Ueber die Isomorphie von Sulfaten, Selenaten, Chromaten, Molybdaten und Wolframaten.

Von

Hermann Traube in Berlin.

(Hierzu 3 Figuren.)

Die Elemente Schwefel, Selen, Chrom, Molybdän, Wolfram stehen im periodischen System in einer Verticalreihe, es ist daher wahrscheinlich, dass der Schwefel nicht nur Selen und Chrom, sondern auch Molybdän und Wolfram in manchen Verbindungen wird isomorph vertreten können. In der That finden sich in der Literatur manche Angaben, aus denen eine Isomorphie einiger Sulfate und Molybdate hervorzugehen scheint. Nach Gentele[1] soll die Verbindung $Na_2MoO_4 + 10H_2O$ in langgestreckten, streifigen Säulen von der Form des Glaubersalzes krystallisiren und nach Ullik[2] bildet $MgMoO_4$ glasglänzende zu Drusen vereinigte Prismen, die dem klein krystallisirten Bittersalz ähnlich sind. Sicher nachgewiesen ist eine Isomorphie nur in einigen Fällen. Schulze[3] beschreibt isodimorphe Mischungen von monoklinem Bleichromat $PbCrO_4$ mit tetragonalem Bleimolybdat $PbMoO_4$. V. v. Zepharovich[4] hatte gefunden, dass die monokline Verbindung $(NH_4)_2SO_4 + MgSO_4 + 6H_2O$ im Stande ist mit dem im freien Zustande

[1] Gentele, Journ. f. prakt. Chem. **81**. 413. 1860. — Delafontaine (N. Arch. sc. phys. nat. (2.) **23**. 14. 1865) konnte nur ein Salz mit $2H_2O$ erhalten.

[2] Ullik, Ann. Chem. u. Pharm. **144**. 212. 1867.

[3] Schulze, Ann. Chem. u. Pharm. **126**. 49. 1863.

[4] V. v. Zepharovich, Sitzungsber. Wien. Ak. **58**. (2.) 118. 1868.

nur mit 2 Mol. H_2O krystallisirenden Doppelsalz $(NH_4)_2MO_4 + MgMO_4 + 2H_2O$ Mischkrystalle mit 6 Mol. H_2O in wechselnden Verhältnissen von der Form des schwefelsauren Salzes zu bilden. Den ersten Fall von Isomorphie von Sulfaten, Chromaten und Molybdaten, der an der Krystallform der einzelnen Salze direct nachgewiesen werden konnte, beschreibt G. Wyrouboff[1] bei den triklin krystallisirenden Verbindungen $MgSO_4 + 5H_2O$, $MgCrO_4 + 5H_2O$, $MgMoO_4 + 5H_2O$. In neuerer Zeit hat J. W. Retgers[2] sich mit dieser Frage beschäftigt und auf indirectem Wege durch isomorphe Färbung mit Kaliummanganat die Isomorphie von K_2MoO_4 und K_2WO_4 mit K_2SO_4 nachgewiesen. Nach Retgers sind übrigens K_2MoO_4 und K_2WO_4 wahrscheinlich dimorph.

Ich hatte die Isomorphie der Molybdate und Wolframate mit den Sulfaten durch Darstellung von Mischkrystallen nachzuweisen gesucht und darauf hinzielende Versuche schon vor längerer Zeit angestellt. Es ergab sich zunächst, dass es unter keinen Umständen möglich ist, Mischkrystalle von K_2SO_4 oder K_2CrO_4 mit K_2MoO_4 aus neutraler, wässeriger Lösung zu erhalten. Aus einer stark mit Kali versetzten Mutterlauge, die viel K_2MoO_4 und K_2SO_4 resp. K_2CrO_4 enthielt, schieden sich stets nur winzige Kryställchen ab, deren Form erst u. d. M. als die des Kaliumsulfats erkannt werden konnte. Diese Kryställchen wurden mit Wasser wiederholt abgespült, um von der Mutterlauge getrennt zu werden; es gieng hierbei bereits der grösste Theil in Lösung, im aufgelösten Rückstand konnte Molybdän nicht nachgewiesen werden. Wurde anstatt des Wassers verdünnter Alkohol benützt, in dem sich die Kryställchen nicht so leicht lösten, so ergab eine Prüfung der von der Mutterlauge befreiten Kryställchen einen deutlichen Molybdängehalt. Das von Gentele beschriebene Salz $Na_2MoO_4 + 10H_2O$ konnte ich nicht erhalten; aus Lösungen welche Natriumsulfat und Natriummolybdat enthielten, schieden sich zumeist Krystalle von der Form des Glaubersalzes aus, die stets einen kleinen, nie 1 % übersteigenden Gehalt an Molybdänsäure aufwiesen.

---

[1] G. Wyrouboff, Bull. soc. min. fr. 12. 69. 1889.

[2] J. W. Retgers, Zeitschr. f. phys. Chem. 8. 63. 1891.

Es wurden weiterhin Alkalidoppelsalze der Säuren des Schwefels, Selens, Chroms, Molybdäns und Wolframs auf Isomorphie untersucht und es ergab sich, dass besonders das schön krystallisirende Hydrat des Natrium-Lithium-Doppelsalzes aller dieser Säuren die gleiche Krystallform besitzt. Von diesen Verbindungen ist bis jetzt nur das Sulfat bekannt. Es ist chemisch und krystallographisch von E. Mitscherlich[1], Rammelsberg[2] und A. Scacchi[3] untersucht worden. Die Zusammensetzung ist nach Rammelsberg $n(Na_2SO_4 + 3H_2O) + Li_2SO_4 + 3H_2O$, wobei $n = 2$ oder 3 ist. Die Krystallform wurde als hexagonal rhomboëdrisch-hemiëdrisch bestimmt und von Rammelsberg die Formen (0001), $(10\bar{1}1)$, $(01\bar{1}2)$, $(02\bar{2}1)$, $(40\bar{4}1)$, $(11\bar{2}0)$, $(44\bar{8}3)$, $(22\bar{4}3)$ beobachtet mit der Angabe, dass der Krystall in der unteren Hälfte oft sehr verkürzt, grössere Individuen aber sehr symmetrisch ausgebildet seien. Von mir dargestellte Krystalle hatten die Zusammensetzung:

1. $3(Na_2SO_4 + 3H_2O) + Li_2SO_4 + 3H_2O$.

$a : c = 1 : 0{,}90610$ [1 : 0,902 Rammelsberg].

Beobachtete Formen: $c = (0001)$, $r = (10\bar{1}1)$, $o = (02\bar{2}1)$, $i = (11\bar{2}0)$, $x = (44\bar{8}3)$.

	Gemessen	Berechnet	Rammelsberg	Mitscherlich	Scacchi
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	77° 32′	—	77° 20′	—	—
$02\bar{2}1 : 2\bar{2}01$	102 39	102° 46′ 36″	102 35	102° 28′	102° 20′
$10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$	51 18	51 23 18	51 20	—	—
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	69 15	69 14 47	69 28	—	—
$10\bar{1}\bar{1} : 0001$	46 21	46 17 45	46 10	—	—
$02\bar{2}1 : 44\bar{8}3$	27 14	27 33	27 30	—	—

Nach der geometrischen Ausbildung, die in Fig. 1 wiedergegeben ist, sind die Krystalle rhomboëdrisch-hemimorph, gehören also der zweiten hemimorphen Tetartoëdrie des hexagonalen Systems an[4]. Die Basis tritt gewöhnlich nur am unteren Ende auf, ist sie auch oben vorhanden, so besitzt sie

---

[1] E. Mitscherlich, Pogg. Ann. **58**. 470. 1818.

[2] Rammelsberg, Pogg. Ann. **128**. 311. 1866; Handbuch der kryst.-phys. Chemie. **1**. 409. 1881.

[3] A. Scacchi, Atti Accad. del scienze fisich. e mat. Napoli. 3. No. 27. 34. 1868.

[4] Th. Liebisch, Physikal. Krystallographie. Leipzig 1891. 42.

eine nur geringe Grösse. Ferner herrschen am oberen Ende die Flächen des Grundrhomboëders vor, am unteren die des ersten schärferen; $(44\bar{8}3)$ tritt endlich immer nur oben auf, wie dies auch bereits Rammelsberg (in Fig. 410 des Handbuchs) gezeichnet hat, ohne im Text darauf hinzuweisen. Eine Bestimmung des pyroelektrischen Verhaltens mittelst des Bestäubungsverfahrens liess sich nicht ausführen, da die Krystalle bei geringer Temperaturerhöhung ihr Krystallwasser verloren. Bemerkenswerth ist, dass auch das wasserfreie Salz $NaLiSO_4$ rhomboëdrisch-hemimorph ist[1]. Der Charakter der Doppelbrechung wurde als negativ bestimmt.

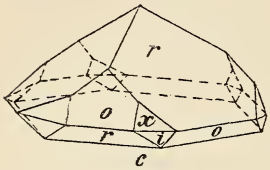

Fig. 1.

2. $3(Na_2SeO_4 + 3H_2O) + Li_2SeO_4 + 3H_2O$.

Diese Verbindung wurde durch langsames Verdunsten einer Na_2SeO_4 und Li_2SeO_4 im Molecularverhältniss 1 : 1 enthaltenden Lösung dargestellt. Die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet
Na_2O	20,02	19,79
Li_2O	2,94	3,19
SeO_3	53,37	54,04
H_2O	23,24	22,98
	99,57	100,00

Hexagonal, rhomboëdrisch-hemimorph.

a : c = 1 : 0,90286.

Beobachtete Formen: $c = (0001)$, $r = (10\bar{1}1)$, $o = (02\bar{2}1)$, $i = (11\bar{2}0)$, $x = (44\bar{8}3)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	77° 20′	—
$02\bar{2}1 : 2\bar{2}01$	102 22	102° 40′ 48″
$10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$	51 12	51 20 24
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	69 44	69 26 56
$10\bar{1}1 : 0001$	46 15	46 10 25
$02\bar{2}1 : 0001$	64 33	64 22 39
$02\bar{2}1 : 44\bar{8}3$	27 8	27 28 58

Die geometrische Ausbildung der wasserhellen Krystalle gleicht vollkommen der des schwefelsauren Salzes. Charakter der Doppelbrechung negativ.

[1] H. Traube, dies. Jahrb. 1892. II. 66.

3. $3(Na_2SO_4 + 3H_2O) + Li_2CrO_4 + 3H_2O$.

Die Verbindung bildet sich aus einer Lösung, welche Na_2SO_4 und Li_2CrO_4 oder Na_2CrO_4 und Li_2SO_4 im Molecularverhältniss 1 : 1 enthält. Die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet
Na_2O	24,31	24,08
Li_2O	3,59	3,89
SO_3	31,28	31,09
CrO_3	12,69	12,96
H_2O	27,81	27,98
	99,68	100,00

Hexagonal, rhomboëdrisch-hemimorph.

a : c = 1 : 0,89818.

Beobachtete Formen: c = (0001), r = $(10\bar{1}1)$, o = $(02\bar{2}1)$, i = $(11\bar{2}0)$, x = $(44\bar{8}3)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	77° 8′	—
$02\bar{2}1 : 20\bar{2}1$	102 32	102° 31′ 36″
$10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$	51 8	51 15 48
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	69 38	69 41 41
$10\bar{1}1 : 000\bar{1}$	133 55	133 57 21
$02\bar{2}1 : 0001$	64 12	64 16 48
$02\bar{2}1 : 44\bar{8}3$	27 32	27 28 48

Die über Centimeter-grossen hellgelben Krystalle glichen in ihrer Ausbildung in jeder Hinsicht dem reinen schwefelsauren Salz. Charakter der Doppelbrechung negativ.

4. $3(Na_2CrO_4 + 3H_2O) + Li_2CrO_4 + 3H_2O$.

Die Verbindung wurde aus einer durch Lithiumcarbonat abgestumpften Lösung von Natriumbichromat durch Verdunstung erhalten. Die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet
Na_2O	22,49	22,35
Li_2O	3,20	3,60
CrO_3	47,84	48,09
H_2O	26,21	25,96
	99,74	100,00

Hexagonal, rhomboëdrisch-hemimorph.

a : c = 1 : 0,89784.

Beobachtete Formen: c = (0001), r = $(10\bar{1}1)$, o = $(02\bar{2}1)$, i = $(11\bar{2}0)$, x = $(44\bar{8}3)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}\bar{1} : 0001$	46° 2′	—
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	77 9	77° 7′ 16″
$02\bar{2}1 : 2\bar{2}01$	104 11	104 3 6
$10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$	51 33	51 26 22
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	70 2	69 50 —
$10\bar{1}1 : 44\bar{8}3$	27 34	27 28 33
$0001 : 02\bar{2}1$	64 12	64 8 —

Die lebhaft gelb gefärbten, durchsichtigen Krystalle zeigen meist die gleiche Ausbildung wie die des Sulfats. Bei längerem Fortwachsen in der Mutterlauge erhielten die Krystalle jedoch oft ein anderes Aussehen, bei manchen war die obere und untere Hälfte ungefähr gleich gross ausgebildet, oben trat $(10\bar{1}1)$, $(02\bar{2}1)$, $(44\bar{8}3)$ auf, doch herrschte $(10\bar{1}1)$ sehr stark vor, unten nur $(02\bar{2}1)$, die Basis fehlte hier oft oder war nur sehr klein. Andere Krystalle erlangten hingegen einen mehr prismatischen Habitus, indem ein nicht bestimmbares, sehr steiles positives Rhomboëder mit sehr stark gerundeten Flächen hinzutrat, das vor allen anderen Formen vorherrschte. Charakter der Doppelbrechung negativ.

5. $3(Na_2MoO_4 + 3H_2O) + Li_2MoO_4 + 3H_2O$.

Wurde Natriumcarbonat und Lithiumcarbonat im Molecularverhältniss 1 : 1, sowie die zur Bildung neutraler Salze nothwendige Menge Molybdänsäure in Wasser eingetragen, so lösten sich beim Erwärmen auch das sonst in Wasser unlösliche Lithiumcarbonat und die Molybdänsäure vollkommen auf. Die Auflösung wurde durch Eindampfen auf dem Wasserbade concentrirt, nach einigen Wochen schieden sich im Exsiccator Krystalle der oben genannten Verbindung ab. Die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet
Na_2O	18,90	18,45
Li_2O	2,61	2,98
MoO_3	56,58	57,14
H_2O	21,61	21,43
	99,70	100,00

Hexagonal, rhomboëdrisch-hemimorph.

$a : c = 1 : 0{,}89566$.

Beobachtete Formen: $c = (0001)$, $r = (10\bar{1}1)$, $o = (02\bar{2}1)$, $i = (11\bar{2}0)$, $x = (44\bar{8}3)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	76° 58′	—
$02\bar{2}1 : 2\bar{2}01$	102 10	102° 24′ —″
$10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$	51 6	51 12 —
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	70 2	69 53 28
$10\bar{1}1 : 000\bar{1}$	136 1	135 57 45
$02\bar{2}1 : 0001$	64 2	64 8 47
$02\bar{2}1 : 44\bar{8}3$	27 34	27 27 55

Die wasserhellen bis Centimeter-grossen Krystalle zeigen die in Fig. 1 gezeichnete Ausbildung, bei längerem Fortwachsen in der Mutterlauge tritt oben noch die Basis hinzu. Charakter der Doppelbrechung negativ.

6. $3(Na_2WO_4 + 3H_2O) + Li_2WO_4 + 3H_2O$.

Die Substanz wurde wie das entsprechende Molybdat hergestellt; die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet
Na_2O	13,84	13,69
Li_2O	1,93	2,20
WO_3	67,86	68,24
H_2O	15,92	15,87
	99,55	100,00

Hexagonal, rhomboëdrisch-hemimorph.

$a : c = 1 : 0{,}8\,1468$.

Beobachtete Formen: $c = (0001)$, $r = (10\bar{1}1)$, $o = (02\bar{2}1)$, $i = (11\bar{2}0)$, $x = (44\bar{8}3)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$	51° 13′	—
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	77 1	77° 57′ 2″
$02\bar{2}1 : 2\bar{2}01$	102 27	102 26 —
$10\bar{1}1 : 20\bar{2}\bar{1}$	70 1	69 53 56
$0001 : 10\bar{1}1$	45 59	45 55 38
$0001 : 02\bar{2}1$	64 6	64 10 26
$02\bar{2}1 : 44\bar{8}3$	27 33	27 27 40

Die wasserhellen bis Centimeter-grossen Krystalle zeigen die in Fig. 1 gezeichnete Form, bei längerem Fortwachsen in der Mutterlauge tritt im oberen Ende die Basis hinzu. Charakter der Doppelbrechung negativ. —

Die vorstehend untersuchten Natriumlithiumsalze bilden eine ausgezeichnet isomorphe Reihe mit sehr nahe übereinstimmenden Winkeln; mit steigendem Atomgewicht des isomorphen Elements scheint die Grösse der Verticalaxe etwas

abzunehmen, eine geringe Abweichung findet beim Selen statt, die aber in den Grenzen der Beobachtungsfehler liegt.

	a : c	$10\bar{1}1 : \bar{1}101$
$3(Na_2SO_4 + 3H_2O) + Li_2SO_4 + 3H_2O$	1 : 0,90610	77° 32′ —″
$3(Na_2SeO_4 + 3H_2O) + Li_2SeO_4 + 3H_2O$	1 : 0,90286	77 20 —
$3(Na_2SO_4 + 3H_2O) + Li_2CrO_4 + 3H_2O$	1 : 0,89818	77 8 —
$3(Na_2CrO_4 + 3H_2O) + Li_2CrO_4 + 3H_2O$	1 : 0,89784	77 7 16
$3(Na_2MoO_4 + 3H_2O) + Li_2MoO_4 + 3H_2O$	1 : 0,89566	76 58 —
$3(Na_2WO_4 + 3H_2O) + Li_2WO_4 + 3H_2O$	1 : 0,89468	76 57 2

Ein entsprechendes Salz der Tellursäure und Mangansäure konnte nicht erhalten werden. —

Während Kaliumlithiumsulfat $KLiSO_4$ und Kaliumlithiumselenat isomorph sind und der ersten hemimorphen Tetartoëdrie des hexagonalen Systems angehören, wie an einer anderen Stelle gezeigt wurde [1], lässt sich Kaliumlithiumchromat für sich allein nicht in deutlichen Krystallen darstellen, wohl aber kann es in Mischkrystallen mit $KLiSO_4$ erhalten werden, welche die Form des reinen Sulfats zeigen [2]. Trägt man Kalium- und Lithiumcarbonat im Molecularverhältniss 1:1, sowie die zur Bildung neutraler Salze nothwendige Menge Molybdänsäure in Wasser ein und erwärmt, so erhält man eine klare Lösung, aus der sich nach längerer Zeit luftbeständige, grosse, schwach gelbliche bis wasserhelle Krystalle eines wasserhaltigen Kaliumlithiummolybdats abscheiden. Die Analyse ergab die Zusammensetzung:

7. $KLiMoO_4 + H_2O$.

	Gefunden	Berechnet
K_2O	21,12	20,98
Li_2O	6,41	6,70
MoO_3	64,02	64,28
H_2O	7,98	8,04
	99,53	100,00
Sp. G.	2,696	

Rhombisch.

$a : b : c = 0,60523 : 1 : 0,72607.$

Beobachtete Formen: c = (001), p = (110), a = (100), b = (010), o = (111), v = (122), l = (412), q = (012), r = (104).

[1] H. Traube, dies. Jahrb. 1894. I. 179.
[2] H. Traube, dies. Jahrb. 1894. I. 181.

	Gemessen	Berechnet
111 : $\bar{1}\bar{1}1$	49° 52′	—
111 : $\bar{1}\bar{1}1$	88 18	—
110 : $1\bar{1}0$	62 13	62° 22′ —″
110 : 100	31 14	31 11 —
110 : 010	58 55	58 49 —
110 : 111	35 19	35 11 53
111 : 100	54 41	54 47 7
122 : $\bar{1}22$	51 59	51 46 54
111 : $\bar{1}\bar{2}2$	18 4	18 15 33
412 : $\bar{4}\bar{1}2$	37 48	37 34 38
412 : 012	18 54	18 47 19
012 : $0\bar{1}2$	111 4	110 53 42
104 : 001	16 53	16 41 42
104 : 100	73 7	73 18 18

Die bis 3 cm grossen, auffallend flächenreichen Krystalle zeigen die in Fig. 2 gezeichnete Ausbildung, sie sind stets im Sinne der Verticalaxe ausgedehnt. Bemerkenswerth ist die nicht zu verkennende Ähnlichkeit in den Winkeln mit dem reinen Kaliumsulfat.

Es ist bei

K_2SO_4 a : b : c = 0,5727 : 1 : 0,7464

E. Mitscherlich[1]

$KLiMoO_4 + H_2O$ 0,60523 : 1 : 0,72607

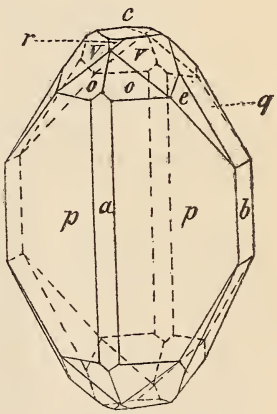

Fig. 2.

Auch die optischen Eigenschaften sind dieselben, denn es ist Ebene der optischen Axen bc, c erste Mittellinie, Charakter der Doppelbrechung positiv.

Das Kaliumlithiummolybdat besitzt, wie früher gezeigt wurde[2], die Fähigkeit, mit Kaliumlithiumsulfat wasserfreie Mischkrystalle von der Form des Sulfats zu bilden.

Von der Wolframsäure scheint eine ähnliche Verbindung zu existiren, sie konnte noch nicht in messbaren Krystallen erhalten werden.

---

[1] E. Mitscherlich, Pogg. Ann. 18. 169. 1804; 58. 468. 1818.

[2] H. Traube, dies. Jahrb. 1894. I. 183.

8. $(NH_4)LiMoO_4 + H_2O$.

Mit $KLiMoO_4 + H_2O$ isomorph. Die Verbindung wurde in derselben Weise wie das Kaliumlithiummolybdat dargestellt. Die Analyse ergab:

	Gefunden	Berechnet
$(NH_4)_2O$ (Differenz)	13,19	12,81
Li_2O	7,11	7,38
MoO_3	70,62	70,94
H_2O	9,08	8,87
	100,00	100,00

Rhombisch.

a : b : c = 0,59169 : 1 : 0,71145.

Beobachtete Formen: p = (110), a = (100), v = (122), e = (412).

	Gemessen	Berechnet
122 : $\bar{1}22$	52° 12′	—
110 : $1\bar{1}0$	61 54	—
122 : $1\bar{2}2$	63 24	62° 51′ 8″
110 : $\bar{1}10$	118 20	118 6 —
110 : 100	31 2	30 57 —

Die wasserhellen, bis 0,5 cm grossen Krystalle zeigen die in Fig. 3 gezeichnete Form, die Fläche (100) ist selten vorhanden, auffallend ist das vollständige Fehlen der Grundpyramide, die Flächen von (412) sind stark gerundet und nicht messbar; wachsen die Krystalle längere Zeit in der Mutterlauge fort, so verschwinden alle Flächen bis auf (122). Ebene der optischen Axen bc, c erste Mittellinie, positive Doppelbrechung. —

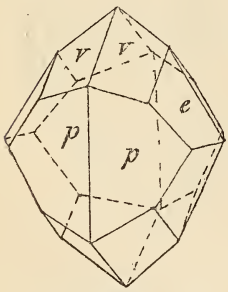

Fig. 3.

Isomorph mit $KLiSO_4$ sind die früher beschriebene[1] Verbindung $K_2SO_4 + Li_2CrO_4$ und vielleicht auch $K_2SO_4 + Li_2MoO_4$. —

Während Kaliumnatriumsulfat $3K_2SO_4 + Na_2SO_4$ wasserfrei hexagonal rhomboëdrisch krystallisirt, hat das Kaliumnatriummolybdat zwar auch hexagonale Krystallform mit einem sehr ähnlichen Axenverhältniss, zeigt aber eine ganz andere chemische Zusammensetzung, nämlich $K_2MoO_4 + 2Na_2MoO_4 + 14H_2O$[2].

[1] H. Traube, dies. Jahrb. 1894. I. 182.

[2] Ullik, Sitzungsber. Wien. Akad. **56**. (2.) 208. 1862. — Delafontaine, Arch. sc. phys. et nat. (2.) **23**. 8. 1865.

Es ist bei

	a : c	Doppelbrechung
$3K_2SO_4 + Na_2SO_4$	1 : 1,2879 [1]	positiv
$K_2MoO_4 + 2Na_2MoO_4 + 14H_2O$	1 : 1,28797 [2]	negativ

Krystalle des Kaliumnatriumsulfats, welche sich aus einer Lösung abgeschieden hatten, die auch K_2MoO_4 und Na_2MoO_4 enthielt, waren stets völlig frei von Molybdänsäure; von der Molybdänsäure existirt daher ein dem Kaliumnatriumsulfat entsprechendes Doppelsalz auch nicht in Mischkrystallen.

Das Kaliumnatriumsalz der Wolframsäure, dessen Zusammensetzung von Ullik (l. c. 150) bestimmt wurde, ist hingegen isomorph mit dem Molybdat, es ist bisher krystallographisch noch nicht untersucht worden.

9. $K_2WO_4 + 2Na_2WO_4 + 14H_2O$.

Hexagonal.

a : c = 1 : 1,33188.

Beobachtete Formen: $(10\bar{1}0)$, $(11\bar{2}0)$, (0001), $(10\bar{1}1)$.

	Gemessen	Berechnet
$10\bar{1}0 : 10\bar{1}1$	33° 2′	—
$0001 : 10\bar{1}1$	57 —	56° 58′ —″
$10\bar{1}1 : 10\bar{1}1$	49 19	49 33 56
$10\bar{1}1 : \bar{1}01\bar{1}$	66 13	66 4 —
$10\bar{1}0 : 11\bar{2}0$	30 4	30 — —

Die wasserhellen, langprismatischen, über Centimetergrossen Krystalle verwittern ziemlich rasch an der Luft. Charakter der Doppelbrechung negativ. Die Ätzfiguren entsprechen der Holoëdrie. —

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergiebt sich, dass die grösste Übereinstimmung der schwefel-, selen-, chrommolybdän-, wolframsauren Alkali-Salze bei den Natriumlithiumhydraten herrscht. Von den Kaliumlithiumsalzen krystallisiren zwar die Salze der einzelnen Säuren theils wasserfrei, theils mit 1 Mol. H_2O, letztere besitzen aber die Fähigkeit, mit den wasserfreien Verbindungen Mischkrystalle ohne Krystallwasser zu bilden. Keine Übereinstimmung konnte hingegen zwischen dem Kaliumnatriumsalze der Schwefelsäure (Selensäure, Chromsäure) und dem der Molybdänsäure und Wolframsäure beobachtet werden.

Berlin, Zweites chemisches Institut der Universität, Juli 1893.

---

[1] Bücking, Zeitschr. f. Kryst. 15. 561. 1889.

[2] Berechnet nach den Winkelangaben von Marignac bei Delafontaine l. c.

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: 1894

Band/Volume: 1894

Autor(en)/Author(s): Traube Hermann

Artikel/Article: Ueber die Isomorphie von Sulfaten, Selenaten, Chromaten, Molybdaten und Wolframaten. 185-195