

Untersuchungen über die Volumconstitution einiger Mineralien.

Von

Herrn Director **H. Schröder.**

§. 1. In einer Reihe von Abhandlungen über die Volumtheorie in POGGENDORFF'S Annalen der Physik und Chemie, welche mit fortlaufenden Nummern versehen sind, habe ich die beobachteten Dichtigkeiten oder specifischen Gewichte vieler Elemente und Verbindungen gesammelt, und ihre wahrscheinlichsten Werthe abgeleitet. No. 1 bis 105 findet sich im Bd. 106, S. 226 bis 265; No. 106 bis 197 im Bd. 107, S. 113 bis 147. No. 198 bis 226 im Supplementband VI, S. 58 bis 85. Wo ich neben das Volum eines Körpers eine Nummer einschalte, bezieht sie sich auf die entsprechende Nummer jener Abhandlungen, unter welcher das betreffende Volum abgeleitet ist. Ich bezeichne der Kürze wegen das Molecül mit m , die Dichtigkeit mit s und das Molecularvolum mit v . Als Formeln sind die neueren Molecularformeln ($O = 16$, $C = 12$, $Ca = 40$ u. s. w.) angewendet, und als Moleculargewichte stets diejenigen genommen, welche in dem neuesten Jahresberichte der Chemie zu Grunde gelegt sind. Die theoretischen Betrachtungen, auf welche ich mich zu beziehen habe, findet man loco cit. ausführlich entwickelt.

A. Tremolith und Diopsid (Hornblende und Augit).

§. 2. Die für die Untersuchung der Volumconstitution des Tremoliths und des Diopsids zu beachtenden Beobachtungen sind:

a. Calciummetall = Ca. $m = 40$. $v = 254$ (118 u. 222).

b. Kalk = CaO. $m = 56$. Es ist beobachtet: $s = 3,179$ BOULLAG; $s = 3,161$ KARSTEN; $s = 3,180$ FILHOL; $s = 3,08$ bei $3^{\circ},9$ LE ROGER und DUMAS. Im Mittel $s = 3,150$ und hiemit $v = 17,8$.

c. Periklas u. Bittererde = MgO. $m = 40$. Reguläre Octaëder. Für natürlichen Periklas, der immer etwas eisenhaltig ist, ist $s = 3,75$ SCACCHI; $s = 3,674$, DAMOUR. Für künstlich in Krystallen dargestellten fand EBELMEN $s = 3,636$. Für im Porcellanofen geglühte Magnesia fand H. ROSE $s = 3,644$. Im Platiniegel nur mässig geglühte Magnesia gab noch $s = 3,613$; sie war also schon nahe völlig in Periklas übergegangen.

Mit dem von H. ROSE gemessenen wahrscheinlichsten Werthe ist $v = 11,0$.

d. Kieselsäure als Quarz = SiO₂. $m = 60$. Die Dichtigkeit des Bergkrystals ist beobachtet $s = 2,652$ bei $3^{\circ},9$ im leeren Raum, LE ROGER u. DUMAS. CH. SAINTE CLAIRE DEVILLE fand $s = 2,642$ bis $2,668$, i. M. $s = 2,656$ bei 4° . THEODOR SCHEERER (P. A. Band 67, 123) hat das spezifische Gewicht des reinen Bergkrystals in 9 auf 3 Ziffern beinahe völlig übereinstimmenden Wägungen zu $s = 2,655$ bei 14° R. bestimmt. F. Graf SCHAFFGORSCH bestimmte für den Quarz (P. A. 68, 154) im Mittel aus vielen Bestimmungen $s = 2,653$ bei 13° R. H. ROSE (P. A. 108, S. 6) fand für Bergkrystal vor und nach dem Glühen $s = 2,65$. Aus allen vorstehenden Beobachtungen ergibt sich für den Quarz übereinstimmend $s = 2,65$ u. $v = 22,6$.

e. Wollastonit = CaO, SiO₂; $m = 116$. Monoklin. $v = 40,4$ (44). Mit Augit nicht isomorph.

f. Enstatit = MgSO₄; $m = 100$. Von DESCLOIZEAUX wegen seines optischen Verhaltens für rhombisch gehalten. Enstatit vom Berge Zdjahr in Mähren ist in der Hauptsache als reine kiesel-saure Bittererde zu betrachten, und hat $s = 3,10$ bis $3,13$ i. M. $s = 3,125$ KENNGOTT. EBELMEN hat Magnesia-Pyroxen künstlich dargestellt und fand $s = 3,161$. Auch P. HAUTEFEUILLE stellte ihn künstlich dar und fand $s = 3,11$. Im Mittel ist $s = 3,132$ und $v = 31,9$. Mit HAUTEFEUILLE's Messung ist $v = 32,2$.

§. 3. Es ist nun hier zunächst bemerkenswerth, dass sich

das Volum des Wollastonits als reine Summe der Volume von Kalk und Quarz ergibt.

$$\text{Vol. CaO} = 17,8 \text{ (§. 2 b.)}$$

$$\text{„ SiO}_2 = 22,6 \text{ (§. 2 d.)}$$

$$\text{Vol. CaO, SiO}_2 = 40,4 \text{ genau wie beobachtet (44).}$$

Ebenso ist das Volum des Enstatits nahe gleich der Summe der Volume von Periklas und Quarz, denn

$$\text{Volum MgO} = 11,0 \text{ (§. 7 c.)}$$

$$\text{SiO}_2 = 22,6 \text{ (§. 2 d.)}$$

$$\hline 33,6.$$

Beobachtet ist 31,9 bis 32,2, und es ist hier eine kleine relative Contraction nicht zu misskennen, auf die ich an anderer Stelle zurückkommen werde.

§. 4. Tremolith und Strahlstein, welche Hornblendeform haben, ergeben die merkwürdige Thatsache, dass ihr Volum sich sehr nahe als reine Summe der Volume der Componenten, nämlich der Volume von Kalk, Periklas und Quarz herausstellt.

Die hierher gehörigen Beobachtungen sind:

a. Thonerdefrei und eisenfrei ist nur der Tremolith vom St. Gotthardt, in strahligen, farblosen, durchsichtigen Krystallen, welche nach dem Hornblendeprisma deutlich spalten. Er hat nach RAMMELBERG $s = 2,930$ und die Zusammensetzung $\text{CaO, SiO}_2 + 3\text{MgO, SiO}_2$. Hiefür ist $m = 416$ und $v = 142,6$.

b. RAMMELBERG hat auch den von BONNSDORFF für die reinste Hornblendevarietät angesprochenen Tremolith von Gulsjö in Wärmland analysirt. Wenn man von $0,84\%$ FeO und $0,14\%$ Fluor absieht, ist die Verbindung $2\text{CaO, SiO}_2 + 5\text{MgO, SiO}_2$; $m = 732$. RAMMELBERG fand $s = 3,003$ und hiemit $v = 243,8$.

§. 5. In isomorphen Verbindungen sind die gleichartigen Bestandtheile, wie ich l. c. vielfach nachgewiesen habe, mit gleichem Constitutionsvolum enthalten. Setzt man nun im Tremolith das Kalksilicat mit dem Volum 40,4, wie im Wollastonit voraus, so ergibt sich für MgO, SiO_2 aus den beiden Verbindungen in §. 4:

$$\text{aus a. CaO, SiO}_2 + 3\text{MgOSiO} = 142,6$$

$$\text{CaO, SiO}_2 = 40,4$$

$$\hline 3\text{MgO, SiO}_2 = 192,2$$

$$\text{aus b. } 2\text{CaO, SiO}_2 + 5\text{MgO, SiO}_2 = 243,8$$

$$2\text{CaO, SiO}_2 = 80,8$$

$$5\text{MgO, SiO}_2 = \underline{163,0}$$

$$\text{im Mittel also } 8\text{MgO, SiO}_2 = 102,2 + 163,0 = 265,2$$

$$\text{u. MgO, SiO}_2 = 33,2$$

das ist aber nach §. 3 das Volum von Periklas + Volum Quarz.

§. 6. Der Diopsid hat die Form des Augits, und ist die Verbindung $\text{CaO, SiO}_2 + \text{MgO, SiO}_2$. Er ist auch seiner Volumconstitution nach vom Strahlstein wesentlich verschieden, denn er enthält das Kalksilicat mit einem Volum, welches demjenigen des Magnesiasilicats sehr nahe steht.

Die hierhergehörigen Beobachtungen sind:

a. Diopsid von Gulsjö in Wärmland ist nach RAMMELSBERG's Analyse die Verbindung $\text{CaO, SiO}_2 + \text{MgO, SiO}_2$; er enthält nur 0,54% FeO; ist daher sehr rein; $m = 216$; $s = 3,249$ RAMMELSBERG u. hiemit $v = 66,5$.

b. Diopsid von Brasilien von $s = 3,37$ hat nach KUSSIN 1,20% FeO; $v = 64,1$.

c. Im smaragdgrünen, als wesentlicher Gemengtheil des Lherzoliths auftretenden, Diopsid von $s = 3,28$ fand DAMOUR 53,63 SiO₂; 20,37 CaO; 12,48 MgO; 8,52 FeO; 4,07 Al₂O₃ und 1,30 CrO₃. Er ist daher sehr unrein. Sieht man hievon ab, so berechnet sich $v = 65,9$. Das wahrscheinlichste Volum des Diopsids ist das von RAMMELSBERG beobachtete $v = 66,5$.

Man sieht sofort, dass dies etwa das doppelte Volum des aus dem Strahlstein abgeleiteten und aus den Componenten berechneten Volums des Magnesiasilicates ist.

Während daher im Strahlstein von Hornblendeform das CaO mit seinem Volum als Kalk = 17,8 sich findet, ist dasselbe im Diopsid von Augitform mit einem Volum enthalten, welches von dem des Periklases = 11,0 nur wenig verschieden sein kann.

§. 7. Nach Vorstehendem unterscheiden sich Diopsid und Strahlstein oder Augit und Hornblende, welche frei von Eisenoxyd und Thonerde sind, durch die Volumconstitution der darin enthaltenen Kalkerde. Auf die Untersuchung der Volumconstitution der Eisenoxyd-hal-

tigen und Thonerde-haltigen Augite und Hornblenden näher einzugehen, muss ich mir vorbehalten.

Es stimmt das obige Resultat auch mit dem krystallographischen Verhalten überein; denn für die Constitution der echten monoklinometrischen Pyroxene (Augite) ist nach DESCLOIZEAUX ein gewisser grösserer Kalkgehalt von 10 bis 14⁰/₁₀₀ nothwendig; wo er fehlt, ist die Krystallform niemals die des Augits.

Die vorstehende Auffassung der Volumconstitution von Augit und Hornblende wird wesentlich unterstützt dadurch, dass sich diejenige des Chrysoliths als eine der letzteren ganz analoge erweist.

B. Chrysolithe.

§. 8. Der Chrysolith, und zwar der Magnesia-Chrysolith oder Olivin, der Tephroit oder Manganchrysolith und der Fayalith oder Eisenchrysolith, und der aus jenen zusammengesetzte Monticellit sind rhombisch isomorph.

Die hiehergehörigen Beobachtungen sind:

a. Weisser Olivin, Magnesiachrysolith, Peridoto bianco, (LEVYS Forsterit) vom Vesuv, Monte Somma, rhombisch krystallisirt, enthält (P. A. 109, 568) nach RAMMELSBURG'S Analyse nur 2,33⁰/₁₀₀ FeO, also auf 41 Mol. Mg₂Si nur 1 Mol. Fe₂Si, ist also fast reiner Magnesia-Olivin; m = 140; s = 3,243 RAMMELSBURG; v = 43,2. Mit Rücksicht auf den Eisengehalt, 1 At. auf 41 At. Magnesium und Fe₂Si = 49,3 gesetzt (§. 9.), berechnet sich noch genauer v = 43,5.

b. Für wasserhellen Chrysolith aus der Eifel mit 1⁰/₁₀₀ FeO fand TSCHERMAK s = 3,227; womit v = 43,4 und mit Rücksicht auf den Eisengehalt v = 43,5 bis 43,6.

c. Olivin aus dem Serpentin von Snarum in Norwegen, nur 2,39⁰/₁₀₀ FeO enthaltend, hat s = 3,22 HELLAND (P. A. 148, 330); 1 At. Fe₂Si auf 41 At. Mg₂Si; m = 5944; v = 1846,0. At. Fe₂Si = 49,3 gibt 41 Mg₂Si = 1796,7 u. Mg₂Si = 43,8.

d. GENTH analysirte Olivin von Webster, Jackson County, Nordcarolina, in 2 Varietäten; s = 3,280 u. s = 3,252 i. M. s = 3,266 GENTH; im Mittel nach der Analyse enthaltend 49,15 MgO; 0,41 NiO; u. 7,35 FeO; also genähert 12 Mol. Mg₂Si auf 1 Mol. Fe₂Si. Für diese 13 Mol. ist m = 1884 u. v = 576,9. At. Fe₂Si = 49,3 bleibt für Mg₂Si das Volum v = 44,0.

e. DAMOUR fand für den als Gemengtheil im Lherzolith auftretenden Olivin $v = 3,38$ u. $43,13$ MgO; $13,73$ FeO und $1,60$ MnO. Nimmt man Mangan und Eisen zusammen, so ergeben sich nahe genau $5\dot{M}g_2\dot{S}i$ auf $1\dot{F}e_2\dot{S}i$, dann ist $m = 904$; und $v = 267,7$, u. für $Mg_2\dot{S}i$ berechnet sich $v = 43,7$.

f. W. JUNG hat frischen Olivin aus dem Basalt von Unkel bei Oberwinter von $s = 3,19$ untersucht, u. gefunden FeO = $8,63$ NiO = $0,44$ u. MgO = $37,31$. Vernachlässigt man den Nickelgehalt, so kommen $7,8$ Mol. $\dot{M}g_2\dot{S}i$ auf 1 Mol. $\dot{F}e_2\dot{S}i$. Nun ist $m = 129,6$ u. $v = 406,3$ u. hieraus $Mg_2\dot{S}i = 45,8$.

g. Chrysolith vom Hekla; $s = 3,226$ bei 17° GENTH. Enthält $49,31$ MgO; $6,93$ FeO; $0,32$ NiO. Vernachlässigt man den Nickelgehalt, so kommen $13Mg_2\dot{S}i$ auf $1\dot{F}e_2\dot{S}i$. $m = 2024$; $v = 627,5$, also für $\dot{M}g_2\dot{S}i$ $v = 44,5$.

h. Olivin von Syssersk am Ural enthält nach BECK u. HERMAN $43,30$ Mg und $17,52$ FeO. Sonst keine fremden Bestandtheile; $s = 3,39$ bis $3,43$ i. M. $s = 3,41$. Enthält also $4,45$ $\dot{M}g_2\dot{S}i$ auf $1\dot{F}e_2\dot{S}i$. $m = 827$; $v = 242,7$ u. hieraus $\dot{M}g_2\dot{S}i = 43,5$.

i. Chrysolith, Olivin. Chrysolith von Bolton, Massachusetts, $s = 3,21$ BRUSH, enthielt nach der Analyse von BRUSH $54,44$ MgO, $1,47$ FeO, $0,85$ CaO. Ist also sehr rein. $m = 140$; $v = 43,6$ und mit Rücksicht auf den Eisengehalt $43,8$.

Das Volum von $\dot{M}g_2\dot{S}i$ ist daher zu $43,5$ bis $45,8$ beobachtet. Im Mittel ist $v = 44,0$.

§. 9. Tephroit, Manganchrysolith = $\dot{M}n_2\dot{S}i$, $m = 202$, hat nach BREITHAUPt $s = 4,06$ bis $4,12$. Im Mittel $s = 4,09$; $v = 49,4$. Er ist mit Kalk und Magnesia immer gemengt vorgekommen.

Die reinste Sorte ist der Tephroit von Stirling Hill in Sparta. $s = 4,1$ BRUSH; enthält nur etwa 4% FeO, MgO, CaO u. ZnO beigemengt; u. $v = 49,2$. I. M. hat Tephroit das Volum $v = 49,3$.

§. 10. Fayalith, Eisenchrysolith, hat nach DANA $s = 4,11$ bis $4,14$. $m = 202$. $v = 48,8$. Fayalith aus dem Pegmatit der Mourne-mountains in Island enthält nach DELESSE nur $5,07$ MnO u. $0,30$ MgO; ist also sehr rein. $s = 4,006$ DELESSE u. hiemit $v = 50,4$. I. M. $v = 49,6$, das ist gleich dem Volum des Tephroits. Im Mittel ist das Volum von Tephroit u. Fayalith = $49,4$ beobachtet.

§. 11. Monticellit vom Vesuv; isomorph mit Chrysolith, hat nach RAMMELSBURG $s = 3,119$ und die Zusammensetzung $\text{Ca}_2\text{Si} + \frac{7}{8}\text{Mg}_2, \frac{1}{8}\text{Fe}_2\text{Si}$; ist also 1 Mol. Ca_2Si in Verbindung mit 1 At. Mol. Chrysolith; $m = 320$; $v = 102,6$.

§. 12. Es ist nun sofort ersichtlich, dass das Volum des Magnesiachrysoliths gleich der Summe der Volume der Componenten, nämlich von Quarz und Periklas, ist; denn hiernach berechnet sich:

$$2 \text{ Vol. Periklas} = 22,0 \text{ (§. 2 c.)}$$

$$\text{Vol. Quarz} = 22,6$$

$$\text{Vol. } 2\text{MgO, SiO}_2 = \underline{44,6}$$

beobachtet ist 43,2 bis 45,8, i. M. 44,0 (§. 8).

§. 13. Für den Eisen- und Manganchrysolith, d. i. für den Fayalith u. Tephroit war $v = 49,1$ (§. 9 u. 10).

Nimmt man auch darin die Kieselsäure als Quarz an, so ergibt sich:

$$2(\text{Fe, Mn})\text{O, SiO}_2 = 49,6$$

$$\text{SiO}_2 = \underline{22,6}$$

$$2(\text{Fe, Mn})\text{O} = \underline{27,0}$$

$$(\text{Fe, Mn})\text{O} = 13,5.$$

Es ist dies offenbar das Volum des dem Periklas entsprechenden regulären Eisenoxyduls und Manganoxyduls. Das erstere ist nicht beobachtet. Für das Manganoxydul = MnO , $m = 71$, hat RAMMELSBURG beobachtet $s = 5,91$, womit $v = 13,9$, welches Volum vielleicht noch etwas zu gross ist, da das Manganoxydul kaum ohne theilweise höhere Oxydation und dadurch Erniedrigung seiner Dichtigkeit zu erhalten ist.

Die Volume der Chrysolithe ergeben sich daher als Summen der Volume der regulären Oxyde MgO , FeO , MnO und des rhomboëdrischen Quarzes.

§. 14. Für den von RAMMELSBURG untersuchten Monticellit vom Vesuv ergibt sich nun:

$$\text{Vol. } \text{Ca}_2\text{Si} + \frac{7}{8}\text{Mg}_2\text{Si} + \frac{1}{8}\text{Fe}_2\text{Si} = 102,6$$

$$\text{ab } \frac{1}{8}\text{Fe}_2\text{Si} = \frac{6,2}{96,4} = \frac{1}{8} \times 49,6$$

$$\text{ab } \frac{7}{8}\text{Mg}_2\text{Si} = 38,5 = \frac{7}{8} \times 44,0$$

$$\text{bleibt Vol. } \text{Ca}_2\text{Si} = \underline{57,9}$$

zieht man hievon Volum Quarz = 27,6 ab, so erhält man

$$2\text{CaO}, \text{SiO}_2 = 57,9$$

$$\text{SiO}_2 = 22,6$$

$$2\text{CaO} = \underline{35,3}$$

$$\text{u. Vol. CaO} = 17,7$$

das ist aber das beobachtete Volum des Kalks, und es ist daher auch der Kalk im Chrysolith mit seinem natürlichen Constitutionsvolum enthalten.

C. Willemit.

§. 15. Willemit = $2\text{ZnO}, \text{SiO}_2$. $m = 222$, ist hexagonal, dem Chrysolith nicht isomorph.

Die Beobachtungen sind:

a. Willemit vom Busbacher Berg bei Stolberg (7. B. 47, 48. P. 1173). Er ist von **MONHEIM** analysirt und enthält 26,90% SiO_2 ; 72,91 ZnO und 0,35 Fe_2O_3 ; ist daher sehr rein.

Für den krystallisirten fand **MONHEIM** $s = 4,18$.

Für den dichten $s = 4,02$ bis 4,16.

Hiermit ergibt sich $v = 53,1$ bis 55,2, i. M. = 54,2.

b. Willemit (Troostit) von New Jersey enthält nach **HERMANN** 26,80% SiO_2 ; 60,07 ZnO; 9,22 MnO; 2,91 MgO, 1,00 Glühverlust. $s = 4,02$; $v = 55,2$. Ist viel weniger rein.

c. Apfelgrüner Willemit von Mine Hill (Sussex, New Jersey) enthält nach **MIXTER** 66,80 ZnO; 5,73 MnO; 0,06 FeO; eine Spur MgO. $s = 4,16$ **MIXTER**.

d. Honiggelber, ebendaher, enthält 57,83 ZnO; 12,59 MnO; 0,62 FeO; 1,14 MgO. $s = 4,11$. Ist also ebenfalls viel minder rein.

Der wahrscheinlichste Werth ist der von **MONHEIM** bestimmte $v = 54,2$.

§. 16. Das Volum des hexagonalen Zinkoxyds ZnO ist sehr übereinstimmend beobachtet zu 14,3. Setzt man das Zinkoxyd mit seinem Volum im Willemit voraus, so ergibt sich

$$2\text{ZnO}, \text{SiO}_2 = 54,2$$

$$2\text{ZnO} = 28,6 = 2 \times 14,3$$

$$\text{für } \text{SiO}_2 \text{ der Rest } \underline{25,6}.$$

Es ist dies das Volum des Tridymits, mit welchem die Kieselsäure in vielen Silicaten enthalten ist; worauf ich demnächst zurückkommen werde.

Mannheim, 4. Juni 1873.

(Fortsetzung folgt.)