Zur Theorie der Plagioklasmischung.

Von

C. Rammelsberg.

In der Feldspathgruppe nehmen die Plagioklase, d. h. die Kalk-Natronfeldspathe, wegen ihrer weiten Verbreitung in den Gesteinen eine wichtige Stelle ein, während zugleich ihre chemische Natur von besonderem Interesse ist.

Der erste bekannte Kalk-Natronfeldspath war der Labrador von der Paulsinsel, sowie ein solcher aus Finnland, welche Klaproth 1815 untersuchte. Dann unterschied Breithaupt 1826 den Oligoklas, von welchem Berzelius die erste Analyse gab. Später hat dann Abich den Andesin hinzugefügt.

Alle diese Kalk-Natronfeldspathe besitzen die Form und Structur des Anorthits und des Albits, d. h. des Kalk- und des Natronfeldspaths.

Trotz späterer Untersuchungen glaubte man längere Zeit, jeder dieser Feldspathe besitze eine constante Zusammensetzung, d. h. das Verhältniss Na : Ca sei in jedem einzelnen stets das nämliche.

So nahm man in jedem Labrador 2 Na : 3 Ca an, im Andesin wurde 2 Na : Ca, im Oligoklas 4 Na : Ca angenommen.

Allein je zahlreicher die Analysen der Plagioklase wurden, um so mehr stellte sich heraus, dass bei ihnen auch noch andere Verhältnisse von Na : Ca vorkommen, denn wir wissen jetzt, dass in den kalkreicheren (Labrador) Na : Ca = 1 : 1,5 und 1 : 1, in dem Andesin auch 2,5 : 1 und in den natronreicheren (Oligoklas) auch = 3 : 1 und 6 : 1 ist.

Sartorius von Waltershausen[1] stellte 1853 alle damals bekannten Feldspathanalysen zusammen, freilich ohne den Werth der einzelnen zu prüfen, und kam zu dem Schluss, dass Anorthit, Plagioklas und Albit eine Reihe bilden, in welcher die Plagioklase Mischungen zweier Endglieder seien. Allein diese Endglieder waren für ihn nicht der reine Kalkfeldspath (Anorthit) und der reine Natronfeldspath (Albit), sondern ein Kalk-Albit und Natron-Anorthit:

$$\left\{\begin{matrix} m\,Na^2\,\cancel{Al}\,Si^6\,O^{16} \\ n\,Ca\,\cancel{Al}\,Si^6\,O^{16} \end{matrix}\right\} \qquad \left\{\begin{matrix} m\,Na^2\,\cancel{Al}\,Si^2\,O^8 \\ n\,Ca\,\cancel{Al}\,Si^2\,O^8 \end{matrix}\right\}$$

Jedoch solche Feldspathe sind rein hypothetisch. Bunsen[2] hat diese Theorie mit Recht als unwissenschaftlich bezeichnet und es getadelt, dass Sartorius alle Analysen kritiklos als richtig annimmt, ohne zu wissen, ob das Material rein gewesen war. Den von Sartorius als säurereichsten Feldspath an die Spitze gestellten Krablit erkannte er als ein Gemenge von Orthoklas und Quarz.

Schon 1826 hatte Hessel[3] den Labrador, den einzigen damals bekannten Kalk-Natronfeldspath, als eine Verbindung von Albit und Anorthit betrachtet. Auf diese bisher unbeachtet gebliebene Thatsache hat Lemberg[4] neuerlich aufmerksam gemacht.

Im Jahre 1865 stellte Tschermak[5] den Satz auf: Alle Plagioklase sind isomorphe Mischungen von Albit und Anorthit:

$$\left\{\begin{matrix} m\,Na^2\,\cancel{Al}\,Si^6\,O^{16} \\ n\,Ca\,\cancel{Al}\,Si^2\,O^8 \end{matrix}\right\}$$

Die Giltigkeit dieses Mischungsgesetzes lässt sich an den Analysen prüfen, weil in jedem Plagioklas die beiden Atomverhältnisse Na : Ca und Al : Si einander bedingen.

Ist	so muss
Na : Ca	$\cancel{Al}$: Si
1 : 3	1 : 2,57
1 : 2	2,8
2 : 3	3,0

[1] Die vulcanischen Gesteine Islands und Siciliens. Göttingen 1853.
[2] Ann. Chem. Pharm. **39**. 96.
[3] Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie. **1**. 329.
[4] Zeitschr. d. geol. Ges. **43**. 254.
[5] Wien. Akad. Ber. 1865. — Pogg. Ann. **125**. 139.

Na : Ca	Al : Si
1 : 1	1 : 3,33
2 : 1	4,0
3 : 1	4,4
4 : 1	4,66
6 : 1	5,0

Bald nach Tschermak's Aufstellung dieses Mischungsgesetzes habe ich die Analysen der damals untersuchten Kalk-Natronfeldspathe in jenem Sinne berechnet[1], und bin zu der Überzeugung gelangt, dass die Mehrzahl der zuverlässigen Analysen dem Gesetz entspricht.

Bei dieser Rechnung habe ich immer das Verhältniss Al : Si zu Grunde gelegt, weil dasselbe durch die Versuche leichter und schärfer zu bestimmen ist, als das von Na : Ca und weil es bei beginnender Umwandlung weniger verändert wird als das letztere.

Damals (1872) konnte ich 7 Plagioklase nachweisen, welche dem Mischungsgesetz genau entsprechen und 33, welche demselben nahe kommen. Freilich blieb noch eine gewisse Anzahl übrig, bei welchen jene beiden Proportionen nicht die geforderte Abhängigkeit zeigten. Im letzteren Falle bleibt für die Prüfung kein anderer Anhalt, als die für jeden Feldspath charakteristische Relation $\overset{\text{II}}{\text{R}} : \text{Al} = 1 : 1$ und $\overset{\text{I}}{\text{R}} : \text{Al} = 2 : 1$. Ergiebt sich diese nicht, so war das Material nicht rein oder die Analyse nicht richtig. Die Nothwendigkeit einer schärferen Kritik der Analysen in dieser Richtung, sowie der Zuwachs, den sie in den letzten 20 Jahren erfahren haben, veranlassten zunächst die vorliegende Arbeit.

Das eben Gesagte lässt sich an einem bekannten Beispiele, dem Labrador von der Paulsinsel, beweisen. Es fanden in ihm:

	Al : Si	Na : Ca
Tschermak	1 : 3,4	1 : 1,0
Penfield	3,4	1,2
Jannasch	3,2	1,2
Rammelsberg	3,5	1,2
Vogelsang	3,3	3,8

Die Analysen entsprechen bis auf die von Vogelsang dem Mischungsgesetz, welches 1 : 3,33 und 1 : 1 fordert. Vogel-

[1] Pogg. Ann. **126**. 39. — Zeitschr. d. geol. Ges. **18**. 200; **24**. 138.

SANG's Analyse aber ist unrichtig, da in ihr, wenn $2\,Na = \overset{II}{R}$ gesetzt wird, $\overset{II}{R} : Al$ nicht $= 1 : 1$, sondern $= 0{,}8 : 1$ ist.

Zunächst einige Worte über Anorthit.

Anorthit.

Wir bezeichnen den Anorthit als Kalkfeldspath, allein dies ist im Grunde nicht richtig, denn alle neueren Analysen geben einen Gehalt von Natron und Kali an, so dass wir es eigentlich mit kalkreichen Plagioklasen zu thun haben.

Der Anorthit ist der am leichtesten zersetzbare Feldspath und wurde daher in älteren Gesteinen vielfach verkannt. Aber auch Anorthit aus jüngeren Gesteinen enthält häufig Wasser, was auf eine beginnende Umwandlung schliessen lässt. So wird der Glühverlust angegeben in Anorthit von:

Vulcan Yaté	0,48 %
Corsica (DELESSE)	0,50
Stockholm	0,67
Baste	0,87
Hammerfest	1,62
Raymond, Maine	2,80
Vulcan Najakajima (KOTO)	4,51

Als wasserfrei werden angegeben: Vulcan Najakajima (KITAMURA), Vesuv (ABICH), Meteorit von Juvenas (0,38 aq.), St. Eustache, Näfverholt (0,31), Thjorsa-Ebene, Selfjall, Aetnalava.

Die Grenze zwischen Anorthit und Labrador ist willkürlich. Im Nachfolgenden sind nur diejenigen Feldspathe zum Anorthit gestellt, in welchen auf 1 At. Na (K) wenigstens 5—6 At. Ca enthalten sind.

Bei der Prüfung der Frage, ob das Mischungsgesetz auf den Anorthit Anwendung finde, darf man nicht vergessen, dass das Verhältniss Na : Ca bei der Schwierigkeit der genauen Bestimmung so kleiner Alkalimengen nicht gerade als sehr zuverlässig anzusehen ist. Nachstehende Tabelle giebt die beiden wesentlichen Proportionen an:

	Al : Si	Na : Ca
1. Vulcan Najakajima, Kitamura	1 : 2,0	1 : 45,0
2. Vesuv, Abich	2,1	14,0
3. St. Eustache, Deville	2,2	13,0
4. Aetna-Lava, Fouqué	2,0	11,0
5. Näfverholt, Sartorius	2,3	9,0
6. Meteorit von Juvenas, Rg.	2,1	8,0
7. Stockholm, Oeberg	2,1	8,0
8. Raymond, Maine, Melville[1]	2,3	7,2
9. Selfjall, Forchhammer	2,4	5,7
10. Baste, Streng	2,0	6,4
11. Wie 1, Koto	2,35	5,2
12. Thjorsa-Ebene, Damour	2,3	5,0
13. „ Genth	2,5	6,6

Aus diesen Anorthitanalysen lässt sich nichts für das Mischungsgesetz entscheiden, denn nach ihnen wäre bei der Proportion Al : Si = 1 : 2 das Atomverhältniss Na : Ca ebensowohl = 1 : 45 wie 1 : 11 oder 1 : 6,4.

Es ist überhaupt eine solche Schärfe in der Bestimmung Al : Si nicht zu erwarten, welche die Verhältnisse 1 : 2,1 —1 : 2,2—1 : 2,3 mit Sicherheit feststellte und wir werden daher die Prüfung des Mischungsgesetzes an den anderen Plagioklasen versuchen müssen.

Labrador.

Wir kennen wohl reinen Natronfeldspath, aber nicht sicher reinen Kalkfeldspath und zwischen Anorthit und Labrador ist keine scharfe Grenze zu ziehen; es ist daher gewissermaassen willkürlich, wenn man Labrador diejenigen Plagioklase nennt, in welchen Al : Si = 1 : 2,3—1 : 3,4 ist.

Nach dem Mischungsgesetz erfordert:

Al : Si	Na : Ca
1 : 2,3	1 : 6,0
2,44	4,0
2,57	3,0
2,8	2,0
3,0	1,5
3,33	1,0

[1] Dieser Anorthit gab: SiO^2 43,13, $Al O^3$ 30,95, $Fe O^3$ 1,04, Ca O 19,71, Mg O 0,31, Na^2O 0,69, K^2O 1,29, Glühverlust 2,80. Bull. U. S. Surv. No. 113.

Ausser diesen einfachsten Verhältnissen können viele zwischenliegende vorkommen.

A. Labradore, welche dem Mischungsgesetz gut oder annähernd entsprechen:

	Al : Si	Na : Ca
berechnet	**1 : 2,3**	**1 : 6,0**
1. Hammerfest, Pisani	2,3	5,0
2. Bogoslowsk, Potyka	2,3	5,5
berechnet	**1 : 2,57**	**1 : 3,0**
3. Prätoria, Dahms	2,6	2,4
4. Näröedal, Rg.	2,6	2,5
berechnet	**1 : 2,8**	**1 : 2,0**
5. Insel Mull, Halland	2,7	1,8
6. Syrien, Doss	2,8	2,0
7. Faröer, Forchhammer	2,8	1,6
8. Berufjord, Damour	2,9	2,1
berechnet	**1 : 3,0**	**1 : 1,5**
9. Egersund, Kersten	3,0	1,4
10. Radauthal, Rg.	3,0	1,4
11. Fayal, Fouqué	3,0	1,44
12. „ Fouqué	3,0	1,68
13. Guadalupe, Deville	3,1	1,7
14. Havnefjord, Rath	3,1	1,5
15. Buchberg, Traube	3,1	1,3
16. Tennbergthal, Rath	3,1	3,2
17. Besseyre, Fouqué	3,1	3,4
18. Pont Jean, Delesse	3,1	1,3
19. Neurode (Hypersthen), Rath	3,0	2,1
20. S. Jorge, Fouqué	3,0	1,2
21. Paulsinsel, Jannasch	3,2	1,2
22. Bozen, Delesse	3,2	1,4
berechnet	**1 : 3,33**	**1 : 1,0**
23. Dalarne, Svanberg	3,2	1,0
24. Veltlin, Rath	3,2	1,0
25. Mombächler Höfe, Schmid	3,2	1,0
26. Morea, Delesse	3,2	0,9
27. Nordische Geschiebe, König	3,2	1,1
28. Cheviot Hills, Petersen	3,2	1,0
29. Oberstein, Dahm	3,2	1,0
30. Pico, Fouqué	3,2	1,0
31. „ Fouqué	3,2	1,0
32. Monzoni, Rath	3,3	1,2 : 1
33. Wie 27, Dulk	3,3	1,2
34. „ 21, Penfield	3,4	1,1
35. „ „ Tschermak	3,4	1,1

	Al : Si	Na : Ca
36. Wie 21, Rg.	1 : 3,4	1 : 1,2
37. Campsie, Hunt	3,3	1,2
38. Aetna-Lava, Abich	3,3	1,2
39. Rothenburg, Streng	3,4	1,2

B. Labradore, welche dem Mischungsgesetz nicht entsprechen:

	Al : Si	Na : Ca
1. Valle d'Orezza, Rupprecht	1 : 2,0	1 : 3,0
2. Bogoslowsk, Scott	2,2	3,0
3. Corsica, Delesse	2,3	2,0
4. Vulcan Yaté, Ziegenspeck	2,3	1,6
5. Rosswein, Sachsse	2,6	1,2
6. Elba, Cossa	2,8	1,2
7. Hitteröe, Waage	2,8	0,9
8. M. Genèvre, Delesse	3,0	3,6
9. Belfahy, Delesse	3,0	2,4 : 1
10. Sandwichinseln, Schlieper	3,0	0,9
11. Krakatau-Asche, Sauer	3,3	1,6 : 1

Von 50 Analysen entsprechen 80 % dem Mischungsgesetz, welches den Labrador als:

$$\left\{ \begin{array}{l} Na^2 Al Si^6 O^{16} \\ n\,Ca\,Al\,Si^2 O^8 \end{array} \right\}$$

betrachtet. Danach ist:

n = 12,	wenn Al : Si =	1 : 2,3
8,		2,44
6,		2,57
4,		2,8
3,		3,0
2,		3,33

Um die Abweichungen der Labradore B darzulegen, berechnen wir:

	Al : Si a. d. gef. Na : Ca	Na : Ca a. d. gef. Al : Si
1.	1 : 2,57	—
2.	2,57	1 : 12,0
3.	2,8	6,0
4.	3,0	—
5.	3,2	3,0
6.	3,2	2,0
7.	3,3	2,0
8.	2,5	1,5
9.	4,2	1,5
10.	3,3	1,5
11.	3,8	1,0

Andesin.

Als Andesin seien die zwischen Labrador und Oligoklas stehenden Plagioklase bezeichnet, in denen Al : Si = 1 : 3,5 —1 : 4,2 ist.

A. Solche, welche dem Mischungsgesetz gut oder annähernd entsprechen:

	Al : Si	Na : Ca
berechnet	**1 : 3,5**	**1,25 : 1**
1. Breitfirst, Wedel	3,5	1,0
2. Marmato, Deville	3,5	1,3
3. Marmagne, Damour	3,5	1,5
4. Popayan, Francis	3,6	1,3
berechnet	**1 : 3,7**	**1,5 : 1**
5. Esterel-Geb., Rg.	3,7	1,5
6. „ Rath	3,7	1,5
7. Vesuv, Rath	3,7	2,3
8. Tunguragua, Rath	3,7	1,2
9. Orijärfvi, Gylling	3,7	1,7
10. Finnland, Wiik	3,7	2,5
11. Trifail, Maly	3,7	1,5
12. Odern, Delesse	3,8	1,4
13. Roquemaure, Fouqué	3,8	1,3
14. Kullakenen Chatard	3,8	2,3
15. Piz Roseg, Rath	3,9	1,3
16. Guagua Pichincha, Rath	3,9	1,9
17. Meissner, Petersen	3,9	1,9
18. Pululagua, Rath	3,9	1,5
19. Wie 1, Wedel	3,9	1,5

	Al : Si	Na : Ca
berechnet	**1 : 4,0**	**2,0 : 1**
20. Frankenstein, Varrentrapp	3,9	2,4
21. Ural, Jewreinow	3,9	2,6
22. Wie 2, Abich	4,0	1,8
23. „ „ Rg.	4,0	2,0
24. Vapnefjord, Sartorius	4,0	1,6
25. Pitkäranta, Jewreinow	4,0	1,8
26. Mojanda, Rath	4,0	1,8
27. Rothenburg, Streng	4,0	2,3
28. Coromandel, Dirwell	4,0	2,0
29. Bakersville, Clarke	4,0	3,0
30. Chagey, Delesse	4,0	2,6
31. La Bresse, Delesse	4,0	2,0
32. Fassathal, Lemberg	4,1	1,8

	Al : Si	Na : Ca
berechnet	**1 : 4,2**	**2,5 : 1**
33. Moss, Dirwell	4,1	2,6
34. Birkenauer Thal, Manitz	4,1	2,8
35. Schaitansk, König	4,1	3,3
36. Bourg d'Oisans, König	4,2	3,2
37. Toluca, Bake	4,2	2,3
38. Uvelka, Rath	4,2	2,6
39. Wie 20, Schmidt	4,2	2,3
40. Sala, Svanberg	4,2	3,0
41. Moland, Dirwell	4,2	3,3
42. Christiania, Fischer	4,2	2,6

B. Andesine, welche dem Mischungsgesetz nicht entsprechen:

	Al : Si	Na : Ca
1. Chateau Richer, Hunt	1 : 3,9	3,2 : 1
2. Altai, Chrustschoff	3,9	3,8
3. Predazzo, Rath	4,0	2,9
4. Servance, Delesse	4,0	2,9
5. Bamle, Dirwell	4,0	6,0
6. Rochesauve, Damour	4,0	1,2
7. Coravillers, Delesse	4,0	3,7
8. Unionville, Chatard	4,1	6,0
9. Challanges, Lory	4,2	4,5
10. Marmorera, Rath	4,2	1,1
11. Lavaldens, Lory	4,2	1,2

Von 53 Analysen entsprechen 80 % dem Mischungsgesetz:

$$Na^2 Al Si^6 O^{16}$$
$$n\,Ca\,Al\,Si^2 O^8$$

Danach ist:

n = 1,6,	wenn Al : Si =	1 : 3,5
1,33,		3,7
1,0,		4,0
0,8,		4,2

Um die Abweichungen in B klar zu machen, berechnen wir:

	Al : Si	Na : Ca
	a. d. gef. Na : Ca	a. d. gef. Al : Si
1.	1 : 4,5	2,0 : 1
2.	3,5	2,0
3.	4,4	2,0
4.	4,4	2,0
5.	5,0	2,0
6.	5,6	2,0

	Al : Si a. d. gef. Na : Ca	Na : Ca a. d. gef. Al : Si
7.	1 : 3,5	2,0 : 1
8.	5,0	2.0
9.	4,8	1.5
10.	3,3	2,5
11.	5.6	2,5

Oligoklas.

Als Oligoklas seien diejenigen Plagioklase bezeichnet, in welchen Al : Si etwa zwischen 1 : 4,5 und 1 : 5,5 liegt.

A. Solche, welche dem Mischungsgesetz gut oder annähernd entsprechen:

	Al : Si	Na : Ca
berechnet	**1 : 4,4**	**3,0 : 1**
1. Pikruki, Struve	4.3	3,4
2. Brandenberger Ache, Cathrein	4,3	2,9
3. Sutherlandshire, Haughton	4,3	3,2
4. Chester, Mass., Jackson	4.3	3.3
5. Arendal, Rosales	4,4	3,4
6. Tvedestrand, Scheerer	4,4	3,3
7. Ytterby, Berzelius	4,4	4.2
8. Quenast, Delesse	4,4	4.1
9. Rio Grande, Rath	4,4	3.2
10. Stockholm, Berzelius	4,5	5,0
11. Aus Protogin, Delesse	4,5	4,0
12. Bakersville, Sperry	4,5	3.6
13. Perlenhardt, Rath	4,5	3,1
berechnet	**1 : 4.66**	**4.0 : 1**
14. Albula, Rath	4,6	3,4
15. Aberdeen, Haughton	4.6	3,6
16. Niedermendig, Rath	4,6	4,0
17. Mexico (?), Fouqué	4,7	4,1
berechnet	**1 : 4,85**	**5,0 : 1**
18. Katharinenburg, Francis	4,7	5,0
19. Wie 5, Hagen	4,7	5.5
20. Wilmington, Teclu	4,7	6,2
21. Wie 7, Damour	4.7	6.0
22. Veltlin, Rath	4,8	4,9
23. Pargas, Bonsdorff	4,8	4,0
24. Visembach, Delesse	4,8	4,5
25. Buö, Deville	4,8	4,5
26. „ Dirwell	4,8	6,0
27. Pierrepont, Sperry	4.8	5,4
28. Gaggenau, Seneca	4,9	4,0

	Al : Si	Na : Ca
29. Hartenberg, Rath	1 : 4,9	4,6 : 1
30. Schaitansk, Rath	4,9	5,0
31. Wie 7 und 21, Ludwig	4,9	5,4
berechnet	**1 : 5,0**	**6,0 : 1**
32. Soboth, Smith	4,9	7,0
33. Laacher See, Fouqué	4,9	7,2
34. Wie 5 und 19, Damour	4,9	7,0
35. „ „ „ „ Dirwell	4,9	6,0
36. „ „ „ „ Dirwell	4,9	7,0
37. Tellemarken, Pisani	4,9	7,6
38. Hitteröe, Tschermak	5,0	5,5
39. Bolton, Damour	5,0	7,0
40. Antisana, Rath	5,0	5,3
41. Christinenberg, Starkl	5,0	6,4
42. Bamle, Hawes	5,4	6,3
berechnet	**1 : 5,2**	**8,0 : 1**
43. Hohenhagen, Jannasch	5,0	8,0
44. Haddam, Smith	5,0	9,6
45. „ Sperry	5,2	10,3
46. Danbury, Sperry	5,2	9,5
47. „ Hawes	5,2	10,3
48. Mineral Hills, Sperry	5,4	10,8

B. Oligoklase, welche dem Mischungsgesetz nicht entsprechen:

	Al : Si	Na : Ca
1. Dept. Arriège, Laurent	1 : 4,4	5,1 : 1
2. Coromandel (?), Dirwell	4,4	7,0
3. Neurode, König	4,5	2,0
4. Röttchen, Bothe	4,5	5,5
5. Halle, Laspeyres	4,5	5,8
6. Vesuv, Rath	4,5	5,8
7. Marienbad, Kersten	4,5	6,0
8. Arendal, Dirwell	4,5	6,5
9. Warmbrunn, Rg.	4,6	6,5
10. Mineral Hills, Pisani	4,6	2,5
11. Boden, Kerndt	4,6	8,0
12. Arcunetu, Fouqué	4,6	2,0
13. Alagna, Fouqué	4,6	2,25
14. New York, Damour	4,7	6,9
15. Puy-de-Dôme, Kossmann	4,8	2,5
16. Elba, Damour	4,8	3,3
17. Pettinengo, Rocholl	4,8	9,2
18. Schaitansk, Bodemann	4,9	3,8
19. Flensburg, Wolff	5,0	4,0

	Al : Si	Na : Ca
20. Norwegen, Dirwell	1 : 5,0	12,8 : 1
21. „ Dirwell	5,0	15,3
22. Hitteröe, Sperry	5,4	15,4
23. Branchville, Sperry	5,4	16,5

Auch hier entsprechen 80 % sämmtlicher Analysen dem Mischungsgesetz, wonach der Oligoklas ist:

$$n\,Na^2\,Al\,Si^6\,O^{16}$$
$$Ca\,Al\,Si^2\,O^8$$

n =	1,5, wenn Al : Si =	1 : 4,4
	2,0,	4,66
	2,5,	4,85
	3,0,	3,0
	4,0,	5,2
	5,0,	5,33

Wenn die Oligoklase B dem Mischungsgesetz folgten, so würde:

	Al : Si ber. a. d. gef. Na : Ca	Na : Ca ber. a. d. gef. Al : Si
1.	1 : 4,8	3 : 1
2.	5,1	3
3.	4,0	4 : 1
4.	4,9	
5.	5,0	
6.	5,0	
7.	5,0	
8.	5,1	
9.	5,1	
10.	4,2	
11.	5,2	
12.	4,0	
13.	4,8	
14.	5,1	5 : 1
15.	4,2	
16.	4,5	
17.	5,3	
18.	5,2	6 : 1
19.	4,7	
20.	5,4	
21.	5,5	10 : 1
22.	5,5	
23.	5,5	

Auffällig ist die Verschiedenheit mancher Oligoklase von angeblich gleichem Fundort, z. B.:

		Al : Si	Na : Ca
Arendal	A. 5	1 : 4,4	3,4 : 1
	19	4,7	5,5
	37	4,9	6,7
	B. 8	4,5	6,5
Itterby	A. 7	4,4	4,2
	21	4,7	6,0
	31	4,9	5,4
Schaitansk	A. 30	4,9	5,6
	B. 18	4,7	3,8

Sind diese Differenzen in der Natur des Materials oder in den Analysen zu suchen?[1]

Bei denjenigen Oligoklasen (B), welche dem Mischungsgesetz nicht zu folgen scheinen, tritt, gleichwie bei den Andesinen gleicher Art, die bemerkenswerthe Erscheinung ein, dass die Menge des Natrons meist grösser ist, als die Berechnung erfordert, während man eher das Gegentheil erwarten sollte, welches nur in der Minderzahl der Fälle sich zeigt.

Ein Oligoklas, in welchem $n = 5$, d. h. $Na : Ca = 10 : 1$ ist, enthält nur noch 2 % CaO, und wird gewöhnlich schon zum Albit gerechnet, von welchem kalkfreie Abänderungen wohlbekannt sind, während das Vorkommen natronfreien Anorthits noch nicht feststeht.

Im Sinne des Mischungsgesetzes ist es, dass in den kalkarmen Oligoklasen (und Albiten) Si nicht = 6, sondern etwas kleiner ist und wenn einige wenige $Al : Si = 1 : 6$ ergeben haben oder sogar 1 : 7, so ist dies als fraglich oder unrichtig zu betrachten.

Ein auf anfangende Umwandlung deutender Wassergehalt mancher Plagioklase kann auf die Berechnung nicht ohne Einfluss sein. Ein solcher von mehr als 1 % findet sich z. B. in:

Labrador	A.	No. 10, 18, 23, 26, 29
	B.	„ 6, 8
Andesin	A.	„ 2, 12, 15, 27, 30, 36, 38, 39, 42
	B.	„ 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11

[1] s. auch weiter unten die Analysen der Oligoklase von Hitteröe und Mineral Hills.

Resultate der Berechnung der Plagioklase.

Wir sind bei dieser Berechnung von dem gefundenen Verhältniss Al : Si ausgegangen, weil beide Elemente zuerst abgeschieden und bestimmt werden. Nun wissen wir aber, dass die Kieselsäure auf ihre Reinheit zu prüfen ist, und dass kleine Mengen von ihr der Thonerde folgen und können deshalb wohl behaupten, dass das gefundene Verhältniss Al : Si in manchen Fällen nur annähernd richtig sein mag, so dass auch die aus ihm berechnete Proportion Na : Ca ebenfalls der Wahrheit nicht genau entspreche.

Wenn also das Mischungsgesetz vollkommen richtig ist, woran wir nicht zweifeln, so müssen wir auch die zahlreichen Analysen als Belege für dasselbe ansehen, welche ihm nur annähernd entsprechen.

Tritt in einem Kalkfeldspath (Anorthit) Na auf, so ist Al : Si nicht = 1 : 2 und tritt in einem Albit Ca auf, so ist Al : Si nicht = 1 : 6. In den dazwischen liegenden Plagioklasen steigt mit dem Si auch das Na, wenigstens in der überwiegenden Mehrzahl. Dies gilt für 80 % oder $\frac{4}{5}$ sämmtlicher Analyses.

Nach einer schon früher von Sartorius aufgestellten Ansicht, welche auch jetzt noch ihre Anhänger zählt, ist aber ein Plagioklas:

$$X \left\{ \begin{matrix} m\,Na^2\,Al\,Si^6\,O^{16} \\ n\,Ca\,Al\,Si^6\,O^{16} \end{matrix} \right\} + Y \left\{ \begin{matrix} m\,Na^2\,Al\,Si^2\,O^8 \\ n\,Ca\,Al\,Si^2\,O^8 \end{matrix} \right\}$$

Diese von Bunsen schon bei ihrem Erscheinen entschieden bekämpfte Ansicht setzt die Existenz eines Kalkalbits und eines Natronanorthits voraus, d. h. zweier hypothetischer Feldspathe, welche sich trotz zahlreicher Analysen noch niemals gefunden haben. Sie gestattet keine Prüfung, weil sie keine Beziehung zwischen Al : Si und Na : Ca fordert, denn letztere Proportion wird nur von X und Y beeinflusst.

Ist z. B.:

X : Y	Al : Si
1 : 2	1 : 3,33
1 : 1	4,0
2 : 1	4,66

So kann Na : Ca ebensogut = 1 : 2 wie 1 : 1 oder 2 : 1 oder 3 : 1 oder 6 : 1 sein und ebensowohl können diese Ver-

hältnisse stattfinden, wenn Al : Si = 1 : 3 oder 1 : 3,33 oder 1 : 4 oder 1 : 4,66 ist.

Nun findet sich aber,

wenn Al : Si,	dann Na : Ca	
1 : 3,3	2,4 : 1	nur einmal
4,0	6,0	„ zweimal
4,6	8,1	„ einmal

und neben diesen einzeln dastehenden Extremen liegen die unter B angeführten Proportionen Na : Ca immer noch näher den vom Mischungsgesetz geforderten.

Wir kennen keinen Plagioklas, in welchem bei Al : Si = 1 : 3,3 Na : Ca = 4 : 1 wäre und ebensowenig einen solchen, in welchem bei Al : Si = 1 : 4,6 Na : Ca = 1 : 2 wäre.

Es wäre nun sehr wünschenswerth, die unter B zusammengestellten Plagioklase mit Rücksicht auf ihre Reinheit und Frische von Neuem zu analysiren.

Setzt man aber voraus, dass ihre Analysen richtig und das Material rein waren, so fragt man sich, ob neben dem Tschermak'schen Mischungsgesetz nicht auch das von Sartorius aufgestellte in einzelnen Fällen berechtigt sei. Denn bei den Oligoklasen B ist:

	Al : Si	Na : Ca	
	gefunden	berechnet	gefunden
No. 3—13	1 : 4,5	4 : 1	2 : 1 einmal 6—8 : 1
14—17	1 : 4,8	5 : 1	2,5 : 1 einmal 4,8—6,9 : 1
18—21	1 : 5	6 : 1	4—15 : 1
22, 23	1 : 5,4	10 : 1	15—16 : 1

Um die Verschiedenheit der Resultate anschaulich zu machen, vergleichen wir noch zwei Oligoklase.

Hitteröe. Eine ältere Analyse von Tschermak und eine spätere von Sperry:

	CaO	MgO	Na^2O	K^2O
Tschermak	2,8	0,4	9,7	0,8
Sperry	1,46	—	10,36	0,70

Die Differenz liegt also vorzugsweise im Kalk.

	Al : Si	Na : Ca	
	gefunden	gefunden	ber. n. d. Mischges.
Tschermak	1 : 4,5	5,5 : 1	6 : 1
Sperry	1 : 5,4[1]	13,4 : 1	12 : 1

[1] Auf 1 g SiO^2 erhielt Tschermak 0,342, Sperry nur 0,312 Al^2O^3, Differenz 0,03 g.

Mineral Hills. Hier haben wir eine Analyse von Pisani und eine spätere von Sperry:

	CaO	MgO	Na^2O	K^2O
Pisani	3,56	1,53	7,30	0,90
Sperry	1,85	—	9,84	0,98

Auch hier ist der Gehalt an Kalk, aber auch der an Natron verschieden.

	Al : Si	Na : Ca	
	gefunden	gefunden	ber. n. d. Mischges.
Pisani	1 : 4,6	2,5 : 1	4 : 1
Sperry	1 : 5,4	10,3 : 1	12 : 1

Nach Sperry haben beide Oligoklase gleiche Zusammensetzung und diese entspricht dem Gesetz. Dies letztere gilt auch von Tschermak's Analyse trotz des verschiedenen Verhältnisses Na : Ca, nicht aber von derjenigen Pisani's.

Vergleichende Übersicht der einfachsten und häufigsten Plagioklasmischungen.

Labrador.

	$Na^2Al Si^6O^{16}$	$Na^2Al Si^6O^{16}$
	$3 Ca Al Si^2O^8$	$2 Ca Al Si^2O^8$
	Al : Si	Na : Ca	Al : Si	Na : Ca
	1 : 3	1 : 1,5	1 : 3,33	1 : 1
SiO^2	53,02		55,55	
AlO^3	30,05		28,33	
CaO	12,37		10,37	
Na^2O	4,56		5,75	

Z. B.: Egersund, Radauthal, Fayal, Havnefjord, Bozen, Dalarne, Veltlin, Nord. Geschiebe, Oberstein, Monzoni, Paulsinsel, Rothenburg, Aetna-Lava.

Andesin.

	$3 Na^2Al Si^6O^{16}$	$Na^2Al Si^6O^{16}$	$5 Na^2Al Si^6O^{16}$
	$4 Ca Al Si^2O^8$	$Ca Al Si^2O^8$	$4 Ca Al Si^2O^8$
	Al : Si	Na : Ca	Al : Si	Na : Ca	Al : Si	Na : Ca
	1 : 3,7	1,5 : 1	1 : 4	2 : 1	1 : 4,2	2,5 : 1
SiO^2	58,12		59,85		61,09	
AlO^3	26,60		25,44		24,60	
CaO	8,35		6,98		6,09	
Na^2O	6,93		7,73		8,31	

Z. B.: Esterel-Geb., Tunguragua, Trifail, Rosswein, Piz Roseg, Guagua Pichincha, Pululagua, Breitfirst, Marmato, Pitkäranta, Mojanda, Rothenburg, Coromandel, Fassathal, La Bressa, Toluca, Uvelka, Frankenstein, Moland, Christiania.

Oligoklas.

	$3\,Na^2\,\cancel{Al}\,Si^6\,O^{16}$ $2\,Ca\,\cancel{Al}\,Si^2\,O^8$		$2\,Na^2\,\cancel{Al}\,Si^6\,O^{16}$ $Ca\,\cancel{Al}\,Si^2\,O^8$		$3\,Na^2\,\cancel{Al}\,Si^6\,O^{16}$ $Ca\,\cancel{Al}\,Si^2\,O^8$	
	$\cancel{Al}$: Si	Na : Ca	$\cancel{Al}$: Si	Na : Ca	$\cancel{Al}$: Si	Na : Ca
	1 : 4,4	3 : 1	1 : 4,66	4 : 1	1 : 5	6 : 1
SiO^2	62,03		64,40		64,87	
$\cancel{Al}O^3$	23,97		23,08		22,05	
CaO	5,26		4,22		3,03	
Na^2O	8,74		9,30		10,05	

Z. B.: Brandenberger Ache, Arendal, Tvedestrand, Rio grande, Bakersville, Perlenhardt, Niedermendig, Mexico (?), Albula, Aberdeen, Ytterby, Wilmington, Pierrepont, Arendal, Hitteröe, Bolton, Antisana, Christianenberg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 1896_2

Autor(en)/Author(s): Rammelsberg Karl [Carl] Friedrich

Artikel/Article: Zur Theorie der Plagioklasmischung 165-181