

3. Ueber Gesteinsumbildungen bei Predazzo und am Monzoni.

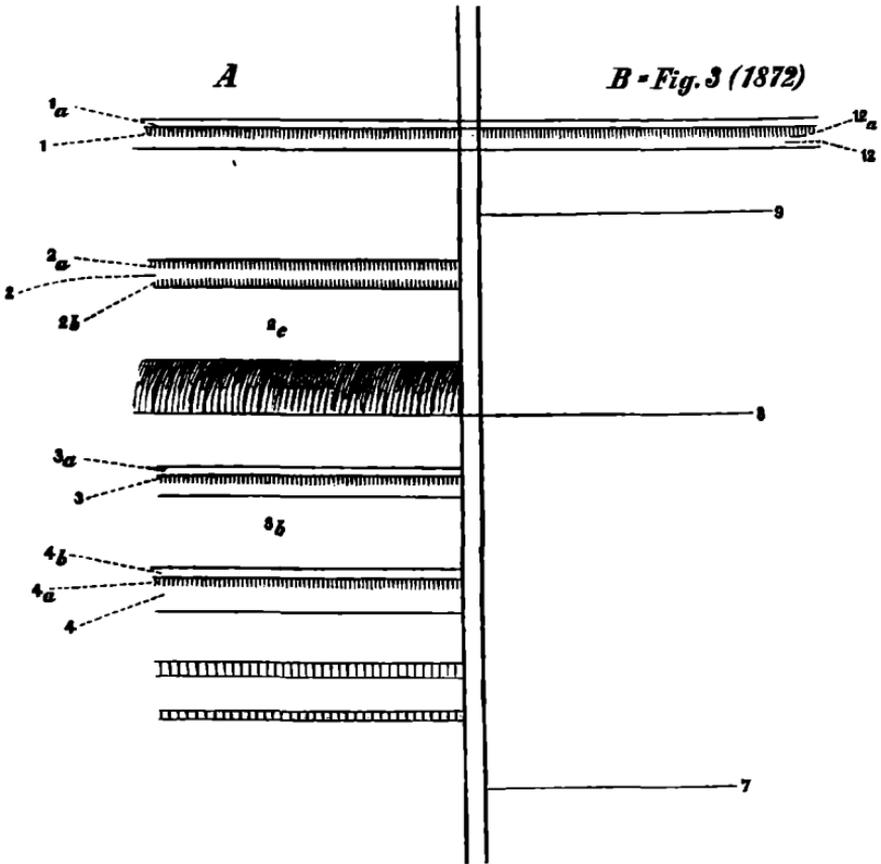
Von Herrn J. LEMBERG in Dorpat.

Das Studium der Contacterscheinungen ist deshalb für die chemische Geologie so wichtig, weil ausser der Neubildung, dem Contactgebilde selbst, auch die Factoren derselben, die mittel- oder unmittelbar chemisch aufeinander einwirkenden Mineralien sich grösstentheils erhalten haben: zur Aufstellung der chemischen Reaktionsgleichung sind Anhaltspunkte vorhanden. Zunächst müssen durch eingehende Untersuchungen empirische Regeln der Mineralvergesellschaftung gewonnen werden, erst dann lassen sich Fragen nach dem inneren Zusammenhang aufstellen und kann das Experiment mit Erfolg angewandt werden. Die vorliegende Arbeit, eine Fortsetzung einer früheren*), kann bei der Fülle des zu bewältigenden Stoffs auf Abgeschlossenheit keinen Anspruch machen, sie wurde veröffentlicht in der Hoffnung, dass die Ergebnisse derselben dem künftigen Forscher das Entwirren der verwickelten Verhältnisse erleichtern werden. Zu grossem Danke bin ich Herrn Professor ZIRKEL in Leipzig verpflichtet für die vielfache Belehrung, die mir bei der mikroskopischen Untersuchung zu Theil wurde.

Es sollen zunächst zur früheren Untersuchung des Schichten-Profils am Fusse des Canzocoli**) einige Nachträge geliefert werden, und ist aus nebenstehender Skizze die Schichtenfolge ersichtlich. Der mit A überschriebene Stab enthält die in dieser Arbeit analysirten Lagen, der mit B bezeichnete die früher untersuchten; die beigeschriebenen Zahlen beziehen sich auf die Nummern der Analysen in den entsprechenden Abhandlungen.

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872 pag. 187.

**) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872 pag. 192; vergl Fig. 3 der beigefügten Tafel. Bis auf den Fassait No. 1 sind alle in dieser und der früheren Arbeit analysirten Proben der Wand östlich vom Wasserfall entnommen.



Die in der früheren Arbeit*) analysirte Schicht No. 12 zeigt gegen den Predazit grüne, CaO- und MgO-reiche Contactzonen No. 12a.; stellenweise finden sich in derselben gut ausgebildete Fassaitkrystalle No. 1. Zwischen der grünen (12a.) und dem aufliegenden Predazit zieht sich eine schwarzgrüne Serpentinzone No. 1a.***) hin, jedoch sei bemerkt, dass die Grenzen derselben gegen die grüne Lage, sowie die der letzteren gegen die Binnenpartie der Schicht keine scharfen sind: das gilt allgemein von allen Lagen dieses Profils.

Etwa 3 Meter über der Cascade ist der schwarze Pre-

*) 1872 pag. 197. Auf der Skizze sind die grünen Contactzonen durch Schraffirung angedeutet.

**) Diese Schicht, sowie fast sämtliche in dieser Arbeit untersuchten Silicate enthalten CaCO_3 beigemengt, welches dem Gestein vor der Analyse durch verdünnte Salzsäure entzogen wurde.

dazit No. 2c. von der ca. $\frac{1}{3}$ Meter dicken, graugrünen Silicatschicht No. 2 durchsetzt. No. 2. ist der Mitte entnommen. An den Grenzen gegen den Predazit ist die Schicht dunkler grün gefärbt, doch finden sich derartige Parteen, unregelmässig begrenzt, auch in der Mitte.

No. 2a. ist die obere Grenzpartie.

No. 2b. die untere.

No. 2d. Silicatrückstand aus dem Predazit No. 2c.

Am Fusse der Cascade, zwischen den früher analysirten Carbonatschichten 8. und 7., wird der schwarze Predazit No. 3b. von einer grossen Zahl Silicatlagen durchsetzt, von welchen folgende untersucht wurden.

No. 3. ca. 1 Meter mächtig; graugrüne Grenzpartie gegen den Predazit.

No. 3a. Zwischen No. 3. und dem Predazit sich hinziehende schwarzgrüne Serpentinzone.

$\frac{1}{3}$ Meter tiefer durchsetzt den Predazit No. 3b. die ca. $\frac{1}{3}$ Meter dicke Lage No. 4. (aus der Mitte entnommene Probe); gegen den Predazit hin wird die Schicht etwas dunkler grün No. 4a, und zwischen dieser letzteren Zone und dem Predazit zieht sich eine schwarzgrüne Serpentinlage No. 4b. Unter der Schicht No. 4 treten im Predazit eine grosse Zahl meist sehr dünner Silicatlagen auf.

	No. 1.	No. 1a.	No. 2.	No. 2a.	No. 2b.	No. 2d.	No. 3.
H ₂ O	1,00	16,68	3,03	2,50	0,97	7,98	2,41
SiO ₂	46,10	35,51	51,79	43,15	45,28	41,86	44,00
Al ₂ O ₃	8,74	4,89	13,00	10,25	11,41	1,40	8,85
Fe ₂ O ₃	4,76	4,60	2,48	6,27	3,79	3,47	5,24
CaO	23,93	—	14,17	20,07	21,57	—	23,04
K ₂ O	—	—	6,62	—	—	—	—
Na ₂ O	—	—	0,78	—	—	—	—
MgO	15,47	38,32	6,44	17,76	14,98	45,29	17,35
	100	100	98,31	100	98,00	100	100,89

	No. 3a.	No. 4.	No. 4a.	No. 4b.
H ₂ O	14,80	2,20	3,37	14,61
SiO ₂	38,01	51,07	43,68	36,26
Al ₂ O ₃	4,92	11,30	8,91	7,89
Fe ₂ O ₃	4,27	4,32	4,49	4,14
CaO	1,04	15,57	23,68	0,67
K ₂ O	—	6,07	—	—
Na ₂ O	—	0,31	—	—
MgO	36,96	7,75	16,10	36,26
	100	98,56	100,23	100

	2c.	3b.
R*)	19,27	11,71
Ca CO ₃	60,23	63,24
MgO H ₂ O	19,99	25,05
	<hr/> 99,49	<hr/> 100

Die grünen Zonen 2a., 2b., 3., 4a., sowie die in der früheren Arbeit (1872 pag. 197) analysirten 7d., 11., 12a. zeigen im Dünnschliff, unter dem Mikroskop, kleine blaugrüne, lebhaft farbig polarisirende Körnchen, zwischen welchen stellenweise dunkelgrüne Körnchen eingelagert sind; irgendwelche Krystallumrisse konnten in keinem Fall beobachtet werden. Die chemische Zusammensetzung der grünen Zonen stimmt mit der mancher Augite überein und es möge die Bezeichnung „Augitzonen“ vorläufig gestattet sein. Die K₂O-reichen Binnenzonen 2. und 4. zeigen im Dünnschliff kleine, polarisirende Körnchen, die nach der Analyse vielleicht die Deutung als Augit und Orthoklas zulassen; ferner finden sich schwach braune, etwas dichroitische Stellen, wohl Magnesia-glimmer. Die mikroskopische Untersuchung ist hier, wie in allen folgenden Fällen an den analysirten Proben angestellt worden. Die Al₂O₃-reichen Serpentinzonen 1a., 3a., 4b. lassen unter dem Mikroskop nichts über ihren Ursprung erkennen. Die Ergebnisse dieser und der früheren Analysen sind folgende.

Die Carbonate sind meist Predazzite, seltener Calcite, die mehr oder weniger mit MgO-Silicaten (Olivin, Serpentin, Spinell) innig vermengt sind. Die die Carbonate durchziehenden, mächtigeren Silicatlagen sind in der Mitte alkalireich, an den Grenzen gegen die Carbonate alkalifrei, dagegen reich an CaO und MgO; dünne Lagen sind in ihrer ganzen Masse CaO- und MgO-reich. Diese CaO- und MgO-reichen Zonen zeigen in ihrer chemischen Zusammensetzung grosse Uebereinstimmung; zwischen den eben genannten Augitsäumen und den Predazziten ziehen sich häufig schwarzgrüne Serpentinzonen hin.

Zwischen dem *toal del mason* und dem *toal dei Rizzoni* am Monzonigebirge ist eine grosse Scholle veränderter Carbonat- und Silicatschichten im Monzonit eingebettet. Als Wegweiser für künftige Untersuchungen wurden folgende Analysen ausgeführt.

5. Graugrüne, 3 Centim. dicke Lage, im Dünnschliff dasselbe Bild darbietend wie die Augitzonen am *Canzocoli*; dieselbe ist beiderseits von braunen Serpentinzonen 5a. umgeben. Die Lage durchsetzt krystallinischen Kalkstein.

*) R = in HCl unlöslicher Silicatrückstand.

6. Graugrüne, 2 Centim. dicke Lage; durchsetzt Kalkstein; im Dünnschliff wie 5.; spinellhaltig.

7. Graue, 5 Centim. dicke Lage, beiderseits von sehr dünnen, braunen Serpentinzonen umgeben; durchsetzt Predazzit. Im Dünnschliff sieht man farblose, polarisierende Körner, ferner führt die Zone wenigstens 0,88 pCt. Spinell, welcher nach der Behandlung mit HF zurückbleibt. Um durch die Analyse zu entscheiden, dass wirklich Spinell vorliegt, wurde eine grössere Portion, 100 Gramm, in Arbeit genommen, doch ist bei so grossen Mengen die Aufschliessung durch HF nicht zweckmässig. Es wurde deshalb das gröbliche Pulver in kleinen Mengen in schmelzendes kohlen-saures Natron-Kali eingetragen und kurze Zeit geglüht, bis die anfangs stürmische CO₂-Entwicklung bedeutend nachgelassen hatte; hierbei wird der grösste Theil der Silicate aufgeschlossen, der Spinell aber wenig angegriffen. Die Schmelzen wurden mit H₂O ausgelaugt, dann mit HCl und NaHO behandelt und das rückständige Gemisch von Spinell und wenig Silicat mit HF zur Zerlegung des letzteren digerirt. Zum Austreiben des HF lasse man die Schwefelsäure kurze Zeit und bei nicht höherer Temperatur als 100° einwirken, weil sonst ansehnliche Mengen Spinell in Lösung gehen. Die Zusammensetzung des durch Kalibisulfat aufgeschlossenen Spinells giebt die Analyse 7a.

8. 15 Centim. dicke weisse Schicht, ist beiderseits von gutbegrenzten, braunen Serpentinzonen 8a. umgeben; diese Schicht durchsetzt den Predazzit am Allochel. Im Dünnschliff zeigt die Schicht 8. farblose, polarisierende Körner (Augit?), ferner weissen Glimmer und Gruppen von Körnern, die durch Aggregatpolarisation-zeigende Substanz getrennt sind, selbst jedoch dieselbe optische Orientirung besitze; diese Gruppen sind den theilweise serpentinisirten Olivinen ähnlich, auch ist der hohe MgO- und H₂O-Gehalt von 8. dieser Deutung günstig. Alle von 5. ab analysirten Proben enthalten Eisenkies, dessen sehr wechselnde Menge nicht angegeben, sondern bei der Berechnung der Analyse in Abzug gebracht ist.

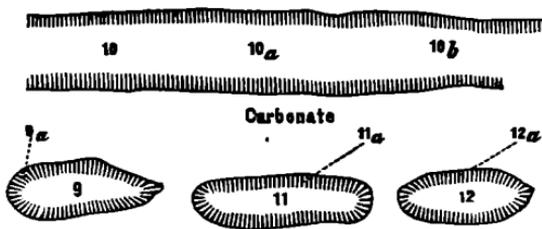
	5.	5a.	6.	7.	7a.	8.	8a.
H ₂ O	3,20	15,89	0,62	2,50	—	3,22	13,40
SiO ₂	42,14	33,84	37,67	38,73	—	44,67	36,33
Al ₂ O ₃	11,79	6,04	20,51	16,31	69,73	11,36	5,48
Fe ₂ O ₃	2,68	3,24	2,75	4,55	2,43	2,80	2,12
CaO	23,33	—	19,20	18,99	—	17,26	0,38
MgO	16,86	40,99	18,81	16,98	27,84	20,51	41,32
R	—	—	0,44*)	0,88*)	—	0,18**)	—
	100	100	100	98,94	100	100	99,02

*) In HF unlöslicher Spinellrückstand.

**) Alkali.

Auch hier sind die dünnen Silicatlagen in ihrer ganzen Masse CaO- und MgOreich, und zeigen eine ähnliche Zusammensetzung wie die Augitzonen am Canzocoli; zwischen ihnen und den Carbonaten ziehen sich Serpentinausläufer hin.

Am palle rabbiose, oberhalb der Mineralfundstätten, tritt in der Berührungsgegend des Monzonits und Kalksteins ein Profil sehr veränderter Schichten zu Tage: es sind abwechselnde Lagen von Carbonaten und Silicaten, auch Schmitzen letzterer in ersteren eingebettet. Die Silicatschichten sind entweder oberflächlich hellgelb, im Innern grünlichgelb oder dunkelgrün gefärbt, und zwar treten die dunkelgrünen oft auf als Contactsäume der hellen Lagen gegen die Carbonate, wie folgende Skizze veranschaulicht. Die Schraffurung bezeichnet die dunkelgrünen Zonen.



Die dunkelgrünen Säume sind nach der Analyse serpentartige Verbindungen, die Binnenpartien zeigen einen wechselnden Habitus. Entweder sind es dichte, grünlich gelbe, etwas mit CaCO_3 imprägnirte Silicate 9., welche gegen die Carbonate durch einen dunkelgrünen Saum 9a. begrenzt sind; oder die Binnenzone besteht aus einem grobkörnigen Gemenge von Calcit und sehr veränderten, bis 1 Centm. grossen gelbgrünen Krystallen 10., 10a., 10b. (verschiedenen Stellen entnommen), oder aus einer dichten, grünlich gelben, etwas mit CaCO_3 imprägnirten Masse, äusserlich sehr ähnlich dem Silicate 9., chemisch jedoch von demselben völlig verschieden: 11. und 12.; 11a. und 12a. sind die zugehörigen dunkelgrünen Säume. Alle diese Silicate werden durch HCl zerlegt, 11. und 12. recht langsam aber fast völlig.

	9.	9a.	10.	10a.	10b.
H ₂ O	14,68	17,77	13,68	13,01	13,66
Si O ₂	32,29	33,39	36,03	39,75	34,96
Al ₂ O ₃	9,90	8,49	8,21	4,20	8,68
Fe ₂ O ₃	3,08	2,24	3,59	4,72	3,42
Ca O	10,01	1,21	4,90	3,89	6,73
Mg O	29,51	35,88	33,75	33,87	32,55
R*)	0,60	0,54	0,22	0,76	—
	100,07	99,52	100,38	100	100

*) In HCl unlöslicher Rückstand.

	11.	11a.	12.	12a.
H ₂ O	1,60	16,65	4,88	16,89
Si O ₂	41,70	33,32	42,22	33,49
Al ₂ O ₃	12,31	7,78	10,92	8,44
Fe ₂ O ₃	6,16	2,37	2,65	2,54
Ca O	24,99	0,66	21,80	1,01
Mg O	13,06	37,73	17,71	35,68
	99,82	98,51	100,08	98,05

Die dunkelgrünen Säume gleichen in ihrer Zusammensetzung den Serpentin am Canzocoli, ebenso die Silicate 11. und 12. den Augitzonen 2a., 2b., 3. etc. Die Silicate 9., 10a. und 10b. sind ursprünglich CaOreiche Verbindungen gewesen und haben den CaO gegen MgO und H₂O ausgetauscht; der wechselnde CaO-Gehalt ist nicht auffallend, da, wie später durch den Versuch dargethan wird, dieser Stoff sich leicht durch MgO ersetzen lässt. Es ist wahrscheinlich, dass das dichte Silicat 9. und die Krystalle 10a. und b. identisch sind, jedoch aus welchem Mineral hervorgegangen? Die wahrscheinlichste Annahme ist die, dass sie umgewandelte Augite sind und aus dem Silicat 11. und 12. entstanden; hierfür spricht: 1) dass unter den Pseudomorphosen 10a. und b. sich bisweilen Krystalle von der Form des Augits*) fanden (leider nur an einem Ende ausgebildet), 2) zeigen die Silicate 11. und -12. im Dünnschliff blässgrüne, von Rissen durchzogene, lebhaft farbig polarisierende Körner ohne bestimmte Umrisse; dasselbe Bild bot auch 9. im Dünnschliff dar, nur waren die Körner stellenweise trübe oder zeigten Aggregatpolarisation. Es sollen nächsten Versuche angestellt werden, ob bei der Behandlung von 11. mit MgCl₂-Lösung ein Ersatz des CaO durch MgO und H₂O möglich ist.

Es liegt nahe anzunehmen, dass die dunkelgrünen Serpentinssäume durch weiteren Ersatz des CaO durch MgO und H₂O aus den Binnenpartien hervorgegangen, umso mehr als die Umbildung sich künstlich herbeiführen lässt, doch ist das saumartige Auftreten dann schwer zu erklären; wenn das hindurchsickernde Wasser in den tieferen Schichten solche Umwandlungen bewirkte, so musste es wenigstens die höheren Lagen in ihrer ganzen Masse verändern, waren jedoch Saura und Binnenpartie ursprünglich verschieden, so erklärt sich alles ungezwungen; dabei ist nicht nothwendig, dass verschiedene Mineralien vorlagen, es genügt, wenn die chemische Zusammensetzung Unterschiede zeigte. Alles zusammengefasst ergibt

*) Man könnte auch an Monticellit denken, wäre nicht der hohe Al₂O₃-Gehalt gegen diese Deutung.

sich, dass die Carbonate von CaO- und MgO reichen Silicatlagen und -Schmitzen durchsetzt werden, die meist von Serpentinaugen umgeben sind.

Die durchsetzten Kalk- und Predazzitschichten sind oft mit bedeutenden Mengen von Silicaten innig vermengt; 12b. giebt die Zusammensetzung eines solchen im Predazzit sich vorfindenden serpentinartigen Silicats.

	12 b.
H ₂ O	15,01
Si O ₂	38,02
Al ₂ O ₃	6,73
Fe ₂ O ₃	3,20
Ca O	1,17
Mg O	36,87
	100

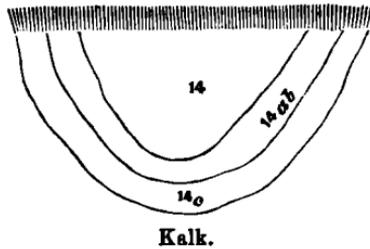
In das Profil dringt ein schmaler Monzonitgang ein, der folgende Contactzonen, vom Monzonit aus gerechnet, zeigt: erst eine braune Zone 13., aus Granit und hellgrünen, polarisierenden Körnern, wohl Augit, bestehend; dann eine ca. 1 Cm. dicke, dichte, grünliche Zone 13a., die stellenweise grüne polarisierende Körner und dunkelgrünen Serpentin eingesprengt enthält, und endlich gegen den Kalkstein einen dunkelgrünen Serpentinaugen 13 b.

	13.	13 a.	13 b.
H ₂ O	1,48	9,84	15,50
Si O ₂	41,33	27,16	32,40
Al ₂ O ₃	13,18	12,94	11,14
Fe ₂ O ₃	6,81	4,52	3,70
Ca O	28,28	10,27	1,90
Mg O	9,58	20,05	34,87
R*)	—	14,65	—
	100,66	99,43	99,51

Der Serpentinaugen und die Zone 13a. sind den untersuchten Proben 9a. und 9. sehr ähnlich, wahrscheinlich ist der durch HCl zerlegbare Antheil von 13a. nichts weiter als umgewandelter Augit; der Monzonit zeigt äusserlich keine Abweichung vom typischen. — Oberhalb des Profils dringt ein kleiner Monzonitläufer in den Kalk, und sind die Contacterscheinungen aus folgender Skizze ersichtlich:

*) In HCl unlöslicher Rückstand.

Vegetation.



Der Monzonit 14. besteht vorherrschend aus grosskrystallinischem Orthoklas und wird stellenweise von etwas Wollastonit durchsetzt; der Uebergang in das typische Gestein ist nicht blossgelegt. Den Monzonit umgibt eine beiderseits scharf begrenzte, circa 5 Centim. dicke weisse Zone, aus 57,03 pCt. Wollastonit und 42,78 pCt. Granat 14 b. bestehend. 14 a. giebt das Verhältniss des in HCl löslichen Antheils (Wollastonit) der Zone zum Granat. Zwischen diesem Saum und dem Kalkstein zieht sich, mit beiderseits scharfen Grenzen, ein 1 bis 5 Centim. dickes, hellgrünes Band 14 c.; im Dünnschliff beobachtet man grössere, hellgrüne, oft von Rissen durchzogene Körner, die wohl Angit sind; hin und wieder finden sich dunkelgrüne Körner eingesprengt.

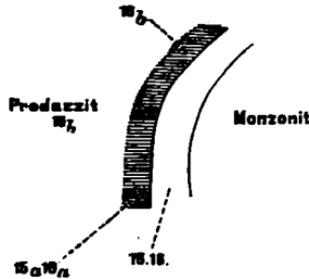
	14.	14 a.	14 b.	14 c.
H ₂ O	0,59	0,55	—	0,90
Si O ₂	63,10	27,33	41,00	44,50
Al ₂ O ₃	15,34	2,73	19,72	11,46
Fe ₂ O ₃	2,24	0,78	3,94	5,22
Ca O	4,09	25,29	34,73	25,44
K ₂ O	13,41	42,78*)	—	—
Na ₂ O	1,06	—	—	—
Mg O	0,35	0,35	1,47	12,75
	100,18	99,81	100,86	100,27

Am le Selle, oberhalb des Sees, berührt der Monzonit den Predazit und zeigt an einer Stelle**) folgende Contactgebilde. An den Monzonit legt sich eine hellgrüne Zone, die im Dünnschliff dem Saum 14 c. gleich erscheint; zwischen dieser und dem Predazit zieht sich eine Serpentinlage hin,

*) In HCl unlöslicher Granat.

**) Die Stelle ist leicht zu finden, wenn man dem Rinnsale folgt, der an der Grenze von Predazit und Monzonit herabsickert. Abgelöste Contactstücke finden sich übrigens oft im Rinnsale selbst.

die wahrscheinlich aus Monticellit hervorgegangen, wenigstens fanden sich Krystalle, die an einem Ende (das andere war nicht ausgebildet) Monticellit-ähnliche Flächen zeigten.



15. Grüne Augitzone.

15 a. Serpentinzone, schwarz gefärbt, stellenweise stark glänzend, aus schlecht ausgebildeten Krystallsäulchen bestehend.

15 b. Predazzit, berührt die Zone 15 a.

16. Grüne Augitzone von einer anderen Stelle.

16 a. Dunkelgrüne Serpentinzone, hier und da besser erhaltene Krystalle führend.

16 b. und 16 c. Ausgesuchte, jedoch schlecht erhaltene, schwarzbraune Krystalle aus einer Serpentinzone.

	15.	15 a.	16.	16 a.	16 b.	16 c.
H ₂ O	1,77	14,03	1,63	14,10	14,99	15,01
Si O ₂	41,59	35,78	41,92	39,82	39,12	38,42
Al ₂ O ₃	11,24	5,47	12,16	1,28	2,90	2,50
Fe ₂ O ₃	8,47	5,39	7,16	4,55	4,36	4,62
Ca O	23,39	0,28	23,00	—	—	—
Mg O	13,68	37,68	14,13	39,07	38,10	38,87
	100,14	98,63	100	98,82	99,47	99,42

15 b.

R *) 0,33

Ca CO₃ 69,66

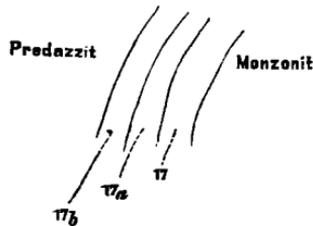
Mg OH₂O 29,36

99,35

Am Allochet zeigt der Monzonit an einer Stelle gegen den Predazzit folgende Zonen. Mit scharfer Grenze legt sich ein circa 5 Centim. dicker, grauer, aus Granat und grünem

*) R = in HCl unlöslicher Rückstand.

Augit bestehender Saum 17. an, worauf eine schlecht begrenzte graugrüne Lage 17a. folgt; im Dünnschliff zeigt sie blassgrüne, von Rissen durchzogene Körner, wie sie bei den Zonen 14c., 15., 16. beobachtet wurden. Zwischen dem stark ausgelaugten Predazzit und 17a. ist der gelbgrün gefärbte Serpentin 17b.



	17.	17 a.	17 b.
H ₂ O	1,87	3,81	15,12
Si O ₂	39,18	43,77	34,11
Al ₂ O ₃	16,65	15,14	6,68
Fe ₂ O ₃	5,41	3,65	3,94
Ca O	32,56	20,35	1,61
Mg O	3,76	11,73	37,17
	99,43	98,45	98,63

Die Reihenfolge der Contactzonen vom Monzonit an gerechnet ist diese: Granat, Augit, Serpentin (Monticellit). Diese regelmässige Anordnung, zusammengehalten mit der oft sehr scharfen Abgrenzung der Säume gegen einander, ist mit der landläufigen Theorie, wonach die Contactgebilde durch Zusammenschmelzen von Monzonit und Carbonaten entstanden, gar nicht vereinbar. Trat der feurigflüssige Monzonit etwa mit Dolomit in Berührung, so musste beim Zusammenschmelzen die CO₂ ausgetrieben werden, und die entweichenden CO₂-Blasen führten eine innige Mischung des Magmas herbei; dieselbe musste auch hervorgebracht werden durch die Strömungen des Magmas in Folge der Temperaturunterschiede an der Grenze und im Innern. Die chemische Zusammensetzung der Contactzonen ist ferner nicht derartig, dass sie durch einfache Addition der Monzonit- und Dolomit- Bestandtheile sich darstellen lässt; soll z. B. Batrachit durch Zusammenschmelzen von Dolomit und Monzonit hervorgehen, so müssen der grösste Theil der Thonerde und sämtliche Alkalien ausgeschieden werden. Wir wollen auf die Complicirtheit dieses Saigerungsprocesses nicht näher aufmerksam machen, jedenfalls mussten

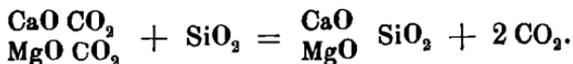
auch diese Saigerungsströme eine Mischung des Magmas herbeiführen. Durch Zusammenschmelzen konnte der Monzonit an den Grenzen nur CaO- und MgOreicher werden, eine regelmässige und oft scharf begrenzte Anordnung bestimmter Mineralien jedoch nicht hervorgehen.*) Nur Wasser, welches aus dem Monzonit und dem Carbonat Stoffe aufnahm, vermochte so regelmässige Mineralzonen abzusetzen; hohe Temperatur mochte dabei im Spiel, ja sogar unerlässlich sein, was sich zur Zeit jedoch mit Sicherheit nicht entscheiden lässt.

Die chemische Zusammensetzung der Augitzonen um den Monzonit und im Schichtenprofil bei Cancocoli ist eine recht ähnliche, aus dem Grunde ist es schon einigermaassen wahrscheinlich, dass ihre Bildungsweise eine ähnliche gewesen ist, auch ist die Reihenfolge der Contactzonen am Monzonit und im Schichtenprofil dieselbe: erst Augit dann Serpentin. Zwischen den sich berührenden Carbonaten und Augitzonen bestehen entschieden genetische Beziehungen, doch lassen sie sich zur Zeit nicht aufdecken. Wären die Augite sehr Al_2O_3 -arm, so liesse sich ihr Auftreten in der Nähe des Carbonats begreifen: die Thonerde des Monzonits und der Binnenzonen 2. und 4. ist ein verhältnissmässig stabiler Stoff, der durch Wasser nicht weit fortgeführt wird, andererseits sind CaO-

*) Es sei bei der Gelegenheit auf eine oft besprochene Frage hingewiesen. Es wird ein Gesteinsfragment von einem feurigflüssigen Magma umhüllt, ist es möglich, dass die strengflüssigen Bestandtheile des Fragments mit dem Magma verschmelzen, während die leichtflüssigen erhalten bleiben. Die Möglichkeit muss zugegeben, die Realität freilich in jedem einzelnen Falle durch den Versuch dargethan werden. Das flüssige Magma wirkt nämlich nicht nur als glühender Körper durch seinen Wärmeüberschuss auf das Fragment, sondern kann auch mit den Bestandtheilen desselben in chemische Wechselwirkung treten und dieselben in leichtflüssige Verbindungen umwandeln; hat sich diese Umwandlung nur auf strengflüssige Mineralien erstreckt, so liegt die scheinbar sich widersprechende Thatsache vor, dass die leichtflüssigen Mineralien sich bei einer Temperatur erhalten haben, bei welcher die schwer schmelzbaren verlasten. Wenn man z. B. Leucit und Albit in geschmolzenes NaCl einträgt, so wird der erstere rasch in den leicht schmelzbaren Natronleucit umgewandelt, während der Albit unverändert bleibt. Noth auf einen anderen Gegenstand sei hingewiesen. Aus der Thatsache, dass die Temperatur im Erdinnern mit wachsender Tiefe langsam zunimmt, hat man die Gegenwart eines heissen resp. glühenden Erdkernes in Abrede gestellt, und die erhöhte Temperatur ausschliesslich von hydrochemischen Processen hergeleitet. Zu dieser Annahme zwingen die Thatsachen noch nicht, es können auch beide Wärmequellen nebeneinander bestehen. Rührte die Erdwärme ausschliesslich von einem glühenden Kern her, so müsste allerdings die Temperatur mit zunehmender Tiefe fortschreitend wachsen; addirt sich jedoch in den oberen Schichten Wärme, von hydrochemischen Processen herrührend, hinzu, so muss natürlich das „Gesetz der Temperaturzunahme“ in den oberen Schichten ein anderes sein.

und MgO - Carbonat leicht löslich, in der Nähe der Carbonatwand würden sich vorherrschend Al_2O_3 arme, dagegen CaO- und MgOreiche Silicate bilden. Der Al_2O_3 -Gehalt der Augite ist jedoch nicht viel geringer, als der der Granat- und der Binnenzonen 2. und 4. Hervorgehoben sei, dass die Mineralien der Hornblende- und Augitgruppe auch anderweitig als Contactzonen beobachtet werden konnten: die Kalklager auf Kimito*) werden von Orthoklasgranitgängen durchsetzt, die beiderseits von Labradorgranitbändern umsäumt sind; zwischen letzteren und dem Kalkspath zieht sich häufig eine dünne Hornblendezone hin; ebenso werden die Feldspatheinlagerungen im Serpentin von Zöblitz**) und Waldheim bisweilen von Hornblendesäumen umgeben. Aehnliches ergab eine mikroskopische Untersuchung der in der früheren Arbeit***) analysirten Melaphyre und deren Contactproducte: der Melaphyr 25. zeigt im Dünnschliff viel Orthoklas, wenig Plagioklas, grössere Augitkrystalle und kleine, grüne, polarisirende Körner, während die Contactzone 25 a. nur aus letzteren besteht und den in vorliegender Arbeit untersuchten Augitzonen bis zum Verwechseln gleicht; der Melaphyr 26. besteht aus Plagioklas, Orthoklas und grünen Körnern, seine Contactzone 26 a. nur aus letzteren. Das fälschlich als Melaphyr bezeichnete Gestein 23 c. (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. pag. 215) zeigt im Dünnschliff nur grüne Körner. Man darf also sagen: die Mineralien der Augitgruppe treten als Contactproducte mit Vorliebe in der Nähe des Kalksteins, Dolomits und Olivins auf. Sind auch die angeführten Fälle zu gering an Zahl zur Aufstellung einer allgemein gültigen Regel, so fordern sie doch zum weiteren Verfolgen des Gegenstandes auf.

Die äusserste Zone zwischen dem Augit und Carbonat ist Serpentin, vielleicht in den meisten Fällen aus Monticellit hervorgegangen. Da das Mineral Al_2O_3 arm und sehr basisch ist, ist dessen Auftreten in unmittelbarer Nähe des Dolomits erklärlich; man kann den Batrachit aus Dolomit hervorgegangen denken durch Verdrängung der CO_2 durch SiO_2 :



Da durch Zusammenschmelzen von 1 Mol. Dolomit mit 1 Mol. SiO_2 ein trübes, gegen $MgCl_2$ - und NH_4Cl -Lösung

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1870. pag. 803.

**) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875. pag. 531.

***) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. pag. 217. Leider konnte wegen Mangel an Material nicht in allen Fällen die mikroskopische Untersuchung angestellt werden.

sich dem Batrachyt ähnlich verhaltendes, Glas erhalten wird, so ist eine pyrogene Entstehung des Batrachits, etwa wenn ein Quarz-führender Normaldolomit von flüssiger Lava*) umhüllt wird, sehr wohl möglich. Am Monzonit ist jedoch eine derartige rein plutonische Entstehungsweise nicht nachweisbar. In der früheren Arbeit**) wurde festgestellt, dass das Verhältniss von CaO zu MgO in den einzelnen Schichten des Profils am Canzocoli ein recht beständiges ist, ungeachtet die beiden Basen in sehr verschiedenen Verbindungen als Silicat, Carbonat und Hydrat auftreten. In der folgenden Uebersicht sind die procentischen Mengen an CaO und MgO in den einzelnen Schichten angegeben. Gruppe A: die in der früheren Arbeit (1872 pag. 235) analysirten Carbonatlagen; Gruppe B: die in der früheren Arbeit analysirten Silicatlagen; Gruppe C: die in dieser Arbeit analysirten Carbonatlagen; Gruppe D: die in dieser Arbeit analysirten Silicatlagen.

	A					B			C		D				
	5 ¹⁾	6	7	8	10	7d	11	12a	2c	3b	1	2a	2b	3	4a
CaO	34	34	27	33	33	24	20	25	34	35	24	20	21	23	23
MgO	19	22	22	22	17	13	17	13	22	22 ²⁾	15	18	15	17	16

Mittel:

	A	B	C	D
CaO	32	23	34	22
MgO	20	14	22	16
CaO =	32	33	31	27

wenn die MgO menge überall = 20 gesetzt wird.

Man sieht das Atomverhältniss von CaO zu MgO ist annähernd wie 1:1; diese auffallende Beständigkeit lässt sich am besten erklären, wenn man annimmt, dass das Profil ursprünglich aus fast normaldolomitischen Schichten bestand, und zwar aus reinem Dolomit, ferner Dolomit mit wenig Quarz oder Silicaten vermengt, endlich aus Silicatlagen, die an

*) Ob nicht am Vesuv der Monticellit bisweilen auf diesem Wege entstanden ist?

**) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. pag. 235.

¹⁾ Nummern der Analyse.

²⁾ Zur MgOmenge im Brucit ist die 40 pCt. betragende MgOmenge in dem (11,71 pCt.) Rückstände zugeschlagen.

den Grenzen gegen Dolomit selbst stark dolomitisch waren. Wurde nun dieser Schichtencomplex der Wirkung heisser Wasserdämpfe ausgesetzt, so wurde, wie früher*) angestellte Versuche lehren, der reine Dolomit in Predazzit umgewandelt; enthielt der Dolomit Silicate beigemischt, so verband sich alle Magnesia mit der Kieselsäure und Thonerde zu Olivin, Serpentin und Spinell, es bildete sich die in der früheren Arbeit analysirte Schicht 7.** (ein Gemenge von CaCO_3 , Olivin und Spinell) oder wenn die Menge der Silicate geringer war, bildeten sich serpentinhaltige Predazzite wie 2c. und 3b., während aus den dolomitischen Säumen der Silicatlagen die grünen Augitzonen hervorgingen, dünne Silicatlagen, die in ihrer ganzen Masse dolomitisch waren, aber gänzlich in Augit umgewandelt wurden. Hervorgehoben sei, dass das Atomverhältniss von CaO zu MgO in den Fassaitzonen am Monzonit 14c., 15. und 16. annähernd wie 1:1 ist; in diesen Fällen ist die obige Erklärungsweise nicht anwendbar; ferner ist in der früheren Arbeit***) dargethan, dass die Contactzonen des Melaphyrs am Canzocoli sehr CaO- und MgOreich sind, obwohl der umgebende Kalkstein magnesiaarm ist, auch sind die den sehr reinen Calcit von Kimito†) berührenden Hornblendezonen MgOreich. In den beiden letztgenannten Fällen war das umwandelnde Wasser jedenfalls reicher an CaO als an MgO; wenn nun trotzdem die Augite beträchtliche Mengen MgO enthalten, so hängt das mit der sehr viel grösseren Verwandtschaft der Kieselsäure zur Magnesia als zum Kalk zusammen, es wurde aus der Lösung unverhältnissmässig mehr MgO denn CaO als Silicat niedergeschlagen.

G. VOM RATH deutete zuerst die bekannten Serpentinpseudomorphosen von Pesmeda als umgewandelte Monticellite und gab chemische Analysen von denselben; im folgenden fügen wir einige hinzu.

18. Blassgelbe, gutausgebildete Monticellit-Pseudomorphosen.

18a. Blassgelbe Pseudomorphosen, stellenweise von kleinen schwarzen Flecken durchsetzt.

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. pag. 231.

**) ibid. pag. 195.

***) ibid. pag. 245.

†) ibid. 1870. pag. 803.

	18.	18 a.
H ₂ O	12,87	14,45
Si O ₂	38,83	39,69
Al ₂ O ₃	2,56	5,40
Fe ₂ O ₃	4,98	5,20
Ca O	5,99	4,77
Mg O	30,38	28,30
R*)	3,69	1,72
	<hr/>	<hr/>
	99,30	99,53

Es konnte nicht entschieden werden, ob die schwarzen Stellen in 18 a. umgewandelte Spinelle sind und den beträchtlichen Al₂O₃gehalt bedingen. Die sehr häufige Vergesellschaftung von Olivin (Batrachit) mit Spinell, Chrom- und Magneteisen ist wohl höchst wahrscheinlich durch genetische Verhältnisse herbeigeführt: die Umstände, unter welchen der sehr basische Olivin sich bildete, sind auch der Entstehung der SiO₂freien Verbindungen RO R₂O₃ günstig. (Olivin und Fe₃O₄ in den basischen Hohofenschlacken.)**)

In der Nähe der eben analysirten Serpentine finden sich im Calcit schwarze oder braune, oberflächlich oft fettglänzende, tafelförmige Krystalle, die wahrscheinlich ebenfalls ursprünglich Monticellit waren. Vielleicht sind diese Pseudomorphosen sogenannter Vorhauserit 19., 19 a. und b.

*) R = in HCl löslicher Rückstand.

**) Hier mag ein vielleicht ähnlicher Fall berührt werden. ROSEN-
BUSCH (Лконя. Jahrb. für Miner. 1872. pag. 52) fand im Heulandit mikroskopische Quarzeinschlüsse. Der Heulandit ist der SiO₂reichste Zeolith (Al₂ : Si = 1 : 6), das Wasser, aus welchem er sich abschied, musste relativ beträchtliche Mengen SiO₂ enthalten, und es ist verständlich, dass unter Umständen der Gehalt an Basen im Wasser so gering war, dass ein Theil der SiO₂ unverbunden als Quarz sich abschied; auch in dem gleichfalls SiO₂reichen Chabasit (Al₂ : Si = 1 : 5) wies RAMMELSBERG (Handb. der Mineralchemie, 2. Aufl. pag. 617) in einem Falle die Gegenwart freier Kieselsäure nach. Darf man diese 2 Fälle verallgemeinern, so wird man mikroskopische Quarzeinschlüsse vorherrschend in Zeolithen mit hohem SiO₂gehalt erwarten. Der Fall wäre gerade dem beim Olivin entgegengesetzt, wo bei dem grossen Ueberschuss an Basen gegenüber der Kieselsäure ein Theil der ersteren mit der letzteren sich nicht verband, sondern als Verbindung von der Form RO R₂O₃ sich abschied. Eine ausnahmsweise Geltung obiger Beziehungen ist natürlich nicht zu erwarten (z. B. der basische Epidot kommt sehr oft mit Quarz zusammen vor), aber schon dass Stattfinden einer gewissen Regelmässigkeit wirft auf die Entstehungsumstände einiges Licht.

	19.	19a.	19b.
H ₂ O	14,11	14,60	14,33
SiO ₂	39,63	41,38	42,02
Al ₂ O ₃	0,43	1,09	0,27
Fe ₂ O ₃	4,14	3,74	4,13
CaO	1,26	0,30	0,74
MgO	38,05	38,99	38,51
R*)	2,31	—	—
	<hr/> 99,93	100	100

Diese braunen, sowie die blassgelben Pseudomorphosen sind in der Regel mit den bekannten grünen Fassaiten 20. vergesellschaftet; in der Nähe der braunen Pseudomorphosen sind die Fassaiten oft etwas verändert und haben eine braungrüne oder braune Farbe 20a. angenommen. Bekannt ist ferner, dass manche Monticellitmetamorphosen zum grössten Theil aus einem Gewirr kleiner Fassaitkrystalle bestehen, und ist die Zusammensetzung der letzteren aus der Analyse 20 b. ersichtlich. Die Serpentinsubstanz der Pseudomorphose wurde durch Behandeln mit HCl und NaHO entzogen.

	20.	20a.	20b.
H ₂ O	0,51	0,96	0,10
SiO ₂	48,65	48,50	48,16
Al ₂ O ₃	7,24	7,43	6,61
Fe ₂ O ₃	3,95	3,82	3,66
CaO	25,06	24,20	24,71
MgO	15,20	15,84	16,76
	<hr/> 100,61	100,75	100

Die Zusammensetzung der in der Monticellithülle auftretenden (20b.) und der im Calcit eingewachsenen Fassaitkrystalle (20.) ist dieselbe.

G. VOM RATH deutet erstere als Umwandlungsproducte des Monticellits, so dass Monticellit das ursprüngliche Mineral war, welches zum Theil zu Fassait, zum Theil zu Serpentin umgebildet wurde. Diese Entstehungsweise ist nicht sehr wahrscheinlich, viel einfacher ist die Annahme, dass Fassait und Monticellit gleichzeitige Bildungen sind, der erstere blieb unverändert, der letztere wurde in Serpentin umgewandelt. Derartige Einbettungen von Mineralien in gut ausgebildeten Krystallen eines anderen Minerals sind nicht so selten, es sei

*) R = in HCl unlöslicher Rückstand.

hierbei an die von ROTH beobachteten Granatkrystalle von Predazzo erinnert, die im Innern aus einem Gemenge von Calcit und Granatsubstanz bestehen. Es wurde bemerkt, dass die serpentiniuirten Monticellite 18. bis 19b. mit Fassait 20. innig vergesellschaftet, also gleichalterige Bildungen sind; die Wasserlösung und die sonstigen Umstände waren zur gleichzeitigen Abscheidung beider Mineralien geeignet. Da nun die chemische Zusammensetzung der grossen Fassaitkrystalle 20. und der in Monticellitumrissen auftretenden 20b. dieselbe ist, so darf man schon annehmen, dass auch die Entstehungsumstände der letzteren dieselben waren, wie die der ersteren: d. h. die Mineralien sind alle gleichalterig, es ist nicht wahrscheinlich, dass bei nachträglicher Umwandlung von Monticellit in Fassait der letztere mit derselben Zusammensetzung hervorging wie sie die direct gebildeten, doch viel älteren Fassaite besitzen.

Ferner ist hervorzuheben, dass das Verhältniss von $\text{CaO}:\text{MgO}$ im Batrachit (29:20) und Fassait (Mittel: 31:20) ziemlich dasselbe ist, nämlich gleiche Aequivalente, was auch bei den früher untersuchten Augitzonen stattfand; man darf daraus wohl schliessen, dass die Bildungsumstände überall recht ähnliche waren.*)

Im Folgenden ist eine Reihe Versuche über Bildung von MgO -Silicaten mitgetheilt, und es sei von vornherein bemerkt, dass sie nur als Vorarbeiten für eingehendere Untersuchungen angestellt wurden; um rasch zum Ziele zu gelangen, wurde mit

*) Da die Muttersubstanz der Fassaite und Monticellite bei Pesmeda CaCO_3 ist, so enthielt das Wasser mehr CaO als MgO gelöst; durch Versuche ist zu entscheiden, ob in H_2O gelöster Dolomit wenigstens theilweise noch als solcher vorhanden ist; tritt dieser mit SiO_2 in Wechselwirkung, so ist das Atomverhältniss von $\text{CaO}:\text{MgO} = 1:1$ in dem sich bildenden Silicat schon eher erklärlich. Das im Verhältniss zum Dolomit so seltene Vorkommen von MgCO_3 hängt mit der grösseren Neigung der MgCO_3 Doppelverbindungen mit CaCO_3 einzugehen zusammen. Aehnliches scheint bei der Bildung der Mineralien der Hornblende- und Augitgruppe stattzufinden: überwiegend führen diese Mineralien CaO und MgO gleichzeitig, reine MgO -Verbindungen kommen selten vor; selbst wenn sie sich in sehr MgO -reicher Umgebung gebildet, haben sie doch CaO aufgenommen. So enthalten die im Zöblitzer, aus Olivin hervorgegangenen, Serpentin eingebetteten Hornblenden auf 2 Aequiv. MgO noch immer 1 Aequiv. CaO . (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875. pag. 531.) Man wird bei künftigen Untersuchungen die chemische Zusammensetzung der in gleichartigen Gesteinsmassen (körniger CaCO_3 , Dolomit, Olivin, Serpentin) eingebetteten Mineralien mehr berücksichtigen müssen, zur Entscheidung der Frage, welche Beziehungen zwischen der Zusammensetzung eines Minerals und seiner Umgebung stattfinden. So gewonnene Regeln erleichtern dem experimentirenden Geologen sehr die Fragestellung.

sehr concentrirten Lösungen gearbeitet, wobei secundäre Zersetzungen beträchtlich auftraten.

Serpentin kann sich aus Batrachit bilden durch Ersatz des CaO durch MgO und H₂O. Feingepulverter Batrachit vom Rizzoni 21. wurde unter folgenden Umständen mit MgCl₂-Lösung behandelt.

21 a. 18 Stunden in zugeschmolzenem Glasrohr bei 195 bis 200° behandelt; durch secundäre Zersetzungen war etwas Fe₂O₃ abgeschieden, was durch Schlämmen entfernt wurde.

21 b. 5 Monate bei 100°.

21 c. 1 Jahr bei 35–40°.

21 d. 1 Jahr bei Zimmertemperatur behandelt.

Alle Proben vor der Analyse bei 100° getrocknet.

	21.	21 a.	21 b.	21 c.	21 d.
H ₂ O	0,53	11,30	17,23	4,48	2,45
SiO ₂	38,07	39,43	34,66	36,12	36,88
FeO	4,68	3,42	4,55	4,63	4,89
CaO	34,15	12,11	3,09	28,61	32,08
MgO	23,49	33,36	38,54	26,06	23,91
CO ₂	—	0,37	1,09	—	—
	100,92	99,99	99,16	99,90	100,21

Melilith vom Vesuv 22. wurde mit MgCl₂-Lösung behandelt.

22 a. 1 Monat bei 100°.

22 b. 10 Monate bei Zimmertemperatur.

Zur Analyse bei 100° getrocknet.

	22.	22 a.	22 b.
H ₂ O	0,81	15,27	5,35
SiO ₂	40,74	36,02	39,42
Al ₂ O ₃	11,68	11,00	} 14,80
Fe ₂ O ₃	3,14	2,91	
CaO	32,18	9,40	26,00
K ₂ O	2,58	1,69	2,32
Na ₂ O	2,32	0,70	1,95
MgO	6,88	22,70	10,46
CO ₂	—	0,34	0,30
	100,33	100,03	100,60

Die durch Untersuchungen von Feldspathumwandlungen gefundene Thatsache, dass K₂O sehr viel schwieriger gegen MgO ausgetauscht wird als Na₂O, bestätigt sich auch hier (22 a.); doch ist hervorzuheben, dass ein Silicat, das mehrere

Basen gleichzeitig enthält, nur dann zu vergleichenden Affinitätsbestimmungen verwendet werden darf, wenn die enthaltenen Basen alle chemisch gleichwertig sind, etwa wie die 3 H₂O atome in der Phosphorsäure.

Vorher geschmolzener *) Melanit von Achmatowsk 23. wurde mit MgCl₂ lösung 6 Wochen bei 100° digerirt 23 a.; bei 100° getrocknet.

	23.	23 a.
H ₂ O	—	16,06
Si O ₂	37,16	32,73
Al ₂ O ₃	3,96	} 27,01
Fe ₂ O ₃	25,26	
Ca O	33,60	3,06
Mg O	0,50	20,42
	<hr/>	<hr/>
	100,52	99,27

24. Das blaugelbe Silicat von palle rabbiose 9. (veränderter Augit?) 4 1/2 Monat bei 100° mit MgCl₂ lösung behandelt; lufttrocken analysirt.

	24.
H ₂ O	16,70
Si O ₂	33,71
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	13,64
Ca O	2,12
Mg O	33,87
	<hr/>
	99,84

Okenit von Grönland 25. 15 Tage mit MgCl₂ lösung bei 100° behandelt; 25 a.; lufttrocken analysirt.

	25.	25 a.
H ₂ O	16,88	17,46
Si O ₂	55,12	59,61
Al ₂ O ₃	0,62	0,50
Ca O	27,41	—
Mg O	—	22,43
	<hr/>	<hr/>
	100,03	100

*) Gelatinirt mit Säuren; das Schmelzproduct ist natürlich nicht mehr übereinstimmend mit dem ursprünglichen Mineral.

In der früheren Arbeit*) wurden Umwandlungsversuche an einigen Mineralien bei erhöhter Temperatur angestellt, im Folgenden wurden dieselben Mineralien bei Zimmertemperatur mit $MgCl_2$ lösung behandelt, und zwar:

26. Gehlenit 4 Jahre lang.
 26 a. Pektolith 3 Monate.
 26 b. Apophyllit 3 Monate.
 26 c. Datolith 3 Monate.

Alle Proben lufttrocken analysirt.

	26.	26 a.	26 b.	26 c.
H_2O	15,64	4,76	16,84	6,17
SiO_2	26,23	52,93	50,59	37,06
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	23,33	1,74	—	21,41**)
CaO	23,38	29,60	24,89	35,11
K_2O	—	—	4,95	—
Na_2O	—	8,06	—	—
MgO	10,76	2,51	0,80	0,25
CO_2	0,76	—	—	—
	100,10	99,60	98,07	100

Aus den vorliegenden und den in der früheren Arbeit mitgetheilten Versuchen ergibt sich: der CaO lässt sich in Silicaten durch MgO ersetzen; bei erhöhter Temperatur geht die Umwandlung sehr viel rascher vor sich als bei niedriger; es ist zu untersuchen, ob die Temperatur einen Einfluss auf das Umwandlungsproduct hat, namentlich ob der Wassergehalt der bei höherer Temperatur gebildeten Producte geringer ist, als der bei niedriger Temperatur hervorgegangenen; es ist ferner festzustellen, ob eine erhöhte Concentration der einwirkenden Lösung den Wassergehalt des Products ändert, und welche sonstige Wirkung die verschiedene Concentration nach sich zieht; ferner Einfluss der Zusammensetzung des Magnesia-salzes, und der Gegenwart anderer Salze; endlich die Wirkung des reinen Wassers selbst bei verschiedenen Temperaturen. Wenn die Abhängigkeit der Umwandlung von den Umständen festgestellt ist, wird man umgekehrt aus der Zusammensetzung einer natürlichen Pseudomorphose auf die Umstände ihrer Bildung zurückschließen können.

Werden wasserfreie CaO -Silicate in MgO -Silicate umgewandelt, so wird zugleich immer Wasser aufgenommen. Da

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges, 1872. pag. 248.

**) B_2O_3 .

MgO - Salze in der Regel mehr Krystallwasser enthalten als die entsprechenden CaO - Salze, so darf man mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass das H_2O , welches CaO-Silicate bei der Umwandlung in MgO - Silicate aufnehmen, Krystallwasser ist. In einer früheren Arbeit*) konnte dasselbe Verhältniss für Kali- und Natronverbindungen nachgewiesen werden; letztere sind wasserreicher als erstere. Es sind Versuche unternommen worden, die moderne Werthigkeitstheorie zur Ermittlung der Constitution der Silicate zu verwerthen; es mag daher hier folgende Bemerkung Platz haben. In NaCl, NaBr und NaJ sollen die freien Affinitäten des Na und der Halogene gesättigt sein; wenn nun trotzdem die genannten Verbindungen Krystallwasser aufnehmen, so soll dieses in molecularer Verbindung sein, vom ganzen NaCl-Molecül angezogen werden. Ganz abgesehen davon, dass man nichts klares sich dabei denken kann, denn wie soll etwa das NaCl - Molecül H_2O anziehen, wenn es nicht seine Bestandtheile Na und Cl thun, liefern die hier und früher mitgetheilten Versuche den Beweis, dass der Wassergehalt ähnlicher Verbindungen ganz entschieden von der Natur der in ihnen enthaltenen Elemente abhängt; es ist vorherrschend das Na, welches in Cl, Br, JNa etc. das Krystallwasser anzieht, während das K in ähnlichen Verbindungen dasselbe nicht vermag oder doch in geringerem Grade; man wird sagen dürfen: das Na hat noch freie Affinitäten**) gegen H_2O , während das K in den entsprechenden Verbindungen sie nicht oder weniger hat, K und Na sind nicht gleichwerthig; dasselbe gilt vom Mg gegenüber dem Ca. Da derartige „Ausnahmen vom Werthigkeitsgesetz“ bei starren Verbindungen auf Schritt und Tritt vorkommen, so haben Structurformen von Mineralien, auf Grund der Annahme unveränderlicher Valenz, durchaus keinen Werth, und ist diese Modernisirung der Mineralchemie, ganz abgesehen von den Einwänden gegen den Versuch, am Schreibtisch die Constitution der Silicate ermitteln zu wollen, ein entschiedener Rückschritt von exacter Wissenschaft zur Scholastik. —

Aus Batrachit, allgemein aus Silicaten, die gleichzeitig CaO und MgO enthalten, können auch MgO-Silicate gebildet werden durch Abscheidung des CaO mittelst CO_2 . Im Laboratorium lassen sich derartige, in etwas grösserem Maassstabe

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 567. Auch die gegen Ende der vorliegenden Arbeit mitgetheilten Versuche bestätigen das frühere Ergebniss.

**) Im Sinne der herrschenden Theorie: Angriffspunkte; über die Intensität der freien Valenzen wissen wir nichts.

anzustellende Versuche nicht ausführen, man wird die in natürlichen Kohlensäurequellen auftretende CO_2 verwenden müssen. Um jedoch den fraglichen Gegenstand klar zu stellen, wurden folgende Versuche unternommen.

27. Batrachitpulver 1 Monat bei 100° mit K_2CO_3 lösung behandelt.

27 a. B. 6 Monate bei Zimmertemperatur mit K_2CO_3 lösung behandelt.

27 b. B. 1 Monat bei 100° mit Na_2CO_3 lösung behandelt.

Alle Proben wurden lufttrocken analysirt.

	27.	27 a.	27 b.
H_2O	8,47	3,05	8,74
SiO_2	28,52	35,71	28,74
FeO	3,87	4,68	4,02
CaO	28,12	33,06	28,41
MgO	19,12	22,58	19,32
CO_2	12,42	1,54	11,61
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,52	100,62	100,84

In keinem Falle ist Alkali in's Silicat eingetreten; H_2O ist aufgenommen worden, auch fand eine geringe SiO_2 abscheidung statt. Um nun zu entscheiden, mit welcher Basis sich die CO_2 verbunden, wurde die Probe 27. mit kalter, sehr verdünnter HCl säure so lange behandelt, als Aufbrausen erfolgte und dann sofort filtrirt; von der Gesamtprobe waren 18,02 pCt. CaO und 2,05 pCt. MgO (auch das Silicat wird etwas gelöst) in Lösung gegangen, demnach hatte sich die CO_2 überwiegend, wenn nicht ausschliesslich, des CaO bemächtigt.

28. Das Silicat 9. (veränderter Augit?) von palle rabiose wurde 2 Monate mit K_2CO_3 lösung behandelt.

28 a. Melilith 22. 3 Monate bei 100° mit K_2CO_3 lösung behandelt; beide Proben lufttrocken analysirt.

	28.	28 a.
H_2O	15,79	4,14
SiO_2	31,47	33,92
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	12,84	13,02
CaO	10,28	29,60
K_2O	—	4,22
Na_2O	—	1,37
MgO	28,59	5,89
CO_2	1,92	8,51
	<hr/>	<hr/>
	100,89	100,67

Auch hier ist kein Kali in's Silicat eingetreten, nur ein Theil des Na_2O im Melilith*) ist gegen K_2O ausgetauscht. Zur Entscheidung der Frage, mit welcher Basis die CO_2 sich verbunden, wurden beide Proben mit verdünnter HCl -säure behandelt, und die Lösungen analysirt. Von 27. wurden gelöst: 1,42 pCt. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, 2,97 pCt. CaO und 0,76 pCt. MgO ; von 28 a.: 5,18 pCt. $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, 12,26 pCt. CaO und 0,52 pCt. MgO . Wenn auch in beiden Fällen ausser dem Carbonat beträchtliche Mengen Silicat von der verdünnten Säure gelöst sind, so ergibt sich doch deutlich, dass die CO_2 vorherrschend mit CaO verbunden ist. Allgemein: es können gewisse CaO - und MgO haltige Silicate in H_2O haltige MgO -Verbindungen übergeführt werden durch Einwirkung von gelösten Alkalicarbonaten; CaO tritt als kohlensaures Salz aus und wird durch H_2O ersetzt, welches sehr wahrscheinlich zum Theil basisches ist. In der Natur können sich mehrere Vorgänge häufen: enthält das Wasser gleichzeitig CO_2 , Alkalicarbonat und MgO salze, so wird ein Theil des CaO im CaO MgO silicat als Calcit ausgeschieden und nur durch H_2O ersetzt, ein anderer gegen MgO und H_2O ausgetauscht. Aus den Versuchen ergibt sich die sehr viel grössere Verwandtschaft der SiO_2 zum MgO als zum CaO , was auch in einer früheren Arbeit**) nachgewiesen wurde. — Zur Entscheidung der Frage, ob aus Batrachit durch Aufnahme von SiO_2 Fassait hervorgehen könne, wurde Batrachitpulver 1 Monat mit einer Lösung von Na_2O 2 SiO_2 bei 100° behandelt. Das Product war nicht gleichmässig und enthielt gallertartige Flocken: nach der Analyse 29 ist SiO_2 und H_2O nebst etwas Na_2O aufgenommen; möglicherweise haben jedoch nur secundäre Prozesse stattgefunden: das warme Wasser löste CaO und MgO aus dem Silicat und diese verbanden sich mit der SiO_2 des Na_2O 2 SiO_2 .

	29.
H_2O	5,96
SiO_2	46,86
FeO	3,69
CaO	25,54
MgO	17,88
NaO	0,83
	100,76

*) Nach einer vorläufigen Untersuchung wird Mejonit durch MgCl_2 und K_2CO_3 lösung sehr langsam verändert; da beide Salzlösungen den Melilith rasch umwandeln, wird man in manchen Fällen, wo eine physikalische Unterscheidung von Mejonit und Melilith unausführbar ist, sich obiger chemischer Unterscheidungsmittel bedienen.

**) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 563. Kocht man Batrachitpulver mit NH_4Cl lösung, so gehen beträchtliche Mengen CaO in Lösung, MgO jedoch wenig.

Es ist möglich, dass durch Einwirkung von Alkalisilicat auf Olivin*) Serpentin entsteht, im Grossen, bei der Bildung von Serpentinlagern hat dieser Vorgang wohl nicht stattgefunden; da das spec. Gewicht des Olivins = 3,2 bis 3,5, das des Serpentin = 2,6 ist, so musste, wenn letzterer durch Aufnahme von H_2O und SiO_2 aus ersterem hervorging, eine sehr bedeutende Volumvergrößerung stattfinden, wobei nicht nur die mächtigsten Verwerfungen in den Serpentinlagern und deren Umgebung sich zeigen müssten, sondern es würden die Olivinkrystaltrümer schwerlich so oft die ursprüngliche Lage der optischen Axen beibehalten haben. Zur Entscheidung der Frage, ob Batrachit Al_2O_3 aufnimmt, wurde das gepulverte Mineral 1 Monat mit einer Lösung von Al_2O_3 in KHO bei 100° behandelt; es waren 2 pCt. Al_2O_3 eingetreten, jedoch war das Pulver nicht gleichmässig, und Al_2O_3 -Aufnahme möglicherweise nur Folge secundärer Vorgänge. — Nachdem in einer früheren Arbeit (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 519) der bedeutende Einfluss der chemischen Masse bei Silicatumwandlungen dargethan war, lag der Gedanke nahe, zu untersuchen: ob die aus CaO-Silicaten künstlich dargestellten MgO-Silicate durch Behandeln mit $CaCl_2$ -Lösung wieder in CaO-Silicate übergeführt werden können. Es wurden die in dieser und der früheren Arbeit (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. pag. 248) künstlich dargestellten MgO-Silicate mit sehr concentrirter $CaCl_2$ -Lösung bei 100° behandelt, und zwar meist ebenso lange Zeit, als zur Umwandlung des natürlichen CaO-Silicats in eine MgO-Verbindung erforderlich war. Die Menge des $CaCl_2$ war ungefähr ebenso gross als die Menge des $MgCl_2$, welche zur Ueberführung der CaO-Silicate verwandt wurde, dagegen betrug die Menge des mit $CaCl_2$ digerirten MgO-Silicats nie mehr als die Hälfte (in der Regel weniger) des CaO-Silicats, welches mit $MgCl_2$ -Lösung behandelt wurde: auf die MgO-Silicate wirkten also sehr viel grössere Massen $CaCl_2$ ein, als auf die CaO-Silicate $MgCl_2$.

30. Der umgewandelte Batrachit 21 b. 2 Monate behandelt.

30a. Umwandlungsproduct von geschmolzenem Grossular (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. pag. 250, No. b.)

30b. Magnesia-Pektolith (ibid. pag. 252, c.)

30c. Umgewandelter Melanit 23 a.

30d. Magnesiadatolith (l. c. pag. 250, b.).

*) Olivinpulver zeigte nach der Behandlung mit Na_2OSiO_2 -Lösung ebenfalls flockige Partien, doch schritt der Vorgang zu langsam vor sich, so dass von einem weiteren Verfolgen desselben Abstand genommen wurde.

30 e. Magnesiamelilith 22 a., von 30 a. bis 30 e. alle 1 Monat mit CaCl_2 -Lösung behandelt; die gebildeten Producte bei 100° getrocknet.

	30.	30 a.	30 b.	30 c.	30 d.	30 e.
H_2O	21,11	14,63	13,23	15,38	—	12,79
SiO_2	32,36	33,27	52,43	31,86	36,93	32,17
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	4,26*)	24,00	2,09	28,01	23,24**)	13,20
CaO	2,00	11,33	5,78	4,55	20,01	9,28
K_2O	—	—	—	—	—	1,57
MgO	34,37	14,39	24,08	17,34	13,78	17,86
CaCO_3	5,90	2,38	2,39	2,80	6,04	13,13
	100	100	100	100	100	100

31. Wollastonit von Orawitza 18 Tage bei 100° mit MgCl_2 -Lösung behandelt.

31 a. 31. ebenso lange mit CaCl_2 -Lösung behandelt.

32. Apophyllit 18 Tage mit MgCl_2 behandelt.

32 a. 32. ebenso lange mit CaCl_2 digerirt.

33. Gehlenit 18 Tage mit MgCl_2 behandelt.

33 a. 33. ebenso lange mit CaCl_2 behandelt.

	31.	31 a.	32.	32 a.	33.	33 a.
H_2O	15,06	14,85	11,24	15,81	15,83	13,80
SiO_2	49,12	44,11	57,89	46,21	26,40	24,48
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	0,55	0,62	—	—	23,26	22,56
CaO	1,48	2,45	9,17	11,55	18,90	17,40
K_2O	—	—	1,86	—	—	—
MgO	32,87	29,92	20,64	14,82	15,60	14,70
CaCO_3	—	8,45	—	11,61	—	7,06
	99,08	100	100,80	100	99,99	100

Ferner wurde Wollastonitpulver 15 Tage bei 100° mit einer MgCl_2 -Lösung behandelt, deren MgO -Gehalt (die Lösung enthielt 1 pCt. MgO) der CaO -Menge im Wollastonit genau äquivalent war ($1 \text{ CaO SiO}_2 + 1 \text{ MgCl}_2$). Nach 15 Tagen war in der Lösung auf 0,0726 Gramm MgO 0,739 Gramm CaO , d. h. auf 1 Aequiv. MgO 7,27 Aequiv. CaO . Genau derselbe Versuch wurde mit Okenit angestellt ($1 [\text{CaO} 2 \text{ SiO}_2 2 \text{ aq.}] + 1 \text{ MgCl}_2$); nach 11tägiger Behandlung enthielt die Lösung auf 0,027 Grm. MgO 0,3893 Grm.

*) FeO .

**) $\text{H}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3$.

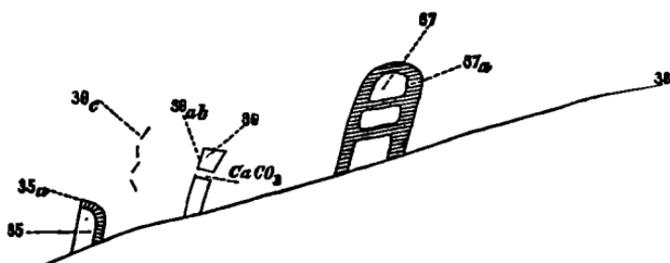
CaO, d. h. auf 1 Aequiv. MgO 10,29 Aequiv. CaO. Aus den Versuchen ergibt sich, dass nur wenig CaO in die Magnesia-silicate eingetreten, dagegen ist bisweilen eine beträchtliche Menge CaCO_3 beigemischt. Da mit sehr concentrirter CaCl_2 -Lösung gearbeitet wurde und leider auch während der ganzen Zeit der Einwirkung die Luft ungehinderten Zutritt hatte, ist es sehr wahrscheinlich, dass der CaCO_3 nur secundären Zersetzungen seinen Ursprung verdankt, und zwar so: die atmosphärische CO_2 spaltete aus dem Silicat MgO als Carbonat ab, und dieses setzte sich mit CaCl_2 in CaCO_3 und MgCl_2 um. Ferner wurde der grössere Theil der Versuche in Silbergefässen ausgeführt, wobei nicht unbedeutende Mengen Ag als Chlorid in Lösung gingen; auch bei diesem Vorgang musste sich CaCO_3 bilden. Indess auch gesetzt der CaO im CaCO_3 sei wirklich erst in's Silicat eingetreten, und dann durch CO_2 wieder abgeschieden worden, so ergibt sich, dass die Ueberführung von MgO-Silicaten in CaO-Silicate sehr viel schwieriger erfolgt als der umgekehrte Vorgang; die Verwandtschaft der SiO_2 zur Magnesia ist sehr viel grösser als zum CaO, und das ist der Grund, weshalb die meisten Silicate bei der Zersetzung und Verwitterung MgO aufnehmen, oder wenn sie schon MgO enthalten, dieselbe fest zurückhalten. Sind Silicate einmal „serpentinisirt“, so widerstehen sie hartnäckig jeder Umwandlung. Bis jetzt ist nur ein Fall bekannt, wo ein MgO-haltiges Silicat in ein CaO-Silicat übergeführt wird: die Umwandlung des Augits und der Hornblende in Epidot; letzteres Mineral scheint trotz seines hohen CaO-Gehalts sehr widerstandsfähig zu sein, ein verwitterter Epidot scheint bis jetzt nicht beobachtet zu sein. Versuche über die Ueberführung von MgO-Silicaten in Alkali-Silicate konnten wegen Zeitmangel nicht zum Abschluss gebracht werden, es ist jedoch zu erwarten, dass Kalisalze eher die Magnesia verdrängen werden als Natronsalze. Mit Sicherheit ist bis jetzt die Ueberführung nur eines MgO-Silicats in eine Kaliverbindung festgestellt: die des Cordierits in Pinit, Pyrargillit etc.; die Umwandlung von Hornblende in reinen Kaliglimmer ist durch die Analyse noch nicht dargethan. Jedenfalls liegen Fälle vor, in denen die Magnesia durch andere Basen verhältnissmässig leicht verdrängt wird. Vielleicht sind derartige leicht veränderliche MgO-Silicate in der Ackerkrume enthalten, wenigstens geht aus der Arbeit von PETERS (Landwirthschaftl. Versuchstation 1860 Bd. II. pag. 113) hervor, dass dem Boden durch Behandeln mit KCl-Lösung eine verhältnissmässig beträchtliche Menge MgO entzogen wird. Da anderweitig wahrscheinlich ist, dass die absorbirenden Silicate des Bodens zeolithischer Natur sind, wurde als Ausgangspunkt für später aus-

zuführende Untersuchungen folgender Versuch angestellt. Chabasit wurde zuerst durch Behandeln mit KCl-Lösung in ein Kalisilicat, und letzteres durch 14 tägiges Einwirkenlassen von MgCl₂-Lösung in ein MgO-Silicat 34. übergeführt.

	34.
H ₂ O	20,28
SiO ₂	49,75
Al ₂ O ₃	18,61
K ₂ O	6,94
Na ₂ O	0,94
MgO	3,48
	100

Es wurde eine gewogene Menge des MgO-Chabasits 34. mit KCl-Lösung, deren Gehalt an KCl der MgO-Menge des Chabasits genau aequivalent war, 3 Tage bei 100° behandelt, nach welcher Zeit in der Lösung auf 0,0952 Grm. K₂O 0,0783 Grm. MgO enthalten waren, d. h. auf 1 Aequiv. K₂O 0,93 Aequiv. MgO. In diesem Falle ist also die Verwandtschaft des K₂O zur SiO₂ grösser als die von MgO. Vielleicht findet das bei den meisten Zeolithen statt, wofür folgender Fingerzeig spricht. Alle Zeolithe sind frei von MgO und doch haben sie sich in vielen Fällen aus MgO haltigen Lösungen gebildet, z. B. da wo sie Augit-reiche Gesteine verdrängen. Daraus folgt freilich noch nicht zwingend die geringere Verwandtschaft der Magnesia zu den genannten Mineralien: die überwiegende Gegenwart anderer Salze konnte der Magnesia entgegenwirken, auch ist es nicht gleichgültig, an welchen elektro-negativen Bestandtheil die Magnesia gebunden ist, immerhin ist ein experimentelles Verfolgen der Frage geboten. Hervorgehoben sei, dass die Umwandlung des künstlichen Analcims (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 545) in ein MgO-Silicat sehr langsam erfolgt, was nicht für eine starke Affinität der Magnesia spricht. Erwünscht wären Versuche über die Umwandlung des Picranalcims in Analcim (durch Behandeln mit NaCl-Lösung).

Verfolgt man den Weg vom Sacinathal zur Sforzella, so treten in der steilen Kalkwand, kurz vor der Alm, mehrere Melaphyrgänge zu Tage, die durch folgende Skizze veranschaulicht werden.



35. Eine zum Theil abgesprengte Melaphyrader, die von 2 — 5 Centim. breiten, beiderseits scharf begrenzten Granatzonen 35 a. umgeben ist: der Melaphyr zeigt im Dünnschliff: Augit, Plagioklas, Orthoklas, Fe_3O_4 und sehr kleine Glimmerblättchen.

36. Eine etwa $\frac{1}{3}$ Meter breite, durch eine Kalkeinlagerung in zwei Stücke getheilte Ader; die Probe ist circa 5 Centim. von der Grenze gegen den Kalkstein entnommen. Im Dünnschliff beobachtet man grössere, farblose, einfach brechende Parteen von gelben, gleichfalls einfach brechenden und farblosen, aber polarisirenden Körnern durchsetzt; vielleicht ist das Gestein ein Gemenge von Granat und Augit; ob dasselbe aus Melaphyr entstanden, konnte an den gesammelten Proben nicht dargethan werden.

36 a. 3 Centim. von der Grenze gegen $CaCO_3$ entfernt.

36 b. Sehr serpentinisirter Saum berührt unmittelbar den $CaCO_3$ und geht allmählig über in 36 a.; im Dünnschliff erkennt man in der sehr veränderten Grundmasse noch einige gelbe, einfach brechende Körner. Bei der Serpentinisirung des Gesteins ist CaO aus- und MgO und H_2O eingetreten.

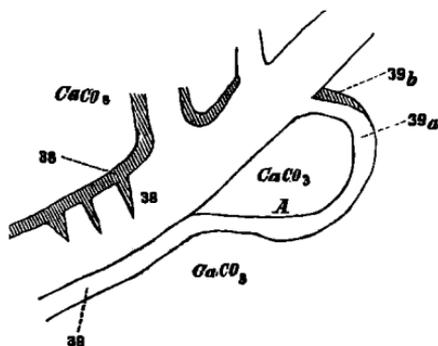
In der Nähe von 35. wird die Kalkwand von kleinen Silicatadern durchsetzt, die stark serpentinisirt sind; die Zusammensetzung einer solchen 2 Centim. dicken, graugrünlischen Ader giebt die Analyse 36 c.; im Dünnschliff beobachtet man eine nicht individualisirte Masse, die von spärlichen, undurchsichtigen, gelben, bisweilen sechseckigen Körnern durchsetzt ist; wahrscheinlich sind die Körner Korund.

	35.	35 a.	36.	36 a.	36 b.	36 c.
H ₂ O	1,67	2,27	4,59	3,84	13,98	13,61
SiO ₂	49,37	37,44	35,84	34,83	34,69	34,24
Al ₂ O ₃	18,70	14,22	12,60	12,12	7,74	15,46
Fe ₂ O ₃	9,07	9,98	7,08	8,52	6,43	3,11
CaO	8,48	31,27	26,40	27,44	2,69	4,83
K ₂ O	4,37	—	0,14	0,20	—	—
MgO	4,65	5,73	11,35	11,11	33,58	28,19
Na ₂ O	3,08	—	—	—	—	0,56*)
	99,39	100,91	98,00	98,06	99,11	100

37. Melaphyrader, zeigt im Dünnschliff Orthoklas, Oligoklas, grössere Augitkrystalle und kleine grüne Körner (Augit?), wird an der Grenze gegen CaCO₃ von einem scharf begrenzten 3 -- 6 Centim. dicken Granatsaum 37 a. umgeben und von Ausläufern desselben in 3 völlig getrennte Stücke geteilt.

	37.	37 a.
H ₂ O	1,83	0,60
SiO ₂	47,21	37,69
Al ₂ O ₃	18,12	13,84
Fe ₂ O ₃	10,17	8,02
CaO	12,16	36,35
K ₂ O	3,25	—
Na ₂ O	2,95	—
MgO	3,75	3,50
	99,45	100

Höher hinauf, unmittelbar vor der Alm, wird der Fussweg selbst von einer Melaphyrader gebildet; die folgende Skizze veranschaulicht die Einzelheiten.



*) In HF unlöslicher Rückstand (Korund?).

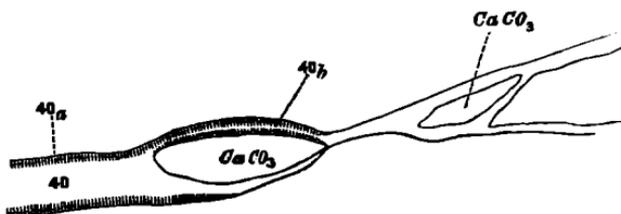
Der schwarze, übrigen nicht gleichmässig zusammengesetzte Melaphyr 38. wird an der Kalkgrenze von einer Granatzone 38 a. umgeben, auch gehen von letzterer Ausläufer in die Ader selbst hinein. ähnlich wie beim Gang 37. Der Melaphyr zeigt im Dünnschliff grosse Augitkrystalle neben kleinen Augitkörnern, Plagioklas, Orthoklas, Fe_3O_4 und braunen Glimmer. Unmittelbar an die eine Seite der Melaphyrader legt sich eine ca. 1 Meter breite, rothe Granitader (im Dünnschliff: Quarz, Orthoklas, sehr wenig Glimmer und Plagioklas) 39. an, die gegen den CaCO_3 keine Contactzonen aufweist. Ueber dem Kalkrücken A vereinigen sich die Granitadern und ein Ausläufer des Melaphyrganges. Der Ausläufer 39a. ist mehr grünlich als schwarz gefärbt und zeigt gegen den CaCO_3 Contactzonen von Granat 39b. 39a. zeigt im Dünnschliff in einer vorwaltenden nicht individualisirten Grundmasse Fe_3O_4 , wenig Orthoklas und Plagioklas und lichtgrüne Körner, die wohl Augit sind.

	38.	38 a	39.	39a.	39b.
H_2O	2,00	2,75	0,99	3,15	1,65
SiO_2	48,38	38,26	70,71	51,39	39,95
Al_2O_3	15,30	10,87	14,59	16,68	16,68
Fe_2O_3	11,08	10,60	2,70	5,35	6,02
CaO	10,00	31,00	0,39	11,73	32,68
K_2O	4,49	—	6,87	4,68	—
Na_2O	2,25	—	3,34	2,30	—
MgO	5,65	6,43	0,47	4,61	3,68
	98,65	98,91	99,96	99,89	100,66

Da Melaphyrgänge bei Predazzo und am Monzoni recht oft mit Gängen von orthoklastischem Gestein, hier Granit, gewöhnlich Liebeneritporphyr vergesellschaftet sind, liegt der Gedanke wohl nahe, genetische Beziehungen zwischen beiden Gesteinsarten anzunehmen, doch lassen sie sich zur Zeit kaum andeuten. Lässt man das Granitmagma fix und fertig durch eine „Eruption“ zu Tage treten, so bleibt immer noch die Frage zu lösen, warum ein so schmaler Gang nicht als Obsidian oder Quarzporphyr mit nichtindividualisirter Grundmasse erstarrte. Eine sichere Grundlage für die Beurtheilung von Erstarrungserscheinungen fehlt zur Zeit und kann nur durch eingehende Studien von Lavaströmen und künstlich hergestellten Entglasungen gewonnen werden; ist dann noch durch Versuche die Einwirkung des Wassers und der Salzlösungen auf Gläser ermittelt, erst dann wird es möglich sein, der Entstehungsweise derartiger Gänge wie sie oben beschrieben,

mit Erfolg nachzuspüren. Hervorgehoben sei, dass zwischen dem CaCO_3 und dem Granatsaum stellenweise Magneteisen antritt; überhaupt findet sich dieses Mineral und auch Eisenglanz recht oft an der Grenze von Melaphyr*) und CaCO_3 , doch lässt sich über den Vorgang der Entstehung nichts angeben. Die Voraussetzung, dass der Eisenglanz durch Sublimation von FeCl_3 entstanden, lässt sich nicht eher einer Beurtheilung unterwerfen, als wenn das Vorkommen des Eisenglanzes am Vesuv genau erforscht ist. Es wird darauf achtzugeben sein, ob das Chlor des FeCl_3 zur Entstehung von Clhaltigen Silicaten: Sodalith, Mikrosommit etc. Anlass gegeben hat; finden sich solche am Vesuv immer in Begleitung von Eisenglanz, und kann ihre Gegenwart auch bei Predazzo nachgewiesen werden, so gewinnt die Voraussetzung sehr an Wahrscheinlichkeit; auch ein Cl-Gehalt der Glassubstanz in den Gesteinen würde obiger Annahme eine Stütze liefern.

Oberhalb der Alm nach Predazzo zu wird der Kalkfelsen von mehreren Silicatgängen durchsetzt, die sich häufig verzweigen. Die folgende Skizze veranschaulicht eine derartige Veraderung.



Die Adern sind oft sehr schmal: 8 bis 1 Centim., ja 3 Millim. dick; sie zeigen gegen den CaCO_3 blass gelbgrüne Contactsäume, 40 a., die gegen die dichte, violettgraue oder braune, von dunklen Pünktchen durchsetzte Mitte**) 40. schlecht begrenzt sind; zwischen der Dicke der Adern und der Dicke der Säume findet keine Beziehung statt: schmale Adern haben oft ebenso breite, ja breitere Säume als mächtige Adern; die ca. 2 Centim. dicke Ader 40 b. besteht zum grössten Theil aus der grünen Saums substanz. Im Dünnschliff

*) In meiner früheren Arbeit (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. p. 219) ist in Folge eines Druckfehlers der Gehalt an Fe_2O_3 in der Contactzone zu 8 pCt. angegeben; es muss heissen 80 pCt.; ausserdem enthält die Zone Magnetit.

**) Das Gestein enthält stellenweise sehr viel Eisenkies, der sich übrigens auch in den Melaphyren 35 – 39 a., jedoch in geringer Menge vorfindet.

zeigt die Mitte 40. eine nicht individualisirte, polarisirende Masse ohne Feldspath oder Augit; dieselbe wird von braunen, undurchsichtigen, bisweilen sechseckigen Körnern durchsetzt, die nach der Analyse Korund sind. Wird das feingepulverte Gestein mit HF behandelt, so hinterbleibt ein fast 1 pCt. betragender, bräunlicher Rückstand; dieser mit Kalisulfat geschmolzen, lässt über 90 pCt. Al_2O_3 in Lösung gehen, der nach dem Schmelzen und Behandeln mit HCl fast 10 pCt. betragende Rückstand löst sich in HF und ist ein Silicat. Diese sehr bedeutende, vom Korund eingeschlossene Silicatmasse erklärt die Undurchsichtigkeit der Korundkörner zur Genüge. Stellenweise sind die Korundkörnerchen von einer Eisenkiesrinde umgeben. Die Contactzonen 40 a. und 40 b. zeigen im Dünnschliff neben farblosen Partien gelbgrüne Körner, wohl Epidot, welche Deutung auch in der Analyse eine Stütze findet.

	40.	40 a.	40 b.
H_2O	2,02	4,70	3,82
SiO_2	51,69	39,77	43,95
Al_2O_3	23,68	19,49	21,39
Fe_2O_3	4,61	8,25	7,22
CaO	1,75	21,36	17,21
K_2O	6,78	0,76	1,90
Na_2O	3,29	1,57	1,51
MgO	2,32	3,68	3,41
FeS_2	3,11	—	—
	99,25	99,58	100,41

Die Thatsache, dass zwischen der Breite der Gänge und der Contactzonen keine Beziehungen bestehen, ist mit der rein plutonischen Entstehungsweise der Zonen nicht vereinbar. Breite Gänge, die doch über mehr Wärme verfügen, müssen breitere Verschmelzungssäume zeigen; sind die Contactminerale jedoch wässerigen Ursprungs, so hört jede Beziehung auf. Ferner ist zu bedenken, dass die schmale Ader 40., wenn sie überhaupt pyrogen ist, nur in Folge eines sehr hohen Drucks in enge Risse eindringen konnte. Ist es wahrscheinlich, dass bei einem gewaltsamen Hineinpressen der Masse, die noch dazu von entweichenden CO_2 -Blasen durchzogen wurde, eine regelmässige Zonenbildung selbst in 1—2 Centim. dicken Adern hervorgehen konnte? ist nicht vielmehr zu erwarten, dass der ursprüngliche Teig mit den Contactproducten innig vermischt sein wird? Ebenso wenig lassen sich die scharf begrenzten Granatlagen, die den Melaphyr 37 in meh-

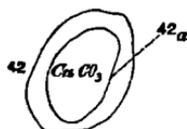
rere Stücke theilen, durch Zusammenschmelzung erklären; geriethen Kalksteinschollen in den flüssigen Teig, so konnten sie im besten Falle wohl einschmelzen, aber eine scharf begrenzte Absonderung des Schmelzproducts war nicht möglich. *)

41. Schwarzer Melaphyrgang, 1 Meter breit, durchsetzt die Kalkwand vor Forno; der Melaphyr ist von CaCO_3 -Adern vielfach durchzogen und besteht aus Plagioklas, Orthoklas und Augit.

41 a. $\frac{1}{2}$ Centim. dicke, grünliche Contactzone des Melaphyrs 41. gegen den umgebenden CaCO_3 ; zeigt im Dünnschliff sehr zersetzte Feldspäthe und etwas weniger veränderte Augite.

42. Melaphyr äusserlich frisch erscheinend, nach der Analyse stark verändert aus einem anderen breiten Gange bei Forno.

In dem Gestein befindet sich eine faustgrosse Einlagerung von Calcit, zwischen welcher und dem Melaphyr sich eine $\frac{1}{3}$ bis 1 Centim. dicke, dunkelgrüne Contactzone binzieht, die aus einem innigen Gemisch von 37 pCt. CaCO_3 und dem thonigen Silicat 42a. besteht.



	41.	41 a.	42.	42a.
H_2O	3,49	7,29	6,56	10,57
SiO_2	51,83	48,03	49,84	42,42
Al_2O_3	15,75	20,07	17,41	18,64
Fe_2O_3	9,17	12,24	8,83	12,46
CaO	11,18	2,95	8,85	0,53
K_2O	1,42	1,78	2,96	—
Na_2O	1,08	0,71	2,23	—
MgO	6,39	7,10	3,49	15,38

100,31 100,17 100,17 100

In beiden letztgenannten Fällen sind die Contactzonen wasserhaltige Silicate, bei 41 a. durch Umwandlung des Mela-

*) Dagegen ist es immerhin möglich, dass CaCO_3 -Schollen durch spätere hydrochemische Vorgänge in Granat umgewandelt wurden. Man beobachtet ferner bei Predazzo nicht im Contact mit CaCO_3 stehende Melaphyre, die von scharf begrenzten Epidotschnürchen durchzogen werden; vielleicht ist die Bildung der Granatstränge eine ähnliche gewesen.

phyr selbst entstanden, bei 42a. ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass eine veränderte Granatzone vorliegt. Zur Deutung und Ermittlung einer etwaigen Metamorphose, welche die in den Melaphyrgängen eingeschlossenen Kalksteinstücke erlitten haben, wäre es sehr erwünscht, wenn Kalkstein und Dolomit, welche von Lava umhüllt gewesen, auf stattgefundene Veränderungen untersucht würden, auch liessen sich die Schwierigkeiten, derartige Einschliessungen von Kalk- und Dolomitblöcken künstlich herbeizuführen, überwinden, wenn erst die Nothwendigkeit des Experiments von den Geologen allgemeiner anerkannt und auf Darreichung staatlicher Mittel zu besonders kostspieligen Versuche gedrungen wird.

Wie erwähnt, werden die Melaphyrgänge häufig von Feldspath-, Liebenerit-, Porphyrgängen begleitet, letztere wurden untersucht, um Anhaltspunkte für etwaige genetische Beziehungen zu ersteren zu gewinnen. Es stellte sich heraus, dass selbst die scheinbar frischesten Gesteinsproben eine tief eingreifende Umwandlung erlitten haben: die Grundmasse besteht nämlich wesentlich aus Orthoklas und einem Natronzeolith.

43. Brauner (stellenweise mit einem Stich in's Grüne) sehr fester Porphyr von Boscampo bei Predazzo; in HCl löslicher Antheil; die SiO_2 wird gallertartig abgeschieden.

43a. Der in HCl lösliche Rückstand: wesentlich Orthoklas.

44. Brauner, sehr fester Porphyr, einer anderen Stelle entnommen.

Im Dünnschliff zeigen beide Proben neben den grossen tafelförmigen Orthoklaskrystallen 50. sehr wenig Fe_3O_4 und spärliche, grüne, etwas dichroitische, bis $\frac{1}{2}$ Meter grosse Augitkrystalle; ferner finden sich in der Grundmasse winzige, blassgrüne Säulchen, die wohl ebenfalls Augite sind. Die Grundmasse selbst stellt ein schwer zu beschreibendes Gewirr dar von faserigen, striemigen und wolkenartigen Gebilden.

45. Feldspathporphyr vom Monzoni; bildet einen Gang im Kalkstein und liegt in dem schmalen Wege, der vom Pellegrinthal zum toal della foglia führt; in der Nähe sind Melaphyrgänge.

45a. Durch HCl zerlegbarer Antheil des Porphyrs. Im Dünnschliff beobachtet man kleine Orthoklastafeln, jedoch keinen Liebenerit, Augit oder Augitmikrolithe; die Grundmasse ist wie bei den obigen Porphyren.

	43.	43 a.	44.	45.	45 a.
H ₂ O	4,72	1,09	5,22	5,00	4,46
SiO ₂	27,01	60,49	53,64	56,71	20,89
Al ₂ O ₃	12,67	21,93	22,56	20,98	10,00
Fe ₂ O ₃	1,77	1,87	2,57	2,60	1,95
CaO	1,60	0,83	2,21	1,07	1,03
K ₂ O	0,94	10,01	5,86	8,65	0,57
Na ₂ O	4,53	3,52	7,09	3,71	3,57
MgO	0,50	0,26	0,27	0,79	0,69
R ^{*)}	47,16	—	1,10**)	—	54,77
	100	100	100,52	99,51	97,93

Der Gang 45. zeigt gegen den Kalkstein keine Contactzone, nur stellenweise ist er an der Grenze dunkelgrün 46. Derartige in der Grundmasse dunkelgrün gefärbte Partien, wobei die tafelförmigen Orthoklase ihre rothe Farbe behalten, kommen auch oft bei Boscampo vor. 47. giebt die Zusammensetzung eines solchen grünen, serpentinähhlichen Porphyrs.

47 a. ist die Zusammensetzung des durch HCl zerlegbaren Antheils; die SiO₂ scheidet sich theils flockig, theils gallertartig ab.

48. Violettbrauner Porphy in unmittelbarer Berührung mit 47.

48 a. Durch HCl zerlegbarer Antheil von 48.

	46.	47.	47 a.	48.	48 a.
H ₂ O	4,88	6,62	5,89	6,64	5,77
SiO ₂	55,65	48,60	14,87	52,07	17,60
Al ₂ O ₃	21,59	20,96	9,34	22,84	9,05
Fe ₂ O ₃	5,61	11,62	11,00	3,35	3,06
CaO	0,33	1,30	1,12	2,06	2,01
K ₂ O	9,87	7,86	0,51	8,95	1,39
Na ₂ O	1,06	0,66	0,06	0,84	0,05
MgO	1,70	2,18	2,04	1,13	0,91
R ^{***)}	—	—	53,10	0,20†)	58,21
					0,20†)
	100,69	99,80	97,93	98,08	98,25

49. Rother Porphy von Boscampo, geht allmählig in den dunkelgrünen 49 a. über; im Dünnschliff zeigen die Proben

*) In HCl unlöslicher Rückstand.

***) CO₂.

***) In HCl unlöslicher Rückstand.

†) CO₂.

47. bis 49 a. grössere Orthoklastafeln, keine Augite; die Grundmasse ist dieselbe wie bei den früheren Proben.

50. Tafelförmige Orthoklaskristalle aus 44.

In dem Liebeneritporphyr findet man bisweilen Zeolithe eingelagert, von welchen Skolezit 50 a. und Analcim 50 b. analysirt wurden. *)

	49.	49 a.	50.	50 a.	50 b.
H ₂ O	3,48	5,91	1,13	13,13	8,54
SiO ₂	54,28	46,88	63,38	48,44	53,63
Al ₂ O ₃	21,56	22,21	20,04	22,40	22,96
Fe ₂ O ₃	4,97	12,81	1,06	1,42	0,27
CaO	2,08	1,30	0,50	11,31	0,39
K ₂ O	7,85	5,23	9,83	0,57	—
Na ₂ O	1,90	1,11	3,68	0,13	13,42
MgO	1,20	2,35	0,38	0,78	—
CO ₂	1,60	0,87	—	1,82**)	0,79**)
	98,92	98,68	100	100	100

In folgender Tabelle ist die Zusammensetzung des in HCl unlöslichen Antheils der Proben 45. A, 47. B, 48. C angegeben, aus welcher hervorgeht, dass etwas veränderte und durch andere Silicate verunreinigte Orthoklase vorliegen.

	A	B	C
H ₂ O	0,95	1,32	1,49
SiO ₂	63,78	61,42	59,44
Al ₂ O ₃	19,48	21,13	23,75
Fe ₂ O ₃	1,15	1,12	0,49
CaO	0,07	0,32	0,08
K ₂ O	14,16	13,36	13,02
Na ₂ O	0,24	1,08	1,36
MgO	0,17	0,25	0,37
	100	100	100

Die zeolithische Natur des einen Bestandtheils der Porphyr-Grundmasse wurde auch durch folgenden Versuch dargethan. Der Porphyr 43. wurde als feines Pulver 6½, Monat bei 100° mit einer Lösung von K₂CO₃ behandelt, nach welcher Zeit das Na₂O im Porphyr durch K₂O ersetzt war; 51.

*) Es finden sich noch andere Zeolithe ausgeschieden, jedoch war es nicht möglich reine Substanz zur Analyse zu erlangen.

***) In HCl unlöslich.

giebt die Zusammensetzung des umgewandelten Porphyrs. Nach 10tägigen Behandeln mit Na_2CO_3 -Lösung hatte der Kaliporphyr 51. das K_2O gegen Na_2O wieder ausgetauscht 51a. Beide Proben im lufttrocknen Zustande analysirt. Der Zeolith kann nicht näher bestimmt werden, vielleicht ist er vorherrschend Natrolith, mit dessen Zersetzungsproducten oder anderen Zeolithen vermengt.

	51.	51 a.
H_2O	3,81	5,95
SiO_2	26,25	—
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	13,43	13,12
CaO	1,70	1,71
K_2O	7,62	0,56
Na_2O	0,43	5,50
MgO	0,49	0,54
R*)	46,39	73,36**)
	<hr/>	<hr/>
	100,12	100,74

Aus den Analysen ergibt sich, dass der anscheinend frische Porphyr (43., 44., 45.) etwa zur Hälfte aus Orthoklas, zur Hälfte aus einem Natronzeolith besteht; durch weitere Einwirkung von chemischen Agentien gehen die Producte von 46. bis 49. hervor, wobei die Feldspathsubstanz wenig verändert, der Zeolith dagegen in eine pinit- oder pyrargillitartige Verbindung übergeführt wird; doch ist es möglich, dass nicht der Zeolith, sondern dessen Muttersubstanz die Umwandlung erlitten hat. Es ist bei dem Vorgang Natron ausgeschieden, etwas MgO und bisweilen sehr viel Fe_2O_3 aufgenommen worden; dass letzterer Stoff Alkali-Silicate zerlegt, wurde in einer früheren Arbeit dargethan.***) Durchsickern K_2CO_3 haltige Gewässer den Porphyr, so kann der Zeolith in eine Kaliverbindung umgewandelt werden; wenn gleichzeitig freie CO_2 einen Theil des K_2O aus dem Silicat abspaltet, so wäre die Möglichkeit einer Liebeneritbildung vorhanden. Ueber das Urgestein des Liebeneritporphyrs lässt sich zur Zeit nichts angeben, vielleicht war es ein Gemenge von Feldspath und Nephelin, welcher letztere in den Zeolith sich umbildete; freilich ist dann sehr schwierig zu erklären, weshalb die grösseren Nephelinkrystalle sich in Liebenerit verwandelten, jedoch ist es möglich, dass letzterer nicht aus Nephelin, sondern aus

*) In HCl unlöslich.

***) $\text{R} + \text{lösl. SiO}_2$.

***) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 522.

Cordierit hervorgegangen. Die mitgetheilte Untersuchung des Liebenerritporphyrs ist in keiner Weise vollständig, sie soll nur als Vorarbeit für künftige Untersuchungen dienen, bei welchen auch die Lagerungsverhältnisse des Melaphyrs zu den begleitenden Melaphyrgängen zu studiren sind.

Von den mannigfaltigen Zersetzungsproducten des Augitporphyrs wurden folgende näher untersucht.

Der Augit des Porphyrs von Bufaure 52. wird bisweilen mit Beibehaltung seiner Form in ein Gemenge von CaCO_3 und grünlich braunem Thon umgewandelt; 52a. und 52b. giebt die Zusammensetzung des thonigen Products nach Abzug von CaCO_3 ; an einer anderen Stelle wird der Augit 52c. in ein Gemenge von CaCO_3 und Grünerde 52d. umgewandelt, wobei die Form des Augits sich meist gut erhalten hat.

	52.	52a.	52b.	52c.	52d.
H_2O	0,88	9,87	12,10	0,67	8,27
SiO_2	48,80	36,24	37,75	49,32	46,44
Al_2O_3	4,14	13,67	12,69	3,81	15,07
Fe_2O_3	12,36	23,03	21,69	12,66	19,54
CaO	19,49	2,79	2,43	19,20	0,55
K_2O	—	} 0,20	0,23	—	3,67
Na_2O	—		0,46	—	0,62
MgO	14,33	14,21	12,35	14,22	5,84
	100	100	100	99,88	100

Aus den Analysen 52a. und b. ergibt sich, dass im Verhältniss zur Thonerde alle Stoffe in bedeutender Menge ausgeschieden sind, am stärksten der CaO , sehr viel stärker als MgO , auch hier die grössere Verwandtschaft der SiO_2 zur Magnesia als zum Kalk sich bestätigend. Derselbe Vorgang hat bei der Umbildung des Augits in Grünerde stattgefunden, nur ist ein Theil der ausgeschiedenen Basen durch K_2O ersetzt worden. Nach den oben mitgetheilten Versuchen zu schliessen, werden Kalisalze eher mit CaO als mit MgO sich ausgetauscht haben, doch konnte die Bestätigung durch den Versuch nicht geliefert werden; nachdem K_2CO_3 -Lösung bei 100° $8\frac{1}{2}$ Monat auf den gepulverten Augit 52. eingewirkt hatte, war noch keinerlei Umwandlung zu ermitteln, und soll daher die Digestion weiter fortgesetzt werden.

Der Melaphyrgang 53 (befindet sich unterhalb des Feldspathoporphyranges 45.) zeigt im Dünnschliff Orthoklas, Plagioklas und Augit, welcher stellenweise in eine lauchgrüne, etwas dichroitische, faserige Masse umgewandelt wird.

53 a. giebt die Zusammensetzung der frischen, schwarzen, bisweilen 1 Centim. grossen Augitkrystalle.

53 b. die Zusammensetzung der strahligen, lauchgrünen, weichen Augitpseudomorphosen.

	53.	53 a.	53 b.
H ₂ O	2,27	1,03	2,54
SiO ₂	49,94	49,42	48,48
Al ₂ O ₃	17,09	5,26	8,15
Fe ₂ O ₃	6,13	10,70	11,77
CaO	14,52	18,79	15,50
K ₂ O	0,62	—	—
Na ₂ O	2,57	—	—
MgO	7,36	14,80	13,56
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,50	100	100

Die Veränderung des Augits ist nicht sehr ausgesprochen, es ist möglich, dass der Thonerdegehalt in 53 b. schon ursprünglich grösser war; war er jedoch derselbe wie im frischen Augit 53 a., so verlief die Umwandlung ähnlich wie die oben erörterten Fälle (52 a. etc.).

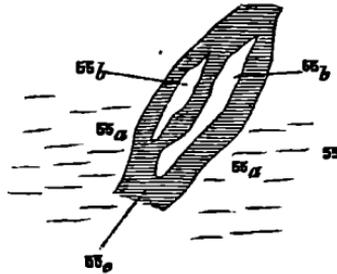
54. Dunkelgrauer Augitporphyr bei Forno, von schwarzen, grossen Augitkrystallen 54 a. durchsetzt, zeigt im Dünnschliff Orthoklas, Plagioklas, Fe₃O₄, sehr wenig Glimmer und stark veränderten Olivin; der Porphyr hat folgende Umwandlung erlitten:

54 b. Die Grundmasse ist violett gefärbt und wird von vielen rosa gefärbten, sehr kleinen Feldspäthen durchsetzt, während die Augitkrystalle blasser und ziemlich mürbe geworden sind; im Dünnschliff zeigt der Porphyr kleine Epidotansiedelungen.

	54.	54 a.	54 b.
H ₂ O	2,18	1,47	3,77
SiO ₂	48,72	48,62	47,74
Al ₂ O ₃	17,65	5,05	17,08
Fe ₂ O ₃	9,81	10,55	9,84
CaO	11,50	19,73	12,03
K ₂ O	1,62	—	0,33
Na ₂ O	2,02	—	2,98
MgO	6,43	14,58	5,48
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,93	100	99,25

Aus der Analyse ergibt sich, dass das Kali am stärksten ausgeschieden, nächst dem die Magnesia (Olivin), dagegen sind H_2O , Na_2O und CaO eingetreten, welcher letztere Stoff zur Epidotbildung verwendet worden.

An einer anderen Stelle wird der Porphyr 55. (Forno, in der Nähe des $CaCO_3$, nach Predazzo zu) von rosa gefärbtem Laumontit in bedeutender Menge durchspickt 55 a., ja es findet bisweilen eine völlige Verdrängung von Porphyr durch Laumontit und $CaCO_3$ statt und nur an den sehr veränderten Porphyrschmitzen und Striemen 55 b., welche sich in dem Gemenge von Calcit und Laumontit vorfinden, erkennt man, dass eine Verdrängung vorliegt. Die Skizze verdeutlicht das Nähere und wird durch die Schraffurung das Calcit- und Zeolith-Gemenge bezeichnet.



55 c. giebt die Zusammensetzung des nicht ganz reinen Laumontits. Im Dünnschliff zeigt der Augitporphyr 55. sehr viel Plagioklas, Orthoklas, kleine Augite, Fe_3O_4 und grüne, regellos polarisirende Partien, die als Viridit bezeichnet werden.

	55.	55 a.	55 b.	55 c.
H_2O	2,62	12,87	9,06	13,43
SiO_2	48,34	48,27	49,76	50,63
Al_2O_3	18,49	19,23	16,68	20,48
Fe_2O_3	10,34	6,91	12,16	0,87
CaO	9,31	9,07	3,64	11,31
K_2O	1,29	0,30	2,51	} 0,50
Na_2O	2,14	0,20	0,47	
MgO	4,83	2,86	5,30	—
CO_2	1,17	—	0,84	2,78 *)
	98,53	99,71	100,42	100

*) In HCl unlöslich.

Bei 55 a. sind in erster Reihe die Feldspäthe, nächst ihnen die Magnesiumsilicate verändert und durch Laumontit verdrängt worden; die zeolithfreie Einlagerung 55 b. hat eine abweichende Umwandlung erlitten: CaO und Na₂O sind ausgeschieden, dagegen H₂O und K₂O aufgenommen worden.

Die beiden Augitporphyre 56. und 56 a. (Forno, verschiedenen jedoch nahe gelegenen Stellen entnommen) werden in ein Gemenge von Epidot und Quarz, in welchem sich die sehr veränderten Augitkrystalle noch erkennen lassen, umgewandelt 56 b.; obwohl der Epidosit sehr porös ist, hat er doch bedeutende Festigkeit. Der Augit wird sehr viel schwieriger in Epidot umgewandelt, als die übrigen Bestandtheile, ebenso konnte für den Diorit des Insel Hochland*) nachgewiesen werden, dass die Hornblende der Epidotisirung viel hartnäckiger widersteht als der Feldspath. Die Augitporphyre 56. und 56 a. bieten im Dünnschliff dasselbe Bild dar wie 54.

	56.	56 a.	56 b.
H ₂ O	3,55	2,64	2,51
SiO ₂	48,62	47,78	47,30
Al ₂ O ₃	18,22	17,86	18,26
Fe ₂ O ₃	9,62	10,26	10,91
CeO	9,13	10,79	19,90
K ₂ O	1,86	1,67	—
Na ₂ O	2,66	2,12	—
MgO	6,34	5,91	0,68
CO ₂	0,29	—	—
	<hr/> 100,29	99,03	99,56

Nicht selten wird dieser Augitporphyr in ein Gemenge von Epidot und einem rosa gefärbten Zeolith (Laumontit?) umgewandelt, in welchem Falle das Umwandlungsproduct sehr mürbe ist.

57. Sehr mürbes Umwandlungsproduct.

57 a. Enthält mehr Epidot als 57., namentlich grössere Epidotkörner, die analysirt wurden 57 b.

57 c. Sehr veränderter Augit aus 57 a.; im Dünnschliff lässt sich die allmälige Umwandlung der Augitkrystalle in Epidot sehr gut beobachten.

*) Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands, I. Serie Bd. IV. pag. 369.

	57.	57 a.	57 b.	57 c.
H ₂ O	6,90	6,49	1,94	1,91
SiO ₂	43,85	42,09	38,24	46,69
Al ₂ O ₃	19,65	19,95	22,29	8,50
Fe ₂ O ₃	9,64	9,24	14,29	11,16
CaO	17,01	18,39	21,06	20,08
K ₂ O	0,20	—	—	—
MgO	3,48	3,56	2,23	11,66
	100,73	99,72	100	100

In den mitgetheilten Fällen wird der Augitporphyr vorherrschend in CaOreiche Silicate umgewandelt: Laumontit, Epidot und Gemenge von beiden; ausserdem hat das Gestein anderweitige Zersetzungen erlitten, die sich jedoch, wegen der Unausführbarkeit einer mechanischen Sonderung, durch die chemische Analyse nicht verfolgen liessen. Das CaCO₃reiche, die Umwandlung bewirkende Wasser ist stellenweise zur gleichzeitigen Entstehung von Laumontit und Epidot geeignet gewesen, und da bei der Verdrängung des Augits Magnesia frei wurde, ohne vom Epidot oder Laumontit gebunden worden zu sein, darf man annehmen, dass die Verwandtschaft dieser Base zur SiO₂ in den letztgenannten Mineralien geringer ist als die von CaO, worüber Versuche angestellt werden sollen. —

Bekanntlich lässt sich die Zusammensetzung der Zeolithe bis auf den Wassergehalt durch einige wenige empirische Formeln ausdrücken; in einer früheren Arbeit*) wurde darauf hingewiesen, dass möglicherweise den gemeinsamen Formeln nahe genetische Beziehungen zu Grunde liegen, dass also viele Glieder derselben Gruppe, nur verschiedene Hydrate, bei sonst gleicher chemischer Constitution, vorstellen, und die Umstände bei der Entstehung diese Verschiedenheiten bedingten.

Im Folgenden sind einige Versuche an Leonhardt und Laumontit ausgeführt, die jedoch wegen Mangel an Substanz nicht zum Abschluss gebracht werden konnten und nur zur Orientirung für künftige Versuche hier mitgetheilt werden. Die genannten Mineralien werden durch Chloralkalien äusserst langsam verändert, kohlen saure Alkalilösungen wirken dagegen verhältnissmässig rasch ein. Der abgeschiedene CaCO₃ wurde durch Behandeln mit NH₄Cl-Lösung entzogen, wobei jedoch immer etwas NH₃ in das Silicat eintrat, eine aequivalente Alkalimeuge vertretend; in allen Fällen liess sich dieses NH₃, durch Digestion mit Chlorkali-Lösung, sehr rasch durch Alkali

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 545.

wieder ersetzen. Die Behandlung mit Alkali - Carbonat fand bei 100° statt; die umgewandelten Silicate wurden lufttrocken analysirt.

58. Leonhardit von Schemnitz, nach Abzug von 20 pCt. in HCl unlöslicher Beimengung.

58 a. Leonhardit 4 Monate mit Na_2CO_3 -Lösung behandelt; dann durch NH_4Cl CaCO_3 entzogen, und schliesslich 5 Tage mit NaCl-Lösung behandelt (bei 100°).

58 b. Leonhardit 4 Stunden bei 190° in zugeschmolzenem Rohr, dann 1 Monat bei 100° mit K_2CO_3 -Lösung behandelt; nach Entziehung des CaCO_3 durch NH_4Cl , wurde das Silicat 3 Tage mit NaCl-Lösung behandelt, um das eingetretene K_2O und NH_3 durch Na_2O zu ersetzen.

	58.	58 a.	58 b.
H_2O	13,31	12,75	15,34
SiO_2	53,14	53,20	52,42
Al_2O_3	21,60	21,43	20,34
CaO	11,09	4,27	5,67
K_2O	0,55	0,15	1,08
Na_2O	0,31	8,20	4,83
	100	100	100

Die Versuche wurden unternommen, um die Frage zu entscheiden, ob die Reihenfolge der Umwandlungsprocesse von Einfluss auf die Zusammensetzung des Endproducts ist, ob also beide Wege dasselbe Natronsilicat ergeben, wenn man einmal den Leonhardit durch Na_2CO_3 -Lösung umwandelt, ein anderes Mal erst den CaO des Leonhardits durch K_2O und dann letzteres durch Na_2O ersetzt. Zu diesem Zweck müssen beide Umwandlungen unter gleichen Umständen, beziehungsweise bei gleicher Temperatur vorsichgehen, und wurde deshalb ursprünglich eine gewisse Menge Leonhardit 4 Monate mit K_2CO_3 -Lösung bei 100° und dann mit NH_4Cl und NaCl behandelt; die Analyse verunglückte, doch schien der Wassergehalt ein anderer zu sein als bei 58 a. Wegen Zeitmangel konnte der Versuch nicht wiederholt werden, und wurde daher zur Beschleunigung des Vorgangs bei 190° gearbeitet. Der Wassergehalt ist auch hier ein verschiedener als bei 58 a.; sollten weitere Versuche das bestätigen, so ist die Thatsache nicht mehr auffallend, dass Umwandlungsproducte eines Minerals, bei gleichem Verhältniss der in ihnen enthaltenen feuerbeständigen Stoffe, Schwankungen im Wassergehalt aufweisen.

Leonhardit von Rheinbayern 59. wurde 3 Monate mit K_2CO_3 -Lösung behandelt, dann der $CaCO_3$ durch NH_4Cl -Lösung entzogen und zuletzt mit KCl -Lösung digerirt 59 a. Durch 3tägige Behandlung mit $NaCl$ -Lösung wurde der Kali-Leonhardit 59 a. in das Natronsilicat 59 b. übergeführt.

	59.	59 a.	59 b.
H_2O	14,63	15,47	17,43
SiO_2	50,42	48,51	49,72
Al_2O_3	21,96	20,51	20,67
CaO	9,86	3,93	3,74
K_2O	2,20	11,36	1,03
Na_2O	0,90	0,22	7,41
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,97	100	100

Wie man sieht, lässt sich der Leonhardit unter obigen Umständen nicht in Analcim oder Leucit umwandeln, doch wäre es möglich, dass die Umwandlungsproducte mit den entsprechenden des Gmelinitz und Herschelitz *) übereinstimmen, worüber Versuche entscheiden müssen.

Die beiden Zeolithe Leonhardit und Laumontit zeigen in ihrer chemischen Zusammensetzung wenig Unterschiede, verhalten sich jedoch gegen Salzlösungen verschieden. Während der Leonhardit nach 3 monatlichem Behandeln mit K_2CO_3 -Lösung den grösseren Theil des CaO gegen K_2O ausgetauscht hat, ist der Laumontit aus dem Plauen'schen Grunde 60. selbst nach 8 monatlicher Behandlung K_2CO_3 -Lösung wenig verändert, wie aus der Analyse 60 a. ersichtlich (nach Lösung des abgeschiedenen $CaCO_3$ durch NH_4Cl wurde das Silicat mit KCl -Lösung behandelt). Durch 3tägige Behandlung mit $NaCl$ -Lösung wurde der Kali-Laumontit 60 a. in den Natron-Laumontit 60 b. übergeführt.

	60.	60 a.	60 b.
H_2O	16,53**)	14,56	15,11
SiO_2	48,67	49,97	50,37
Al_2O_3	21,35	21,71	22,04
CaO	10,63	9,04	8,41
K_2O	2,05	4,11	1,13
Na_2O	0,71	0,28	3,09
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,94	99,67	100,40

*) Zeitchr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 547.

***) Spur CO_2 enthaltend.

Da der Laumontit in einem Kali-reichen Gestein: Granit vorkommt, so ist es möglich, dass das Wasser, aus welchem er sich abschied, verhältnissmässig reich an K_2O war; wenn nun trotzdem der Laumontit bei seiner Entstehung mehr CaO als K_2O aufnahm, so kann das ausser anderen Umständen auch darin seinen Grund haben, dass in dieser Verbindung die Verwandtschaft des CaO zur SiO_2 grösser ist als die des Kali's; ein solches Silicat wird durch Kalisalze schwer umgewandelt werden. Es wird darauf achtzugeben sein, ob Laumontite, die in kalireichen Gesteinen eingewachsen sind, schwieriger durch Kalisalze umgewandelt werden, als Laumontite, die sich in kaliarmen Gesteinen vorfinden. Bestätigt sich das, so kann die Thatsache wohl als Fingerzeig dafür aufgefasst werden, dass Laumontite in kalireichen Gesteinen sich aus kalireichen Lösungen gebildet haben.

In einer früheren Arbeit wurde darauf hingewiesen, dass die Mineralien der Sodalithgruppe möglicherweise leicht einer Umbildung in Zeolithe unterliegen und fand die Vermuthung an einem Versuch mit Sodalith eine Bestätigung. Es war die Absicht, durch Versuche zu entscheiden, ob bei der Einwirkung von Na_2CO_3 -Lösung auf Skolopsit, unter theilweiser Abscheidung von $CaCO_3$, Aufnahme von H_2O und Na_2O , Ittnerit gebildet wird, jedoch konnte der Skolopsit nicht beschafft werden, es wurden deshalb nur mit Ittnerit folgende Versuche angestellt. Etwas unreiner Ittnerit 61. wurde durch $1\frac{1}{2}$ monatliche Behandlung mit K_2CO_3 -Lösung in das kalireiche Silicat 61 a. übergeführt, wobei etwas Cl und SO_4 austraten; durch 5 tägige Behandlung mit Na_2CO_3 -Lösung wurde das Kalisilicat 61 a. in die Natronverbindung 61 b. übergeführt.

	61.	61 a.	61 b.
H_2O	9,91	8,29	11,07
SiO_2	33,72	34,45*)	34,40*)
Al_2O_3	28,57	27,68	28,10
CaO	7,09	6,77	7,00
K_2O	2,00	10,65	0,55
Na_2O	9,68	5,46	12,45
$NaCl$	2,32	2,13	2,20
SO_3	4,57	4,07	3,63
R**)	1,60	—	—
CO_2	—	0,50	0,60
	99,46	100	100

*) $SiO_2 + R$.

**) In HCl unlöslich.

Aus den Versuchen ergibt sich, dass der Ittnerit sehr leicht veränderlich ist, Schwankungen in der Zusammensetzung daher nicht auffallen dürfen, ferner dass die SO_3 nicht in Form von mechanisch beigemengtem Gyps vorhanden, sondern wie im Hauyn mit dem Silicat verbunden ist; mechanisch beigemengter Gyps wäre durch die langdauernde Einwirkung von Alkalicarbonat völlig zerlegt worden.*)

Die zeolithführenden Gesteine enthalten ausser den leicht veränderlichen Mineralien Leucit, Nephelin und dessen Verwandten häufig amorphe Glassubstanz; es war geboten, zu untersuchen, ob nicht letztere zu einer Umbildung in Zeolithartige Mineralien besonders geeignet sei. Als Ausgangspunkt für künftige Untersuchungen wurde Obsidian vom Ararat 62. 4 Monate bei 100° mit einer K_2CO_3 -Lösung behandelt, nach welcher Zeit, unter theilweisem Austritt von SiO_2 , Aufnahme von K_2O das Silicat 62 a. hervorgegangen war. Letzteres wurde durch 3tägige Behandlung mit NaCl -Lösung in das Natronsilicat 62 b. übergeführt, wobei ein Theil des im Silicat enthaltenen Alkalis als solches, ohne Ersatz, durch das Wasser abgespalten wurde. Die Proben wurden lufttrocken analysirt.

	62.	62 a.	62 b.
H_2O	0,37	6,18	7,39
SiO_2	73,79	67,49	67,50
Al_2O_3	14,30	} 15,24	} 15,54
Fe_2O_3	1,54		
CaO	1,22	0,91	0,70
K_2O	3,84	7,32	2,84
Na_2O	4,67	2,57	5,73
MgO	0,31	0,29	0,30
	<hr/> 100,04	<hr/> 100	<hr/> 100

Der Obsidian wird somit in sehr kurzer Zeit in ein wasserhaltiges Silicat umgewandelt, es ist möglich, dass bei der Umbildung von Melaphyr, Basalt etc. in Zeolithe das Glasmagma**) eine wesentliche Rolle spielt; jedoch wenn

*) Bei künftigen Untersuchungen wird die Einwirkung von BaCl_2 -Lösung auf Ittnerit und dessen künstliche Umwandlungsproducte zu untersuchen sein; vielleicht tritt die an SO_3 gebundene Base rascher mit BaCl_2 in Wechselwirkung als die mit SiO_2 vereinigten, und lässt sich so ein Aufschluss über die Vertheilung von Säure und Basis gewinnen.

**) Die chemische Zusammensetzung der amorphen Glasmasse ist zur Zeit unbekannt; in Fällen, wo das Glas durch Säuren nicht zerlegbar ist, wird es vielleicht zweckmässig sein, das Gestein mit einer

auch eine unmittelbare Umwandlung von Glassubstanz in wirkliche Zeolithe*) nicht stattfindet, so können doch die Zersetzungsproducte des Glases zur Zeolithbildung geeignet sein. DELESSE**) fand, dass natürliche Gläser an Lösungen caustischer und in schwächerem Maasse, kohlenaurer Alkalien verhältnissmässig beträchtliche Mengen ihrer sämtlichen Bestandtheile abgeben, und diese letzteren können zur Zeolithbildung verwendet werden. Zur weiteren Verfolgung dieser Frage sind Versuche an geschmolzenen Mineralien: Orthoklas, Sanidin, Labrador, Nephelin und Augit eingeleitet und soll das Ergebniss seiner Zeit mitgetheilt werden; hier sei nur hervorgehoben, dass nach einigen Tagen schon, durch Behandeln der genannten geschmolzenen Mineralien mit Alkalicarbonatlösung, ein merklicher SiO_2 -Austritt stattfindet, die geschmolzenen Mineralien werden rascher verändert als die natürlichen; es ist möglich, dass unter diesen Umständen die Feldspäthe geradezu in ihre Hydrate: Zeolithe umgebildet wurden. Es ist zu wünschen, dass Geologen, denen ein Glas- oder Porzellan-Ofen zur Verfügung steht, geschmolzene Mineralien verschieden lange Zeit sich abkühlen, auch Entglasungsproducte hervorgehen lassen, und dann die verschiedenen Proben mit Salzlösungen behandeln, um den Einfluss der Abkühlungsdauer auf die spätere hydrochemische Umbildung zu ermitteln. Ferner wird man durch Zusammenschmelzen von Orthoklas und Kieselsäure übersaure Gläser und Entglasungsproducte herstellen müssen und deren Verhalten gegen Salzlösungen prüfen. Die gewonnenen Ergebnisse können möglicherweise zur Deutung der reinen und der nichtindividualisirten, aber optisch wirksamen Glassubstanz in Quarzporphyren verwerthet werden, wenn man letzteres Gestein denselben chemischen Agentien aussetzt, wie die künstlichen Gläser. Noch auf eine andere Erscheinung sei hingewiesen: Granit und Felsitporphyr unterliegen dem Kaolinisirungsprocess und zwar scheint es, dass der Porphyr verhältnissmässig häufiger kaolinisirt wird als der Granit, jedenfalls sind kaolinisirte Granite im Verhältniss zur grossen Verbreitung des frischen Gesteins selten. Es sind nun zwei Fälle: entweder verläuft der Kaolinbildungs-

Alkalicarbonatlösung zu behandeln, um das Glas in ein durch Säuren zerlegbares, wasserhaltiges Silicat umzuwandeln. Die Glieder der Feldspathreihe, sowie Hornblende und Angit werden von Alkalicarbonatlösung sehr langsam verändert; etwa vorhandener Leucit, Nephelin, Sodalith etc. sind dem Gestein durch HCl vor der Behandlung mit Alkalicarbonat zu entziehen.

*) Auch die Umwandlung von Glassubstanz in sogenannten Viridit wäre möglich.

**) Annales de chim. et phys. 1854. Bd. 41. pag. 464.

process nicht so schematisch einfach, wie allgemein angenommen wird, die Bedingungen treten selten ein, oder, was wahrscheinlicher ist, die chemische Constitution der umgewandelten Mineralien ist von wesentlichem Einfluss. Es ist zu untersuchen, ob die Silicate der Porphyrgrundmasse leichter kaolinisirt werden, als die ausgeschiedenen grösseren Feldspathkrystalle, ferner ob leicht kaolinisirbare Porphyre sich anders gegen Salzlösungen verhalten als solche, die schwer verwittern. Wie von mehreren Forschern hervorgehoben, sind auch die Granite untereinander sehr abweichend in der Kaolinisirbarkeit. Eine vergleichende Untersuchung über die Einwirkung von Salzlösungen auf schwer und leicht verwitternde Feldspäthe wäre geboten. Es sind ferner Versuche anzustellen, ob Feldspäthe durch längeres, jedoch nicht bis zum Schmelzen fortgesetztes Glühen und darauf folgendes rasches oder sehr langsames Abkühlen eine Veränderung im Verhalten gegen Salzlösungen erlangen. Ergeben sich Unterschiede, so wird man Feldspäthe aus Laven, Trachyten, Obsidianen mit denselben Salzlösungen behandeln, um Anhaltspunkte für die Ermittlung der Bildungsumstände der genannten Gesteine zu gewinnen; erst mit so gewonnenen Grundlagen ist ein erfolgreiches Verfolgen der Entstehung von krystallinischen Gesteinen möglich.

Ausser in Zeolithe könnte die Glassubstanz von Gesteinen auch in Hydrotachylit, sogenannte chloritische Substanz und in Pechstein umgebildet werden; über den letzteren Fall mögen einige Bemerkungen mitgetheilt werden.

Der Pechstein gilt noch vielfach als plutonisches Product, das „Magma“ erstarrte je nach den Umständen zu Pechstein oder zu Quarzporphyr. Der hohe Wassergehalt des Pechsteins ist bei der Aufstellung dieser Hypothese wenig berücksichtigt worden. Es ist zuzugeben, dass jede Flüssigkeit, auch bei hoher Temperatur, Gase absorbirt (geschmolzenes Silber verschluckt Sauerstoff); die Meinung, dass eine flüssige Gesteinsmasse Wassergas absorbire, hat nichts zu Beanstandendes, ob jedoch so bedeutende Mengen wie im Pechstein, im Mittel 6—7 pCt., im Maximum 10 pCt., ist sehr fraglich. Das beliebte geologische Auskunftsmittel „hoher Druck“ ist ein leeres Wort: denn erstens wissen wir nicht, ob überhaupt ein hoher Druck bei der Pechsteinbildung stattfand, die Grösse des etwaigen Drucks ist erst recht unbekannt, und dann kennen wir nicht die Beziehung zwischen der Grösse des Drucks und der Menge des vom flüssigen Magma absorbirten Wassers. *) Indess

*) Sehr verwickelt werden die Verhältnisse, wenn das Wasser bei der hohen Temperatur in seine Bestandtheile zerfällt; es sei bei der

gesetzt das Magma enthielt wirklich die bedeutenden Mengen Wasser absorbiert, so musste, nach den Erfahrungen bei analogen Fällen, beim Erstarren ein beträchtlicher Theil des Wassers dampfförmig entweichen, Dampfporen müssten sich in grossen Mengen im Pechstein vorfinden, und wenn es wahr ist, dass die Mandelsteinhöhlräume durch Dampfblasen entstanden, so sollte man auch im Pechstein grössere Höhlungen erwarten. Letzteres findet nicht statt, und die Zahl der mikroskopischen Dampfblasen ist eine sehr unbedeutende. Der Einwand, dass beim Erstarren alles Wasser sofort chemisch gebunden wurde, ist nur ein Nothbehelf, es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass ein geschmolzenes Gestein gerade so viel und nicht mehr H_2O absorbierte, als es im festen Zustande, also unter gänzlich veränderten Umständen, wo eine Spaltung in verschiedene Silicate eintrat, zu binden vermochte. Aber selbst das zugegeben, stellt sich eine neue Schwierigkeit ein; der Pechstein zeigt selbst auf kleinen Entfernungen beträchtliche Schwankungen im Wassergehalt, die jetzt wasserärmeren Partien mussten somit beim Erstarren einen Theil des Wassers abgeben, es mussten sich zahlreiche Dampfporen bilden, was nicht stattfindet. Die Annahme, das flüssige Magma habe von vorn herein an verschiedenen Stellen einen ungleichen Wassergehalt gehabt, ist nicht wahrscheinlich, da die bei der Durchwässerung des Magma's stattfindenden Strömungen nahe liegende Theile innig vermengen mussten. Oft wird angeführt, dass das rasche Erstarren die Ursache war, dass das Wasser zurückgehalten wurde. Befände sich letzteres ausschliesslich in Hohlräumen eingeschlossen, so könnte man obige Erklärung gelten lassen, es ist aber chemisch gebunden, und es ist nicht der geringste Grund vorhanden, vorauszusetzen, dass das flüssige Silicatmagma bei raschem Erstarren mehr Wasser chemisch bindet als bei langsamer Abkühlung, man darf mit dem gleichen Recht auch das umgekehrte annehmen. Indess es sei, so hat es doch seine Schwierigkeit, so grosse geschmolzene Pechsteinmassen wie bei Meissen ungewöhnlich rasch abkühlen zu lassen. Traf kaltes Wasser mit dem geschmolzenen Magma zusammen, so mussten die oberflächlichen Stellen des letzteren allerdings rasch erstarren, wobei in Folge der Dampftwicklung massenhaft Blasenräume sich bilden muss-

Gelegenheit darauf hingewiesen, dass das in manchen Basalten angetroffene metallische Eisen durchaus nicht aus dem Erdinnern zu Tage gefördert zu sein braucht, derartiges wäre am ehesten bei Olivingesteinen zu erwarten, jedoch sind bei letzteren überhaupt keine Einschlüsse von metallischem Eisen beobachtet, vielmehr kann das Eisen durch Wasserstoff (von zerfallenem H_2O stammend) aus Fe_3O_4 oder Eisensilicat reducirt sein.

ten; war jedoch die Erstarrungsrinde hinreichend dick geworden, so konnte der flüssige Kern nur sehr langsam abkühlen. Es wäre noch möglich, dass in Folge eines hohen Drucks das Magma eine Schmelzpunktniedrigung erlitt; nahm der Druck plötzlich ab, so trat Erstarrung ein. Soll diese Voraussetzung gelten, so muss man nach den Ergebnissen der mechanischen Wärmetheorie und den Versuchen THOMSON'S noch eine zweite nicht sehr wahrscheinliche Annahme machen, dass nämlich das flüssige Magma beim Erstarren sein Volumen vergrösserte. Ferner wird beim Erstarren Wärme frei; diese durfte nicht so gross sein, dass nach der Druckerniedrigung noch beträchtliche Mengen des Magma's flüssig blieben und dann langsam erstarrten; ausserdem durfte die Druckerniedrigung nicht so stark sein, dass das noch glühende Gestein sein Wasser verlor. Verringerte dagegen das flüssige Magma beim Erstarren sein Volum, so konnte eine plötzliche Drucksteigerung ein rasches Erstarren herbeiführen; über die Gegenwart oder gar über die Veränderungen des Drucks bei der Pechsteinbildung wissen wir jedoch nichts. Es wäre nun möglich, dass das Wasser nicht durch schwache Verwandtschaft, wobei der Druck als wesentlicher Factor auftrat, vom flüssigen Magma absorbiert wurde, sondern dass in Folge starker Affinitäten das Wasser zu sehr beständigen Verbindungen vom Gestein absorbiert wurde, etwa wie die wasserfreien Oxyde der Alkalien auch bei Glühhitze Wasser, unter Bildung von feuerbeständigen Hydraten, aufnehmen. Dem steht die Thatsache entgegen, dass der Pechstein schon bei mässigem Glühen alles Wasser verliert; ein Pechstein von Meissen mit 7,61 pCt. H_2O verlor nach 3wöchentlichem Stehen über H_2SO_4 bei Zimmertemperatur 1,72 pCt. H_2O , über 200° : 3,31 pCt. H_2O ; somit 4,30 pCt., mehr als die Hälfte des ganzen Wassergehalts werden bis 200° abgegeben. Man sieht, die plutonische Hypothese ist so einfach nicht, das schlimmste ist, ihrer Prüfung durch Versuche stehen kaum überwindliche Schwierigkeiten im Wege, man geräth leicht auf den Abweg, die exacte Methode zu verlassen und die Hypothese durch eine Reihe anderer Hypothesen zu begründen. Wenn der Pechstein ein Erstarrungsproduct eines sauren Silicatmagma's bei Gegenwart von Wasser unter hohem Druck sein soll, so ist noch folgende Frage zu berücksichtigen. Die elementare chemische Zusammensetzung des Pechsteins nach Abzug des Wassers ist dieselbe wie die des Quarzporphyrs, Trachyts und Granits; bei hoher Temperatur, im flüssigen Zustande, sind die Magmen der genannten Gesteine auch chemisch identisch. Nun gilt der Granit für ein eruptives Gestein, Granitgänge wurden durch hochgespannte Wasserdämpfe nach oben befördert; das mit dem

Pechsteinmagma chemisch identische Granitmagma traf mit Wasserdampf unter hohem Druck zusammen, unter Umständen also, wo man wenigstens eine theilweise Erstarrung des Granitmagma zu Pechstein erwarten sollte. Warum ist unter den zahllosen untersuchten Granitgängen nie ein Uebergang in Pechstein beobachtet worden? Es ist freilich ein Leichtes, eine Menge Umstände auszuklügeln, die bei der Granitbildung anders gewesen sein könnten, als bei der Pechsteinbildung, so lange man aber ihre Anwesenheit nicht wirklich nachweist, erklärt die eben besprochene Hypothese der Pechsteinbildung überhaupt nichts. Da liegt es doch näher, die BISCHOF'sche Grundidee, die beim Serpentin, Chlorit und den Zeolithen sich bewährt hat, auch für die Pechsteinbildung gelten zu lassen, nämlich: wasserreiche Silicate sind auf nassem Wege entstanden, wobei man den grossen Vortheil hat, sich auf Versuche und Beobachtung ähnlicher Fälle stützen zu können. Wenn also zwischen Quarzporphyr und Pechstein genetische Beziehungen stattfinden, so ist letzterer aus ersterem, oder beide aus einem dritten Gestein hervorgegangen; es konnten auch die etwaigen Porphyrtuffe, welche mit dem Porphyr zu Tage gefördert wurden, in Pechstein umgewandelt werden, dabei wird man immer auch den Fall im Auge haben müssen, dass zwischen beiden Gesteinen gar keine Beziehungen stattfinden.

Da der Versuch 62 a. die Möglichkeit einer Umwandlung von Obsidian in Pechstein darthut, wurde zur Orientirung für künftige Untersuchungen die Frage gestellt, ob der Pechstein durch Alkalicarbonatlösung ebenso leicht verändert wird, wie das Umwandlungsproduct 62 a.; die Versuche bejahen die Frage. Pechstein von Garsebach 63. wird durch 1½ monatliche Digestion mit einer K_2CO_3 -Lösung bei 100° in das K_2O -reiche Silicat 63 a. übergeführt, wobei eine beträchtliche SiO_2 -Abscheidung stattfindet; durch 3tägige Behandlung mit Na_2CO_3 -Lösung wird das Silicat 63 a. in die Natronverbindung 63 b. übergeführt. Die Proben wurden lufttrocken analysirt.

	63.	64 a.	63 b.
H_2O	7,39	7,80	10,15
SiO_2	71,58	67,71	65,52
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	12,99	13,81	14,24
CaO	1,11	1,08	1,10
K_2O	4,28	8,69	5,47
Na_2O	2,51	0,76	3,35
MgO	0,24	0,15	0,17
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100,10	100	100

Als wichtige Vorarbeiten für das Studium der Pechsteinbildung sind eingehende Untersuchungen über die in der Natur stattgefundenen Veränderungen des Obsidians, Perlits, Trachits, der Lava *) und des Pechsteins selbst anzustellen; ferner sind bisweilen in Quarzporphyren pechsteinartige Einlagerungen angetroffen: die genaue Kenntniss derartiger Uebergänge ist für die Entwicklungsgeschichte immer vom grössten Werth. In allen Fällen wird eine Herbeiführung der natürlichen Umwandlungserscheinungen auf dem Wege des Versuchs anzustreben sein, unter möglichst grossem Wechsel der Umstände. Wie erwähnt, wird der Obsidian und wahrscheinlich auch geschmolzener Feldspath verhältnissmässig rasch durch Alkalicarbonat umgewandelt, wobei immer ein SiO_2 -Austritt stattfindet; es ist möglich, dass der letztere Vorgang die unerlässliche Bedingung zur Wasseraufnahme und zum Basenaustausch im Silicat vorstellt; wenn das der Fall ist, so kann möglicherweise die Umwandlung ebengenannter Silicate nur durch Alkalicarbonatlösung**), nicht durch Alkalisalze mit starken Säuren herbeigeführt werden. Für den experimentirenden Geologen ist das aber noch kein Grund, derartige natürliche Umbildungen in der Nähe von Alkalicarbonatquellen vor sich gehen zu lassen; in einer früheren Arbeit wurde dargethan, dass CaCO_3 sich in NaCl -Lösung unter theilweiser Umsetzung zu CaCl_2 und Na_2CO_3 löst, und es ist durch Versuche zu entscheiden, ob nicht auch eine solche Lösung***) ähnliche Veränderungen hervorbringt, wie reines Alkalicarbonat. Ueberhaupt ist das Experimentiren mit gemischten Lösungen dringend geboten, da einerseits in der Lösung selbst die mannigfaltigste Umsetzung der Salze untereinander eintritt, andererseits der electronegative Bestandtheil eines Salzes von

*) Namentlich ist die Veränderung der Lava und deren Tuffe durch Meerwasser zu berücksichtigen.

**) Da nach den thermochemischen Untersuchungen J. THOMSEN'S kiesel-saure Alkalien durch Wasser zum Theil in freies Alkali und SiO_2 zerlegt werden, so werden Alkalisilikatlösungen wahrscheinlich in ähnlicher Weise die natürlichen Gläser umwandeln, wie Alkalicarbonatlösungen, worüber Versuche angestellt werden sollen. Bestätigt sich das, so ist eine grosse Mannigfaltigkeit unter den natürlichen Umwandlungsproducten von Gläsern zu erwarten. Wird z. B. die obere Lage eines Obsidians durch Na_2CO_3 -Lösung in ein Na_2O -reiches Hydro-silicat umgebildet, so wird das frei werdende kiesel-saure Kali in den tieferen Lagen des Obsidians K_2O -reiche Hydroverbindungen bilden, die wieder je nach dem Gehalt der Lösung an SiO_2 , je nach der Concentration der Lösung (hier ganz besonders wirksam wegen der Zersetzung der Alkalisilicate durch H_2O) in ihrer Zusammensetzung wechseln werden.

***) Solche Verhältnisse treten ein, wenn beispielsweise ein von CaCO_3 durchsetztes Gestein der Wirkung des NaCl -haltigen Meerwassers ausgesetzt wird.

wesentlichem Einfluss auf den Verlauf der Gesteinsumbildung sein kann. Sehr wichtig ist die Untersuchung der felsitischen Einschlüsse in manchen Pechsteinen, weil sie möglicherweise in naher Beziehung zum Urmaterial des Pechsteins stehen; die schwarze Glasmasse des Pechsteins von Spechtshausen enthält gegen 5 pCt. H_2O und führt K_2O und Na_2O , jedes zu 4 pCt; die bekannten felsitischen Kugeln daselbst enthalten 1 bis 2 pCt. H_2O und 8 pCt. K_2O gegen 1 pCt. Na_2O ; letztere sind für längere Zeit einer Digestion mit Na_2CO_3 -Lösung ausgesetzt worden, zur Entscheidung der Frage, ob sie in pechsteinartige Verbindungen übergeben können, worüber seiner Zeit berichtet werden soll.*) Endlich lassen sich von einer chemischen und experimentellen Untersuchung des Palagonits, der in vieler Beziehung dem Pechstein gleicht, Aufschlüsse über die Entstehung des letzteren Gesteins erwarten.

Auf dem Gipfel der Margola finden sich veränderte Sedimentgesteine, die allgemein als Bandjaspise bezeichnet werden; in der That sehen sie letzterem Gestein sehr ähnlich, sind jedoch nach der Analyse Silicate von etwas ungewöhnlicher Zusammensetzung. Die mikroskopische Untersuchung ergab keine Aufschlüsse, die Analysen sind nur als Wegweiser für künftige Untersuchungen veröffentlicht worden.

64. Grüne, etwas grobkörnige Silicatlage.

64a. Hellgrüne, stellenweise hellrosa, sehr dichte Silicatlage.

64b. Schwarze, sehr dichte Lage.

	64.	64 a.	64 b.
H_2O	2,70	0,96	2,17
SiO_2	61,86	62,98	58,12
Al_2O_3	9,68	13,70	21,51
Fe_2O_3	6,98	5,31	4,52
CaO	12,57	6,50	2,04
K_2O	0,36	4,90	6,26
Na_2O	3,08	3,50	2,77
MgO	2,56	2,03	1,95
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,89	99,88	99,34

*) Es ist mehrfach bemerkt worden, dass die Zusammensetzung des Pechsteins nach Abzug des H_2O fast dieselbe ist, wie die der benachbarten Quarzporphyre; in beiden Gesteinen zeigt ferner der K_2O - und Na_2O -Gehalt Schwankungen. Ist der Pechstein wirklich durch Einwirkung von Alkalisalzen auf Porphyre hervorgegangen, wobei unter H_2O -Aufnahme die Alkalien sich austauschten, so ist die sehr ähnliche Zusammensetzung nicht auffallend. Vergl. Bischof's Geologie 1. Aufl. Bd. 2. pag. 222.