Gletscher aus, denen die Sarca entströmt. Von den das Thal Breuzzo (südlich Tione) einschliessenden Höhen gewann ich einen Blick auf das von jenen Gletschern südlich ziehende Hochgebirge: ein breites, durchaus felsiges Berggewölbe, dessen grauweisse, allmählig über 9000 Fuss ansteigende, gefürchte Fläche einen unbeschreiblich öden Anblick darbot. Darüber erheben sich hier nur wenig einzelne stumpfe Pyramiden und breite Rücken. Das Haupt des Gebirges, den Monte Adamello selbst, stellt von Nord-nordwesten, aus der Gegend des Avio-Sees gesehen, die Skizze Tafel XII. dar.

Entsprechend dem Auftreten des Eruptivgesteins theilt sich unser Gebirge in zwei verschieden grosse, durch einen hohen Rücken verbundene Massive, dasjenige von Laris\*) im Norden und das des Monte Castello im Süden. Der Gebirgsstock von Laris,

---

den Monte Giovo fand ich im Kalkgebirge den Granit [Tonalit] bis zur Höhe von 3820 Fuss, dessen Trümmer zonenförmig in solcher Häufigkeit dort abgelagert erscheinen, dass man stellenweise nur auf Granit einhergeht. Man vergisst darüber fast das Kalkgebirge." „Ueber der angeführten Höhe zeigte sich nicht ein einziges Granit-Fragment mehr." Das Gewicht eines Blocks wurde auf 2220 Centner berechnet. Also finden sich die Tonalit-Blöcke einige Tausend Fuss über dem Thalboden, durch die Thaltiefe selbst vom Hochgebirge, ihrer Heimath getrennt. Auch in den unterhalb Tione (1851 W. F. n. TRINKER) mündenden Seitenthälern, z. B. Val di Dalcon, traf TRINKER die Hochgebirgs-Gerölle. Ihre Lagerung bewies, dass sie hier aus dem Hauptthale, aufwärts in das Nebenthal getragen worden sind. TRINKER hebt hervor, dass der Transport jener Felsen nur durch „bewegliche fortschreitende Eismassen" geschehen sein könne. Seit der Beobachtung TRINKER's sind namentlich in der Lombardei und Piemont in fast allen grösseren Alpenthälern die deutlichsten Spuren der Gletscherbewegung gefunden worden.

\*) Vergl. die betreffenden Generalstabskarten der Lombardei und Tyrols; oder MAYR's Karte von Tyrol. Die geognost. Karte der Schweiz von STURDER und ESCHER stellt den westlichen Abhang des Adamello-Gebirges dar.

dessen Culminationspunkt der Monte Adamello ist, erfüllt den Raum zwischen den Thälern Rendena und des oberen Camonica; die nördliche Grenze ist der Tonale-Pass, die südliche eine Gebirgssenkung am Lago d'Arno. Die Basis, über welcher die Gruppe Laris sich erhebt, ist fast kreisförmig, und hat eine ideale Peripherie von 15 Meilen. Ein auffallend symmetrischer Bau zeichnet das Gebirge aus, indem von der Gebirgsmittle, einem über eine Quadratmeile grossen Eisfelde, in radialer Richtung Gebirgskämme auslaufen, welche tief eingeschnittene Thäler einschliessen. Gegen Nordosten sendet dieser Gebirgsstock einen Ausläufer, den Monte Presanella (9702 Fuss) aus, welcher die Val Genova vom obersten Theile der Val di Sole scheidet. Wo sich der Gebirgsstock Laris gegen Süden in der Nähe des Lago d'Arno zu einem Rücken zusammenschürt, da ist auch die Ausdehnung des Tonalits beschränkt, doch südlich jenes Sees erhebt sich das Gebirge zu dem zweiten Massiv, dem Monte Castello. Wenn auch viel weniger erhaben und ausgedehnt als die nördliche Gruppe, stellt sich doch auch der schneebedeckte Monte Castello als ein Gebirgsknoten dar, von dem aus nach verschiedenen Richtungen Kämme auslaufen. Er ist gegen Süden der letzte Berg mit ewigem Schnee; es folgen mächtige schildförmige Gebirgswölbungen, aus rothem Sandsteine (Verrucano) gebildet.

Die geognostische Bildung des Gebirges ist in seinem nördlichen Theile, der Laris-Gruppe, ungemein einfach, ein überaus lehrreiches Beispiel eines eruptiven Gebirgsstocks. Das erhabene, schwer zugängliche Centrum des Gebirges ist Tonalit; es wird umlagert von steil aufgerichteten Schichten von Glimmerschiefer und Thonschiefer. Die Bildung der Thäler, welche vom äusseren Umfange des Gebirges, die Schieferschichten durchschneidend, in das Innere eindringen, ist eine sehr übereinstimmende. Um die Gesteinsgrenze zu sehen, besuchte ich mehrere Thäler, deren Ursprung in der Tonalit-Masse liegt, namentlich Avio und Breguzzo.

Das obere Ende der Val Camonica von Edolo (2206 W. F.) aufwärts wendet sich in einem Bogen gegen Osten. Dieselbe Wendung beschreibt das Streichen der Schieferschichten, welches ungefähr mit den Tangentiallinien unseres Gebirgskreises zusammenfällt. Das südliche Gehänge dieses obersten Theils der Val Camonica besteht aus einem braunen, groben Thonschiefer, dessen Schichten 75 bis 80 Grad gegen Norden fallen, ist mit Tannenwald

bedeckt, und versperrt die Aussicht auf das dahinter liegende Hochgebirge. Bei dem Dorfe Vezza öffnet sich zwar ein Thal, in dessen Hintergrunde dunkle Felswände erscheinen. Doch ist dasselbe so kurz, dass es meinem Wunsche, tiefer in das Gebirge einzudringen, nicht zu entsprechen schien. Drei Stunden oberhalb Edolo mündet gegenüber Temu das Avio-Thal, welches unmittelbar am Fusse des Monte Adamello entspringt. Diesem Thale eine starke Stunde aufwärts folgend erreicht man die Gesteinsgrenze; die untere Thalhälfte ist Thonschiefer, h. 7 bis 8 streichend, 80 Grad gegen Norden fallend; das Thal schneidet demnach normal gegen das Schichtenstreichen ein. Die Grenze gegen den Tonalit entspricht hier genau dem Streichen und Fallen der Schieferschichten. An den mindestens 2000 Fuss steil abfallenden Thalwänden erblickt man beinahe geradlinig die Gesteinsscheide hinaufziehen. In gleich grossartigem Maassstabe möchte sich an wenigen Orten das Verhalten des plutonischen Gesteins zum Schiefergebirge darstellen. Was sonst in der Gebirgstiefe dem Auge verborgen, ist hier in den mehrere Tausend Fuss senkrecht einschneidenden Thälern klar und offenbar: die Grenze des Eruptivgesteins geht entweder senkrecht zur Tiefe nieder, oder fällt steil nach aussen; dasselbe richtete den Thonschiefer ringsum empor, dessen Schichten um so steiler von der Grenze abfallen je näher an derselben. Die Sohle des Avio-Thals hebt sich nun in einer steilen Terrasse um etwa 1000 Fuss empor. Von der Höhe derselben erblickt man die obere im Tonalit-Fels eingesenkte Hälfte des Avio-Thals.\*)

Von der Mitte des Avio-Thals zieht die Gesteinsgrenze nach dem Tonale-Pass, dessen nördlicher unter einem Winkel von 15 bis 20 Grad sich erhebender Abhang aus Schiefer besteht, während die hohe Felsenmauer, welche den Pass im Süden begrenzt, Tonalit ist.

Das Breguzzo-Thal, welches bei Bondo ins Hauptthal von Giudicarien mündet, öffnet sich in einer engen, steilen Schlucht, in welcher h. 3 streichende, vertikale oder unregelmässig fallende Kalkschichten anstehen. In der Entfernung eines Kilometers

---

\*) Von jener Felsterrasse nahe dem einsamen Avio-See ist die Skizze Tafel XII. aufgenommen. Möglichst getreu strebte ich, die majestätische Form des Monte Adamello, jenes bisher von Wenigen erblickten Bergeshaupts, wiederzugeben; der Vordergrund ist nach der Erinnerung gezeichnet.

von Bondo beginnen die krystallinischen Schiefer, das Thal ändert seine Richtung von westlich in nordwestlich, weitet sich und steigt nur allmähig an. Im unteren Theile des Thals herrscht ein grob- und uneben-schiefriger Glimmerschiefer, dessen Hauptmasse aus einem Aggregat schwarzer Glimmerblättchen besteht, in welchem handbreite Lagen von Quarz sich höchst unregelmässig hin- und herwinden. Dies Gestein hat grosse Aehnlichkeit mit den die Cima d'Asta umgebenden Schieferschichten. Höher hinauf im Thal herrscht ein schöner, ebenflächiger Glimmerschiefer, reich an silberweissem Glimmer, mit welchem auch Talk verwebt ist, zuweilen so reichlich, dass der Glimmer verdrängt wird. Das Streichen der Schieferschichten ist h.  $3\frac{1}{2}$  bis 4, also parallel der Tonalit-Grenze in diesem Theile des Gebirges. Das Fallen gegen Südosten, und zwar um so steiler, je näher der Grenze. Nahe dem Thalausgange beträgt der Fallwinkel des Glimmerthonschiefers nur etwa 30 Grad, weiter hinauf steigt derselbe bis 50 Grad und mehr. In der oberen Hälfte des Thals ist er durchweg 75 bis 85 Grad. Die Grenzfläche zwischen Glimmerschiefer und Tonalit, welche im obersten Hintergrunde des Thals liegt, setzt in gleicher Weise nieder. Aus den krystallinischen Schiefen der Val Breguzzo scheinen isolirte Massen von Tonalit hervorzubrechen. So erblickte ich eine halbe Stunde oberhalb Breguzzo von der nordöstlichen Thalwand eine mächtige Halde von Tonalit-Blöcken sich herabziehen. Ein anderes isolirtes Vorkommen von Tonalit liegt an derselben Thalwand gegenüber der V. Darno.

Im Breguzzo-Thale hat man vom Jahre 1860 bis 1862 einige Bleiglanz-Gänge ausgebeutet. Die Grube liegt etwa 2 Kilometer oberhalb der Einmündung der V. Darno, am Abhange des Cingledin-Berges, 300 bis 400 Fuss über der Thalsole. Dem Glimmerschiefer sind hier Lager eines dichten Chloritschiefers eingeschaltet, h.  $3\frac{3}{4}$  streichend, 80 bis 84 Grad gegen Südosten fallend. In diesem Chloritschiefer, dessen Lager eine Mächtigkeit von einem bis mehrere Lachter besitzen, treten mit gleichem Streichen und Fallen Gänge und Schnüre von Bleiglanz auf. In der Grube Santa Maria sah ich neben viel schmäleren Schnüren auch solche von 2 bis 3 Zoll Mächtigkeit von ganz reinem Bleiglanz. Leider enthält dies Erz hier kein oder nur Spuren von Silber. Begleiter sind Kupfer- und Magnetkies. Die Erze finden sich nur derb. Die Grube hatte bei meinem Be-

suche einen Stollen von 105 Lachter Länge. Die Zahl der Stollen beträgt sechs, sie liegen in vier verschiedenen Horizonten. Auch auf der südwestlichen Thalseite, unmittelbar unterhalb der Einmündung der V. Darno tritt unter denselben Verhältnissen ein armer Bleiglanz-Gang auf. — Da der Bergbau im Thale Breguzzo durchaus der Erwartung nicht entsprochen hat, so kommt derselbe wahrscheinlich in nächster Zukunft zum Erliegen. Im Hintergrunde der Val Darno werden Kalkschichten sichtbar, welche die südliche Fortsetzung der Cima del Frate bilden. Dieselben streichen h.  $3\frac{1}{2}$  und fallen steil gegen Nordwesten, also der Tonalitgrenze zu.

In der Val di Sn. Valentino wiederholen sich im Allgemeinen die Verhältnisse von Breguzzo. Dies Thal fällt gegen das Hauptthal Rendena mit steiler Stufe ab. Weiterhin hebt sich die Thalsole nur allmählig, die Gehänge sind gleichmässig und sanft. Im untersten Theile des Thals findet sich jener massige Glimmerthonschiefer mit gewundenen Quarzschnüren; im mittleren Theile herrscht lichter, ebenflächiger Glimmerschiefer. Die Schichten fallen auch hier von der Tonalit-Grenze ab, und zwar um so steiler, je näher der Grenze. Wo das Eruptivgestein beginnt, wird das Thal von prallen Felswänden und -pfeilern eingeschlossen. In der Val Sn. Valentino, nahe ihrem Ausgange trifft man viele parallelepipedische, scharfkantige Blöcke eines schönen Dioritporphyrs, welche wahrscheinlich von Gängen herühren, die den Thonglimmerschiefer durchbrechen. Aehnliche Gänge fand ich in der nördlichen Umgebung des Adamello-Gebirges, östlich von Sta. Catarina (s. diese Zeitschrift Bd. X. S. 204 bis 207). Der Dioritporphyr von Sn. Valentino enthält in einer dichten, harten grauen Grundmasse bis  $\frac{1}{2}$  Zoll grosse Krystalle eines triklinen Feldspaths und feine Hornblende-Prismen. Dies Gestein ähnelt dem Dioritporphyr vom Esterelgebirge, und unterscheidet sich von demselben nur durch das Fehlen des Quarzes, sowie durch die weisse, undurchsichtige Beschaffenheit des Feldspaths, indem der Feldspath aus dem Esterelgestein durchscheinend ist.

Ueber einige Punkte der südlichen Abtheilung des Adamello-Gebirges, deren Haupt der Monte Castello ist, gab ESCHER VON DER LINTH Nachricht (s. STUDER Geologie d. Schweiz I. S. 294—295). Vom Dorfe Paspardo in Camonica zum Lago d'Arno (nordwestlich vom Monte Castello) emporsteigend, fand ESCHER zuerst

schwarzen Thonschiefer, dann im Liegenden desselben vorherrschend rothes Quarzconglomerat, ferner quarzreichen Glimmerschiefer. Diese Schichten fallen 40 bis 60 Grad gegen Westen. Im Glimmerschiefer, welcher bis zum See herrscht, finden sich viele Gänge von Syenit. Am Westufer desselben beginnt Granit [Tonalit] ein feinkörniges Gemenge von weissem Feldspath, Quarz und schwarzem Glimmer, beinahe frei von Hornblende. Etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde unter dem See zeigt sich mitten im Glimmerschiefer eine 6 Meter mächtige, gangartige Masse von grünlich-grauem Porphy, in dessen dichter Grundmasse man deutlich Feldspath, auch wohl Hornblende und hexagonale Quarzkörner erkennt. — In der Val di Fa nahe der Stadt Brenno fand ESCHER schwarzen Glimmerschiefer mit südlichem Fallen, dessen Schichten nach der Höhe zu immer steiler sich aufrichten, bis sie fast vertikal stehen. In der Nähe, bei der Alp Desome, zeigten sich im Schiefer und Kalkstein Gänge von Granit-Syenit, in deren Nähe der Kalkstein weiss ist und Epidot oder Idokras einschliesst.

Die Beobachtungen ESCHER's beweisen, dass auch im südlichen Theile des Gebirges interessante geologische Erscheinungen einer genaueren Erforschung warten. Möchte durch diese Mittheilung die Aufmerksamkeit, mehr als es bisher der Fall war, auf das zwar entlegene, aber jetzt nach Vollendung der Aprica-Strasse unschwer zu erreichende Adamello-Gebirge gelenkt werden.

Die weitere Verbreitung des Tonalits in den Alpen nachzuweisen bleibt künftigen Forschungen vorbehalten. Nach Stücken in der Sammlung des Ferdinandeum scheint das neue Gestein auch im Reinthal bei Brunnecken aufzutreten. Vermuthlich findet es sich auch in dem Gebiete zwischen Val Camonica und dem Comer-See.

Von dem Auftreten eines dem Tonalit ähnlichen Gesteins im fernen Asien in den Gebirgen von Siam giebt v. RICHTHOFEN Nachricht (s. diese Zeitschr. Bd. XIV. S. 247).



MONTE ADAMELLO (11252 Wien. Fuss.)  
von Nord gesehen,  
am Fusse des Berges der Avio-Gletscher.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1863-1864

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Rath Gerhard vom

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss der eruptiven Gesteine der Alpen. 249-266](#)