

DER

KAIS. KÖN. GEOLOGISCHEN REICHS-ANSTALT.

I. Ueber die Eruptivgesteine der Santorin-Inseln.

Von A. Kenn gott.

Da ich die günstige Gelegenheit hatte, die von Herrn Dr. K. v. Fritsch von Santorin mitgebrachten Laven in reicher Auswahl zu studiren, so interessirte es mich auch, die von verschiedenen Seiten veranstalteten Analysen derselben zu vergleichen und Berechnungen anzustellen, deren Resultate einigen Aufschluss über die Beschaffenheit derselben geben können.

Herr Bergrath K. v. Hauer (Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt XVI Bd., Verhandlungen S. 68) analysirte 4 Proben mit nachfolgendem Resultat:

Gesteine von.		Auswürflinge von	
1. Aphroessa	2. Georg I	3. Reka	4. Georg I
67,35	67,24	67,16	66,62 Kieselsäure
15,72	13,72	14,18	14,79 Thonerde
1,94	2,75	2,43	2,70 Eisenoxydoxydul
4,03	4,19	3,99	4,28 Eisenoxydul
Spur	Spur	Spur	0,16 Manganoxydul
3,60	3,46	3,40	3,99 Kalkerde
1,16	1,22	0,96	1,03 Magnesia
1,86	2,57	1,65	3,04 Kali
5,04	4,90	4,59	3,79 Natron
0,36	0,54	0,49	0,38 Glühverlust
<u>101,06</u>	<u>100,59</u>	<u>99,65</u>	<u>100,78</u>

Wenn schon die näheren Angaben über diese Gesteinsproben und die Analysen, wie a. a. O. mitgetheilt wurde, keinen Zweifel über die überstimmende Natur dieser vulcanischen Produkte aufkommen lassen, so versuchte ich doch die mineralogischen Bestandtheile durch die Berechnung zu ermitteln, wobei durchaus nicht zu übersehen ist, dass dieselbe nur in gewissem Grade mit Wahrscheinlichkeit durchgeführt werden konnte. Ich ging hiebei zunächst von der Ansicht Tschermak's aus, dass die Feldspathe mit Kali-, Natron- und Kalkerde-Gehalt auf die drei Species Orthoklas, Albit und Anorthit zurückzuführen sind und berechnete aus dem Kali- und Natron-Gehalt die in den Gesteinen enthaltenen Mengen des Orthoklas und Albit, der nach der Berechnung übrig bleibende Thonerdegehalt wurde verwendet, um die Menge des Anorthit zu berechnen. Die noch übrig bleibende Kalkerde wurde als dem Augit zugehörig betrachtet und dessen Menge in der Weise berechnet, dass in dem Augit auf 1 CaO, SiO₂ — 1 MgO, SiO₂ mit stellvertretendem Eisenoxydul enthalten ist, und da für die Berechnung der Kieselsäure die Menge des stellvertretenden Eisenoxydul keinen Eintrag thut, so wurde ungefähr auf 2 MgO, 1 FeO berechnet. Der Augit als solcher wurde in den Laven nicht wahrgenommen, doch seine Anwesenheit aus der übrig bleibenden Kalkerde als wahr-

scheinlich angesehen. Anstatt des Augit hätte man auch Amphibol in Rechnung bringen können, doch liessen sich in einzelnen Laven grüne Körner, in der Farbe von denen des Olivin verschieden für Augit halten, keineswegs für Amphibol. Der Olivin, dessen ölgrüne Körner da und dort bemerklich waren, ist in der Berechnung durchgehends zu eisenreich, wie die Farbe der Körner vermuthen lässt, doch wurde das Eisenoxydul in Verbindung mit Kieselsäure nach der Olivinformel gesetzt, weil von Herrn K. v. Hauer die Menge des Magnetit separat angegeben wurde und er sie als dem wirklichen Gehalte entsprechend ansah. Ich würde noch eine grössere Menge des Eisenoxydul als Magnetit berechnet haben, da aber die separate Bestimmung gegeben war, so hielt ich mich an diese, da es ziemlich gleichgiltig erschien, wenn der ohnehin hohe Gehalt der freien Kieselsäure um etwa 1 Procent grösser ausgefallen wäre.

In der angedeuteten Weise berechnet, ergaben nun die oben angeführten vier Analysen nachfolgende Zahlen der einzelnen in den Laven enthaltenen Gemengtheile:

I.	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Peridot	Kieselsäure	Magnetit
Kieselsäure . . .	67,35	7,10	29,27	6,20	1,50	2,18	21,10
Thonerde . . .	15,72	2,04	8,37	5,31	—	—	—
Eisenoxydoxydul . . .	1,94	—	—	—	—	—	1,94
Eisenoxydul . . .	4,03	—	—	—	0,32	3,71	—
Manganoxydul . . .	Spur	—	—	—	—	—	—
Kalkerde . . .	3,60	—	—	2,40	0,70	—	—
Magnesia . . .	1,16	—	—	—	0,32	0,84	—
Kali . . .	1,86	1,86	—	—	—	—	—
Natron . . .	5,04	—	5,04	—	—	—	—
Glühverlust . . .	0,36	—	—	—	—	—	—
	101,06	11,00	42,68	14,41	2,84	6,13	21,10
			68,09				1,94
							100,70
							0,36
							101,06

Sauerstoff in (mit Ausschluss des Magnetit):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	FeO
35,920	7,326	0,316	1,301	1,028	0,464	0,895
			1,617		2,387	
oder 14,709	3		0,662		0,997	
				1,659		

II.	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Peridot	Kieselsäure	Magnetit
Kieselsäure . . .	67,24	9,84	28,45	3,22	4,40	1,56	19,77
Thonerde . . .	13,72	2,82	8,14	2,76	—	—	—
Eisenoxydoxydul . . .	2,75	—	—	—	—	—	2,75
Eisenoxydul . . .	4,19	—	—	—	0,84	3,35	—
Manganoxydul . . .	Spur	—	—	—	—	—	—
Kalkerde . . .	3,46	—	—	1,50	1,26	—	—
Magnesia . . .	1,22	—	—	—	1,00	0,22	—
Kali . . .	2,57	2,57	—	—	—	—	—
Natron . . .	4,90	—	4,90	—	—	—	—
Glühverlust . . .	0,54	—	—	—	—	—	—
	100,59	15,23	41,49	7,48	8,20	5,13	19,77
			64,20				2,75
							100,05
							0,54
							100,59

Sauerstoff in (den Magnetit ausgeschlossen):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	FeO
35,861	6,394	0,437	1,264	0,988	0,488	0,931
			1,601		2,407	
oder 16,826	3		0,751		1,129	
				1,889		

III.	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Peridot	Kieselsäure	Magnetit
Kieselsäure	67,16	6,32	26,65	6,45	0,84	2,17	24,73
Thonerde	14,98	1,81	7,63	5,54	—	—	—
Eisenoxydoxydul	2,43	—	—	—	—	—	2,43
Eisenoxydul	3,99	—	—	0,17	3,82	—	—
Manganoxydul	Spur	—	—	—	—	—	—
Kalkerde	3,40	—	3,01	0,39	—	—	—
Magnesia	0,96	—	—	0,19	0,77	—	—
Kali	1,65	1,65	—	—	—	—	—
Natron	4,59	—	4,59	—	—	—	—
Glühverlust	0,49	—	—	—	—	—	—
	99,65	9,78	38,87	15,00	1,59	6,76	24,73
		63,65					2,43
							99,16
							0,49
							99,65

Sauerstoff in (den Magnetit ausgeschlossen):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	FeO
35,819	6,981	0,281	1,284	0,961	0,384	0,887
		1,565			2,232	
oder 15,393	3	0,873			0,959	
			1,632			

IV.	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Peridot	Kieselsäure	Magnetit
Kieselsäure	66,62	11,64	22,01	6,01	2,56	1,99	22,41
Thonerde	14,79	3,33	6,30	5,16	—	—	—
Eisenoxydoxydul	2,70	—	—	—	—	—	2,70
Eisenoxydul	4,28	—	—	0,50	3,78	—	—
Manganoxydul	0,16	—	—	—	0,16	—	—
Kalkerde	3,99	—	2,80	1,19	—	—	—
Magnesia	1,03	—	—	0,57	0,46	—	—
Kali	3,04	3,04	—	—	—	—	—
Natron	3,79	—	3,79	—	—	—	—
Glühverlust	0,38	—	—	—	—	—	—
	100,78	18,01	32,10	13,97	4,82	6,31	22,41
		64,08					2,70
							100,40
							0,38
							100,73

Sauerstoff in (nach Ausschluss des Magnetit):

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	FeO	MnO
35,531	6,892	0,517	0,978	1,140	0,412	0,951	0,036
		1,495			2,539		
oder 15,466	3	0,651			1,111		
			1,762				

Die in gleicher Weise durchgeführte Berechnung ergibt hiernach, dass die analysirten Laven einerseits reich an Feldspathen sind, im Mittel 65 Procent bei verhältnissmässig geringer Schwankung enthalten, dass die alkalischen Feldspathe vorherrschen, im Mittel die Hälfte der Gesteine bildend und der Natrongehalt überwiegend eintritt. Andererseits ist, selbst wenn eine andere Berechnung beliebt würde, eine ansehnliche Menge freier Kieselsäure vorhanden, im Mittel 22 Procent bei gleichfalls geringer Schwankung. Wenn so schon die vier Gesteinsproben ihrem Hauptinhalte nach bestimmt sind, dass 87 Procent ein Gemenge von Feldspath und freier Kieselsäure darstellen, so hat die Berechnung der übrig bleibenden 13 Procent keinen wesentlichen Einfluss, doch ersieht man, dass Olivin und Augit enthalten sein müssen, von denen der erstere als wirklich vorhanden gesehen worden ist, nur wahrscheinlich nach seinem Aussehen nicht so eisenreich ist, als es die Berechnung ergab, wesshalb der Gehalt an Magnetit etwas höher anzusehen ist. Für den Augit

spricht der Kalkerdegehalt, welcher nach Abrechnung der Feldspathe übrig bleibt. Der geringe Glühverlust würde sich auf Chloralkalien zurückführen lassen.

Die petrographische Beschaffenheit der analysirten Gesteinsproben ist (a. a. O. S. 68) angegeben, und es zeigten sich unter den von Hrn. Dr. v. Fritsch gesammelten Exemplaren ähnliche, da jedoch die genaue Beschreibung derselben von ihm in einer demnächst erscheinenden Arbeit zur Oeffentlichkeit gelangen wird, so führe ich nur an, dass ich drei Gesteinsproben auch auf ihre alkalische Reaction prüfte. Eine Probe von Aphroessa, poröse aufgeblähte schwammige Lavaschlacke, wie die analysirte, graulich schwarz, stellenweise äusserlich bräunlich, mit einzelnen kleinen weissen ausgeschiedenen Feldspathkörnern, nicht glänzend, doch im Sonnenlichte schimmernd und unter der Loupe betrachtet, glasartig glänzenden Schmelz darstellend; vor dem Löthrohre erhitzt, verblässend und nicht schwierig zu bouteillengrünem bis grünlichschwarzem glänzenden Glase schmelzbar. Das graue Pulver reagirt auf mit destillirtem Wasser befeuchtem Curcumapapier langsam, aber doch deutlich alkalisch. Eine Probe von dem südwärts vorgeschobenen Lavastrome des Georg auf Neakaimeni, dicht, mit sehr kleinen Poren, schwarz, wenig wachsartig glänzend, zeigt nicht spärlich sehr kleine undeutlich ausgebildete weisse Feldspathkryställchen, entfärbt sich vor dem Löthrohre etwas und schmilzt zu bouteillengrünem Glase. Das graue Pulver reagirt schwach aber deutlich alkalisch. Eine dritte Probe von St. Pantaleon auf Neakaimeni mit deutlicherem, porphyrischem Charakter, zeigt eine dichte graulichschwarze, wenig wachsartig glänzende bis schimmernde Grundmasse und ziemlich zahlreiche, kleine bis sehr kleine Einsprenglinge, farblose bis weisse Feldspathkrystalle mit vollkommenen Spaltungsflächen, von denen grössere zum Theil deutliche Zwillingsstreifung erkennen lassen. Selten bemerkt man ölgrüne Körnchen, die Olivin sein können. Die Grundmasse zeigt auch viele unregelmässig gestaltete kleine Poren, die mit weisser Mineralsubstanz bekleidet oder erfüllt sind. Diese Bekleidung hat unter der Loupe betrachtet, das Aussehen eines glasigen, an der Oberfläche stark eisigen Schmelzes. Vor dem Löthrohre werden Splitter der Grundmasse blässer und kantendurchscheinend und schmelzen zu bouteillengrünem Glase. Das graue Pulver reagirt deutlich und bei längerer Dauer bis kräftig alkalisch.

Mit den analysirten Proben werden (a. a. O. S. 69) ähnlich zusammengesetzte Gesteine verglichen, deren Analysen jedoch weniger gut die oben durchgeführte Art der Berechnung anwenden lassen, wenn auch nicht zu verkennen ist, dass sie sich in der That mit den Santoringesteinen vergleichen lassen.

1. Ein von Abich analysirtes Gestein vom Guagapichincha, dessen Analyse ergab:

	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Olivin	Kieselsäure	Magnetit
Kieselsäure	67,07	8,35	28,45	3,10	4,80	2,23	20,14
Thonerde	13,19	2,39	8,14	2,66	—	—	—
Eisenoxydul	4,74	—	—	—	0,96	0,76	3,26
Manganoxyd	0,32	—	—	—	—	0,28 Mn	—
Kalkerde	3,69	—	—	1,45	2,24	—	—
Magnesia	3,46	—	—	—	1,06	2,40	—
Kali	2,18	2,18	—	—	—	—	—
Natron	4,90	—	4,90	—	—	—	—
Glühverlust	0,30	—	—	—	—	—	—
Titansäure	Spur	—	—	—	—	—	—
	12,92	41,40	7,21	9,06	5,67	20,14	3,26
	61,62						

Die analog durchgeführte Berechnung ergibt also auch bei etwa 62 Procent Feldspath viel freie Kieselsäure, die sicher nicht zu hoch ausfiel, weil Magnetit berechnet wurde, denn er ist angegeben. Obgleich nur Augit angegeben wurde, erschien die Berechnung von etwas Olivin nothwendig, weil der Magnesiagehalt für Augit zu hoch war. Die Berechnung reiht das Gestein an obiges Nr. 2. Der Beschreibung nach ist es schwarz und pechsteinähnlich mit ausgeschiedenem Albit, grünem Augit und Magnetitkörnern.

2 Ein dichtes schwarzes magnetisch wirkendes Gestein von Eskifjord auf Island, welches D a m o u r analysirte. Die Berechnung desselben ist weniger sicher, weil der Wassergehalt nicht anders als Bestandtheil eines wasserhältigen Eisenoxydulsilikates betrachtet werden kann, indem der Thongehalt, welcher nach Rechnung des Orthoklas und Albit übrig bleibt, mit Kalkerde in Verbindung zu setzen ist, widrigenfalls man einen Kalkaugit berechnen müsste.

Die Analyse ergibt hienach:

	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit		
Kieselsäure . . . 64,28	4,86	27,64	3,45	3,41	24,92	Kieselsäure
Thonerde . . . 12,25	1,39	7,91	2,95	—	—	—
Eisenoxydul . . . 11,43	—	—	—	1,24	10,19	Eisenoxydul
Kalkerde . . . 3,19	—	—	1,60	1,59	—	—
Magnesia . . . 0,45	—	—	—	0,45	—	—
Kali . . . 1,27	1,27	—	—	—	—	—
Natron . . . 4,76	—	4,76	—	—	—	—
Wasser . . . 1,09	—	—	—	—	1,09	Wasser
Titansäure . . . 0,80	—	—	—	—	0,80	Titansäure
	7,52	40,31	8,00	6,69		
	55,83					

Somit bleiben nach Berechnung von 55,83 Feldspath und 6,69 Augit, die Procente der letzten Reihe ungerechnet, zeigen aber eine grosse Menge freier Kieselsäure, weil ein Theil des Eisenoxyduls unfehlbar als Magnetit zu berechnen wäre, zu dem wahrscheinlich auch die Titansäure käme.

3. Ein von G. Bischof analysirter sogenannter Trachyt von Kühltbrunn im Siebengebirge, plattenförmig, licht, porös; graue feinkörnige, fasrig schuppige Grundmasse mit wenig Sanidin, etwas Magnetit, ohne Amphibol und Glimmer — lässt auch die Berechnung nur zum Theil durchführen, wobei der Glühverlust als zu Kaolin gehöriges Wasser berechnet wurde.

Die Analyse ergab hiernach:

	Orthoklas	Albit	Anorthit	Kaolin.		
Kieselsäure . . . 64,21	16,90	29,79	0,90	3,33	13,19	Kieselsäure
Thonerde . . . 16,98	4,83	8,51	0,77	2,87	—	—
Eisenoxyd . . . 6,69	—	—	—	—	6,69	Eisenoxyd
Kalkerde . . . 0,49	—	—	0,42	—	0,07	Kalkerde
Magnesia . . . 0,18	—	—	—	—	0,18	Magnesia
Kali . . . 4,41	4,41	—	—	—	—	—
Natron . . . 5,13	—	5,13	—	—	—	—
Glühverlust . . . 1,00	—	—	—	1,00	—	—
	26,14	43,43	2,09	7,20		
	71,66					

Auch dieses Gestein würde bei 71,66 Feldspath noch eine erhebliche Menge freier Kieselsäure ergeben, da von den übrig bleibenden 13,29 Procent nur noch sehr wenig auf die Kalkerde und Magnesia käme, das Eisenoxyd wesentlich als Magnetit zu berechnen wäre.

Zur Vergleichung analysirte K. v. Hauer (a. a. O. S. 78) ältere Laven von Santorin, doch konnten von den 3 Analysen nur die 1. und 3. berechnet werden, weil bei der 2. die Thonerde mit dem Eisenoxydul und Kali mit Natron vereint angegeben wurde. Es ergab die erste Probe vom alten Krater (Eruption des Jahres 1707) auf Neakaimeni:

		Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Olivin	Kieselsäure	FeO
Kieselsäure	67,05	8,96	27,00	6,06	1,24	0,67	23,12	—, —
Thonerde	15,49	2,56	7,73	5,20	—, —	—, —	—, —	—, —
Eisenoxydul	5,77	—, —	—, —	—, —	0,24	0,36	—, —	5,17
Kalkerde	3,41	—, —	—, —	2,83	0,58	—, —	—, —	—, —
Magnesia	0,77	—, —	—, —	—, —	0,28	0,49	—, —	—, —
Kali	2,34	2,34	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —
Natron	4,65	—, —	4,65	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —
Glühverlust	0,47	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —
	99,94	13,86	39,38	14,09	2,34	1,52		
		67,33						

Die Probe Nr. 3 vom Abhange unter Thera auf Santorin, dicht am Meeresspiegel ergab:

		Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Kieselsäure	FeO
Kieselsäure	63,12	8,54	28,80	4,47	3,40	22,91	—, —
Thonerde	14,52	2,44	8,24	3,84	—, —	—, —	4,84
Eisenoxydul	5,73	—, —	—, —	—, —	0,89	—, —	—, —
Kalkerde	3,68	—, —	—, —	2,09	1,59	—, —	—, —
Magnesia	0,64	—, —	—, —	—, —	0,64	—, —	—, —
Kali	2,23	2,23	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —
Natron	4,96	—, —	4,96	—, —	—, —	—, —	—, —
Glühverlust	0,43	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —	—, —
	100,31	13,21	42,00	10,40	6,52		
		65,61					

Beide Gesteine stimmen hiernach mit den neuesten Bildungen überein, sowie auch im Aussehen die älteren, selbst sehr alte, wie die dritte Probe, den Neubildungen zum Verwechseln ähnlich sind. Es wurde daher auch der geringe Glühverlust nicht als Wasser etwa gebildeten Kaolins in Anrechnung gebracht, sondern auf Chloralkalien bezogen. Das übrig bleibende Eisenoxydul ist als Magnetit in Rechnung zu bringen, dessen Menge bei 1. 5,92 Procent, bei 3. 5,20 Procent betragen würde und sich etwas höher beläuft als bei den neuesten Bildungen, doch wurde bereits oben auch bei ihnen der Gehalt an Magnetit etwas höher vermuthet.

Bei den jedenfalls interessanten Resultaten, welche aus den Analysen K. v. Hauer's hervorgingen, lag es nahe, auch die Analysen zu vergleichen, welche im LIII. Bande der kais. Akademie der Wissenschaften mitgetheilt wurden, obgleich von vornherein gewisse Verschiedenheiten und Bedenken entgegenreten.

F. Habermann analysirte nämlich zwei näher beschriebene Proben, welche sich dadurch unterschieden zeigen, dass kein Kali gefunden wurde. Wenn es auch heisst, dass von der ersten Probe Material genommen wurde, welches möglichst frei von den eingewachsenen weissen Krystallen war, so kann man nicht annehmen, dass diese gerade nur Sanidin gewesen wären, nach deren Entfernung kein wägbare Gehalt an Kali sich ergeben hätte. Ausserdem wurde in beiden Proben Titansäure gefunden, welche wahrscheinlich dem Magnetit zuzurechnen ist. Dann ergab die 2. Probe einen erheblichen Ueberschuss, während die erste Probe den Natrongehalt nur aus dem Verluste ergab. In Betreff dieser ist auch zu bemerken, dass ein Druckfehler vorhanden sein muss,

welcher die Summe 103,00 ergibt. Dieser Fehler von 3 Procent kann wohl nur dadurch eliminiert werden, dass man 0,38 Magnesia anstatt 3,38 setzen muss, weil darauf der Magnesiagehalt in 2 führt und der Magnesiagehalt überhaupt nach allen anderen Analysen ein geringer ist. Die Titansäure und das Eisenoxyd wurden als Bestandtheile von Magnetit berechnet, wonach schliesslich nur 0,22 Eisenoxydul zu wenig vorhanden sind, was von keiner Bedeutung ist. Hiernach ergab die Analyse 1:

	Albit	Anorthit	Augit	Kieselsäure	Magnetit
Kieselsäure	66,00	41,05	5,13	1,72	18,10
Titansäure	2,05	—	—	—	2,05
Thonerde	16,15	11,75	4,40	—	—
Eisenoxyd	1,20	—	—	—	1,20
Eisenoxydul	3,30	—	—	0,35	3,17
Manganoxydul	0,66	—	—	—	0,66
Magnesia	0,38	—	—	0,38	—
Kalkerde	3,19	—	2,39	0,80	—
Natron	7,07	7,07	—	—	—
	100,00	59,67	11,92	3,25	18,10
		71,79			7,08 = 100,22

Das Gestein ergab also 72 Procent Feldspath und 18 Procent freie Kieselsäure, trotzdem die kleinen weissen Krystalle möglichst vermieden wurden, und im Reste von 10 Procent wären 3 Procent Augit und 7 Procent titanhaltiges Magneteisenerz enthalten gewesen. Immerhin sieht man eine grosse Annäherung in der Weise, dass das Gestein der Hauptsache nach aus Feldspath und Kieselsäure bestand und der Feldspath überwiegend albitischer Natur ist.

Die zweite Probe ergab:

	Albit	Anorthit
Kieselsäure	67,70	4,23
Titansäure	0,95	—
Thonerde	17,38	6,65
Eisenoxyd	1,30	—
Eisenoxydul	3,50	—
Manganoxydul	1,40	—
Magnesia	0,83	—
Kalkerde	3,17	3,61
Natron	6,46	6,46
	102,69	54,69
		14,49

Eine weitere Berechnung ist zwecklos, da der Thonerdegehalt schon mehr Kalkerde erfordert, als gefunden wurde. Wollte man den Kalkerdegehalt für richtig halten, so ergibt sich ein Ueberschuss an Thonerde. Bei mangelnder Kalkerde für Augit müsste man Olivin berechnen. Wenigstens zeigt aber auch diese Analyse viel freie Kieselsäure bei sehr hohem Gehalt an Feldspath und davon den albitischen als Hauptantheil, 55 Procent des ganzen Gesteines.

Die beiden von Christomanos ebendasselbst mitgetheilten Analysen scheinen nur Durchschnittsergebnisse zu sein. Die Berechnung aus der beifolgenden Analyse der meisten braunen Gesteine ergab:

	Orthoklas	Albit	Anorthit	
Kieselsäure	65,30	2,22	32,87	6,26
Titansäure	1,75	—	—	—
Thonerde	17,52	0,64	9,40	5,37
Eisenoxyd	1,50	—	—	—
Eisenoxydul	3,10	—	—	—
Manganoxydul	1,05	—	—	—
Magnesia	0,65	—	—	—
Kalkerde	2,92	—	—	2,92
Natron	5,66	—	5,66	—
Kali	0,58	—	—	—
	3,44	47,93	14,55	
	65,92			

Weiter lässt sich die Berechnung nicht fortführen, weil bereits zu viel Thonerde vorhanden ist, mehr als Kali, Natron und Kalkerde zur Bildung von Feldspath erfordern, dessen Summe 65,92 Procent beträgt. Von den 23,95 Procent übriger Kieselsäure könnte ein Wenig auf Olivin kommen, aber die Wahrscheinlichkeit der Berechnung hat ein Ende. Im Allgemeinen bestätigt die Analyse das durch die Hauer'schen Analysen gewonnene Resultat.

Zu einem gleichen Resultate führte die zweite Analyse, welche für die dichterem schwarzen Gesteine ergab:

	Orthoklas	Albit	Anorthit		
Kieselsäure	66,5	3,92	31,18	6,94	24,46 Kieselsäure
Titansäure	1,25	—	—	—	1,25 Titansäure
Thonerde	16,2	1,12	8,92	5,96	0,2 Thonerde
Eisenoxyd	1,11	—	—	—	1,11 Eisenoxyd
Eisenoxydul	3,6	—	—	—	3,6 Eisenoxydul
Manganoxydul	0,875	—	—	—	0,875 Manganoxydul
Magnesia	0,55	—	—	—	0,55 Magnesia
Kalkerde	3,24	—	—	3,24	
Natron	5,37	—	5,37	—	
Kali	1,023	—	—	—	
	6,06	45,47	16,14		
	67,67				

Die Thonerde deckt gerade die Basen Kali, Natron und Kalkerde für die Feldspathbildung und man hätte noch etwas Olivin rechnen können, doch genügt jetzt schon die Berechnung für die Bestätigung der von K. v. Hauer gewonnenen Resultate.

Die verschiedenen Analysen haben also ergeben, dass die an Kieselsäure reichen Laven, welche dichte bis porphyrische und mikrokrystallische Gesteine bilden, wesentlich aus Feldspathen und freier Kieselsäure bestehen, welchem Gemenge wenig Augit, Olivin und Magnetit beigemengt sind. In Rücksicht auf die viele freie Kieselsäure würden diese Gesteine rhyolitische sein und nach dem Vorherrschen des Natronfeldspathes albitische, wonach man sie Albit-Rhyolite nennen kann, in denen ein Theil des Albites durch Orthoklas und Anorthit ersetzt ist.

Ausser diesen an Kieselsäure reichen Gesteinen finden sich auch sogenannte basische, welche weniger genaue Resultate ergeben. Zunächst wurde von K. v. Hauer (a. a. O. S. 79) ein altes Gestein von Santorin analysirt, welches porphyrisch gebildet, Olivin und Feldspath als Einsprenglinge zeigte, Amphibol oder Augit nicht deutlich nachweisen liess, stark magnetisch ist, und worin der Olivin verschiedene Verwitterungsstadien zeigt. Die Analyse desselben ergab:

55,16 Kieselsäure, 15,94 Thonerde, 9,56 Eisenoxydul (mit Einschluss von Eisenoxyd und Eisenoxydoxydul) 8,90 Kalkerde, 5,10 Magnesia, 1,45 Kali, 3,21 Natron, 1,07 Glühverlust, zusammen 100,39.

Um durch die Berechnung zu einem wahrscheinlichen Resultate zu gelangen, kann man zunächst den Kali- und Natrongehalt als zu Orthoklas und Albit gehörig berechnen, dies ergibt:

1,45 Kali	3,21 Natron
1,59 Thonerde	5,33 Thonerde
5,55 Kieselsäure	18,64 Kieselsäure
8,59 Orthoklas	27,18 Albit

Bezieht man den Wassergehalt auf den zersetzten Olivin, so gestattet die Thonerde die Berechnung von Anorthit und der Rest von Kalkerde die Berechnung von Augit. Hieraus folgt:

	4,00 Kalkerde
4,90 Kalkerde	1,91 Magnesia
9,02 Thonerde	1,72 Eisenoxydul
10,91 Kieselsäure	8,59 Kieselsäure
24,83 Anorthit	16,22 Augit

Somit enthielte das Gestein 60,60 Procent Feldspathe und 16,22 Augit, nach deren Abzug 11,47 Kieselsäure, 7,84 Eisenoxydul, 3,19 Magnesia, 1,07 Wasser übrig bleiben.

Da Magnetit und Eisenoxyd in Verbindung mit Wasser vorhanden ist, so ergibt sich bei Berechnung von Olivin nothwendig ein Ueberschuss an Kieselsäure, welcher als die Folge der Zersetzung angesehen werden kann. Ferner analysirte K. v. Hauer (a. a. O. S. 189) eine Gesteinsprobe von einer der Mai-Inseln, welche nachfolgende Bestandtheile ergab: 51,62 Kieselsäure, 18,18 Thonerde, 10,35 Eisenoxydul (mit Einschluss von etwas Eisenoxyd-oxydul) 0,11 Manganoxydul, 11,89 Kalkerde, 4,82 Magnesia, 0,59 Kali, 2,59 Natron, zusammen 100,15. Berechnet man diese in gleicher Weise wie vorhin, so erhält man:

0,59 Kali	2,59 Natron	7,19 Kalkerde
0,65 Thonerde	4,30 Thonerde	13,23 Thonerde
2,26 Kieselsäure	15,04 Kieselsäure	15,41 Kieselsäure
3,50 Orthoklas	21,93 Albit	35,83 Anorthit

61,26 Feldspath

und nach dem Rest der Kalkerde für 19,79 Procent Augit mit

4,70 Kalkerde
1,30 Magnesia
3,71 Eisenoxydul
10,08 Kieselsäure

Es bleiben somit noch 8,83 Kieselsäure, 6,64 Eisenoxydul, 0,11 Manganoxydul, 3,52 Magnesia, welche wie im vorigen Beispiele einen Ueberschuss an Kieselsäure ergeben, wenn man Olivin und Magnetit berechnet.

Eine Uebereinstimmung des neuen und alten Gesteins ist hiernach unverkennbar, wenn auch die Berechnung zeigt, dass diese doleritischen Gesteine noch einer weiteren Untersuchung bedürftig sind.

Eine besondere Untersuchung ergab, dass von dem Gesteine 58,83 Procent durch Salzsäure ausgezogen wurden und eine Analyse des unlöslichen Theiles in 100 Theilen 59,80 Kieselsäure, 11,82 Thonerde, 7,99 Eisenoxydul, 9,32 Kalkerde, 5,91 Magnesia, 5,16 Kali, Natron. Hiernach ergibt das Gestein:

58,83 Lösliches, 41,17 Unlösliches bestehend aus:

26,97 . .	24,62	Kieselsäure
13,30 . .	4,87	Thonerde
7,05 . .	3,29	Eisenoxydul
8,05 . .	3,84	Kalkerde
2,39 . .	2,43	Magnesia
1,07 . .	2,12	Kali, Natron

Die Salzsäure würde hiernach wesentlich den Anorthit und Olivin betroffen, die Alkalifeldspathe und den Augit jedoch wenig angegriffen haben, wie zu erwarten ist, doch weitere Schlüsse auf die Zusammensetzung der einzelnen Minerale aus dem Gelösten zu ziehen, ist nicht rätlich.

Herr K. v. Hauer (ebendasselbst p. 189) analysirte auch die aus dem frischen Gestein ausgesuchten Minerale, Anorthit, Augit und Olivin.

Der Anorthit ergab 44,81 Kieselsäure, 36,02 Thonerde, Spur Eisenoxydul, 18,01 Kalkerde, 0,59 Magnesia, 0,49 Kali und Natron, zusammen 99,92. Rechnet man die Magnesia zur Kalkerde und für beide den Thonerde- und Kieselsäuregehalt nach der Mittelformel, so erhält man: 18,01 Kalkerde, 0,59 Magnesia, 34,68 Thonerde, 40,37 Kieselsäure, also 93,65 Anorthit, und es bleiben noch 0,49 Kali und Natron, 1,34 Thonerde, 4,44 Kieselsäure übrig. Hier ist nur der Gehalt an Alkalien zu niedrig, was nicht befremdet, doch erfordern 1,34 Thonerde nach der Formel des Albit 4,68 Kieselsäure, woraus man ersieht, dass nur die Alkalien um sehr wenig zu niedrig ausfielen.

Weniger genügend ist die Analyse des Augit, welche 52,61 Kieselsäure, 6,70 Thonerde, 15,05 Eisenoxydul, 0,23 Manganoxydul, 20,47 Kalkerde, 5,22 Magnesia, zusammen 100,28 ergab. Bringt man zunächst dem Thonerdegehalt entsprechend Anorthit als Beimengung in Abzug, so sind 6,70 Thonerde, 3,64 Kalkerde, 6,52 Kieselsäure abzuziehen und es bleiben 16,83 Kalkerde, 5,22 Magnesia, 15,28 Eisenoxydul mit MnO und 46,09 Kieselsäure. Berechnet man nun nach der Augitformel aus den Basen die Kieselsäure, so erhält man auf:

16,83 Kalkerde . . . 18,03	}	38,59 Kieselsäure
5,22 Magnesia . . . 7,83		
15,28 Eisenoxydul . . 12,73		

wonach ein Ueberschuss von 7,50 Procent Kieselsäure bleibt, welcher nicht erklärlich ist.

Der Olivin ergab: 38,15 Kieselsäure, 22,42 Eisenoxydul, 39,05 Magnesia, zusammen 99,62, und wenn man nach den Basen die Kieselsäure berechnet, so würde dieselbe $9,34 + 29,29 = 38,63$ betragen; wonach der Olivin als solcher vollkommen constatirt ist

Schliesslich analysirte noch K. v. Hauer (a. a. O. S. 191) ein schwarzes pechsteinartiges Gestein von den Mai-Inseln, welches in die Reihe der im Anfange besprochenen sauren Gesteine fällt. Die Analyse ergab mit der analog durchgeführten Berechnung nachfolgende Zahlen:

	Orthoklas	Albit	Anorthit	Augit	Peridot	Kieselsäure	FeO
Kieselsäure	66,15	8,50	30,31	4,75	2,70	0,90	18,99
Thonerde	15,15	2,40	8,67	4,08	—	—	—
Eisenoxydul	6,81	—	—	—	0,76	1,08	4,97
Kalkerde	3,48	—	—	2,22	1,26	—	—
Magnesia	1,08	—	—	0,48	0,60	—	—
Kali	2,19	2,19	—	—	—	—	—
Natron	5,22	—	5,22	—	—	—	—
Mangan	—	—	—	—	—	—	—
	100,08	13,09	44,20	11,05	5,20	2,58	—
		68,34					

Das Gestein besteht also, wie die oben ausführlich besprochenen vorwaltend aus Feldspathen, wobei der albitische Antheil überwiegt, aus viel freier Kieselsäure, welchen Haupttheilen sehr wenig Augit, Olivin und Magnetit beigemengt ist. Das übrig bleibende Eisenoxydul, nämlich 4,97, würde als Magnetit berechnet 5,29 Procent betragen.

Wir verdanken demnach Herrn K. v. Hauer einen genauen Aufschluss über die Natur der interessanten Santoringesteine und nebenbei zeigte die etwas umfangreich durchgeführte Berechnung, dass die von G. Tschermak aufgestellte Ansicht über die Feldspathe insofern eine Bestätigung findet, als gerade dadurch die Berechnung auf übereinstimmende Resultate führt.