Beiträge zu den Beziehungen zwischen eutropischen und isomorphen Substanzen.

Von

Johannes Behr in Jena.

Mit 4 Textfiguren.

Einleitung.

Aus einer Reihe von Arbeiten[1], welche in dem mineralogischen Institute der Universität Jena ausgeführt wurden und sich mit den Beziehungen der physikalischen Eigenschaften des Krystalls zu seinem chemischen Bestande beschäftigen, zieht Linck folgende Schlüsse:

I. Die directe Abhängigkeit der krystallographischen Eigenschaften einer Substanz von ihrem Moleculargewicht kommt am schärfsten zum Ausdruck, wenn man die Körper — Elemente und Verbindungen — nach dem periodischen System der Elemente anordnet und dann analog krystallisirte Körper miteinander vergleicht.

II. Analog krystallisirte Elemente einer Reihe oder Verbindungen, in denen ein gleichbleibender Rest je mit einem anderen Elemente einer Horizontalreihe des Mendelejeff'schen natürlichen Systems der Elemente verbunden ist, nach dem Atom- bezw. Moleculargewicht angeordnet, bilden nach allen ihren Eigenschaften qualitativ und quantitativ die gleiche Reihe.

[1] Linck, Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1896. **19**. 193 ff. und Groth's Zeitschr. f. Kryst. u. Mineral. 1896. **26**. 280 ff. — Eppler, ebenda. 1898. **30**. 118 ff. — Linck, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. **32**. 881 ff. und ebenda. **10**. 1900. **33**. 2284 ff.

III. Die Constanten, d. h. die zahlenmässigen Ausdrücke für die Eigenschaften können dabei entweder steigen oder fallen[1].

Diese Gesetzmässigkeit hat Linck als (katamere) Eutropie bezeichnet.

Während die Isomorphie verlangt:

bei analoger chemischer Zusammensetzung ähnliche geometrische und physikalische Eigenschaften der Krystalle,

erfordert die Eutropie:

bei gleichem Rest verbunden mit einem wechselnden Elemente einer Verwandtschaftsreihe des periodischen Systems ähnliche Krystallform und ähnliche, aber den Atom- bezw. Moleculargewichten äquivalent sich ändernde, geometrische, physikalische und chemische Constanten.

Das Linck'sche Rationalitätsgesetz, das er auch auf polymorphe Substanzen ausdehnte, fand seine Bestätigung durch eine Reihe von Untersuchungen.

Es ergab sich, dass

I. Bei eutropischen Reihen die Quotienten aus dem Krystallvolumen KV mal dem specifischen Gewicht D durch das Moleculargewicht M $\left[\frac{KV.D}{M} = Q\right]$ in einfachem rationalen Verhältniss stehen.

II. Bei polymorphen Substanzen die Producte aus Krystallvolumen KV und specifischem Gewicht D in einfachem rationalen Verhältniss stehen[2].

An anderer Stelle[3] sprach Linck die Vermuthung aus, dass die Quotienten einer isomorphen Reihe

---

[1] Beispiel siehe Linck, Ueber die heteromorphen Modificationen des Phosphors und des Arsens, sowie des Einfach-Schwefeleisens. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1899. **32**. 881.

[2] Diese Thatsachen wurden von Muthmann nicht verstanden, cf. Ber. d. deutsch. chem. Ges. **33**. 1771, worauf von Seiten Linck's eine Richtigstellung ebenda. **33**. 2284 erfolgte und deshalb ein weiteres Eingehen darauf erübrigt wird.

[3] Linck, Die Beziehungen zwischen den geometrischen Constanten eines Krystalls und dem Moleculargewicht seiner Substanz. Groth's Zeitschr. f. Kryst. **26**. 296.

wahrscheinlich auch in einfachem Verhältnisse zu einander stehen. Dies an einer Reihe zu untersuchen, habe ich auf seine Anregung hin unternommen. Es wurden hierzu die Pb-Salze im Verhältniss zu der eutropischen Reihe der Ca-, Sr-, Ba-Salze ausgewählt.

Untersuchungen.

1. Specifisches Gewicht[1].

Zunächst war es erforderlich, die specifischen Gewichte der in Betracht kommenden Substanzen festzustellen.

Von den vielen zur Bestimmung des specifischen Gewichtes angegebenen Methoden — vergl. die Literaturzusammenstellung im Anhang — schienen mir, da ich wenige gute Krystalle zur Verfügung hatte, folgende am geeignetsten:

1. Die Bestimmung mit dem Pyknometer,
2. die Zehnder'sche Methode,
3. die mit dem Oberbeck'schen Volumenometer,
4. die mit Hilfe von schweren Flüssigkeiten.

Nach einer grossen Reihe von Untersuchungen stellte sich aber heraus, dass die Resultate, welche nach den Methoden 1—3 gewonnen wurden, keinen Anspruch auf allzugrosse Genauigkeit machen konnten.

Der Grund hierfür lag darin, dass mir nur kleine Mengen brauchbaren Materials zur Verfügung standen. Es wurde infolge dessen versucht, das specifische Gewicht durch die sogen. Schwebemethode festzustellen. Als schwere Flüssigkeit wurde, da wasserlösliche Krystalle in Betracht kamen, Methylenjodid gewählt. Aus den selbst gezüchteten Krystallen wurden die reinsten ausgelesen und u. d. M. auf Einschlüsse hin in der sorgfältigsten Weise geprüft. So erhielt ich für meine Gewichtsbestimmungen ein sehr einwandfreies Ausgangsmaterial.

Anfangs verwendete ich nun einen Harada'schen Trennungsapparat und verdünnte durch tropfenweises Zusetzen von Benzol das Methylenjodid unter fleissigem Umschütteln

[1] s. die Literaturübersicht am Schlusse der Arbeit.

$Sr(NO_3)_2$.

Nummer des Versuches	Anzahl der verwendet. Krystalle	Bemerkung über die Lage der Krystalle	Temperatur	D	D corrigirt
I.	40	Die Krystalle schweben zum grössten Theil	20°	2,9963	2,9887
II.	40	Desgl.	13	2,9852	2,9810
III.	15	a) Von den Krystallen schweben einige, die anderen liegen am Boden. D = 2,9940	20	2,9940	2,9863
		b) Einige schweben, andere schwimmen . . . . . D = 2,9960			
		c) Alle Krystalle schweben . D = 2,9950			
		d) zwei Krystalle liegen am Boden, die anderen schweben . . . . . D = 2,9948			
		e) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,9901			
IV.	3	a) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,9896	15	2,9915	2,9871
		b) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,9908			
		c) Die Krystalle schweben . D = 2,9934			
		d) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,9899			

Aus den Wägungen III. und IV. wurden die Mittelwerthe genommen. Bei dem Versuch IV. wurde dabei aber das Resultat b) und d) ausgeschaltet, da die untere Grenze durch den Werth für a) gegeben war.

Berechnet man aus den corrigirten Werthen für D das Mittel, so ergiebt als specifisches Gewicht von $Sr(NO_3)_2$

$$D = 2,99577.$$

so weit, bis von den etwa dreissig schwimmenden Krystallen einer zu Boden fiel. Die Lösung wurde jetzt in ein zweites Gefäss gegossen und ihr specifisches Gewicht mit der Westphal'schen Wage festgestellt. Wie sich aber nach wiederholten Versuchen zeigte, waren die erhaltenen Resultate nicht zuverlässig. So schwankte z. B. das specifische Gewicht des Strontiumnitrats $Sr(NO_3)_2$ bei fünf Bestimmungen von je 30 Krystallen um 0,1511. Diese so wenig constanten Werthe mochten wohl daher kommen, dass einerseits beim Umschütteln des Harada'schen Trennungsapparates sich sehr kleine Luftbläschen an die Krystalle hefteten und andererseits

$Ba(NO_3)_2$.

Nummer des Versuches	Anzahl der verwendet. Krystalle	Bemerkung über die Lage der Krystalle	Temperatur	D	D corrigirt
I.	20	a) Von den Krystallen liegt einer am Boden, die anderen schweben D = 3,252	14°	3,2504	3,2454
		b) Drei Krystalle liegen am Boden, die anderen schweben . . . . . D = 3,2492			
		c) Mehrere Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 3,2474			
		d) Alle Krystalle schweben D = 3,2531			
II.	40	a) Alle Krystalle schweben D = 3,2544	13	3,2488	3,2446
		b) Der grösste Theil liegt am Boden . . . . . D = 3,2445			
		c) Vier Krystalle liegen am Boden, die anderen schweben . . . . . D = 3,2477			
III.	10	a) Ein Krystall liegt am Boden, sieben schweben, zwei schwimmen . . . . D = 3,2322	15	3,2455	3,2400
		b) Die Krystalle schweben zum Theil, theils schwimmen sie . . . . . D = 3,2518			
		c) Zwei Krystalle schweben, die anderen schwimmen . D = 3,2484			
		d) Die Krystalle schweben theils, theils schwimmen sie . . . . . D = 3,2498			
IV.	5	a) Von den Krystallen schweben zwei, drei liegen am Boden . . . . . D = 3,2485	14	3,2481	3,2400
		b) Die Krystalle schweben . D = 3,2497			
		c) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 3,2460			

Aus den für D corrigirten Werthen ergiebt sich als Mittelwerth für das specifische Gewicht von $Ba(NO_3)_2$

$$D = 3{,}2435.$$

beim Umgiessen der Lösung von einem Gefäss in das andere Benzol verdunstete. Diesen Übelständen suchte ich dadurch abzuhelfen, dass ich höchstens nur 5—10 Krystalle zu einer Bestimmung benutzte und statt des Harada'schen Trennungs-

$CaS_2O_6 + 4H_2O$.

Nummer des Versuches	Anzahl der verwendet. Krystalle	Bemerkung über die Lage der Krystalle	Temperatur	D	D corrigirt
I.	20	a) Von den Krystallen liegt einer am Boden, die anderen schweben und schwimmen theils . . . D = 2,1786	18°	2,1789	2,1745
		b) Es liegt ein Krystall am Boden, der grösste Theil schwimmt, einige schweben . . . . . D = 2,1792			
II.	3	a) Die Krystalle schwimmen gerade noch . . . . . D = 2,1776	12	2,1777	2,1742
		b) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,1773			
		c) Die Krystalle schweben . D = 2,1783			
III.	5	a) Die Krystalle schweben . D = 2,1770	12	2,1760	2,1736
		b) Die Krystalle liegen am Boden, zwei schweben . D = 2,1764			
		c) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,1747			
IV.	5	Die Krystalle schweben . . D = 2,1783	12	2,1783	2,1759
V.	5	a) Die Krystalle schweben . D = 2,1787	12	2,1761	2,1738
		b) Die Krystalle fallen gerade noch zu Boden . . D = 2,1740			
		c) Ein Krystall liegt zu Boden, die anderen schweben . . . . . D = 2,1760			

Aus vorstehender Tabelle ergiebt sich als Mittelwerth für das specifische Gewicht von $CaS_2O_6 + 4H_2O$

D = 2,1744.

trichters einen Glascylinder verwendete, so dass das Schütteln der Lösung durch längeres Umrühren ersetzt werden konnte. Auf diese Weise war es nicht nöthig, die Lösung umzugiessen, und Schwankungen in der Temperatur und im specifischen Gewichte konnten während der ganzen Manipulation leichter beobachtet werden. Um die Genauigkeit der Werthe für D noch zu steigern, wurde der Versuch gemacht, die Grenzwerthe zu ermitteln, d. h. es wurde die obere und die untere Grenze bestimmt, zwischen denen das gesuchte specifische Gewicht lag. Es wurde dabei in folgender Weise verfahren: Die zur

$SrS_2O_6 + 4H_2O$.

Nummer des Versuches	Anzahl der verwendet. Krystalle	Bemerkung über die Lage der Krystalle	Temperatur	D	D corrigirt
I.	10	a) Alle Krystalle fallen gerade zu Boden D = 2,3740	15°	2,3760	2,3733
		b) Einige schweben, einige schwimmen . . . . . D = 2,3786			
		c) Alle schweben . . . . . D = 2,3765			
		d) Alle schweben . . . . . D = 2,3760			
		e) Ein Krystall ist zu Boden gefallen, die anderen schweben . . . . . D = 2,3750			
II.	7	a) Fünf Krystalle schweben D = 2,3794	14	2,3785	2,3751
		b) Drei Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,3776			
III.	8	a) Alle Krystalle schwimmen gerade noch . . . . . D = 2,3825	14	2,3787	2,3753
		b) Fünf Krystalle schweben D = 2,3788			
		c) Alle Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,3735			
		d) Alle Krystalle schweben D = 2,3803			
IV.	10	a) Drei Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,3766	14	2,3772	2,3738
		b) Die Krystalle schweben . D = 2,3779			
V.	3	a) Zwei Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,3751	16	2,3772	2,3732
		b) Die Krystalle schwimmen D = 2,380			
		c) Die Krystalle schweben . D = 2,3772			
		d) Zwei Krystalle liegen am Boden, einer schwebt . . D = 2,3757			
		e) Die Krystalle schwimmen D = 2,3799			
		f) Die Krystalle schwimmen gerade noch . . . . . D = 2,3797			
		g) Die Krystalle schweben . D = 2,3764			
		h) Die Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,3740			
VI.	2	a) Beide Krystalle schweben D = 2,3787	16	2,3766	2,3725
		b) Beide Krystalle liegen am Boden . . . . . D = 2,3724			

Aus den corrigirten Werthen für D ergiebt sich von $SrS_2O_6 + 4H_2O$ als Mittel

D = 2,3737.

$PbS_2O_6 + 4H_2O$.

Nummer des Versuches	Anzahl der verwendet. Krystalle	Bemerkung über die Lage der Krystalle	Temperatur	D	D corrigirt
I.	10	Drei Krystalle schweben, die anderen fallen zu Boden . . . . D = 3,2414	18°	3,2414	3,2343
II.	10	Alle Krystalle schweben . . D = 3,2464	17	3,2464	3,2399
III.	10	a) Alle Krystalle fallen zu Boden . . . . . D = 3,239	13	3,2438	3,2408
		b) Mehrere liegen am Boden D = 3,2442			
		c) Alle Krystalle schweben D = 3,2474			
		d) Die Krystalle schweben theils, theils liegen sie am Boden . . . . . D = 3,2448			

Aus obiger Tabelle ergiebt sich für $PbS_2O_6 + 4H_2O$

D = 3,2383.

Prüfung ausgewählten Krystalle wurden in das Methylenjodid gebracht und die Lösung durch Benzol so weit verdünnt, bis das specifische Gewicht der Krystalle nur noch ganz wenig kleiner war wie das der Lösung. Jetzt wurde die erste Bestimmung von d (specifisches Gewicht der Lösung) mit der Westphal'schen Wage ausgeführt. Hierauf wurde die Verdünnung mit Benzol fortgesetzt, bis ein oder mehrere Krystalle im Methylenjodid zu schweben anfingen. Hier wurde eine abermalige Ablesung mit der Wage vorgenommen. Indem die Untersuchung in dieser Weise fortgesetzt wurde, war auch bald die unterste mögliche Grenze des specifischen Gewichtes festgelegt. Für jedes Salz wurden diese Bestimmungen wiederholte Male ausgeführt und zu jedem einzelnen Versuch fand neues Material Verwendung. Der Mittelwerth jeder Wägung wurde auf Wasser von 4° C. und den luftleeren Raum reducirt.

So erhielt ich aus mehreren Beobachtungen gute, brauchbare Resultate, indem aus den erhaltenen Mittelwerthen der Durchschnitt der weiteren Betrachtung zu Grunde gelegt wurde.

Nach dieser Methode wurden die specifischen Gewichte von $Sr(NO_3)_2$, $Ba(NO_3)_2$, $CaS_2O_6 + 4H_2O$, $SrS_2O_6 + 4H_2O$, $PbS_2O_6 + 4H_2O$ bestimmt.

Die vorstehenden Tabellen enthalten die Resultate.

Es erschien nothwendig, auch das specifische Gewicht von $Pb(NO_3)_2$, $SrBr_2O_6 + H_2O$, $BaBr_2O_6 + H_2O$ und $PbBr_2O_6 + H_2O$ neu zu bestimmen. Es ist aber grösser als dasjenige des Methylenjodids. Ich folgte daher der von Retgers[1] vorgeschlagenen Methode, die zu untersuchenden Krystalle in einen hufeisenförmig gebogenen dünnen Glasschwimmer zu klemmen. Dann berechnet sich das specifische Gewicht (d_1) nach der von Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie. II. Aufl. 1. 225 vorgeschlagenen Weise folgendermaassen; es ist:

$$d_1 = \frac{g_1 D}{g + g_1 - D \cdot v},$$

worin g das absolute Gewicht des Schwimmers, g_1 das absolute Gewicht der zu untersuchenden Substanz, d das specifische Gewicht des Schwimmers, D das specifische Gewicht von Schwimmer und Substanz und $v = \frac{g}{d}$ bedeutet. Die Glasschwimmer aber haben doch mancherlei Nachtheile. Einmal brechen sie sehr leicht, wenn man den Krystall festklemmen will, auseinander, und dann ist es auch sehr schwierig, einen Krystall mit kleinen Flächen oder einen Krystallsplitter für die Zeit der Operation an den Schwimmer zu befestigen. Auf eine Anregung des Herrn Professors Linck hin ersetzte ich diese Glasschwimmer durch Glasröhrchen, wie sie in der organischen Chemie zur Bestimmung des Schmelzpunktes Verwendung finden. In diese Röhrchen, die ich bis auf 10—12 mm verkürzte, brachte ich den Krystall, dessen absolutes Gewicht zuvor festgestellt worden war, und verhinderte sein Herausgleiten dadurch, dass ich das Röhrchen an beiden Enden über einer Spiritusflamme wenig zuzog (s. Fig. 1 p. 146). Von dieser Combination bestimmte ich jetzt das specifische Gewicht und berechnete das des Krystalls nach der oben angeführten Methode. Bei diesem Verfahren, das nach einiger Übung recht gute Resultate lieferte, mussten besonders zwei Dinge beobachtet werden. Erstens durfte das absolute Gewicht des Röhrchens im Verhältniss zu dem des Krystalls kein zu grosses sein — die besten Werthe erhält man, wenn man das Verhältniss zwischen Schwimmer und Substanz so einrichtet, dass die Combination ein specifisches Gewicht hat,

[1] Zeitschr. f. phys. Chemie. 1889. 4. 189.

I. $Pb(NO_3)_2$.

Nachstehende Tabelle ergiebt als Mittel aus den corrigirten Werthen für das specifische Gewicht **D = 4,5453**. — Der Versuch No. 2 musste bei dieser Berechnung mit Rücksicht auf Ungenauigkeiten ausgeschaltet werden.

No. des Versuches	Absolutes Gewicht des Krystalls g_1	Absolutes Gewicht des Schwimmers g	Specifisch. Gewicht des Schwimmers d	Temperatur C.°	Specifisches Gewicht von Schwimmer + Krystall: a) Bezeichnung der Lage		b) Mittelwerth D	Specifisch. Gewicht des Krystalls d_1	corrigirter Werth
	Gramm	Gramm							
1.	0,04623	0,1545	2,541	21,3	Sch. + K. schwimmen . . . . . s	= 2,8317	2,8299	4,564	4,5510
					schweben	= 2,8298			
					desgl.	= 2,8300			
					liegen am Boden	= 2,8287			
2.	0,0295	0,1540	2,541	21	Sch. + K. sinken langsam zu Boden s	= 2,7295	2,7308	4,4754	
					schwimmen gerade noch .	= 2,7340			
					liegen am Boden	= 2,7290			
3.	0,0510	0,1224	2,5186	21	Sch. + K. schweben . . . . . s	= 2,8871	2,8931	4,559	4,5458
					schwimmen	= 2,9052			
					fallen langsam zu Boden	= 2,8788			
					schwimmen eben noch . .	= 2,9013			
4.	0,0562	0,1481	2,5186	22	Sch. + K. schwimmen . . . . . s	= 2,8747	2,8649	4,5538	4,5397
					schweben	= 2,8628			
					fallen langsam zu Boden	= 2,8572			
5.	0,048	0,0505	2,5186	23	Sch. + K. schwimmen . . . . . s	= 3,2104	3,2093	4,5545	4,5449
					fallen zu Boden	= 3,2034			
					schwimmen	= 3,2176			
					fallen langsam zu Boden	= 3,2070			
					schweben	= 3,2081			

II. $SrBr_2O_6 + H_2O$.

Aus den auf Wasser von 4° C. und den luftleeren Raum reducirten Werthen ergiebt sich als Mittelwerth für das spec. Gew. **D = 3,778.**

1.	0,0372	0,1367	2,5190	21	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,7150	2,7138	3,791	3,780
						schweben	= 2,7136			
						fallen zu Boden	= 2,7128			
2.	0,0299	0,1423	2,5190	22	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,6756	2,6746	3,7865	3,775
						schweben	= 2,6744			
						liegen am Boden	= 2,6738			
3.	0,0351	0,1284	2,5190	20	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,7150	2,7143	3,7897	3,7782
						schweben	= 2,7144			
						fallen zu Boden	= 2,7135			

III. $BaBr_2O_6 + H_2O$.

Als Mittelwerth für das spec. Gew. ergiebt sich aus nachstehender Tabelle **D = 4,253.**

1.	0,0341	0,1283	2,5188	22	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,7569	2,7558	4,2657	4,2526
						schweben	= 2,7554			
						fallen	= 2,7550			
2.	0,0523	0,1172	2,5188	22	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,8841	2,8832	4,2656	4,2524
						schweben	= 2,8835			
						fallen	= 2,8820			
3.	0,0421	0,1203	2,5188	22	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,8190	2,8182	4,2679	4,2547
						schweben	= 2,8185			
						fallen	= 2,8172			

IV. $PbBr_2O_6 + H_2O$.

Aus nachstehender Tabelle ergiebt sich für das spec. Gew. als Mittelwerth: **D = 5,5327.**

1.	0,0312	0,1213	2,5112	18	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,8286	2,8277	5,5457	5,5328
						schweben	= 2,8279			
						fallen	= 2,8265			
2.	0,0352	0,1401	2,5110	20	Sch. + K.	schwimmen . . . . . s	= 2,8223	2,8211	5,5475	5,5326
						schweben	= 2,8209			
						fallen	= 2,8200			

das wenig niedriger ist als das der umgebenden Flüssigkeit — und zum anderen musste das Röhrchen wiederholt aus der Lösung herausgenommen werden, um im Innern dieselbe Concentration des Methylenjodids zu erzielen, wie in der Umgebung.

Die so erhaltenen Resultate werden in den vorstehenden Tabellen (p. 144 und 145) dargestellt.

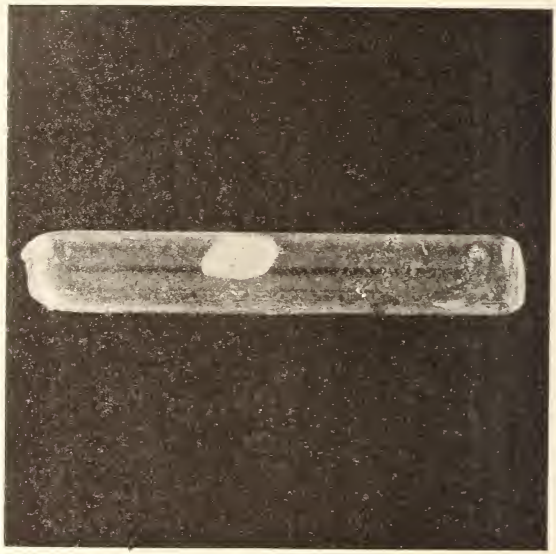

Fig. 1. Vergrösserung 4 ×.

Da es von Interesse sein dürfte, die neu bestimmten Werthe für die specifischen Gewichte mit den bisher bekannten zu vergleichen, gebe ich nachfolgende Zusammenstellung.

Es wurde bestimmt für:

1. $Sr(NO_3)_2$.

A. Von dem Verf.	B. Von anderen Autoren.	
2,99577.	2,704	Playfair und Joule X. 2. 401[1].
	2,805	Buignet VII. 14. 15.
	2,857	Filhol VIII. 21. 415.
	2,8901	Karsten VI. 65. 394.
	2,9149	Hassenfratz VIII. 28. 3.
	2,962	Schröder V. 106. 226 (bez. auf H_2O von 3,9°).
	2,980	Favre u. Valson IX. 77. 579 (bei 16°).

[1] Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Literaturangabe am Ende der Arbeit.

2. $Ba(NO_3)_2$.

A. Von dem Verf.	B. Von anderen Autoren.	
3,2435.	3,0061	Hassenfratz VIII. 28. 3.
	3,1848	Karsten VI. 65. 394.
	3,200	Filhol VIII. 21. 415.
	3,208	Schröder V. 106. 226.
	3,22	Brügelmann II. 17. 2359.
	3,222—3,228	Kremers VII. 5. 15 und 10. 67.
	3,241	Schröder, V. 106. 226.
	3,244	Retgers[1], III. 4. 197.
	3,245	Eppler I. 30. 180 (bei 19°).
	3,284	Playfair und Joule X. 2. 401.
	3,404	Buignet VII. 14. 15.

3. $Pb(NO_3)_2$.

A. Von dem Verf.	B. Von anderen Autoren.	
4,5449.	4,235	Buignet VII. 14. 15.
	4,3	Ditte II. 15. 1438 (bei 0°).
	4,340	Kopp VII. 8. 44.
	4,3998	Karsten VI. 65. 394.
	4,41	Holker XI. (3.) 27. 214 bei 15,5°.
	4,423—4,509	Schröder V. 106. 26.
	4,472	Playfair und Joule X. 2. 401 bei 3,9°.
	4,476	Eppler I. 30. 180 bei 15°.
	4,531	Retgers III. 4. 201 bei 22°.
	4,581	Filhol VIII. 21. 415.
	4,769	Breithaupt VI. 68. 291.

4. $CaS_2O_6 + 4H_2O$.

A. Von dem Verf.	B. Von Topsöe	
2,1744.	2,180	V. Ergzbd. VI.

5. $SrS_2O_6 + 4H_2O$.

A. Von dem Verf.	B. Von Topsöe	
2,3737.	2,373	V. Ergzbd. VI.

6. $PbS_2O_6 + 4H_2O$.

A. Von dem Verf.	B. Von Sénarmont	
3,2383.	3,245	VIII. 33.

[1] Eppler citirt aus Versehen den Werth, den Retgers für das Chlorbaryum gefunden hat.

7. $SrBr_2O_6 + H_2O$.

A. Von dem Verf.	B. Von Topsöe	
3,778.	3,773	IV. 4. 76.

8. $BaBr_2O_6 + H_2O$.

A. Von dem Verf.	B. Von anderen Autoren.	
4,253.	3,82	Topsöe IV. 4. 76.
	4,195	Eppler I. 30. 180.

9. $PbBr_2O_6 + H_2O$.

A. Von dem Verf.	B. Von Eppler	
5,5327.	5,572	I. 30. 181.

2. Neue krystallographische Untersuchungen.

Einer erneuten krystallographischen Untersuchung wurden die Salze $SrBr_2O_6 + H_2O$, $BaBr_2O_6 + H_2O$, $PbBr_2O_6 + H_2O$ unterzogen, da an den zur specifischen Gewichtsbestimmung gezüchteten Krystallen einige neue Formen beobachtet wurden.

1. Bromsaures Strontium.

$SrBr_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: monoklin.

$a : b : c = 1{,}1612 : 1 : 1{,}2356.$
$\beta = 87^0\,22'.$

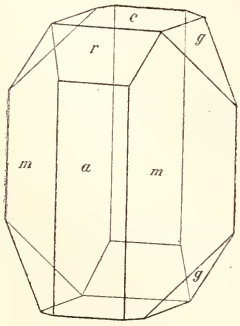

Fig. 2.

Die Krystalle aus heisser, ursprünglich verdünnter Lösung sind durchsichtig bis durchscheinend, aus heisser concentrirter Lösung scheiden sich bei schnellem Abkühlen weisse, undurchsichtige Krystalle aus. Brauchbare Krystalle lassen sich ohne grosse Schwierigkeit züchten.

Die Reflexe waren gut.

Die Dimensionen der untersuchten Individuen waren ca. 1 : 1 : 4 mm.

Beobachtete Formen:

$c = 0P\ \{001\}$; $r = -P\overset{|}{\infty}\ \{101\}$; $g = P\overset{\backslash}{\infty}\ \{011\}$; $a = \infty P\overset{|}{\infty}\ \{100\}$; $m = \infty P\ \{110\}$. (Fig. 2.)

Folgende Winkel wurden

	Behr		Rammelsberg	
	gemessen	berechnet	gemessen	berechnet
(011) : (0$\bar{1}$1) =	101° 58′ *	—	101° 45′ *	—
($\bar{1}\bar{1}$0) : (1$\bar{1}$0) =	81 24 *	—	81 20 *	—
(011) : ($\bar{1}$10) =	55 17 *	—	—	—
(100) : (001) =	87 56	87° 22′	89 00 *	—
(101) : (100) =	42 40	41 59	—	42° 58′
($\bar{1}$00) : (011) =	91 13	91 39	—	—
(101) : (011) =	63 41	63 46	—	—
(011) : (110) =	52 57	52 37	—	—
(110) : (101) =	60 43	60 59	—	—

2. Bromsaures Baryum.

$Ba\,Br_2\,O_6 + H_2\,O$.

Der Winkel β wächst von dem Ca-Salz zum analogen Sr-Salz. Würde man nun das Ba-Salz so aufstellen, dass die b-Axe nach vorn geneigt ist, so würde der Winkel β fallen. Dies aber widerspräche dem Gesetze der Eutropie. Es steigt, wie schon Eppler[1] nachgewiesen hat, der Winkel β auch zum Ba-Salz, und zwar über 90° hinaus, so dass die b-Axe nach hinten geneigt erscheint.

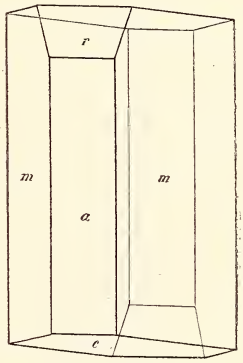

Fig. 3.

Krystallsystem: monoklin.

$a : b : c = 1{,}1382 : 1 : 1{,}3717.$
$\beta = 93^0\,8'.$

Die Krystalle zeigen Seidenglanz und sind meist weiss getrübt. In der Richtung der c-Axe sind sie gestreckt. Ihre Dimensionen sind 1 : 1 : 3 mm.

Beobachtete Formen:

$c = 0P\,\{001\}$; $r = -P\overset{1}{\infty}\,\{101\}$; $m = \infty P\,\{110\}$; $a = \infty P\overset{1}{\infty}\,\{100\}$. (Fig. 3.)

Folgende Winkel wurden von

	Behr		Eppler		Marignac		Rammelsberg
	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.
(101) : (001) =	48° 28′ *	—	—	—	—	131° 59′	—
(001) : ($\bar{1}$00) =	86 52 *	—	—	—	93° 10′	93 2	—
($\bar{1}\bar{1}$0) : ($\bar{1}$10) =	82 8 *	—	82° 24′ *	—	82 10 *	—	82° 10′
(110) : (101) =	61 42	61° 57′	60 26	60° 30′	61 58	62 14	—
($\bar{1}$10) : (001) =	87 1	87 56	—	—	—	—	—

[1] Zeitschr. f. Kryst. 1889. **30**. 180.

3. Bromsaures Blei.

$PbBr_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: monoklin.

$$a : b : c = 1{,}1619 : 1 : 1{,}2145.$$
$$\beta = 87^0\,42'.$$

Die Krystalle sind völlig durchsichtig, besitzen Diamantglanz und geben auf allen Flächen sehr gute Reflexe. In der Richtung der c-Axe sind sie ca. 1 mm, in der Richtung der a- und b-Axe etwa 5 mm gross.

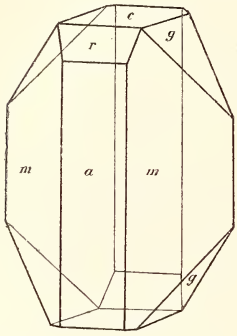

Fig. 4.

Da das Bleisalz mit den analogen Ca-, Sr-, Ba-Salzen nicht eutropisch ist, so liegt kein Grund vor, von der sonst üblichen Aufstellungsweise monokliner Krystalle abzuweichen.

Gemessen wurden fünf Krystalle und aus den gemessenen Winkeln die Mittelwerthe genommen.

Beobachtete Formen:

$a = \infty P\overset{|}{\infty}$ {100}; $m = \infty P$ {110}; $r = -P\overset{|}{\infty}$ {101}; $g = P\overset{\backslash}{\infty}$ {011}; $b = \infty P\overset{\backslash}{\infty}$ {010}. (Fig. 4.)

Folgende Winkel wurden von

	Behr		Eppler	
	gemessen	berechnet	gemessen	berechnet
(100) : (110) =	49°15′*	—	—	—
(110) : (011) =	53 3 *	—	52°58′	—
(011) : (0$\bar{1}$1) =	101 0 *	—	—	—
(100) : (101) =	42 41	42°38′	—	—
(110) : (101) =	61 17	61 18	—	—
(101) : (011) =	63 20	63 16	—	—
($\bar{1}$10) : (011) =	55 21	55 25	55 26	—

Die Brechungsexponenten für das Nitrat des Strontiums und Baryums wurden mit dem Abbe'schen Krystallrefractometer, für das Bleisalz nach der Methode der Minimumablenkung mittelst Prisma bestimmt. Als Prisma wurde der natürliche Winkel (111) : (001) = 54° 39′ benutzt. In der Tabelle giebt i den Ablenkungswinkel an.

Ich gebe in nachstehenden Tabellen die beobachteten Grenzwinkel der Totalreflexion i für Li-, Na- und Tl-Licht

Tabelle I.

Chemischer Bestand	D	Behr i Li[1]	Behr i Na	Behr i Tl	Behr n Li	Behr n Na	Behr n Tl	Eppler n Li	Eppler n Na	Eppler n Tl	Behr Dispersion $n_{Tl}-n_{Li}$
$Sr(NO_3)_2$	2,9857	57° 24′ 30″	57° 8′	56° 50′ 30″	1,5831	1,5878	1,5923	—	1,5667	—	0,0092
$Ba(NO_3)_2$	3,2435	56 25 —	56 9	55 49 —	1,5655	1,5699	1,5735	1,5696	1,5717	—	0,0079
$Pb(NO_3)_2$	4,5453	54 18 —	55 17	56 8 —	1,7733	1,7843	1,7933	—	1,7820		0,0200

Tabelle II.

Chemischer Bestand	$CaS_2O_6 + 4H_2O$				$SrS_2O_6 + 4H_2O$				$PbS_2O_6 + 4H_2O$			
Spec. Gewicht	2,1744				2,3737				3,2383			
	ω		ε		ω		ε		ω		ε	
	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n	i	n
Li	55° 24′	1,5468	54° 50′	1,5362	54° 11′	1,5238	54° 1′	1,5207	60° 5′	1,6288	61° 9′	1,6460
Na	55 3	1,5494	54 30	1,5390	53 53	1,5271	53 38	1,5222	59 46	1,6322	60 53	1,6515
Tl	54 40	1,5517	54 11	1,5424	53 28	1,5284	53 17	1,5254	59 29	1,6387	60 36	1,6572
Dispersion $n_{Tl}-n_{Li}$ . .		0,0049		0,0062		0,0046		0,0047		0,0099		0,0112

[1] Zur Erzeugung einer langanhaltenden homogenen Lichtquelle, die besonders für Li- und Tl-Licht erwünscht ist, wurde der von Prof. Linck construirte, von W. C. Heraeus in Hanau fabricirte Apparat mit grossem Vortheil verwendet (Preis Mk. 3.50).

und die hieraus berechneten Brechungsexponenten. Zum Vergleich sind in Tabelle I die Eppler'schen Resultate daneben gestellt. Die letzte Rubrik giebt die Dispersionsverhältnisse an.

Wie aus der Tabelle I ersichtlich ist, fallen bei den eutropischen Salzen $Sr(NO_3)_2$ und $Ba(NO_3)_2$ die Werthe für die Brechungsexponenten in entgegengesetzter Richtung wie die für die specifischen Gewichte und steigen nicht, wie bisher angenommen wurde, vom Sr- zum Ba-Salz.

Die Brechungsexponenten der Dithionate sind schon von Topsöe und Christiansen[1] bestimmt. Da ich aber aus dem von Th. Schuchardt in Görlitz gelieferten Material sehr brauchbare Krystalle erhielt, wiederholte und ergänzte ich diese Bestimmungen. Auch bei diesen Salzen fallen, wie aus Tabelle II ersichtlich ist, die Werthe für die Brechungsexponenten für das Calcium- und Strontiumsalz in entgegengesetzter Richtung, wie die der specifischen Gewichte.

Die eutropischen Beziehungen.

In den folgenden Zusammenstellungen werde ich mich darauf beschränken, nur die für uns wichtigen Daten der Axenverhältnisse und der specifischen Gewichte anzugeben. da alle anderen Constanten sich mit ausführlicher Literaturangabe in der Eppler'schen Arbeit finden.

Die Moleculargewichte sind auf O = 16 bezogen und der neuesten Zusammenstellung der Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft entnommen.

I. Die Carbonate.

Chemischer Bestand	Axenverhältniss rhombisch a : b : c	KV	D	D.KV	M	$Q = \frac{D.KV}{M}$	Verhältnisszahlen	Abweichung von der Rationalität gegenüber dem Ca-Salz pro mille
$CaCO_3$	1 : 1,6056 : 1,1572	1,858	2,95	5,480	100,0	0,05480	12	
$SrCO_3$	1 : 1,6423 : 1,1885	1,952	3,714	7,250	147,6	0,04912	11 (10,856)	— 22,60
$BaCO_3$	1 : 1,681 : 1,2461	2,096	4,32	9,028	197,4	0,04573	10 (10,013)	+ 1,31
$PbCO_3$	1 : 1,6077 : 1,1524	1,863	6,60	12,237	2,669	0,04584	10 (10,037)	+ 3,70

[1] Pogg. Ann. Suppl. 6. 528.

Das Ca-, Sr-, Ba-Salz bilden eine gute eutropische Reihe; wie die Tabelle zeigt, steigen im Sinne der Moleculargewichte die Werthe für die b- und c-Axe und die specifischen Gewichte. Es müssen also nach den bisherigen Erfahrungen die Quotienten Q in einfachem, rationalem Verhältniss zu einander stehen. Die Abweichung von der Rationalität gegenüber dem Ca-Salz beträgt bei dem Ba-Salz nur + 1,31 pro mille, bei Sr-Salz freilich — 22,60 pro mille. Diese starke Schwankung hat ihren Grund in der Ungenauigkeit des specifischen Gewichtes, und ich werde Gelegenheit nehmen, in einer eingehenderen Untersuchung des Strontianit darüber zu berichten.

Berechnen wir nun auch Q für das analoge Bleisalz, so zeigt sich, dass sich $Q_{Pb} : Q_{Ca}$ verhält wie 10,037 : 12, der Fehler mithin nur + 3,70 pro mille beträgt.

II. Die Sulfate.

Chemischer Bestand	Axenverhältniss rhombisch a : b : c	KV	D	D.KV	M	$Q = \frac{D.KV}{M}$	Verhältnisszahlen	Abweichung von der Rationalität gegenüber dem Sr-Salz pro mille
$SrSO_4$	0,7789 : 1 : 1,2800	0,9970	3,946[1]	3,934	183,66	0,021421	26	
$BaSO_4$	0,8152 : 1 : 1,3136	1,0708	4,486	4,8037	233,46	0,020576	25 (24,974)	— 1,020
$PbSO_4$	0,7852 : 1 : 1,2894	1,0124	6,20	6,2771	302,96	0,020719	25 (25,147)	+ 5,88

Wie schon Linck und Eppler gezeigt haben, ist Anhydrit [$CaSO_4$] mit Cölestin und Schwerspath nicht eutropisch. Die Abweichungen von der Rationalität gegenüber dem Sr-Salz sind sowohl bei $BaSO_4$, wie bei $PbSO_4$ sehr geringe.

III. Die Dithionate.

Diese Salze krystallisiren hexagonal trapezoëdrisch-tetardoëdrisch, ausgenommen das Ba Salz, das in monoklinen

[1] Ich bestimmte das specifische Gewicht von Cölestin aus dem Zechstein von Gembeck in Waldeck mittelst Pyknometer. Die Analyse dieses Vorkommens, ausgeführt vom chemischen Laboratorium der Kgl. geologischen Landesanstalt und Bergakademie Berlin, ergab CaO weniger als 0,01 % und BaO = 0,197 %. Herrn Bergbaubeflissenen Kipper aus Bonn danke ich auch an dieser Stelle für das mir überlassene Material.

Dithionate.

Chemischer Bestand	Axenverhältniss a : c	K V	D	D . K V	M	Q = D . K V / M	Verhältnisszahlen	Abweichung von der Rationalität gegenüber dem Ca-Salz pro mille
$CaS_2O_6 + 4H_2O$.	1 : 1,500	1,500	2,1744	3,2616	272,20	0,011982	30	
$SrS_2O_6 + 4H_2O$.	1 : 1,5024	1,5024	2,3737	3,5662	319,80	0,011151	28 (27,921)	— 1,883
$BaS_2O_6 + 4H_2O$.	monoklin a : b : c = 1 : 081866 : 0,92296 β = 85° 44′	0,7535	3,058	2,3042 $\frac{5}{3}$ = 3,8405	369,6	0,0103905	26 (26,015)	+ 0,628
$PbS_2O_6 + 4H_2O$.	1 : 1,4696	1,4696	3,2383	4,7589	439,10	0,010838	27 (27,135)	+ 5,997

Bromsaure Salze.

Chemischer Bestand	Axenverhältniss a : b : c	β	K V	D	D . K V	M	Q = D . K V / M	Verhältnisszahlen	Abweichung von der Rationalität gegenüber dem Ca-Salz pro mille
$CaBr_2O_6 + H_2O$.	1,2046 : 1 : 1,0839	82° 6′	0,64665	3,329	2,1527	313,94	0,006857	46	
$SrBr_2O_6 + H_2O$.	1,1612 : 1 : 1,2356	87 22	0,71663	3,778	2,7074	361,54	0,007484	50 (50,206)	+ 4,142
$BaBr_2O_6 + H_2O$.	1,1382 : 1 : 1,3717	93 8	0,77947	4,253	3,3152	411,34	0,008069	54 (54,131)	+ 2,478
$PbBr_2O_6 + H_2O$.	1,1619 : 1 : 1,2145	87 42	0,7050	5,5327	3,9558	480,84	0,008227	55 (55,189)	+ 3,525

Krystallen auftritt. Es wurde versucht, auch dieses Salz in einer entsprechenden Modification zu erhalten. Die Krystallisationsbedingungen wurden in der verschiedensten Weise variirt, aber alle Versuche waren ohne Erfolg, auch im Vacuum krystallisirte bei Kälte und Wärme ein monoklines Salz.

Somit wurde das monokline Salz in die Rechnung eingeführt, da ja, wie Linck a. a. O. gezeigt hat, bei polymorphen Modificationen die Werthe für K V . D in einfachem rationalen Verhältniss zu einander stehen. Als specifisches Gewicht ist die neueste Bestimmung von Clarke genommen. Nimmt man von dem für das monokline Salz gefundenen Werthe für K V . D $\frac{5}{3}$ als K V . D für die hexagonal krystallisirende Modification, so steht der Quotient zu dem des Calciumsalzes in dem Verhältniss 30 : 26 mit einem Fehler von 0,628 pro mille.

Von den hexagonalen Salzen wurden die specifischen Gewichte und die Brechungsexponenten neu bestimmt (s. o.). Hinsichtlich der übrigen Constanten sei auf die Arbeit von Eppler verwiesen.

Es zeigt sich auch bei dieser Gruppe, dass der Quotient des Pb-Salzes zu denen der analogen eutropischen Reihe in einfachem rationalen Verhältniss steht[1].

IV. Die bromsauern Salze.

Die Untersuchung dieser Salze, die von der chemischen Fabrik Merck in Darmstadt bezogen wurden, musste sich leider wegen Mangels an geeignetem Material auf die geometrische Messung und die specifische Gewichtsbestimmung des Sr-, Ba-, Pb-Salzes beschränken.

Der Quotient des Pb-Salzes steht, wie die Tabelle zeigt, zu denen der eutropischen Salze in einem einfachen rationalen Verhältniss mit einer Abweichung von nur + 3,525 pro mille.

---

[1] Bemerkt sei hier, dass das in der Eppler'schen Arbeit für das Bleisalz angegebene specifische Gewicht (p. 173) nicht 3,247, sondern 3,245, wie p. 157, sein muss. Ausserdem sind Eppler bei der Berechnung von D . K V und $Q = \frac{D . KV}{M}$ Rechenfehler untergelaufen. Auch der Quotient für das Sr-Salz muss umgeändert werden in 0,011181.

V. Die Nitrate.

Chemischer Bestand	Axenverhältniss 1 : 1 : 1 KV = 1	D	D.KV	M	$Q = \frac{D.KV}{M}$	Verhältnisszahlen	Abweichung von der Rationalität gegenüber dem Sr-Salz pro mille
$Ca(NO_3)_2$	1	2,644	2,644	164,08	0,016116	40	
$Sr(NO_3)_2$	1	2,9857	2,9857	211,68	0,014104	35	
$Ba(NO_3)_2$	1	3,2435	3,2435	261,48	0,012404	30 (30,78)	+ 1,741
$Pb(NO_3)_2$	1	4,5453	4,5453	330,98	0,013733	34 (34,08)	+ 2,402

Das Ca-Salz ist sehr stark hygroskopisch. Krystalle sind bisher nicht bekannt und auch mir gelang es nicht, das Salz zur Krystallisation zu bringen, auch die Versuche, aus dem Schmelzfluss Krystalle zu erhalten, schlugen fehl. In der Voraussetzung, dass die Verhältnisszahlen für Q bei den eutropischen Salzen eine arithmetische Reihe bilden, berechnete ich für das hypothetische $Ca(NO_3)_2$ das specifische Gewicht zu 2,644.

Der Quotient Q des isomorphen Bleisalzes steht auch hier zu denen der eutropischen Substanzen in einfachem rationalen Verhältniss.

Ergebniss.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergiebt sich:

1. Die Brechungsexponenten der Nitrate des Sr und Ba und der Dithionate von Ca und Sr fallen in umgekehrter Richtung wie die Moleculargewichte und die specifischen Gewichte.
2. Das specifische Gewicht von Krystallen lässt sich nach den gemachten Erfahrungen mittelst angegebener Methode nur bis auf die zweite Decimale genau bestimmen.
3. In den untersuchten Reihen steht der Quotient des Pb-Salzes zu denen des analogen Ca-, Sr-, Ba-Salzes in einfachem rationalen Verhältniss.
4. Weitere Beziehungen zwischen den eutropischen Salzen der Ca-, Sr-, Ba-Reihe und dem entsprechenden isomorphen Pb-Salz sind noch nicht zu erbringen gewesen.

Jena, Mineral. u. geol. Institut im Nov. 1902.

Literatur.

I. Groth's Zeitschrift für Min. u. Kryst.
II. Berichte der Deutsch. chem. Ges.
III. Zeitschrift für phys. Chemie.
IV. Chemisches Centralblatt.
V. Poggendorf's Annalen.
VI. Schweigger's Journal für Chem. u. Phys.
VII. Jahresber. d. Chem.
VIII. Ann. de chim. et de phys.
IX. Comptes rendus.
X. Mém. Chem. soc.
XI. Philosoph. magaz.

Literaturübersicht über die Bestimmung des spec. Gewichtes.

Earl of Berkely, On an accurate method of determining the densities of solids. Min. Mag. 1895. **11**. No. 50. 64.

M. R. Bréon, Séparation des minéraux. Compt. rend. **90**. 626. 1880.

Brügelmann, Bemerkungen zur Ermittelung des specifischen Gewichtes fester und flüssiger Körper. Fresenius' Zeitschr. **21**. 2. 1882. 178.

E. Cohen, Über eine einfache Methode, das specifische Gewicht einer Kaliumquecksilberjodidlösung zu bestimmen. Dies. Jahrb. 1883. II. 87.

Chrurch, A test of specific gravity. Min. Mag. 1877. Nov. p. 237.

H. Davy, On the properties and nature of the basis of soda. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1808. **98**. 21; Zeitschr. f. phys. Chemie. 1893. **12**. 94.

Dobbie, Note on an easy and rapid method of determining the specific gravity of solids. Philos. mag. 1884. **5**. (17.) 459.

Doelter, Über die mechanische Trennung der Mineralien. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1882. I. Abth. Januarheft. p. 442.

P. Gisevius, Beiträge zur Methode der Bestimmung des specifischen Gewichtes von Mineralien und der mechanischen Trennung von Mineralgemengen. Inaug.-Diss. Bonn. 1883. Landw. Vers.-Station. **28**.

V. Goldschmidt, Über Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen. Inaug.-Diss. 1880; dies. Jahrb. 1881. I. 196.

— Über Indicatoren zur mechanischen Gesteinsanalyse. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1883. p. 68.

— Über das specifische Gewicht von Mineralien. Ibid. 1886. No. 17. p. 439.

— Bestimmung des specifischen Gewichtes von Mineralien. Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseums. Wien 1886. **1**. 127.

G. Guglielmo, Intorno ad una modificazione della bilancia di Mohr e ad un simplice apparato per la misura del volume dei solidi. Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti. Rom 1894. (5.) **3**. 2. Sem. 299.

L. L. Hubbard, Beiträge zur Kenntniss der noseanführenden Auswürflinge des Laacher Sees. Tschermak's Min. u. petr. Mitth. 1887. **8**. 390.

J. Joly, Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes schwerer oder poröser Substanzen. Phil. Mag. 1888. (5.) **26**. 29.

D. Klein, Sur la séparation mécanique par voie umide des minéraux de densité inférieure à 3,6. Bull. soc. minéral. de France. 1881. Juni. (4.) p. 149.

W. Leick, Über specifische Gewichtsbestimmungen. Mitth. a. d. naturw. Ver. v. Neu-Vorpommern u. Rügen. **27**. Berlin 1895.

G. Linck, Geognostisch-petrographische Beschreibung des Grauwackengebietes von Weiler b. Weissenburg. Strassburg i. E. 1884. Inaug.-Diss. p. 41.

— Beitrag zur Kenntniss der Sulfate von Tierra amarilla bei Copiapo in Chile. Zeitschr. f. Kryst. 1888. **15**. 9.

Müller-Pouillet-Pfaundler, Lehrbuch der Physik. Braunschweig 1862. VI. Aufl.

A. Oberbeck, Über eine neue Art von Volumenometern. Ann. d. Physik u. Chemie 1899. **1**.

A. Paalzow, Über ein neues Volumenometer. Wied. Ann. **13**. 332. 1881.

S. L. Penfield, Über einige Verbesserungen der Methoden zur Trennung von Mineralien mit hohem specifischen Gewicht. Zeitschr. f. Kryst. 1896. **25**. 134.

E. Pisani, Neues Instrument zur Bestimmung des specifischen Gewichtes. Compt. rend. 1878. **86**. 350.

J. W. Retgers, Die Bestimmung des specifischen Gewichtes in Wasser löslichen Salzen. Zeitschr. f. phys. Chemie. 1889. **3**. 289 u. **4**. 189; 1893. **11**. 328.

C. Rohrbach, Über eine neue Flüssigkeit von hohem specifischen Gewicht, hohem Brechungsexponenten und grosser Dispersion. Ann. d. Physik u. Chemie. N. F. **20**. 169.

F. Rüdorff, Über die Bestimmung des specifischen Gewichtes pulveriger Körper. Wied. Ann. **6**. 288. 1879.

W. Salomon, Ein neuer Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten. Dies. Jahrb. 1891. II. 214.

F. Sartorius, Über hydrostatische Waagen und einige Hilfsmittel zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten und festen Körpern. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1893. **13**. 388; dies. Jahrb. 1894. II. 237.

F. G. Schaffgotsch, Ermittelung des Eigengewichts fester Körper durch Schweben. Pogg. Ann. 1862. **116**. 279.

W. J. Sollas, On the physical characters of calcareous and silicious sponge-spicules and other structures. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. N. S. **4**. 378. Dublin 1885.

— Contributions to a knowledge of the granites of Leinster. Transact. of the Royal Irish Academy Dublin. 1891. **29**. Part XIV. 430.

— Über eine neue Methode der specifischen Gewichtsbestimmung. Nature. 1891. **43**. 404.

W. J. Smeeth, Eine Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von gepulverten Substanzen. Proceed. Roy. Dublin Society. 1888. N. S. **6**. 58.

A. Streng, Kleine Mittheilungen. (Specifische Gewichtsbestimmung bei geringer Substanzmenge und von hohem Eigengewicht.) Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde. **25**. 105. Giessen 1887.

C. Thaddéeff, Die Olivingruppe. Zeitschr. f. Kryst. 1896. **26**. 28.

— Die chemische Zusammensetzung und das specifische Gewicht des Sulfoborits. Ibid. 1897. **28**. 264.

J. Thoulet, Note sur un nouveau procédé pour prendre la densité de minéraux en fragments très petits. Bull. soc. min. de France. **2**. 189. Nov. 1879.

A. E. Tutton, Über den Zusammenhang zwischen den krystallographischen Eigenschaften von isomorphen Salzen und dem Atomgewicht der darin enthaltenen Metalle. Zeitschr. f. Kryst. 1895. **24**. 1.

G. Tschermak, Chemisch-mineralogische Studien. Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1864. (Ausgabe 1865.) **50**. Abth. I. 566.

Weinstein, Handbuch der physikalischen Maassbestimmungen. I. u. II. Bd. Berlin 1886.

L. van Werveke, Über Regeneration der Kaliumquecksilberjodidlösung und über einen einfachen Apparat zur mechanischen Trennung mittelst dieser Lösung. Dies. Jahrb. 1883. II. 86; Ber. über die XVI. Versammlung d. oberrhein. geol. Ver.

Zehnder, Eine neue Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes leicht löslicher Substanzen. Wied. Ann. 1886. **29**. 249.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 1903

Autor(en)/Author(s): Behr Johannes

Artikel/Article: Beiträge zu den Beziehungen zwischen eutropischen und isomorphen Substanzen. 135-159