

auch polymeres (monomer nach Kipping und Robison¹⁾ überhaupt nicht existierendes) $[\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}]_x$ befindet.

Das einfachste bisher bekannte Alkyl-oxo-monosilan ist die Diäthylverbindung $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}^2)$, eine zähe, oberhalb 360° siedende, wasserunlösliche, mit Äther, Benzol usw. mischbare, in Alkalilauge lösliche Flüssigkeit, deren Molekulargewicht von Martin und Kipping zu 530—636 (einfaches - Molekulargewicht: 102) gefunden wurde.

85. Robert Wintgen: Dampfdrucke und Verdampfungswärmen von Siliciumwasserstoffen und deren einfachen Abkömmlingen.

[Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie.]

(Eingegangen am 11. Februar 1919.)

Bei der experimentellen Behandlung flüchtiger Stoffe nach dem Verfahren von Stock³⁾ kommt man häufig in die Lage, für eine Substanz aus einigen bekannten Temperatur-Druck-Werten die zu einer bestimmten Dampfspannung gehörige Temperatur und umgekehrt die zu einer bestimmten Temperatur gehörige Dampfspannung ableiten zu müssen. Man kann zu diesem Zweck in der üblichen Weise von Tensionskurven Gebrauch machen. Vorteilhafter aber ist es, statt p und t auf den Koordinatenachsen $\log p$ und $1/T$ abzutragen; so nämlich erhält man in dem für unsere Zwecke in Betracht kommenden Druckintervall von 0 bis 760 mm fast gerade Linien, aus denen sich leichter und zuverlässiger interpolieren und extrapolieren läßt. Am bequemsten aber ist es, für den praktischen Gebrauch über einfache Tensionsgleichungen zu verfügen. Wir haben diese deshalb unter Zugrundelegung der Formel $\log p = A - B \cdot 1/T$ nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den mitgeteilten Beobachtungen abgeleitet und zum Teil bereits früher⁴⁾ veröffentlicht.

Tensionsgleichungen, die sich auf die Form $\log p = A - B \cdot 1/T$ zurückführen lassen, sind schon seit langem (s. z. B. Winkelmann, Handbuch der Physik, 2. Aufl. [1906], III, 949 ff.) und auch neuerdings wieder von Burrel⁵⁾ angewandt worden. Unter der Voraussetzung, daß die molekulare Verdampfungswärme sich mit der Tem-

¹⁾ Soc. 103, 484 [1914].

²⁾ Friedel und Crafts, A. ch. [4] 19, 334 [1870]; Ladenburg, A. 164, 300 [1872]; Robison und Kipping, Soc. 93, 439 [1908]; Martin und Kipping, Soc. 95, 302 [1909].

³⁾ B. 47, 154 [1914]; 50, 989 [1917].

⁴⁾ B. 50, 1739 [1917]; 50, 1754 [1917].

⁵⁾ Am. Soc. 37, 1901, 2192, 2485, 2693 [1915].

peratur nicht ändert, folgt auch aus der Clausius-Clapeyronschen Gleichung die lineare Beziehung $\ln p = -\frac{\lambda'}{R} \cdot 1/T + \text{Konst.}$ (s. z. B. Jellinek, Lehrbuch der physikalischen Chemie [1914], I, 685) oder $\log p = \text{Konst.}' - \frac{\lambda'}{1.985 \cdot 2.303} \cdot 1/T$. Die Konstante B in unserer zur Ausgleichung benutzten linearen Gleichung entspricht also dem Gliede $\frac{\lambda'}{1.985 \cdot 2.303}$, woraus sich ergeben würde $B \cdot 4.571 = \lambda'$.

Bei der Ausgleichrechnung wurden nicht die gemessenen Werte p und T zugrunde gelegt, sondern der Einfachheit halber die diesen entsprechenden Werte $\log p$ und $1/T$. Mit welcher Genauigkeit die so gefundenen Dampfdruckformeln die Messungen wiedergeben, geht aus folgenden Beispielen hervor.

Für SiH_4 ergibt sich $\log p = 6.9961 - 662.58 \cdot 1/T$.

t	-160	-150	-145	-140	-135	-130	-124°
p gef.	11	41	66	102	155	230	350 mm
p ber.	14	41	66	104	157	230	354 »
λ	-3	0	0	-2	-2	0	-4 »
	-122	-121	-120	-119	-118	-117	-116°
	410	440	470	500	530	560	590 mm
	397	433	463	494	526	560	597 »
	+ 13	+ 7	+ 7	+ 6	+ 4	0	- 7 »
		-115	-114	-113	-112°		
		630	670	710	750 mm		
		636	675	716	777 »		
		-6	-5	-6	-27 »		

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die gemessenen Tensionswerte bei den höheren Temperaturen abgerundet sind. Manchmal weichen p gef. und p ber. auch stärker von einander ab, besonders bei höher siedenden Substanzen. Die größten Abweichungen traten bei dem verhältnismäßig hoch siedenden $\text{Si}_2\text{Cl}_6\text{O}$ auf; für dieses gilt die Gleichung $\log p = 8.2936 - 2197.4 \cdot 1/T$.

t	0	5	10	15	20	25	30	40	50°
p gef.	1.5	2.0	3.0	4.5	6	10	14.5	20	34 mm
p ber.	1.8	2.5	3.4	4.6	6.2	8.3	11.0	18.8	30.9 »
λ	-0.3	-0.5	-0.4	-0.1	-0.2	+ 1.7	+ 3.5	+ 1.2	+ 3.1 »
	60	70	80	90	100	110	120	130	137°
	54	84	123	177	251	347	473	629	760 mm
	49.5	77.3	117.1	173.7	252.6	359.9	502.6	694.9	859.2 »
	+ 4.5	+ 6.7	+ 5.9	+ 3.3	- 1.6	- 12.9	- 29.6	- 65.9	- 99.2 »

¹⁾ λ' im Gegensatz zu λ , der mit der Temperatur veränderlichen molekularen Verdampfungswärme.

In allen anderen Fällen waren die Abweichungen bedeutend kleiner, so daß für die experimentellen Zwecke die lineare Dampfdruckformel meistens ausreicht.

Für die verschiedenen Stoffe ergeben sich die folgenden Werte für A und B. Unter λ' ist die nach der oben angegebenen Beziehung $\lambda' = 4.571 \cdot B$ berechnete molekulare Verdampfungswärme angegeben.

	A	B	λ'
SiH ₄	6.9961	662.6	3029
Si ₂ H ₆	7.2578	1133.6	5182
Si ₃ H ₈	7.6764	1559.2	7127
Si ₄ H ₁₀	8.2479	2008.2	9179
Si ₂ H ₆ O	7.6864	1232.2	5632
SiH ₃ Cl	7.6251	1148.1	5248
SiH ₂ Cl ₂	7.8001	1378.8	6302
SiCl ₄	7.6443	1572.0	7185
SiH ₃ Br	7.5243	1276.5	5834
SiH ₂ Br ₂	7.6542	1620.2	7405
Si ₂ Cl ₆ O	8.2936	2197.4	10044
SiH ₃ (CH ₃)	7.2789	948.4	4335
SiH ₂ (CH ₃) ₂	7.5844	1186.0	5421
SiH ₂ Cl(CH ₃)	7.7263	1354.6	6192

Bei der Bewertung von λ' darf nicht außer acht gelassen werden, daß die zur Ableitung der linearen Formel gemachte Annahme, die Verdampfungswärme sei unabhängig von der Temperatur, nicht zutrifft. In Wirklichkeit nimmt die molekulare Verdampfungswärme und damit B, wenn man von den Temperaturen in der Nähe des absoluten Nullpunktes absieht, mit steigender Temperatur ab, wächst also bei steigendem $1/T$. $A - B \cdot 1/T = \log p$, wird also mit zunehmendem $1/T$ kleiner, als dem linearen Verlauf entspricht; die Temperatur-Druck-Werte liegen also nicht genau auf einer geraden Linie, sondern in einer auf die $1/T$ -Achse zulaufenden Kurve. Die Neigung der Kurve ist um so stärker, je mehr die Verdampfungswärme mit der Temperatur abnimmt (am stärksten ist sie bei den hochmolekularen Verbindungen mit hohem Siedepunkt). Gleicht man die gefundenen Temperatur-Druck-Werte linear aus, so erhält man eine Gerade, die diese Kurve symmetrisch schneidet. Die berechneten Werte von $\log p$ (bzw. von p) müssen erst kleiner, dann größer, dann wieder kleiner werden als die gefundenen, damit die Differenzen $d = p \text{ gef.} - p \text{ ber.}$ erst negativ, dann positiv, dann wieder negativ, wie auch durch unsere Messungen bestätigt wird (s. die beiden anfangs angeführten Beispiele SiH₄ und Si₂Cl₆O). Die aus B berechneten λ' -Werte können daher nur für eine Temperatur im Mittelstück der Kurve die richtige Verdampfungswärme darstellen.

Eine Dampfdruckformel, welche die Veränderlichkeit der Verdampfungswärme mit der Temperatur berücksichtigt, hat Nernst abgeleitet¹⁾:

$$\log p = -\frac{\lambda_0}{4.571} \cdot 1/T + 1.75 \log T - \frac{\varepsilon}{4.571} T + C.$$

Hierin sind ε und C von Stoff zu Stoff wechselnde Konstanten, λ_0 ist die molekulare Verdampfungswärme beim absoluten Nullpunkt, λ , die molekulare Verdampfungswärme bei der Temperatur T , ist gegeben durch die Gleichung $\lambda = (\lambda_0 + 3.5T - \varepsilon T^2) \left(1 - \frac{p}{\pi_0}\right)$, worin π_0 den kritischen Druck bedeutet. Aus drei verschiedenen Dampfdruck-Temperatur-Wertepaaren kann man also die drei Konstanten der obigen Gleichungen berechnen. Im Folgenden sind die bei der Ableitung der Tensionsformel benutzten Werte mit * versehen. Es ergibt sich für

$$\text{SiH}_4 \log p = -929.05 \cdot 1/T + 1.75 \log T - 0.017084 T + 7.5350.$$

t	-160	-150	-145	-140	-135*	-130	-124°
p gef.	11	41	66	102	155	230	350 mm
p ber.	10	35	60	100	155	232	361 »
	-122	-121	-120	-119*	-118	-117	-116
	410	440	470	500	530	560	590
	413	442	470	499	532	565	597
			-114	-113	-112°*		
			670	710	750 mm		
			673	713	752 »		

$$\text{Si}_2\text{H}_6 \log p = -1190.8 \cdot 1/T + 1.75 \log T - 0.0040475 T + 4.3099$$

t	-80.3*	-42.2*	-37.0	-22.0	-15.7*	-15.0°
p gef.	22.5	226	290	550	725	760 mm
p ber.	22.5	225.9	290.8	563.5	724.9	744.9 »

$$\text{Si}_3\text{H}_8 \log p = -1713.6 \cdot 1/T + 1.75 \log T - 0.0047500 T + 5.2882.$$

t	-55	-40	-25	0*	30*	40	52.6°*
p gef.	3	9	24	95.5	345	490	754 mm
p ber.	3.1	9.4	24.7	95.5	345	496.1	754 »

Für Si_4H_{10} ist aus den zu Gebote stehenden Messungen, da sie sich über ein zu kleines Druckintervall erstrecken, eine Dampfdruckformel nicht aufzustellen.

$$\text{Si}_2\text{H}_6\text{O} \log p = -1435.3 \cdot 1/T + 1.75 \log T - 0.0076041 T + 6.1889.$$

t	-99.0	-69.5*	-51.0	-32.5*	-28.7	-20.0	-15.2°*
p gef.	4.5	42.5	138	363	435	630	760 mm
p ber.	3.5	42.5	138.5	363	431.4	627.3	760 »

¹⁾ W. Nernst, Die theoretischen und experimentellen Grundlagen des neuen Wärmesatzes [Halle, 1913], 109.

$$\text{SiH}_3\text{Cl} \log p = -1384.8 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.0088305 T + 6.5558.$$

t	-104.7	-90*	-70	-50.6*	-40	-30.39*
p gef.	5.0	21.65	94.8	298.5	488.3	762.8 mm
p ber.	5.5	21.65	96.0	298.5	500.8	762.8 »

$$\text{SiH}_2\text{Cl}_2 \log p = -1297.2 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.0024827 T + 3.9022.$$

t	-80.0	-50.5*	-15.2	-5.1*	0	8.29*
p gef.	4.5	42.7	284.5	442.5	549.0	756.1 mm
p ber.	5.1	42.7	283.3	442.5	546.0	756.1 »

$$\text{SiH}_3\text{Br} \log p = -1178.3 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.00143545 T + 3.2914.$$

t	-94.0	-67.9*	-60.3	-19.0*	-14.9	0.0	+ 1.99*
p gef.	2.5	20	33	315	377	710	760 mm
p ber.	2.5	20	33.3	315	378.5	705.3	760 »

$$\text{SiCl}_4 \log p = -1738.5 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.0043765 T + 5.1884.$$

t	-68.0	-64.0	-60.0	-56.5	-51.0	-47.0	-42.5 ^o
p gef.	1.0	1.5	2.0	2.5	3.5	5.0	6.5 mm
p ber.	0.7	1.0	1.5	2.0	3.1	4.2	5.9
	-36.6	-32.7	-27.0	-25.0	-21.0*	-15.3	-10.0 ^o
	9.5	11.5	17.0	19.0	24.5	34.5	45.5 mm
	9.0	11.7	16.9	19.2	24.5	34.2	45.9 »
	-5.3	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	30.0 ^o
	58.0	77.0	98.0	125.0	156.0	193.0	206.9 mm
	59.0	77.4	98.9	125.2	156.8	194.8	204.1 293.3 »
		40.0*		50.0		57.0*	
		428.0		605.0		764.5 mm	
		428.0		607.4		764.5 »	

SiH_2Br_2 . Aus den gemessenen Tensionen ist aus demselben Grunde wie bei Si_4H_{10} keine einigermaßen sichere Tensionsgleichung zu berechnen.

$$\text{Si}_2\text{Cl}_6\text{O} \log p = -2444.7 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.0048672 T + 6.2654.$$

t	+ 20.0	+ 40.0*	+ 80.0	+ 110.0*	+ 130.0	+ 137.0**
p gef.	6	20	123	347	629	760 mm.
p ber.	6.5	20	120.8	347	628.3	760 »

$$\text{SiH}_3(\text{CH}_3) \log p = -1246.9 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.012083 T + 7.17320.$$

t	-130.5	-114.5	-104.6*	-80.0*	-68.3	-56.8**
p gef.	4.2	20.0	43.0	241.3	440.5	760.5 mm.
p ber.	3.0	17.6	43.0	241.3	451.6	760.5 »

$$\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2 \log p = -1358.0 \frac{1}{T} + 1.75 \log T - 0.0077046 T + 5.9915.$$

t	-105.5	-80.0*	-53.5	-35.2*	-30.0	-19.8**
p gef.	2.8	29.6	154.5	406.5	507	767.7 mm
p ber.	3.1	29.6	163.5	406.5	509.7	767.6 »

$\text{SiH}_2\text{Cl}(\text{CH}_3)$. Die vorliegenden Messungen reichen nicht aus zum Aufstellen einer Tensionsgleichung.

Wie man durch Vergleichen z. B. der Werte für $\text{Si}_2\text{Cl}_6\text{O}$ mit den mit Hilfe der linearen Gleichung gewonnenen sieht, gibt die

Nernstsche Formel auch bei hochmolekularen Verbindungen die Messungen sehr gut wieder. Manchmal finden sich auch größere Abweichungen, z. B. beim Si_2H_6 . Doch sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die zugrunde gelegten Messungen keinen Anspruch darauf machen, als Präzisionsmessungen bewertet zu werden. Sie dienen zunächst nur zur Trennung, Identifizierung und Reinheitsprüfung der untersuchten Stoffe. Präzisionsmessungen würden vor allem kompliziertere Einrichtungen zur Innehaltung konstanter Temperatur erfordern und damit das ganze Verfahren bedeutend komplizieren.

Irgend eine Gesetzmäßigkeit der Konstanten der Tensionsgleichungen für die einzelnen Stoffe ist nicht zu bemerken und auch nicht zu erwarten, denn die drei Konstanten können, worauf schon C. F. Mündel¹⁾ hinweist, sich sehr ändern, ohne daß die Brauchbarkeit der Formel darunter leidet.

Mit Hilfe dieser Tensions-Gleichungen sind wir jetzt nach der schon oben angeführten Beziehung $\lambda = (\lambda_0 + 3.5T - \varepsilon T^2) \left(1 - \frac{p}{\pi_0}\right)$ imstande, die molekulare Verdampfungswärme der untersuchten Stoffe für jede Temperatur zu berechnen. Eine Zusammenstellung gibt folgende Tabelle.

	M	t_{760}	T_{760}	λ_0	ε	λ	$\frac{\lambda}{T_{760}}$
SiH_4	32.3	— 111.9	161.2	4246.7	0.078091	2782	17.3
$\text{SiH}_3(\text{CH}_3)$	46.4	— 56.8	216.3	5699.6	0.055231	3873	17.9
$\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2$	60.4	— 20.1	253.0	6207.4	0.035218	4839	19.1
Si_2H_6	62.6	— 14.5	258.6	5443.1	0.018501	5111	19.8
SiH_3Cl	66.8	— 30.4	242.7	6329.9	0.040364	4802	19.8
$\text{Si}_2\text{H}_6\text{O}$	78.6	— 15.2	257.9	6560.8	0.034758	5152	20.0
Si_3H_8	93.0	+ 52.9	326	7832.9	0.021712	6666	20.5
SiH_2Cl_2	101.2	+ 8.3	281.4	5929.5	0.011348	6016	21.4
SiH_3Br	111.2	+ 1.9	275.0	5386.0	0.006561	5852	21.3
SiCl_4	170.1	+ 56.7	329.8	7946.2	0.020005	6925	21.0
$\text{Si}_2\text{Cl}_6\text{O}$	285.4	+ 137.0	410.1	11174.7	0.022248	8868	21.6

Die Stoffe sind nach steigendem Molekulargewicht angeordnet. Unter t_{760} bzw. T_{760} sind ihre Siedepunkte bei Atmosphärendruck angegeben, zum Teil berechnet mit Hilfe der vorher abgeleiteten Dampfdruckformeln; unter λ finden sich die molekularen Verdampfungswärmen beim Siedepunkt, berechnet nach der Gleichung

¹⁾ Ph. Ch. 85, 465 [1913].

$\lambda = \lambda_0 + 3.5T - \varepsilon T^2$, also unter Vernachlässigung des Gliedes $(1 - \frac{p}{\pi_0})^2$). Die Werte $\frac{\lambda}{T_{760}}$, die sogenannte Troutonsche Konstante, zeigt ausgesprochen die bekannte²⁾ Neigung, mit steigendem Siedepunkt oder, was im großen und ganzen auf dasselbe hinausläuft, mit steigendem Molekulargewicht zuzunehmen.

Bei SiH_2Cl_2 und SiH_2Br ergeben sich merkwürdigerweise für λ_0 größere Werte als für λ , auch die Werte für ε sind auffallend klein, die für $\frac{\lambda}{T_{760}}$ etwas zu hoch.

Oben wurde gesagt, daß die aus den linearen Gleichungen berechneten λ' -Werte für eine Temperatur im mittleren gemessenen Temperaturbereich Geltung hätten. Dieses können wir jetzt prüfen. Für $\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2$ fanden wir aus der linearen Gleichung $\lambda' = 5421$. Aus den Konstanten der Nernstschen Tensionsgleichung für $\text{SiH}_2(\text{CH}_3)_2$ folgt unter Vernachlässigung von $(1 - \frac{p}{\pi_0})$ die Beziehung $\lambda = 6207 + 3.5T - 0.03522 T^2 = 5421$; daraus ergibt sich $T = 207.2^\circ$, $t = -65.9^\circ$, eine Temperatur, die in der Tat auf dem Mittelstück der Kurve liegt.

Von den Verdampfungswärmen der untersuchten Stoffe ist bisher nur die des SiCl_4 von Ogier³⁾ gemessen zu 6300 kal bei 59° . Mit obigen Konstanten finden wir für 59° (mit diesem Siedepunkt rechnet Ogier) $\lambda = (7946.7 + 3.5T - 0.020005 T^2) (1 - \frac{p}{\pi_0})$. Unter Vernachlässigung des Faktors $(1 - \frac{p}{\pi_0})$ ergibt sich $\lambda_{59^\circ} = 6904$ kal. Nach van der Waals ist $\log \frac{\pi_0}{p} = a \left(\frac{\vartheta_0}{T} - 1 \right)$, wo a ganz roh⁴⁾ gleich 3.0, ϑ_0 nach Mendelejew⁵⁾ gleich etwa 503; daraus folgt $\pi_0 = 42.3^\circ$. Andererseits ergibt sich aus den bekannten Beziehungen $\varphi_0 = 3b$; $\pi_0 = \frac{a}{27b^2}$, $\vartheta_0 = \frac{8}{27} \frac{a}{b.R}$ und den Werten $d_k = 0.5275$ (Goldhammer)⁶⁾ $\pi_0 = 48.03$. Im Mittel also $\pi_0 = 45.21$. Also $(1 - \frac{p}{\pi_0})$

¹⁾ Unter Berücksichtigung des Faktors $(1 - \frac{p}{\pi_0})$ werden die λ -Werte im Durchschnitt schätzungsweise etwa 2 % kleiner.

²⁾ W. Nernst, Theoret. Chemie, 7. Aufl. [1913], 294 und W. Nernst. Die theoretischen und experimentellen Grundlagen usw., 111 und 117.

³⁾ A. ch. [5] 20, 53 [1880].

⁴⁾ W. Nernst, Theoret. Chemie, 7. Aufl. [1913], 234.

⁵⁾ A. 119, 11 [1861]. ⁶⁾ Ph. Ch. 71, 611 [1910]

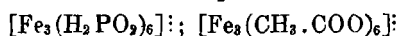
= 0.9779. Mit Berücksichtigung dieses Gliedes erhält man für die molekulare Verdampfungswärme des SiCl_4 bei 59° 6751 statt 6300 kal. Mit Ogiers Zahlen ergibt sich für $\frac{\lambda}{T_{160}}$ der auffallend niedrige Wert 19.0, mit unseren Zahlen der normale Wert 20.5. Ogiers Wert für die molekulare Verdampfungswärme des SiCl_4 ist daher wahrscheinlich zu niedrig.

86. R. F. Weinland und Walter Hieber: Über die Komplexe des dreiwertigen Eisens mit unterphosphoriger Säure.

[Mitteilung aus dem Chemischen Laboratorium der Universität Tübingen.]

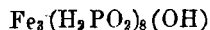
(Eingegangen am 8. Februar 1919.)

In einer Untersuchung, deren Ergebnisse wir an anderer Stelle¹⁾ veröffentlicht haben, hatten wir festgestellt, daß die Ferri-hypophosphite eine den Ferrisalzen organischer Säuren²⁾ analoge Konstitution haben. Sie enthalten ein dreisäuriges Hexahypophosphito-triferri-Kation, das z. B. dem Hexaacetato-triferri-Kation der roten Ferriacetate entspricht:



Die Ferrihypophosphite, von denen bisher nur das von H. Rose durch Einwirkung von unterphosphoriger Säure auf wasserhaltiges Eisenoxyd dargestellte bekannt war, bilden alle schwerlösliche, weißliche, krystallinische Pulver mit einem ganz schwachen Stich ins Rötliche. Sie sind an der Luft und in saurer Lösung ganz beständig, was im Hinblick auf die reduzierenden Eigenschaften der unterphosphorigen Säure besonders zu bemerken ist. Dies erklärt sich aber leicht damit, daß sie jenes beständige komplexe Kation enthalten.

Für unsere Untersuchung waren wir von einem Ferrihypophosphit ausgegangen, das sich beim Versetzen von Natriumhypophosphit-Lösung mit Ferrichlorid ausscheidet, und das im wesentlichen ein basisches Salz der Zusammensetzung



vorstellt.

Aus Lösungen dieses Hypophosphites in verhältnismäßig konzentrierter Schwefelsäure und Überchlorsäure im Überschuß konnten wir mehrere Sulfate und ein Perchlorat der oben genannten Hexa-

¹⁾ Z. a. Ch. 106 [1919].

²⁾ S. z. B. Weinland u. Fr. Paschen, Z. a. Ch. 92, 81 [1915].