IV. Die Olivengruppe.

Von

C. Thaddéeff in Aachen.

(Mit 1 Textfigur.)

Im Jahre 1823 hat Mitscherlich ¹⁾ zuerst auf den Isomorphismus der Verbindungen Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 hingewiesen, indem er die Messungen an Krystallen von Eisenschlacken mit denen von Olivinen zusammenstellte. 1824 hat dann Walmstedt ²⁾ durch eine Reihe von Analysen gezeigt, dass die Zusammensetzung der Olivine erst dann verständlich wird, wenn man die Mengen des an Eisen und Magnesium gebundenen Sauerstoffes addirt.

Man erhält dann die einfache Formel $\ddot{R} : \ddot{Si}_2$ oder $\left. \begin{matrix} Mg \\ Fe \end{matrix} \right\} Si$, in moderner Schreibweise R_2SiO_4 bezw. $2 \left. \begin{matrix} MgO \\ FeO \end{matrix} \right\} SiO_2$. Die Ansicht, dass die Olivine eine isomorphe Mischung von Fe_2SiO_4 und Mg_2SiO_4 sind, ist demnach schon 1824 klar und bestimmt ausgesprochen worden.

Auf die Frage, in welcher Weise die chemische Zusammensetzung der Olivine deren physikalische Eigenschaften beeinflusst, ob ein bestimmtes Verhältniss zwischen diesen vorhanden ist, wie es bei anderen isomorphen Mischungen beobachtet war, versuchte zuerst Bauer ³⁾ im Jahre 1887 eine Antwort zu geben. Bauer bestimmte durch eine Reihe von Messungen die krystallographischen Constanten für den Forsterit und Hyalosiderit, und stellte sie denen einiger Olivine gegenüber. Hierdurch kam er zu dem höchst interessanten Ergebniss, dass vom fast reinen Mg_2SiO_4 (Forsterit) bis zum

1) Mitscherlich, Abhandl. d. königl. Akademie d. Wissenschaften in Berlin. 1822—1823. Separatabdruck.

2) Walmstedt, im Auszuge Pogg. Ann. 1825, 4, 198—204; das Original, welches in den Kongl. Vet.-Akad. Handl., Stockholm 1824, II. Th., S. 359 erschienen ist, war mir nicht zugänglich.

3) Max Bauer, Neues Jahrb. 1887, 1, 34; diese Zeitschr. 1888, 14, 488.

Hyalosiderit (mit 29 % FeO) eine gewisse Abhängigkeit der krystallographischen Eigenschaften von dem Gehalte an Eisenoxydul besteht. Nur das äusserste Glied (die Fayalitgruppe) steht ausserhalb der Grenzen dieser Proportionalität, und scheint sich dem Forsterit zu nähern. — Bauer's Tabelle enthält die Winkel $n:n = (110):(1\bar{1}0)$ und $k:k = (024):(0\bar{2}4)$ und die Verhältnisse der krystallographischen Axen. Der Kürze halber führe ich hier nur die letzteren und den Gehalt an FeO an, da diese zur Charakteristik der Schlussfolgerungen Bauer's ausreichen.

		a	b	c	Beobachtet von:
Fayalit mit	70,59% FeO	0,4645	: 4	: 0,5803	Laspeyres ¹⁾
		0,4584	: 4	: 0,5794	Penfield ²⁾
Hyalosiderit mit	28,49	-	0,46845	: 4 : 0,5899	Bauer ³⁾
Olivin aus Pallaseisen	12,15	-	0,4663	: 4 : 0,5865	Kokscharow ⁴⁾
- - Aegypten	9,60	-	0,4656	: 4 : 0,58745	idem ⁴⁾
- vom Mte. Somma	9,46	-	0,4656	: 4 : 0,5866	Scacchi ⁵⁾
Forsterit	4,57	-	0,4648	: 4 : 0,5857	Bauer ⁶⁾

Die Axen a und c wachsen sonach mit steigendem Eisenoxydulgehalt bis zum Hyalosiderit, um sich dann aber beim Fayalit stark zu verkürzen, bis unter die dem Forsterit zukommenden Maasse.

Glinka⁷⁾ giebt in seiner Arbeit über russische Albite, ohne Bauer zu erwähnen, im Jahre 1894 eine ganz abweichende Zusammenstellung der aufgeführten Verhältnisse. Anscheinend benutzte er die Messungen älterer Beobachter. Seine Tabelle ist die folgende:

	a	b	c
Forsterit Mg_2SiO_4	0,4660	: 4	: 0,587
Olivin $(MgFe)_2SiO_4$	0,4657	: 4	: 0,5860
Hyalosiderit $(\frac{2}{3}Mg \frac{1}{3}Fe)_2SiO_4$	0,4650	: 4	: 0,604
Fayalit Fe_2SiO_4	0,4623	: 4	: 0,5834

Diese Tabelle würde deutlich für die Zugehörigkeit des Fayalits zur Olivvingruppe sprechen; leider giebt Glinka aber nicht an, welchen Quellen er die aufgeführten Zahlen entnommen hat. Es ist daher auch schwer, etwas Bestimmtes darüber zu sagen, ob er berechtigt war, die

1) Laspeyres, diese Zeitschr. 1883, 7, 497.

2) Penfield, Americ. Journ. Science 1885 [3], 30, 58; diese Zeitschr. 1886, 11, 306.

3) Max Bauer, Neues Jahrb. 1887, 1, 49.

4) Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Russlands 1866, 5, 42—28; 1870, 6, 5—60.

5) Scacchi, Poggend. Ann. 1853, Suppl.-Bd. 3, 484.

6) Max Bauer, Neues Jahrb. 1887, 1, 28.

7) Glinka, Verhandlungen der russ. mineral. Gesellschaft. St. Petersburg 1894, II. Serie, 31, 433—435.

Beobachtungen von Penfield, Laspeyres und Bauer unberücksichtigt zu lassen.

Glücklicher war der Gedanke Glinka's, die specifischen Gewichte der Olivinminerale mit ihrer Zusammensetzung in Beziehung zu bringen. Er berechnet die specifischen Gewichte und Volumina für drei Olivine, unter der Annahme, dass die Dichte des reinen $Mg_2SiO_4 = 3,2$ und sein spec. Volumen = 43,75 sei, da der Forsterit mit 1,97—2,33 % FeO ein Gewicht von 3,243, das reine Fe_2SiO_4 (Fayalit) aber ein solches von 4,00 (Mittel aus 3,9 und 4,1) und ein spec. Volumen von 51,00 hat. Die so berechneten Werthe stellt er den beobachteten in folgender Weise gegenüber.

	Spec. Gew.		Spec. Volum.	
	Ber.:	Beob.:	Ber.:	Beob.:
Olivin vom Hekla ($12Mg_2SiO_4.4Fe_2SiO_4$)	3,26	3,23	44,43	44,86
Hyalosiderit ($2Mg_2SiO_4.4Fe_2SiO_4$)	3,45	3,566	46,44	45,23
Hortonolith ($2Mg_2SiO_4.3Fe_2SiO_4$)	3,74	3,94	47,70	45,19

Ich bemerke, dass der Gedanke richtig, dass aber die Auswahl der Thatsachen nicht einwandfrei ist.

Schröder ¹⁾ hat zwar in den 70er Jahren auf Grund älterer Beobachtungen für das reine Mg_2SiO_4 das specifische Volumen = 44 berechnet, welches einem specifischen Gewicht von 3,184 entspricht, wenn man mit Schröder das Molekulargewicht zu 140 annimmt; für reines Fe_2SiO_4 giebt er das specifische Volumen zu 49,4 und das specifische Gewicht = 4,094 an (wenn das Molekulargewicht zu 202 angenommen wird). Aber jetzt, da in der Litteratur die Beobachtungen von Gorgeu ²⁾ über künstlichen Fayalit, dessen specifisches Gewicht zu 4,34 gefunden worden ist, und diejenigen von Hidden ³⁾ über einen Fayalit aus Colorado mit einem specifischen Gewicht = 4,35 vorhanden sind, giebt es keinen Grund, für das specifische Gewicht des Fayalits einen noch geringeren Werth anzunehmen als den von Schröder angegebenen. Ausserdem ist das Beispiel des Olivins vom Hekla, welcher bei Glinka die beste Uebereinstimmung der berechneten und beobachteten Werthe zeigt, nicht gut gewählt: dieser Olivin, mit einem specifischen Gewicht von 3,226, ist nur von Genth ⁴⁾ analysirt worden, welcher bei äusserst geringer Substanzmenge (0,25 g) den Gehalt an FeO aus der Differenz von 100 bestimmt hat, und dabei angiebt, dass die MgO -Bestimmung ungenau sei, so dass bei der FeO -Bestimmung ein Fehler bis zu einigen Procenten erwartet werden darf.

1) Schröder, Jahrb. f. Mineral. etc. 1873, 565—567.

2) Gorgeu, Compt. rend. 1884, 98, 920; diese Zeitschr. 1886, 11, 131.

3) Hidden, Americ. Journ. Science 1885 [3], 29, 250; Americ. Journ. Science 1894, 41, 439; diese Zeitschr. 1886, 11, 295 und 1894, 22, 449.

4) Genth, Annalen f. Chem. u. Pharm. 1848, 66, 20.

Retgers ¹⁾ hat durch genaue Bestimmungen gezeigt, dass die specifischen Gewichte der Vitriole und ihrer isomorphen Mischungen in strenger Abhängigkeit von der Zusammensetzung stehen, und das bei einer Reihe, in der der Unterschied der Gewichte bei den äusseren Gliedern ($MgSO_4 + 7H_2O$ und $FeSO_4 + 7H_2O$) äusserst gering ist, und nur 0,2 beträgt. Man kann daher erwarten, ähnliche Verhältnisse auch bei den Mineralen der Olivvingruppe anzutreffen, bei denen die Differenz der specifischen Gewichte bei den äussersten Gliedern der Reihe bis 1 steigt ($Mg_2SiO_4 = 3,2-3,25$ und $Fe_2SiO_4 = 4-4,3$).

In der vorliegenden Arbeit habe ich meine Untersuchungen nach der angedeuteten Richtung auf den Olivin und den Forsterit beschränkt. Zur Verfügung standen mir zwei sehr frische Forsterite vom Monte Somma, die Arzruni ²⁾ beschrieben hat, ein Olivin aus einer Bombe vom Dreiser Weiher in der Eifel, dessen Gehalt an Eisenoxydul von älteren Analytikern zu 8—10 % angegeben wird, und ein sehr eisenreicher Olivin von Skunuvaselv in Norwegen, den Prof. Hiortdahl ³⁾ analysirt hat. Herr Hiortdahl überliess mir in lebenswürdiger Weise einige Stücke eines Anorthitfels, in welchem dieser Olivin mit 24,02 % FeO steckt.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes wurde mittelst eines kleinen, von der Firma C. Heintz & Co. in Aachen angefertigten Pyknometers ausgeführt, das einen Inhalt von 4 cm³ hat, und sich von den gewöhnlichen Instrumenten dieser Art nur durch die Einrichtung des capillaren Knieröhrchens unterscheidet, welche aus der nebenstehenden, in natürlicher Grösse ausgeführten Zeichnung ersichtlich ist. Die Wände der Capillare sind am Ende verdickt, und auf dieselbe wurde ein sorgfältig aufgeschliffenes Hütchen gesetzt. Auf diese Weise umging ich die langweilige Arbeit, das Wasserniveau in der Capillare einzustellen. Nachdem der letzte Wassertropfen, der am Ende des Knieröhrchens hing, vorsichtig mit Papier weggenommen war, wurde das Hütchen aufgesetzt und das Pyknometer gewogen.

Zur Bestimmung der specifischen Gewichte wurden kleine Krystalle benutzt. Da Beudant ⁴⁾ schon vor langer Zeit bewiesen hat, dass das

1) Retgers, Ztschr. f. physik. Chem. 1889, **8**, 497—564; diese Ztschr. 1894, **19**, 625.

2) Arzruni, diese Zeitschr. 1895, **25**, 471.

3) Hiortdahl, Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Kristiania 1877, **28**, Hft. 4.

4) Beudant, Annales de Chimie et de Physique 1828, **38**, 398—441. Bei meiner

Gewicht solcher kleinen Krystalle nur wenig von dem der gepulverten Substanz abweicht, hielt ich nicht für nöthig, sie zu pulverisiren (nur beim Gyps ergab das Pulver ein um 0,006 höheres specifisches Gewicht als kleine Krystalle, während die übrigen sieben von Beudant untersuchten Minerale nur in der vierten Decimale Abweichungen ergaben).

Die Forsterite wurden zum Zwecke der Auflösung mit Soda geschmolzen, da sie von Salzsäure nur schwer zersetzt werden. Die Aufschliessung der Olivine wurde auf beiden Wegen ausgeführt.

Da ich verhältnissmässig wenig Substanz zur Verfügung hatte, so leitete ich die erste Analyse immer qualitativ-quantitativ, indem ich jeden Olivin ausser auf seine Hauptbestandtheile: SiO_2 , MgO , FeO auch auf CaO , MnO , NiO und Al_2O_3 untersuchte; bei den folgenden quantitativen Analysen richtete ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Genauigkeit der Bestimmung von FeO , MnO und NiO . Das Eisenoxydul wurde zuerst immer gewichtsanalytisch bestimmt, nachher wurde das geglühte Eisenoxyd in Schwefelsäure gelöst (8 Th. H_2SO_4 auf 3 Th. H_2O), die Lösung mit Wasser verdünnt und von der Kieselsäure, welche immer das Fe_2O_3 begleitete, abfiltrirt, die Kieselsäure wurde gewogen, auf ihre Reinheit mit Flusssäure und Schwefelsäure untersucht, und wenn ein Rückstand blieb, so wurde er in Schwefelsäure gelöst und die Lösung zu der ersten Lösung hinzugegossen; dann wurde die Eisenlösung mit Zink reducirt und mit Kaliumpermanganat titirt. Bei der Analyse des Forsterits Nr. II und des Olivins aus der Eifel und Norwegen, die Spuren von Thonerde enthalten, führte ich die Bestimmung des Eisenoxyduls auch direct aus. Zu diesem Zweck wurde eine abgewogene Menge des fein gepulverten Olivins in eine Platinschale von 400 ccm Inhalt eingetragen; diese wurde mit Kohlensäure gefüllt und dann wurden 40—45 ccm chemisch reine Flusssäure und einige ccm concentrirte Schwefelsäure hinzugefügt; die Schale wurde mit einem Platindeckel bedeckt, der ähnlich einem Tiegeldeckel war, und der Inhalt so lange gekocht, bis die ganze Menge Olivin in Lösung übergegangen war; hierauf wurde die Lösung abgekühlt, stark mit Wasser verdünnt und direct in der Platinschale mit Kaliumpermanganat titirt. Während der Lösung des Olivins und der Abkühlung der Lösung wurde in die Platinschale durch ein dünnes Platinröhrchen ein Kohlensäurestrom eingeleitet.

Arbeit über Cölestin (diese Zeitschr. 1895, 25, 59) waren mir die Beobachtungen Beudant's unbekannt. Er fand das specifische Gewicht des Cölestins zu 3,9592, ich selbst zu 3,9665. Leider giebt Beudant nicht den Fundort des von ihm untersuchten Cölestins an, so dass gegenwärtig schwer zu entscheiden ist, ob ich das specifische Gewicht für das reine SrSO_4 etwas grösser als das wahre gefunden habe, oder ob Beudant ein SrSO_4 , welches CaSO_4 enthielt, in Händen gehabt hatte. Unter anderem hat Beudant, wenn ich nicht irre, zuerst das genaue specifische Gewicht des Quarzes (der reinen Kieselsäure SiO_2) zu 2,6540 angegeben.

Zum Titiren benutzte ich eine feine Bürette mit Theilungen bis 0,02 ccm; der Titer wurde dann auch in einer Platinschale eingestellt.

Chemisch reine Flusssäure stellte ich aus der käuflichen her, indem ich sie mit einer concentrirten Kaliumpermanganatlösung bis zur Färbung sättigte, concentrirte Schwefelsäure hinzufügte und aus einer Platinretorte destillirte. Das erste Destillat war von reducirenden Substanzen frei, enthielt aber noch, nach der Färbung zu urtheilen, Spuren höherer Oxyde des Mangans; aus diesem Grunde destillirte ich es noch zweimal mit concentrirter Schwefelsäure.

Die Thonerde wurde aus der Differenz zwischen der Titer- und Gewichtsbestimmung des Eisens berechnet, nur beim norwegischen Olivin führte ich eine directe Bestimmung aus, indem ich die Thonerde vom Eisenoxyd durch Aetzalkalien trennte.

Eisen und Aluminium trennte ich von den Nickel- und Manganoxydulen, indem ich sie entweder als essigsäure Salze fällte oder durch zweibis dreimalige Fällung mit Ammoniak. Manganoxydul wurde immer als Schwefelmangan niedergeschlagen und bestimmt. Zur Fällung benutzte ich eine frisch bereitete Lösung von Schwefelammonium, mit welchem ich die Flüssigkeit in einem gut geschlossenen Erlenmeyer'schen Kolben 24 Stunden stehen liess.

Um Nickeloxydul vom Manganoxydul im Olivin aus der Eifel zu trennen, fällte ich das Nickeloxydul entweder als Schwefelnickel mit Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von Natriumacetat und freier Essigsäure, oder ich behandelte das mit Schwefelammonium gefällte Schwefelnickel und Schwefelmangan in der Kälte mit Salzsäure ($1HCl : 10H_2O$), welche mit Schwefelwasserstoff gesättigt war; Spuren von Nickel, welche in der Lösung mit Schwefelammonium zurückblieben, wurden als NiS bei der Zersetzung des Schwefelammoniums mit Essigsäure niedergeschlagen. Endlich wurde auch folgende Trennungsmethode angewandt: Nachdem die Oxydule des Nickels und Mangans als Schwefelmetalle gefällt waren, löste ich sie nach Veraschung in Königswasser, dampfte ab und brachte den Rückstand in Lösung durch Hinzufügung einiger Tropfen Salzsäure, filtrirte und fällte das Mangan mit Brom bei Gegenwart von essigsäurem Natrium und freier Essigsäure. Mangan, welches auf diesem oder jenem Wege von Nickel getrennt war, wurde wieder als Schwefelmangan niedergeschlagen und bestimmt; das Nickel wurde mit Aetznatron gefällt und sowohl als Nickeloxydul, wie auch zur Controle als metallisches Nickel bestimmt.

Der Kalk wurde als oxalsaures Salz zweimal gefällt unter jedesmaligem Erwärmen auf dem Sandbade während 12 Stunden. Auch die Magnesia wurde zweimal als phosphorsaures Salz gefällt, wobei die Lösung jedesmal 12 Stdn. stehen blieb. Sämmtliche Niederschläge wurden auf ihre Reinheit geprüft: Fe_2O_3 , MnS und $Mg_2P_2O_7$ auf Kieselsäure; NiO auf Kieselsäure, Alkalien

und Thonerde. Hierbei wurden die Beimischungen quantitativ bestimmt. Die Kieselsäure wurde mit Flusssäure und Schwefelsäure auf ihre Reinheit untersucht und der Rückstand, falls ein solcher blieb, in Salzsäure gelöst und der ganzen Analyse hinzugefügt. Ich halte es nicht für überflüssig zu bemerken, dass ich das zur Analyse verwendete Ammoniak aus käuflichem selbst destillirte.

Die Bestimmung des Wassers, welche nöthig war, um den Grad der Serpentinisirung festzustellen, führte ich nur bei den Olivinen aus der Eifel und aus Norwegen durch, wobei ich eine andere, bequemere und genauere Methode suchen musste, als die bisher bekannte der directen Bestimmung. Genauer und einfacher schien mir die Bestimmung aus dem Glühverluste zu sein, welche auch die meisten Analytiker bei den Olivinanalysen benutzten. Durch Versuche habe ich mich überzeugt, dass beim Glühen nur ein Theil des Eisenoxyduls bei Luftzutritt oxydirt wird (siehe weiteres über die Zersetzung des Olivins beim Glühen), so dass diese Methode unbrauchbar ist. Auch das Glühen in einer Kohlensäureatmosphäre hatte nicht den erwarteten Erfolg, da stets Spuren der Luft (Sauerstoff) in der Kohlensäure vorhanden waren und genügten, um eine theilweise Oxydierung des Eisenoxyduls zu bewirken, was an der rothen Färbung der Substanz deutlich zu erkennen war. Es gelang mir ebensowenig Wasserstoff zu erhalten, welcher absolut sauerstofffrei gewesen wäre; nur dann, als ich zwischen dem Kipp'schen Apparate und dem Gefässe mit concentrirter Schwefelsäure noch eine Waschflasche mit einer alkalischen Lösung von Pyrogallussäure zur Absorption des Sauerstoffes einschaltete, erhielt ich einwandfreie Resultate. Bei dieser Anordnung des Versuches änderte der Olivin, welcher in einen Porzellantiegel abgewogen war, seine natürliche Farbe nicht, auch nicht beim halbstündigen Glühen auf dem Gebläse.

Forsterit Nr. I.

Das specifische Gewicht wurde, wie schon erwähnt, mittelst des Pyknometers bestimmt, unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln. Da die Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen geschahen, so wurden sie zur Feststellung des Gewichtes des mit Wasser gefüllten Apparates auf die gleiche Temperatur umgerechnet nach folgender Formel:

$$(I) \quad P = P_0 + (P_0 - \pi) [3\beta (t - t_0) + Q - Q_0],$$

wo P = gesuchtes Gewicht; P_0 = gefundenes Gewicht des Pyknometers mit Wasser; π = Gewicht des leeren Pyknometers; β = Coëfficient der cubischen Ausdehnung des Glases ($3\beta = \frac{1}{100000}$); t = Temperatur, für welche das Gewicht des Pyknometers berechnet wird; t_0 = beobachtete Temperatur; Q = Dichte des Wassers bei der gesuchten Temperatur; Q_0 =

Dichte des Wassers bei der beobachteten Temperatur. Alle diese Grössen entnahm ich den Tabellen bei Kohlrausch ¹⁾.

Meine Beobachtungen ergaben:

t	P_0			P		t	
21° C.	14,6134 g,	wofür man erhält	14,6134	bei 21° C.			
18,6	14,6161	- - -	14,6145	- - -			Mittel
18,3	14,6170	- - -	14,6153	- - -			14,6144 bei 21° C.
$\pi = 10,9840 \text{ g.}$							

Zur Berechnung des Gewichtsverlustes der Substanz im Wasser benutzte ich die Formel:

$$(II) \quad w = m + P_0 - P + (P_0 - \pi)[Q - Q_0 + 3\beta(t - t_0)],$$

wo w = der gesuchte Verlust; m = Gewicht der Substanz in der Luft; P_0 = Gewicht des Pyknometers mit Wasser gefüllt bei der Temperatur t_0 und bei der Dichte des Wassers Q_0 ; P = Gewicht des Pyknometers mit Wasser und mit der Substanz bei der Temperatur t und der Dichte des Wassers Q ; π = Gewicht des leeren Pyknometers.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes wurde zweimal ausgeführt; beide Male wurde die Substanz aufs Neue abgewogen.

$$A) \quad m = 0,7282 \text{ g}$$

$$B) \quad m = 0,7284 \text{ g}$$

$$P = 15,1167 \text{ g bei } 20,8^\circ \text{ C.}$$

$$P = 15,1170 \text{ g bei } 22,5^\circ \text{ C.}$$

$\pi = 10,9840 \text{ g}$; $P_0 = 14,6144 \text{ g}$ bei 21° C. (in beiden Fällen dieselben Grössen). Auf Grund dieser Daten ergibt sich:

$$A) \quad w = 0,2260 \text{ g}$$

$$B) \quad w = 0,2245 \text{ g}$$

$$s = \frac{m}{w} = 3,221$$

$$s = \frac{m}{w} = 3,2432$$

oder auf die Dichte des Wassers bei + 4° C. nach der Formel umgerechnet:

$$(III) \quad s = \frac{m}{w} (Q - \lambda) + \lambda,$$

wo λ = Dichte der Luft auf Wasser umgerechnet = 0,0012 und Q = Dichte des Wassers während der Beobachtung:

$$A) \quad s = 3,213 \frac{20,8^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$B) \quad s = 3,233 \frac{22,5^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$\text{oder im Mittel} \quad s = 3,223 \frac{20,8^\circ - 22,5^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

Wie hieraus ersichtlich, hatten die Gewichtsschwankungen des Pyknometers beim Abwiegen mit Wasser, welche 0,0019 g erreichten, einen grossen Einfluss auf die Bestimmung des specifischen Gewichtes. Die Differenz

¹⁾ Kohlrausch, Leitfaden f. prakt. Physik 1892, S. 40—50.

im Gewichte der Substanz betrug nur 0,0004 g, während die Differenz im Verlust (w) = 0,0015 g war, und dies ergab schon Schwankungen in der Grösse von s bis zu 0,02. Es zeigte sich, dass das Pyknometer nicht gut eingeschliffen war. Leider war es mir nicht möglich, den Versuch zu wiederholen, da die Substanz bereits der Analyse unterworfen war, als ich die Berechnung ausführte. Beim Forsterit II wurde das Pyknometer so genau als möglich eingeschliffen, und die Resultate waren, wie aus den angeführten Daten ersichtlich, so genau, dass ich ruhig mit demselben Pyknometer arbeiten konnte.

Die Analyse des Forsterits Nr. 1 ergab:

1) Abgewogen: 0,3468 g; gefunden: 0,0047 g Fe_2O_3 = 0,0042 g FeO ; 0,0010 g CaO und 0,5456 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,1965 MgO 1); die SiO_2 -Bestimmung war misslungen.

2) Abgewogen: 0,1319 g; gefunden: SiO_2 0,0562 g; Fe_2O_3 0,0023 g = 0,00207 g FeO (Titrimethode: 0,35 ccm $KMnO_4$, dessen Titer 1 ccm = 0,00592 g FeO , was ebenfalls 0,00207 g FeO ergibt); CaO 0,0004 g; $Mg_2P_2O_7$ 0,2077 g = 0,0748 g MgO . Im Ganzen wurde gefunden: 0,13347 g oder 0,00157 g Ueberschuss.

3) Abgewogen: 0,1391 g; gefunden: SiO_2 0,0594 g; Fe_2O_3 0,0019 g = 0,0017 g FeO (Titrimethode: 0,3 ccm $KMnO_4$ = 0,001776 g FeO); CaO 0,0004 g; $Mg_2P_2O_7$ 0,2176 g = 0,0784 g MgO . Im Ganzen 0,1399 g oder 0,0008 g Ueberschuss.

Somit ist die Zusammensetzung in Procenten:

	SiO_2	FeO	MgO	CaO	Summe:
1)	—	1,21	56,66	0,29	—
2)	42,60	1,59	56,70	0,30	101,19
		1,59 (Titrimethode)			
3)	42,70	1,24	56,36	0,29	100,59
		1,22 (Gewichtsanalyt.)			
		1,27 (Titrimethode)			

Mittel:

	%	Atom- gewichte:	Atomver- hältnisse:	
SiO_2	42,65	: 59,92	= 0,7117	
FeO	1,35	: 71,84	= 0,0188	} 1,4417
MgO	56,57	: 39,9	= 1,4477	
CaO	0,29	: 55,87	= 0,0052	
Summe	100,86			

$$\frac{RO}{2} = 1,4417 : 2 = 0,7209 \quad \left. \begin{array}{l} \text{dies ergibt einen Ueberschuss der Basen } \left(\frac{RO}{2}\right) \\ \text{von 0,0092 gegenüber der Formel } 2RO.SiO_2. \end{array} \right\}$$

$$SiO_2 = \quad = 0,7117$$

1) Bei den Berechnungen meiner Analysen habe ich folgende Atomgewichte angenommen: Al = 27,04, Ca = 39,91, Fe = 55,88, Mg = 23,94, Mn = 54,8, Ni = 58,6, P = 30,96, O = 15,96, Si = 28, H = 1.

Der Fehler bei der Bestimmung des Eisenoxyduls ist, meiner Meinung nach, nicht gross, da Analysen des Forsterits vom Monte Somma von Mierisch¹⁾ und G. vom Rath²⁾ Resultate ergeben, die den meinigen nahe liegen. Mierisch analysirte einen Forsterit, welcher eine dichte Masse darstellt und mit Kalkspath innig gemengt, in sogenannten »Kalkblöcken« der Monte Somma vorkommt. Nach Behandlung der ganzen Masse mit Essigsäure zur Extraction des Kalkspathes löste Mierisch den Rest in Salzsäure, wobei sich im unlösbaren Rückstande nach Extraction der amorphen Kieselsäure Pleonast vorfand. Die Analyse des mit Salzsäure zersetzten Minerals bei 4,657 g abgewogener Substanz ergab (nach Abzug des Pleonastes):

<i>SiO₂</i>	<i>FeO</i>	<i>MgO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>K₂O</i>	Verlust beim Glühen:	Summe:
44,85	4,07	56,47	0,42	0,40	0,49	99,80

G. vom Rath analysirte einzelne Krystalle und erhielt:

<i>SiO₂</i>	<i>FeO</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	Summe:	Spec. Gew.:
42,33	4,57	54,9	Spuren	98,80	3,194

Es beträgt also das Mittel für *FeO* aus beiden Analysen 4,32 %, während von mir 4,35 % gefunden wurden. Woher die Alkalien in den Analysen von Mierisch herrühren, ist schwer zu sagen. Mierisch selbst ist über ihr Vorhandensein erstaunt, schreibt sie aber dennoch dem Forsterit zu. Leider giebt Mierisch auch nicht ausführlich an, wie er den Verlust beim Glühen bestimmte, und wie die Substanz nach der Behandlung mit Essigsäure getrocknet wurde, so dass man nicht erkennt, ob der Verlust beim Glühen (0,49 %) eine schon begonnene Serpentinisation des Forsterits anzeigt, oder ob er von der Reinigungsmethode herrührt. Der von mir analysirte Forsterit war so durchsichtig und rein, dass ich es nicht für nöthig hielt, den Wassergehalt zu bestimmen.

Forsterit Nr. II.

Bestimmung des specifischen Gewichtes. Die Einstellung des Pyknometers ergab: $\pi = 40,9728$ g.

<i>P</i> ₀ bei 19,5	44,5385 g	oder bei 21° C.	44,5375 g	} Mittel 44,5365 g bei 21° C.
18,35	44,5384 g	- - -	44,5364 g	
19,4	44,5375 g	- - -	44,5363 g	
18,9	44,5374 g	- - -	44,5358 g	
19,6	44,5374 g	- - -	44,5365 g	

1) Mierisch, Tschermak's Mineralog. Mittheil. 1887 [2], 8, 449; diese Zeitschr. 1888, 13, 627.

2) G. vom Rath, Pogg. Annal. 1875, 155, 34.

A) $m = 1,0755$ g B) $m = 1,0735$ g
 $P = 15,2815$ g bei $21,3^{\circ}$ C. $P = 15,2800$ g bei 21° C.
woraus $s = 3,2564$ $s = 3,2530$
oder nach Umrechnung auf $+4^{\circ}$ C.

$$s = 3,2469 \frac{21,3^{\circ} \text{ C.}}{+4^{\circ} \text{ C.}} \qquad s = 3,2440 \frac{21^{\circ} \text{ C.}}{+4^{\circ} \text{ C.}},$$

im Mittel $s = 3,245 \frac{21^{\circ} - 21,3^{\circ} \text{ C.}}{+4^{\circ} \text{ C.}}$

Die Analyse ergab:

1) Abgewogen: $0,1925$ g; gefunden: SiO_2 $0,0815$ g; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ $0,0069$ g; beim Titrieren 1 ccm KMnO_4 verbraucht (1 ccm KMnO_4 entsprach $0,00592$ g FeO), also Al_2O_3 $0,0004$ g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ $0,2957 = 0,1065$ g MgO . Im Ganzen $0,1943$ g; Ueberschuss = $0,0018$ g.

2) Abgewogen: $0,1885$ g; gefunden: SiO_2 $0,0799$ g; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ $0,0068$ g; beim Titrieren $0,96$ ccm KMnO_4 verbraucht (derselbe Titer); also FeO $0,00568$ g und Al_2O_3 $0,0005$ g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ $0,2887$ g = $0,1040$ g MgO . Im Ganzen: $0,1904$ g; Ueberschuss = $0,0016$ g.

3) Abgewogen: $0,2476$ g; gefunden: SiO_2 $0,1051$ g; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ $0,0090$ g; den Gehalt an Al_2O_3 aus den beiden ersten Analysen zu $0,23\%$ angenommen ergibt sich $0,0006$ g Al_2O_3 und $0,0075$ g FeO ; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ $0,3722$ g = $0,1359$ g MgO . Im Ganzen $0,2494$ g; Ueberschuss = $0,0015$ g.

Directes Titrieren nach der Auflösung in Flusssäure und Schwefelsäure ergab:

4) Abgewogen: $0,1359$ g; verbraucht KMnO_4 $0,8$ ccm (1 ccm $0,00577$ FeO) = $0,0046$ g FeO .

5) Abgewogen: $0,1015$ g; verbraucht: KMnO_4 $0,54$ ccm (derselben Stärke) = $0,0034$ g FeO .

Nach Umrechnung auf $\%$ erhalten wir:

	SiO_2	FeO	MgO	Al_2O_3	Summe:
1)	42,33	3,07	55,27	0,20	100,87
2)	42,39	3,00	55,12	0,26	100,77
3)	42,44	3,02	54,88	0,23	100,57
4)	—	3,38	—	—	—
5)	—	3,05	—	—	—

Wenn man für FeO das Mittel aus den durch vier Titrationen erhaltenen Resultaten nimmt, ergibt sich die folgende Zusammensetzung des Forsterits:

	%	Atomge- wichte:	Atomver- hältnisse:	
SiO_2	42,39 :	59,92	=	0,7074
FeO	3,12 :	71,84	=	0,0434
MgO	55,09 :	39,90	=	1,3807
Al_2O_3	0,23 :	104,96	=	0,0022
Summe	100,83			

$$\left. \begin{array}{l} \frac{RO}{2} = 0,7120 \\ SiO_2 = 0,7074 \end{array} \right\} \text{Ueberschuss an } \frac{RO}{2} = 0,0046.$$

Dieser Forsterit nähert sich seiner Zusammensetzung nach dem zweiten Forsterit vom Monte Somma, welchen Mierisch analysirte. Bei 1,874 g abgewogener Substanz fand dieser:

SiO ₂	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	Glühverlust:	Summe:
44,09	52,54	3,80	0,30	0,18	0,24	98,12

Sowohl die Bedingungen, unter denen dieser Forsterit gefunden wurde, wie auch die Methode der Analyse sind nach Mierisch dieselben wie beim ersten.

Olivin vom Dreiser Weiher in der Eifel.

Das Material wurde mit der Lupe ausgesucht und war vollständig frei von Beimischungen.

Bestimmung des specifischen Gewichtes. Das Pyknometer erforderte eine kleine Umänderung, nach welcher es auf's Neue eingestellt wurde. $\pi = 10,7824$ g.

P bei 18,2° C.	14,5028 g	=	14,5023 g	bei 19° C.	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Mittel} \\ 14,5028 \text{ g bei } 19^\circ \text{ C.} \end{array}$
18,2	14,5034 g	=	14,5026 g	- -	
18,2	14,5035 g	=	14,5030 g	- -	
18,2	14,5030 g	=	14,5025 g	- -	
18,3	14,5033 g	=	14,5029 g	- -	
18,3	14,5032 g	=	14,5028 g	- -	
18,9	14,5032 g	=	14,5034 g	- -	
19,0	14,5029 g	=	14,5029 g	- -	
19,1	14,5029 g	=	14,5030 g	- -	
19,3	14,5030 g	=	14,5032 g	- -	

Die Substanz wurde zweimal gewogen, das Pyknometer jedoch mit Wasser und Substanz je zwei- bis dreimal, wobei dasselbe jedesmal geöffnet und das Wasser mit der Substanz im Pyknometer auf's Neue gekocht wurde; nachher wurde das Pyknometer mit seinem Inhalte abgekühlt, mit Wasser nachgefüllt und gewogen.

A) $m = 1,8559$ g	B) $m = 1,8525$ g
I) $P = 15,8048$ g bei 17° C.	I) $P = 15,8042$ g bei 18,5° C.
II) $P = 15,8045$ g - 17,2° C.	II) $P = 15,8034$ g - 18,6 -
	III) $P = 15,7996$ g - 18,8 -

Die Berechnung nach den oben angegebenen Formeln ergibt:

$$\begin{array}{ll}
 \text{A) I) } s = 3,3367 \frac{17^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}} & \text{B) I) } s = 3,3338 \frac{18,5^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}} \\
 \text{II) } s = 3,3353 \frac{17,2^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}} & \text{II) } s = 3,3458 \frac{18,6^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}} \\
 \text{Mittel } s = 3,3360 \frac{17^0 - 17,2^0}{+ 4^0 \text{ C.}} & \text{III) } s = 3,3252 \frac{18,8^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}} \\
 & \text{Mittel } s = 3,3349 \frac{18,5^0 - 18,8^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}} \\
 \text{Mittel aus allen Beobachtungen } s = 3,335 \frac{17^0 - 18,8^0 \text{ C.}}{+ 4^0 \text{ C.}}
 \end{array}$$

Einige Zeit nachher musste ich für meine Versuche wieder Material aussuchen, wobei ich wieder zweimal das specifische Gewicht bestimmte und im Mittel dieselbe Zahl $s = 3,335$ erhielt.

Die Analyse ergab:

I) Abgewogen: 1,0628 g; nach der Auflösung in Salzsäure wurde gefunden: SiO_2 0,4363 g; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,4049 g; beim Titriren wurden 15,98 ccm KMnO_4 verbraucht (1 ccm = 0,005795 g FeO) = 0,0926 g FeO = 0,4029 g Fe_2O_3 , also Al_2O_3 0,0020 g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 1,4766 g = 0,5319 g MgO ; NiO 0,0039 g; MnS 0,0020 g = 0,0046 g MnO . Im Ganzen 1,0683 g. Ueberschuss = 0,0055 g. Zur Trennung des MnO von NiO wurde die Methode der Fällung mit Brom gewählt.

II) Abgewogen: 0,7863 g; nach dem Schmelzen mit 4 g Soda und Zersetzen mit Salzsäure wurde gefunden: SiO_2 0,3229 g; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,0756 g; den FeO -Gehalt zu 8,37 % angenommen erhält man 0,0658 g FeO = 0,0734 g Fe_2O_3 ; somit also Al_2O_3 0,0025 g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 1,0945 g = 0,3932 g MgO ; NiO 0,0034 g; MnS 0,0048 g = 0,0045 g MnO . Die Trennung des NiO von MnO geschah mit Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von Natriumacetat und freier Essigsäure.

III) Abgewogen: 0,3934 g. Nach dem Lösen in Salzsäure wurden gefunden: SiO_2 0,4642 g; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,0386 g; beim Titriren wurden 5,66 ccm KMnO_4 verbraucht (1 ccm = 0,005795 g FeO) = 0,0328 g FeO = 0,0364 g Fe_2O_3 ; woraus Al_2O_3 0,0022 g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 0,5466 g = 0,4969 g MgO ; NiO 0,0045 g; MnS 0,0007 g = 0,0005 g MnO . Im Ganzen 0,3954 g. Ueberschuss 0,0045 g. Die Trennung des NiS vom MnS geschah mittelst Salzsäure (1 : 10), welche mit Schwefelwasserstoff gesättigt war.

IV) Abgewogen: 0,2505 g. Nach dem Lösen in Salzsäure wurden gefunden: SiO_2 0,4024 g; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,0247 g; wenn man FeO = 8,37 % annimmt, so erhält man 0,0210 g FeO = 0,0233 g Fe_2O_3 , woraus Al_2O_3 0,0014 g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 0,3474 g = 0,4254 g MgO ; NiO 0,0008 g; MnS 0,0004 g = 0,0003 g MnO . Trennung der Schwefelmetalle des Mn und Ni wie in III.

Directe Bestimmung des FeO . Es wurde nicht nur direct nach dem Lösen in HCl und H_2SO_4 titirt, sondern auch zur Controle noch einmal mit Zink reducirt und aufs Neue titirt. Die Resultate des zweiten Titrirens waren immer (mit Ausnahme des Versuches Nr. V) etwas höher als die des ersteren, was von der Unreinheit des Zinkes herrührte, in welchem immer Spuren von Eisen vorhanden sind. Die Resultate des Titrirens waren folgende:

V) Abgewogen 0,6605 g. Lösung des Kaliumpermanganats 1 ccm = 0,00574 g FeO . Verbraucht 9,38 ccm = 0,05356 FeO = 8,44 % Fe_2O_3 .

Nach der Reducirung mit Zink:

Verbraucht 9,28 ccm = 0,05299 g FeO = 8,02 % FeO .

VI) Abgewogen: 0,3250 g. $KMnO_4$ -Lösung desselben Titrers wie bei Nr. V. Verbrauch: 4,78 ccm g FeO = 8,40 % FeO .

VII) Abgewogen: 0,4478 g. $KMnO_4$ -Lösung desselben Titrers wie bei Nr. V. Verbrauch: 6,18 ccm = 0,03529 g FeO = 8,42 % FeO .

Nach der Reducirung mit Zink:

Verbraucht: 6,28 ccm = 0,03586 g FeO = 8,56 % FeO .

VIII) Abgewogen: 0,3945 g. $KMnO_4$ -Lösung wie bei Nr. V. Verbrauch: 5,74 ccm = 0,3277 g FeO = 8,30 % FeO .

Nach der Reducirung mit Zink:

Verbraucht: 5,86 ccm = 0,03346 g FeO = 8,48 % FeO .

IX) Abgewogen: 0,4887 g. $KMnO_4$ -Lösung 1 ccm = 0,005625 g FeO . Verbrauch: 7,22 ccm = 0,0406 g FeO = 8,30 % FeO .

Nach der Reducirung mit Zink:

Verbraucht: 7,30 ccm = 0,0440 g FeO = 8,39 % FeO .

Nach Abzug von 0,06 ccm $KMnO_4$ für das Eisen im Zink erhält man 7,24 ccm = 0,0407 g FeO = 8,32 % FeO .

Der Olivin hat demnach folgende procentische Zusammensetzung:

	SiO_2	FeO	MgO	NiO	MnO	Al_2O_3	Summe:
I.	44,05	8,74	50,04	0,36	0,15	0,49	100,50
II.	44,06	8,37	50,00	0,43	0,19	0,32	100,37
III.	40,97	8,33	50,05	0,38	0,12	0,56	100,44
IV.	40,87	8,37	40,90	0,32	0,12	0,55	100,13
V.	—	8,44	—	—	—	—	—
VI.	—	8,40	—	—	—	—	—
VII.	—	8,42	—	—	—	—	—
VIII.	—	8,30	—	—	—	—	—
IX.	—	8,30	—	—	—	—	—

oder im Mittel:

	%	Atomgew.:	
SiO_2	40,99	: 59,92	= 0,684
FeO	8,37	: 71,84	= 0,1165
MgO	50,00	: 39,90	= 1,2531
NiO	0,37	: 74,56	= 0,0049
MnO	0,14	: 70,74	= 0,0019
Al_2O_3	0,40	: 101,96	= 0,0039
Summe	100,27		

$$\left. \begin{array}{l} \frac{RO}{2} = 0,6882 \\ SiO_2 = 0,6840 \end{array} \right\} \text{Ueberschuss der Basen } 0,0042.$$

Die Bestimmung des Glühverlustes ergab folgende Resultate:

- 1) 1,1209 g Substanz wog nach einhalbstündigem Trocknen bei 125° C. ebenfalls 1,1209 g.

- 2) 0,5562 g wogen bei denselben Verhältnissen 0,5562 g.

Das Glühen im Wasserstoffstrome unter den oben geschilderten Bedingungen ergab:

- 3) 0,9144 g wogen nach einhalbstündigem Glühen auf einem Bunsen'schen Brenner 0,9135 g; nach einem viertelstündigem Glühen über dem Gebläse 0,9137 g, also im Mittel 0,9136 g oder der Verlust betrug 0,0005 g = 0,05 %.
- 4) 0,6747 g $\frac{1}{2}$ Stunde über einem Gasbrenner und $\frac{1}{4}$ Stunde über dem Gebläse geglüht, wogen 0,6744 g; nach einem nochmaligen ebensolchen Glühen 0,6745 g, mithin Verlust 0,0002 g = 0,03 %.
- 5) 0,3720 g nach $1\frac{1}{4}$ stündigem Glühen über einem Brenner wogen 0,3719 g, nach $\frac{1}{4}$ stündigem Glühen über dem Gebläse 0,3720 g oder Verlust = 0 %.

Diese Versuche sprechen deutlich dafür, dass man den Olivin aus der Eifel als fast rein (unserpentinisirt) betrachten kann. Dieser Olivin war schon, wie bekannt, von Kjerulf¹⁾ und Philipp²⁾ analysirt worden.

Der Erstere fand:

<i>SiO₂</i>	<i>FeO</i>	<i>MgO</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Cr₂O₃</i>	Glühverl.:	Summe:
42,214	8,914	49,287	0,183	0,004	0,124	100,723

Philipp giebt folgende Resultate:

<i>SiO₂</i>	<i>FeO</i>	<i>MgO</i>	Summe:	Spec. Gew.:
41,25	9,90	48,85	100	3,36

Nach dem Schmelzen ist das specifische Gewicht nach Rammelsberg³⁾ = 3,344.

In den Angaben für *FeO* und *MgO* kommt die Analyse von Kjerulf der meinigen nahe, für *SiO₂* aber diejenige von Philipp.

Ich habe noch eine Analyse desselben Olivins in Händen, welche von Herrn Bergbaubeflissenen Müller herrührt; Derselbe bestimmte *SiO₂*, *FeO* (maass- und gewichtsanalytisch), *MgO* und *Al₂O₃*.

<i>SiO₂</i>	<i>FeO</i>	<i>MgO</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>MnO</i>	Rest:	Summe:
40,93	8,49	49,88	0,39	Spur	0,29	99,98

Ausserdem ergaben meine Versuche, den Olivin bei Luftzutritt zu glühen (siehe weiter unten), fast denselben *FeO*-Gehalt, im Mittel 8,25 %, so dass ich behaupten kann, dass ich mich in der *FeO*-Bestimmung nicht weit von der Wahrheit entfernte.

1) Kjerulf, Journal f. prakt. Chemie 1855, 65, 187.

2) Philipp, Poggend. Ann. 1870, 141, 512.

3) Rammelsberg, Mineralchemie 1875, II. Aufl., 427.

Olivin aus Skurruvaselv (Schweden).

Schon der erste Blick auf diesen meistens trüben, undurchsichtigen Olivin zeigte, dass er theilweise serpentinisirt war; zwei bis drei Wochen brauchte ich, um mit der Lupe 1 g durchsichtigere Stücke auszusuchen, aber, wie die Analyse zeigte, war auch diese Substanz schon theilweise serpentinisirt.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes dieses durchsichtigen Materials ergab:

$$\pi = 10,7824 \text{ g.} \quad P_0 \text{ bei } 19^\circ \text{ C.} = 14,5028 \text{ g.}$$

$$\text{A) } m = 1,0017 \text{ g}$$

$$\text{B) } m = 1,0008 \text{ g}$$

$$\text{I) } P \text{ bei } 18,4^\circ \text{ C.} = 15,2197 \text{ g}$$

$$\text{I) } P \text{ bei } 18,1^\circ \text{ C.} = 15,2188 \text{ g}$$

$$\text{II) } \quad 18,6 \quad 15,2193 \text{ g}$$

$$\text{II) } \quad 18,0 \quad 15,2190 \text{ g}$$

wofür man nach Einführung aller Correctionen erhält:

$$\text{A) I) } s = 3,5042 \frac{+ 18,4^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$\text{B) I) } s = 3,5004 \frac{18,1^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$\text{II) } s = 3,5017 \frac{+ 18,6^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$\text{II) } s = 3,5014 \frac{18^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$\text{Mittel } s = 3,5029 \frac{18,4^\circ - 18,6^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

$$\text{Mittel } s = 3,5007 \frac{18^\circ - 18,1^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

oder als Mittel aus sämmtlichen Beobachtungen:

$$s = 3,502 \frac{18^\circ - 18,6^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$$

Ich bestimmte auch das specifische Gewicht des trüben Olivins, welches als Mittel aus drei Bestimmungen $s = 3,492 \frac{17^\circ - 18,6^\circ \text{ C.}}{+ 4^\circ \text{ C.}}$ ergab, die grössere Serpentinisirung äusserte sich also in der Verminderung des specifischen Gewichtes. Die Analyse dieses Olivins kann ich nicht als gelungen betrachten: die Auswahl des Materials kostete grosse Mühe und gerade bei diesen Analysen hatte ich mehr Unglücksfälle als bei den anderen.

I) Abgewogen: 0,2854 g. Nach dem Schmelzen mit Soda und dem Lösen in Salzsäure wurde gefunden: SiO_2 0,1100 g; $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 0,3167 g = 0,1144 g MgO ; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_2\text{O}_3$ 0,0683 g. Als ich den Fe_2O_3 -Niederschlag qualitativ untersuchte, fand ich sowohl Al_2O_3 , als auch Spuren von MnO . Ich bemerke noch, dass das Schmelzen mit Soda bei Analysen von ähnlich eisenreichen Olivinen äusserst unbequem ist; was dabei vorgeht, gelang mir nicht genau zu ermitteln; ich konnte nur die Thatsache constatiren, dass der Platintiegel dunkler wurde an der Stelle, an der die Schmelze sich befand, und dass er Eisen enthielt. — Bei den folgenden Analysen löste ich direct in Salzsäure.

II) Abgewogen: 0,4670 g. Gefunden: SiO_2 0,1803 g; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 0,1094 g;

wenn $FeO = 20,29\%$ angenommen wird (eine Zahl, die aus directer Titrirung erhalten wurde), so ist $0,09475\text{ g } FeO = 0,1053\text{ g } Fe_2O_3$ und somit $Al_2O_3 = 0,0041\text{ g}$; Mn_3O_4 $0,0044\text{ g} = 0,0043\text{ g } MnO$; $Mg_2P_2O_7$ $0,5432\text{ g} = 0,1849\text{ g } MgO$.

III) Abgewogen: $0,2576\text{ g}$. Gefunden: SiO_2 $0,0995\text{ g}$; MnS $0,0044\text{ g} = 0,0044\text{ g } MnO$; Al_2O_3 (directe Bestimmung) $0,0024\text{ g}$. Die Bestimmungen von MnO und FeO sind misslungen.

IV) Abgewogen: $0,6137\text{ g}$. Gefunden: SiO_2 $0,2367\text{ g}$; $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ $0,1434\text{ g}$. Beim Titriren wurden $29,26\text{ ccm } KMnO_4$ verbraucht ($1\text{ ccm} = 0,00560\text{ g } FeO$) $= 0,1246\text{ g } FeO = 0,1385\text{ g } Fe_2O_3$, was ergibt Al_2O_3 $0,0049\text{ g}$; MnS $0,0025\text{ g} = 0,0020\text{ g } MnO$; $Mg_2P_2O_7$ $0,6738\text{ g} = 0,2427\text{ g } MgO$.

V) Abgewogen: $0,2387\text{ g}$. Gefunden: SiO_2 $0,0922\text{ g}$; MnS $0,0008\text{ g} = 0,00065\text{ g } MnO$; $Mg_2P_2O_7$ $0,2651\text{ g} = 0,0955\text{ g } MgO$. Die Bestimmungen von Fe_2O_3 und Al_2O_3 sind misslungen.

Directes Titriren nach dem Auflösen in $HFl + H_2SO_4$ ergab:

VI) Abgewogen: $0,2327\text{ g}$; 1 ccm der $KMnO_4$ -Lösung entsprach $0,00574\text{ g } FeO$. Verbrauch: $8,14\text{ ccm} = 0,04075\text{ g } FeO = 20,22\%$ FeO .

Nach der Reduction mit Zink:

Verbraucht: $8,34\text{ ccm} = 0,0476\text{ g } FeO = 20,45\%$ FeO .

VII) Abgewogen: $0,3224\text{ g}$. $KMnO_4$ -Lösung von derselben Stärke. Verbrauch: $11,32\text{ ccm} = 0,06464\text{ g } FeO = 20,05\%$ FeO .

Nach der Reduction mit Zink:

Verbraucht: $11,34\text{ ccm} = 0,06475\text{ g } FeO = 20,08\%$ FeO .

VIII) Abgewogen: $0,2987\text{ g}$. $KMnO_4$ -Lösung $1\text{ ccm} = 0,005625\text{ g } FeO$. Verbrauch: $10,97\text{ ccm} = 0,06154\text{ g } FeO = 20,60\%$ FeO .

Nach der Reduction mit Zink:

Verbraucht: $11\text{ ccm} = 0,06187\text{ g } FeO = 20,74\%$ FeO .

Nach Abzug der Quantität $KMnO_4$, welche zum Oxydiren des im Zink enthaltenen Eisens nothwendig ist, welche $= 0,08\text{ ccm}$ beträgt, erhält man: verbraucht $10,92\text{ ccm} = 0,06142\text{ g } FeO = 20,56\%$ FeO .

Die Bestimmung des Glühverlustes ergab:

IX) $0,6505\text{ g}$ Substanz zeigten nach einhalbstündigem Trocknen bei 125°C . keine Gewichtsänderung.

Nach einem zehn Minuten langen Glühen über einem Bunsenbrenner und fünf Minuten über einem Gebläse im Wasserstoffstrome war das Gewicht $= 0,6484\text{ g}$, nach einem wiederholten Glühen $= 0,6483\text{ g}$ oder im Mittel $0,6482\text{ g}$, was einen Glühverlust von $0,0023\text{ g} = 0,35\%$ ergibt.

X) $0,1787\text{ g}$ zeigten nach einhalbstündigem Trocknen bei 125°C . keine Gewichtsänderung.

Nach einem Glühen bei den unter Nr. IX angegebenen Bedingungen war das Gewicht $= 0,1739\text{ g}$, nach wiederholtem Glühen ebenfalls $0,1739\text{ g}$, somit Verlust $= 0,0008\text{ g} = 0,45\%$.

Die Resultate der Analyse ergeben folgende Procente:

	SiO_2	FeO	MgO	MnO	Al_2O_3	Glühverl.:	Summe:
I.	38,54	—	39,98	—	—	—	—
II.	38,60	20,29	39,59	0,22	0,87	—	99,62
III.	38,63	—	—	0,42	0,93	—	—
IV.	38,57	20,34	39,54	0,32	0,79	—	99,53
V.	38,63	—	40,00	0,27	—	—	—

	SiO_2	FeO	MgO	MnO	Al_2O_3	Glühverl.:	Summe:
VI.	—	20,22	—	—	—	—	—
VII.	—	20,05	—	—	—	—	—
VIII.	—	20,60	—	—	—	—	—
IX.	—	—	—	—	—	0,35	—
X.	—	—	—	—	—	0,45	—

Wenn man für den Gehalt an FeO das Mittel aus den directen Titirungen (VI, VII, VIII) = 20,29 % annimmt, so lässt sich die Zusammensetzung des Olivins aus Norwegen in folgenden Procenten ausdrücken:

	%	Atom- gewichte:	Atom- verhältnisse:	
SiO_2	38,59	:	59,92	= 0,6440
FeO	20,29	:	71,84	= 0,2824
MgO	39,78	:	39,90	= 0,9970
MnO	0,32	:	70,74	= 0,0045
Al_2O_3	0,86	:	101,96	= 0,0084
H_2O	0,40	:	17,96	= 0,0223
Summe	100,24			

$\frac{RO}{2} = 0,6449$	} Ueberschuss an $SiO_2 = 0,0021$.
$SiO_2 = 0,6440$	

Ich glaube nicht, dass ich in der gegebenen Analyse einen grossen Fehler bei der FeO -Bestimmung gemacht habe, da auch die nachfolgenden Versuche (siehe weiter unten) annähernd zu demselben Resultate führten (im Mittel 20,54 % FeO).

Von den Bestimmungen, die nicht durch directes Titriren, sondern nach vorheriger Ausfällung mit Ammoniak und Auflösung des geglühten Niederschlages in Schwefelsäure ausgeführt wurden, gelang leider nur eine (Nr. IV) und diese gab ein Resultat, welches dem durch directes Titriren erhaltenen recht nahe kommt.

Prof. Hiortdahl¹⁾ giebt folgende Zusammensetzung dieses Olivins an:

SiO_2	FeO	MgO	Summe:	} kleine Mengen von MnO , NiO und Spuren von CaO .
38,30	24,02	38,29	100,61	

Unsere Resultate sind also nur in der Bestimmung der Kieselsäure einander nahe; die FeO -Bestimmung dagegen ergibt sogar bei meiner ersten Analyse, bei der das Fe_2O_3 nicht rein war, nur 21,16 % FeO .

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen liefern folgende Zusammenstellung:

1) Hiortdahl, Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Kristiania. 1877, 23, Hft. 4.

	$FeO(NiO, MnO)$	Spec. Gew. :
Forsterit Nr. I	4,35 %	3,223
- - II	3,42	3,245
Olivin aus der Eifel	8,88	3,335
- - Norwegen	20,64	3,497 (Mittel aus 3,502 und 3,492)

Wie zu erwarten war, äussert sich der Gehalt an $FeO(NiO, MnO)$ deutlich in den specifischen Gewichten. Als die genaueren unter meinen Beobachtungen kann ich diejenigen an dem Forsterit Nr. II und dem Olivin aus der Eifel betrachten. Auf diesen fussend, versuchte ich die specifischen Gewichte der äusseren Glieder der Olivingrouppe zu berechnen, nämlich des Mg_2SiO_4 und des Fe_2SiO_4 .

Zu diesem Zwecke benutzte ich die Formel von Retgers¹⁾:

$$s = \frac{100 s_1 s_2}{(s_1 - s_2) ag + 100 s_2},$$

wo bedeuten: s das specifische Gewicht der isomorphen Mischung, zu deren Zusammensetzung zwei Substanzen mit den specifischen Gewichten s_1 und s_2 gehören; ag = den Gehalt in Procenten an Substanz vom specifischen Gewichte s_2 . Aus den zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten:

I) Für den Forsterit Nr. II

$$3,245 = \frac{100 s_1 s_2}{(s_1 - s_2) 4,42 + 100 s_2} \quad (\text{da } 3,42\% \text{ } FeO = 4,42\% \text{ } Fe_2SiO_4),$$

II) für den Olivin aus der Eifel

$$3,335 = \frac{100 s_1 s_2}{(s_1 - s_2) 12,58 + 100 s_2} \quad (\text{da } 8,37\% \text{ } FeO + 0,37\% \text{ } NiO + 0,44\% \text{ } MnO = 8,88\%, \text{ woraus } Fe_2SiO_4 = 12,58\%),$$

in denen s_1 = das gesuchte specifische Gewicht für Mg_2SiO_4 und

s_2 = - - - - - Fe_2SiO_4 ist, erhält man

$$s_1 = 3,498 \quad \text{und} \quad s_2 = 4,745.$$

Bei Benutzung der bekannten Formel von Tschermak zur Berechnung der specifischen Gewichte der Feldspathgruppe²⁾ erhält man annähernd dieselben Resultate. Ich wählte sie jedoch nicht als Grundformel, weil in ihr Molekulargewichte vorkommen und weil man das Atomgewicht des Magnesiums bisher noch nicht als genau bestimmt betrachten kann.

Das für Mg_2SiO_4 berechnete specifische Gewicht von 3,498 entfernt sich nicht sehr weit von den Zahlen, die Schröder (3,484) und Glinka

¹⁾ Retgers, Zeitschr. f. physik. Chemie 1889, 3, 437—564.

²⁾ Tschermak, Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1864 (Ausgabe 1865), 50, Abth. I, 566—613.

(3,2) ebenfalls durch Rechnung fanden; Lechartier¹⁾ bestimmte es auf experimentellem Wege zu 3,49 für künstlich hergestellten Forsterit. Die Beobachtungen von Ebelmen²⁾ am künstlichen Forsterit geben aber etwas höhere Zahlen, und zwar für den mittelst Borsäure dargestellten $s = 3,27$, für den mit K_2CO_3 dargestellten $s = 3,237$.

Für ersteren giebt Ebelmen auch die Analyse an:

<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	Summe:
42,6	57,2	Spuren	99,8

d. h. fast den theoretischen Procentgehalt des Mg_2SiO_4 . Der zweite Forsterit ist nicht analysirt worden. Sowohl in den specifischen Gewichten, wie auch in den Grössen der Winkel sind beide Forsterite recht verschieden. Der erste, gelbe Forsterit vom specifischen Gewicht $= 3,27$ hat nach Messungen von Ebelmen die Winkel $n : n(110) : (1\bar{1}0) = 50^\circ$ und $k : T(021) : (010) = 40^\circ 50'$, der zweite dagegen, vom specifischen Gewicht $= 3,237$, die Winkel $n : n(110) : (1\bar{1}0) = 49^\circ 44'$ und $k : T(021) : (010) = 40^\circ 40'$. Der letztere steht allen seinen Eigenschaften nach dem Forsterit aus der Olivingruppe nahe, während der erstere nach seiner Farbe, dem specifischen Gewicht, den Grössen der Winkel ganz vereinzelt dasteht. Wie ein solcher Widerspruch in den Beobachtungen eines und desselben Forschers zu erklären ist, werde ich bei der Betrachtung der krystallographischen Daten der Mineralien der Olivingruppe angeben, hier will ich nur die specifischen Gewichte besprechen. Beide von Ebelmen gefundene Grössen $s = 3,27$ und $3,237$ stehen in scharfem Widerspruch mit meinen Beobachtungen und den Angaben anderer Forscher über die natürlichen Forsterite, mit Ausnahme der strittigen Boltonitgruppe, wie dies aus der weiter unten aufgestellten Tabelle Nr. I ersichtlich ist, in welcher sämtliche mir bekannten Analysen und specifischen Gewichte der Mineralien der Olivingruppe zusammengestellt sind. Das höchste specifische Gewicht ist von Rammelsberg für einen Forsterit von der Monte Somma zu 3,243 bei einem FeO -Gehalt von 2,33% gefunden worden (siehe Analyse Nr. 9 Tabelle I). Andere Beobachter, wie Tschermak (Analyse Nr. 4), G. vom Rath (Analyse Nr. 8), Nikolajew (Analyse Nr. 3), Helland (Analyse Nr. 10) geben geringere Zahlen an (3,49—3,227) für Forsterite, deren FeO -Gehalt 0,22% bis 2,39% beträgt, was dafür spricht, dass die von Ebelmen gefundenen Werthe von s höher als die wahren sind, und dass die von mir berechnete Grösse genauer ist.

Ganz unerwartet war die für reines Fe_2SiO_4 berechnete Grösse. Die grösste Zahl für das specifische Gewicht des mehr oder weniger reinen Fayalits (Fe_2SiO_4) war, wie früher erwähnt, von Gorgeu ($s = 4,34$) für

1) Lechartier, Compt. rend. 1868, 67, 44—44.

2) Ebelmen, Travaux scientifiques 1855, 1, 182—183 und 202—204.

den künstlichen Fayalit, und von Hidden ($s = 4,35$) für den natürlichen Fayalit aus Colorado gefunden worden. Meine Berechnungen ergaben indess $s = 4,745$. Einen so groben Fehler konnte weder Gorgeu noch Hidden machen. Indess sprechen nicht nur meine Beobachtungen an den zur Berechnung gewählten Olivinen, sondern auch die am Forsterit Nr. I und am Olivin aus Norwegen, wenn man nur dessen Serpentinisierung in Betracht zieht, für die Richtigkeit der von mir berechneten Werthe. Der Forsterit Nr. I hat das specifische Gewicht 3,223 bei einem FeO -Gehalt von $4,35\% = 4,94\%$ Fe_2SiO_4 . Nimmt man das specifische Gewicht des Mg_2SiO_4 zu 3,498 und das des Fe_2SiO_3 zu 4,745 an, so berechnet sich das specifische Gewicht dieses Forsterits zu 3,248, die Differenz zwischen der beobachteten und berechneten Grösse beträgt also nur 0,005. Der Olivin aus Norwegen mit $20,29\%$ $FeO + 0,32\%$ $MnO = 20,64\%$ $FeO = 29,2\%$ Fe_2SiO_4 müsste, wenn er unzersetzt wäre, nach der Berechnung ein specifisches Gewicht von 3,534 haben. Er ist indessen nicht frisch, da die Analyse einen durch Glühverlust festgestellten Wassergehalt von $0,4\%$ ergab, der, da Serpentin im Mittel 43% Wasser enthält, einem Serpentinegehalt von $3,08\%$ entspricht. Zieht man diesen in Rechnung unter Zugrundelegung eines mittleren specifischen Gewichtes für den Serpentin von 2,6 (2,5—2,7), so ergibt die Retgers'sche Formel, bei Einsetzung des berechneten specifischen Gewichtes für frischen Olivin,

$$s = \frac{100 \cdot 3,534 \cdot 2,6}{(3,534 - 2,6) 3,08 + 100 \cdot 2,6} = 3,495,$$

während meine Wägungen im Mittel 3,497 ergaben.

Die Berechtigung, den Serpentinegehalt in dieser Weise in Rechnung zu ziehen, ergibt sich z. B. auch aus dem Beispiel des von Helland untersuchten Forsterits von Snarum.

Helland fand (vgl. Tabelle I Analyse Nr. 10):

SiO_2	MgO	FeO	Al_2O_3	Cr_2O_3	Glühverl.:	Zusammen:	Spec. Gew.:
44,32	54,69	2,39	0,28	0,05	0,20	98,93	3,22

Bei einem Gehalt von $2,399 FeO = 3,38 Fe_2SiO_4$ müsste das specifische Gewicht 3,233 sein. Ein Gehalt von $0,20\%$ Wasser entspricht aber $4,54\%$ Serpentin, und unter Berücksichtigung desselben berechnet sich das Gewicht zu 3,22, in vollständiger Uebereinstimmung mit dem von Helland bestimmten Werthe.

Derselbe, nur noch stärker serpentinisirte Forsterit wurde von Heffter¹⁾ analysirt. Derselbe fand

SiO_2	MgO	FeO	MnO	H_2O	Al_2O_3	Zusammen:	Spec. Gew.:
44,93	53,18	2,02	0,25	4,00	Spuren	104,38	3,038

1) Heffter, Pogg. Ann. 1854, 82, 516.

Nimmt man an, dass die Menge des Eisenoxyduls bei der Serpentinisirung sich nicht ändert, und dass nur das eintretende Wasser die procentische Zusammensetzung beeinflusst, so entspricht der von Heffter analysirte Forsterit, der in 97,38 Theilen ($104,38 - 4\% H_2O$) 2,02 FeO und 0,25 MnO , zusammen 2,27 enthält, einem frischen Material (100 Th.) mit 2,33% FeO , während Helland 2,39 fand. Man darf daher wohl annehmen, dass der Heffter'sche Forsterit vor der Serpentinisirung mit dem von Helland analysirten übereinstimmt und auch das gleiche specifische Gewicht hatte, welches oben aus Helland's Analyse zu 3,233 berechnet wurde. $4\% H_2O$ entsprechen nun 30,77% Serpentin, und hieraus berechnet sich das specifische Gewicht zu 3,007; gefunden wurden 3,038.

Ein gleiches Resultat ergiebt auch der bekannte Villarsit von Dufrénoy¹⁾, dessen Zusammensetzung im Mittel ist:

SiO_2	MgO	FeO	MnO	CaO	K_2O	H_2O	Summe:	Spec. Gew.:
39,50	46,35	3,99	2,64	0,54	0,46	5,80	99,28	2,975

Er enthält also $3,99 FeO + 2,64 MnO = 6,63$ in 93,48 ($99,28 - 5,80 = 93,48$) oder auf 100 = 7,09% $FeO = 10,05\% Fe_2SiO_4$. Ein frischer Olivin von dieser Zusammensetzung muss ein specifisches Gewicht = 3,306 haben, aber 5,80% H_2O entsprechen = 44,6% Serpentin, woraus sich ein specifisches Gewicht von 2,949 ergiebt, während 2,975 gefunden worden ist.

Die letzte mir bekannte Analyse eines ähnlichen halbserpentinisirten Olivins rührt von Fellenberg²⁾ her, und zwar eines Serpentine aus dem Malenkerthal in Graubünden. Seine Zusammensetzung ist im Mittel:

SiO_2	MgO	FeO	NiO	Cr_2O_3	Al_2O_3	H_2O	Summe:	Spec. Gew.:
44,72	42,15	7,96	0,25	0,48	3,19	5,55	104,30	2,99

Dies ergiebt $7,96 FeO + 0,25 NiO = 8,21$ in 95,75 ($104,30 - 5,55 = 95,75$) oder 8,57% FeO auf 100 = 12,14% Fe_2SiO_4 . Das specifische Gewicht des frischen Olivins müsste = 3,330 sein, aber 5,55% H_2O entsprechen 42,7% Serpentin, woraus das specifische Gewicht des wasserhaltigen Minerals zu 2,973 berechnet wird; gefunden wurde 2,99.

Hiernach kann man folgende Tabelle zusammenstellen.

1) Dufrénoy, Pogg. Ann. 1843, 58, 666. Ich nahm das Mittel aus beiden Analysen:

	SiO_2	MgO	FeO	MnO	CaO	K_2O	H_2O	Summe:
A)	39,40	45,33	4,30	2,86	0,54	0,46	5,80	98,69
B)	39,64	47,37	3,59	2,42	0,53	0,46	5,80	99,77

2) Fellenberg, Journ. f. prakt. Chem. 1867, 101, 39—40. Ich nahm das Mittel aus zwei Analysen:

	SiO_2	MgO	FeO	Al_2O_3	Cr_2O_3	NiO	H_2O	Summe:
I)	44,78	42,73	7,74	3,43	0,50	0,25	5,55	104,78
II)	44,67	44,57	8,19	2,95	0,46	—	—	94,84

	<i>FeO</i>	<i>H₂O</i>	Spec. Gew.		Differenz :
			Berechn.:	Beob.:	
Fast reiner Forsterit aus Snarum	2,39	0,20	3,220	3,220	0
Olivin aus Norwegen	20,61	0,40	3,495	3,497	+0,002
Serpentinis. Forsterit aus Snarum	2,27	4,00	3,007	3,038	+0,031
Serpentin aus Graubünden	8,21	5,55	2,973	2,990	+0,017
Villarsit	6,01	5,80	2,949	2,975	+0,026

Man könnte mir entgegenhalten, warum ich zur Berechnung des serpentinisirten Forsterits aus Snarum nicht das von Helland gefundene specifische Gewicht, nämlich 2,53 annehme. Ich wollte nicht eine einzige Beobachtung eines Forschers auf Beobachtungen eines anderen anwenden, vielmehr schien es mir richtiger und logischer zu sein, das Mittel zu ziehen. Wahrscheinlich ist aber das specifische Gewicht des Serpentin noch höher, da Beudant¹⁾ bei seinen äusserst genauen Messungen fand, dass feinfaserige Substanzen, zu denen auch der Serpentin gehört, bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes Werthe ergeben, die um 0,02—0,03 niedriger sind, als das wirkliche specifische Gewicht, welches er für die gepulverte Substanz bestimmt hatte. Für ein höheres specifisches Gewicht des Serpentin als 2,5 sprechen auch die Abweichungen zwischen den berechneten und beobachteten Werthen in der von mir aufgestellten Tabelle. In der That ergeben von fünf Beispielen vier zu hohe Werthe, was auf einen Fehler schliessen lässt, welchen man am ehesten in dem Werthe für das specifische Gewicht des Serpentin zu suchen hat. Nimmt man dasselbe zu 2,65, so ergibt sich eine grössere Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und Beobachtung, nämlich:

	Spec. Gew.		Differenz :
	Berechnet :	Gefunden :	
Fast frischer Forsterit aus Snarum	3,222	3,220	— 0,002
Olivin aus Norwegen	3,498	3,497	— 0,001
Serpentinisirter Forsterit aus Snarum	3,028	3,038	+ 0,010
Serpentin aus Graubünden	3,001	2,990	— 0,011
Villarsit	2,977	2,975	— 0,002

Uebrigens lege ich auf diese Uebereinstimmung der berechneten und beobachteten Werthe bei den von mir nicht selbst untersuchten Olivinen kein besonderes Gewicht, ich wollte nur aus einigen Beispielen die Berechtigung herleiten, bei der Berechnung des specifischen Gewichtes für den norwegischen Olivin die Correctur für die Serpentinisirung anzubringen. Ob hierbei das specifische Gewicht des Serpentin zu 2,5 oder zu 2,7 angenommen wird, ändert wenig an dem Resultate, da die Serpentinbildung nur eine sehr geringe ist (3,08%), wenigstens ist der Einfluss dieser ge-

1) Beudant, Annales de Chimie et de Physique 1828, 38, 388—411.

ringen Differenz viel kleiner, als derjenige des grossen Unterschiedes in den Gewichten dieses Olivins (theoretisch 3,534) und des Serpentin (2,5 — 2,7).

Nimmt man nun für Mg_2SiO_4 $s = 3,198$, und für Fe_2SiO_4 $s = 4,745$ an, und bringt beim norwegischen Olivin die genannte Correctur an, so erhält man folgende Reihe:

	<i>FeO</i>	Spec. Gew.		Differenz:
		Berechnet:	Gefunden:	
Forsterit I	4,39	3,248	3,223	0,005
- II	3,42	3,245	3,245	0
Olivin aus der Eifel	8,88	3,335	3,335	0
- - Norwegen	20,64	3,495	3,497	0,002

Diese grosse Uebereinstimmung der berechneten und gefundenen Werthe bei einem so grossen Intervall im Eisenoxydulgehalt (4,39—20,64) berechtigt zu dem Schlusse, dass die berechneten Werthe für das specifische Gewicht von Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 den wahren Werthen mindestens sehr nahe kommen.

Ich habe meine Untersuchungen auf vier Olivine beschränkt, da durch Tschermak und Retgers eine strenge Proportionalität in den specifischen Gewichten isomorpher Mischungen nachgewiesen ist, so dass es nicht erforderlich ist, die Bestimmungen an der ganzen Reihe solcher Mischungen vorzunehmen, sondern dass genaue Messungen an drei oder vier derselben ausreichen, um den Isomorphismus der die Mischungen bildenden Salze festzustellen.

Ausser den Ergebnissen meiner Untersuchungen sprechen auch die von Anderen an frischen Olivinen gemachten Beobachtungen für die Richtigkeit meiner Schlussfolgerungen. Freilich darf man keine vollständige Uebereinstimmung erwarten, denn einmal gehört die Bestimmung des specifischen Gewichtes nicht zu den leichten Operationen, so dass hierbei leicht kleinere oder grössere Fehler unterlaufen. Dann ist zu bemerken, dass eine, wenn auch nur unbedeutende Serpentinbildung das specifische Gewicht wesentlich vermindert, dass aber wohl nur selten ein Analytiker so geringe Wassermengen, wie beim norwegischen Olivin (0,4%) berücksichtigen wird, und um so weniger, als dieses Wasser nicht in der Formel des Olivins zum Ausdruck kommt. Drittens muss die Eisenoxydulbestimmung möglichst genau sein, und dies ist nicht der Fall, wenn die Substanz mit Salzsäure aufgeschlossen wird. In diesem Falle geht nämlich ziemlich viel Kieselsäure in Lösung, welche dann später nach der Oxydation und Fällung als Eisenoxyd mit gewogen wird. Auch begegnet man nicht selten der in früherer Zeit so beliebten Methode, einen der Bestandtheile aus der Differenz von 400 zu bestimmen oder aus der Umrechnung der gefundenen Mengen auf 400, wenn deren Summe sich weit von dieser Zahl entfernte.

Die Formel des Olivins ist einfach, und lange sichergestellt. Die Bestimmungsmethoden seiner Hauptbestandtheile gelten in der chemischen Analyse als fast einwandfrei, so dass ein Analytiker, welcher von den theoretischen sehr abweichende Zahlen erhält, eher an der Richtigkeit seiner Arbeit, als der Methode zweifelt. Indessen kann man die Genauigkeit der Magnesiabestimmungen als $Mg_2P_2O_7$ nicht als ganz einwandfrei ansehen. Es macht schon einen grossen Unterschied, ob man das Atomgewicht des Magnesiums zu 23,94 oder zu 24,3 annimmt. Im ersteren Falle erhält man einen Gehalt von 36,02 MgO in $Mg_2P_2O_7$, im zweiten 36,23, und es ist klar, dass dies einen wesentlichen Einfluss auf den berechneten Procentgehalt magnesiareicher Verbindungen, wie der Olivine, haben muss. Noch grösser ist die Differenz in den Angaben über den MgO -Gehalt von $Mg_2P_2O_7$, welche ältere Analytiker bei der Berechnung von Olivinanalysen machen. Dieselben schwanken von 29—40%, wie aus einer interessanten geschichtlichen Zusammenstellung von Berzelius¹⁾ zu ersehen ist, der zu dem Schlusse kam: »dass in jedem Fall diese Methode, die Bittererde zu bestimmen, nicht zulässig ist«. Berzelius gründet sein strenges Urtheil hauptsächlich auf die Löslichkeit des durch die Fällung erhaltenen Doppelsalzes $MgNH_4PO_4 + 6H_2O$ im Waschwasser. Heute verwendet man zum Auswaschen eine Ammoniaklösung (1 : 3 H_2O), in der das genannte Salz fast unlöslich ist. Eine andere Schwierigkeit lässt sich auch heute noch nicht vermeiden, nämlich den Niederschlag nach dem Glühen in einer der Formel $Mg_2P_2O_7$ genau entsprechenden Zusammensetzung zu erhalten. Je nach den Umständen ist derselbe bald ein mehr saures, bald mehr ein basisches Salz. Neubauer²⁾ hat noch jüngst durch Versuche die hieraus entstehende Ungenauigkeit bestätigt.

Aus diesem Grunde habe ich meine Berechnungen auf die Bestimmung des Eisenoxyduls und nicht der Magnesia gegründet, und die weiter unten folgende Zusammenstellung nach steigendem $FeO(NiO, MnO)$ -Gehalt geordnet. In diese Tabelle habe ich nur die Minerale aufgenommen, welche Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 als wichtigste isomorphe Mischungen enthalten, also Forsterit, Olivin, Hyalosiderit, Hortonolith und Fayalit. Ich wurde zu dieser Zusammenstellung bewogen durch die Erwägung, dass die Tabellen bei Hintze³⁾, Dana⁴⁾ und Rammelsberg⁵⁾ nicht vollständig sind. Dabei berücksichtigen Hintze und Dana vorwiegend die neueren Analysen, obwohl kein Grund vorliegt, die älteren ausser Betracht zu lassen. Diese mögen in den

1) Berzelius, Jahresber. 1823, 3, 90—93.

2) Neubauer, Zeitschr. f. anorg. Chemie 1893, 4, 254—266.

3) Hintze, Handbuch der Mineralogie 1889, 1. Lief., 3—28.

4) Dana, System of Mineralogy 1892, 6. Aufl., 454—456.

5) Rammelsberg, Mineralchemie 1875, II. Aufl., 424—431.

Magnesiabestimmungen ungenau sein, aber in dieser Richtung sind auch die neueren nicht ganz zuverlässig. Die Kieselsäure- und Eisenoxydulbestimmungen dagegen verdienen bei den älteren Analysen dasselbe Vertrauen wie bei den neueren, da die Methoden sich nicht geändert haben. — Von den Analysen der Olivine aus Meteoriten führe ich nur die mit ausgesuchtem Material ausgeführten an. Wo zahlreiche Analysen desselben Olivines vorlagen, habe ich die mir am richtigsten scheinende ausgewählt und die anderen nebenbei angeführt. Der Gehalt an FeO (MnO , NiO) ist in die vorletzte Colonne gebracht, um ihn bequem mit dem specifischen Gewicht vergleichen zu können. Nach Möglichkeit sind die Analysen den Originalarbeiten entnommen, wo diese unzugänglich waren, ist die Quelle angegeben. In der Rubrik »Glühverlust« ist das etwa direct bestimmte Wasser mit enthalten.

(Siehe Tabelle I nebst Anmerkungen dazu auf S. 54—65.)

Bei den Fayaliten sind die Analysen von »Eisenfrischschlacken« nicht angeführt, da das Material der Analysen meistens sehr unrein ist, und das specifische Gewicht nur in einem Falle 4,44 erreicht (Beobachtung von Kossmann ¹⁾), meist aber viel geringer ist. Ihr MgO -Gehalt beträgt höchstens 3 %, so dass diese Verbindungen für die folgenden Betrachtungen ohne Bedeutung sind.

Im Grossen und Ganzen tritt in dieser Tabelle die Abhängigkeit des Gewichtes von der Zusammensetzung genügend hervor. Es schwankt bei den Forsteriten mit einem FeO -Gehalt bis zu 3,8 % von 3,19 bis 3,27, bei den Olivinen, welche 5 % bis 24 % Eisenoxydul enthalten, von 3,25 bis 3,5, bei dem Hyalosiderit mit 29 % FeO beträgt es 3,566, beim Hortonolith mit 48 % FeO 3,94 und beim Fayalit, der 70 % FeO enthält, endlich 4,35. Geht man aber bei dem Vergleich auf Details ein, so verliert sich die Gesetzmässigkeit vollständig. So geben verschiedene Beobachter für das specifische Gewicht ein und desselben Olivines recht verschiedene Werthe an. Shepard fand z. B. das Gewicht des Boltonites zu 2,8—2,9, Brush zu 3,24 und Smith zu 3,33. Für den Olivin vom Dreiser Weiher fand ich 3,335, Philipp dagegen giebt 3,35 an. Orientalischer Chrysolith hat nach Klaproth ein specifisches Gewicht von 3,34, nach Haüy von 3,4285, Hyalosiderit nach Walchner von 2,875, nach Rosenbusch von 3,566. Es ist klar, dass bei der Gegenüberstellung solcher von verschiedenen Beobachtern angegebenen Werthe keine Gesetzmässigkeit erwartet werden darf. Andererseits sind Beobachtungen eines Forschers an verschiedenen Olivinen selten. Ich weiss hier nur die von G. vom Rath,

(Fortsetzung des Textes Seite 65).

¹⁾ Kossmann, Pogg. Ann. 1869, 137, 440.

Tabelle I.

	<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>MnO</i>	<i>NiO</i>	<i>CoO</i>	<i>CaO</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Cr₂O₃</i>	<i>SnO₂</i>	<i>CuO</i>	<i>K₂O</i>	<i>Na₂O</i>	Glüh- verlust	Sum- me	<i>FeO</i> (<i>NiO, MnO</i>)	Spec. Gew.	Temp.
Forsterit.																			
1a)	42,60	57,20	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,80	Sp.	3,27	—
1b)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,237	220 C.
2)	42,50	57,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,30	—	3,49	—
3)	40,44	57,73	0,22	1,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16	99,40	0,22	3,194	140 C.
4)	—	—	4,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,00	3,227	—
5)	44,85	56,17	1,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,40	99,80	1,07	—	—
6)	42,65	56,57	1,35	—	—	—	—	0,29	—	—	—	—	—	—	—	100,86	1,35	3,223	20,80—22,50 C. + 40 C.
7)	42,82	54,44	1,47	—	—	—	—	0,85	Spur	—	—	—	—	—	0,76	100,34	1,47	3,24	Shepard 2,5—2,9, Silliman 3,008, Smith 3,205—3,323
8)	42,33	54,9	1,57	—	—	—	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—	98,80	1,57	3,194	—
9)	42,44	53,3	2,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,04	2,33	3,243	—
10)	44,32	54,69	2,39	—	—	—	—	—	0,28	0,05	—	—	—	—	0,20	98,93	2,39	3,22	—
11)	42,39	55,09	3,12	—	—	—	—	—	0,23	—	—	—	—	—	—	100,83	3,12	3,245	240—24,30 C. + 40 C.
12)	44,09	52,54	3,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,18	98,12	3,80	—	—
Olivin.																			
13)	42,30	54,64	5,04	—	—	—	—	1,08	0,42	—	—	—	—	—	—	100,45	5,04	3,264	—
14)	44,98	51,44	5,74	0,54	0,40	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—	0,28	100,14	6,23	—	—
15)	39,96	49,18	6,26	—	—	—	—	2,05	2,33	—	—	—	—	—	—	99,80	6,28	3,364	—
16)	42,74	50,85	4,65	—	4,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,00	6,44	—	—
17)	43,44	49,34	6,93	—	—	0,32	Sp.	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	100,00	7,25	3,226	170 C.
18)	44,89	49,18	7,39	—	Sp.	0,35	Sp.	0,06	Sp.	—	—	—	—	—	0,82	100,24	7,74	3,280	120 C. — Incl. 0,58 % Chrom-eisen + Quarz incl. 4,53 % Chrom- eisen + Quarz
19)	40,80	49,18	7,32	—	Sp.	0,44	Sp.	0,02	Sp.	—	—	—	—	—	0,63	99,96	7,76	3,252	—
20)	44,58	49,38	7,49	—	Sp.	0,34	Sp.	0,14	0,14	—	—	—	—	—	4,72	100,66	7,83	—	—

	SiO ₂	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	NiO	CoO	CaO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	SnO ₂	CuO	K ₂ O	Na ₂ O	Glüh- verlust	Sum- me	FeO (NiO, MnO)	Spec. Gew.	Temp.
Olivin.																			
21)	43,45	49,17	8,48	—	—	—	—	—	0,30	—	—	—	—	—	0,85	101,25	8,48	3,3592	
22)	42,64	48,86	8,36	—	0,15	—	—	0,32	0,14	—	—	—	—	—	—	100,34	8,54	—	
23)	38,87	54,86	8,45	—	0,12	—	—	0,99	—	—	—	—	—	—	—	100,29	8,57	3,32	
24)	44,19	50,00	8,62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,84	8,62	—	
25)	40,09	50,49	8,17	—	0,20	0,37	—	—	0,19	—	—	—	—	—	—	99,54	8,74	3,3355	7,50—19,750 C.
26)	40,99	50,00	8,37	—	0,14	0,37	—	—	0,40	—	—	—	—	—	—	100,27	8,88	3,335	470—18,80 C. + 40 C.
27)	44,54	50,04	8,66	—	0,25	—	—	—	0,06	—	—	—	—	—	—	100,55	8,94	—	
28)	52,03	37,34	8,63	—	Sp.	0,44	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	0,84	99,25	9,17	3,19	
29)	40,75	50,28	9,36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,36	9,36	—	
30)	39,93	48,7	8,43	—	1,03	—	—	—	0,10	—	—	—	—	—	—	98,19	9,46	3,183	
31)	44,25	49,36	9,13	—	0,16	0,25	—	—	0,14	0,05	0,02	0,21	—	—	—	100,57	9,54	3,25—3,3	Stromeyer 3,3445; Rammels- berg 3,153 (nach dem Schmelzen)
32)	39,73	50,13	9,19	—	0,09	0,32	—	—	0,22	—	—	—	—	—	—	99,68	9,60	3,3514	7,50 C. Klaproth 3,34; Haüy 3,4285
33)	40,68	49,58	9,19	—	—	0,50	—	0,02	—	—	—	0,08	—	—	—	100,05	9,69	3,289	
34)	42,74	47,14	9,74	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	—	Sp.	0,53	100,15	9,74	—	
35)	41,44	49,19	9,72	—	0,13	—	—	0,24	0,16	—	—	—	—	—	—	100,85	9,85	—	
36)	41,06	46,83	10,13	—	—	—	—	—	0,68	—	—	—	—	—	1,33	100,03	10,13	3,41	
37)	40,77	47,27	10,05	—	—	0,32	—	—	1,21	—	—	—	—	—	0,34	99,96	10,37	3,36	180 C.
38)	40,98	47,03	10,29	—	—	0,19	Sp.	—	0,64	—	—	—	—	—	0,96	100,09	10,48	3,334	
39)	39,85	49,19	10,54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,58	10,54	—	
40)	44,67	41,84	10,76	—	—	—	—	2,35	0,23	—	—	—	—	—	—	99,85	10,76	—	
41)	40,70	48,02	10,79	0,18	0,14	0,02	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	99,85	10,95	3,376	23,20 C.
42)	40,39	48,12	11,18	—	—	—	—	0,12	—	—	—	—	—	—	—	99,84	11,18	3,294	
43)	40,04	48,09	11,12	—	—	0,16	0,06	—	0,49	—	—	—	—	—	—	100,05	11,34	—	incl. 0,12% TiO ₂ .

	SiO ₂	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	NiO	CoO	CaO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	SnO ₂	CuO	K ₂ O	Na ₂ O	Glüh- verlust	Sum- me (NiO, MnO)	FeO	Spec. Gew.	Temp.
44)	39,61	48,29	11,88	—	0,19	—	—	—	0,24	—	—	—	—	—	—	100,18	12,07	3,37	—
45)	40,24	47,44	11,80	—	0,29	—	—	—	0,06	—	0,08	—	—	—	—	99,88	12,09	3,3993	Stromeyer 3,3404 — 3,3497; Walmstedt 3,362
46)	40,79	47,05	12,10	—	—	—	—	—	0,02	—	—	—	—	—	—	99,96	12,10	—	—
47)	40,35	46,70	12,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,39	12,34	—	—
48)	40,60	45,84	12,35	—	—	—	—	Sp.	0,86	—	—	Sp.	—	—	—	99,62	12,35	—	—
49)	40,14	45,50	12,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,3	12,35	3,307	incl. 2,34 0/0 Chrom- eisen
50)	40,47	45,60	12,69	—	0,33	—	—	1,20	—	—	—	—	—	—	—	99,99	13,02	3,475	—
51)	39,12	44,80	13,16	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,08	13,16	3,344—3,927	incl. 3 0/0 un- löslich in HCl
52)	39,68	46,93	14,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,83	14,12	—	—
53)	40,02	45,60	14,06	—	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,78	14,16	3,336 (3,33)	—
54)	41,69	40,92	14,22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,83	14,22	—	—
55)	39,34	45,81	14,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,00	14,85	—	—
56)	40,59	43,13	13,73	—	1,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,05	15,33	3,38	—
57)	40,12	44,55	15,32	—	0,29	—	—	—	0,14	—	—	—	—	—	—	100,42	15,61	—	—
58)	39,33	43,88	15,63	—	—	—	—	1,24	—	—	—	—	—	—	—	100,08	15,63	3,38	—
59)	40,30	41,60	16,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,8	16,40	—	—
60)	40,00	43,09	16,24	—	0,55	—	—	—	0,06	—	—	Sp.	—	—	—	99,92	16,76	—	—
61)	40,19	35,70	15,27	—	2,27	—	—	5,12	—	—	—	—	—	—	—	99,35	17,54	3,38	nach dem Schmelzen
62)	39,62	43,33	17,54	—	—	0,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,61	17,66	3,479	2,834 Beck; Romanowsky 3,44—3,50; Hermann 3,39—3,43
63)	47,32	30,30	17,70	—	—	0,32	—	—	3,99	—	—	—	—	—	0,67	100,3	18,02	3,32	—
64)	40,70	39,70	19,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	19,60	—	—
65)	37,90	44,65	19,66	—	—	0,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,63	20,08	3,47	Leick 3,4174 bei 16,20 C.

	SiO_2	MgO	FeO	Fe_2O_3	MnO	NiO	CoO	CaO	Al_2O_3	Cr_2O_3	SnO_2	CuO	K_2O	Na_2O	Glüh- verlust	Sum- me (NiO, MnO)	FeO	Spec. Gew.	Temp.
																			470—18,6° C. + 40° C.
66)	38,59	39,78	20,29	—	0,32	—	—	—	0,86	—	—	—	—	—	0,40	100,24	20,61	3,497	
67)	37,45	39,52	22,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,32	22,55	—	
68)	38,47	37,62	24,83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,92	24,83	3,42—3,50	450° C.
Hyalosiderit.																			
69)	35,30	34,76	26,70	—	0,45	—	—	—	—	0,75	—	—	—	0,66	—	99,39	27,45	3,57	incl. 3,77% Chrom- eisen + Augit
70)	35,85	30,62	28,07	—	4,24	—	—	4,43	Sp.	—	—	—	—	—	—	100,21	29,31	—	
71)	36,72	31,99	29,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,67	29,96	3,566	24° C.; Walchner 2,875; 24,50° C.
Hortonolith.																			
72)	35,30	26,24	35,55	—	0,58	Sp.	—	—	1,93	—	Sp.	Sp.	—	—	—	99,51	36,43	—	
73)	33,59	16,68	44,37	—	4,35	—	—	Sp.	—	—	—	—	0,39	—	0,26	99,64	48,72	3,91	
Fayalit.																			
74)	25,61	1,66	51,75	14,92	—	—	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	100,96	51,75	—	incl. 7,02% Unlös.
75)a)	24,93	—	65,84	—	2,94	—	—	—	1,84	—	—	0,60	—	—	—	98,92	68,78	4,138	400° C. Incl. 2,77% FeS
75)b)	31,04	2,38	62,57	—	0,79	—	—	0,43	3,27	—	—	0,32	—	—	—	100,13	63,36	—	incl. 1,71% PbO; Spur Cl und S
76)	29,34	3,04	54,71	—	8,39	—	—	3,07	1,24	—	—	—	—	—	—	99,76	63,10	—	Spuren von Fe
77)a)	29,50	0,30	63,54	—	5,07	—	—	—	Sp.	—	—	—	—	—	—	98,41	68,64	4,006	
77)b)	29,60	—	68,78	—	4,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,44	70,51	3,885	
78)	27,66	—	65,79	—	4,47	—	—	0,47	—	—	—	—	—	—	—	98,09	69,96	4,35	
79)	28,8	—	71,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	71,2	4,34	

Anmerkungen zur Tabelle I.

1) Ebelmen, Travaux scientifiques 1855, 1: a) Forsterit, künstlich erhalten beim Schmelzen von MgO und SiO_2 mit Borsäure, S. 182—183; b) dasselbe, nur mit Anwendung von kohlen-saurem Kali statt Borsäure (K_2CO_3), S. 202—204.

2) Lechartier, Compt. rend. 1868, 67, 44—44. Künstlicher Forsterit, erhalten beim Schmelzen von MgO und SiO_2 in Calciumchlorid ($CaCl_2$). Durch ihn auch wurde ein Olivin mit 7% FeO und einem spec. Gew. 3,22 erhalten. Eine vollständige Analyse ist nicht vorhanden.

3) Nikolajew, Forsterit vom Süd-Ural aus der Nikolai-Maximilian-Grube Materialien zur Mineralogie Russlands von Kokscharow (deutsche Ausgabe 1878), 8, 388. Die zweite Analyse ergab nach Nikolajew einen Glühverlust von 0,40% und $SiO_2 = 44,16\%$ bei 0,9012 g abgewogener Substanz. Für die vollständige Analyse wurde 0,4926 g abgewogen. Ich habe nicht das Mittel genommen, da die Differenz zwischen beiden ziemlich gross ist (bis zu 1% SiO_2). Eine Controle der Analyse ist nothwendig, um so mehr, als auch 1,48% Fe_2O_3 streitig sind. Aus der Arbeit ist nicht ersichtlich, ob dieses Eisenoxyd beim Glühen bei der Bestimmung des Glühverlustes entstanden, oder ob diese Oxydation noch in der Natur vor sich gegangen ist. Diese Zeitschr. 1883, 7, 349.

4) Tschermak, Forsterit aus der Eifel. Ich citire aus der Abhandlung von Schröder, Jahrbuch für Mineralogie 1873, 565. Wo die Analyse selbst abgedruckt ist, konnte ich nicht finden.

5) Mierisch, Forsterit aus den sogenannten »Kalkblöcken« vom Monte Somma. Mineralog. Mittheil. 1887 [2], 8, 119. Diese Zeitschr. 1888, 13, 627.

6) Thaddéeff, Forsterit Nr. I vom Monte Somma. Ausführliches über Herkunft siehe Abhandl. von Prof. Arzruni, diese Zeitschr. 1895, 25, 471.

7) Brush, Boltonit von Bolton, Mass. Americ. Journ. of Science 1859 [2], 27, 397—398. Shepard fand das spec. Gew. = 2,8—2,9 (Treatise on Mineralogy, New Haven 1835, 78. Ich citire aus der Abh. von Silliman siehe weiter unten).

Andere Analytiker fanden die Zusammensetzung des Boltonits:

SiO_2	MgO	FeO	CaO	Al_2O_3	Glüh- verlust:	Summe:	Spec. Gew.:	
46,062	38,149	8,632	1,516	5,667	—	100,026	3,008	Silliman, Am. Journ. of Sc. 1849 [2], 8, 392
42,56	51,77	2,35	—	0,10	2,22	99,0	3,270	} Smith, Am. Journ. of Sc. 1854 [2], 18, 372
44,95	51,64	3,20	—	0,25	1,58	98,62	3,208	
42,41	50,06	3,59 (m. Al_2O_3)	—	nicht best.	—	—	3,328	
47,07	43,11	6,38	3,44	—	—	100,00	—	} Hauer, Sitzungsber. Wien. Ak. 1854, 12, 508
46,50	43,89	6,08	3,53	—	—	100,00	—	

Ein solcher Unterschied in den Analysen zeugt von der Unreinheit des Materials; je nachdem Asbest, Glimmer, Magneteisenstein und andere Begleiter des Boltonits sorgfältig ausgesucht worden waren oder nicht, erhielt man bessere oder schlechtere Resultate.

8) G. vom Rath, Forsterit vom Monte Somma. Pogg. Ann. 1875, 155, 34.

9) Rammelsberg, Forsterit vom Monte Somma. Pogg. Ann. 1860, 109, 568.

10) Helland, Forsterit von Snarum (Norwegen). Pogg. Ann. 1873, 148, 329.

11) Thaddéeff, Forsterit Nr. II vom Monte Somma (das Citat siehe Analyse Nr. 6).

12) Mierisch, Forsterit vom Monte Somma (s. Nr. 5).

13) Dingstedt, Olivin vom Vesuv. Mineral. Mittheil. 1873, 2, 130.

14) Clark und Schneider, Olivin von Fort Wingate, New Mexico. Am. Journ. 1890, **40**, 305. Diese Zeitschr. 1894, **18**, 393.

15) Velain, Olivin von der Bourbon-Insel. Bull. soc. minér. de France 1884, **7**, 472. Diese Zeitschr. 1886, **11**, 637.

16) Knop, Olivin aus dem Kalkstein vom Schelinger Matten, Kaiserstuhl. Diese Zeitschr. 1888, **13**, 236. Bei 0,8845 g abgewogener Substanz verblieb ungelöst 0,436 g; was in Lösung übergegangen war, ergab:

SiO_2	MgO	FeO	Al_2O_3	MnO	Summe:
44,88	49,83	4,56	nicht best.	4,73	98,00

20/0 Verlust schreibt Knop der Thonerde zu; in der Tabelle ist diese Analyse, auf 100 umgerechnet von Knop selbst, eingeführt.

17) Genth, Olivin vom Hekla (Tjorsa-Lava). Ann. Chem. Pharm. 1848, **66**, 20.

18) Genth, Olivin von Webster, Jackson County, Nord-Carolina. Amer. Journ. Sc. 1862 [2], **33**, 199—200.

19) Genth, Fundort und Citat dieselben wie bei 18. Ich wählte das Mittel aus zwei Analysen:

	<i>SiO₂</i>	<i>FeO</i>	<i>NiO</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>MnO</i>	<i>CoO</i>	<i>γ</i> *)	Glüh- verlust:	Sum- me:	Spec. Gew.:
I)	40,87	7,39	0,50	nicht best.		Sp.	Sp.	Sp.	1,27	0,50	—	3,252
II)	40,74	7,26	0,39	49,48	0,02	Sp.	Sp.	Sp.	1,83	0,76	100,48	

$\gamma^*)$ Chromeisenstein und Quarz.

20) Schatard, Olivin von der Culsagee-Grube, Nord-Carolina. Journ. f. prakt. Chem. 1874 [2], **9**, 54.

21) Clar, Olivin aus einer Bombe von Fehring bei Gleichenberg, Steiermark. Mineralog. Mittheil. 1883 [2], **5**, 85.

22) Walmsiedt, Olivin von Wilhelmshöhe bei Cassel. Pogg. Ann. 1825, **4**, 202, Auszug aus den Berichten d. schwed. Akad. d. Wiss. 1824, Th. II, 359. Derselbe Olivin ist, wie mir scheint, auch von Klaproth analysirt worden, welcher als Fundort angiebt: Carlsberg bei Cassel. Beitr. zur chem. Kenntniss d. Mineralkörper 1795, **1**, 424. Klaproth giebt:

Kieselerde 52,0, Bittersalzerde 37,75, Eisenkalk 10,75, Kalkerde 0,42, Summe 100,62.

23) Brögger, Olivin aus einer Olivinkugel aus Söndmöle (Norwegen). Jahrb. f. Mineral. 1880, **2**, 190.

24) Knop, Olivin aus einer Olivinknolle aus Basalt, Lützelberg, Kaiserstuhlgebirge. Jahrb. f. Mineral. 1877, 697. Ich nahm das Mittel aus zwei Analysen:

	SiO_2	MgO	FeO	Summe:
I)	44,2	49,7	8,7	99,60
II)	44,19	50,27	8,54	100,00

25) Stromeyer, Olivin aus dem Basalt vom Vogelsberge, Giessen. Pogg. Ann. 1825, **4**, 493—496. Das Original in Götting. Gelehrten-Anz. 1824, St. 208 u. 209, S. 2089. Das specifische Gewicht Mittel aus zwei Bestimmungen:

1) bei 7,50 C. und 739 mm Druck	3,3324
2) - 49,750 C. - 747 - -	3,3386

26) Thaddéeff, Olivin aus einer Olivinbombe aus der Eifel (Dreiser Weiher). Derselbe Olivin wurde analysirt von

K. Kjerulf, Journ. f. prakt. Chem. 1855, **65**, 487:

SiO_2	FeO	MgO	Al_2O_3	Cr_2O_3	Glühverl.:	Summe:
42,244	8,944	49,287	0,183	0,004	0,424	100,723

In Bischof's Lehrbuch der chem. u. physik. Geologie I. Auflage, 1855, 2, 1496 ist dieselbe Analyse nur mit $FeO = 8,03\%$ angegeben.

2. Student Müller analysirte denselben Olivin im technischen Laboratorium der techn. Hochschule zu Aachen und überliess mir liebenswürdig seine Resultate; er fand:

SiO_2	FeO	MgO	Al_2O_3	MnO	Rest*):	Summe:
40,93	8,49	49,88	0,39	Spuren	0,29	99,98

*) Rest Chromeisenstein.

3. Philipp (Pogg. Ann. 1870, 141, 512) fand im Laboratorium von Rammelsberg:

SiO_2	FeO	MgO	Summe:	Spec. Gew.:
41,25	9,90	48,85	100,00	3,36

Rammelsberg selbst fand das specifische Gewicht dieses Olivins nach dem Schmelzen = 3,341 (Mineralch. 1875, II. Aufl., 427).

- 27) Walmstedt, Olivin von der Iserwiese bei der Schneekoppe. Literatur bei Nr. 22 angegeben. S. 204.

28) Jung, Olivin aus dem Basalt von Unkel bei Oberwinter. Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1863, Nr. 34, 289—293. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat auch Klaproth denselben Olivin analysirt (Beiträge zur chem. Kenntn. d. Mineralkörper 1795, 1, 116 u. 118); durch ihn wurden zwei Analysen ausgeführt:

	I.	II.	Spec. Gew.
Kieselerde (SiO_2)	48	50	
Bittersalzerde (MgO)	37	38,50	3,265
Kalkerde (CaO)	0,25	0,25	
Eisenkalk (Fe_3O_4 ?)	12,50	12,00	
Summe	97,75	100,75	

- 29) Manice, Olivin aus dem Basalt von Thetford, Vermont. Americ. Journ. Sc. 1864 [2], 31, 359.

30) G. vom Rath, Olivin aus Bomben vom Vesuv mit Glimmer, Kalkstein und Humit. Monatsber. Berl. Akad. 1874, S. 746.

31) Farsky, Olivin von Kosakow (Böhmen). Mittel aus drei Analysen (I, II, III). Verhandl. geolog. Reichsanst. 1876, 205—206). Denselben Olivin analysirten: Walmstedt Nr. IV (Cit. s. Nr. 22, S. 204) und Stromeyer Nr. V (Cit. Nr. 25, S. 193—194).

SiO_2	MgO	FeO	MnO	Al_2O_3	$NiO(CoO)$	Cr_2O_3	CuO	SnO_2	Summe:	Sp. Gew.:
I. 44,15	49,51	9,15	0,15	0,15	0,20	0,04	—	—	100,35	3,25—3,30
II. 44,22	49,42	9,10	0,18	0,15	0,29	0,05	—	—	100,41	
III. 44,39	49,14	9,15	0,15	0,12	nicht best.	0,05	0,24	0,02	100,33	
IV. 44,42	49,64	9,14	0,15	0,15	—	—	—	—	100,47	
V. 40,45	50,67	8,07	0,18	0,19	0,33	—	—	—	99,89	3,3445 bei [9,50 C. und 753 mm Barometerstand

Farsky nahm zur Analyse Nr. I 10 g, Nr. II 10,0854 g und Nr. III 20 g.

32) Stromeyer, Analyse des orientalischen Chrysoliths (Cit. Nr. 25, S. 193—194). Denselben Chrysolith analysirten:

I. Vauquelin, Peridot du Commerce. Journ. d. Mines 1798, 4, 37—43.

II. u. III. Klaproth, Chrysolith in der Levante gekauft (Cit. s. Nr. 22, S. 103—111).

	SiO_2	MgO	FeO	Summe:	Spec. Gew.:
I.	38,0	50,5	9,5	98	3,4285 nach Häüy
II.	38	39,5	19	96,5	3,340 Klaproth hatte anscheinend Fe_3O_4 und nicht FeO
III.	39	43,5	19	101,5	

33) Friedheim, Olivin aus einer Olivinknolle im Basalt vom Stempel bei Marburg. Neues Jahrb. f. Mineral. 1894, **2**, 484. Diese Zeitschr. 1894, **22**, 298.

34) Das Mittel aus den Analysen von Reuter (I.) und Madelung (II.) des Olivins aus Dunit, Dunn Mountain, Neuseeland. Zeitschr. geolog. Gesellsch. 1864, **16**, 342.

	<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	<i>H₂O</i>	Summe:	
I.	42,8	47,38	9,40	0,57	100,15	Spuren von <i>Na₂O</i> , <i>NiO</i> , <i>CoO</i>
II.	42,69	46,90	10,09	0,49	100,17	Spuren von <i>NiO</i> .

35) Walmstedt, Olivin von Le Puys, Vivarais, Dep. Haute-Loire (Cit. Nr. 22, S. 204).

36) Ricciardi, Olivin aus der Lava des Aetna. Gazz. chim. ital. 1884, **11**, 444. Diese Zeitschr. 1884, **8**, 309.

37) Ricciardi und Speciale, Olivin aus dem Basalt in der Nähe der S. Marco-Kirche (Paternó, Sicilien). Gazz. chim. ital. 1884, **11**, 379.

38) Sartorius von Walterhausen, Olivin aus Fiumara von Mascali (Aetna). Liebig's Jahresber. 1853, S. 798—799. Auszug aus d. Abh. »Ueber die vulcanischen Gesteine in Sicilien und Island«, Göttingen 1853, S. 114—114. Mittel aus zwei Analysen:

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>FeO</i>	<i>MgO</i>	<i>NiO(CoO)</i>	<i>H₂O</i>	Summe:
I.	40,95	0,64	10,53	46,80	0,19	0,89	100,0
II.	41,01	0,64	10,06	47,27	0,19	1,03	100,2

39) Pirsson, Olivin vom Vesuv. Dana, Mineralogy 1892, 6. Aufl., 453.

40) Rammelsberg, Olivin von Petschau (Böhmen). Mineralchemie 1860, I. Aufl., S. 438.

41) Eakins, Olivin aus einem Meteoriten von Brenham Township, Kiowa Co., Kansas. Analyse des Kernes der Krystalle. Amer. Journ. Sc. 1890 [3], **40**, 315.

42) Scharizer, Olivin von Jan Mayen (Gletscher). Jahrb. geol. Reichsanst. 1884, **34**, 708.

43) Mar, Olivin von den Sandwich-Inseln. Dana, Mineralogy 1892, VI. Aufl., 453; ebenda findet sich eine Analyse desselben Olivins von Hovey:

<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	Summe:
39,90	47,15	11,21	98,26

44) Inostranzew, Olivin aus einem Meteoriten von Minsk. Verhandl. d. russ. miner. Gesellsch. 1869 [2], **4**, 311. Denselben Olivin hat Rammelsberg analysirt und gefunden (Monatsber. Berl. Akad. 1870, S. 445):

<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO(MnO)</i>	Summe:
37,58	43,32	18,85	99,75

45) Herzog von Leuchtenberg, Olivin aus Pallaseisen. Es ist das Mittel aus drei Analysen genommen worden (1, 2, 3). Kokscharow, Materialien zur Mineral. Russlands 1870, **6**, 59. Das spezifische Gewicht hat Kokscharow bei den reinsten Stücken bei 0,3998 g abgewogener Substanz = 3,3372 gefunden, bei dunkelbraunen, theilweise undurchsichtigen Stücken (1,3700 g abgewogen. Subst.) = 3,3415. Denselben Olivin analysirten Howard (4. Anal.), Philosoph. Transactions 1802, **1**, 210; Klaproth (5. Anal.), Beitr. z. chem. Kenntn. d. Mineral. **6**, 302; Walmstedt (6. Anal.), Cit. Nr. 22, S. 204; Stromeyer (7. Anal.), Cit. Nr. 25, S. 195—196; Berzelius (8. Anal.), Pogg. Annal. 1834, **33**, 134; Baumhauer (9. Anal.). Ich citire nach der Meteoritenkunde von Cohen 1894, **1**, 264; Original in Archive Néerlandaise des sciences exactes et naturelles. La Haye 1871, **6**, 167.

	SiO ₂	MgO	FeO	NiO	MnO	Al ₂ O ₃	SnO ₂	Summe:	Spec. Gew.:
1)	40,56	47,19	11,87	—	0,29	0,06	nicht best.	99,97	} 3,3372—3,3415
2)	40,00	47,75	11,61	—	nicht best.	Spur	0,07	99,43	
3)	40,17	47,28	11,92	—	nicht best.	Spur	0,09	99,46	
4)	54,0	27,0	17,0	1	—	—	—	99,0	
5)	41,0	38,5	18,5	—	—	—	—	98,0	
6)	40,83	47,74	11,53	—	0,29	Spur	—	100,39	3,362 bei 170° C.
7)	38,48	48,42	11,19	—	0,34	0,18	—	98,61	3,3404 bei 200° C. u.
8)	40,86	47,35	11,72	—	0,43	—	0,17	100,53	[747 mm Druck
9)	40,87	46,93	12,11	Spur	Spur	—	—	100,91	

Hierauf bezieht Cohen (Meteoritenkunde 1) auch die Analyse eines Olivins aus dem Meteoriten »Olumba in der Provinz Chaco-Gualamba« von Stromeyer (Süd-Amerika) (siehe Cit. Nr. 25, S. 195—196), indem er voraussetzt, dass Stromeyer sich geirrt hat und dass der analysirte Meteorit nichts anderes als Pallaseisen war. Stromeyer fand:

SiO ₂	MgO	FeO	MnO	Summe:	Spec. Gew.:
38,25	49,68	11,75	0,11	99,79	3,3497 bei 200° C. u. 747,5 mm Druck.

46) Kobell, Olivin aus dem Meteorit von Imilac, Atacama. Citirt aus Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 264. Das Original findet sich im Correspondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg 1854, 5, Nr. 7, 112. Untersuchungen auf Ni, Co, Mn und As gaben negative Resultate. Derselbe Olivin wurde analysirt von Domeyko (1. Anal.), Ann. des Mines 1848, 14, 199 und Schmidt (2. Anal.), Pogg. Annal. 1854, 84, 504.

	SiO ₂	MgO	FeO	MnO	H ₂ O	Summe:
1)	40,0	46,7	13,3	—	—	100
2)	36,92	43,16	15,49	1,69	0,58	97,84

Schmidt giebt weiter an: Der Olivin ergab einen Glühverlust von 0,58 %, das geglühete Mineral 0,994 g enthielt A, und nach Umrechnung auf 100 bestand das geröstete Mineral aus B:

	A.	B.
Kieselerde (SiO ₂)	0,367	36,92
Talkerde (MgO)	0,429	43,16
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	0,174	17,24
Manganoxyduloxyd (Mn ₃ O ₄)	0,018	1,81
Summe	0,985	99,10

47) Kalle, Olivin aus dem Sande an der Meeresküste beim Vesuv. Pogg. Annal. 1866, 109, 568.

48) Müller, Olivingestein aus Ulenthal (Tirol). Miner. Mittheil. 1877, 36. Diese Zeitschr. 1877, 1, 513.

49) Tschermak, Olivin aus dem Meteoriten von Lodran. Sitzungsber. Wien. Akad. 1870, 61 [2], 467—469.

Tschermak selbst rechnet diese Analyse folgendermassen auf 100 um:

SiO ₂	MgO	FeO	Summe:
40,44	46,85	12,71	100,0

50) Schwager, Olivin aus Nephelin-Basalt vom Oberleinleiter. Diese Zeitschr. 1892, 20, 304. Auszug aus Geognost. Jahreshefte, Ausgabe des Oberbergamtes München 1888, 1, 65.

51) Schertel, Olivin aus Melilitbasalt vom Hochbohl bei Owen (Württemberg). Jahrb. f. Mineral. 1884, 1, 270. Diese Zeitschr. 1884, 9, 578. Früher wurde derselbe Olivin von Meyer für Stelzner analysirt; aber diese Analyse zog Stelzner selbst als unrichtig zurück. Meyer fand:

<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	Summe:	Spec. Gew.:
41,90	28,48	29,16	99,54	3,314—3,327

52) Guthke, Olivin aus der Umgebung des Laacher Sees. Rammelsberg, Mineralchemie 1875, II. Aufl., 427.

53) Kinnicut, Olivin aus einem Meteoriten aus Anderson Turner Mount, Little Miami Valley, Ohio. Amer. Journ. of Science 1884 [3], 27, 498. Original in Peabody, Museum of Americ. Archaeology and Ethnology of Cambridge, Mass., 1884. Bei Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1 ist das specifische Gewicht = 3,336 angegeben.

54) Baumhauer, Olivin aus dem Basalt von Bollenreuth (Fichtelgebirge). Rammelsberg, Mineralch., 4. Beilage aus dem Jahre 1849, 14.

55) Rammelsberg, Olivin aus dem Basalt von Engelhaus (Karlsbad). Mineralchemie 1875, II. Aufl., 427.

56) Damour, Olivin aus Lherzolith aus dem Depart. de l'Ariège. Bull. soc. géologique 1862 [2], 19, 414.

57) Walstedt, Olivin vom Monte Somma (Cit. Nr. 22); in der Tabelle ist das Mittel aus zwei Analysen angebracht:

	<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	<i>MnO</i>	<i>Al₂O₃</i>	Summe:
I.	40,08	44,24	15,26	0,48	0,18	100,24
II.	40,16	44,87	15,38	0,10	0,10	100,61

58) Kertscher, Olivin von den Capverdischen Inseln. Dana, Mineralogy 6. Aufl., 1892, S. 453. Original »Zur Kenntniss der Vulcangesteine«. Dölter, Graz 1882. Diese Zeitschr. 1884, 8, 415.

59) Berthier, Olivin von Langeac, Depart. Haute-Loire. Ann. d. Mines 1825, 10, 270.

60) Lappe, Olivin vom Ameralicfjord (Grönland). Pogg. Ann. 1838, 43, 671. Für *NiO*, *MnO*, *CuO* (Spuren) ist zusammen 0,549 % angegeben.

61) Sainte Claire-Deville, Olivin aus der Lava der Insel Fogo. Zeitschr. d. deutsch. Gesellsch. 1853, 5, 693.

62) Glinkit von Sysstertsk (Ural). Mittel aus den Analysen von Beck (I, II, III) (Materialien z. Mineral. Russlands 1866, 5, 16, 17) und Hermann IV (Journ. f. prakt. Chem. 1849, 46, 222):

	<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	<i>NiO</i>	Summe:	Spec. Gew.:
I.	38,847	43,778	17,441	—	99,736	3,479
II.	39,60	44,35	17,75	—	101,70	
III.	39,208	44,064	17,445	—	100,717	Beck, Mittel aus I u. II
IV.	40,04	32,60	17,58	0,15	100,37	
					Hermann	3,39—3,43

Ro'manowsky fand das specifische Gewicht = 3,436—3,50 (Leonhard's Jahrb. 1850, S. 67; Original im Berg-Journal 1847, Nr. 10. Im Jahrb. findet sich ein Druckfehler $s = 3,436 - 8,50 ?$.

63) Jung, Olivin von Unkel bei Oberwinter (Cit. Nr. 28).

64) Domeyko, Olivin aus der Lava des Vulcans Antuco (Chili). Ann. d. Mines 1848, 14, 199.

65) Mackintosh, Olivin aus einem Meteoriten von Carrol Co., Kentucky. Amer. Journ. Sc. 1887 [3], 33, 231—232. Es sind zwei Analysen angegeben, aber ich habe nur die erste gewählt; die zweite Analyse ist:

<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	Summe:
39,36	41,83	18,81	100

MgO ist aus der Differenz von 100 bestimmt. Leick, specifisches Gewicht, siehe Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1.

66) Thaddéeff, Olivin vom Skurruvaselv (Norwegen). Hiortdahl (Nyt Mag. for Naturvid. Kristiania 4, 23) fand:

SiO_2	MgO	FeO	Summe:
38,30	38,29	24,02	100,61, geringe Mengen von MnO , NiO und Spuren CoO . Diese Zeitschr. 1878, 2, 305.

67) Hunt, Olivin aus dem Dolerit von Montreal, Canada, aus den Bergen Montarville. Amer. Journ. Sc. 1864 [2], 38, 176; das Mittel aus zwei Analysen:

	SiO_2	MgO	FeO	Summe:
I.	37,13	39,36	22,57	99,06
II.	37,17	39,68	22,54	99,39

68) Ziegenspeck, Olivin aus dem Basalt vom Vulcan Vate (Anden, südliches Chili). Hintze, Handb. d. Mineral. 1889, 1. Lief., S. 19—20. Original: Ueber das Gestein des Vulcans Vate, Jena 1883. Diese Zeitschr. 1886, 11, 69.

69) Damour, Olivin aus einem Meteoriten von Chassigny. Compt. rend. 1862, 55, 593. Denselben Olivin analysirte Vauquelin (Ann. de chim. et de physique 1816, 1, 53), welcher fand:

SiO_2	MgO	FeO	Cr_2O_3	Summe:
33,90	32,00	31,00	2,00	98,9

70) Dana, Olivin aus dem Labradorgestein von Waterville, New Hampshire. Amer. Journ. Sc. 1872 [3], 3, 47. Mittel aus zwei Analysen genommen:

	SiO_2	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Summe:
I.	38,82	Spuren	28,0	1,12	30,88	1,26	100,08
II.	38,88	Spuren	28,15	1,36	30,36	1,66	100,35

71) Rosenbusch, Hyalosiderit von Limburg (Kaiserstuhl-Gebirge). Jahrb. f. Mineral. 1872, S. 50. Dasselbe Mineral analysirte Walchner, Schweigg. Journ. 1823, 39, 65, welcher fand:

SiO_2	MgO	FeO	Mn_2O_3	Al_2O_3	K_2O	Summe:	Sp. Gew.:
34,63	32,40	29,74	0,48	2,24	2,29	99,22	2,875 bei 24,50 C. Spuren CaO

72) Struve, Olivin von Dalarne. Die Analyse ist im Americ. Journ. Sc. 1869 [2], 48, 19 abgedruckt; Orig. in Ak. H. Stockholm 1848, S. 2.

73) Mixer, Hortonolith aus Monroe, Orange County, New York. Amer. Journ. Sc. 1869 [2], 48, 19. Mittel aus zwei Analysen:

	SiO_2	FeO	MnO	MgO	CaO	K_2O	Glühverl.:	Summe:
I.	33,52	44,28	4,72	16,79	Spuren	0,30	0,26	99,87
II.	33,66	44,46	3,98	16,56	Spuren	0,47	0,26	99,39

74) Gooch, Fayalit aus Litophysen des Obsidians und Rhyolits im Yellowstone National Park, Nord-Amerika. Amer. Journ. Sc. 1885, 30, 58. Diese Zeitschr. 1886, 11, 306. Analyse mit 0,24 g abgewogener Substanz.

75a) Gmelin, Fayalit von der Insel Fayal. Pogg. Ann. 1840, 51, 160.

75b) Fellenberg, dasselbe.

Rammelsberg (Mineralch. 1875, II. Aufl., 425) giebt folg. Analyse dieses Fayalits:

SiO_2	$FeO(MnO)$	Al_2O_3	CaO	CuO	Summe:
29,25	66,04	3,57	0,45	1,33	100,64

76) Erdmann, Fayalit aus Eulysit aus Gneiss (Umgegend von Tunaberg). Rammelsberg, Mineralch. 1853, 5. Supplement, S. 180. Original in K. Vet.-Akad. Handl. 1848, S. 15. Mittel aus drei Analysen:

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>FeO</i>	<i>MnO</i>	<i>MgO</i>	<i>Fl</i>	Summe:
I.	29,92	4,20	3,36	53,54	7,76	3,45	Spuren	99,23
II.	29,16	4,56	2,29	55,87	8,47	3,23	—	100,58
III.	28,95	0,86	3,57	54,71	8,94	2,43	—	99,46

Die Analysen sind Leonhard's »Jahrbuch für Mineralogie 1853, S. 704—705« entnommen, wo auf das Original folgendermassen hingewiesen wird: Försök till en geognostik-mieneralogisk Beskrifning öfver Tunaberg's Socken i Södermanland, Stockholm 1849.

77a) Delesse, Fayalit aus Pegmatit der Mourne Mountains (Irland). Bull. de la Soc. géolog. 1852—53 [2], 10, 572. Delesse bemerkt, dass der H_2O -Gehalt schwankte und 3,06% erreichte.

77b) Thomson, Analyse desselben Fayalits. Rammelsberg II. Aufl., S. 425. Original in Outl. Mineral. 1, 461.

78) Mackintosh, Fayalit aus den Cheyenne Mountains, Colorado. Amer. Journ. Sc. 1894 [3], 41, 439. Das spezifische Gewicht von Hidden bestimmt. Diese Zeitschr. 1894, 22, 420.

79) Gorgeu, Künstlich dargestellter Fayalit. Comptes rendus 1884, 98, 920. Diese Zeitschr. 1886, 11, 191.

Von den Analysen der Olivine sind diejenigen in die Tabelle nicht eingetragen worden, welche durch einen hohen Gehalt an H_2O , Fe_2O_3 oder CO_2 auf ein stark zersetztes Material deuten, welches zur Analyse verwendet wurde.

(Fortsetzung des Textes von Seite 53 unten.)

Genth und Stromeyer anzuführen¹⁾. G. vom Rath bestimmte das spec. Gewicht eines Forsterites mit 4,57% FeO (vgl. Tab. I, Nr. 8) zu 3,494, und das eines Olivines mit 9,46% FeO (MnO) zu 3,483 (vgl. Tab. I, Nr. 30). Diese Zahlen deuten schon einen Beobachtungsfehler an.

Genth hatte von drei Olivinen in zwei Fällen unreines Material in Händen, welches 0,5—1,5% Chromeisen und Quarz enthielt (vgl. Nr. 47, 48, 49). Es bleiben somit nur die Beobachtungen von Stromeyer zum Vergleich mit den meinigen. Stromeyer fand folgende Werthe:

	<i>FeO</i> (<i>NiO</i> , <i>MnO</i>)	Spec. Gew.:	
1) Olivin aus Böhmen	8,58	3,3445	Nr. 34, Tab. I
2) » vom Vogelsberg	8,74	3,3355	Nr. 25
3) Orientalischer Chrysolith	9,60	3,3544	Nr. 32
4) Olivin aus Pallaseisen	11,53	3,3404	Nr. 45 Anm.
5) » aus einem Meteorit aus Südamerika	11,86	3,3497	Nr. 45 Anm.

Nach Cohen ist der letztgenannte Meteorit indessen gleichfalls Pallas-eisen. Diese Tabelle steht, wie man sofort sieht, nicht im Einklang mit der Thatsache, dass mit zunehmendem Eisenoxydulgehalt das spezifische

1) Es ist mir unbekannt, ob Walmstedt die specifischen Gewichte der von ihm analysirten Olivine bestimmt hat; seine Arbeit las ich, wie ich schon erwähnte, im Auszuge in Pogg. Ann. 1825, 4, 20; das Original, welches in den Veröffentlichungen der schwedischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1824 erschienen ist, war mir nicht zugänglich.

Gewicht wächst. Werden aber die Gewichte berechnet unter Zugrundelegung der von mir aufgestellten Werthe für Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 , so erhält man folgende Werthe, wobei die Zahlen in der dritten Decimale abgerundet sind:

	<i>FeO</i>	<i>Fe₂SiO₄</i>	Spec. Gew.		Differenz:
			Berechnet:	Beobachtet:	
1)	8,58	12,15	3,330	3,344	— 0,014
2)	8,74	12,34	3,332	3,335	— 0,003
3)	9,60	13,60	3,346	3,351	— 0,005
4)	11,53	16,33	3,377	3,340	+ 0,037
5)	11,86	16,80	3,383	3,350	+ 0,033

Hieraus ergibt sich nur bei 2 und 3 eine fast vollständige Uebereinstimmung zwischen den berechneten und den von Stromeyer beobachteten Werthen. Dagegen entspricht bei dem Olivin aus Böhmen das spezifische Gewicht nicht dem Gehalt an *FeO*, ebensowenig bei 4 und 5. Der böhmische Olivin war schon früher von Walmstedt analysirt worden (Nr. 31 Anm.), dessen Resultate durch eine ganze Reihe von Analysen von Farsky (Nr. 31) bestätigt wurden. Die drei vorliegenden Analysen dieses Vorkommens ergaben folgende Zahlen für *FeO* (*NiO*, *MnO*):

<i>FeO</i>	<i>MnO</i>	<i>NiO</i>	Zusammen:	
9,43	0,16	0,25	9,54	Farsky
9,44	0,15	—	9,29	Walmstedt
8,07	0,18	0,33	8,58	Stromeyer

Walmstedt konnte bei seiner Untersuchungsmethode den Nickelgehalt nicht bestimmen. Farsky wandte 10—20 g Substanz an, seine Beobachtungen sind daher wohl genau, während bei Stromeyer in der Eisenoxydulbestimmung offenbar ein Fehler untergelaufen ist. Unter Annahme eines Gehaltes an *FeO* von 9,54, entsprechend 13,52 Fe_2SiO_4 (nach Farsky) berechnet sich das spezifische Gewicht zu 3,343, während Stromeyer 3,344 fand; somit sprechen die Werthe der specifischen Gewichte, welche von Stromeyer für sogenannte terrestrische Olivine gefunden worden sind, für die Richtigkeit meiner Berechnungen.

Ganz anders liegt die Sache bei den meteorischen Olivinen (4 und 5), bei denen nicht nur die Beobachtungen von Stromeyer, sondern auch die anderer Forscher (wie Kokscharow, Walmstedt u. s. w.) sehr niedrige Zahlen ergeben, die sich aber leicht erklären lassen. Deville¹⁾ hat an einem Olivin aus Fogo nachgewiesen, dass nach dem Umschmelzen das spec. Gew. von 3,38 auf 2,834 sinkt. Das Gleiche fand Rammelsberg bei

1) Sainte Claire-Deville, Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1853, 5, 693 aus »Études géologiques sur les îles de Ténériffe et de Fogo«, Paris 1848. Ueber das specifische Gewicht im geschmolzenen Zustande siehe Zirkel, Lehrbuch der Petrographie II. Aufl., 1893, 1, 680.

anderen Olivinen. Durch mikroskopische Untersuchungen ist nun festgestellt, dass der Olivin des Pallaseisens umgeschmolzen ist, und dass er entweder Glas oder Hohlräume enthält (Kokscharow ¹⁾, Tschermak ²⁾). Es ist daher naturgemäss, dass sein spezifisches Gewicht niedriger ist, als das theoretische. Eakins (Nr. 44) fand bei einem Olivin aus einem Meteoriten von Brenham Township das spec. Gewicht des Kernes bei 40,95 *FeO*-Gehalt zu 3,376, während die Berechnung hierfür 3,368 ergibt. Das beobachtete Gewicht des Kernes eines meteorischen Olivins, der nicht umgeschmolzen ist, weicht daher von dem theoretisch berechneten nur um 0,008 ab, was gleichfalls für die Richtigkeit meiner Annahmen spricht.

Um nicht zu sehr ins Einzelne zu gehen, um diese Richtigkeit zu beweisen, gebe ich folgende Tabelle:

	<i>H₂O</i>	<i>FeO</i>	<i>Fe₂SiO₄</i>	Spec. Gew.		Differenz:	Beobachter:	Nr. der Analyse Tab. I.
	(NiO, MnO)			Gef.:	Ber.:			
Künstliches <i>Mg₂SiO₄</i>	0	0	0	3,49	3,498	+0,008	Lechartier	2
Forsterit (Monte Somma)	0	4,35	4,94	3,223	3,248	—0,005	Thaddéeff	6
- (Snarum)	0,20	2,39	3,38	3,220	3,220	0	Helland	40
- (Monte Somma)	0	3,42	4,42	3,245	3,245	0	Thaddéeff	44
Olivin (Vogelsberg)	0	8,74	12,38	3,335	3,332	—0,003	Stromeyer	25
- (Eifel)	0	8,88	12,58	3,335	3,335	0	Thaddéeff	26
- (Böhmen)	0	9,54	13,52	3,344	3,343	—0,004	Stromeyer	34
- (orientalischer)	0	9,60	13,60	3,354	3,346	—0,005	-	32
Brenham Township aus								
Meteoriten	0	40,95	45,51	3,376	3,368	—0,008	Eakins	44
Glinkit (Ural)	0	47,66	25,02	3,479	3,482	+0,003	Beck	62
Olivin (Norwegen)	0,40	20,64	29,20	3,497	3,495	—0,002	Thaddéeff	66

Für den Olivin aus Böhmen ist der Gehalt an *FeO* den Analysen von Farsky, das spezifische Gewicht aber den Angaben von Stromeyer entnommen worden. Farsky selbst giebt für dieses die ungefähre Zahl 3,25—3,30, so dass ersichtlich die Bestimmung nicht genau ausgeführt worden ist. Für den Glinkit ist das Mittel aus den Analysen von Beck und Herrmann genommen worden, das spezifische Gewicht aber aus den Beobachtungen von Beck; die Bestimmungen desselben von Herrmann kann man nicht als genau betrachten (3,39—3,43), da auch Romanowsky 3,44—3,50, im Mittel 3,47 angiebt, eine Zahl, die der von Beck nahe kommt.

Ich bin überzeugt, dass eine ganze Reihe anderer Beobachtungen dieselben Resultate liefern würde, wenn man bei ihnen die Aufmerksamkeit auf die Bestimmung des Wassers gerichtet hätte. Der Olivin aus Lherzolith z. B. enthält nach Damour (siehe Analyse 56, Tabelle I) 43,73 % *FeO*

1) Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Russlands 1870, 6, 46—58.

2) Tschermak, Mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten. Stuttgart 1883—1885. Ich citire nach Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 256.

und $1,60\%$ $MnO = 45,33\%$ $FeO = 21,76\%$ Fe_2SiO_4 ; ein frischer Olivin von einer solchen Zusammensetzung muss das specifische Gewicht $3,44$ haben, Damour fand $3,38$; aber dieser Olivin hat schon eine Serpentinisirung erlitten, worauf in neuester Zeit Lacroix¹⁾ hingewiesen hat. Daher muss das specifische Gewicht niedriger als das theoretische sein. Nach den oben angeführten Formeln wird eine Verminderung des specifischen Gewichtes um $0,06$ durch ungefähr $5,5\%$ Serpentin oder $0,5\%$ Wasser bedingt, eine Menge, welche leicht der Aufmerksamkeit entgeht; schon die Analyse von Damour spricht nach ihrer Summe ($99,05\%$) für die Gegenwart von Wasser.

Eine Umschmelzung, die, wie gezeigt wurde, gleichfalls das specifische Gewicht herabdrückt, kann auch bei terrestrischen Olivinen vorkommen. Nimmt man noch die sicher manchmal ungenauen Bestimmungen des specif. Gewichtes und des FeO -Gehaltes hinzu, so wird erklärlich, warum nur eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Beobachtungen den theoretischen Berechnungen entspricht.

Hierin kann indessen nicht der Grund liegen, die gefundenen Werthe für das specifische Gewicht von Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 im reinen Zustande und in isomorpher Mischung in den Olivin-Mineralen für erheblich abweichend von den wirklichen Werthen anzusehen. Legt man den Rechnungen, anstatt des von mir angenommenen Werthes von $4,745$ für Fe_2SiO_4 die vom Fayalit entnommene $4,35$ für Fe_2SiO_4 und für Mg_2SiO_4 die Zahlen $3,2$, $3,24$ oder $3,27$ zu Grunde, so gelangt man zu Resultaten, die nicht nur mit meinen Beobachtungen, sondern auch mit denen anderer Beobachter²⁾ im scharfen Widerspruch stehen. Diese Thatsache lässt unwillkürlich den Gedanken entstehen, dass das Eisenoxydulsilicat in den Olivinen in einer anderen, dichteren Modification auftritt als im Fayalit.

Dieser Gedanke gewinnt sehr an Wahrscheinlichkeit durch einen Vergleich mit der von Retgers erwiesenen Dimorphie der Vitriole ($FeSO_4 + 7H_2O$ und $MgSO_4 + 7H_2O$). Retgers³⁾ wies nach, dass in den magnesia-reichen rhombisch krystallisirenden Mischungen das gleichfalls rhombische

1) Lacroix, Bulletin des services de la carte géologique de la France et des topographies souterraines No. 42, 1894—1895, 6, 24.

2) Wenn ich z. B. die Grösse $s = 3,24$ für Mg_2SiO_4 (welche der von Ebelmen für einen künstlichen Forsterit $3,237$ nahe kommt) und für Fe_2SiO_4 $s = 4,35$ annehme, erhalte ich bei der Berechnung eine verhältnissmässig passende Grösse für das specifische Gewicht des Olivins aus der Eifel $= 3,338$ (gefunden $3,335$); ebenso giebt der norwegische Olivin, wenn man seine Serpentinisirung nicht in Betracht zieht, nahe kommende Zahlen: $3,492$ berechnet, $3,497$ gefunden. Für die Forsterite aber erhält man schon weit auseinander gehende Werthe, z. B. für den von mir analysirten Nr. II mit $4,420\%$ Fe_2SiO_4 ist das specifische Gewicht $= 3,267$ berechnet und $3,245$ gefunden worden; einen solchen Fehler in der Bestimmung ($0,022$) konnte ich unmöglich machen.

3) Retgers, Ztschr. f. phys. Chem. 1889, 3, 497—564. Diese Ztschr. 1894, 19, 625.

$MgSO_4 + 7H_2O$ sein specifisches Gewicht von 1,677 behält, dass dagegen der monokline Eisenvitriol ($FeSO_4 + 7H_2O$) vom specifischen Gewicht 1,898 in diesen Verbindungen in einer labilen, rhombischen Modification vom specifischen Gewicht 1,875 auftritt. Mischungen, welche reich an $FeSO_4 + 7H_2O$ sind, krystallisiren in der monoklinen Form des Eisenvitriols, und in ihnen erscheint umgekehrt das Magnesiumsalz in labiler monokliner Form vom specifischen Gewicht 1,694, während das Eisensalz seine Form und sein Gewicht von 1,898 behält.

Rammelsberg¹⁾ und Retgers haben ferner nachgewiesen, dass die beiden Reihen dieser isomorphen Mischungen von einander unabhängig sind, und durch ein ziemlich grosses Intervall getrennt sind. Man kann Krystalle mit 100—75 und mit 50—0 % $MgSO_4 + 7H_2O$ darstellen, unter gewöhnlichen Krystallisationsbedingungen aber keine mit 50—75 %. In Molekularverhältnissen ausgedrückt sind nach Retgers die Mischungen

Rammelsberg giebt andere Grenzen an, er fand annähernd

Auf den FeO -Gehalt umgerechnet ergeben sich folgende Verhältnisse

nach Retgers:	nach Rammelsberg:
25,89—44,86 FeO monoklin	42,44—25,89 FeO monoklin
0 — 4,84 — rhombisch	5,56—0 — rhombisch.

Es ist demnach eine Lücke von 4,84—44,86 bzw. 5,65—42,44, also von 6—7 % FeO vorhanden.

Augenscheinlich liegen die Verhältnisse bei den Mineralen der Olivingruppe ähnlich, in denen die Silicate derselben Basen als isomorphe Mischungen auftreten, die in den Vitriolen als Sulfate vorhanden sind.

Das specifische Gewicht des Hyalosiderits, nach der Analyse von Rosenbusch berechnet (Tab. I, Nr. 74), ist mit 3,744 viel höher als das beobachtete mit 3,566. Beim Hortonolith ist die Abweichung noch grösser. Berechnet man hier nach der Analyse von Mixter (Tab. I, Nr. 73), so erhält man 4,426, während 3,94 gefunden wurde. Leider existirt keine Wasserbestimmung bei der Analyse des Hyalosiderits. Die einzige genauere Analyse von Rosenbusch wurde mit nur 0,3445 g Substanz ausgeführt, und ergab nur 98,67 %, also fast 1,5 % Verlust. Jedenfalls ist in diesem etwa noch vorhandenes Wasser, welches Rosenbusch nicht bestimmt hat, enthalten. Es genügen aber schon 0,7 % Wasser, um die Abweichung des berechneten von dem beobachteten Gewicht durch Serpentinegehalt auszugleichen. Beim

¹⁾ Rammelsberg, Pogg. Ann. 1854, 91, 324—354.

Hortonolith giebt Mixer einen Glühverlust von 0,26 % an. Nimmt man denselben als Wasser an, so entspricht er einem Gehalt an Serpentin von 2 %. Durch diesen würde das specifische Gewicht auf 4,08 herabgedrückt werden. Die Abweichung von dem beobachteten Gewicht von 3,91 beträgt dann immer noch 0,17, und geht somit weit über die Grenzen eines Beobachtungsfehlers hinaus. Diese grosse Abweichung und der erhebliche Unterschied zwischen dem berechneten Gewicht von Fe_2SiO_4 in den Olivinen und dem für den Fayalit gefundenen spricht meines Erachtens dafür, dass die Minerale der Olivingruppe zwei von einander unabhängige Reihen bilden, deren eine aus dem Forsterit, dem Olivin und vielleicht dem Hyalosiderit, deren andere aus dem Hortonolith und dem Fayalit besteht.

Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich auch die bereits erwähnte von Bauer nachgewiesene Anomalie in den krystallographischen Daten der in Frage stehenden Minerale einfach und leicht erklären. Zwar ist das Beobachtungsmaterial nicht zureichend, um den Einfluss des Gehaltes an Fe_2SiO_4 auf die Krystallwinkel im Einzelnen genau verfolgen zu können, zumal die Schwankungen hier äusserst gering sind, in grossen Zügen aber macht sich dieser Einfluss doch bemerkbar, gerade wie beim specifischen Gewicht. Eine Zusammenstellung der Winkel $k : k = (024) : (0\bar{2}4)$ und $n : n = (110) : (1\bar{1}0)$ ergibt:

	FeO	$n : n$	$k : k$	
Forsterit	4—30%	49° 54', 4 (50° 4', 8)	99° 2, 4' (99° 7', 8)	(Bauer ¹⁾)
Olivin	9—12	49 56, 52'	99 6	Kokscharow ²⁾
Hyalosiderit	29—30	50 40, 4	99 26	Bauer ¹⁾
Hortonolith	ca. 48	50°	98 30	Blake ³⁾
Fayalit	ca. 70	49° 46' (49° 33')	98 24' (98° 30')	Penfield ⁴⁾

Die eingeklammerten Zahlen sind beim Forsterit den Beobachtungen von Jolles ⁵⁾, beim Fayalit denen von Laspeyres ⁶⁾ entnommen. Die Grössen, welche Jolles aus dem gefundenen Axenverhältniss berechnet hat, weichen von dem Gesetz ab. Berücksichtigt man aber die gemessenen Werthe $n : n = 49° 56'$ und $k : k = 99° 7', 5$, so folgen dieselben dem Gesetz, d. h. sie wachsen bis zum Hyalosiderit und werden dann bis zum Fayalit wieder kleiner, worauf auch Bauer hingewiesen hat.

1) Bauer, Neues Jahrbuch 1887, 1, 4—37. Diese Zeitschr. 1888, 14, 488.

2) Kokscharow, Material. z. Mineralogie Russlands 1866, 6, 19 u. 28.

3) Blake, Amer. Journ. Sc. 1869 [2], 48, 20.

4) Penfield, Americ. Journ. Science 1885 [3], 30, 58. Diese Zeitschr. 1886, 11, 306. Beim Fayalit aus Lipari fand Penfield den Winkel $n : n = 49° 25'$ und $T : k = 44° 2'$. Americ. Journ. of Sc. 1890 [3], 40, 77. Diese Zeitschr. 1892, 20, 470.

5) Jolles, diese Zeitschr. 1895, 25, 471.

6) Laspeyres, diese Zeitschr. 1883, 7, 497.

Setzt man überhaupt die gemessenen und nicht die berechneten Winkelgrößen ein, so tritt die Erscheinung noch deutlicher hervor. Man erhält dann z. B. für den Winkel $k : T = (021) \cdot (010)$ folgende Reihe:

	$k : T$	
Forsterit	40° 30,5	Bauer (s. Anm. 4) vor. S.)
	40 26,4	Jolles (s. - 5) - S.)
Olivin	40 27	G. Rose ¹⁾
Hyalosiderit	40 47	Bauer (s. - 4) - S.)
Hortonolith	40 45	Blake (s. - 3) - S.)
Fayalit	40 45 beob.	Penfield (s. Anm. 4) vor. S.)
	40 49 berechnet.	

Mit Ausnahme des von Jolles gefundenen Werthes zeigt diese Reihe bis zum Hyalosiderit, d. h. mit wachsendem FeO -Gehalt, ein Kleinerwerden des Winkels $k : T$, und weiterhin ein Grösserwerden desselben nach dem Fayalit zu.

Nach den mustergültigen Untersuchungen von Dufet²⁾ ist kein Zweifel möglich, dass bei den isomorphen Mischungen die krystallographischen Eigenschaften in der gleichen strengen Abhängigkeit von der Zusammensetzung stehen, wie das spezifische Gewicht und die Winkel der optischen Axen. In der Olivinreihe dagegen ist eine solche Gesetzmässigkeit nicht vorhanden, wenn man nicht die Annahme macht, dass im Hortonolith und Fayalit das Eisenoxydulsilicat in einer anderen Modification vorhanden ist, als im Forsterit³⁾. Das Material zur Bestimmung dieser Modification ist zwar sehr gering, immerhin aber giebt es einige wichtige Anhaltspunkte.

Ausgehend von den Beobachtungen, welche Mixer (Tabelle I, Nr. 73) mit dem amerikanischen Hortonolith ausführte, und unter Annahme eines specifischen Gewichtes für das Fe_2SiO_4 in den Mineralen der Fayalitgruppe von 4,35, wie es sich aus den Beobachtungen von Hidden und Gorgeu ergiebt, lässt sich das specifische Gewicht für das

1) Gustav Rose, Pogg. Ann. 1825, 4, 189.

2) Dufet, Bulletin soc. fr. de Minér. 1889, 12, 22—31 (diese Zeitschr. 1892, 20, 269); 1880, 7, 180, No. 8, 193.

3) Je tiefer, je weiter unsere Kenntnisse über isomorphe Mischungen werden, um so unaufhaltsamer drängt sich die alte Idee auf, dass in isomorphen Mischungen, wenn auch vorläufig in groben Umrissen, sich dieselben Erscheinungen wiederholen, wie in Mischungen der Gase. In gleichen Gasvolumina ist bei demselben Drucke und derselben Temperatur dieselbe Molekelanzahl enthalten, dasselbe können wir bei isomorphen Salzen wegen der Nähe ihrer Molekularvolumina voraussetzen. Gase kann man in beliebigen Verhältnissen mischen, ebenso streng isomorphe Salze. Ein Gas, welches in eine Mischung eingeht, behält seine Eigenschaften und offenbart dieselben in der Mischung unabhängig von den anderen Gasen. Sehen wir nicht dasselbe bei isomorphen Mischungen?!

Magnesiumsilicat dieser Gruppe rückwärts berechnen. Natürlich muss auch hier die Correctur für den Wassergehalt angebracht werden. Das specifische Gewicht des Mixer'schen Hortonoliths im frischen Zustande ergibt sich aus der Formel von Retgers. Es entsprechen 0,26 % Wasser 2 % Serpentin, dessen specifisches Gewicht 2,6 ist. Die Berechnung ergibt:

$$\frac{100 \cdot x \cdot 2,6}{(x - 2,6) 2 + 260} = 3,94,$$

$$x = 3,95,$$

wo x das gesuchte specifische Gewicht des frischen Hortonoliths bedeutet. In diesem Mineral sind 48,72 % $FeO + MnO$, entsprechend 69,03 % Fe_2SiO_4 enthalten. Setze ich der Einfachheit halber 69 %, so ergibt die Retgers'sche Formel:

$$\frac{100 \cdot x \cdot 4,35}{(x - 4,35) 69 + 4,35} = 3,95,$$

$$x = 3,278,$$

wo x das gesuchte specifische Gewicht für Mg_2SiO_4 ist.

Es ist dies fast derselbe Werth, den Ebelmen für das Gewicht des künstlichen, durch Schmelzen von MgO und SiO_2 mit Borsäure dargestellten Forsterit fand, der $s = 3,27$ betrug. Es ist wichtig, dass auch die von Ebelmen an diesem Forsterit bestimmten Krystallwinkel sich denen des Hortonoliths und Fayalits nähern, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	$n : n$	$k : T$	
Künstlicher Forsterit	50°	40° 50'	Ebelmen
Hortonolith	50	40 45	Blake
Fayalit	49 16'	40 45 (beob.)	} Penfield.
		40 49 (ber.)	

Andererseits schliesst sich der Forsterit, den Ebelmen durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali erhielt, der Olivinreihe näher an, und bildet das äusserste Glied derselben:

	$n : n$	$k : T$	
Künstlicher Forsterit	49° 44'	40° 40'	Ebelmen
Forsterit	49 54,4	40 30,5	Bauer
Olivin	49 56, 52'	40 27	Kokscharow u. G. Rose
Hyalosiderit	50 40,4	40 17	Bauer.

Das specifische Gewicht dieses Forsterits ist allerdings hoch $= 3,237$, während es nach meiner Berechnung 3,2 (3,198) ¹⁾ sein müsste.

1) Wenn das specifische Gewicht des reinen MgO (Periklas) genau bekannt wäre, könnte man auch die von Schröder ausgesprochene Idee controliren (Jahrb. f. Miner. etc. 1873, 565—567), dass sowohl MgO , als auch SiO_2 in den Olivinen in die Verbindung

Ich glaube, dass sich in der Olivvingruppe ähnliche Intervalle finden lassen, wie bei den Vitriolen, wahrscheinlich zwischen dem Hyalosiderit und Hortonolith. Schon ein flüchtiger Blick auf die Zusammenstellung der Analysen lässt zwischen den Olivinen und Hyalosideriten eine Lücke von 4% FeO , zwischen den Hyalosideriten und Hortonolithen eine solche von bis 6% erkennen, wenn man eine alte aus dem Jahre 1848 stammende Analyse eines norwegischen Olivins von Struve (Nr. 72, Tab. I) berücksichtigt. Die Differenz im FeO -Gehalt zwischen diesem Olivin und dem echten Hortonolith Mixer's beträgt 12%, die zwischen diesem und dem Fayalit 10—20%. Es ist schwer, auf Grund solcher und ähnlicher That-sachen etwas Positives zu sagen, und um so schwieriger noch, als durch die Analysen meteorischer Olivine die Frage noch verwickelter wird. Viele dieser Analysen sind nicht mit ausgesuchtem reinem Material ausgeführt, die Zusammensetzung ist auf 100 berechnet worden aus den Basen, welche bei Behandlung der Meteorite mit Salzsäure in Lösung gegangen sind. Dass derartigen Bestimmungen viele Ungenauigkeiten anhaften, ist selbstver-ständlich.

Aus allen diesen Erörterungen folgt, dass sowohl die spezifischen Ge-wichte, als auch die krystallographischen Daten für eine Dimorphie des Magnesium- und des Eisenoxydulsilicates in den Mineralen der Olivvingruppe sprechen. Einen unzweideutigen Beweis für diese Hypothese können aller-dings nur die Untersuchungen künstlich hergestellter Verbindungen liefern, wo alle Einflüsse, welche die Frage verdunkeln, ausgeschlossen werden können, wie Serpentinisierung, Umschmelzung, Beimengungen von Kalk, Thonerde etc. Ich glaube, dass optische Untersuchungen am ehesten eine Klarstellung herbeiführen werden. Solche sind aber bis jetzt an den Oli-vin-Mineralen fast gar nicht ausgeführt worden. Aber die wenigen, welche vorliegen, lassen schon erkennen, dass sich der FeO -Gehalt in der Grösse der optischen Winkel schärfer äussert, als in allen anderen physikalischen Eigenschaften. So fand Arzruni¹⁾ bei einem Forsterit mit 1—3% FeO

eintreten, indem sie Molekularvolumina beibehalten, welche sie in der Natur in krystal-lisirtem Zustande haben. Aus einer Reihe von Untersuchungen verschiedener Beobachter kann man das spezifische Gewicht des Quarzes $s = 2,6535$ annehmen, somit das speci-fische Volumen der $SiO_2 = 22,58$ ($59,92 : 2,6535 = 22,58$); bei Annahme des von mir berechneten spezifischen Gewichtes für Mg_2SiO_4 , $s = 3,498$, erhält man das spezifische Volumen $= 43,7$ ($139,72 : 3,498 = 43,7$); zieht man hiervon 22,58 ab, so findet man, dass 2 MgO ein Volumen von 21,12 einnehmen, oder 1 $MgO = 10,56$, was einem spezifischen Gewichte der MgO $s = 3,78$ entsprechen würde, während Scacchi für den eisenhaltigen Periklas 3,75 fand, Damour 3,674 und Ebelmen für den künstlichen Periklas 3,636. So gelangt man zu dem Schlusse, dass bei der Verbindung eine kleine Verdichtung statt-findet, wenn man die von mir für Mg_2SiO_4 gefundene Grösse des spezifischen Gewichtes als der Wahrheit nahe liegend betrachtet.

1) Arzruni, diese Zeitschr. 1895, 25, 471.

$2V_a$ für Na zu $85^{\circ} 44,5$, und Lang¹⁾ bei dem orientalischen Chrysolith mit $9,6\%$ FeO (vergl. Nr. 32, Taf. 4) $2V = 88\%$, ebenfalls bei Natriumlicht.

Die Zersetzung des Olivins beim Glühen unter Luftzutritt.

Bei der Ausarbeitung einer Methode zur Wasserbestimmung beim Olivin stellte ich eine Reihe von Versuchen an, um klarzustellen, ob beim Glühen eine vollständige Oxydation des Eisenoxyduls eintritt. Wie schon bemerkt, röthete sich der Olivin, verlor aber seinen Glanz nicht. Ich beobachtete dabei, dass der Olivin vom Dreiser Weiher nicht die Gewichtszunahme erfuhr, die einer Oxydation des ganzen FeO-Gehaltes, der mir aus mehreren Analysen bekannt war, entsprochen hätte. Um die Grenzen der Oxydation festzustellen, bestimmte ich nicht nur die Gewichtszunahme nach dem Glühen, sondern auch den FeO-Gehalt direct in der geglühten Substanz, sowohl bei dem Olivin aus der Eifel, wie bei dem norwegischen.

Olivin vom Dreiser Weiher.

I. Versuch. 0,3720 g fein gepulverter Substanz wurden im Porzellantiegel geglüht und wogen:

nach 1stündigem Glühen über einem Bunsenbrenner	0,3725 g
- $2\frac{1}{2}$ - - - - - Gebläse	0,3738 g
- $4\frac{1}{2}$ - - - - - -	0,3738 g

Es zeigte sich also eine Gewichtszunahme von $0,0018 \text{ g} = 0,48\%$.

Ich konnte also annehmen, dass die Oxydation beendet war. Die Substanz wurde in eine Platinschale gespült, in Flusssäure und Schwefelsäure gelöst und mit $KMnO_4$ titirt (der Versuch wurde ebenso ausgeführt, wie bei der Bestimmung des FeO in den Olivinen). Darauf wurde mit Zink reducirt und aufs Neue titirt, um die gesammte Menge des Eisens zu bestimmen.

Die Stärke der $KMnO_4$ -Lösung war $1 \text{ ccm} = 0,005625 \text{ g FeO}$.

Vor der Reduction wurde verbraucht $2,18 \text{ ccm} = 0,01226 \text{ g FeO} = 3,29\% \text{ FeO}$.

Nach der - - - - - $5,46 \text{ ccm} = 0,03074 \text{ g FeO} = 8,23\% \text{ FeO}$.

Bei Bestimmung der ganzen Menge $FeO = 8,23\%$ fand ich etwas weniger, als bei den früheren genauen Bestimmungen $8,37\% \text{ FeO}$. Der Grund liegt darin, dass ein Theil der Substanz nach dem Glühen so fest an der Glasur des Tiegels haftete, dass er nicht von derselben zu trennen war. Darum bestimmte ich zur Controle die Gesammtmenge von FeO, um das Verhältniss zwischen dem oxydirten und dem unverändert gebliebenen Theile desselben kennen zu lernen. Da ausserdem zu befürchten stand, der Sauerstoff der Luft möge die Substanz nicht gleichmässig und vollständig durchdringen, wurde dieselbe bei den folgenden Versuchen mittelst Platindrahtes umgerührt. Um zu zeigen, wie langsam die Oxydation vor sich geht gebe ich hier die sämmtlichen Wägungen:

1) v. Lang, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1862, 45, II. Abth., 115.

II. Versuch :

Abgewogen 1,1209 g.

Gewicht des Tiegels mit Draht und Sub-
stanz = 13,1288 g.

III. Versuch :

Abgewogen 0,5562 g.

Gewicht des Tiegels mit Draht und Sub-
stanz = 13,0342 g.Das Glühen über einem Gebläse dauerte jedesmal $\frac{1}{4}$ Stunde.

Das Gewicht nach dem Glühen betrug :

nach dem 1. Glühen	13,1306 g	nach dem 1. Glühen	13,0352 g
- - 2. -	13,1311 g	- - 2. -	13,0355 g
- - 3. -	13,1320 g	- - 3. -	13,0357 g
- - 4. -	13,1327 g	- - 4. -	13,0364 g
- - 5. -	13,1327 g	- - 5. -	13,0362 g
- - 6. -	13,1332 g	- - 6. -	13,0364 g
- - 7. -	13,1337 g	- - 7. -	13,0368 g
- - 8. -	13,1340 g	- - 8. -	13,0368 g
- - 9. -	13,1338 g	- - 9. -	13,0367 g
- - 10. -	13,1344 g	- - 10. -	13,0370 g
- - 11. -	13,1343 g	- - 11. -	13,0369 g
- - 12. -	13,1345 g	- - 12. -	13,0372 g
- - 13. -	13,1343 g	- - 13. -	13,0372 g
- - 14. -	13,1343 g	- - 14. -	13,0372 g
Zunahme = 0,0055 g = 0,47 0/0.		Zunahme = 0,0030 g = 0,54 0/0.	

Stärke der $KMnO_4$ -Lösung 1 ccm = 0,005577 g FeO .

Versuch Nr. II :

Verbraucht vor der Reduction 7,06 ccm = 0,03937 g FeO = 3,54 0/0 FeO
 - nach - - 16,66 ccm = 0,092943 g FeO = 8,29 0/0 FeO .

Versuch Nr. III :

Verbraucht vor der Reduction 3,46 ccm = 0,049296 g FeO = 3,47 0/0 FeO
 - nach - - 8,20 ccm = 0,04573 g FeO = 8,22 0/0 FeO .

Olivin aus Norwegen.

I. Versuch. Es wurde nur die Gewichtszunahme bestimmt. Das Gewicht der Substanz vor dem Versuche betrug 0,2387 g, nach dem Glühen 0,2406 g, also Zunahme 0,0019 g = 0,80 0/0.

Durch diese ist bewiesen, dass auch bei dem norwegischen Olivin die Oxydation keine vollständige ist. Genauere Versuche ergaben folgende Resultate :

II. Versuch :

Gewicht der Substanz = 0,6505 g.
 Gewicht des Tiegels mit Substanz und
 Draht = 12,4692 g.

III. Versuch :

Gewicht der Substanz = 0,1747 g.
 Gewicht des Tiegels mit Substanz und
 Draht = 12,9782 g.

Der Versuch wurde ebenso ausgeführt, wie beim Olivin aus der Eifel.

Nach dem 1. Glühen	12,4718 g	Nach dem 1. Glühen	12,9790 g
- - 2. -	12,4730 g	- - 2. -	12,9797 g
- - 3. -	12,4740 g	- - 3. -	12,9798 g
- - 4. -	12,4747 g	- - 4. -	12,9798 g
- - 5. -	12,4755 g	- - 5. -	12,9798 g
- - 6. -	12,4762 g		

Nach dem 7. Glühen	12,4764 g
- - 8. -	12,4768 g
- - 9. -	12,4773 g
- - 10. -	12,4774 g
- - 11. -	12,4775 g
- - 12. -	12,4778 g
- - 13. -	12,4779 g
- - 14. -	12,4781 g
- - 15. -	12,4784 g
- - 16. -	12,4786 g
- - 17. -	12,4786 g
- - 18. -	12,4786 g

Der Versuch wurde unterbrochen, wenn die drei letzten Wägungen constantes Gewicht ergaben.

Die Gewichtszunahme war bei Versuch II. 0,0094 g = 1,44 %, bei Versuch III. 0,0016 g = 0,91 %.

Das Titriren ergab: Titer 1 ccm = 0,005577 g FeO

beim Versuch Nr. II:

vor der Reduction wurde verbraucht 4,4 ccm = 0,02454 g FeO = 3,77 % FeO
nach - - - - 23,88 ccm = 0,133479 g FeO = 20,47 % FeO,

beim Versuch Nr. III:

vor der Reduction wurde verbraucht 2,5 ccm = 0,013942 g FeO = 7,98 % FeO
nach - - - - 6,76 ccm = 0,036027 g FeO = 20,62 % FeO.

Trotz des langen Glühens ist also die Oxydation des FeO keine vollständige, sie scheint vielmehr nur bis zu einer bestimmten Grenze zu gehen. Im Olivin aus der Eifel mit 8,37 % FeO blieb unoxydirt im Mittel aus drei Versuchen 3,42 % FeO, im Olivin aus Norwegen mit 20,29 % ging die Oxydierung sprungsweise vorwärts und erreichte zum Schluss fast die nämliche Grenze 3,77 % FeO (Versuch Nr. II), wie beim Olivin aus der Eifel (3,42 % FeO).

Stellt man die Beobachtungen zusammen, so erkennt man eine gewisse Gesetzmässigkeit bei Oxydation nämlich:

Olivin aus der Eifel.

	Nicht oxydirt: FeO	Oxydirt: FeO	Summe: FeO
I.	3,29%	4,94%	8,23%
II.	3,51	4,78	8,29
III.	3,37	4,75	8,22
Im Mittel:	3,42%	4,83%	8,25%

Auf Atomverhältnisse umgerechnet, giebt dies:

FeO	Atom- gew.:	Atom- verhältn.:
3,42	71,84	= 0,0476
4,83	71,84	= 0,0672
8,25	71,84	= 0,1148

Das Verhältniss ist nahezu 2:3, d. h. die Zersetzung bei der Oxydation geht anscheinend so vor sich, dass von fünf Theilen FeO sich drei oxydiren, während zwei als Oxydul verbleiben. Dies wird anschaulich aus folgender Zusammenstellung, in der als »berechnet« die Werthe angegeben sind, die unter der Voraussetzung, dass die Zersetzung in dem Verhältniss 2:3 vor sich geht, durch Rechnung gefunden wurden.

	Procentgehalt.		Atomverhältnisse.	
	Gefunden:	Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
FeO nicht oxydirt	3,42%	3,30%	0,0476	0,0459
FeO oxydirt	4,83	4,95	0,0672	0,0689
Im Ganzen FeO	8,25	—	0,1148	—

Der Versuch I. ergiebt sonach fast theoretische Werthe, indem 3,29% unverändert blieben, und 4,94% oxydirt wurden.

Die Zunahme des Gewichtes ergiebt dasselbe Verhältniss. Dieselbe betrug bei

I. 0,48 bei II. 0,47 bei III. 0,54%

oder im Mittel 0,50%. Zählt man den bei diesem Olivin gefundenen Glühverlust von 0,04% hinzu, so erhält man 0,54%, d. h. fast die theoretische Menge Sauerstoff, die erforderlich ist, um $\frac{2}{3}$ der vorhandenen 8,37% FeO dieses Olivins zu oxydiren, da diese theoretische Menge 0,56 ist.

Bei dem norwegischen Olivin ist die Erscheinung noch auffallender. Versuch III gab ähnliche Verhältnisse wie der Eifeler Olivin. Der Berechnung habe ich den früher gefundenen Werth für den FeO -Gehalt, nämlich 20,29% zu Grunde gelegt, da die Bestimmungen bei den hier besprochenen Versuchen (20,47 bei II und 20,62 bei III) mir nicht genau genug erschienen. Die berechneten Werthe sind wiederum für das genaue Verhältniss von 2:3 gefundenen aufgeführt.

	Procentgehalt.		Atomverhältniss.	
	Gefunden:	Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
FeO unoxydirt	7,98	8,12	0,1111	0,1130
FeO oxydirt	12,31	12,17	0,1713	0,1694
Im Ganzen	20,29		0,2824	

Auch hier ergiebt wieder die Gewichtszunahme dasselbe Verhältniss. Diese wurde bestimmt zu 0,91%, durch Addition des Glühverlustes von 0,40% erhält man 1,31%. Theoretisch wird für eine Oxydation im Verhältniss 2:3 erforderlich sein 1,35%.

Es ist interessant, dass der Olivin mit 20,29% FeO im ersten Stadium der Spaltung, wie ich beobachten konnte, theoretisch 8,12% FeO enthält, eine Menge, die ziemlich genau dem Gehalt des Eifeler Olivins entspricht, der 8,37 enthält. In Versuch II ging die Spaltung weiter, nahezu genau bis zur selben Grenze, wie beim Eifeler Olivin, nämlich bis noch 3,77% FeO

übrig waren, während bei diesem 3,42 blieben. Bei diesem Versuche näherte sich das Verhältniss 1 : 4. Derselbe ergab nämlich:

	Procentgehalt.		Atomverhältniss.	
	Gefunden:	Berechnet:	Gefunden:	Berechnet:
<i>FeO</i> unverändert	3,77	4,06	0,0525	0,0565
<i>FeO</i> oxydirt	16,52	16,23	0,2299	0,2259
Zusammen	20,29		0,2824	

Diese Zahlen kommen auch denjenigen nahe, die man bei der Annahme erhält, dass der beim ersten Versuch unverändert gebliebene Gehalt von 8,12% *FeO* sich nun weiter wieder in dem Verhältniss 2 : 3 oxydirt. Es würde dies ergeben 3,25% gebliebenes *FeO*, während 3,77 gefunden wurden.

Die Zunahme des Gewichtes spricht jedoch für meine erste Voraussetzung. Diese wurde gefunden zu 1,44%, hierzu der Glühverlust von 0,40 ergibt 1,84% Zunahme, während das Verhältniss 1 : 4 1,80 erfordert.

Die Beobachtungen nach dieser Richtung sind so wenig zahlreich, dass es kühn wäre, Folgerungen aus meinen wenigen Versuchen zu ziehen. Ich will daher nur erwähnen, dass solche Sprünge bei der Oxydation nur dann erklärlich werden, wenn man annimmt, dass die Molekel des Olivins mindestens aus 5 (Fe_2SiO_4) besteht. Bei der Oxydation gehen hiervon 6 *FeO* in das Oxyd über, während die übrigen 4 anscheinend als die Verbindung 4 ($FeSiO_3$) zurückbleiben. Diese zerfällt ihrerseits bei der weiteren Oxydation in zwei Hälften, so dass dann das Verhältniss 1 : 4 resultirt.

Versuche mit Olivinen von verschiedenen Fundorten, und mikroskopische Beobachtungen an gerösteten Olivinen, werden vielleicht gestatten, tiefer in das Verständniss der chemischen Constitution der Minerale dieser Gruppe einzudringen.

Mineral. Institut, technische Hochschule, Aachen.