

## **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

### **Die Beziehungen zwischen Dichte und Zusammensetzung bei festen und liquiden Stoffen**

**Boedeker, Karl Heinrich Detlev**

**Leipzig, 1860**

Erster Theil. Die isolirten Elemente

ERSTER THEIL.

**DIE ISOLIRTEN ELEMENTE.**

---



## Ableitung der Volumverhältnisse der isolirten Elemente

aus ihrem gefundenen specifischen Gewichte.

Wenn man absieht von den seltenen Erdmetallen und dem in mancher Beziehung noch nicht genügend bekannten Vanadin, so ordnen sich die Elemente, deren Verbindungen hier in Betracht gezogen sind, in folgende 16 Gruppen:

- |  |   |
|--|---|
| I. Gruppe der Amphigene:<br>O — S — Se — Te.   | VIII. Gruppe der Chrysiden:<br>Au — Ag.                               |
| II. Gruppe der Halogene:<br>Fl — Cl — Br — J.  | IX. Gruppe der Mercuriden:<br>Hg — Cu.                                |
| III. Gruppe der Arseniden:<br>N — P — As — Sb — Bi.  | X. Gruppe des Bleies: Pb.   |
| IV. Gruppe der Adamantinen:<br>a. Sippe des Bor: Bo.<br>b. „ „ Kohlenstoff: C.<br>c. „ „ Silicium: Si — Zr — Ta. | XI. Gruppe des Cadmium: Cd.   |
| V. Gruppe der Stanniden:<br>Ti — Sn.   | XII. Gruppe der Leuciden:<br>Zn — Mg.                                 |
| VI. Gruppe der Wolframiden:<br>Mo — Wo.  | XIII. Gruppe der Sideriten:<br>Mn — Fe — Ni — Co — Ur — Cr.           |
| VII. Gruppe der Platiniden:<br>Pt — Ir — Os — Pd — Rd — Rt.  | XIV. Gruppe der Berylliden:<br>Al — Be.                               |
|  | XV. Gruppe der Alkalinen:<br>a. Ca — Li — Na.<br>b. Sr.<br>c. Ba — K. |
|  | XVI. Gruppe des Wasserstoffs: H.                                      |

### Erste Gruppe. Die Amphigene.

- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. Sauerstoff . . . . . O = 8. | 3. Selen . . . . . Se = 39.5. |
| 2. Schwefel . . . . . S = 16.  | 4. Tellur . . . . . Te = 64.  |

Die natürliche Verwandtschaft dieser schon von Berzelius in eine Gruppe gestellten Elemente bewährt sich auch in den Volumenverhältnissen derselben unverkennbar, nicht nur in ihren Verbindungen, sondern — soweit wir sie isolirt im festen oder liquiden Zustande kennen — auch im isolirten Zustande.

1. *Sauerstoff* O = 8.

Da wir freien Sauerstoff weder liquid, noch fest kennen, so kann nur vom gebundenen Sauerstoff im festen oder liquiden Zustande die Rede sein. In den meisten

organischen und sehr vielen unorganischen Verbindungen — Wasser, Silberoxyd, Eisenoxydul, Alkohol, Aether etc. — hat der Sauerstoff, dieselbe Dichtigkeit, die der Schwefel in bei weitem den meisten organischen und unorganischen Verbindungen hat: nämlich 16 Aeq. Sauerstoff = 7 Volum.

Behält man für das Volum das bisher stets gebrauchte Normalmaass von 9 Cub.-Cent., so nennt die durch das Aequivalentgewicht bezeichnete Zahl geradezu die Gramme, welche die angegebene Zahl von Volumen erfüllen: also in den gedachten Verbindungen erfüllen:

$$16 \text{ O} = 128 \text{ gr.} = 7 \text{ vol. à } 18\frac{2}{7} \text{ gr.}$$

Um das auf Wasser als Einheit bezogene spezifische Gewicht oder das Gewicht eines Cub.-Cent. zu finden, hat man das hinter dem Volum stehende Gewicht von 1 Vol. (= 9 Cub.-Cent) nur durch 9 zu dividiren. Bezeichnen wir mit „d“ das in gebräuchlicher Weise ausgedrückte spec. Gew. (Wasser = 1; 1 Cub.-Cent. = 1 Gr.), so haben wir in jenen Verbindungen für

$$\text{Sauerstoff: } d = 2\frac{2}{63} = 2.0317 \text{ gr.}$$

Die übrigen Verdichtungsgrade des Sauerstoffs in seinen Verbindungen sind in der später folgenden Uebersicht aufgeführt.

## 2. Schwefel. $S = 16$ .

Gefunden wurde:

a. weicher amorpher Schwefel:

$$d = 1.919 \text{ Deville.}$$

$$= 1.928$$

$$= 1.96 \text{ Marchand \& Scheerer.}$$

b. Klinorhombische Krystalle:

$$d = 1.958 \text{ Deville.}$$

$$= 1.982 \text{ Marchand.}$$

c. Rhombische Krystalle:

$$d = 2.062\text{--}2.07 \text{ Marchand \& Scheerer.}$$

$$= 2.063 \text{ aus } C_2S_4 \text{ krystallis.; Deville.}$$

$$= 2.07 \text{ natürl. kryst.; Deville.}$$

$$= 2.069 \text{ „ „ Kopp.}$$

d. Schwefelblumen, sublimirt:

$$d = 2.086 \text{ Le Royer \& Dumas.}$$

Diesem entspricht das Verhältniss:

$$\text{a. } 288 \text{ S} = 4608 \text{ gr.} = 266 \text{ vol. à } 17.3233 \text{ gr.;}$$

$$\text{amorpher S: } d = 1.9248.$$

$$\text{b. } 288 \text{ S} = 4608 \text{ gr.} = 259 \text{ vol. à } 17.7915 \text{ gr.;$$

$$\text{klinorhomb. S: } d = 1.9768.$$

$$\text{c. } 288 \text{ S} = 4608 \text{ gr.} = 248.5 \text{ vol. à } 18.5432 \text{ gr.;$$

$$\text{rhombisch S: } d = 2.06035.$$

$$\text{d. } 288 \text{ S} = 4608 \text{ gr.} = 245 \text{ vol. à } 18.8081 \text{ gr.;$$

$$\text{Schwefelblumen } d = 2.0898.$$

Zwischen diesen 4 Modificationen steht in der Mitte die Dichte des Schwefels in seinen meisten Verbindungen (s. No. 232—242: 258—275; 483—487), nämlich dieselbe Dichte, die sich oben für den Sauerstoff ergeben hat.

$$288 \text{ S} = 4608 \text{ gr.} = 252 \text{ vol. à } 18\frac{2}{7} \text{ gr.;$$

$$d = 2.0317 = 2\frac{2}{63} \text{ „}$$

Um die einfachen Beziehungen zwischen den Volumverhältnissen der verschiedenen Modificationen recht anschaulich zu überblicken, braucht man nur jene relativen Zahlen in concreter Weise auszudrücken:

4608 gr. Schwefel = 288 Aeq. S füllen:		Differenz:
als weicher Schwefel . . . . .	266 vol. = 2394 Cub.-Cent.	} . . 63 C.-C. . . 63 „ . . 31.5 „
„ klinorhombische Krystalle . . . . .	259 „ = 2331 „ „	
in den meisten Verbindungen . . . . .	252 „ = 2268 „ „	
als rhombische Krystalle . . . . .	248.5 „ = 2236.5 „ „	
„ Schwefelblumen . . . . .	245 „ = 2205 „ „	

Die übrigen Dichtigkeitsgrade des Schwefels in seinen Verbindungen sind in der unten folgenden allgemeinen Uebersichtstabelle zusammengestellt.

3. *Selen.*  $Se = 39.5$ . Gefunden ist:

a. amorphes Selen:

- d = 4.245—4.275 roth, durch schweflige Säure gefällt; Schaffgotsch. a. 288 Se = 11316 gr. = 294 vol. à 38.4898 gr.;  
 = 4.25—4.277 obiges durch Erwärmen bis 50° schwärzlich; Schaffgotsch. amorphes: d = 4.2766.  
 = 4.276—4.286 geschmolzen und rasch erkaltet; Schaffgotsch

b. körnig krystallin. Selen:

- d = 4.796—4.805 geschmolzen und sehr langsam abgekühlt; Schaffgotsch. b. 288 Se = 11316 gr. = 262.5 vol. à 43.1085 gr.;  
 = 4.808 aus Lösungen von Selenkalium u. Selenammonium kryst.; Hittorf. körnig kryst. d = 4.7895.

4. *Tellur.*  $Te = 64$ . Gefunden ist:

- d = 6.1379 Magnus. Berechnet ist:  
 = 6.180 Löwe. 288 Te = 18432 gr. = 329 vol. à 56.0243 gr.;  
 = 6.2445 Berzelius. d = 6.2249.

Die übrigen Dichtigkeitsgrade des Selens und Tellurs sind in der unten folgenden Uebersichtstabelle zusammengestellt.

## Zweite Gruppe. Die Halogene.

5. Fluor . . . . .	Fl = 19	7. Brom . . . . .	Br = 80.
6. Chlor . . . . .	Cl = 35.5	8. Jod . . . . .	J = 127.

Die hierher gehörigen Elemente — abgesehen von dem im flüssigen oder festen Zustande noch unbekanntem Fluor — zeigen eine merkwürdige Uebereinstimmung ihres Volumverhältnisses, nämlich 16 Aeq. des isolirten Halogens füllen 45.5 Vol. oder 409.5 Cub.-Centimeter.

5. *Fluor.*  $Fl = 19$ .

Wenn es gelingen sollte, das Fluor in flüssigem Zustande darzustellen, so ist nach Analogie mit den drei anderen Halogenen zu erwarten, dass auch bei ihm 16 Aeq. = 45.5 Vol. sein werden.

6. *Chlor.*  $Cl = 35.5$ . Gefunden ist:

d = 1.33; H. Davy bei 7°. 16 Cl = 568 gr. = 45.5 vol. à 12.4835 gr.;

7. *Brom.*  $Br = 80$ . Gefunden ist:

d = 2.966 Balard. 16 Br = 1280 gr. = 45.5 vol. à 28.1313 gr.;

= 2.98—2.99 Löwig b. 15°. d = 3.1235.

= 3.1872 b. 0°; Pierre.

8. *Jod.*  $J = 127$ . Gefunden:

d = 4.948 Gay-Lussac. 16 J = 2032 gr. = 45.5 vol. à 44.6593 gr.;

d = 4.9621.

### Dritte Gruppe. Die Arsenoiden.

9. Stickstoff . . . . . N = 14.	11. Arsenik . . . . . As = 75.
10. Phosphor . . . . . P = 31.	12. Antimon . . . . . Sb = 120.
13. Wismuth . . . . . Bi = 208.	

9. *Stickstoff*. Da wir ihn isolirt nur als Gas kennen, so kommt seine Dichte nur bei den Verbindungen in Betracht (s. diese 14; 96—107; 410—427; 498—505; 517—525; 589—591; 635; 638—641). In der unten folgenden Tabelle sind die wichtigsten verschiedenen Dichtigkeitsgrade des Stickstoffs in seinen Verbindungen zusammengestellt.

10. *Phosphor*.  $P = 31$ . Gefunden ist:

- a. amorpher dunkler Phosphor: 48 P = 1488 gr. = 75 . 25 vol. à 19 . 7741 gr.;  
 $d = 1.964$  pulverig; bei  $10^{\circ}$  Schrötter; 1847.  $d = 2.1971$ .  
 = 2.089—2.105 in festen Stücken;  
 Schrötter; 1850; nach Schr. noch zu  
 niedrig durch noch etwas beige-  
 mengten hellen Phosphor.  
 = 2.23 Brodie.

- b. heller kryst. Phosphor: 48 P = 1488 gr. = 91 vol. à 16 . 3516 gr.;  
 $d = 1.826$  Kopp.  $d = 1.8168$ .  
 = 1.826—1.840 bei  $10^{\circ}$  Schrötter.

11. *Arsenik*.  $As = 75$ . Gefunden: 48 As = 3600 gr. = 70 vol. à 51 . 4286 gr.;  
 $d = 5.63$  Karsten.  $d = 5.71429$ .  
 = 5.67 Herapath.  
 = 5.76 Lavoisier.  
 = 5.96 Guibourt.

12. *Antimon*.  $Sb = 120$ . Gefunden: a. wenn Sb = 120:  
 $d = 6.55$  Böttger; galvanisch gefälltes. 48 Sb = 5760 = 96 . 25 vol. à 59 . 8447 gr.;  
 = 6.7006 Karsten.  $d = 6.6494$ .  
 = 6.702 Brisson.  
 = 6.712 Hatchett.  
 = 6.715 Marchand & Scheerer; bei  $16^{\circ}$ .  
 = 6.72 Kopp.  
 = 6.723 Böckmann.  
 b. wenn Sb = 123:  
 48 Sb = 5904 = 96 . 25 vol. à 61 . 3402 gr.;

- $d = 6.8155$ .  
 c. wenn das Aequivalent des Antimons in der  
 Mitte zwischen 120 u. 123, also bei 121.5 läge:  
 48 Sb = 5832 gr. = 96 . 25 vol. à 60 . 5054 gr.;

13. *Wismuth*.  $Bi = 208$ . Gefunden:

- $d = 9.6542$  Karsten. 48 Bi = 9984 gr. = 112 vol. à 89 . 1449 gr.;  
 = 9.78 Kopp.  $d = 9.90499$ .  
 = 9.799 b.  $19^{\circ}$ ; Marchand u. Scheerer.  
 = 9.677 rasch abgekühlt } Deville.  
 = 9.935 langsam erstarrt }

## Rückblick auf die Volumverhältnisse der Amphigene, Halogene und Arsenoiden im freien und gebundenen Zustande.

Wer die ungeraden Zahlen der Volume überblickt, die den angegebenen Aequivalenten entsprechen sollen, der wird die Frage aufwerfen: wozu soll man solche unwahrscheinliche Verhältnisse annehmen, wenn bei Annahme eines mehr abgerundeten Verhältnisses sich Zahlen berechnen, die bald kaum weniger genau, ja bisweilen noch genauer sich einer der gefundenen Zahlen anschliessen?

So lange man nur eine oder die andere gefundene Zahl des spezifischen Gewichtes durch ein Verhältniss zwischen Aequivalent und Volum ausdrücken will, so lange man darauf verzichtet, zwischen den Volumverhältnissen der Körper — frei, in ihren verschiedenen Zuständen, gebunden, in ihren verschiedenen Verbindungen — eine regelmässige Beziehung zu erkennen, ist dies schon recht. Eine herrschende Regelmässigkeit zu erkennen, ist aber hier die Aufgabe, und da ich glaube, in der folgenden Uebersicht eine solche nachweisen zu können, so bitte ich die ungeraden Zahlen nicht eher als unwahrscheinlich zu verwerfen, bevor man jene Zusammenstellung geprüft hat.

Die erste Spalte enthält von je 32 Aeq. des Elementes die Gewichtszahl, als Gramme gesetzt;

die zweite Spalte nennt den Zustand des freien Elementes oder die Art seiner Verbindung;

die dritte Spalte giebt an, wie viel Cubic-Centimeter jene Gewichtsmenge erfüllt;

die vierte Spalte nennt die jedesmalige Differenz zwischen der links daneben und der darüber stehenden Zahl;

die fünfte Spalte giebt dieselbe Raumerfüllung nach Volumen von je 3.5 C.-C. an;

die sechste Spalte giebt wieder die Differenzen der bezeichneten Volume ähnlich wie die vierte an, nur dass diese Zahlen Volume von je 3.5 C.-C. angeben.

	Zustand oder Verbindung, worin sich das betreffende Element befindet.	Volume von 1 Cub.-Cent.	Differenz.	Volume von 3.5 Cub.-Cent.	Differenz.
32 O = 256 gr. Sauerstoff.	in Sn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ; Ti <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	42	—	12	—
	„ Sn <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . . . . .	63	21	18	6
	„ Ca <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; Pb <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	84	21	24	6
	„ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; Sb <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ; C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> ; C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub> ; C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub> . . . . .	126	42	36	12
	„ Cu <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; K <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . . . . .	168	42	48	24
	„ Hg <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . . . . .	252	84	72	24
	„ Schwefelkies . . . . .	126	126	36	36
	„ Ni <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ; Magnetkies . . . . .	168	42	48	12
	als Schwefelblumen . . . . .	245	—	70	—
	„ rhombische Krystalle . . . . .	248.5	3.5	77	1
32 S = 512 gr. Schwefel.	in Ag <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ; H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> ; Sb <sub>2</sub> S <sub>6</sub> ; C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub> ; C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> S <sub>2</sub> . . . . .	252	3.5	72	1
	als klinorhombische Krystalle . . . . .	259	7	74	2
	„ weicher amorpher Schwefel . . . . .	266	7	76	2
	in S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ; Ae <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ; Me <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . . . . .	336	70	96	20

		Zustand oder Verbindung, worin sich das betreffende Element befindet.	Volumen von 1 Cub.-Cent.	Differenz.	Volumen von 3 5 Cub.-Cent.	Differenz.
32 Se Selen. 1264 gr.	32T Tellur. 2048 gr.	in Ni <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> ; Co <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> . . . . .	168	168	48	48
		„ Ag <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> ; Cu <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> ; Pb <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> . . . . .	252	84	72	24
		als körnig krystallin. Selen . . . . .	262.5	10.5	75	3
		„ amorphes Selen; auch in As <sub>2</sub> Se <sub>6</sub> ; Sn <sub>2</sub> Se <sub>4</sub> . . . . .	294	31.5	84	9
		in Hg <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> . . . . .	378	84	108	24
		„ Hg <sub>2</sub> Se <sub>2</sub> . . . . .	420	42	120	12
32 Cl Chlor. 1136 gr.	32I Jod. 4284 gr.	als krystallis. Tellur . . . . .	329	—	94	—
		in Ag <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> ; Pb <sub>2</sub> Te <sub>2</sub> ; Tellursäure; Tetradymit; Schrifttellur . . . . .	336	7	96	2
		„ Sb <sub>2</sub> Te <sub>6</sub> . . . . .	378	42	108	12
		in PtCl <sub>2</sub> . . . . .	378	0	108	0
		„ AgCl; BaCl; PbCl; NH <sub>4</sub> Cl; LiCl; Cr <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> ; KO.ClO <sub>3</sub> ; NaO.ClO <sub>3</sub> . . . . .	504	126	144	36
		„ HgCl; CuCl; CdCl; SrCl . . . . .	567	63	162	18
		„ BiCl <sub>3</sub> . . . . .	598.5	31.5	171	9
		„ HgCl; CuCl; CaCl . . . . .	630	31.5	180	9
		„ NaCl . . . . .	661.5	31.5	189	9
		„ FeCl; NiCl; CoCl; ZnCl; MgCl . . . . .	693	31.5	198	9
		„ S <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ; PCl <sub>3</sub> ; AsCl <sub>3</sub> ; SbCl <sub>3</sub> ; Si <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ; Ti <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ; Sn <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> ; AeCl . . . . .	756	63	216	18
		als flüssiges Chlor; u. in d. Chlorüren von Benzoyl, Toluyl, Cuminyll . . . . .	819	63	234	18
in KCl . . . . .	850.5	31.5	243	9		
32 Br Brom. 2560 gr.	32J Jod. 4284 gr.	„ PtBr <sub>2</sub> . . . . .	472.5	—	135	—
		„ KO.BrO <sub>3</sub> ; NaO.BrO <sub>3</sub> . . . . .	504	31.5	144	9
		„ PbBr . . . . .	598.5	94.5	171	27
		„ AgBr; BaBr . . . . .	630	31.5	180	9
		„ CdBr; SrBr; BiBr <sub>3</sub> . . . . .	693	63	198	18
		„ HgBr; CuBr; HgBr; CuBr; NH <sub>4</sub> Br . . . . .	756	63	216	18
		als flüssiges Brom; auch in ZnBr . . . . .	819	63	234	18
		in PBr <sub>3</sub> ; AsBr <sub>3</sub> ; SbBr <sub>3</sub> ; Si <sub>2</sub> Br <sub>4</sub> ; Sn <sub>2</sub> Br <sub>4</sub> . . . . .	882	63	252	18
		„ MeBr; AeBr; BuBr; AmBr . . . . .	1008	126	288	36
		„ KBr . . . . .	1228.5	220.5	351	63
32 J Jod. 4284 gr.	32J Jod. 4284 gr.	in KO.JO <sub>5</sub> ; NaO.JO <sub>5</sub> ; J <sub>2</sub> O <sub>10</sub> . . . . .	504	—	144	—
		als krystallisirtes Jod . . . . .	819	315	234	90
		in PbJ; BaJ, HgJ, CuJ . . . . .	882	63	252	18
		„ HgJ; ZnJ; SrJ; AsJ <sub>3</sub> ; SbJ <sub>3</sub> ; Sn <sub>2</sub> J <sub>4</sub> . . . . .	945	63	270	18
		„ BiJ <sub>3</sub> . . . . .	976.5	31.5	279	9
		„ AgJ; C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> J <sub>2</sub> . . . . .	1008	31.5	288	9
		„ CdJ . . . . .	1071	63	306	18
		„ FeJ; MeJ; AeJ; AmJ . . . . .	1134	63	324	18
		„ NaJ; AllJ . . . . .	1197	63	342	18
		„ NH <sub>4</sub> J; ViJ . . . . .	1260	63	360	18
„ C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> J (Acetyljodür) . . . . .	1386	126	396	36		
„ KJ . . . . .	1417.5	31.5	405	9		

	Zustand oder Verbindung, worin sich das betreffende Element befindet.	Volume von 1 Cub.-Cent.	Differenz.	Volume von 3,5 Cub.-Cent.	Differenz.
32 N = 448 gr. Stickstoff.	„ HO . NO <sub>3</sub> u. d. Nitraten; in NH <sub>3</sub> u. d. Ammonium-Salzen; N $\left\{ \begin{array}{l} \text{Phe} \\ \text{H}_2 \end{array} \right.$ ; N $\left\{ \begin{array}{l} \text{Am} \\ \text{H}_2 \end{array} \right.$ ; N $\left\{ \begin{array}{l} \text{Phe} \\ \text{Ae}_2 \end{array} \right.$ . . . . .	210	—	60	—
	„ K <sub>2</sub> Co <sub>2</sub> Cy <sub>6</sub> ; PbC <sub>2</sub> NS <sub>2</sub> . . . . .	336	126	96	36
	„ AgCy; MeCy; AeCy; AmCy; K <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> Cy <sub>3</sub> +3HO; Na <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> Cy <sub>3</sub> + 12HO; K <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> Cy <sub>6</sub> ; KRh; AllRh . . . . .	378	42	108	12
	„ N <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; KO . C <sub>2</sub> NO; AgO . C <sub>2</sub> NO; BaPtCy <sub>2</sub> +4HO . . . . .	420	42	120	12
	„ HgCy . . . . .	462	42	132	12
	„ HCy; KCy . . . . .	630	168	180	48
32 P = 992 gr. Phosphor.	„ PdP . . . . .	189	—	54	—
	„ Sn <sub>2</sub> P . . . . .	210	21	60	6
	„ PtP; Mo <sub>2</sub> P; Co <sub>3</sub> P; Ni <sub>3</sub> P; Fe <sub>6</sub> P . . . . .	336	126	96	36
	„ Cu <sub>3</sub> P . . . . .	378	42	108	12
	„ PCl <sub>3</sub> ; PBr <sub>3</sub> ; PJ <sub>3</sub> ; PAe <sub>3</sub> ; PZn <sub>3</sub> . . . . .	420	42	120	12
	als amorpher Phosphor . . . . .	451.5	31.5	129	9
32 As = 2400 gr. Arsenik.	in Ag <sub>2</sub> P <sub>3</sub> ; P <sub>1</sub> S <sub>6</sub> . . . . .	504	52.5	144	15
	als krystallin. heller Phosphor . . . . .	546	42	156	12
	in Au <sub>2</sub> P <sub>3</sub> . . . . .	567	21	162	6
	„ in FeAs; FeAs + FeS <sub>2</sub> ; CoAs + CoS <sub>2</sub> ; NiAs + NiS <sub>2</sub> . . . . .	252	—	72	—
	„ Ni <sub>2</sub> As (Plakodin); Fe <sub>2</sub> As <sub>3</sub> . . . . .	336	84	96	24
	„ Ni <sub>2</sub> As (Kupfernickel); Sn <sub>2</sub> As . . . . .	357	21	102	6
32 Sb = 3840 gr. Antimon.	„ Co <sub>2</sub> As <sub>3</sub> . . . . .	378	21	108	6
	„ CoAs; As <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ; As <sub>2</sub> S <sub>6</sub> ; As <sub>2</sub> Se <sub>6</sub> ; AsCl <sub>3</sub> ; AsBr <sub>3</sub> ; AsJ <sub>3</sub> ; AsAe <sub>3</sub> ; As <sub>2</sub> O <sub>10</sub> } als krystallisirtes Arsen . . . . .	420	42	120	12
	„ in Ni <sub>2</sub> Sb + NiS <sub>2</sub> . . . . .	336	84	96	24
	„ SbCl <sub>3</sub> ; SbBr <sub>3</sub> ; SbJ <sub>3</sub> ; SbAe <sub>3</sub> ; Sb <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ; Sb <sub>2</sub> S <sub>6</sub> ; Sb <sub>2</sub> Se <sub>6</sub> ; Sb <sub>2</sub> Te <sub>6</sub> . . . . .	420	84	120	24
	„ Ni <sub>2</sub> Sb; Sn <sub>2</sub> Sb . . . . .	546	126	156	36
	als krystallisirtes Antimon . . . . .	577.5	31.5	165	9
32 Bi = 6656 gr. Wismuth.	„ in Bi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ; Bi <sub>2</sub> Se <sub>6</sub> ; Bi <sub>2</sub> S <sub>6</sub> ; Bi <sub>2</sub> $\left\{ \begin{array}{l} \text{Te}_4 \\ \text{S}_2 \end{array} \right.$ ; BiCl <sub>3</sub> ; BiBr <sub>3</sub> ; BiJ <sub>3</sub> . . . . .	420	—	120	—
	als krystallis. Wismuth; langsam erkaltet . . . . .	672	252	192	72

Beim Hinblick auf die vorstehende Zusammenstellung tritt ganz unverkennbar hervor, dass für die Elemente der drei ersten Gruppen — Amphigene, Halogene und Arsenoiden — die Zu- und Abnahme ihres Volumens in verschiedenen Zuständen und Verbindungen nach einem Vielfachen der Zahl 3.5, also nach  $n \times 3.5$ , fortschreitet, und zwar nach  $n \times 3.5$  Cubic-Centimeter, wenn man soviel Gramme des betreffenden Elementes in Betracht zieht, als durch 32 Aeq. desselben bezeichnet sind. Ogleich in dieser Uebersicht bei weitem nicht alle Beispiele aufgenommen sind, die aus den Tabellen hätten entnommen werden können, so bieten sie doch wohl Beispiele genug, um dem Einwurfe zu begegnen, dass die so gemachte

Berechnung zufällig in manchen Fällen passe. Die Ab- und Zunahme des Volums nach einem Multiplum von 3.5 Cub.-Cent. für je 32 Aeq. obiger Elemente ist zu deutlich ausgeprägt, als dass man ihre Bedeutung verkennen könnte.

### Vierte Gruppe. Die Adamantinen.

- |                              |          |                           |          |
|------------------------------|----------|---------------------------|----------|
| a) 14. Bor . . . . .         | Bo = 11. | c) 16. Silicium . . . . . | Si = 14. |
| b) 15. Kohlenstoff . . . . . | C = 6.   | 17. Tantal . . . . .      | Ta = 68. |

Während die Kette, welche die Elemente in jeder der drei vorigen Gruppen mit einander verbindet, aus zahlreichen Aehnlichkeiten im Verhalten, in der Art der Verbindungen, die sie eingehen, fest gegliedert ist, haben wir hier eine Gruppe, die nur lose zusammenhängt; nach manchen Gesichtspunkten könnten die drei Unterabtheilungen a, b und c, wohl als besondere Gruppen auftreten. Um aber die Zahl der Gruppen nicht zu sehr zu vermehren, sind dieselben hier unter dem Namen der Adamantinen vereinigt, weil ihnen — wenigstens den drei ausführlicher bearbeiteten Elementen Bo, C und Si — gemeinsam die eigenthümliche Diamant-Modification zukommt. Was aber hier ihre Vereinigung zu einer Gruppe eigentlich veranlasst hat, ist der Umstand: dass ihnen in ihren Verbindungen — insoweit diese genügend bekannt sind — ein gleiches Volum-Verhältniss zukommt:

48 Aeq. eines Adamantinen bilden 32 Vol. (à 9 C.-C.).

Beim (polymorphen) Kohlenstoff reducirt sich aber dies Volum in vielen Verbindungen (vorzüglich nicht flüchtigen) auf die Hälfte: 48 C = 16 Vol.

14. *Bor*. Bo = 11. Gefunden:

d = 2. 68. Wöhler & Deville (fast reines Bor). a. 48 Bo = 528 gr. = 21.5 vol. à 24. 5581 gr.;  
d = 2. 7286 ?

In der Borsäure, den Boraten und Borsäure-Aethern entspricht die Dichte des Bor dem Verhältniss b).

b. 48 Bo = 528 gr. = 32 vol. à 16.5 gr.;  
d = 1. 8333.

15. *Kohlenstoff*. C = 6. Gefunden:

a. Diamant: d = 3.5—3.55.

a. 48 C = 288 gr. = 9 vol. à 32 gr.;  
d = 3. 5555.

b. Graphit: d = 2.2.

b. 48 C = 288 gr. = 14.25 vol. à 20. 2105 gr.;  
d = 2. 2456.

c. Dichteste Zuckerkohle: d = 2.

c. 48 C = 288 gr. = 16 vol. à 18 gr.;  
d = 2.

d. In den meisten, zumal den flüchtigen organischen Verbindungen, ist die Dichte nur halb so gross.

d. 48 C = 288 gr. = 32 vol. à 9 gr.;  
d = 1.

16. *Silicium*. Si = 14. Gefunden:

d = 2. 49 Wöhler, für fast reines graphitisches Silicium.

48 Si = 672 gr. = 30.25 vol. à 22. 2149 gr.;  
d = 2. 4683 ?

In der Kieselsäure und den Kieselsäure-Aethern, im Kieselchlorid und -Bromid entspricht die Dichte des Silicium demselben Verhältniss, wie Bor in seinen Verbindungen und Kohlenstoff, 15. d).

48 Si = 672 gr. = 32 gr. vol. à 21 gr.;  
d = 2. 3333.

17. *Tantal*.  $Ta = 68$ . Gefunden: 48 Ta = 3264 gr. = 33.75 vol. à 96.7111 gr.;  
d = 10.78 H. Rose. d = 10.7456 ?

Ob das Tantal in seinen Verbindungen dem Volum-Verhältniss den drei vorigen folgt, ist noch zweifelhaft; sollte sich diese Vermuthung bestätigen, so wäre seine Dichte dort in der nebenstehenden Weise ausgedrückt:

48 Ta = 3264 gr. = 32 vol. à 102 gr.;  
d = 11.3333 (?)

Sollten sich die obigen Volum-Verhältnisse für die Adamantinen bei der weiteren Untersuchung bewähren, so wäre auch hier wieder eine ähnliche Ab- und Zunahme des Volumens derselben nach Multipeln von 10.5 nicht zu verkennen, wobei sie sich in zwei Reihen ordnen würden, deren erste vom Diamant ausgehen würde, die zweite vom Doppelten der Zahl des Diamants:

32 Aeq. des betreffenden Elementes in Grammen ausgedrückt erfüllen:

54 Cub.-Centimer . . . . .	als Diamant.
„ + $3 \times 10.5 = 85.5$ C.-C. . . . .	„ Graphit.
„ + $4 \times 10.5 = 96$ „ . . . . .	„ dichteste Zuckerkohle; auch C in den Verbindungen von $C_2O_4$ ; Oxalsäure; Zucker. Mellithsäure, etc.
108 + $2 \times 10.5 = 129$ C.-C. . . . .	„ isolirtes Bor.
„ + $7 \times 10.5 = 181.5$ „ . . . . .	„ „ Silicium.
„ + $8 \times 10.5 = 192$ „ . . . . .	} „ Bor, in d. Borsäure u. d. Boraten. „ Silicium in $Si_2O_4$ ; $Si_2Cl_4$ ; $Si_2Br_4$ . „ Kohlenstoff, in Alkohol, Essigsäure, etc. „ Tantal in $Ta_2O_4$ ?
„ + $9 \times 10.5 = 202.5$ „ . . . . .	

### Fünfte Gruppe. Die Stannoiden.

18. Titan . . . . . Ti = 25.      19. Zinn . . . . . Sn = 59.

18. *Titan*. Leider ist die Dichte des reinen Titans noch nicht bekannt. In die polymorphe Titansäure scheint das Titan mit zweierlei Volum-Verhältniss einzutreten: nämlich in die amorphe Titansäure, wie in die Anatas-Krystalle mit demselben Volum-Verhältniss wie das Zinn (a); in den Brookit dagegen mit demselben Verhältniss, wie das Silicium in den Quarz und in den Vestan (b):

19. *Zinn*. Gefunden:

d = 7.178 krystallisirt; Miller,  
= 7.293 obiges geschmolzen u. rasch gekühlt; M.  
= 7.299 gewalzt; Prisson.  
= 7.3 Kopp.

a. 48 Ti = 1200 gr. = 43.2 vol. à 27.7777 gr.;  
d = 3.0864.

b. 48 Ti = 1200 gr. = 32 vol. à 37.5 gr.;  
d = 4.1666.

48 Sn = 2832 gr. = 43.2 vol. à 65.5555 gr.;  
d = 7.2839.

Dasselbe Verhältniss wird einfacher ausgedrückt:

10 Aeq. = 9 Vol.

d = 7.239 rasch erstarrt }  
 = 7.373 langsam erstarrt } Deville.

In den bekannten Verbindungen erscheint  
 das Zinn überall mit derselben Dichte.

### Sechste Gruppe. Die Wolframiden.

20. Molybdän . . . . Mo = 48.      21. Wolfram . . . . . Wo = 92.

20. *Molybdän*. Gefunden:      48 Mo = 2304 gr. = 28 vol. à 82.2857 gr.;  
 d = 8.64 Bucholz.      d = 9.1428.

21. *Wolfram*. Gefunden:      48 Wo = 4416 gr. = 28 vol. à 157.7142 gr.;  
 d = 17.2 Allen & Aiken.      = 17.5238.  
 = 17.4 Bucholz.  
 = 17.6 de Luyart.  
 = 17.5 — 18.3 Wöhler.

In den bisher untersuchten Verbindungen der Wolframiden stellt sich für beide  
 Elemente dasselbe Volum-Verhältniss heraus, was ihnen im freien Zustande gemein-  
 schaftlich ist: 12 Aeq. = 7 Vol.

### Siebente Gruppe. Die Platinoiden.

22. Platin . . . . . Pt = 98.75.      25. Palladium . . . . . Pd = 53.3  
 23. Iridium . . . . . Ir = 99.      26. Rhodium . . . . . Rd = 52.2  
 24. Osmium . . . . . Os = 99.5.      27. Ruthenium . . . . . Rt = 52.2

Die Zusammenstellung dieser Metalle in eine besondere Gruppe bedarf ja  
 keiner besondern Begründung und Vertheidigung, da man längst gewohnt, sie als  
 die sogenannten Platin-Metalle zu begreifen. Unverkennbar gesellt sich zu ihrer  
 übrigen Verwandtschaft auch noch der merkwürdige Charakter, dass bei allen  
 Platinoiden

2 Aeq. eines Platinoiden = 1 Vol. (à 9 C.-C.).

22. *Platin*. Gefunden:      2 Pt = 197.5 gr. = 1 vol.;  
 d = 20.8 — 21.74.      d = 21.9444.

23. *Iridium*. Gefunden:  
 d = 15.86 schwammiges Iridium; Berzelius.      2 Ir = 198 gr. = 1 vol.;  
 = 18.68 geschmolzenes; Children.      d = 22.  
 = 21.8 „ Hare.  
 = 21.11 künstlich krystallis.; Boedeker.  
 = 22.65 — 22.8 gediegen, platinhaltig;  
 G. Rose.

24. *Osmium*. Gefunden:      2 Os = 199 gr. = 1 vol.;  
 d = 21.4 Deville & Debray.      d = 22.1111.

25. *Palladium*. Gefunden:      2 Pd = 106.6 gr. = 1 vol.;  
 d = 11 — 12.      d = 11.8144

26. *Rhodium*. Gefunden: 2 Rd = 104.4 gr. = 1 vol.;  
 d = 11.0 Wollaston. d = 11.6.  
 = 11, 2 Cloud.

27. *Ruthenium*. Gefunden:  
 d = nahezu wie bei Rhodium u. Palladium, 2 Rt = 104.4 gr. = 1 vol.;  
 Deville & Debray. d = 11.6.

### Achte Gruppe. Die Chrysiden.

28. Gold . . . . Au = 197. 29. Silber . . . . Ag = 108.

Obleich das Verhalten dieser beiden Metalle unter vielen, ja den meisten Gesichtspunkten ein sehr verschiedenartiges ist, so treten sie nach ihrem gleichen Volum-Verhältniss doch zu natürlich zu einer Gruppe zusammen; im freien, wie im gebundenen Zustande finden wir hier:

8 Aeq. = 9 Volumen.

28. *Gold*. Gefunden:  
 d = 19.26 Brisson. 48 Au = 9456 gr. = 54 vol. à 175.1111 gr.;  
 = 19.34 G. Rose. d = 19.4567.

29. *Silber*. Gefunden:  
 d = 10.4 Karsten. 48 Ag = 5184 gr. = 54 vol. à 96 gr.;  
 = 10.57 G. Rose. d = 10.6666.

Anmerkung. Rücksichtlich des Volum-Verhältnisses reiht sich der Wasserstoff den Chrysiden an: der Wasserstoff, der als Radical mit organischen Radicalen verbunden ist (s. No. 560—562; 637; 642, 643; 647—649), hat dasselbe Volum-Verhältniss, wie die Chrysiden: 8 Aeq. = 9 Vol. oder 48 Aeq. = 54 Vol.; im Wasser verdoppelt sich seine Dichte: 48 Aeq. = 27 Vol.; im Manganit, Diaspor, Brauneisenstein und in vielen organ. Gruppen vervierfacht sich die Dichte: 48 Aeq. = 13.5 vol.; in den Verbindungen, die auf das Radical Phenyl bezogen werden (s. 634—643) hat der zu jenem Radicale gehörige Wasserstoff die achtfache Dichte: 48 Aeq. = 6.75 Vol.

### Neunte Gruppe. Die Mercurioiden.

30. Quecksilber . . . . Hg = 100. 31. Kupfer . . . . Cu = 31.7.

Trotz der äusseren Unähnlichkeit dieser beiden Metalle bieten sich doch zu viele Aehnlichkeiten in ihrem Verhalten dar, als dass man ihre nahe natürliche Verwandtschaft verkennen könnte: die beiden gemeinschaftliche Bildung eines leicht veränderlichen Oxyduls  $M_2O_2$  und eines beständigeren Oxydes  $M_2O_2$ ; die Unlöslichkeit der beiderseitigen Chlorüre, Bromüre, Jodüre in Wasser, die Löslichkeit der beiderseitigen Chloride und Bromide, u. a., zeigen deutlich darauf hin.

Hiezu kommt noch das eigenthümliche Volum-Verhältniss dieser beiden Metalle: 18 Aeq. Metall bilden beim Kupfer — frei, wie gebunden — 7 Volume, und beim

Quecksilber — sowohl im verbundenen als im freien festen Zustande —  $2 \times 7 = 14$  Volume.

30. *Quecksilber*. Gefunden:  
 $d = 14.4$  fest, etwas unter  $-40^\circ$ ; Regnault.

Berechnet (für das bei  $0^\circ$  fest gedachte Metall):  
 $9 \text{ Hg} = 900 \text{ gr.} = 7 \text{ vol. à } 128.571428 \text{ gr.};$   
 $d = 14.2857,$

31. *Kupfer*. Gefunden:  
 $d = 8.8 - 9.0.$

$18 \text{ Cu} = 570.6 \text{ gr.} = 7 \text{ vol. à } 81.51428 \text{ gr.};$   
 $d = 9.05714.$

### Zehnte Gruppe. Blei.

32. *Blei*.  $Pb = 103.5$ . Gefunden:

$d = 11.33$  Kopp.  
 $= 11.39$  Karsten.  
 $= 11.445$  Berzelius.

$1 \text{ Pb} = 103.5 \text{ gr.} = 1 \text{ vol.};$   
 $d = 11.5.$

### Elfte Gruppe. Cadmium.

33. *Cadmium*.  $Cd = 56$ . Gefunden:

$d = 8.45$  Kopp.  
 $= 8.69$  Stromeyer.  
 $= 8.739$  Williams.

Da das specif. Gewicht des Cadmiumoxydes — (welches nach der neuesten Angabe von Werther fast ebenso grosses spec. Gew. haben soll als das Metall selbst) — und das Schwefelcadmium wohl noch einer genauen Feststellung bedürfen möchte, so habe ich, in Zweifel, welches Volum-Verhältniss dem Cadmium zuzuschreiben sein möchte, für die Berechnung der Dichte seiner Verbindungen das einfache Verhältniss a) zu Grunde gelegt, was für das Metall freilich eine zu niedrige Zahl ergiebt. Mit den für dessen Dichte gefundenen Zahlen stimmt viel besser das Verhältniss von b). Erst wenn der Einfluss des langsamen Erstarrens auf die Dichte des Metalles bekannt ist, kann wohl die nöthige Correction für die von mir berechnete Dichte der Verbindungen ausgeführt werden.

a.  $48 \text{ Cd} = 2688 \text{ gr.} = 36 \text{ vol. à } 74.6666 \text{ gr.};$   
 $d = 8.29629.$

b.  $48 \text{ Cd} = 2688 \text{ gr.} = 34 \text{ vol. à } 79.0588 \text{ gr.};$   
 $d = 8.7843.$

### Zwölfte Gruppe Die Leuciden.

34. Zink . . . . .  $Zn = 32.6.$

35. Magnesium . . . . .  $Mg = 12.$

An die vorige Gruppe schliesst sich sehr natürlich das Zink an; aber sowohl im chemischen Verhalten, wie im Volum-Verhältniss weichen Zink und Cadmium doch wieder weit von einander ab; beim Magnesium finden wir dagegen im isolirten

Zustande ein Volum-Verhältniss,  $4 \text{ Mg} = 3 \text{ vol.}$ , dem das des Cadmiums entweder gleich oder doch sehr nahe kommt. Unverkennbar nimmt aber das Magnesium in Verbindungen, indem sich 3 Vol. zu 2 Vol. verdichten, das Volum-Verhältniss des Zinks an, wonach dann der Isomorphismus ihrer Sulfate und Chromate, und andererseits ihrer beiderseitigen Carbonate leicht begreiflich würde; ebenso die Aehnlichkeit ihrer Nitrate, Chlorüre, Bromüre, Hydrate, Hydrocarbonate, Phosphate, u. s. w.

Aus diesen Gründen sind beide Metalle hier unter dem Namen der Leuciden zusammengestellt, weil so vielen ihrer Verbindungen die weisse Farbe (oder Farblosigkeit) gemeinsam ist.

34. <i>Zink</i> . Gefunden:	Berechnet:
d = 6.9154 Karsten.	$2 \text{ Zn} = 65.2 \text{ gr.} = 1 \text{ vol.};$
= 7.1908 gewalzt; Brisson.	d = 7.2444.
= 7.2 Bolley.	
35. <i>Magnesium</i> . Gefunden:	$4 \text{ Mg} = 48 \text{ gr.} = 3 \text{ vol.} \text{ à } 16 \text{ gr.};$
d = 1.75 Deville & Caron.	d = 1.7777.
In Verbindungen dagegen: wie das Zink	$2 \text{ Mg} = 24 \text{ gr.} = 1 \text{ vol.};$
und wie die Platinoiden: $2 \text{ Aeq.} = 1 \text{ Vol.};$	d = 2.6666.

### Dreizehnte Gruppe. Die Sideriten.

36. Mangan . . . . . Mn = 27.	39. Cobalt . . . . . Co = 30.
37. Eisen . . . . . Fe = 28.	40. Uran . . . . . Ur = 60.
38. Nickel . . . . . Ni = 29.	41. Chrom . . . . . Cr = 26.

Die natürliche Verwandtschaft zwischen den in dieser Gruppe zusammengestellten Elementen bedarf wohl kaum einer speciellen Ausführung; die Doppelreihe der Verbindungen, die den Monoxyden,  $\text{MO}$ , und den Sesquioxiden,  $\text{M}_2\text{O}_3$ , entsprechen, bietet allein der Analogien genug dar. Das Eingehn dieser Elemente in die Verbindungen, die wir Oxydul-Oxyde, Alaune, Vitriole nennen, ist ebenfalls zu bemerken, wenn auch einzelne Sideriten bald hier, bald da, mit besonderer Individualität eine Ausnahmstellung einnehmen; am meisten ist dies wohl beim Uran der Fall; aber es zeigt doch die allgemeinsten wichtigsten Charaktere dieser Gruppe. Obgleich es seinem Aequivalente nach von den übrigen Sideriten weit abweicht, so steht es ihnen nach dem Volum-Verhältnisse doch sehr nahe: es gilt nämlich für die Sideriten — frei, wie gebunden — die allgemeine Regel, dass 48 Aeq. dieser Elemente 17 oder 18 oder 19 Volumen bilden.

Vom Führer dieser Gruppe, vom Eisen (*σίδηρος*), ist der Name derselben entlehnt.

36. <i>Mangan</i> . Gefunden:	$48 \text{ Mn} = 1296 \text{ gr.} = 18 \text{ vol.} \text{ à } 72 \text{ gr.};$
d = 7.138—7.206 Brunner.	d = 8.0.
= 8.0 John; Bachmann.	
37. <i>Eisen</i> .	$48 \text{ Fe} = 1344 \text{ gr.} = 19 \text{ vol.} \text{ à } 70.7369 \text{ gr.};$
d = 7.79 Karsten; Stabeisen mit sehr wenig Kohle.	d = 7.8596.
= 7.8439 Broling; mit Hammerschlag umgeschmolzen.	

38. *Nickel.*

d = 8.402 geschmolzen;	Tourte.
= 8.637	„ Brunner.
= 8.975 bis	} „ Rammelsberg.
= 9.261	
= 8.932 geschmiedet;	Tourte.

48 Ni = 1392 gr. = 17 vol. à 81.8823 gr.;
d = 9.0980.

39. *Cobalt.*

d = 8.485	Brunner.
= 8.5131	Berzelius.

48 Co = 1440 gr. = 18 vol. à 80 gr.;
d = 8.8888.

40. *Uran.*

d = 18.4	Péligot.
----------	----------

48 Ur = 2880 gr. = 17 vol. à 169.4117 gr.;
d = 18.8235.

41. *Chrom.*

d = ungefähr 6;	Frémy.
= 6.81	Wöhler.
= 7.01	Bunsen & Frankland.

a) wenn Cr = 26.7:
48 Cr = 1281.6 gr. = 20 vol. à 64.080 gr.;
d = 7.1200.

b) wenn Cr = 26:
a) 48 Cr = 1248 gr. = 19 vol. à 65.6842 gr.;
d = 7.2982.
β) 48 Cr = 1248 gr. = 18 vol. à 69.3333 gr.;
d = 7.7037.

Nach näherer Betrachtung der Chrom-Verbindungen, in Betreff ihres Volum-Verhältnisses kann man sich der Vermuthung nicht erwehren, dass die allmählig stets höher gestiegenen Zahlen für das specif. Gewicht des metallischen Chroms noch nicht ihr definitives Maximum erreicht haben. Andererseits dürfte auch über das Aequivalent des Chroms noch nicht endgültig entschieden sein. Soll man Péligot's Zahl, 26, mit der neuerlich aufgestellten vertauschen?

In Rücksicht auf diese Bedenken habe ich hier nur ausdrücklich provisorisch unter Beibehaltung von Péligot's Aeq.-Zahl das Volum-Verhältniss von 8 Aeq. = 3 Vol. den Berechnungen zu Grunde gelegt; eine definitive Correction vorbehaltend.

### Vierzehnte Gruppe. Die Berylliden.

42. Aluminium . . . . Al = 13.75.	43. Beryllium . . . . . Be = 7.
-----------------------------------	---------------------------------

Die beiden im Beryll sich gegenseitig vertretenden Metalle sind hier als Berylliden zusammengefasst. Ihre Aehnlichkeit im isolirten Zustande, ihre einzige Oxydationsstufe des Sesquioxid, die vielfachen Aehnlichkeiten dieser Sesquioxide unter einander, ihre gegenseitige Vertretung im Beryll, u. s. w., mögen diese Vereinigung rechtfertigen. Der Umstand, dass noch kein Beryll-Alaun dargestellt ist, kann mich nicht davon abhalten.

42. *Aluminium.*

d = 2.56 gegossen	} Wöhler & Deville.
= 2.67 gehämmert	

48 Al = 660 gr. = 28 vol. à 23.5714 gr.;
d = 2.619.

43. *Beryllium.*

d = 2.1	Debray.
---------	---------

48 Be = 336 gr. = 18 vol. à 18.6666 gr.;
d = 2.07407.



Das Aequivalentgewicht von 24 Aeq. der obigen Salze ist:

$$83) 24 \text{ Ca}_2\text{O}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}_4 = 2400.$$

$$84) 24 \text{ Sr}_2\text{O}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}_4 = 3552.$$

$$85) 24 \text{ Ba}_2\text{O}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}_4 = 4704.$$

$$135) 24 \text{ Sr}_2\text{O}_2 \cdot \text{S}_2\text{O}_6 = 4416.$$

$$136) 24 \text{ Ba}_2\text{O}_2 \cdot \text{S}_2\text{O}_6 = 5568.$$

Dividirt man mit dem Gewicht von 1 Volum des Salzes in diese Aequivalentzahlen, so findet man die Anzahl der Volume, die 24 Aeq. der Salze entsprechen:

$$24 \text{ Ca}_2\text{O}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}_4 = \frac{2400}{26.64} = 90.09 \text{ Vol.}$$

$$24 \text{ Sr}_2\text{O}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}_4 = \frac{3552}{33.48} = 106.09 \text{ ,,}$$

$$24 \text{ Ba}_2\text{O}_2 \cdot \text{C}_2\text{O}_4 = \frac{4704}{39.87} = 117.98 \text{ ,,}$$

$$24 \text{ Sr}_2\text{O}_2 \cdot \text{S}_2\text{O}_6 = \frac{4416}{35.37} = 124.86 \text{ ,,}$$

$$24 \text{ Ba}_2\text{O}_2 \cdot \text{S}_2\text{O}_6 = \frac{5568}{40.50} = 137.48 \text{ ,,}$$

Bei jenen drei Carbonaten einerseits, wie bei den beiden Sulfaten andererseits haben wir allen Grund anzunehmen, dass dort Kohlenstoff und Sauerstoff, hier Schwefel und Sauerstoff gleichartige Dichtigkeit haben. Bringen wir nun vom Gesamtvolum der Salze, entsprechend No. 10—12, für je 48 O der Basis 14 Vol. Sauerstoff, ferner für 24  $\text{C}_2\text{O}_4$ , entsprechend No. 83—85, 44 Vol. Kohlensäure, bei den Sulfaten, entsprechend No. 135 und 136, für 24  $\text{S}_2\text{O}_6$ : 63 Vol. Schwefelsäure in Abrechnung, so findet sich der von 48 Aeq. der Metalle erfüllte Raum, wenn man vom Volum jener Carbonate  $14 + 44 = 58$  Volume, und vom Gesamtvolum der Sulfate  $14 + 63 = 77$  Volume abzieht. So ergibt sich für die Metalle in diesen Verbindungen:

$$48 \text{ Ca} = 90.09 - 58 = 32.09 \text{ Vol. im Arragonit;}$$

$$48 \text{ Sr} = 106.09 - 58 = 48.09 \text{ ,, ,, Strontianit;}$$

$$\text{,,} = 124.86 - 77 = 47.86 \text{ ,, ,, Coelestin;}$$

$$48 \text{ Ba} = 117.98 - 58 = 59.98 \text{ ,, ,, Witherit;}$$

$$\text{,,} = 137.48 - 77 = 60.48 \text{ ,, ,, Schwerspath.}$$

Wenn nun Calcium und Strontium hier einen halb so grossen Raum einnehmen, als im isolirten Zustande, so ist höchst wahrscheinlich dasselbe beim Barium der Fall. Demnach ist zu erwarten, dass 48 Aeq. freies Barium  $2 \times 60 = 120$  Volum erfüllen; dies ist aber dasselbe Verhältniss, was oben für das isolirte Metall aufgestellt ist, nämlich:  $2 \text{ Ba} = 5$  Volumen.

## Sechszehnte Gruppe. Wasserstoff.

50. *Wasserstoff*.  $H = 1$ . Da die Dichte des Wasserstoffs nur bei dem gebundenen Wasserstoff, nie beim festen oder liquiden isolirten Wasserstoff in Betracht kommt, so braucht in Betreff der Dichte des Wasserstoffs in seinen Verbindungen nur auf das beim Silber angemerkte verwiesen zu werden, wo gesagt ist, dass der Wasserstoff auf der ersten Stufe der Verdichtung ein gleiches Volum-Verhältniss darbietet, wie das Silber, nämlich 48 Aeq. = 54 Vol., wie die Chrysiden; in anderen Verbindungen finden wir die Dichte des Wasserstoffs 2, 4 oder 8mal grösser.

### Aequivalente und Volum-Verhältnisse.

Um die in den folgenden Berechnungen zu Grunde gelegten Aequivalente und Volum-Verhältnisse überblicken zu können, sind dieselben hier zusammengestellt. Wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, stützt sich die Berechnung des specif. Gewichtes der folgenden Metall-Verbindungen auf die Annahme eines constanten Volumens der eigentlichen Metalle in ihren Verbindungen; die dem Stickstoff und Phosphor sich anreihenden Arsenoiden, As, Sb und Bi, haben dagegen ebensowenig wie die Amphigene und Halogene ein solches constantes Volum. Die Metalle der Alkalien und der Erden (Al und Be) erleiden beim Eintritt in Verbindungen eine für jedes Metall dieser Gruppen bestimmte und bei allen Verbindungen gleich grosse Verdichtung; die schweren Metalle haben dagegen in ihren Verbindungen überall die nämliche Dichte, wie im isolirten Zustande. Bei den Elementen, die in ihren, betreffs der Dichte bisher untersuchten Verbindungen constantes Volum zeigen, ist angegeben, wieviel Volumina (à 9 C.-C) 48 Aequivalenten des Elementes in der Verbindung entsprechen.

	Aequiv.	48 Aeq. =		Aequiv.	48 Aeq. =
Aluminium . . . . .	Al = 13.75	28 Vol.	Jod . . . . .	J = 127	54 Vol.
Antimon . . . . .	Sb = 120	—	Iridium . . . . .	Ir = 99	24 „
Arsen . . . . .	As = 75	—	Kalium . . . . .	K = 39	60 „
Barium . . . . .	Ba = 68	60 „	Kobalt . . . . .	Co = 30	18 „
Beryllium . . . . .	Be = 7	32 „	Kohlenstoff . . . . .	C = 6	—
Blei . . . . .	Pb = 103.5	48 „	Kupfer . . . . .	Cu = 31.7	18 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> „
Bor . . . . .	Bo = 11	32 „	Lithium . . . . .	Li = 7	32 „
Brom . . . . .	Br = 80	—	Magnesium . . . . .	Mg = 12	24 „
Cadmium . . . . .	Cd = 56	36 „	Mangan . . . . .	Mn = 27	18 „
Calcium . . . . .	Ca = 20	32 „	Molybdän . . . . .	Mo = 48	28 „
Chlor . . . . .	Cl = 35.5	—	Natrium . . . . .	Na = 23	32 „
Chrom . . . . .	Cr = 26	18 „	Nickel . . . . .	Ni = 29	17 „
Eisen . . . . .	Fe = 28	19 „	Osmium . . . . .	Os = 99.5	24 „
Fluor . . . . .	Fl = 19	—	Palladium . . . . .	Pd = 53.3	24 „
Gold . . . . .	Au = 197	54 „	Phosphor . . . . .	P = 31	—

	<u>Aequiv.</u>	<u>48 Aeq. =</u>		<u>Aequiv.</u>	<u>48 Aeq. =</u>
Platin . . . . .	Pt = 98.75	24 Vol.	Tantal . . . . .	Ta = 68	32 Vol.
Quecksilber . . . . .	Hg = 100	37 $\frac{1}{3}$ „	Tellur . . . . .	Te = 64	— „
Sauerstoff . . . . .	O = 8	— „	Titan . . . . .	Ti = 25	— „
Schwefel . . . . .	S = 16	— „	Uran . . . . .	Ur = 60	17 „
Selen . . . . .	Se = 39.5	— „	Wasserstoff . . . . .	H = 1	— „
Silber . . . . .	Ag = 108	54 „	Wismuth . . . . .	Bi = 208	— „
Silicium . . . . .	Si = 14	32 „	Wolfram . . . . .	Wo = 92	28 „
Stickstoff . . . . .	N = 14	— „	Zink . . . . .	Zn = 32.6	24 „
Strontium . . . . .	Sr = 14	48 „	Zinn . . . . .	Sn = 59	43.2 „