

**DER CHEMISMUS
DES LUGANER PORPHYRGEBIETES**

VON

C. M. KOOMANS.

Mit Tafeln 1 und 2.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S .

	Seite
Einleitung	20
I. Petrographische und Chemische Beschreibung des Luganer Eruptivgebietes	22
1. Die Porphyrite und Porphyre zwischen Ganna und Val Mara	22
Quarz-Biotit-Porphyr, Pyroxen-Porphyr, Quarzporphyr, Granophyr, Diabas, Tuffe.	
2. Die Eruptivgesteine zwischen Ponte Tresa und Luino	37
3. Das Differentiationsdiagramm	41
4. Hydrothermale Phase der magmatischen Tätigkeit	46
Quarz, Feldspat, Fluorit, Carbonate, Pyrit, Limonit, Chlorit, Barytgänge.	
II. Vergleich des Gebietes von Lugano mit anderen Eruptivgebieten des Alpensüdrandes	55
A. Permische Gesteine	55
Porphyre der Bergamasker Alpen und Bozener Quarzporphyre; Porphyre und Porphyrite von Valsesia; Granite und Porphyre von Belmonte, Tiefengesteine der Unterostalpinen Decken.	
B. Tertiäre Gesteine	55
III. Ueber die Altersfrage der Granite von Baveno und Montorfano und des Diorites von Bassetta. Die Ganggesteine des Malcantone	70
Literaturverzeichnis	76

EINLEITUNG.

Nachdem das Luganer Porphyrgebiet von den Leidener Geologen KUENEN, DE SITTER, HARLOFF, und DOEGLAS geologisch kartiert wurde, schien es erwünscht dieses Gebiet auch chemisch gründlicher zu untersuchen.

Denn nach den alten Analysen von v. FELLEBERG (Lit. 10) wurden nur noch von JAKOB zwei Analysen der Luganer Gesteine gemacht.

Das Gebiet von Lugano war also eines der chemisch am wenigsten untersuchten Bezirke der Alpen, während eine solche Untersuchung doch sicher wichtig wäre, da die Gesteinsfolge der Permischen Eruptivgebiete der Südalpen nirgends so differenziert ist wie in dem Luganer Gebiet.

Diese starke Differentiation äusserte sich besonders deutlich nach der Arbeit der Leidener Geologen, da sie bei ihren detaillierten petrographischen Untersuchungen viel mehr Gesteinstypen unterschieden als in der bekannten Arbeit von HARADA (Lit. 12) beschrieben waren.

Es braucht daher auch nicht wunder zu nehmen, dass die erste Arbeit, die Herr Professor Dr. B. G. ESCHER mir suggerierte, nachdem dem Geologischen Institut zu Leiden eine chemische Abteilung angegliedert war, die Untersuchung der Luganer Porphyrserie betraf.

Ich bin Herrn Professor ESCHER denn auch ausserordentlich zu Dank verpflichtet, dass er mir zu dieser Arbeit Gelegenheit gab.

Die Untersuchung ist nicht nur wichtig als Ergänzung der Reihe chemischer Analysen von alpiner Gesteinen, sondern ist vor Allem auch interessant zum Vergleich mit anderen Eruptivgebieten längs dem Südrand des Alpenbogens.

Der erste Teil der Arbeit ist ganz den Luganer Gesteine selbst gewidmet.

Aus den im Leidener Museum vorhandenen Sammlungen wurden von allen Gesteinstypen sorgfältig die kennzeichnensten Vertreter zur Analyse gewählt. Eine kurze petrographische Beschreibung der betreffenden Handstücke geht stets der Analyse und der Besprechung derselben voraus.

Von den Teilen des Porphyrgbietes, die von ESCHER, KUENEN, DE SITTER, und DOEGLAS (Lit. 8, 20, 39, 4) beschrieben wurden, sind die übereinstimmenden Gesteinsarten zusammen genommen, während das von HARLOFF bearbeitete Gebiet des Mt. la Nave (Lit. 13) gesondert gehandelt wurde. Durch den grossen Struktur-Unterschied zwischen den Gesteinen dieses letzteren Gebietes und denen des südlichen Teiles war es nämlich nicht möglich, diese Serie direkt mit den anderen Porphyren und Porphyriten zu parallelisieren.

Die chemische Untersuchung zeigt uns aber, dass diese Gesteinsfolge

trotzdem aus demselben Magmaherd stammt und nur dadurch, dass sie unter anderen Umständen abkühlte, eine andere Struktur annahm.

Um die Lage der verschiedenen Gesteine deutlich zu zeigen, wurde eine geologische Karte beigelegt, worauf die Fundorte der Analysenstücke mit entsprechenden Nummern angegeben worden sind.

Diese Karte wurde von Herrn Dr. L. U. DE SITTER nach den Aufnahmen von ESCHER, KUENEN, DE SITTER, HARLOFF und DOEGLAS zusammengestellt. In einiger Zeit wird eine vollständigere Karte mit Profilen und Beschreibung dieses Gebietes von Dr. DE SITTER veröffentlicht werden.

Die Analysen wurden in einem Differentiationsdiagramm vereint, woraus erhellt, dass die Differentiationstendenz des Luganer Porphyrgbietes übereinstimmt mit der der Pazifischen Provinzen, da die Gesteine nämlich der Kalk-Alkali-Reihe angehören.

Ein gesonderter Abschnitt wurde der hydrothermalen Phase der magmatischen Vorgänge gewidmet. In demselben wurden die Drusenminerale der miarolitischen Hohlräumen des Granophyrs beschrieben.

Im zweiten Teil wurde die Ähnlichkeit der Differentiation in den verschiedenen südalpiner Permischen Gebieten besprochen.

Die Lage dieser Gebiete wurde auf einer Karte auf Seite 56 angegeben.

Von den Bozener Quarzporphyren wurden einige neue Analysen ausgeführt, da die bereits vorhandenen kein genaues Bild ergaben, weil hierfür nicht die charakteristischsten Bozener Gesteinstypen gewählt waren.

Schliesslich wurde noch der Unterschied in der Differentiationstendenz während der Permischen Eruptionsperiode und des Tertiärs untersucht.

Auf Grund von dieser Vergleichung wurde dann der letzte Abschnitt den Graniten von Baveno und Montorfano sowie dem Diorit von Bassetta gewidmet. Von diesen Gesteinen steht nämlich das Alter nicht fest. Es stellte sich leider heraus, dass auf Grund der Chemischen Eigenschaften hierüber keine Sicherheit zu erlangen war.

Herr Dr. H. SCHUPPLI war so freundlich, die Uebersetzung dieser Arbeit für mich zu korrigieren. Ich möchte ihm an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen.

Herrn W. F. TEGELAAR bin ich zu Dank verpflichtet für die Ausführung der Zeichnungen.

I. PETROGRAPHISCHE UND CHEMISCHE BESCHREIBUNG DER GESTEINE DES LUGANER ERUPTIVGEBIETES.

1. Die Porphyrite und Porphyre zwischen Ganna und Val Mara.

Quarz-Biotit-Porphyr.

- 1) *Biotitporphyr.* Fundort: Piambello in 1000 m Höhe; Lit. 39, S. 220.

Makroskopisch ein feinkörniges, rötliches Gestein mit einigen dunklen Biotittupfen.

Mikroskopisch sind ausser Biotit auch Feldspatkristalle als Einsprenglinge nachweisbar. Letztere sind stark metamorphosiert und umgesetzt in Sericit, Calcit und Chlorit. Die Umsetzung ist so stark, dass es nicht zu entscheiden ist, ob auch Orthoklas vorkommt; die chemische Analyse macht dies wahrscheinlich, besonders da es sich um ein, für diese Serie saures Gestein mit beträchtlich hoher k-Zahl $\left(\frac{K_2O}{K_2O - Na_2O} \right)$ handelt.

Biotit ist durch Umsetzung in Chlorit, Magnetit und Epidot häufig grün gefärbt. Die Grundmasse ist eine sehr feinkörnige Mischung von Quarz, Feldspat und Biotit. Als accessorische Mineralien kommen Apatit, Magnetit und vereinzelte Zirkonkristalle vor.

- 2) *Biotitporphyr.* Fundort: Morcote.

Graugrünes, feinkörniges Gestein mit makroskopisch sichtbarem Feldspat. Im Dünnschliff sieht man ausser Feldspateinsprenglingen, die grösstenteils zonarstruiert sind, auch Biotit, der farblos geworden und vollständig in Chlorit umgesetzt ist. Die Einsprenglinge liegen in einer Grundmasse feiner Quarz- und Feldspatkristalle. Ebenso wie bei Nr. 1 fehlen Quarzeinsprenglinge.

- 3) *Porphyrit.* Fundort: Villa Miramonte, südlich von Mélide.

Dieses Gestein ist heller gefärbt wie das soeben beschriebene und im Gegensatz hierzu sind neben stark sericitisierten Feldspat und zu Chlorit veränderten Biotit, Quarzeinsprenglinge anwesend. Die Grundmasse ist ein feinkörniges Gemisch von Feldspat, Quarz, unregelmässig umgrenzten Chlorit.

Chemisch stimmt das Gestein gänzlich mit 2 überein.

- 4) *Quarz - Biotit - Porphyrit.* Fundort: zwischen Brinzio und Bederio; Lit. 20, S. 153.

Ein graues Gestein mit deutlichen Biotit- und einigen Quarz- und Feldspateinsprenglingen.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass keine Orthoklaseinsprenglinge

TABELLE 1.
 Quarz-Biotit-Porphyr.
 1—4 Analysen von C. M. KOOMANS.

	1. (L. 20)	2. (L. 22)	3. (L. 24)	4. (L. 26)
s. g.	2,67	2,70	2,69	2,71
SiO ₂	68,33	64,97	64,46	63,73
TiO ₂	0,12	0,56	0,55	0,66
P ₂ O ₅	0,16	0,18	0,20	0,13
Al ₂ O ₃	17,07	15,60	16,58	16,99
Fe ₂ O ₃	1,76	0,94	1,11	1,34
FeO	1,42	3,46	3,34	3,07
MnO	0,09	0,07	0,09	0,09
MgO	0,66	2,60	2,40	2,28
CaO	2,07	2,82	3,40	4,71
Na ₂ O	2,55	2,75	2,21	2,27
K ₂ O	4,35	3,44	3,15	3,30
H ₂ O +	1,31	2,14	2,32	1,50
H ₂ O —	0,19	0,28	0,27	0,16
CO ₂	0,10	0,08	0,07	0,10
	100,18	99,89	100,15	100,33
Si	324,5	264	259	241
al	48	37	39	38
fm	16,5	31	29	27
c	10,5	12	15	19
alk	25	20	17	16
mg	0,27	0,52	0,49	0,49
k	0,53	0,46	0,48	0,49
ti	0,6	1,7	1,7	1,8
p	0,6	0,3	0,3	0,2
h	23,7	32,7	34,8	20,9
c/fm	0,63	0,40	0,50	0,72
qz	+ 124,5	+ 84	+ 91	+ 77

vorhanden sind, sondern nur Plagioklas, der häufig zonar gebaut ist (45—57 % Anorthit).

Die Grundmasse besteht hauptsächlich aus Feldspat und gänzlich in Chlorit umgesetztem Biotit, während praktisch kein Quarz zu sehen ist. Dies ist ein wesentlicher Unterschied mit Nr. 1, wo keine Quarzeinsprenglinge vorkommen, wohl aber ziemlich viel Quarz in der Grundmasse auftritt. Dieser Unterschied wird auch chemisch aus dem höheren SiO_2 -gehalt von Nr. 1 deutlich. Auch in diesem Gestein tritt Umsetzung in Sericit, Chlorit und Calcit auf.

Der chemische Charakter dieser Porphyrite ist ziemlich gleichförmig und stimmt am besten mit dem von NIGGLIS opdalitischen Magmas überein. (Lit. 26.)

Der Siliciumwert ist allerdings für diesen Magmatypus sehr hoch, sodass man an eine Zugehörigkeit zu dem granodioritischen Magmatypus denken könnte.

Die Gesteine des granodioritischen Magmas haben praktisch alle einen Wert für c/fm zwischen 0,67—1,0 und fallen demnach in Schnitt V des Konzentrationstetraeders (siehe Lit. 26, S. 61), während die Porphyriten, ebenso wie das opdalitische Magma in Schnitt IV ($c/fm = 0,43—0,6$) liegen.

Si	al	fm	c	alk.	k	mg	Schnitt	Typus des Granodioritischen Magmas
270	39	23	17	21	0,43	0,40	V	($c/fm = 0,67—1,0$)
215	32	32	18	18	0,50	0,45	IV	Typus des Opdalitischen Magmas ($c/fm = 0,43—0,67$)

Eine Ausnahme bildet das Gestein Nr. 1, das gegenüber den anderen Quarz-Biotit-Porphyriten deutlich saurer ist. Es bildet chemisch einen Uebergang zu den fluidalen Quarzporphyren, die später besprochen werden sollen.

Stets ist $al > fm$, trotzdem die Gesteine reich an Calcium sind. Der c -Wert ist bzgl. der alk -Wert für diesen Si-Gehalt sehr hoch.

Für den hohen Si-Gehalt, ist der c -Wert im Vergleich mit dem alk -Wert relativ hoch. Sowohl k wie mg sind ca 0,50.

Pyroxenporphyrit.

- 5) *Pyroxenporphyrit*. Fundort: Weg von Ganna zum Gipfel des Piambello; Lit. 39, S. 221.

Das Handstück ist grün gefärbt und zeigt glänzende Feldspäte. Mikroskopisch sind Einsprenglinge von Plagioklas (ca 50 % Anorthit), Pyroxen und Biotit zu erkennen.

Der Plagioklas ist teilweise in Sericit und Calcit umgesetzt, der Pyroxen ist stärker umgewandelt als dieser und hat, ebenso wie der Biotit, Chlorit und Magnetit gebildet. Die Grundmasse ist äusserst fein und enthält neben Feldspat und Biotit auch etwas Quarz.

6) *Pyroxenporphyrit*. Fundort: Monte Martica; Lit. 20, S. 154.

Auch dieser Porphyrit ist ein dunkelgrün gefärbtes Gestein mit deutlichen Feldspatkristallen. Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass neben Plagioklas auch Einsprenglinge von Pyroxen vorkommen, die jedoch gänzlich in Chlorit und Magnetit umgewandelt sind. Der Plagioklas enthält 45—90 % Anorthit. Im Gegensatz zu Nr. 5 kommt Biotit nicht vor. Die Grundmasse besteht aus Feldspat mit ca 50 % Anorthit und einer braunen Glasmasse.

Es zeigt sich also bereits durch Untersuchung der Dünnschliffe, dass dieses Gestein basischer sein muss, wie der Pyroxenporphyrit vom Piambello, was durch die chemischen Analysen auch bestätigt wird.

7) *Hornblende-Pyroxen-Porphyrit*. Fundort: oberhalb Tedesco; Lit. 39, S. 227.

Charakteristisch für dieses Gestein ist das Vorkommen von Hornblendeinsprenglingen neben solchen von Plagioklas und Pyroxen. Die Hornblende weist deutliche Spaltrichtungen auf und ist im Gegensatz zu dem, ganz in Chlorit und Magnetit umgewandelten Augit, äusserst wenig verändert. Der Plagioklas (55—60 % Anorthit) ist nur wenig in Sericit und Calcit umgesetzt.

Auch die chemische Analyse zeigt die geringere Umwandlung dieses Porphyrits, als die des vorhergehenden Gesteins. Sowohl der H₂O- wie der CO₂-Gehalt ist viel niedriger, was mineralogisch einem geringeren Gehalt an wasserhaltigen Mineralien, wie Sericit und Chlorit, entspricht.

Die Grundmasse ist entglast und besteht aus Plagioklas und Magnetit.

8) *Pyroxenporphyrit*. Fundort: Marzio; Lit. 39, S. 223.

Makroskopisch ein dunkles Gestein mit vielen kleinen Hohlräumen, die meistens mit weissem Material (Zeolith und Chlorit) gefüllt sind. Unter dem Mikroskop ist der grosse Strukturunterschied gegenüber den anderen Porphyriten ohne weiteres ersichtlich.

Während letztere rein porphyrisch struiert sind mit Einsprenglingen in einer sehr feinen Grundmasse, ist der Porphyrit von Marzio bezüglich seiner Struktur ophitisch. Es sind jedoch Einsprenglingen erkennbar, und zwar von Plagioklas mit ca 45 % Anorthit und von Pyroxen, der in Chlorit umgewandelt ist.

Die Grundmasse wird von Plagioklasleisten und Magnetit gebildet. Chemisch ist dieses Gestein erheblich basischer als Nr. 5, 6 und 7.

In chemischer Hinsicht mit den Pyroxenporphyriten vollständig übereinstimmend sind die Porphyrite von Arogno und vom Luganersee (A und B) von denen JAKOB in „Chemismus schweizerischer Gesteine“ Analysen gibt.

Von den beiden Gesteinen ist mir mineralogisch nichts bekannt, doch nehme ich an, dass sie von den beschriebenen Pyroxenporphyriten wenig abweichen werden.

Wenn wir die chemischen Analysen vergleichen, so fällt auf, dass Nr. 5 zu einem abweichenden Typus gehört und eigentlich zu den Quarz-Biotit-Porphyriten gerechnet werden müsste. Mineralogische Erwägungen veranlassen aber die Einreihung dieses Gesteins zu den Pyroxenporphyriten.

TABELLE 2.

Pyroxen-Porphyrit.

5—8 Analysen von C. M. KOOMANS. A und B Analysen von J. JAKOB.

	5. (L. 27)	6. (L. 28)	7. (L. 29)	8. (L. 32)	A.	B.
s.g.	2,69	2,71	2,70	2,75	2,71	
SiO ₂	62,89	58,42	58,02	53,55	57,26	56,59
TiO ₂	0,40	0,64	0,69	0,89	2,02	0,89
P ₂ O ₅	0,13	0,09	0,10	0,12	0,27	0,32
Al ₂ O ₃	18,09	16,01	18,29	15,00	13,95	14,05
Fe ₂ O ₃	1,80	2,34	4,32	4,71	7,54	4,55
FeO	3,08	4,55	2,25	3,44	3,48	3,95
MnO	0,12	0,09	0,11	0,12	0,17	0,24
MgO	1,64	2,92	2,67	5,74	3,51	3,25
CaO	2,87	4,64	5,62	4,78	3,92	5,31
Na ₂ O	2,70	2,16	2,44	2,38	2,58	2,72
K ₂ O	3,62	3,53	3,05	4,63	2,57	2,91
H ₂ O ⁺	2,30	3,45	1,86	3,82	2,46	3,25
H ₂ O ⁻	0,35	0,48	0,41	0,69	0,20	0,25
CO ₂	0,20	1,00	0,13	0,27	0,38	1,58
					S=0,02	
	100,19	100,32	99,96	100,14	100,33	99,86
Si	249	201,5	196	155	188	188
al	42	32,5	36	26	27	27
fm	26	34,5	31	44	45,5	39
c	12	17,5	18,5	15	14	19
alk	20	15,5	14,5	15	13,5	13
mg	0,38	0,43	0,43	0,56	0,38	0,42
k	0,46	0,52	0,45	0,56	0,40	0,41
ti	1,4	1,7	1,8	1,9	4,9	2,2
p	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5
h	35,0	45,2	25,6	33,0	29,0	39,0
c/fm	0,47	0,50	0,59	0,34	0,30	0,49
qz	+69	+39,5	+38	-5	+34	+36

Auch Nr. 8 weicht von den anderen Gesteinen ab, besonders wegen eines höheren Wertes von fm. Die Pyroxenporphyrite stimmen chemisch gut überein mit dem Quarz-Hornblende-Monzonit aus dem Engadin.

Ein Vergleich des Chemismus dieser Gesteine mit den Magmatypen von NIGGLI (Lit. 26) ergibt, dass ein Uebergang vorliegt von dem opdalitischen Magmatypus (mit Nr. 5 und 7 als Vertretern) zu dem des tonalitischen Typus.

Si	al	fm	c	alk	k	mg	Schnitt	
215	32	32	18	18	0,50	0,45	IV	(c/fm = 0,43—0,67) Typus des Opdalitischen Magmas
206	36	30	18,5	15,5	0,46	0,49	IV	(c/fm = 0,43—0,67) Quarz-Hornblende-Mon- zonit (Vadret da Roseg Engadin)
200	33	33	32	12	0,40	0,50	IV	(c/fm = 0,43—0,67) Typus des Tonalitischen Magmas

Dass es sich hier um Uebergangsformen handelt geht aus der Tatsache hervor, dass das tonalitische Magma einen höheren c- und einen niedrigeren alk.-Wert aufweist, als diese für die Pyroxenporphyrite üblich sind, während die Si-Zahl für die letzteren zu nieder ist, um zu den opdalitischen Typen zu gehören.

Der al-Wert ist teilweise grösser teilweise kleiner als der fm-Wert, sodass in dieser Reihe das Isosalie-Punkt (al = fm) bei Si = ca 200 liegt. Dies weist deutlich auf Eigenschaften der Kalk-Alkali-Reihe hin. (Pazifische Provinz).

Quarzporphyr.

9) *Quarzporphyr.* Fundort: nördlich von Castello bei Morcote.

Rötlich-graues Gestein mit fluidaler Struktur. Unter dem Mikroskop sind nur vereinzelte Einsprenglinge von Quarz und Feldspat sichtbar. Letztere sind sehr undeutlich geworden.

Die Grundmasse ist ein völlig kristallines Gemisch von Quarz und Feldspat und ist am besten als „flockig struiert“ zu charakterisieren. Ich habe diese Struktur, die bei den Porphyren der Bergamasker Alpen häufig vorkommt, bei keinem anderen Luganeser Gestein angetroffen.

10) *Fluidaler Quarzporphyr.* Fundort: südlich von Cabiaglio; Lit. 20, S. 158.

Dunkelrot gefärbt mit langgestreckten, mit Chlorit gefüllten Poren, wodurch eine deutliche fluidale Struktur entsteht. Auch mikroskopisch zeigt sich diese Struktur durch die Anordnung kleiner Limonitkörnern, die in fluidalen Schlieren durch die aus Quarz und Feldspat bestehende Grundmasse laufen.

Als Einsprenglinge sind Quarz, Feldspat und Biotit anwesend. Die Quarz Einsprenglinge sind meistens bipyramidal kristallisiert, jedoch sind diese Kristalle durch zäher gewordenes Magma häufig zerbrochen. Der

Feldspat ist so stark in Sericit und Zoisit umgewandelt, dass von einer Bestimmung des Anorthit-gehaltes mit dem Federowsehen Tisch nicht die Rede sein kann.

Die sechsseitigen Biotitblättchen sind gänzlich in Chlorit umgesetzt.

11) *Fluidaler Quarzporphyr*. Fundort: Weg von Ganna nach Poncione. (Lit. 39, S. 229).

Makroskopisch ein rot-braunes Gestein mit dunkelrot gefärbten Feldspateinsprenglingen.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, dass ausserdem Einsprenglinge von Quarz und Biotit auftreten. Der Quarz ist, wie derjenige von Nr. 10 bipyramidal kristallisiert und oft zerbrochen. Als Feldspäte kommen Orthoklas und Plagioklas vor; beide sind stark verwittert. Die Grundmasse ist ein feinkörniges Gemisch von Quarz, Feldspat und Magnetit. Die rote Farbe ist auf den Limonitgehalt zurück zu führen.

12) *Fluidaler Quarzporphyr*. Fundort: Carona.

Graurosa Gestein mit fluidaler Struktur. Auch hier treten Quarz und Feldspat als Einsprenglinge auf, letzterer vollständig sericitisiert. Biotit kommt nur sporadisch vor und ist weitgehend chloritisiert. Der Quarz ist gebrochen und weist langgestreckte Formen in der Richtung der fluidalen Linien auf.

Die Grundmasse ist äusserst fein mit etwas gröberen Streifen von Quarzkristallen und Chlorit. Diese Streifen erwecken den Eindruck von später gefüllten feinen Spalten.

13) *Quarzporphyr*. Fundort: Weg bei Olivella.

In diesem graugrünen Gestein fallen 12 mm langen hellrosa gefärbten Feldspäte auf. Ebenso ist glasheller Quarz mit blossem Auge deutlich sichtbar.

Mikroskopisch sind die Einsprenglinge in einer feinkörnigen, aus gleichem Material bestehenden Grundmasse erkennbar.

Der Orthoklas ist stark sericitisiert und durch Limonit bräunlich gefärbt. Der Quarz ist häufig durch Korrosion abgerundet. Auch kleine gänzlich in Chlorit umgesetzte Biotitblättchen kommen vor.

14) *Quarzporphyr*. Fundort: Weg von Vico Morcote nach Olivella.

Das vorliegende Handstück enthält ziemlich grosse rosa Feldspäte, durchsichtige Quarzkristalle und grüne Chloritcomplexe. Dieses Gestein ist mit Nr. 13 praktisch identisch. Allein die in Chloritcomplexe umgewandelte Biotite haben etwas grössere Ausmasse.

15) *Fluidaler Quarzporphyr*. Fundort: Mt. Val de Corni, 975 m hoch; Lit. 39, S. 225.

Dieses Gestein ist grün gefärbt, mit roten Feldspäte und dunkelgrünen Chloritcomplexen. Der Quarz ist meist gebrochen und häufig korrodiert. Als Feldspäte kommen vor Orthoklas, der stark sericitisiert und durch Limonit rot gefärbt ist und zwei Arten von Plagioklas. Der eine enthält 15—20 % Anorthit und ist weitgehend in Sericit und Calcit umgewandelt. Der andere ist viel weniger verändert und gleichzeitig etwas reicher an Anorthit (ca 38 %).

TABELLE 3.
 Quarzporphyr.
 9—15 Analysen von C. M. KOOMANS.

	9. (L 13)	10. (L 14)	11. (L 15)	12. (L 17)	13. (L 18)	14. (L 19)	15. (L 21)
s.g.	2,61	2,64	2,62	2,62	2,63	2,63	2,63
SiO ₂	74,39	73,15	72,01	71,73	68,85	68,72	67,35
TiO ₂	—	—	0,02	—	0,49	0,53	0,68
P ₂ O ₅	0,09	0,28	0,13	0,10	0,17	0,18	0,37
Al ₂ O ₃	13,97	13,99	14,63	15,37	15,24	15,44	16,43
Fe ₂ O ₃	0,65	2,28	2,23	2,49	0,41	3,04	2,13
FeO	1,85	0,53	0,73	1,96	3,54	1,78	1,56
MnO	0,07	0,03	0,12	0,09	0,10	0,07	0,08
MgO	0,19	0,13	1,61	0,22	0,27	0,34	1,12
CaO	1,03	1,19	1,18	0,62	1,77	0,50	0,96
Na ₂ O	2,98	2,78	1,71	2,45	2,88	3,03	3,51
K ₂ O	3,28	3,95	4,66	3,93	3,70	3,75	3,94
H ₂ O +	1,01	1,26	0,89	0,77	1,96	1,86	1,82
H ₂ O —	0,28	0,47	0,22	0,20	0,30	0,40	0,41
CO ₂	0,09	0,09	0,04	0,05	0,09	0,03	—
	99,88	100,13	100,18	99,98	99,77	99,67	100,36
Si	446	414	371	358	357,5	346	317
al	49,5	46,5	44,5	48,5	47	45	45,5
fm	14,5	13,5	25	21,5	22	19	21,5
c	6,5	10,5	6,5	3,5	3	10	5
alk	29,5	29,5	24	26,5	28	26	28
mg	0,13	0,08	0,50	0,09	0,11	0,11	0,36
k	0,42	0,48	0,64	0,51	0,45	0,45	0,42
ti	—	—	—	—	2,2	1,8	2,5
p	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8
h	17,4	32,7	19,2	17,4	39,4	37,8	35,0
c/fm	0,17	0,77	0,24	0,17	0,12	0,51	0,22
qz	+ 228	+ 196	+ 175	+ 152	+ 145,5	+ 142	+ 105

Diese Serie der fluidalen Quarzporphyre weist eine grosse Variationsbreite bezüglich der Siliciumwerte auf. In mineralogischer Hinsicht besteht jedoch so grosse Uebereinstimmung, dass eine Trennung in zwei Gruppen nicht gerechtfertigt sein würde.

Die Gesteine mit den höchsten Siliciumwerten (Nr. 9 und 10) gehören dem Engadinitischen Magma-Typus an, während die übrigen dem yosemitischen Magma-Typus zugerechnet werden müssen.

Si	al	fm	c	alk	k	mg	Schnitt	
420	44	12	6	38	0,50	0,25	IV	(c/fm = 0,43—0,67) Typus des Engadinitischen Magmas.
350	43	14	13	30	0,45	0,33	V	(c/fm = 0,67—1,00) Typus des yosemitischen Magmas.

Er besteht jedoch ein deutlicher Unterschied zwischen den Niggliwerten der hier beschriebenen Quarzporphyre und den Magmatypen, wozu diese gerechnet werden müssen. Dieser Unterschied muss grösstenteils der Verwitterung zugeschrieben werden. Bei den Pyroxen- und Quarz-Biotit-Porphyrten wurde auf diese Veränderung bereits hingewiesen; hier tritt das Resultat dieser Umsetzungen chemisch besonders deutlich zutage.

Wir sehen nämlich, dass der alk-Wert sehr nieder geworden ist, wodurch der al-Wert relativ zunahm. Der Calciumgehalt hat nicht zugenommen, jedoch ist die fm-Zahl ziemlich hoch. In den Dünnschliffen z.B. von Nr. 10 und 15 sehen wir viel Limonit, was wahrscheinlich auf eine Zufuhr von eisenhaltigen Lösungen zurückzuführen ist. Auch der hohe Wassergehalt weist auf Verwitterung unter dem Einfluss von eindringenden Lösungen hin.

Granophyr.

Die bis jetzt besprochenen Porphyrite und Porphyre kommen in Ablagerungen von geringer Dicke vor, die stets mit Tuffschichten wechsellagern.

Ausserdem zeigen die Gesteine der selben Gruppe ziemlich starke Variationen an den verschiedenen Fundstellen. Diese Unterschiede werden sowohl bei Betrachtung der Handstücke z.B. bezüglich Farbe und Struktur deutlich, wie auch auf Grund der Resultate der chemischen Analysen.

Jedenfalls ist es sicher, dass wir es nicht mit Produkten ein und derselben Eruption zu tun haben, sondern mit Ausbrüchen, die an verschiedenen Punkten nacheinander stattfanden. Das wurde auch in den Dissertationen von KUENEN, DE SPITTEr und DOEGLAS bereits beschrieben (Lit. 20, 39 und 40). Die Eruptionen haben aber wahrscheinlich von einem Magmaherd aus stattgefunden, da die Aufeinanderfolge der verschiedenen Gesteinssorten in allen Gebieten die gleiche ist.

Anders sind die Verhältnisse jedoch bei dem bekanntesten Gestein des Luganer Porphyrgebietes, dem Granophyr. Dieses Gestein liegt fast über das ganze Gebiet als ununterbrochene Decke ausgebreitet und

erreicht an verschiedenen Stellen eine ansehnliche Dicke, so beispielsweise bei Cuasso al Monte ca. 300 m.

Nicht allein dieses weitverbreitete Vorkommen gab dem Granophyr seine allgemeine Bekanntheit, sondern vor allem auch die Tatsache, dass er als Baumaterial von Wert ist und in den grossen Steinbrüchen von Cuasso al Monte und Carona gebrochen wird.

Das Gestein weist an allen Stellen seines Vorkommens die gleiche hellrote Farbe und die gleiche holokristalline Granitstruktur auf. Somit ist es auch nicht nötig, jede für sich analysierte Probe einzeln zu beschreiben.

Wie bereits gesagt, ist die Struktur granitartig. Porphyrische Struktur kommt nur selten vor, und ist wenig ausgesprochen. Die einzelnen Mineralien haben denn auch selten eine eigene Form. Die wesentlichsten Bestandteile sind Quarz, Orthoklas, Mikroklin und Plagioklas. Der Plagioklas variiert bzgl. seines Anorthitgehaltes zwischen 25 und 40 % und ist von dem Orthoklas sehr gut zu unterscheiden, da letzterer durch Limonit stets rot gefärbt ist. Das Gestein macht einen viel frischeren Eindruck wie die Porphyrite und Porphyre und die Umsetzung in Sericit und Calcit ist sehr gering.

Besonders charakteristisch ist die mikropegmatitische Struktur, wovon übrigens der Name Granophyr abgeleitet ist. Obwohl bereits DE SMETER diese Struktur ausführlich beschrieb, möchte ich bei diesem Punkt noch etwas verweilen.

In der Literatur, u. a. von ROSENBUSCH, wird stets darauf hingewiesen, dass sowohl Mikroklin, wie auch Mikropegmatit nur in Tiefengesteinen vorkommen. Nun ist es allerdings die Frage ob der Granophyr in der Tat als Ergussgestein aufzufassen ist. Ein andere Möglichkeit würde nämlich sein, dass der Granophyr als Laccolith zwischen Porphyry und Werfenien eingedrungen wäre. Dies ist aber nicht wahrscheinlich, da nicht ein einziger Quarzporphyrygang gefunden wurde, der bis zum Werfenien vordringt, während diese Gänge wohl im Granophyr zu finden sind und demnach jünger als der Granophyr sein müssen. Diese Altersfrage wird erst dann mit Sicherheit zu beantworten sein, wenn in dem Werfenien-Konglomerat Granophyrgerölle gefunden werden, was bis jetzt jedoch noch nicht der Fall war. Wenn der Granophyr als Effusionsgestein aufgefasst würde, so müsste seine granitische Struktur der gewaltigen Dicke der Ablagerung zugeschrieben werden, die eine sehr langsame Abkühlung verursachte. Folgende Granophyranalysen wurden ausgeführt:

- 16) Granophyr, Fundort: südlich von Brusempiano, 1100 m hoch
- 17) Aplit, Fundort: Steinbruch von Cuasso al Monte (Lit. 39, S. 230)
- 18) Granophyr nebem Aplit Nr. 17), Fundort: Cuasso al Monte
- 19) Granophyr, Fundort: Cuasso al Monte
- 20) Granophyr, Fundort: Weg von Brinzio nach Bédéro, gegenüber Punkt 508 (Lit. 20, S. 160)
- 21) Granophyr, Fundort: Cuasso al Monte
- 22) Granophyr, Fundort: Cuasso al Monte
- 23) Granophyr, Fundort: Cuasso al Monte.

TABELLE 4.

Granophyr.

16—23 Analysen von C. M. KOOMANS.

	16. (L. 1)	17. (L. 2)	18. (L. 3)	19. (L. 4)	20. (L. 5)	21. (L. 6)	22. (L. 7)	23. (L. 9)
s. g.	2,59	2,60	2,61	2,61	2,62	2,62	2,62	2,63
SiO ₂	76,72	75,11	74,82	74,01	73,65	73,59	73,49	72,04
TiO ₂	0,02	0,02	0,02	0,08	—	0,02	0,02	0,04
P ₂ O ₅	0,16	0,21	0,29	0,23	0,12	0,30	0,23	0,13
Al ₂ O ₃	13,07	11,77	11,06	13,25	12,23	12,22	11,97	15,60
Fe ₂ O ₃	1,86	0,91	1,08	1,45	1,28	1,19	1,67	1,22
FeO	0,31	1,28	1,11	0,80	1,23	1,09	1,42	0,82
MnO	0,04	0,04	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,06
MgO	0,37	0,26	0,35	0,24	0,74	0,22	0,35	0,13
CaO	0,36	1,17	2,02	1,12	1,69	1,81	1,92	1,39
Na ₂ O	2,93	3,70	3,85	3,25	3,50	3,12	3,46	2,79
K ₂ O	3,64	4,51	4,43	4,14	4,64	5,50	4,27	5,51
H ₂ O+	0,46	0,67	0,76	0,94	0,82	0,59	0,30	0,36
H ₂ O—	0,16	0,34	0,18	0,21	0,22	0,42	0,90	0,13
	100,10	99,99	100,02	99,79	100,17	100,11	100,05	100,22
Si	495	442	425	437	398,5	410	403	383,5
al	49,5	41	37	46	39	40	38	49
fm	14,5	13,5	13,5	13	17	13	17	10
c	2,5	7,5	12,5	7	10	11	11	8
alk	33,5	38	37	34	34	36	34	33
mg	0,24	0,18	0,23	0,17	0,35	0,16	0,17	0,10
k	0,45	0,44	0,43	0,46	0,46	0,54	0,45	0,57
ti	—	—	—	0,4	—	—	—	0,32
p	0,4	0,7	0,7	0,7	0,3	0,7	0,7	0,3
h	13,2	19,8	17,4	22,7	18,9	18,8	22,1	8,6
c/fm	0,16	0,55	0,92	0,55	0,57	0,84	0,65	0,81
qz	+261	+190	+177	+201	+162,5	+166	+167	+151,5

Die mineralogische Zusammensetzung wurde mit Hilfe des Integrationsstisches bestimmt. Sie ist sehr gleichmässig und ergab folgende Mittelwerte:

Orthoklas (Mikroperthit)	42 %
Quarz	35 %
Plagioklas	20 %
Biotit	3 %

Aus der Analysentabelle ist ebenfalls eine sehr gleichmässige Zusammensetzung des Granophyrmagmas ersichtlich. Sie ähnelt dem Engadinitischen Magmatypus sehr, dass nach NIGGLI (Lit. 26) wie folgt zusammengesetzt ist:

Si	al	fm	c	alk	k	mg	Schnitt	
420	44	12	6	38	0,50	0,25	IV	(c/fm = 0,43—0,67)

Bemerkenswerte Abweichungen weisen die Analysen nicht auf, abgesehen von der hohen fm-Zahl von Nr. 20 und 22, die auf den Limonitgehalt des Orthoklas zurückzuführen ist.

Auffallend ist der Unterschied zwischen Granophyr und Quarzporphyr, obwohl von letzterem der Si-reichste Typus dem Engadinitischen Magma zugerechnet wurde. Von den Quarzporphyren wurde bereits erwähnt, dass die Analysen, welche Abweichungen vom Engadinitischen Magmatypus aufweisen, verwitterte Gesteine betreffen. Dies wird durch die Befunde bezüglich der Granophyre bestätigt.

Der Granophyr ist nämlich viel weniger umgewandelt und zeigt gegenüber dem Engadinitischen Magma dann auch beinahe keine Abweichungen. Bei ungefähr gleichem Siliciumgehalt ist bei dem Quarzporphyr der Unterschied zwischen al und alk viel grösser als beim Granophyr und auch der fm-Wert des letzteren ist niedriger.

Hiermit muss entsprechend Rechnung gehalten werden bei der Beurteilung des Differentiationsdiagramms, das noch näher besprochen werden soll.

Gleichfalls zu der Granophyrgruppe gehören noch folgende zwei Gesteine:

24) Eine Gesteinsprobe aus der Granophyrdecke bei Carona, die mikroskopisch sichtbar Fluorit enthält. Dieser Mineralbestandteil ist für den Granophyr absolut keine Seltenheit. Im Steinbruch von Cuasso al Monte kommt Fluorit als Spaltenfüllung häufig vor. Es ist infolgedessen sehr wahrscheinlich, dass bei jeder Granophyranalyse wohl ein geringer Fluorgehalt (ca 0,07 %) anwesend sein wird.

Hierauf weist auch FENOGLIO in seiner Besprechung über den Granit von Belmonte (Lit. 11), in dem er ebenfalls Fluor fand.

25) Dies ist ein Handstück aus dem grossen Gang bei Alla Ferrara (Lit. 8).

Wie HARADA und später ESCHER beschrieben haben, enthält dieses Gestein Turmalin, sodass eine Borbestimmung notwendig war. Beide Analysen sind natürlich für das Differentiationsdiagramm nicht von Bedeutung und wurden infolgedessen dafür auch nicht verwendet.

TABELLE 5.

24 und 25. Analysen von C. M. KOOMANS.

	24 (L 11)		25 (L 10)	
s. g.	2,64		2,64	
SiO ₂	70,17	Si = 356	70,55	Si = 373
TiO ₂	0,02		0,44	
T ₂ O ₅	0,26		0,11	
Al ₂ O ₃	16,12	al = 48	14,55	al = 45,5
Fe ₂ O ₃	1,91	fm = 12	0,71	fm = 17
FeO	0,43	c = 14	2,49	c = 14,5
MnO	0,04	alk = 26	0,05	alk = 23
MgO	0,26		0,33	
CaO	2,57	mg = 0,18	2,52	mg = 0,15
Na ₂ O	2,63	k = 0,51	2,41	k = 0,47
K ₂ O	4,14		3,20	
+ H ₂ O	1,02	p = 0,6	1,28	ti = 1,9
- H ₂ O	0,14	h = 19,5	0,18	p = 0,3
F	0,40		CO ₂ 0,11	n = 28,9
	100,11	c/fm = 1,21	B ₂ O ₃ 0,99	c/fm = 0,66
O	0,18		99,92	
	99,93	qz = +152		qz = +181

Diabas.

Die am stärksten basischen Eruptionsprodukte, die in dem Luganer Porphyrgebiet gefunden werden, sind die Diabasgänge. (Lit. 29, S. 241.)

Von einer Gesteinsprobe des Ganges von Borgnana wurde folgende Analyse ausgeführt:

26) (L. 34)								
SiO ₂	:	48,17	Si	—	124			
TiO ₂	:	1,74						
P ₂ O ₅	:	0,19	al	—	26			
Al ₂ O ₃	:	17,34	fm	—	42			
Fe ₂ O ₃	:	2,75	c	—	25			
FeO	:	4,96	alk	—	7			
MnO	:	0,10						
MgO	:	6,94	mg	—	0,62			
CaO	:	8,97	k	—	0,39			
Na ₂ O	:	1,59	ti	—	4,2			
K ₂ O	:	1,59	p	—	0,2			
+ H ₂ O	:	3,35	h	—	30,0			
— H ₂ O	:	0,14						
CO ₂	:	2,28	c/fm	—	0,40			
		<hr/>						
		100,11	qz	—	— 4			

Analyse von C. M. KOOMANS.

Der Diabas ist dunkelgrau gefärbt, von sehr feinkörniger Struktur und nur die Feldspäte sind mit freiem Auge sichtbar.

Mikroskopisch zeigt sich, dass das Gestein zum grössten Teil aus Plagioklas, der weitgehend in Calcit umgesetzt ist, besteht. Die Struktur ist ophitisch und zwischen den Feldspäten befinden sich als Umsetzungsprodukte eines melanokraten Minerals Chlorit, Calcit und Magnetit.

Chemisch gehört der Diabas zu dem gabbrodioritischen Magmatypus.

Si	al	fm	c	alk	k	mg	Schnitt	Typus des gabbrodioritischen Magmas
135	24,5	42,5	23	10	0,28	0,50	IV	(c/fm = 0,43—0,67)

Der hohe Wasser- und CO₂-gehalt steht in Verbindung mit Umsetzungen in Calcit und Chlorit.

Tuffe.

Zwischen den verschiedenen Lavaströmen liegen stets Ablagerungen von Tuffen. Eine Beschreibung dieser Tuffgesteine ist in den Dissertationen von KUENEN, DE SPITER, HARLOFF und DOEGLAS (Lit. 20, 39, 13 und 4) zu finden.

Von einigen der wichtigsten Tuffschichten wurden Analysen ausgeführt. Diese haben natürlich für die Differentiationsreihen keine Bedeutung, da die Tuffe aus gemischtem Material bestehen und meistens stärker verwittert sind als die Ergussgesteine.

Trotzdem ist es interessant festzustellen, inwiefern die chemische Zusammensetzung der Tuffe von der der Ergussgesteine abweicht.

Folgende Tuffe wurden analysiert:

TABELLE 6.

Tuffe.

35—40 Analysen von C. M. KOOMANS.

	35. (L. 37)	36. (L. 40)	37. (L. 39)	38. (L. 38)	39. (L. 41)	40. (L. 35)
s.g.	2,61	2,62	2,62	2,64	2,66	2,76
SiO ₂	73,62	71,91	70,91	67,47	65,21	60,06
TiO ₂	0,04	0,04	0,04	0,57	0,15	0,60
P ₂ O ₅	0,14	0,13	0,23	0,15	0,17	0,24
Al ₂ O ₃	13,49	14,60	14,88	14,47	16,56	15,94
Fe ₂ O ₃	1,11	3,40	1,94	5,27	3,70	3,74
FeO	0,95	0,33	2,08	0,48	1,21	2,40
MnO	0,12	0,08	0,09	0,10	0,02	0,14
MgO	1,06	0,51	0,66	2,05	0,94	1,26
CaO	1,64	1,63	1,19	1,04	2,45	7,68
Na ₂ O	2,52	3,03	2,35	1,67	2,95	2,73
K ₂ O	3,05	3,34	3,16	3,26	3,92	1,70
H ₂ O +	1,94	0,37	2,22	2,56	2,52	1,79
H ₂ O -	0,25	0,39	0,38	0,91	0,22	0,18
CO ₂	—	—	—	—	—	0,20
	99,93	99,76	100,13	100,00	100,02	S ₂ 1,56
						100,22
Si	423	377	383	323	283	214
al	45,5	45	47	41	42,5	33,5
fm	19	19	23	36	22	24
c	10	9	7	6	11,5	29
alk	25,5	27	23	17	24	13,5
mg	0,48	0,21	0,23	0,41	0,27	0,28
k	0,44	0,42	0,47	0,56	0,46	0,29
ti	0,34	0,31	0,32	2,0	0,52	1,7
p	0,30	0,31	0,65	0,30	0,30	0,32
h	42,0	13,2	46,7	55,5	25,2	21,6
c/fm	0,52	0,48	0,30	0,15	0,51	1,20
qz	+221	+169	+191	+155	+87	+60

- 35) Basal Tuff Serie Valmolina, nordwestl. von Brinzio (Lit. 20, S. 150)
 36) Tuff Sommet du Piambello (Lit. 39, S. 219)
 37) Tuff oberhalb San Bartelomeo (Lit. 8, S. 727)
 38) Tuff oberhalb Vico Morcote (Lit. 8, S. 727)
 39) Tufs basaux Route Ganna à Mt. Piambello (Lit. 39, S. 216)
 40) Tuf lithique (avec pyrite) Mt. Piambello (Lit. 39, S. 216).

Bei Vergleich dieser in Tab. 6 zusammengestellten Analysen, mit denen der Porphyrite und Porphyre (siehe Tab. 1, 2 und 3) fällt unmittelbar eine sehr grosse Uebereinstimmung auf. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass 35) mit dem Quarzporphyr aus Tab. 3 am besten vergleichbar ist.

Beim Tuff sind im Vergleich mit den hohen Si-Wert die Werte für alk und fm zu nieder, bzw. zu hoch. Der Wassergehalt ist sehr hoch. Diese Abweichungen sind hauptsächlich durch Verwitterung entstanden. Im Dünnschliff ist viel Sericit, Chlorit und Limonit zu sehen.

KUENEN schreibt, dass diese Tuffe von dem Porphyr makroskopisch ja sogar mikroskopisch kaum zu unterscheiden sind und beide Gesteine auf ein Quarz-Biotit-Porphyr-Magma zurückzuführen sind. Diese Zusammengehörigkeit wird durch unsere Analyse vollständig bestätigt, doch möchte ich des hohen Si-gehaltes wegen eher auf ein Quarzporphyrisches Ausgangsprodukt schliessen.

Auch 36) und 37) stimmen chemisch mit den Quarzporphyren überein.

36) weist im Grossen und Ganzen keine Abweichungen auf, auch der Wassergehalt ist normal. Nur die Struktur zeigt, dass es sich um Tuff handelt.

37) zeigt etwas höheren Wassergehalt; die alk-Zahl ist niedrig.

38) stimmt mit der Reihe der Quarz-Biotitporphyrite (Tab. 1) überein, zeigt jedoch typische, auf Verwitterung zurückzuführende Abweichungen, wie beim hohem Si-Wert niedere c- und alk- und sehr hohen fm-Wert. Auch der Wassergehalt ist ungewöhnlich hoch.

39) ist mit den Quarz-Biotitporphyriten völlig identisch.

40) weicht durch einen abnormal hohen c-Wert ab, während fm ziemlich nieder ist, was infolge des Pyritgehaltes besonders auffällig ist.

Es zeigt sich, dass im allgemeinen die Tuffe von den Porphyren und Porphyriten bzgl. ihrer Zusammensetzung wenig abweichen, sodass häufig allein die Struktur für die Benennung ausschlaggebend wird.

Die Tuffe bestehen demnach hauptsächlich aus magmatischem Material. Wohl ergibt sich, dass die Tuffe etwas höhere SiO_2 -Werte aufweisen, als die entsprechenden Ergussgesteinen. Uebereinstimmend findet sich in dem Dünnschliff etwas mehr Quarz.

2. Die Eruptivgesteine zwischen Ponte Tresa und Luino.

- 27) *Felsophyr*. Fundort: südwestlich von Dogano Fornasette Svizzera an der Tramlinie Luino—Ponte Tresa, 250 m u. M. (Lit. 13, S. 186).

Der Felsophyr ist ein grau bis violett gefärbtes Gestein mit fluidaler Struktur. Diese wird besonders deutlich sichtbar durch viele kleine lang-

gestreckte Hohlräume, die häufig durch Zeolithe erfüllt sind. Das Gestein ist arm an Einsprenglingen, nur Orthoklas tritt sehr local als solche in grösseren Mengen auf. Die Grundmasse, die häufig durch Limonit braun gefärbt ist, hat felsitische Struktur. Das Ganze macht den Eindruck eines entglasten Vitrophyrs.

28) *Vitrophyr*. Fundort: Grantola (Lit. 13, S. 194).

Das genannte Gestein gehört dem „Dull“ Typus von HARLOFF an. Das Handstück ist dunkelgrau und stumpf von Farbe; Feldspateinsprenglinge sind deutlich mit blossen Auge zu erkennen.

Mikroskopisch zeigt sich, dass der Feldspat und die ebenfalls anwesenden Augiteinsprenglinge in einer teilweise entglasten Grundmasse liegen.

Der Pyroxen ist grösstenteils in Chlorit, Limonit und Zeolith umgewandelt, der Feldspat in Zeolith und Calcit. Die Grundmasse enthält viel schlierig angeordneten Limonit, wodurch die fluidale Struktur deutlich zum Ausdruck kommt. Viele feine Poren sind mit Chalcedon und Quarz gefüllt.

29) *Vitrophyr*. Fundort: Grantola (Lit. 13, S. 189).

Ein zweiter Vitrophyrtypus dieses Gebietes ist ein glänzendes schwarzes Glasgestein, das grosse Aehnlichkeit mit Obsidian besitzt. Einsprenglinge sind makroskopisch nicht sichtbar, obwohl anwesend. In einer fluidalen Grundmasse von braunen Glas befinden sich zahlreiche Feldspat- und Pyroxenkristalle. Die Feldspäte sind stark zonar struiert. (Lit. 13, S. 192.) Der Anorthitgehalt beträgt 35—45 %.

Der Pyroxen kommt in zwei Arten vor, und zwar in rhombischer Form als Enstatit und in monokliner als Diopsid. Beide sind wenig umgewandelt. Auch ein vereinzelter Olivinkristall, gänzlich in Serpentin umgewandelt, wurde wahrgenommen.

30) *Porphyrit*. Fundort: Grantola (unter Vitrophyr). (Lit. 13, S. 196).

Ein graugrünes Gestein mit vielen Feldspatkristallen, die eine Länge bis zu einem halben Cm erreichen. Ausser Feldspat enthält dieser Porphyrit auch Augit- und einige Quarzeinsprenglinge.

Der Feldspat besteht zu ca 50 % aus Anorthit und ist teilweise in Sericit und Calcit umgewandelt. Der Augit ist in Chlorit, Serpentin und Limonit umgesetzt. Die Grundmasse ist eine sehr feine Mischung der gleichen Mineralien.

31) *Porphyrit*. Fundort: südlich von Dogana Fornasette Svizzera, nahe der Brücke. (Lit. 13, S. 203).

Das Handstück ist grün gefärbt und von feinkörniger Struktur mit wenig Einsprenglingen. Im Dünnschliff zeigen sich sehr viel kleine Einsprenglinge von Feldspat (63—67 % Anorthit) und Augit.

Der Feldspat ist sericitisiert, während der Augit gänzlich in Chlorit, Calcit und Limonit umgewandelt ist. Auch die feine Grundmasse ist stark verwittert, fleckig in Chlorit, Chalcedon, Limonit und Calcit verändert. Diese Veränderung ist analytisch auf Grund des grossen Wasser- und CO₂-gehaltes deutlich zu konstatieren.

32) *Quarzporphyr*. Fundort: Milit. Chaussée von Cugliate nach Colle della Nave. (Lit. 13, S. 198).

Ein sehr hell gelb bis rosa gefärbtes Gestein mit makroskopisch sichtbaren Quarz- und Feldspateinsprenglinge. Mikroskopisch zeigt sich, dass der Quarz meist korrodiert ist. Der Feldspat ist fast ausschliesslich Orthoklas. Ein vereinzelt Biotitblättchen ist im Dünnschliff sichtbar.

Die Grundmasse hat felsitische Struktur, zuweilen ist diese auch, wie HARLOFF beschrieb, granophyrisch. Dies weist bereits auf gewisse Aehnlichkeiten mit dem Granophyr aus dem südlichen Teil des Luganer Porphyrgbietes hin. Dieser Zusammenhang kommt, wie auf S. 41 besprochen wird, auch chemisch deutlich zum Ausdruck.

33) *Enstatit-Basaltit*. Fundort: Mesenzana; Lit. 13, S. 181.

Die Farbe dieses, makroskopisch eine dichte feinkörnige Struktur aufweisenden Basaltits, ist dunkelgrau. Mikroskopisch zeigt sich, dass der Grosseunterschied der Einsprenglinge und der Mineralien der Grundmasse nicht sehr gross ist. Das Gestein ist aus Plagioklas und Enstatit aufgebaut, deren Zwischenräume durch eine Glasbasis aufgefüllt sind. Die Struktur ist als ophitisch zu bezeichnen. Der Plagioklas enthält 61—93 % Anorthit und ist häufig zonar von Bau. Sowohl der Plagioklas wie der Enstatit sind noch sehr frisch und nur wenig in Calcit und Chlorit umgesetzt. Accessorisch kommt etwas Magnetit vor.

34) *Basaltit*. Fundort: Casa Genestrato, 500 m nordwestlich von Ponte Cremenaga; Lit. 13, S. 183.

Im Gegensatz zu dem Enstatit-Basaltit sind in diesem Basaltit in der grauen Grundmasse deutlich weisse Plagiokläseinsprenglinge sichtbar. Unter dem Mikroskop fällt auf, dass die Mineralien hier viel stärker verwittert sind als im Enstatit-Basaltit. Der Plagioklas mit 57—86 % Anorthit ist teilweise in Calcit und Sericit umgewandelt.

Die dunklen Bestandteile, wahrscheinlich ursprünglich Augit, sind vollständig in Chlorit, Calcit und Magnetit umgesetzt.

Auch hier bestätigte die Analyse die stärkere Verwitterung; sowohl der Wasser- wie der CO₂-gehalt des Basaltits sind gegenüber dem des Enstatit-Basaltits höher.

Aus der petrographischen Beschreibung der Gesteine des Gebietes zwischen Ponte Tresa und Luino ist deutlich der Unterschied mit den Gesteine des südlichen Teiles ersichtlich.

Weder für den Felsophyr, noch für den Vitrophyr oder die beiden Basaltite finden sich Aequivalente in den Porphyriten und Quarzporphyren, die zwischen Ganna und Val Mara vorkommen. Dies ist jedoch allein auf Grund der petrographischen Beschreibung richtig. In chemischer Hinsicht erweist sich entschieden das Bestehen grosser Aehnlichkeiten.

Anhand der Analysen kommen wir zu der folgenden Formulierung:

Sowohl der Felsophyr, wie der mattgraue Vitrophyr gehören chemisch zu der Reihe der fluidalen Quarzporphyre (S. 27). Der Vitrophyr passt gut in dieser Reihe und gehört dem yosemitischen Magmatypus an. Der Felsophyr zeigt jedoch einige Abweichungen, da bei dem

TABELLE 7.

Gesteine zwischen Ponte Tresa und Luino.
27—32 Analysen von C. M. KOOMANS.

	27. (L. 12)	28. (L. 16)	29. (L. 23)	30. (L. 25)	31. (L. 30)	32. (L. 8)	33. (L. 31)	34. (L. 33)
s. g.	2,59	2,63	2,66	2,65	2,69	2,61	2,76	2,81
SiO ₂	75,11	71,83	64,60	64,30	56,82	72,21	54,44	51,85
TiO ₂	0,02	0,04	0,04	0,10	0,61	0,35	0,89	0,71
P ₂ O ₅	0,11	0,16	0,12	0,12	0,16	0,12	0,18	0,22
Al ₂ O ₃	10,49	13,62	14,52	14,71	14,21	13,52	16,39	15,30
Fe ₂ O ₃	3,22	2,70	2,81	3,94	3,69	1,80	4,42	4,13
FeO	0,22	0,58	1,87	1,78	3,40	0,16	2,88	3,06
MnO	0,06	0,07	0,05	0,06	0,15	0,02	0,15	0,24
MgO	0,32	0,95	1,44	1,33	3,67	0,17	5,94	5,55
CaO	1,28	1,51	2,90	2,96	7,46	1,25	7,81	9,98
Na ₂ O	1,87	2,08	3,43	3,02	2,07	2,81	2,08	2,19
K ₂ O	5,37	5,21	3,48	5,02	2,45	6,51	2,05	1,41
H ₂ O+	0,79	0,73	4,47	1,75	2,85	0,79	1,73	2,66
H ₂ O—	0,23	0,33	0,39	1,04	0,60	0,57	0,54	0,47
CO ₂	0,78	0,42	—	0,12	1,65	—	0,70	2,12
	99,87	100,23	100,12	100,25	99,79	100,28	100,20	99,89
Si	472	379	280	262,5	183	403	151	140
al	39	42,5	37	35,5	27	44,5	27	24,5
fm	20	21	25,5	26,5	36	10	41	38,5
c	8,5	8,5	13,5	13	25,5	7,5	23	29
alk	32,5	28	24	25	11,5	38	9	8
mg	0,15	0,36	0,36	0,30	0,49	0,14	0,60	0,58
k	0,66	0,62	0,40	0,52	0,44	0,61	0,39	0,30
ti	—	—	—	0,3	1,6	1,34	1,8	1,5
p	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
h	21,5	18,7	70,4	38,0	35,2	25,5	21,0	28,3
c/fm	0,44	0,40	0,53	0,49	0,72	0,76	0,57	0,75
qz	+242	+167	+84	+62,5	+37	+151	+15	+8

gefundenen Si-Gehalt der Wert für fm sehr hoch ist und der Siliciumwert höher ist, als für Quarzporphyre zu erwarten. Die niedere alk- und hohe fm-Zahl weisen deutlich auf eine Umwandlung durch Verwitterung hin, sodass diesem Umstand der Unterschied bzgl. der Niggliwerte zugeschrieben werden kann.

Der glänzende Vitrophyr und der darunter liegende Porphyrit sind mit den Quarz-Biotitporphyriten (S. 22) zu vergleichen.

Beide gehören, ebenso wie der letztere dem granodioritischen Magmatypus an und weisen hiervon keine besonderen Abweichungen auf. Sie sind weniger verwittert wie die Quarz-Biotitporphyrite. Porphyrit Nr. 31 stimmt mit den Pyroxenporphyriten überein, besonders bzgl. der Analyse B nach JAKOB. Die Verwitterung wird hier deutlich durch die hohen c- und niederen alk-Werte, während wie bereits erwähnt, auch der Wasser- und CO₂-Gehalt sehr hoch sind.

Was den Quarzporphyr betrifft, so gehört dieser dem Granophyritypus an, da er gleichfalls dem Engadinitischen Magmatypus zuzurechnen ist.

Endlich finden die Basaltite ihr Aequivalent in den Diabasgängen von Borgnana; sie gehören zu dem gabbrodioritischen Magma. Der Name Basaltit, den HARLOFF gab, ist auf Grund der chemischen Analyse vollkommen gerechtfertigt, da diese Gesteine für Porphyrite zu basisch sind.

Wir sehen infolgedessen, dass zwischen den beiden Teilen des Luganer Porphyrgebietes chemisch eine grosse Uebereinstimmung besteht.

3. Das Differentiationsdiagramm.

Nachdem wir die verschiedenen Gesteinsgruppen gesondert besprochen haben ist es naheliegend der Frage nachzugehen, welche Differentiationen in dem Magmaherd stattgefunden haben.

Um diese Differentiation zu veranschaulichen, wurden die Niggliwerte in einem Diagramm derart vereinigt, dass die Siliciumwerte auf der Abszisse, die al-, fm-, c- und alkzahlen auf der Ordinate aufgetragen wurden.

Von einem Gestein fallen also die letztgenannten vier Werte auf die, der Siliciumzahl zugehörigen Vertikalen. Verbinden wir die zusammengehörigen Werte miteinander, so erhalten wir ein vier Linien aufweisendes Diagramm, worin diese vier Linien die al-, fm-, c- und alk-Werte der verschiedenen Gesteine jeweils untereinander verbinden. Diese Linien sind vereinfacht, mehr oder weniger gerade durchgezogen, sodass die wirklich bestimmten Punkte gelegentlich etwas oberhalb oder unterhalb derselben zu liegen kommen. Hierdurch ergibt sich ein übersichtlicheres Diagramm als beim Verbinden der einzelnen Punkte entstehen würde.

Fig. 1 gibt dieses Diagramm für das Luganer Porphyrgebiet wieder.

Wie sich bereits bei der Besprechung der Analysen zeigte, gehören die Luganer Gesteine der Kalk-Alkalreihe an. Dies kommt nun auch in dem Differentiationsdiagramm deutlich zum Ausdruck. Die al- und alk-linien steigen mit zunehmenden Si-Wert ziemlich parallel bis zum Wert: Si = 380, worüber hinaus die Linien nicht steigen sondern dann horizontal verlaufen. Die alk-linie steigt nicht über 40, was bei der Natron- und Kalireihe wohl der Fall ist.

TABELLE 8.

Hierzu das Differentiationsdiagramm. Fig. 1.

No.	Gestein	si	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm
16	Granophyr	495	49,5	14,5	2,5	33,5	0,45	0,24	0,16
27	Felsophyr	472	39	20	8,5	32,5	0,66	0,15	0,44
9	Quarzporphyr	446	49,5	14,5	6,5	29,5	0,42	0,13	0,17
17	Granophyr (aplit)	442	41	13,5	7,5	38	0,44	0,18	0,55
19	Granophyr	437	46	13	7	34	0,46	0,17	0,55
18	Granophyr	425	37	13,5	12,5	37	0,43	0,23	0,92
10	Fluïdaler Quarzporphyr	414	46,5	13,5	10,5	29,5	0,48	0,08	0,77
21	Granophyr	410	40	13	11	36	0,54	0,16	0,84
22	Granophyr	403	38	17	11	34	0,45	0,17	0,65
32	Quarzporphyr	403	44,5	10	7,5	38	0,61	0,14	0,76
20	Granophyr	398,5	39	17	10	34	0,46	0,35	0,57
23	Granophyr	383,5	49	10	8	33	0,57	0,10	0,81
28	Vitrophyr	379	42,5	21	8,5	28	0,62	0,36	0,40
11	Fluïdaler Quarzporphyr	371	44,5	25	6,5	24	0,64	0,50	0,24
12	Fluïdaler Quarzporphyr	358	48,5	21,5	3,5	26,5	0,51	0,09	0,17
13	Quarzporphyr	357,5	47	22	3	28	0,45	0,11	0,12
14	Quarzporphyr	346	45	19	10	26	0,45	0,11	0,51
1	Biotitporphyr	324,5	48	16,5	10,5	25	0,53	0,27	0,63
15	Fluïdaler Quarzporphyr	317	45,5	21,5	5	28	0,42	0,38	0,22
29	Vitrophyr	280	37	25,5	13,5	24	0,40	0,36	0,53
2	Biotitporphyr	264	37	31	12	20	0,46	0,52	0,40
30	Porphyrit	262,5	35,5	26,5	13	25	0,52	0,30	0,49
3	Porphyrit	259	39	29	15	17	0,48	0,49	0,50
5	Pyroxenporphyr	249	42	26	12	20	0,46	0,38	0,47
4	Quarz Biotitporphyr	241	38	27	19	16	0,49	0,49	0,72
6	Pyroxenporphyr	201,5	32,5	34,5	17,5	15,5	0,52	0,43	0,50
7	Hornblende Pyroxen porphyr	196	36	31	18,5	14,5	0,45	0,43	0,59
A	Porphyrit	188	27	45,5	14	13,5	0,40	0,38	0,30
B	Porphyrit	188	27	39	19	13	0,41	0,42	0,49
31	Porphyrit	183	27	36	25,5	11,5	0,44	0,49	0,72
8	Pyroxenporphyr	155	26	44	15	15	0,56	0,56	0,34
33	Enstatit-Basaltit	151	27	41	23	9	0,39	0,60	0,57
34	Basaltit	140	24,5	38,5	29	8	0,30	0,58	0,75
26	Diabas	124	26	42	25	7	0,39	0,62	0,40

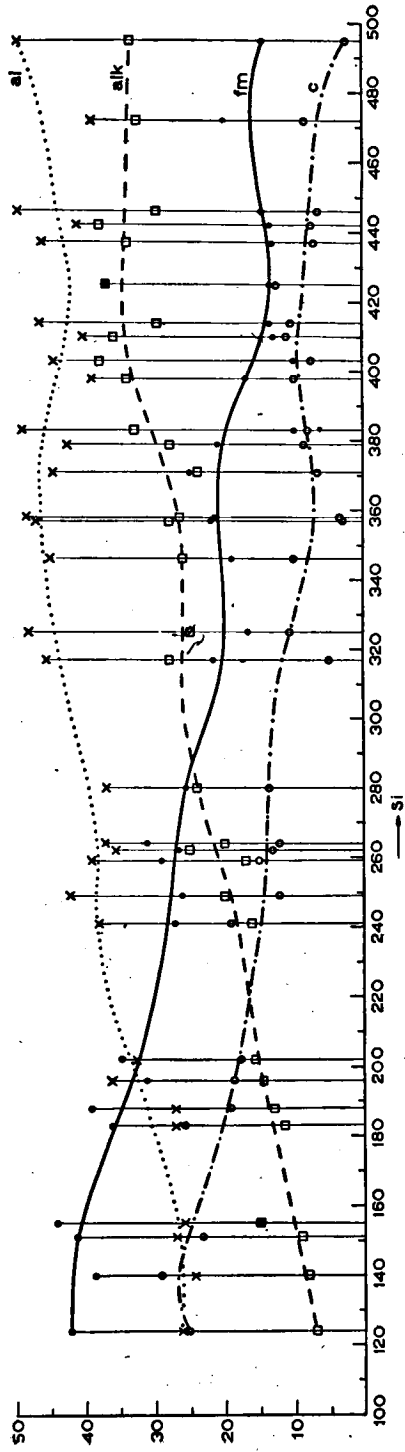
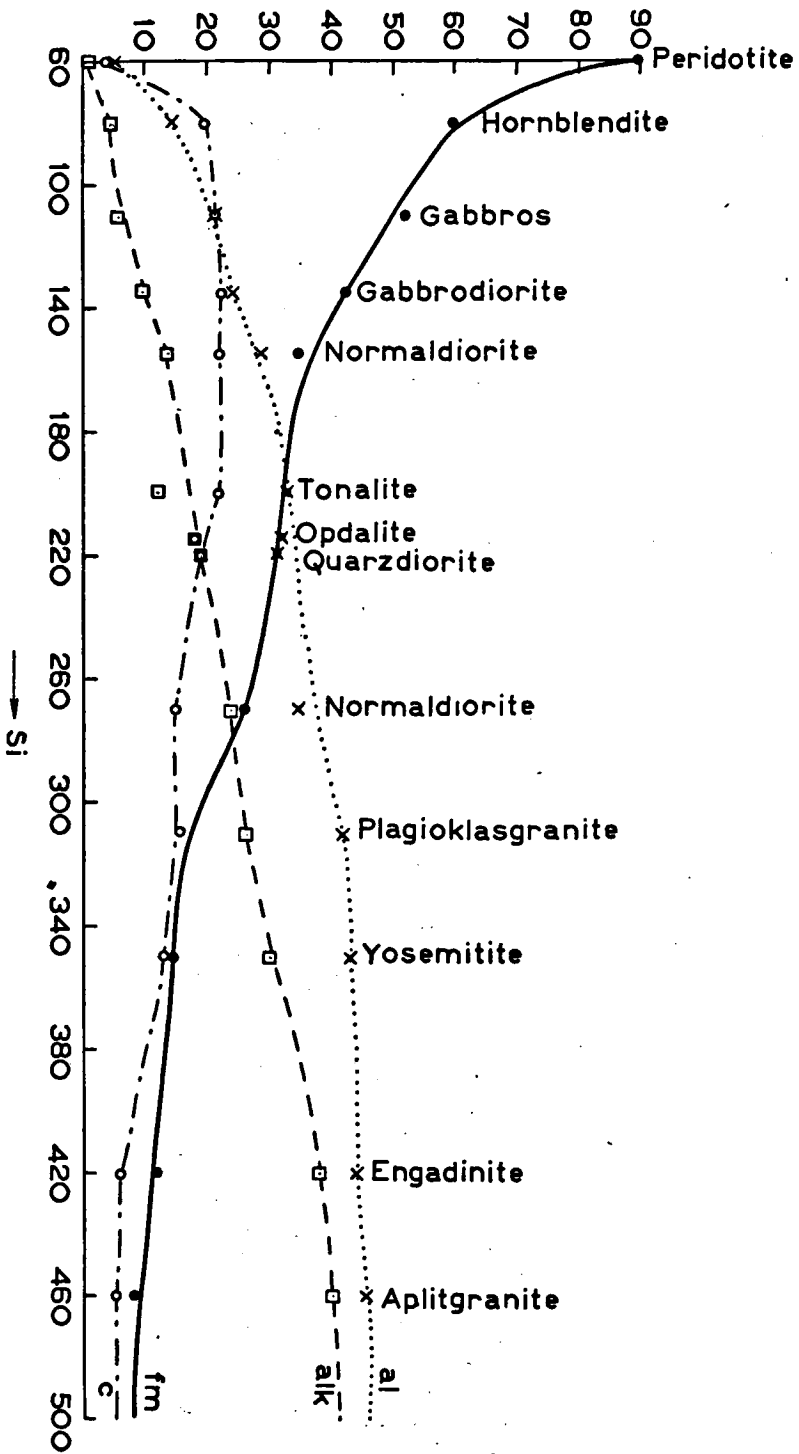


Fig. 1.
Differentiationsdiagramm des Luganer Porphyrgbietes.



Normal-Diagramm der Kalk-alkali Reihe.

Fig. 2.

→ Si

Wären die Gesteine weniger verwittert, so würden die al- und alk-kurven sich einander nähern, d.h. die al-linie würde niedriger, die alk-linie höher liegen.

Die Kurven für fm und c verlaufen gleichfalls ungefähr parallel, sinken jedoch im Gegensatz zu den beiden anderen mit zunehmender Si-Zahl. Auch hier werden bei höheren Si-Werten die Kurven horizontal. Der Verlauf der vier Kurven ist bei der Natron- und Kalireihe in grossen Zügen prinzipiell gleich. Der Unterschied liegt nur in der Lage der Schnittpunkte der al-, fm-, und c-Kurven. Ebenfalls verschieden ist die Lage der Schnittpunkte der Alkalinie mit den c- und fm-Linien.

Bei der Natronreihe liegen diese Schnittpunkte zwischen $Si = 40$ bis $Si = 160$ dicht beisammen. Der Isofaliepunkt (Schnittpunkt der al- und fm-Linie) liegt bei $Si = ca\ 130$.

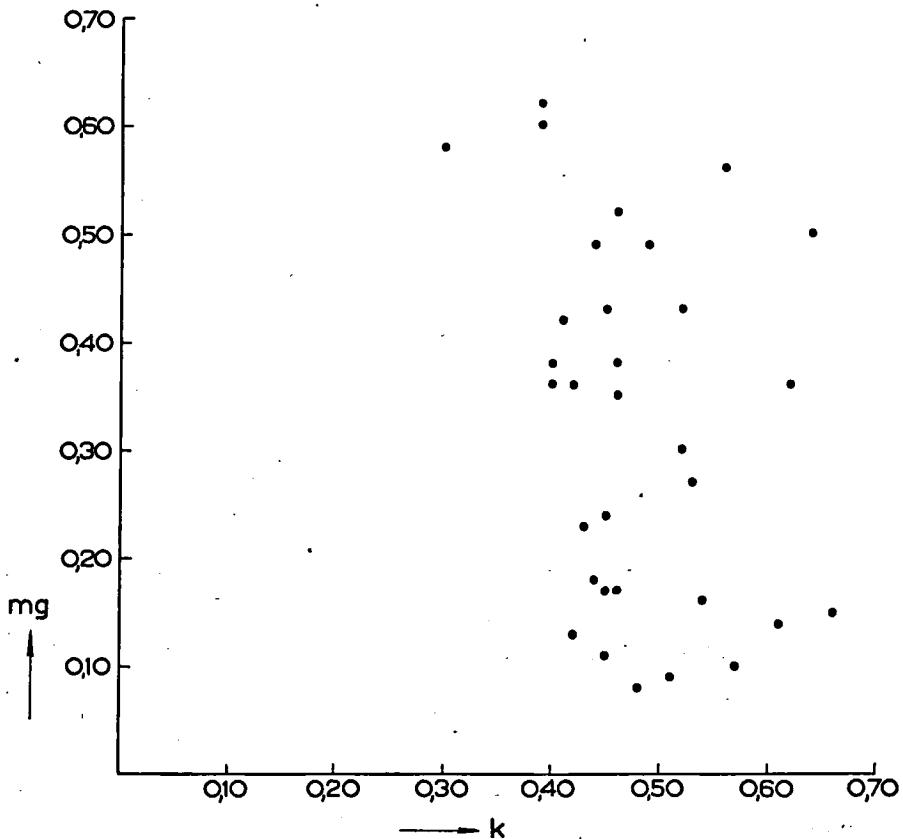


Fig. 3.

mg-k Diagramm des Luganer Gebietes.

Bei der Kalireihe verschieben sich diese Werte etwas nach höheren Si-Zahlen hin. Der Isofaliepunkt kommt bei $Si = 180$ zu liegen, die verschiedenen Schnittpunkte bleiben jedoch noch dicht beisammen.

Bei der Kalk-Alkalireihe hingegen liegen die verschiedenen Schnittpunkte weiter auseinander (ungefähr zwischen $Si=130$ und $Si=370$), der Isofaliefpunkt liegt bei $Si=200$, also höher, wie bei den beiden vorausgegangenen Reihen.

Vergleichen wir diese Befunde mit dem Diagramm der Luganer Gesteine, so zeigt sich deutlich, dass dies die Charakteristica der Kalk-Alkali Reihe aufweist. Die Schnittpunkte der *al*- und *c*-Linien, bzw. der *alk*- und *fm*-Linien liegen bei $Si=140$ bzw. 280 und der Isofaliefpunkt bei $Si=210$. Zum Vergleich mit diesem Diagramm wird in Fig. 2 das Normaldiagramm der Kalk-Alkalireihe nach NIGGLI (Lit. 16) wiedergegeben. Dies wird erhalten, durch Auftragung derjenigen Werte die jeweils die mittlere Zusammensetzung eines bestimmten Gesteinstypus vorstellen.

Zwischen den drei Reihen besteht ein weiterer Unterschied in dem *mg-k*-Diagramm. Wir tragen *mg* vertikal und *k* horizontal auf, wodurch für jede Analyse im Diagramm ein Punkt erhalten wird.

Es zeigt sich nun, dass der Wert für *k* bei der Natronreihe mit zunehmenden *mg* ziemlich konstant bleibt, bei der Kalireihe steigt und bei der Kalk-Alkalireihe abnimmt. Die letztgenannten Verhältnisse lassen sich auch für die Luganer Serie nachweisen, siehe Fig. 3.

Bei Vergleich mit den anderen Intrusions-Gebieten des Alpen-Südrandes soll auf diese Diagramme noch näher eingegangen werden.

4. Die Hydrothermale Phase der magmatischen Tätigkeit.

Zu dieser Kategorie gehörig sind an erster Stelle Mineralien in den *miarolitischen Hohlräumen* des Granophyrs zu rechnen. Es ist eine typische Eigenschaft des Granophyrs, dass er sehr viele kleine und grosse Hohlräume (Vergl. fig. 4, 5 und 6) aufweist; bezüglich der Grösse variieren diese zwischen 2 und 20 cm. Sie enthalten stets Mineralien, deren Kristallisationsbeginn in der Zeit der pneumatolytisch-hydrothermalen Phase des magmatischen Prozesses fällt.

Die hier beschriebenen Mineralien und Drusen entstammen ausschliesslich dem grössten Steinbruch bei Cuasso al Monte und befinden sich in der Sammlung des geologisch-mineralogischen Museums in Leiden.

Die zuerst auskristallisierten Mineralien sind im wesentlichen die Bestandteile des Granophyrs selbst, nämlich: Orthoklas und Quarz. Der die Hohlräume umgebende Granophyr hat meist grobkörnige bis pegmatitische Struktur. Gelegentlich wird das Gestein gegen die Hohlräume zu feinkörniger (Fig. 5). Der pegmatitische Granophyr als solchen ist teilweise bereits zu der pneumatolytisch-hydrothermalen Phase zu rechnen.

Die die Hohlräume umgebende granophyrische Masse geht in den Hohlraumwänden allmählich über in Orthoklas- und Quarzkristalle die in die Hohlräume hineinwachsen.

Zwischen und auf diesen Quarz- und Feldspatkristallen sind folgende Mineralien auskristallisiert: *Quarz*, *Fluorit*, *Dolomit*, *Calcit*, *Siderit*, *Pyrit*, *Limonit* und *Chlorit*.

Der Granophyr selbst enthält auch Biotit, während dieses Mineral in den Hohlräumen praktisch nicht vorkommt; auch im pegmatitischen

Granophyr enthält der Biotit, im Gegensatz zu den pegmatitischen Schlieren des Bavenogranits, nie bedeutsame Ausmasse.

Quarz. Quarz kommt in zwei Generationen vor. An erster Stelle sind zu nennen die grossen Quarzkristalle, die gleichzeitig mit Feldspat auskristallisiert sind. Besondere Kristallflächen kommen nicht vor; alle Kristalle weisen ein Prisma 1. Ordnung auf und zwei sich mehr oder

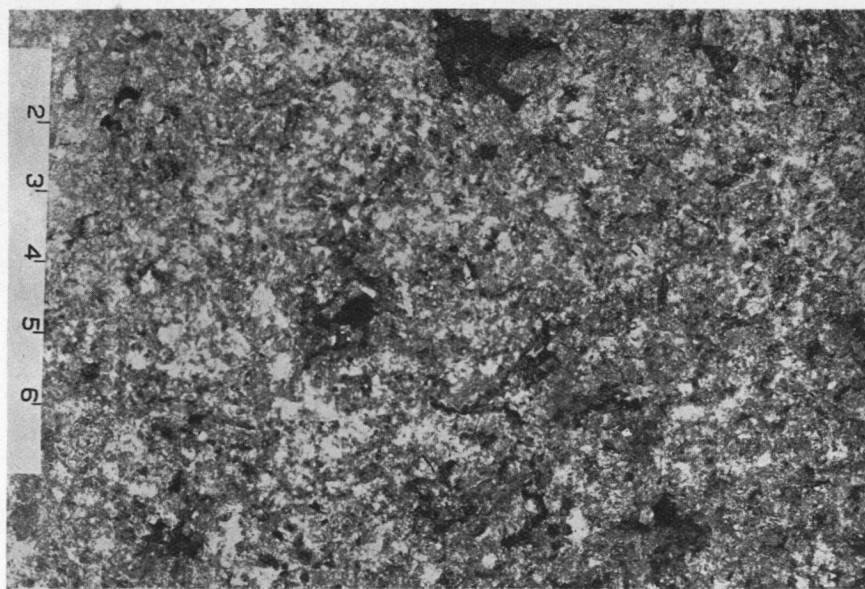


Fig. 4.
Kleine Hohlräume im Granophyr.

weniger im Gleichgewicht befindlichen Rhomboeder, infolgedessen die Flächen: $(10\bar{1}0)$, $(10\bar{1}1)$ und $(01\bar{1}1)$.

Bei einem Durchmesser von ca 2 cm können die Kristalle bis zu 5 cm lang werden. Die häufigsten Ausmasse sind jedoch $1\frac{1}{2}$ zu 1 cm.

Häufig ist der Quarz von Feldspat durchwachsen, letzterer stets auf Kosten des Quarzes.

Ein Beispiel des umgekehrten Falles, wobei also der Quarz seine vollständige Kristallform wahrt, wie MOLNARI (Lit. 22) dies bei den Drusenmineralien von Baveno beschreibt, konnten wir in unserem Material nicht finden.

Weiter kommt Quarz noch als jüngere Bildung vor und zwar als klare und viel kleinere Kristalle (maximale Länge: 0,5 cm). Die Kristallform ist die gleiche wie bei der ersten Generation.

Dass dieser Quarz in der Tat später entstanden ist, sehen wir am deutlichsten an zwei Handstücken, wo kleine Quarzkristalle auf den grossen auskristallisiert sind. Bei einem anderen Handstück bedecken solche Quarzkristalle lagenartig die Hohlraumwandung.

Feldspat. Der Orthoklas wurde gleichzeitig mit der ersten Quarzgeneration gebildet. Die sehr schönen Kristalle erreichen eine Länge von höchstens 3 cm.



Fig. 5.

Hohlraum im Granophyr mit feinkörniger Umrahmung.

Die am häufigsten vorkommenden Flächen sind (010) , (001) und (100) . Häufig kommen Bavenozwillinge vor. Diese Bavenozwillinge haben meistens einen grossen Flächenreichtum.

Daneben treten auch Karlsbaderzwillinge auf, die oft an der fischgrätenähnlichen Streifung auf der (001) Fläche erkennbar sind. Es kommen auch Kombinationen von Baveno- und Karlsbader-Zwillinge vor, wodurch sehr komplizierte Formen entstehen.

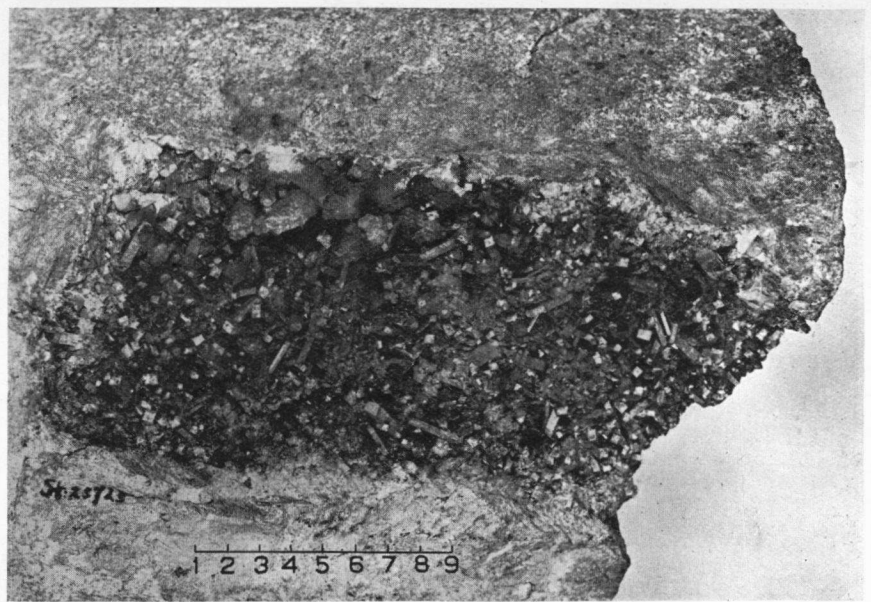


Fig. 6.

Grosse Druse im Granophyr.

Die chemische Zusammensetzung des Orthoklas ist:
(L 106)

Spez. Gew.	=	2,58
SiO ₂	=	63,25
Al ₂ O ₃	=	18,83
Fe ₂ O ₃	=	1,19
FeO	=	0,26
MgO	=	0,14
CaO	=	0,98
Na ₂ O	=	3,09
K ₂ O	=	11,62
H ₂ O	=	0,67

 100,03

Wir sehen aus der Analyse, dass es sich um einen Orthoklas mit beträchtlich hohem Natrium- und CaO-Gehalt handelt.

Dies ist mit unseren Befunden an Granophyranalysen in vollständiger Uebereinstimmung.

Der Fe₂O₃-Gehalt ist grosstenteils der Anwesenheit von Limonit zuzuschreiben, dem der Orthoklas auch seine rote Farbe verdankt.

Analyse von C. M. KOOMANS.

Fluorit. Fluorit kommt häufig vor in dem die Hohlräume umgebenden pegmatitischen Granophyr. Er ist hier gleichzeitig mit Quarz und Feldspat auskristallisiert und zeigt keine eigene Kristallform.

In den Hohlräumen selbst ist Fluorit in kubischer Form auskristallisiert. Solche Fluorit-Kristalle sind aber selten und stets sind nur einige wenige glashelle Kristalle anzutreffen. Viel häufiger kommt eine feinkristalline Ueberdeckung von Spaltenwänden vor.

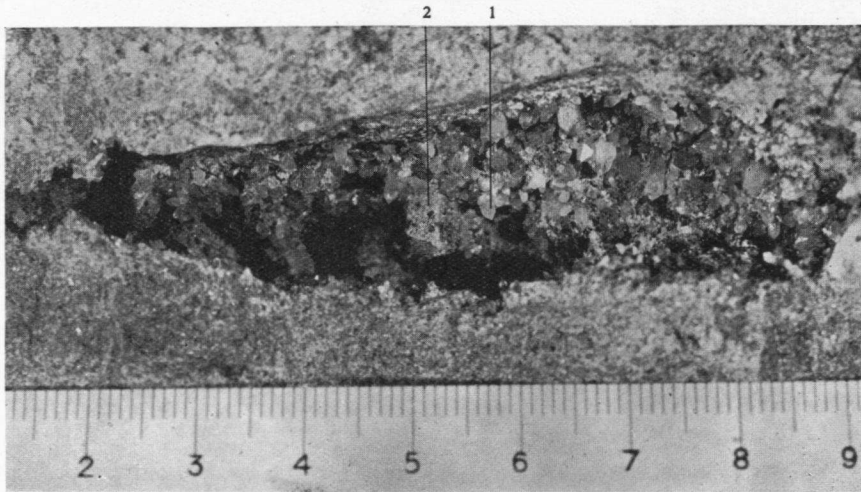


Fig. 7.

Vergrößerung von Fig. 5.

1 = Quarz. 2 = Feldspat.

Der Fluorit kann farblos, violett oder grün sein.

Carbonate. Diese treten in verschiedenen Formen auf:

- 1) als *Dolomit* in glänzend weissen Aggregaten, die deutlich die für Dolomit typische Sattelform aufweisen,
- 2) als *Siderit*, in hellgelben Rhomboëdern, wobei sich auch gebogene Flächen zeigen und
- 3) als *Calcit*, der wiederum in verschiedenen Formen, in Skalenoëdern und aufeinander gewachsenen sehr flachen Rhomboëdern als sog. *Harmonikaspät* auftritt (siehe Fig. 10 und 11).

Wo Dolomit und Calcit zusammen vorkommen, ist Dolomit das zuerst abgesetzte Mineral. Die Calcitskalenoëder sind teilweise auf dem Dolomit auskristallisiert.

Das gleiche gilt auch für die Kombination: Dolomit-Siderit.

Wahrscheinlich ist der Dolomit durch spätere Eisenhaltige Lösungen in Siderit umgesetzt.

Einzelne kleine Drusen sind später teilweise durch Calcit überdeckt worden. Diese jüngere Calcit weist vollständig andere Kristallformen auf, nämlich eine Kombination von steilen mit flachen Rhomboëderflächen.

Pyrit. In einem Hohlraum wurde Pyrit in kleinen Kubusformen,

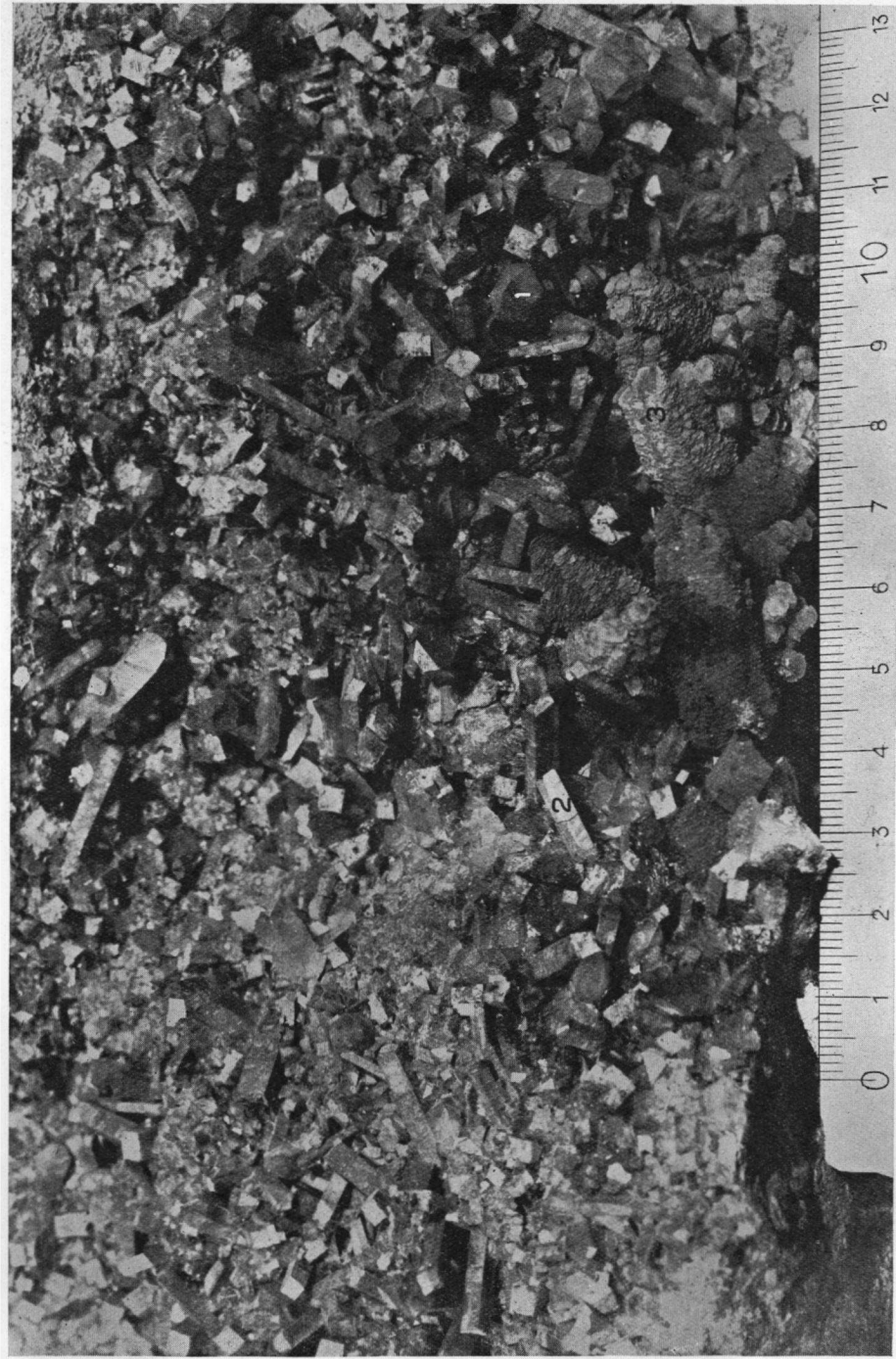


Fig. 8.

Vergrößerung von Fig. 6.

1 = Quarz. 2 = Orthoklas. 3 = Calcit (Harmonikspat).

zwischen Quarz und Feldspat angetroffen. Ausserdem kommt Pyrit auf Spaltwänden in dünnen, feinkristallinen Schichten vor.

Limonit. Dieses Mineral wird mehr oder weniger in allen Drusen als Ueberdeckung der Quarz- und Feldspatkristalle gefunden, wodurch diese häufig eine gelbbraune Färbung erhalten.



Fig. 9.

Druse im Granophyr.

1 = Quarz. 2 = Orthoklas. 3 = Calcitskalenoöder.

Die Feldspäte sind dann meistens stark verwittert und zum Teil ausgehöhlt. Ein Dünnschliff eines derartigen Kristalles zeigt, dass diese Aushöhlung über Umsetzung in Sericit stattfand. Vereinzelt kleine Hohlräume führen reichlich Limonit als dunkelbraune, erdige Massen.

Ausserdem enthalten diese Stücke Pseudomorphosen von Limonit nach Siderit. Die gebogenen Rhomboöderflächen zeigen schöne Anlauf-farben zwischen gelb und rot. Auf den Limonitabsätzen ist wiederum Calcit auskristallisiert, und zwar in den zuletzt beschriebene Kombinationen von steilen mit flachen Rhomboöderflächen.

Chlorit. Von Chlorit wurden drei Varietäten gefunden:

1) ein Chlorit, der durch Umsetzung aus Biotit entstanden ist. Diese Form kommt in den Granophyr eingestreut vor, ferner bei einigen Drusen als Schicht auf der pegmatitischen Umhüllung des Hohlraums.

Die Farbe dieses Chlorits ist dunkelgrün bis schwarz. Bei mikrosko-

pischer Beobachtung dünner Schichten zeigt sich ein deutlicher Pleochroismus von blaugrün nach bräunlich grün.

Die Brechungsindizes sind 1,64—1,66, sodass wir es hier wahrscheinlich mit einer der Leptochlorit-Varietäten zu tun haben, da nur bei

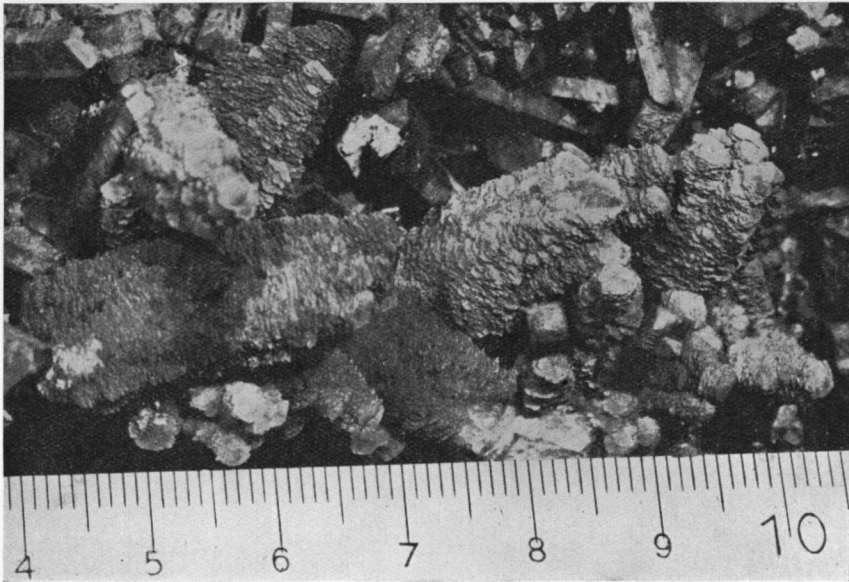


Fig. 10.
Harmonikaspat. (Calcit).

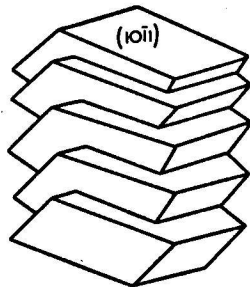


Fig. 11.
Harmonikaspat.

diesen Brechungsindizes über 1,63 vorkommen.

Der Achsenwinkel ist klein, der optische Charakter negativ.

2) ein nahezu farbloser, zuweilen hellgrün oder gelb gefärbter Chlorit ist in verschiedenen Drusen, zwischen Quarz und Feldspat eingestreut zu beobachten.

Unter dem Mikroskop erweist er sich als ein feinkristallines Aggregat, von dem kein Achsenbild erhältlich ist. Die Werte für den Brechungsindex (1,57—1,58) sind niedriger wie die der ersten Varietät. Der vorliegende Chlorit gehört somit wahrscheinlich zu der Pennin-Gruppe, für die nahezu farblose Varietäten bekannt sind und Brechungsindexwerte von 1,576—1,579 angegeben werden. (NIGGLI, Mineralogie 2. Teil.)

3) Endlich kommt noch ein dunkelgrüner Chlorit vor, der in einigen Hohlräumen Quarz und Feldspat als Staublage bedeckt. Die Werte für die Brechungsindizes liegen zwischen 1,61 und 1,63.

Auf Grund des letztgenannten Befundes würde das Mineral zu den Prochloriten gehören können, umsomehr als diese Varietäten meist als Bedeckung von Quarz und anderen Mineralien vorkommen.

Eine sichere Bestimmung war jedoch im Fall 3 ebensowenig möglich wie im Fall 2. Die sehr feinkörnigen Aggregate machen optische Bestimmungen unmöglich.

Gleichfalls Produkte der hydrothermalen Nachwirkung des magmatischen Prozesses sind die *Barytgänge*. Diese kommen über das ganze Gebiet vor. SENN (Lit. 38) meldet solche bereits vom Monte San Giorgio und auch ESCHER (Lit. 8) fand Gänge dieser Art bei Carono, während KUENEN vereinzelt mächtigere Gänge südlich des Monte Martica beobachtete. An dieser Stelle befand sich früher eine dem Abbau von Galenit dienende Mine.

Diese Gänge enthalten bekanntlich ausser *Baryt* fast immer *Galenit*, *Fluorit*, *Siderit*, *Limonit* und vereinzelt *Pyrit*kristalle. Interessant ist, dass in einigen Vorkommen von Carona, Baryt in zwei Generationen vorkommt, einer weissen Varietät, durch die sich ein schmales Band einer rosa gefärbten zieht.

II. VERGLEICH DES GEBIETES VON LUGANO MIT ANDEREN ERUPTIVGEBIETEN DES ALPENSÜDRANDES.

Ausser dem Porphyrgebiet von Lugano kommen längs dem Alpensüdrand noch verschiedene andere Eruptivgebiete vor. (verg. hierzu die Kartenskizze, S. 56).

Zudem sind Tiefengesteine bekannt, von denen anzunehmen ist, dass sie mit diesen Eruptionen in nahem Zusammenhang stehen.

Ein diesbezügliches Beispiel finden wir in dem gemeinsamen Vorkommen von Granit und Quarzporphyr bei Belmonte.

Nach der ausführlichen Behandlung der chemischen Zusammensetzung der Luganer Gesteine ist es von Wichtigkeit, vergleichenderweise diese übrigen Vorkommen zu besprechen.

A. Permische Gesteine:

1. Porphyre der Bergamasker Alpen und Bozener Quarzporphyre.
2. Porphyre und Porphyrite von Valsesia.
3. Granite und Porphyre von Belmonte.
4. Tiefengesteine der Unterostalpinen Decken.

B. Tertiäre Gesteine.

A 1. Porphyre der Bergamasker Alpen und Bozener Quarzporphyre.

Unmittelbar östlich des Luganer Porphyrgbietes liegt der permische Porphyr der Bergamasker Alpen.

Den Beschreibungen zufolge (Lit. 3 und 5) stimmt dieser, von noch stärker Verwitterung abgesehen, mit dem von Lugano gut überein.

Analysen dieser Porphyre sind nicht durchgeführt, sodass ein chemischer Vergleich unmöglich ist.

Weiter östlich folgt das Bozener Quarzporphyrgbiet. VON WOLFF (Lit. 42) bespricht das Vorkommen dieses Porphyrs ausführlich und zitiert diesbezüglich drei Analysen.

Von dem durch Dr. DOZY gesammelten Material wurden von den reinsten Vertretern der Bozener Porphyreihe drei neue Analysen ausgeführt. Bei Vergleich mit den Analysen von Belmonte-Porphyren (Tab. 12 und 13) fällt eine grosse Uebereinstimmung ohne weiteres auf. Auch hier besteht bezüglich des Säuregrades die gleiche geringe Variation.

Die Bozener Porphyre gehören, ebenso wie die von Belmonte, zu dem Engadinitischen Magmatypus. Die fm-Zahl ist ziemlich hoch, besonders bei den Analysen 4 und 6. Bei diesem Magmatypus wird fm

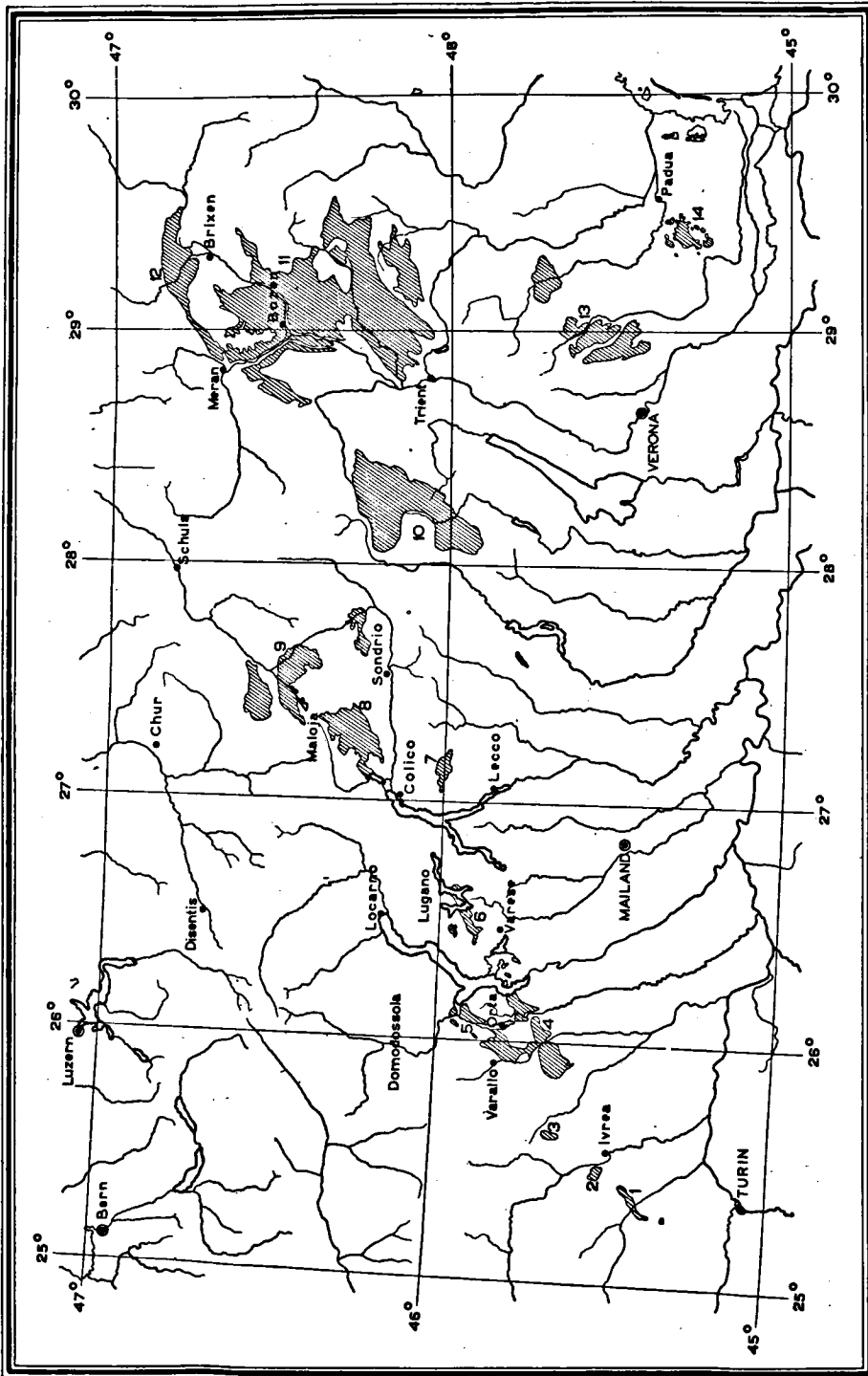


Fig. 12.

Kartenskizze der Eruptivgebiete am Südrand des Alpenbogens.

- 1. Belmonte; 2. Traversella; 3. Biella; 4. Valsesia; 5. Baveno; 6. Lugano; 7. Bassetta; 8. Bergell und Disgrazia;
- 9. Unterostalpine Decken; 10. Adamello; 11. Bozen; 12. Ulten-Riesenerfer; 13. Monzoni; 14. Euganeen.

TABELLE 9.

Bozener Quarzporphyr.

1. Analyse von SCHEERER, 2. von LEPSIUS, 3. von GÜMBEL,
4—6. von C. M. KOOMANS.

	1.	2.	3.	4. (L. 105)	5. (L. 106)	6. (L. 107)
s. g.				2,60	2,62	2,63
SiO ₂	76,14	73,24	76,52	75,42	73,50	73,30
TiO ₂	—	—	—	0,66	0,28	0,08
P ₂ O ₅	—	—	—	0,37	0,25	0,11
Al ₂ O ₃	12,69	10,33	12,10	11,24	12,16	14,80
Fe ₂ O ₃	—	1,26	1,96	1,59	2,10	1,73
FeO	1,78	1,63	—	1,13	0,07	1,18
MnO	0,17	—	—	0,02	0,01	0,04
MgO	0,32	0,46	0,22	1,66	0,28	0,80
CaO	0,51	1,66	0,85	0,66	1,15	0,65
Na ₂ O	1,82	3,52	2,94	1,54	3,25	2,61
K ₂ O	5,81	4,14	2,62	4,69	6,09	3,42
+ H ₂ O	1,03	3,31	2,74	0,73	0,91	0,90
— H ₂ O	—	—	—	0,18	0,26	0,14
	100,27	99,55	99,95	99,89	100,31	99,76
Si	490	432	536	476	421	417
al	48	36	50	41,5	41	49,5
fm	13,5	17	12	25,5	11,5	20
c	3,5	10	6	4,5	7,5	4
alk	35	36	32	28,5	40	26,5
mg	0,23	0,22	0,20	0,61	0,21	0,34
k	0,68	0,44	0,37	0,67	0,56	0,46
h	21,93	65,25	63,60	19,32	22,34	19,80
c/fm	0,26	0,60	0,50	0,18	0,62	0,21
qz	+250	+188	+308	+262	+161	+211

meist nicht höher als 15. Der hohe Eisengehalt muss hier, ebenso wie bei den Luganer Porphyren, auf die Limonitkomponente zurückgeführt werden. Der Sigmundskroner Porphyry ist der am wenigsten verwitterte; Feldspat und Grundmasse sind wenig sericitisiert.

- | | | |
|--|------------|------|
| 1. Quarzporphyr — St. Ulrido | SCHAEERER | 1866 |
| 2. Vitrophyr — Gang im Branzoller porphyr. Aver. | LEPSIUS | 1878 |
| 3. Vitrophyr — Gang im Kastelruth porphyr. Titens. | GÜMBEL | 1876 |
| 4. Eggenhaler Porphyry — bei KM 2. Eggenhal. | C. KOOMANS | 1936 |
| 5. Sigmundskroner Porphyry — Eisenbahnvertiefung.
Sigmundskron. | „ | „ |
| 6. Hocheppaner Porphyry — S. von Laives. | „ | „ |

Dies kommt in den Analysen durch den höheren alk-Werte zum Ausdruck. Der genannte Porphyry repräsentiert am reinsten den Engadinitischen Magmatypus.

A 2. Porphyre und Porphyrite von Valsesia.

An der Westseite des Lago Maggiore liegt das, von KAECH (Lit. 15) ausführlich beschriebene Porphyrygebiet von Valsesia.

Bereits LEOPOLD VON BUCH (1827) wies auf die grosse Uebereinstimmung dieser Porphyry mit denen des Luganer Gebietes hin.

Am besten aufgeschlossen ist der Quarzporphyr. Porphyrite, abwechselnd mit Tuff werden wohl angetroffen, jedoch nur an vereinzelt Stellen. Da sie speziell da vorkommen, wo Gesteine in grösserer Tiefe aufgeschlossen sind ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass sie auch an anderen Stellen unter den Quarzporphyren anwesend sind. Interessant ist auch das Vorkommen von Felsophyr, der Uebergangsmerkmale zum Quarzporphyr aufweist. Dieser Felsophyr ist wahrscheinlich dem zwischen Luino und Ponte Tresa auftretenden vergleichbar.

Aus den petrographischen Beschreibungen (Lit. 15) geht hervor, dass die Porphyry dieses Gebietes im allgemeinen noch stärker verwittert sind, als die von Lugano.

RICCIARDI (Lit. 33) hat 1885 von diesen Gesteinen verschiedene Analysen ausgeführt. Obgleich sich der Verfasser natürlich noch keiner modernen Methoden bediente, ermöglichen seine Befunde doch die Verhältnisse der chemischen Zusammenhang der Gesteine von Valsesia und Lugano vergleichenderweise betrachten zu können.

Analysiert sind folgende Gesteine:

- | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------|----------------|
| 1. Brauner Porphyrit | Ponte di Grata
(Gozzano) | analys. RICCIARDI | 1885 |
| 2. Grüner Porphyrit | San Martino
(Gozzano) | „ | „ |
| 3. Rotbrauner Porphyry | Valle del Nespolo | „ | HINDEN 1903 |
| 4. Porphyry | Montigone | „ | KAECH 1908 |
| 5. Porphyry mit schokolade-
farbener Grundmasse | Inverio Superiore | „ | RICCIARDI 1885 |

TABELLE 10.

Gesteine von Valsesia.

1 und 2. Analysen von RICCIARDI, 3. von HINDEN, 4. von KAECH,
5—8. von RICCIARDI.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
s.g.	2,608	2,645	—	—	—	—	—	—
SiO ₂	56,59	59,03	71,25	71,55	71,91	72,03	72,10	73,03
TiO ₂	—	—	0,25	0,18	—	—	—	—
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	16,86	19,33	14,39	14,23	13,51	14,87	13,98	13,51
Fe ₂ O ₃	3,78	3,18	1,38	2,27	2,14	3,11	2,08	} 3,12
FeO	6,89	4,80	1,02	0,29	1,14	2,21	2,38	
MgO	2,78	3,14	1,35	0,45	1,18	1,37	1,02	0,26
CaO	2,75	3,02	spur	spur	2,19	1,41	2,41	1,61
Na ₂ O	1,07	0,96	4,69	4,93	1,58	0,78	1,07	1,52
K ₂ O	4,76	3,07	4,24	4,97	3,72	2,32	3,29	4,87
H ₂ O	3,69	3,30	1,21	0,65	2,39	2,02	1,65	2,03
	99,17	99,83	99,78	99,52	99,76	100,12	99,98	99,95
MnO	0,59							
Si	187	186	362	377	387	384	380	420,5
al	33	36	43	44,5	43	47	43,5	46
fm	44	44,5	20	13,5	23	33	26,5	17
c	9,5	10	—	—	12,5	8	16,5	10
alk	13,5	9,5	37	42	21,5	12	13,5	27
mg	0,31	0,33	0,52	0,26	0,41	0,33	0,30	0,14
k	0,75	0,67	0,38	0,40	0,61	0,66	0,67	0,68
h	40,8	34,6	20,4	11,4	43,0	35,9	29,1	39,2
c/fm	0,22	0,23	0,00	0,00	0,55	0,24	0,51	0,58
qz	+33	+48	+214	+209	+201	+236	+226	+212,5

TABELLE 11.
Gesteine von Valsesia.
9—15 Analysen von RICCIARDI.

	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
s. g.	—	—	—	—	—	—	—
SiO ₂	74,81	75,05	76,33	76,59	76,94	77,61	77,94
TiO ₂	—	—	—	—	—	—	—
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	13,87	13,16	12,84	11,43	12,20	13,34	11,78
Fe ₂ O ₃	} 1,68	1,63	} 2,22	0,47	} 2,34	} 2,07	1,21
FeO		3,07		2,12			—
MgO	0,52	0,38	0,37	0,64	0,32	0,52	0,32
CaO	1,49	1,80	2,96	2,78	0,57	3,67	0,74
Na ₂ O	1,46	0,92	1,09	0,97	1,47	0,61	1,56
K ₂ O	4,68	2,58	3,42	3,67	4,65	2,04	4,17
H ₂ O	1,48	1,57	0,83	1,39	1,15	0,55	1,91
	99,99	100,16	100,06	100,06	99,64	100,41	99,63
Si	458	454,5	465,5	474	531,5	484	584,5
al	50	47	46	41,5	50	49	52
fm	13	26	14,5	19,5	16	14,5	11
c	10	11,5	19,5	18,5	4	24,5	6
alk	27	15,5	20	20,5	30	12	31
mg	0,37	0,13	0,23	0,31	0,21	0,33	0,33
k	0,68	0,64	0,67	0,71	0,67	0,69	0,64
ti	—	—	—	—	—	—	—
h	30,1	31,6	16,8	28,6	26,6	11,6	47,7
c/fm	0,77	0,44	1,33	0,96	0,26	1,67	0,54
qz	+ 250	+292,5	+285,5	+ 292	+311,5	+ 336	+360,5

6. „Porfido Globulare“	Invorio Superiore	analys. RICCIARDI 1885
7. Veränderter Granophyr	Arona	„ „ „
8. Porphy	Ponte di Grata	„ „ „
9. Brauner fluidaler Porphy	Briga	„ „ „
10. Porphy	Angera	„ „ „
11. Porphy	Bolzano-Ameno	„ „ „
12. Porphy	Bolzano-Ameno	„ „ „
13. Roter Porphy	Arona	„ „ „
14. Porphy	Buccione am Ortasee	„ „ „
15. Porphy	Buccione am Ortasee	„ „ „

Bei näherer Betrachtung dieser Analysen sehen wir, dass die Porphyrite von Valsesia mit den Pyroxenporphyriten von Lugano übereinstimmen.

Am besten glückt der Vergleich mit dem durch JAKOB analysierten

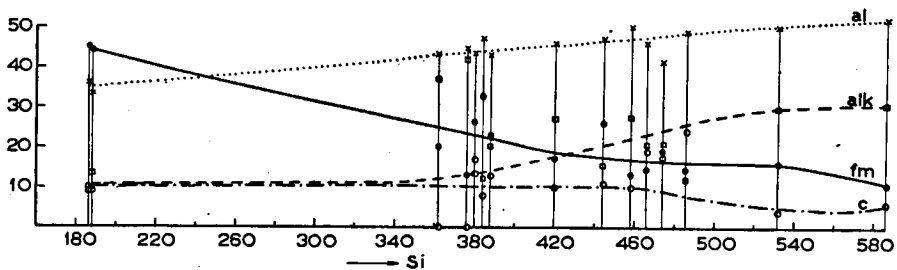


Fig. 13.

Diagramm der Gesteine von Valsesia.

Porphyrit (S. 26). Der c-Wert ist allerdings viel niedriger, was auf die von KAECH beschriebene starke Kaolinisierung zurückgeführt werden kann. Unserer Ansicht nach ist dies jedoch ausserdem einem Analysefehler zuzuschreiben, da die Gesteine eine wesentliche Menge dunkler Bestandteile wie Pyroxen und Hornblende enthalten und bei älteren Analysen die CaO-Bestimmungen häufig zu niedrig ausfielen.

Die Porphyranalysen weisen keine grossen Schwankungen auf und stimmen im allgemeinen mit denen der Luganer Quarzporphyre überein.

Die starke Verwitterung kommt in dem hohen al- und dem niederen alk-Wert zum Ausdruck. Die Analysen geben jedoch von dieser Verwitterung eine übertriebene Vorstellung da der methodische Fehler der älteren Analysen gleichfalls zu hohe Al_2O_3 - und zu niedrige Alkaliwerte ergab, was zu denselben Abweichungen führte wie die Verwitterung. Beide Faktoren werden sicher an dem grossen Unterschied der al- und Alkaliwerte mitgewirkt haben. Ueberall wo KAECHS Beschreibung auf sehr starke Verwitterung hinweist, kommt dies in den Analysen zum Ausdruck (vergl. 6, 7, 10 und 14). Bei den vier genannten Analysen ist der Alkaligehalt ungewöhnlich nieder.

Diesen Analysen gegenüber stehen Nr. 3 und 4 mit sehr hohem Alkaligehalt; diese Alkalizunahme ist die Folge eines hohen Gehaltes an Natriumfeldspat. Verglichen mit den k-Werten anderer Analysen ist der k-Wert hier denn auch klein. Gleichfalls auffallend ist in Nr. 3 und 4 der sehr niedrige CaO-Gehalt, der nur als „Spuren“ angegeben wurde.

Wegen des Fehlens von Analysen von Uebergangsgesteinen zwischen Porphyriten und Quarzporphyren hat das Differentiationsdiagramm wenig Wert. Das Uebergangsgebiet zwischen Porphyriten und Quarzporphyren ist darum im Diagramm bezüglich der Schnittpunkte der vier Linien ungenau.

Das Diagramm wurde darum auch nur wiedergegeben um die grossen Unterschiede der al- und alk-Werte wiederholt deutlich hervortreten zu lassen.

Die al- und alk-Linien liegen sehr weit auseinander, viel weiter wie durchschnittlich bei den Luganer Gesteinen. Die c-Linie bleibt infolge der niederen c-Zahlen der Porphyrite ziemlich horizontal verlaufend.

A 3. Granite und Porphyre von Belmonte.

Das westlichste permische Eruptionsgebiet ist das von Belmonte in der Zone von Canavese. FENOGLIO (Lit. 11) hat dieses Gebiet petrographisch sehr vollständig beschrieben und ausserdem von den vorkommenden Gesteinen gute chemische Analysen ausgeführt.

In dem Gebiet von Belmonte kommen Granite und Porphyre, beide permischen Alters, nebeneinander vor. Die chemische Uebereinstimmung dieser beiden Gesteinsarten ist so gross, dass an ihrer Herkunft von ein und demselben Magmaherd nicht gezweifelt werden kann.

FENOGLIO weist stets auf die „Blutverwandtschaft“ der von ihm beschriebenen Gesteine und der von Lugano hin. Bezüglich der letzteren kennt er natürlich nur zwei Granophyranalysen (12 und 13). Durch die in dem vorhergehenden Abschnitt wiedergegebenen Analysen ist diese Uebereinstimmung vollständig betätigt.

FENOGLIO misst dem Vorkommen von Fluor grosse Bedeutung bei und in der Tatsache, dass der durch PERRIER analysierte Luganer Porphyr den gleichen Fluorgehalt aufweist, sieht er eine Bestätigung seiner Ansicht. Dies ist an sich richtig. Es ist jedoch zu beachten, dass der Fluorgehalt nicht immer bestimmt wurde, sodass das Nichtangeführtsein von Fluor in anderen Analysen kein Beweis für das Fehlen hiervon ist.

Die Gesteine von Belmonte haben ausschliesslich eine Si-reiche Zusammensetzung. Kommen in Valsesia noch Porphyrite, wenn auch in viel geringerer Menge wie im Luganer Gebiet vor, so sind von Belmonte keine basischen Gesteine permischen Alters bekannt. Ein Differentiationsdiagramm kann darum hierfür nicht aufgestellt werden.

Die Unterschiede zwischen den Gesteinen sind hierfür viel zu gering. So variieren beispielsweise die Prozentwerte für SiO_2 nur zwischen ca 70 — ca 76 %.

TABELLE 12.
Gesteine von Belmonte.
1—8 Analysen von FENOGLIO.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
s. g.	2,57	2,61	2,67	2,60	2,62	2,61	2,65	2,64
SiO ₂	76,30	76,04	75,64	75,17	75,06	73,92	73,43	71,62
TiO ₂	—	0,56	0,18	—	0,09	0,04	0,21	0,13
Al ₂ O ₃	12,76	10,51	12,85	13,09	11,91	11,46	13,13	13,40
Fe ₂ O ₃	0,39	2,80	1,33	0,30	2,44	3,67	2,10	1,31
FeO	0,11	0,45	0,69	0,11	0,25	0,44	0,51	0,77
MnO	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,05	0,08	0,05
MgO	0,27	0,31	0,69	0,46	0,33	0,53	0,16	0,92
CaO	0,77	1,26	0,45	1,01	1,03	1,39	0,46	0,66
Na ₂ O	4,79	3,90	0,83	4,59	3,82	4,16	3,77	3,66
K ₂ O	4,13	3,72	5,22	4,70	4,78	3,65	5,64	5,75
H ₂ O	0,49	0,46	2,18	0,48	0,31	0,46	0,69	1,32
S	0,09	0,17	0,14	0,15	0,06	0,09	0,02	0,17
F	—	0,06	—	—	0,07	0,10	—	—
	100,13	100,28	100,13	100,08	100,18	99,96	100,20	99,76
Si	469	408	520	437	394	350	416	382
al	46	33	52	45	37	32	44	42
fm	5	27	17	6	23	31	13	16
c	4,5	7	3	6	5	7	2	3
alk	44,5	33	28	43	35	30	41	39
mg	0,54	0,15	0,40	0,73	0,19	0,20	0,12	0,82
k	0,36	0,38	0,81	0,40	0,45	0,37	0,50	0,51
ti	—	1,94	0,87	—	0,31	0,31	1,02	0,64
h	9,97	8,38	49,98	9,42	5,36	7,39	12,93	23,38
c/fm	0,90	0,25	0,15	1,00	0,21	0,22	0,16	0,19
qz	+191	+176	+308	+165	+154	+130	+152	+126

TABELLE 13.

Gesteine von Belmonte und Lugano.

9—11 Analysen von FENOGLIO, 12 von PERRIER, 13 von SCHWAGER.

	9.	10.	11.	12.	13.
s. g.	2,68	2,61	2,75		
SiO ₂	70,55	69,91	63,92	76,68	74,56
TiO ₂	0,59	0,51	0,64	0,08	—
Al ₂ O ₃	13,05	15,20	18,91	12,30	13,52
Fe ₂ O ₃	1,82	3,24	0,48	1,90	2,04
FeO	1,88	0,39	0,42	—	—
MnO	0,10	0,06	0,09	0,02	—
MgO	0,45	0,44	1,86	0,07	0,44
CaO	0,91	1,30	2,99	0,68	0,32
Na ₂ O	2,34	2,77	2,60	4,09	3,48
K ₂ O	7,22	4,79	4,58	3,77	4,94
H ₂ O	0,94	0,84	1,54	0,27	0,64
S	0,01	0,21	0,03	0,08	—
F	—	0,08	CO ₂ 2,01	0,08	—
	99,86	99,74	100,07	100,02	99,94
Si	369,5	320	276	493,5	440
al	40	41	48	45,5	47
fm	19	27	15	10	13
c	5	6	14	4	2
alk	36	26	23	40,5	38
mg	0,18	0,18	0,78	0,08	0,27
k	0,68	0,53	0,53	0,38	0,48
ti	2,20	1,65	2,07	0,38	—
h	16,36	12,92	22,31	—	—
c/fm	0,26	0,22	0,93	0,42	0,17
qz	+125,5	+116	+84	+231,5	+188

1. Porfido quarzifero bianco	— Commune.	FENOGLIO	1930
2. Granito grigio-verde	— Belmonte.	„	„
3. Porfido quarzifero grigio-verde	— Pianmezzano.	„	„
4. Granito bianco	— Belmonte.	„	„
5. Granito porfiroide roseo	— Belmonte.	„	„
6. Granito porfiroide grigio-verde	— Belmonte.	„	„
7. Porfido petroselcioso rosso	— Rivara.	„	„
8. Porfiroide sericitico	— Pratiglione.	„	„
9. Porfido petroselcioso scuro	— Pesmonte.	„	„
10. Granito roseo	— Belmonte.	„	„
11. Tufo porfirico violaceo	— Tetti.	„	„
12. Porfido granofirico rosso	— Cuasso.	PERRIER	
13. Porfido quarzifero micropegmatitico	— Figino.	SCHWAGER	

Abgesehen von Nr. 1 und 4, die dem aplitgranitischen Typus zuzurechnen sind, gehören die Gesteine dem Engadinitischen Magmatypus an. Bei den aplitgranitischen Gesteinen ist der fm-Wert niedriger, die mg-Zahl hingegen höher, als dies für diesen Typus in der Regel der Fall ist.

Si	al	fm	c	alk	k	mg	
420	44	12	6	38	0,50	0,25	Engadinitischer Magmatypus
460	46	8	5,5	40,5	0,50	0,20	Aplitgranitischer Magmatypus

Die al- und c-Werte sind niedriger, die alk-Werte höher wie bei den Porphyren von Lugano. Diese weist, ebenso wie die petrographische Beschreibung darauf hin, dass die Verwitterung weniger stark ist. Wohl ist die fm-Zahl hoch, bei einigen wie Nr. 2, 5, 6 und 10 sogar sehr hoch. Interessant ist, dass diese hohen fm-Zahlen stets bei den Graniten vorkommen und nicht bei den Porphyren.

Der hohe Eisengehalt ist hier aber nicht Limonitabsetzungen aus später eingedrungenen Lösungen zuzuschreiben, wie dies der Fall ist bei den Luganer Gesteinen, da dann parallel mit den hohen fm-Werten auch der Wassergehalt steigen müsste. Dies ist jedoch nicht der Fall. Aus der Beschreibung FENOGLIOS geht hervor, dass in diesen Graniten als accessorische Mineralien Magnetit, Ilmenit und Haematit vorkommen.

A 4. Die Tiefengesteine der Unterostalpinen Decken.

Nachdem im Vorstehenden die Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung und besonders bezüglich der Differentiationstendenz der verschiedenen Eruptivgebiete besprochen wurde, ist es von Wichtigkeit, diese Differentiationsreihen mit denen der Tiefengesteine der unterostalpinen Decken zu vergleichen. (Siehe Lit. 28.) Die Gesteine der Sella- und Berninadecken werden ja gleichfalls dem Perm zugerechnet.

Die hier vorkommenden Gesteine sind Granit, Banatit, Quarzmonzotit, Diorit und Gabbrodiorit. Ausser dieser Reihe, die sich gut in einem Differentiationsdiagramm darstellen lässt, kommen noch Alkaligranite und Alkalisyenite vor. Letztere fallen ganz ausserhalb des Diagramms, da die c- und alk-Werte stark abweichen, d.h. erstere niedriger, letztere höher sind als für die Granit-Gabbrodioritreihe.

Die Alkaligranite und -syenite gehören dem atlantischen Magmatypus (Natronreihe) an, der in den Alpen kein weiteres Vorkommen aufweist. Alle anderen Alkalireicheren Gesteine sind der Kalireihe zuzuzählen.

Das Differentiationsdiagramm der Sella- und Bernina Tiefengesteine weist auffallende Uebereinstimmung auf mit den Gesteinen von Lugano. Die Differentiationstendenz ist in beiden sehr ausgesprochen pazifisch.

Der Verlauf der vier Linien und damit zusammenhängend die Lage der Schnittpunkte der Linien ist übereinstimmend. Wir sehen dies deutlich bei den untereinander gestellten Diagramme der unterostalpinen Decken und des Luganer Porphyrgbietes (Fig. 14). Die Schnittpunkte liegen bei den folgenden Si-Zahlen:

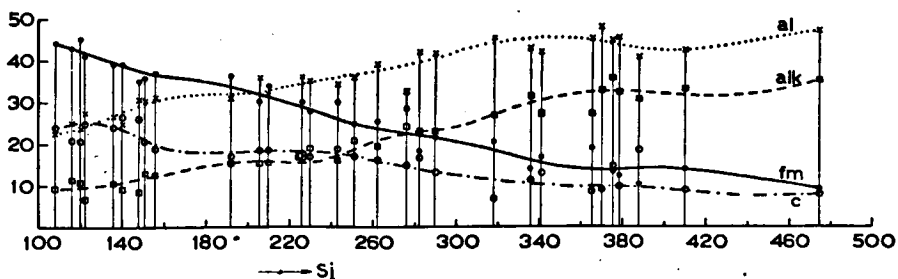


Fig. 14a.

a. Diagramm der Unterostalpine Decken.

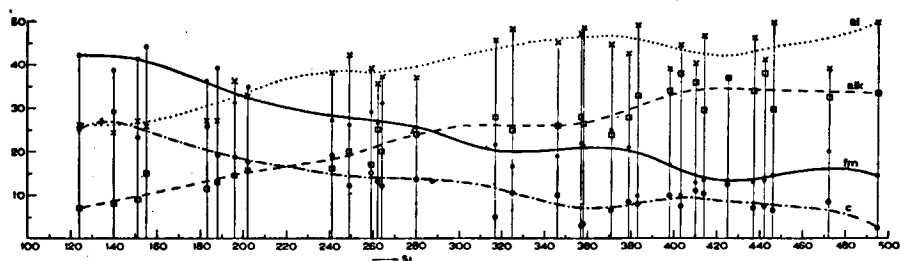


Fig. 14b.

b. Diagramm des Luganer Gebietes.

al = fm (Isotaliepunkt) in Fig. a bei Si = 200; in Fig. b Si = 210
 c = Alk " " " " Si = 230; " " " Si = 220
 fm = Alk " " " " Si = 280; " " " Si = 280

Auch die Verteilung der Gesteine innerhalb des Diagrammes stimmt für beide Gebiete überein.

NIGGLI (Lit. 23) wies bereits auf die Uebereinstimmung der Differentiationsbilder der verschiedenen spätkarbonischen bis permischen Erstarrungsgesteine alpinen Massive und unseren Eruptionsgebiete hin. Ausser den unterostalpinen Decken gehören hierzu auch das Gotthard-

und Aar-Massiv. Diese beiden Massive haben Differentiationsreihen, die denselben Charakter aufweisen wie die der bisher besprochenen Gebiete.

Die folgenden mittleren Differentiationsdiagramme wurden dem Werk: Chemismus Schweizerischer Gesteine (Lit. 28) entnommen. Siehe Fig. 15.

In beiden Diagrammen liegen die Schnittpunkte etwas mehr gegen die niedrigeren Si-Werte hin verschoben und ausserdem etwas dichter beisammen.

Gottharddiagramm:	al = fm	bei Si = 175
(Fig. 15a)	c = alk	„ Si = 180
	fm = alk	„ Si = 240
Aarmassivdiagramm:	al = fm	„ Si = 290
(Fig. 15b)	c = alk	„ Si = 150
	fm = alk	„ Si = 250.

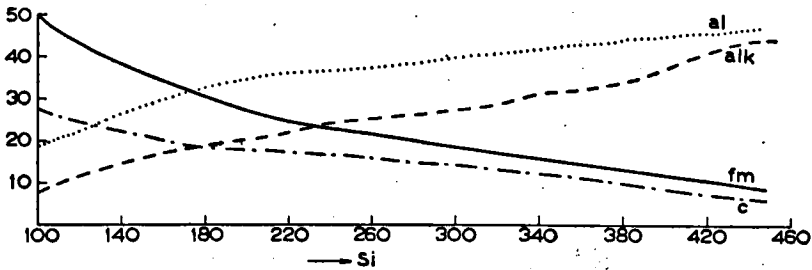


Fig. 15a.

Diagramm des Gotthardmassives.

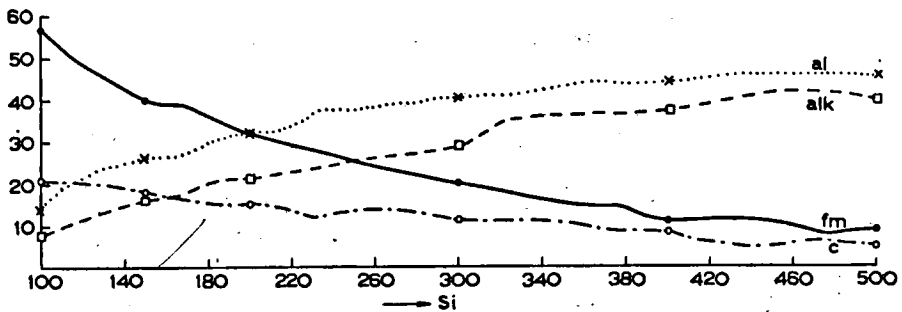


Fig. 15b.

Diagramm des Aarmassives.

Obwohl beide Diagramme noch den Kalkalkalotypus repräsentieren und die Gesteins Provinzen infolgedessen einen pazifischen Charakter aufweisen, treten besonders beim Aarmassiv Abweichungen auf. Eine der auffallendsten Abweichungen ist der niedere c-Wert, wodurch der Schnittpunkt der c- und Alkalilinie weiter nach links verschoben wird und zwar soweit, dass dieser bei einer niedrigeren Si-Zahl zu liegen kommt als der Isotaliepunkt. Hierdurch nähert sich das Aarmassiv-

Diagramm etwas dem mediterranen Typus (Kalireihe). Bei letzterem liegt nämlich der Schnittpunkt der c- und Alkalilinie bei einem niedrigeren Si-Wert wie der Isofaliepunkt. Auch andere Kennzeichen, wie die niederen Werte für al-alk und die hohen k-Zahlen weisen auf eine Tendenz zur mediterranen Differentiation. Für eine wirkliche alkalische Differentiation liegt die Alkalilinie jedoch zu nieder.

Wir sehen also, dass bei den magmatischen Vorgängen zur Perm Zeit die Differentiation überall den gleichen Charakter trug. Dies war bereits früher für die Gesteine des Gotthard- und Aarmassivs und die der unterostalpinen Decken festgestellt. Anhand unserer Ausführungen in den vorhergehenden Abschnitten können wir diese Schlussfolgerung auf die permischen Eruptivgebiete längs des Alpensüdrandes ausdehnen.

B. Tertiäre Gesteine.

In den vorigen Abschnitten wurde die Differentiationstendenz der Gesteine der permischen Eruptionsperiode besprochen.

Es entsteht nun die Frage, ob diese Differentiationstendenz bei der folgenden magmatischen Periode, die im Tertiär stattfand, den gleichen Charakter behielt.

NIGGLI (Lit. 25) hat der Differentiation der tertiären Gesteine des

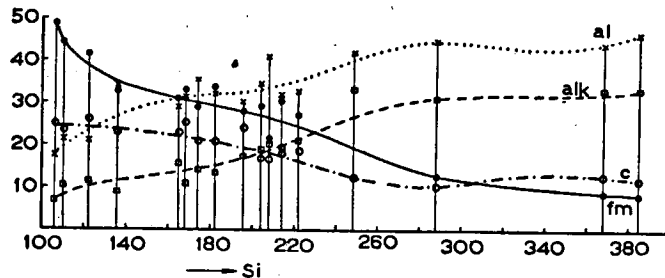


Fig. 16.

Diagramm der tertiären Gesteine.

periadriatischen Bogens eine ausführliche Studie gewidmet. Es ist daher nicht nötig, das Analysenmaterial dieser Gebiete nochmals an zu führen und zu besprechen.

Für einen Vergleich mit der permischen Differentiation ist es ausreichend, wenn wir die Diagramme der Gesteine von Traversella, Biella und dem Bergell betrachten, da die tertiären Eruptiva der Ostalpen und Karpathen die gleichen Eigenschaften aufweisen.

Die drei genannten Gebiete können in einem Diagramm vereinigt werden. Es zeigt sich dann eine deutliche Differentiationsreihe, welche von dem dioritisch-yogoitischen über den opdalitisch-quarz-dioritischen und granosyenitischen nach dem yosemitischen Magmatypus überleiten.

Das Diagramm (Fig. 16) trägt den Charakter der Kalk-Alkali-Differentiation mit Neigung zur syenitischen Differentiation.

Der Unterschied zwischen den al- und alk-Werten ist nämlich kleiner, als dies bei der mittleren pazifischen Differentiation der Fall ist.

Das kommt hauptsächlich daher, dass die alk-Werte höher sind, während die al-Linie den permischen Gebieten entsprechend verläuft. Die fm-Linie liegt im allgemeinen niedriger, der Schnittpunkt der fm- und alk-Linie damit auch bei einem niedrigeren Si-Wert ($Si = 230$).

Der Isofaliepunkt ist schwierig zu bestimmen; die al- und fm-Werte sind zwischen $Si = 160$ und $Si = 200$ ungefähr gleich.

Der Schnittpunkt der alk- und c-Linie liegt bei $Si = 200$, somit bei einem wohl etwas niedrigerem Si-Wert als dies für die meisten permischen Diagramme der Fall ist. Er liegt jedoch noch nicht niedriger als der Isofaliepunkt, wie wir dies beim Aarmassiv beobachteten.

Zwischen den permischen und den tertiären Diagramme sind weiterhin sehr deutliche Unterschiede festzustellen:

1) Das tertiäre Differentiationsdiagramm zeigt ein sehr schnelles Zunehmen des Unterschiedes alk—fm nach dem Schnittpunkt der alk- und fm-Linie. Dies weist auf eine alkalische, im vorliegenden Fall auf eine mediterrane Differentiationstendenz hin.

Bei den permischen Gesteinen treten die alk- und fm-Linien nirgends so rasch auseinander, auch nicht bei dem Aarmassivdiagramm, dass doch gleichfalls eine Annäherung an die Kalireihen aufweist. Im letzten Fall tritt die alkalische Tendenz bei den mehr basischen Gesteinen zutage, während bei den tertiären Provinzen diese Neigung bei mehr sauren Gesteinen deutlicher ist.

2) Die Verteilung der Gesteine innerhalb des Diagramms.

Bei den tertiären Gebieten kommen keine Analysen mit höheren Si-Werten als 380 vor, während viele Gesteine einen Si-Wert zwischen 160 und 180 aufweisen. Bei den permischen Provinzen sehen wir gerade das Umgekehrte: zahlreiche Analysen mit Si-Werten über 400 und praktisch keine im Bereich 160—180.

Wir sehen also, dass bei den tertiären Provinzen gegenüber den permischen ganz entschieden eine Veränderung in der Differentiationstendenz stattgefunden hat. Trotzdem ist eine Entscheidung über die Zugehörigkeit zu einem permischen oder tertiären Gebiet nur auf Grund des Differentiationsdiagramm als ausgeschlossen zu betrachten.

III. UEBER DIE ALTERSFRAGE DER GRANITE VON BAVENO UND MONTORFANO UND DES DIORITES VON BASSETTA.

Granit von Baveno.

Das Alter der Granitintrusion von Baveno und Montorfano ist noch eine Streitfrage, die viele Geologen beschäftigt. NIGGLI (Lit. 25) und STAUB (Lit. 41) rechnen diese Intrusion dem Tertiär zu, also zu derselben magmatischen Periode wie die Gebiete von Traversella und Bergell.

In den letzten Jahren war es besonders NOVARESE (Lit. 30), der sich mit dieser Frage beschäftigte. Er kommt auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen in der Zone von Canavese zu dem Schluss, dass das Bavenomassiv permisch sein müsse.

Seine Gründe hierfür sind:

1) die Uebereinstimmung zwischen den Baveno-Granit und den Gesteinen von Belmonte sowohl äusserlich, wie in ihrer chemischen Zusammensetzung;

2) das Durchschneiden des Bavenomassivs mit Porphyritgängen, die bestimmt postalpin sind und mit den Gesteinen von Traversella übereinstimmen. Demnach muss der Granit älter sein wie die Gänge. Dies letztere ist aber kein sicherer Beweis, da auch in Traversella Gänge vorkommen, welche die tertiären Gesteine durchschneiden.

Auf den ersten Punkt möchte ich in Bezug auf das Vorhergehende noch kurz eingehen.

Eines der Motive für das tertiäre Alter ist die geringe Verwitterung des Granits im Gegensatz zu den ziemlich grossen Veränderungen, die in den Porphyren und Porphyriten von Valsesia und Lugano stattgefunden haben. Das ist jedoch kein stichhaltiger Grund wenn wir die geringen Verwitterungen der Granite und Porphyre von Belmonte und der Granophyre des Luganer Gebietes betrachten. Auch einige Bozener Porphyre weisen die selbe Frische auf, wie z. B. der Sigmundskroner Porphyr.

Äusserlich stimmen der Granit von Baveno und der Granophyr, beispielsweise von Cuasso al Monte, weitgehend überein. Beide haben miarolitische Hohlräume, teilweise mit Mineralausscheidungen gefüllt, wie wir bereits in Abschnitt 4 beschrieben haben.

Auch chemisch besteht, wie direkt aus den Analysetabellen ersichtlich ist, zwischen Baveno-Granit und permischen Gesteine gute Uebereinstimmung. Die Analysen von Baveno schliessen sich zwar den Differentiationsdiagrammen der tertiären Eruptiva gut an, nehmen aber infolge der hohen Si-Werte eine Ausnahmestellung an. Im Ganzen zeigt der Baveno-Granit weitgehende Uebereinstimmung mit den permischen Erstarrungsgesteinen, nämlich von Belmonte, den Granophyren von Lugano

TABELLE 14.

Granite von Baveno und Montorfano.

1, 4 und 5. Analysen von GERHARD, 2. und 3. von JAKOB,

6. von KOOMANS, 7. von BUNSEN, 8. von SCHEERER.

	1	2	3	4	5	6 (L108)	7	8
s. g.		2,59	2,61			2,65		
SiO ₂	77,48	76,55	74,20	70,34	69,81	69,44	74,82	72,12
TiO ₂	—	0,22	0,43	—	—	0,11	—	—
P ₂ O ₅	—	0,05	0,24	—	—	0,16	—	—
Al ₂ O ₃	10,06	12,74	12,93	14,66	14,90	14,61	16,14	13,47
Fe ₂ O ₃	—	0,12	0,17	—	—	1,40	—	—
FeO	2,66	0,76	1,40	3,14	3,05	2,05	1,52	4,80
MnO	—	0,01	0,02	—	—	0,08	—	—
MgO	0,59	0,27	0,28	0,29	0,26	0,36	0,47	0,05
CaO	2,33	0,37	0,95	2,39	2,10	2,81	1,68	0,79
Na ₂ O	3,16	3,79	3,44	4,08	3,91	4,29	6,12	5,91
K ₂ O	4,03	4,53	5,27	4,76	4,99	4,36	3,55	2,25
+ H ₂ O	0,28	0,42	0,62	0,52	0,55	0,47	—	1,58
— H ₂ O	—	0,00	0,00	—	—	0,04	—	—
	100,59	99,83	99,95	100,18	99,57	100,18	104,30	100,97
Si	449,5	491	439	330	332	317		
al	34,5	48	44,5	40,5	42	39		
fm	18	7,5	10	14,5	14,5	15,5		
c	14,5	2,5	6	12	10,5	14		
alk	33	42	39,5	33	33	31,5		
mg	0,29	0,35	0,20	0,14	0,14	0,16		
k	0,46	0,44	0,50	0,44	0,46	0,40		
ti	—	1,1	1,8	—	—	0,27		
h	5,60	8,85	12,09	8,2	8,9	7,67		
c/fm	0,81	0,30	0,61	0,84	0,76	0,88		
qz	+217,5	+ 223	+ 181	+ 98	+ 100	+ 91		

und den Bozener Quarzporphyren und fällt im Diagramm mit diesen zusammen.

1. Roter Granit	— Baveno	GERHARD 1887
2. Weisser Granitalpit	— Baveno	JAKOB 1922
3. Roter normaler Granit	— Baveno	JAKOB 1922
4. Weisser Granit	— Monte Orfano	GERHARD 1887
5. Weisser Granit	— Monte Orfano	GERHARD 1887
6. Weisser Granit	— Montorfano	KOOMANS 1936
7. Roter Granit	— Baveno	BUNSEN 1881
8. Weisser Granit	— Monte Orfano	SCHEERER 1886

Auf Grund der chemischen Zusammensetzung ist es also wahrscheinlich, dass das Bavenomassiv eher ein permisches als ein tertiäres Alter besitzt. Betrachten wir jedoch die Analysen des Granits von Montorfano, so fällt der zwischen diesem weissen Granit und der roten Varietät von Baveno bestehende grosse Unterschied ohne weiteres auf. Der Baveno-Granit gehört zu dem aplitgranitischen Magmatypus, während der Montorfano-Granit dem yosemitischen einzuordnen ist.

Letzterer passt, im Gegensatz zum Baveno-Granit, denn auch besser in das tertiäre Differentiationsdiagramm als in das permische. Der Alkaligehalt ist nämlich höher als dies für permische Diagramme bei dieser Si-Zahl der Fall ist.

Falls als feststehend angenommen wird, dass die Massive von Baveno und Montorfano geologisch zusammengehören und in derselben Intrusionsperiode entstanden sind (Lit. 1), so wird wiederum sehr deutlich, dass eine Altersbestimmung auf Grund der chemischen Zusammensetzung nicht zu einem eindeutigen Resultat führt.

Vielleicht sind durch eine eingehendere Untersuchung der Lamprophyr Gänge, die allerdings nur wenig zahlreich sind in diesen Massen, bezüglich der Differentiationstendenz positivere Schlussfolgerungen möglich, als dies mithilfe der wenig differenzierten Granite möglich war.

Der Diorit von Bassetta.

Ebenso wenig wie bei dem Granit von Baveno kennen wir das Alter des Diorits von Bassetta.

STAUB nimmt an dass der Tonalit von Melirolo mit den Bergeller- und Disgrazia-Massive zusammenhängt und demzufolge ebenso wie diese beiden dem Tertiär-Zeitalter angehört (Lit. 40).

Als Bestätigung dessen weist MITTELHOLZER (Lit. 21) auf die Identität der Pegmatite aus dem Tessin und aus dem Bergeller-Massiv, auf Grund der mineralogische Zusammensetzung, hin.

Man rechnet den Diorit von Bassetta und den Tonalit von Melirolo wegen der Ähnlichkeit ihrer mineralogischen Zusammensetzung zu ein und derselben Intrusions-Periode wemzufolge der Diorit gleichfalls tertiär wäre.

FENOGLIO (Lit. 11) nimmt als selbstverständlich an, dass die chemische Zusammensetzung des Tonalits von Melirolo (Analyse 1, Tab. 15) und des Diorits von Bassetta gleich sind, sodass er beim Vergleich der Analysen der Gesteine von Belmonte mit der Analyse des Tonalits zu dem Schluss kommt, dass der Diorit von Bassetta nicht

dem permischen Alter angehören kann, da die chemische Zusammensetzung zu starke Abweichungen zeigt gegenüber der Zusammensetzung der permischen Gesteine.

NOVARESE (Lit. 29) dagegen gibt verschiedene Argumente die der Annahme widersprechen, dass der Diorit von Bassetta tertiär sei:

1. Der Gneiss-Charakter des Diorits. Früher sprach man auch oft vom Hornblendegneiss von Bassetta.
2. Die starke Kataklyse. Diese beiden Erscheinungen findet man bei den Bergeller- und Disgrazia-Massive nicht.
3. Kontakt-Erscheinungen, wie sie bei Tertiär-Gesteinen auftreten, kommen beim Diorit nicht vor.

Der Diorit steht nämlich in Kontakt mit nicht metamorphosierter Trias, REPOSSI (Lit. 32) stellte dies bereits fest.

Zumal im Zusammenhang mit der Folgerung von FENOGLIO schien es mir interessant, den Diorit von Bassetta zu analysieren, Analyse 2 der Tabelle 15 zeigt uns das Resultat.

TABELLE 15.

Tonalit von Melirolo und Diorit von Bassetta.

1. Analyse von S. STAUB. 2. von C. M. KOOMANS.

	1		2 (L 104)	
SiO ₂	56,22	Si = 168	54,75	Si = 153
TiO ₂	0,97		1,10	
P ₂ O ₅	0,77		0,25	
Al ₂ O ₃	17,54	al = 31	19,19	al = 31,5
Fe ₂ O ₃	4,80	fm = 32	2,56	fm = 36
FeO	2,28	c = 26	4,41	c = 26
MnO	0,13	alk = 11	0,28	alk = 6,5
MgO	3,51		4,67	
CaO	7,98	mg = 0,48	8,72	mg = 0,54
Na ₂ O	1,54	k = 0,27	1,61	k = 0,32
K ₂ O	2,74		1,16	
+ H ₂ O	1,17	ti = 2,1	0,98	ti = 2,35
- H ₂ O	0,09	p = 1,1	0,04	p = 0,34
	99,74	h = 12,6	99,72	h = 9,58
		c/fm = 0,79		c/fm = 0,73
		qz = + 24		qz = + 27

Tatsächlich zeigt diese Analyse eine deutlich erkennbare Ähnlichkeit mit dem Tonalit von Melirola. Der Diorit hat eine etwas niedrigere Si-Zahl und eine niedrigere alk-Zahl.

Wenn wir nun die beiden Analysen mit den permischen und tertiären Gesteinsarten vergleichen, dann sehen wir noch deutlicher als beim Granit von Baveno, dass auf Grund der chemischen Zusammensetzung keine Entscheidung gefällt werden kann, denn sowohl bei den permischen als auch bei den tertiären Gesteinen werden ähnliche Zusammensetzungen gefunden.

Die Folgerung von FENOGLIO war daher übereilt, umso mehr, da er nur über Analysen der sehr Si-reichen permischen Gesteine verfügte, die man nicht direkt mit dem basischen Tonalit und Diorit vergleichen kann.

Die Ganggesteine des Malcantone.

Die vorliegende Arbeit war schon abgeschlossen, als meine Aufmerksamkeit auf der Arbeit von BEARTH (Lit. 1a) über die Ganggesteine des Malcantone gelenkt wurde. Das Malcantone liegt unmittelbar nördlich des von HARLOFF kartierten Gebietes zwischen Ponte Tresa und Luino, so dass es wichtig ist die Gänge mit den Gesteinen der Luganer Serie zu vergleichen.

Da BEARTH ausserdem chemischen Analysen der verschiedenen Gesteinstypen ausgeführt hat, ist die Vergleichung auf chemischer Grundlage von grossen Wert.

TABELLE 16.

Niggliwerte der Ganggesteine des Malcantone.

	Si	al	fm	c	alk	mg	k
1. Camptonit	117	22	47	17	14	0.53	0.30
2. Camptonit	113	23	45	21	11	0.57	0.42
3. Diabas	121	29	40	18	13	0.63	0.18
4. Olivindiabas	125	24	43	25	8	0.61	0.29
5. Dioritporphyr	168	30	36	23	11	0.50	0.37
6. Quarzporphyr	259	35	27	12	26	0.54	0.32
7. Saurer Quarzporphyr	415	43	12	12	30	0.06	0.46

Niggliwerte von Luganer Gesteine.

26. Diabasgang	124	26	42	25	7	0.62	0.39
31. Porphyr	183	27	36	25,5	11,5	0.49	0.44
30. Porphyr	262,5	35,5	26,5	13	25	0.30	0.52
10. Quarzporphyr	414	46,5	13,5	10,5	29,5	0.08	0.48

An der Hand der Tabelle 16 ist es deutlich zu sehen, dass die Analysen ein typisch pazifisches Differentiationsbild ergeben. Zu diesem Schluss kommt auch BEARTH, aber trotzdem rechnet er die Camptonite (No. 1 und 2) zum essexitgabbroiden Magmatypus, also zur Natronreihe. Dies ist mit einander in Widerspruch, No. 1 und 2 können gleich gut zum gabbrodioritischen Magmatypus gerechnet werden. Diese beiden Typen stimmen namentlich gänzlich überein, und der Schluss zu welchem

Typus eine Analyse gehört, hängt in diesem Fall ab von den ganzen Gesteinsparagenese.

Die Analysen 3, 4, 5, 6 und 7 gehören bestimmt nicht zur Natronreihe, also muss auch der Camptonit zu der Kalk-Alkali-Reihe gerechnet werden.

No. 3 und 4 stimmen überein mit den Diabasgängen des Luganer Gebietes, welche auf Seite 36 beschrieben sind.

Der Dioritporphyrit ist zu vergleichen mit den Pyroxenporphyrite (Tab. 2) und mit dem Porphyrit No. 31 der Tab. 7.

Auch No. 6 hat grosse Ähnlichkeit mit Gesteine des Gebietes zwischen Ponte Tresa und Luino nämlich mit dem Porphyrit No. 30 der Tab. 7.

Schliesslich gehört No. 7 zur Quarzporphyrygruppe der Tab. 3.

Vergleichen wir jetzt die Analysen mit denen des Bergellermassives (Lit. 25, 28), so finden wir keine Uebereinstimmung, ausgenommen den von BEARTH gezeigte Ähnlichkeit des Dioritporphyrites und des Tonalits von Melirolo. Im vorhergehenden Abschnitt über dem Diorit von Bassetta habe ich schon darauf hingewiesen, dass diese Zusammensetzung sowohl bei den Tertiären wie bei den Permischen Gesteine anzutreffen ist.

Die anderen Ganggesteine zeigen jedoch starke Abweichungen von den Bergeller Gesteinsanalysen.

Es ist also auf Grund des Chemismus sehr wahrscheinlich, dass die Gänge des Malcantone das Luganer Porphyrgelbiet angehören und gleich wie dieses Gebiet ein Permische Alter haben.

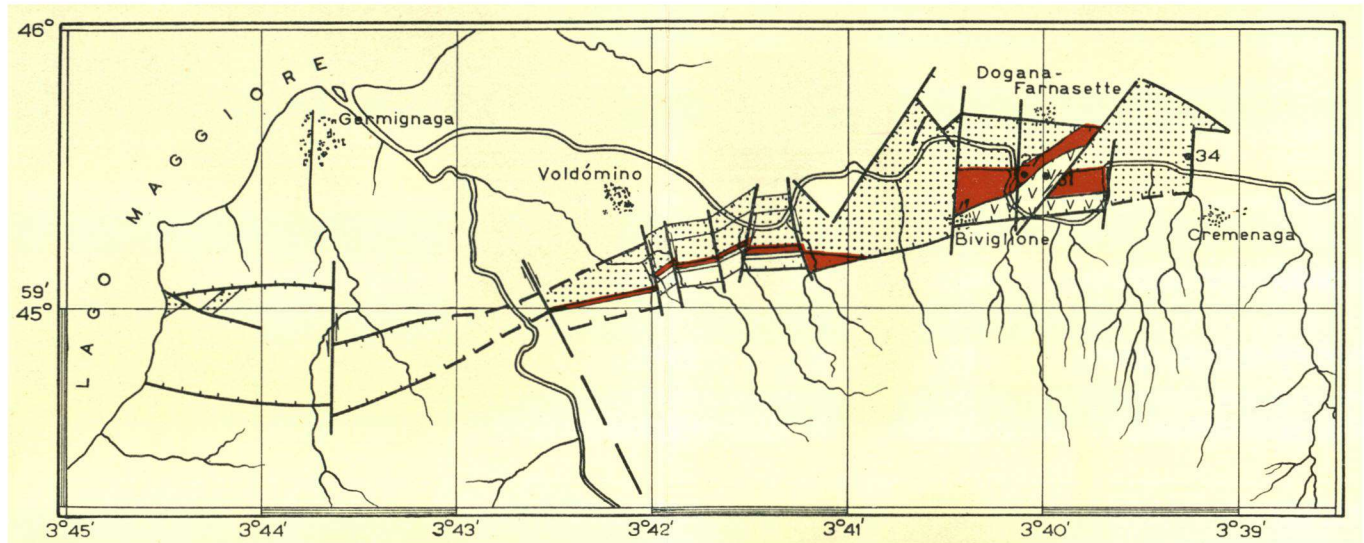
LITERATURVERZEICHNIS.

1. BALK, R. Zur Tektonik der Granitmassive von Baveno und Orta in Oberitalien. Geol. Rundschau, Bd. XV, 2, 1924.
- 1a. BEARTH, P. Die Ganggesteine des Malcantone. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. XII, 1932.
2. CADISCH, JOOS. Geologie der Schweizeralpen. Zürich 1934.
3. CROMMELIN, R. D. La Géologie de la Valsassina et de la Région adjacente au Nord. Leidsche Geol. Med., Deel IV, 1932.
4. DOEGLAS, D. J. Die Geologie des Monte San Giorgio und des Val Mara. Leidsche Geol. Med., Deel III, 1930.
5. DOZY, J. J. Die Geologie der Catena Orobica zwischen Corno Stella und Pizzo del Diavolo di Tenda. Leidsche Geol. Med., Deel VI, 1935.
6. DOZY, J. J. Beitrag zur Tektonik der Bergamasker Alpen. Leidsche Geol. Med., Deel VII, 1935.
7. DOZY, J. J. Ueber das Perm der Südalpen. Leidsche Geol. Med., Deel VII, 1935.
8. ESCHER, B. G. Geologie und Petrographie der San-Salvatore Halbinsel bei Lugano. Ecl. geol. Helv. 12, no. 5.
9. ESCHER, B. G. Vroegere en tegenwoordige opvattingen omtrent de geologie van het Porphyrgebied van Lugano. Handb. v. h. 14e Nederl. Nat. en Gen. Congres.
10. FELLEBERG, L. Analysen zweier Porphyre aus dem Maroggiatunnel im Tessin. Zeitschr. d. d. Geol. Ges., Bd. XXVII, 1875.
11. FENOGLIO, MASSIMO. Studi petrografici sulla Zona del Canavese. Periodico di Mineralogico Roma I no. 2, 1930; II no. 3, 1931; IV no. 1, 1933.
12. HARADA, T. Das Luganer Eruptivgebiet. N. Jahrb. f. Min., Beil. Bd. 2, 1882.
13. HARLOFF, CH. The geology of the Porphyrydistrict of Lugano between Ponte Tresa and Luino. Leidsche Geol. Med., Deel II, 1927.
14. KAECH, M. Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen in den Porphyrgebieten zwischen Luganer See und Val Sesia. Ecl. geol. Helv. 7, no. 2, 1901.
15. KAECH, M. Porphyrgebiet zwischen Lago Maggiore und Val Sesia. Ecl. geol. Helv. 8, no. 1, 1903.
16. KENNEDY, W. Q. The Igneous Rocks, Pyrometasmatism and Ore Depositions at Traversella. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. XI, 1931.
17. KÖNIGSBERGER, J. Doelters Handbuch der Mineralchemie, Bd. II (1), 1914.
18. KÖNIGSBERGER, J. Granitintrusion und Klufftmineralien. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. VIII, 1928.
19. KÖNIGSBERGER, J. Ueber Drusenmineralien in den Westalpen. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. XIII, 1933.
20. KUENEN, PH. H. The Porphyry district of Lugano West of the Valganna. Leidsche Geol. Med., Deel I, 1925.
21. MITTELHOLZER, A. E. Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose in der Tessiner Wurzelzone mit besonderer Berücksichtigung des Castionezuges. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. XVI, 1936.
22. MOLINARI, F. Nuove osservazione sui minerali del Granito di Baveno. Atti della Soc. Ital. di Science Naturali, XXVIII, 1885.

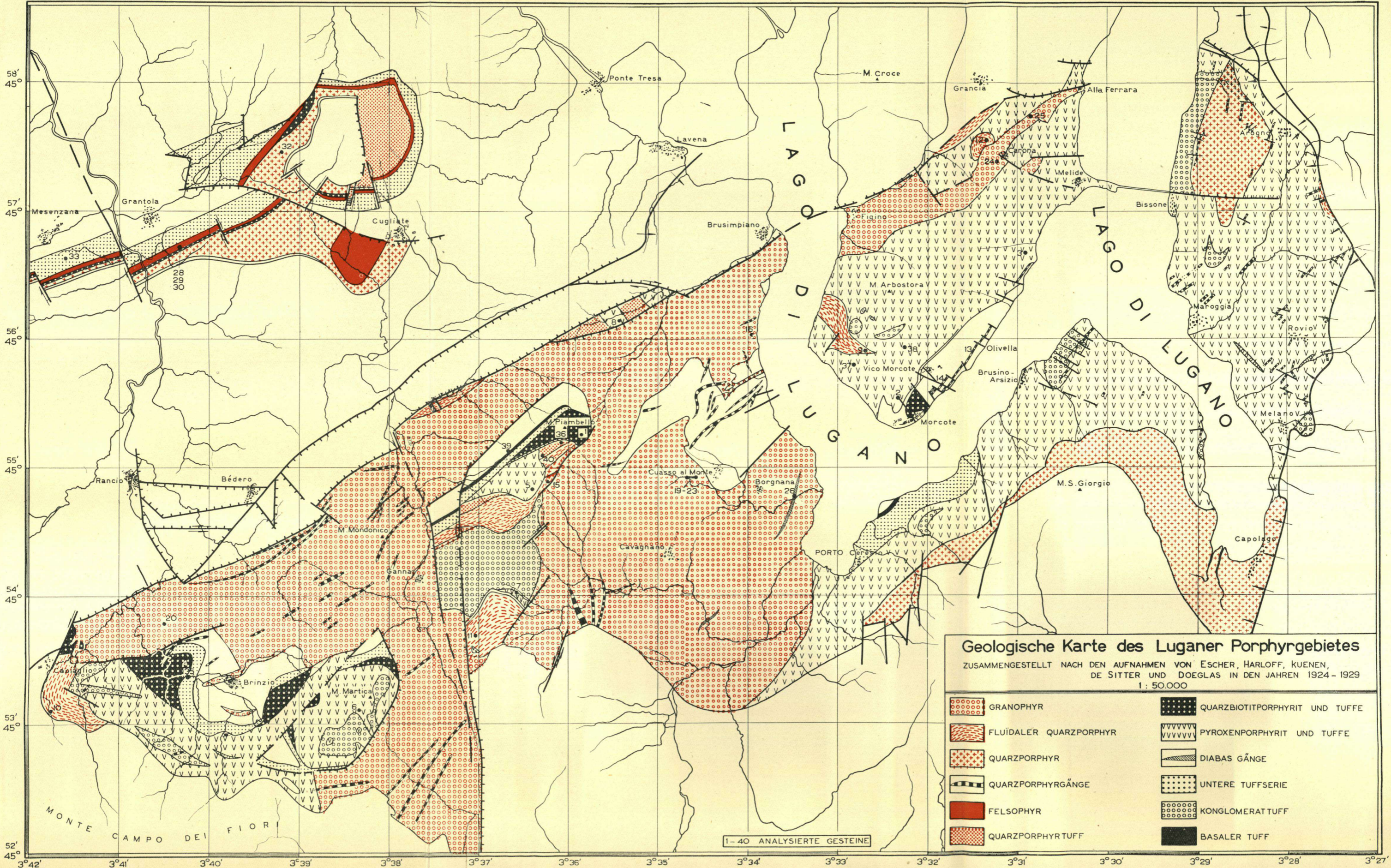
23. NIGGLI, P. Petrographische Provinzen der Schweiz. Viertelj. Naturf. Ges., Zürich 1919.
24. NIGGLI, P. Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Preisschrift Fürstl. Jablonowsk. Ges., Leipzig 1920.
25. NIGGLI, P. Der Taveyannazsandstein und die Eruptivgesteine der jungmediterranen Kettengebirge. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. II, 1922.
26. NIGGLI, P. Gesteins- und Mineralprovinzen. Berlin 1923.
27. NIGGLI, P. Lehrbuch der Mineralogie, deel II.
28. NIGGLI, DE QUERVAIN, WINTERHALTER. Chemismus schweizerischer Gesteine. Beiträge zur Geol. der Schweiz, XIV, Bern 1930.
29. NOVARESE, V. La Zona del Canavese e le formazioni adiacenti. Mem. descr. d. Carta d'Italia, vol. XXII, 1929.
30. NOVARESE, V. L'età del granito del Lago Maggiore. Boll. del R. Uff. Geol. d'Italia, Roma 1933.
31. PARKER, R. L. Ueber Lamporphyre im Granit von Baveno. Bull. Suisse de Min. et Petr., Bd. VI, 1926.
32. REPOSSI, E. La bassa valle della Mera. Memorie Soc. Ital. di Sc. Nat. Parte I, Pavia 1925; Parte II, Pavia 1926.
33. RICCIARDI, L. Sulla composizione chimica di alcune rocce eruttive comprese tra il Lago Maggiore e quello di Orta. Atti. Acc. Gioenia Catania, XVIII, 1885.
34. SALOMON, W. Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der Periadriatischen Granitischkörnigen Massen. Tschermarks Min. u. Petr., Mitt. Bd. XVII, Wien 1897.
35. SCHMIDT, C. Excursions de 1889 aux environs de Lugano. Ecl. geol. Helv. I, 1889.
36. SCHMIDT, C. und G. STEINMANN. Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano. Ecl. geol. Helv., 1890.
37. SENN, A. Beiträge zur Geologie des Alpensüdrandes zwischen Mendrisio und Varese. Ecl. geol. Helv., XVIII, 1924.
38. SITTER, L. U. DE. Les Porphyres Luganais entre le lac de Lugano et le Valganna. Leidsche Geol. Med., 1925.
39. STAUB, R. Zur Tektonik der Südöstlichen Schweizeralpen. Beiträge zur Geologische Karte der Schweiz, 1916.
40. STAUB, R. Bau der Alpen, 1924.
41. WOLFF, F. VON. Beiträge zur Petrographie und Geologie des Bozener Quarzporphyrs. Neues Jahrb. f. Min., Bl. Bd. 27, 1908.

C. M. KOOMANS.

Leidsche Geologische Mededeelingen, IX, Tafel 1.



Geologische Karte des Tresa-Tales.



Geologische Karte des Luganer Porphyrgbietes

ZUSAMMENGESTELLT NACH DEN AUFNAHMEN VON ESCHER, HARLOFF, KUENEN, DE SITTER UND DOEGLAS IN DEN JAHREN 1924-1929
1 : 50.000

- | | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------------|
| | GRANOPHYR | | QUARZBIOTITPORPHYRIT UND TUFFE |
| | FLUÏDALER QUARZPORPHYR | | PYROXENPORPHYRIT UND TUFFE |
| | QUARZPORPHYR | | DIABAS GÄNGE |
| | QUARZPORPHYRGÄNGE | | UNTERE TUFFSERIE |
| | FELSOPHYR | | KONGLOMERATTUFF |
| | QUARZPORPHYRTUFF | | BASALER TUFF |

1-40 ANALYSIERTE GESTEINE