XLVIII.

Ueber das Atom-Gewicht des Tantals, so wie über die Zusammensetzung der Verbindungen dieses Metalls.

Von

R. Hermann.

1) Ueber das Atom-Gewicht des Tantals.

Die Angaben der Chemiker über das Atom-Gewicht des Tantals sind sehr abweichend.

Berzelius fand dasselbe zu 1153,7 und nahm an, dass das Tantalchlorid nach der Formel Ta_2Cl_3 zusammengesetzt sei.

Dagegen fand ich, dass das Tantalchlorid viel mehr Chlor enthielt, als obiges Atom-Gewicht des Tantals voraussetzt. Bei der Annahme, dass das Tantalchlorid nach der Formel Ta_2Cl_3 zusammengesetzt sei, betrug das Atom-Gewicht des Tantals nach meinen Versuchen 645,0.

H. Rose bestätigte später die von mir gefundene Zusammensetzung des Tantalchlorids, obgleich ihm meine früheren Versuche unbekannt geblieben sein mögen, da er sie nicht erwähnte. Dagegen nahm H. Rose an, dass das Tantalchlorid nach der Formel $TaCl_2$ zusammengesetzt sei. Bei dieser Annahme erhielt er als Atom-Gewicht des Tantals die Zahl 860,2, welche übrigens fast vollkommen mit meiner Zahl von 645 übereinstimmt, wenn man das Tantalchlorid nicht nach der Formel Ta_2Cl_3 , sondern nach der Formel $TaCl_2$ zusammengesetzt betrachtet; denn dann erhält man folgende Proportion:

$$3 : 4 = 645,0 : x$$

und hieraus

$$x = 860,0.$$

Eine dritte Ansicht über die Constitution des Tantalchlorids hat kürzlich Marignac aufgestellt, wonach dasselbe nach der Formel Ta_2Cl_5 zusammengesetzt sein soll und danach würde das Atom-Gewicht des Tantals 1140,6 betragen.

Es fragt sich jetzt: welche von diesen Zahlen ist die richtigere. Was die durch die Autorität von Berzelius

unterstützte Annahme der Zusammensetzung der Tantalsäure nach der Formel $\ddot{\text{T}}\text{a}$ anbelangt, so sprechen für sie folgende Betrachtungen:

1) Die Tantalsäure hat in ihren chemischen Eigenschaften die grösste Aehnlichkeit mit $\ddot{\text{N}}\text{b}$ und $\ddot{\text{H}}\text{l}$ und kommt in der Natur gewöhnlich in Begleitung dieser Säuren vor. Es wurde dadurch sehr wahrscheinlich, dass sich diese Säuren gegenseitig in Folge von Isomorphie vertreten können, was Gleichheit der chemischen Constitution voraussetzt.

2) Viele Verbindungen der Tantalsäure, niobigen Säure und ilmenigen Säure können durch gemeinsame Formeln ausgedrückt werden, wenn man annimmt, dass die Tantalsäure 3 Atome Sauerstoff enthält.

3) Unter dieser Voraussetzung erhält auch der Tantalit die einfache Formel $\text{R}_2\ddot{\text{T}}\text{a}_3$.

Gegenwärtig muss aber die Ansicht aufgegeben werden, dass die Tantalsäure nach der Formel $\ddot{\text{T}}\text{a}$ zusammengesetzt sei, denn die Dampfdichte des Tantalchlorids stimmt nur mit der Voraussetzung überein, dass dasselbe nach der Formel TaCl_2 zusammengesetzt sei. Auch können die Verbindungen von Tantalfluorid mit anderen Fluoriden nicht durch einfache Formeln ausgedrückt werden, wenn man annimmt, dass das Tantalfluorid nach der Formel Ta_2Fl_3 zusammengesetzt sei.

Was endlich Marignac's Ansicht anbelangt, dass die Tantalsäure nach der Formel Ta_2O_5 zusammengesetzt sei; so giebt Marignac dafür folgende Gründe an:

1) Kalium-Tantalfluorid hat dieselbe Form wie Kalium-Niobfluorid $= 2\text{KFl} + \text{Nb}_2\text{Fl}_5$.

2) Die tantalhaltigen Columbite haben, unter der Voraussetzung, dass die Tantalsäure 5 Atome Sauerstoff enthalte, die einfache Formel $\text{R}_2(\ddot{\text{N}}\text{b}, \ddot{\text{T}}\text{a})$.

Man sieht, dass diese Gründe alle auf der Voraussetzung beruhen, dass die im Columbite enthaltene Säure des Niobiums nach der Formel $\ddot{\text{N}}\text{b}$ zusammengesetzt sei. Wir haben daher diese Voraussetzung näher zu prüfen. Marignac wurde zu dieser Ansicht durch die nahe Gleichheit der Form vieler

Fluoride geführt. Er fand Homöomorphie bei folgenden Verbindungen:

1) Kalium-Niobfluorür, Kalium-Titanfluorid und Kalium-Wolframoxylfluorid;

2) Saures Kaliumniobfluorür und saures Kalium-Zinnfluorid;

3) Ammonium-Niobfluorür und Ammonium-Wolframoxylfluorid.

4) Saures Kaliumniobfluorür und Kalium-Tantalfluorid.

Diese Erscheinung war so auffallend, dass Marignac vermuthete, dass ihr auch Gleichheit der stöchiometrischen Constitution dieser Verbindungen zu Grunde liegendürfte. Diese Gleichheit ergab sich bei der Voraussetzung, dass die Niobsäure nach der Formel Nb_2O_5 zusammengesetzt sei. Beim Lösen der Niobsäure in Flusssäure soll dann nicht Nb_2F_5 , sondern $Nb_2O_2F_3$ entstehen und auch das weisse, niobige Chlorid sei nicht Nb_2Cl_5 , sondern ein nach der Formel $Nb_2O_2Cl_3$ zusammengesetztes Oxychlorid. Setze man nun in diesen Verbindungen $O_2 = \Theta$, so erhalte man die Formeln $Nb_2\Theta Cl_3$, $Nb_2\Theta F_3$, $W_2\Theta_2F_2$, Ti_2F_4 , Sn_2F_4 . In allen diesen Verbindungen seien daher 2 Atome Metall mit 4 Doppelatomen Sauerstoff, Fluor oder Chlor enthalten und diess sei der Grund der häufigen Gleichheit der Form ihrer Verbindungen mit Fluorkalium und Fluorammonium.

Dagegen wäre aber zu bemerken, dass Sauerstoff ein zweierthiges Element ist, während Chlor und Fluor einwerthig sind. Ersetzt man daher in jenen Oxyfluoriden den Sauerstoff durch Fluor, so sind $O = 2F$ und desshalb entstehen wieder:

Von einer Gleichheit der stöchiometrischen Constitution dieser Verbindungen kann also gar keine Rede sein; folglich auch nicht von ihrer Isomorphie. Wir haben es hier mit Homöomorphie zu thun und diese beweist nichts in Betreff der stöchiometrischen Constitution solcher Verbindungen.

Marignac hat aber noch einen anderen Beweis beigebracht, dass das blättrige Kalium-Niobfluorür nach der Formel

$2\text{KFl} + \text{Nb}_2\text{O}_2\text{Fl}_3$ zusammengesetzt sei. Dasselbe soll sich nämlich beim Lösen in Flusssäure zu $2\text{KFl} + \text{Nb}_2\text{Fl}_3$ umwandeln. Als nämlich Marignac diesen Versuch anstellte, erhielt er ein Salz, das in kleinen warzenförmig gruppirten Prismen krystallisirt war. Dieses Salz soll beim Erhitzen, sogar beim Schmelzen mit Bleioxyd, nicht den geringsten Verlust erlitten und bei der Analyse aus $2\text{KFl} + \text{Nb}_2\text{Fl}_3$ bestanden haben. Ich habe bereits früher Zweifel über die Zusammensetzung dieser Verbindung nach Marignac's Theorie ausgesprochen, da eine solche ganz unvereinbar mit meinen Ansichten über die Zusammensetzung der Niob-Verbindungen ist. Danach giebt es zwei Arten von Säuren des Niobiums, nämlich: $\ddot{\text{Nb}}$ und $\ddot{\text{Nb}}$. Im Columbit ist $\ddot{\text{Nb}}$ enthalten. Löst man diese Säure in Flusssäure, so entsteht Nb_2Fl_3 und dieses verbindet sich nach Zusatz von Fluorkalium zu $2\text{KFl} + \text{Nb}_2\text{Fl}_3 + 2\ddot{\text{H}}$. Löst man diese Verbindung in Flusssäure, so kann unmöglich Nb_2Fl_3 entstehen, sondern es wird sich saures Kalium-Niobfluortür bilden $= 2\text{KFl} + \text{Nb}_2\text{Fl}_3 + 2\ddot{\text{HFl}}$. Eine solche Verbindung muss aber beim Erhitzen einen bedeutenden Gewichtsverlust erleiden. Die Richtigkeit meiner Ansicht konnte daher leicht durch einen Versuch geprüft werden. Ich habe daher diese Verbindung nach Marignac's Verfahren dargestellt und erhielt dabei ein Salz, das ganz so aussah, wie es Marignac beschrieben hat. Es bestand nämlich aus kleinen kugelförmig und warzenförmig gruppirten Prismen. Beim Erhitzen entwickelte dieses Salz schon bei 80° Flusssäure. Im ganzen verlor dasselbe bei einer Hitze, welche Glühhitze noch nicht erreichte, 12,25% Flusssäure. Ein solcher Gehalt von Flusssäure entspricht aber genau obiger Formel für das saure Kalium-Niobfluortür. Dieselbe erfordert nämlich

	Ber.	Gef.
$2\text{Nb} = 1320,0$		
$2\text{K} = 977,6$		
$5\text{Fl} = 1169,0$		
$2\text{HFl} = 492,6$	12,44	12,25
<hr/>	<hr/>	<hr/>
3959,2	100,00	100,00

Es ist mir daher ganz unbegreiflich, wie Marignac finden konnte, dass diese Verbindung beim Erhitzen nicht den

geringsten Verlust erleide und dabei doch 7 Aequivalente Fluor enthalte.

Was Marignac's Ansicht über die Zusammensetzung der Columbite anbelangt, so steht und fällt sie mit dem Vorkommen von Nb in diesen Mineralien. Ich werde übrigens diesen Gegenstand später, bei einer anderen Gelegenheit noch speciell besprechen.

Endlich muss ich noch auf einen wichtigen Umstand aufmerksam machen. Nach Marignac's Formel des Tantalchlorids (Ta_2Cl_5) müsste seine Dampfdichte 12,42 betragen, während die nach der Formel TaCl_2 berechnete Dampfdichte 9,66 beträgt.

Nun hat Deville ursprünglich angegeben, dass die Dampfdichten von Tantalchlorid und gelbem Niobchlorid betragen:

Tantalchlorid	9,6
Niobchlorid	10,9.

Später hat Deville angegeben, dass diese Zahlen verwechselt worden wären und dass sie betrügen:

Tantalchlorid	10,9
Niobchlorid	9,6.

Nun ist es aber ein sonderbares Zusammentreffen, dass die nach meinem Atom-Gewichte des Niobs und die nach H. Rose's und meinem Atom-Gewichte des Tantals berechneten Dampfdichten betragen:

	Bei.	D e v i l l e	
		früher	später
Tantalchlorid (TaCl_2)	9,66	9,6	10,9
Niobchlorid (NbCl_3)	10,97	10,9	9,6

Ich vermuthe daher, dass die von Deville ursprünglich angegebenen Zahlen die richtigen waren und dass sie später verwechselt wurden.

Dem mag nun aber sein wie ihm wolle, so ist doch so viel klar, dass die aus Marignac's Formel des Tantalchlorids berechnete Dampfdichte von 12,42 weder mit der Zahl 9,6 noch mit der von 10,9 übereinstimmt. Was das Atom-Gewicht des Tantals anbelangt, so berechnet Marignac dasselbe aus der Zusammensetzung des Kalium-Tantalfluorids.

Derselbe erhielt aus 100 Theilen dieser Verbindung 44,29 Theile schwefelsaures Kali und 56,59 Theile Tantal-säure. Bei der Annahme, dass diese Verbindung nach der Formel $2\text{KFl} + \text{Ta}_2\text{Fl}_5$ zusammengesetzt sei, beträgt das Atom-Gewicht von $\ddot{\text{Ta}}$ 2781,2 und hieraus folgt als Atom-Gewicht des Tantals die Zahl 1140,6.

Berzelius erhielt aus dieser Verbindung 43,53 schwefel-saures Kali und 56,99 Tantalsäure. Hiernach beträgt das Atom-Gewicht der Tantalsäure 2850,8 und das Atom-Gewicht des Tantals 1172,4. Nimmt man dagegen an, dass die Tan-talsäure nach der Formel $\ddot{\text{Ta}}$ zusammengesetzt sei, so erhält das Kalium-Tantalfluorid die Formel $3\text{KFl} + 4\text{TaFl}_2$ und dann erhält man mit den von Marignac und Berzelius aus dieser Verbindung abgeschiedenen Mengen von schwefelsaurem Kali und Tantalsäure folgende Atom-Gewichte des Tantals:

Marignac 842,9

Berzelius 866,5.

Die als Atom-Gewichte des Tantals gefundenen Zahlen sind also, bei der Voraussetzung, dass die Tantalsäure zwei Atome Sauerstoff enthalte, folgende:

Berzelius 866,5

H. Rose 860,2

Hermann 860,0

Marignac 842,9.

Da also meine Atom-Zahl des Tantals fast vollständig mit der von H. Rose gefundenen übereinstimmt und ausserdem in der Mitte steht, zwischen den Zahlen von Berzelius und Marignac, so dürfte sie wohl der Wahrheit nahe kommen und werde ich dieses noch ausserdem nachfolgend dadurch zu beweisen suchen, dass die nach dieser Zahl berechnete Zusam-mensetzung der Verbindungen des Tantals sehr genau mit den Analysen übereinstimmt.

Zuvor muss ich aber noch auf eipen Vorwurf antworten, der mir von Marignac gemacht wurde.

Derselbe sagt nämlich: Ann. d. Chem. u. Pharm. IV. Supple-ments-Band, 3. Heft, pag. 364, dass ich bei meinen Analysen der Verbindungen der Tantalsäure und niobigen Säure mit Alkalien den Gehalt der letzteren *viel zu hoch* gefunden hätte.

Dieser Umstand soll daher kommen, dass ich bei diesen Verbindungen bloß die Säure direct bestimmt, die Alkalien dagegen aus den Verlust berechnet hätte. Dieser müsse aber zu gross ausgefallen sein, weil man jene Salze nicht erhitzen könne, ohne dass sie dabei Kohlensäure anzögen, wodurch der Verlust grösser ausfallen müsse. Dieser Einwurf ist ein rein theoretischer und kann in der Praxis leicht dadurch vermieden werden, dass man jene Salze vor Aufnahme von Kohlensäure schützt. Marignac hat nur 2 Analysen von Verbindungen dieser Art näher untersucht, nämlich NaTa_2 und KTa_2 . In ersterem Salze fand Marignac 15,85 p.C. Natron, während ich in diesem Salze 15,22 p.C. Natron gefunden habe. Die Rechnung erfordert 15,56 p.C. Natron.

In dem Kalisalze fand Marignac 22,61 p.C. Kali, während ich 21,67 p.C. Kali fand. Die Rechnung erfordert 21,73 p.C. Kali.

Ich habe also in keinem Falle den Gehalt der Alkalien viel *zu hoch* gefunden, sondern *stets* geringer und namentlich beim Kalisalze, in besserer Uebereinstimmung mit der Theorie, wie Marignac. Worauf gründet sich nun Marignac's Vorwurf?

2) Ueber die Zusammensetzung der Verbindungen des Tantals.

1) Tantalsäure.

Die nach den älteren Methoden dargestellte Tantalsäure war gewöhnlich mit niobiger Säure gemengt. Die Reinigung der Tantalsäure kann entweder durch Behandeln ihrer A-Sulfate mit schwacher Natronlauge und Auskochen mit Wasser, oder, nach Marignac's Methode, durch Darstellung von Kalium-Tantalfuorid und Reinigung desselben durch Krystallisation bewirkt werden.

Zusammensetzung Ta .

		Ber.
1Ta =	860	81,14
2O =	200	18,86
Ta =	1060	100,00

2) Tantaloxyd.

Darstellung durch heftiges Glühen von Tantalsäure in Berührung mit Kohle (Berzelius).

Zusammensetzung $\ddot{\text{Ta}}$.

	Ber.	Berzelius	
		a.	b.
2Ta = 1720	85,15	85,02	84,45
30 = 300	14,85	14,98	15,55
$\ddot{\text{Ta}}$ = 2020	100,00	100,00	100,00

3) Schwefeltantal.

Darstellung durch Glühen von Tantalsäure in Dämpfen von Schwefelkohlenstoff.

Zusammensetzung $\ddot{\text{Ta}}_2\ddot{\text{Ta}}$.

	Ber.	Berzelius Nach meinen Versuchen	
5Ta = 4300	72,88	72,76	73,02
8S = 1600	27,12	27,24	26,98
$\ddot{\text{Ta}}_2\ddot{\text{Ta}}$ = 5900	100,00	100,00	100,00

4) Tantalchlorid.

Darstellung durch Glühen eines Gemenges von Tantal- säure und Kohle in einem Strome von Chlorgas. Dem so dargestellten Tantalchloride ist stets viel Oxychlorid beige- mengt, von dem es nicht vollständig durch Erhitzen in einem Gasstrom befreit werden kann. Dagegen erhält man das Tantalchlorid rein, wenn man obiges Gemenge einer Destil- lation aus einer kleinen Retorte, unter sorgfältiger Abhaltung von Wasserdämpfen unterwirft.

Zusammensetzung TaCl_2 .

	Ber.	H. Rose		Nach meinen Versuchen	
		a.	b.	früher	später
1Ta = 860,00	48,96	49,29	49,22	49,34	48,67
2Cl = 896,56	51,04	50,71	50,78	50,66	51,33
TaCl ₂ = 1756,56	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

5) Tantalsäure und Kali.

a) Krystallisiertes 4fach gewässertes zweifach tantalsaures Kali.

Durch Schmelzen von Tantalsäure mit ihrem 2- bis 3fachen Gewichte Kalihydrat, Lösen in Wasser und Ver- dunsten im leeren Raume entstehen monoklinödrische Pris- men mit den Combinationen von ∞P ; OP ; $(\infty P\infty)$; $(2P\infty)$;

+ $P. \infty P$ 109°; $OP : (2P\infty)$ 132° 25'; $OP : \infty P$ 90° 20' (Marignac).

Zusammensetzung = $\dot{K}\ddot{T}a_2 + 4\ddot{H}$.

	Ber.	Marignac
$2\ddot{T}a = 2120,0$	78,27	77,39
$1\dot{K} = 588,8$	21,73	22,61
$\dot{K}\ddot{T}a_2 = 2708,8$	100,00	100,00
	Ber.	Marignac
$\dot{K}\ddot{T}a_2 = 2708,8$	85,79	84,85
$4\ddot{H} = 450,0$	14,21	15,15
$\dot{K}\ddot{T}a_2 + 4\ddot{H} = 3158,8$	100,00	100,00

b) Amorphes 6fach gewässertes zweifach tantalsaures Kali.

Durch Schmelzen von Tantalsäure mit überschüssigem Kalihydrat, Lösen in wenig Wasser, Füllen mit Alkohol und Austrocknen bei der Temperatur des Zimmers.

Zusammensetzung: $\dot{K}\ddot{T}a_2 + 6\ddot{H}$.

	Ber.	Nach meinen Versuchen
$2\ddot{T}a = 2120,0$	78,27	78,33
$1\dot{K} = 588,8$	21,73	21,67
$\dot{K}\ddot{T}a_2 = 2708,8$	100,00	100,00
	Ber.	Nach meinen Versuchen
$\dot{K}\ddot{T}a_2 = 2708,8$	80,06	80,56
$6\ddot{H} = 675,0$	19,94	19,44
$\dot{K}\ddot{T}a_2 + 6\ddot{H} = 3383,8$	100,00	100,00

c) Dreiachtel tantalsaures Kali.

Wenn man zweifach tantalsaures Kali glüht und hierauf mit Wasser behandelt, so löst sich Kalihydrat auf; Marignac fand, dass die Menge des gelösten Kali's genau $\frac{1}{4}$ der im zweifach tantalsaurem Kali enthaltenen Menge betrug. Die Zusammensetzung des ungelösten tantalsauren Kalis entspricht mithin der Formel $\dot{K}_3\ddot{T}a_8$.

6) Tantalsäure und Natron.

a) Anderthalb tantalsaures Natron.

Durch Schmelzen von Tantalsäure mit überschüssigem Natronhydrat, Lösen in kochendem Wasser und Krystallisiren. Hierbei entstehen seidenglänzende blättrige Krystalle, deren Wassergehalt mit der Temperatur wechselt, bei welcher sich die Krystalle bildeten. Es wurde $\dot{Na}_2\ddot{T}a_3 + 10\ddot{H}$ und $\dot{Na}_2\ddot{T}a_3 + 14\ddot{H}$ beobachtet.

Im entwässerten Zustande bestand das Salz aus :

	Ber.	nach meinen Versuchen	
		a.	b.
$3\ddot{\text{T}}\text{a} =$	3180,0	80,27	80,28 80,12
$2\ddot{\text{N}}\text{a} =$	781,8	19,78	19,72 19,88
$\ddot{\text{N}}\text{a}_2\ddot{\text{T}}\text{a}_3 =$	3961,8	100,00	100,00 100,00

Das 10fach gewässerte Salz bestand aus :

	Ber.	Gef.
$\ddot{\text{N}}\text{a}_2\ddot{\text{T}}\text{a}_3 =$	3961,8	77,89 77,49
$10\ddot{\text{H}} =$	1125,0	22,11 22,51
$\ddot{\text{N}}\text{a}_2\ddot{\text{T}}\text{a}_3 + 10\ddot{\text{H}} =$	5086,8	100,00 100,00

Das 14fach gewässerte Salz bestand aus :

	Ber.	Gef.
$\ddot{\text{N}}\text{a}_2\ddot{\text{T}}\text{a}_3 =$	3961,8	71,58 71,15
$14\ddot{\text{H}} =$	1575,0	28,42 28,85
$\ddot{\text{N}}\text{a}_2\ddot{\text{T}}\text{a}_3 + 14\ddot{\text{H}} =$	5536,8	100,00 100,00

b) Sechsfach gewässertes zweifach tantalsaures Natron.

Durch Schmelzen von Tantalsäure mit Natronhydrat, Entfernen des überschüssigen Natronhydrats durch wenig Wasser, Lösen des Rückstandes in kochendem Wasser und Krystallisiren. Dabei bilden sich blättrige Krystalle. Ihre Form entspricht hexagonalen Pyramiden mit stark vorwaltender Basis. $OP:P = 124^\circ 14'$ (Marignac).

Im entwässerten Zustande bestand das Salz aus :

	Ber.	Marignac	H. Rose	Nach meinen Versuchen
$2\ddot{\text{T}}\text{a} =$	2120,0	84,44	84,15	83,61 84,78
$1\ddot{\text{N}}\text{a} =$	390,9	15,56	15,85	16,39 15,22
$\ddot{\text{N}}\text{a}\ddot{\text{T}}\text{a}_2 =$	2510,9	100,00	100,00	100,00 100,00

Im gewässerten Zustande bestand das Salz aus :

	Ber.	Marignac	H. Rose
$\ddot{\text{N}}\text{a}\ddot{\text{T}}\text{a}_2 =$	2510,9	78,20	77,66 77,94
$6\ddot{\text{H}} =$	675,0	21,80	22,34 22,00
$\ddot{\text{N}}\text{a}\ddot{\text{T}}\text{a}_2 + 6\ddot{\text{H}} =$	3185,9	100,00	100,00 100,00

7) Tantalfluoride.

Das Hydrat der Tantalsäure löst sich leicht in Flusssäure zu TaFl_2 und dieses verbindet sich mit anderen Fluoriden zu krystallisirbaren Salzen.

a) Kalium-Tantalfluorid.

Beim Vermischen einer Lösung von Tantalfuorid mit Fluorkalium bilden sich zarte, dünne Prismen. Ihre Form

ist monoklinoëdrisch. Es wurde beobachtet: ∞P , ($\infty P\infty$) und ein augitisches Paar e .

∞P $112^\circ 30'$; ($\infty P\infty$): e $114^\circ 45'$, e : e 131° (Marignac).

Das Salz bestand aus $3KFl + 4TaFl_2$.

	Ber.	Marignac	Berzelius	H. Rose
3K =	1466,4	19,60	19,89	20,60
4Ta =	3440,0	46,00	45,92	46,24
11Fl =	2571,8	34,40	34,19	34,22
3KFl + 4TaFl ₂ =	7478,1	100,00	100,00	100,00

Ausser dieser wasserfreien Verbindung habe ich auch noch wasserhaltiges Kalium-Tantalfluorid beobachtet.

Dasselbe enthielt 4,50 p.C. Wasser. Es bestand aus $3KFl + 4TaFl_2 + 3H$.

	Ber.	Nach meinen Versuchen
3KFl + 4TaFl ₂ =	7478,1	95,68
3H =	337,5	4,32
3KFl + 4TaFl ₂ + 3H =	7815,6	100,00

b) Kalium-Tantalfluorid und Kalium-Siliciumfluorid.

Durch Behandeln eines Gemenges von Kalium-Siliciumfluorid und Kalium-Tantalfluorid mit kochendem Wasser und Filtriren, erhielt ich eine Lösung, die beim Erkalten kleine, dünne Prismen absetzte, die ganz das Ansehen von Kalium-Tantalfluorid hatten. Dieselben bestanden aus:

Sie gaben nämlich:

	Ber.	Gef.
7K =	3421,6	26,43
4Ta =	3440,0	26,50
4Si =	739,2	26,22
23Fl =	5377,4	47,07
	12978,2	100,00

Ich vermuthe, dass das von H. Rose untersuchte Kalium-Tantalfluorid, Kalium-Siliciumfluorid enthielt und dass er desshalb 1 p.C. Kalium und 1,85 p.C. Fluor mehr und 2,85 p.C. Tantal weniger erhielt, als die Rechnung für reines Kalium-Tantalfluorid erfordert.

c) Kalium-Tantaloxxyfluorid.

Wenn man Kalium-Tantalfluorid in Wasser löst und die Lösung erhitzt, so wird Flusssäure frei und es entsteht ein amorpher Niederschlag von Kalium-Tantaloxxyfluorid. Ma-

rignac erhielt durch Zersetzung dieser Verbindung mit Schwefelsäure 73,61 p.C. Tantalsäure und 27,23 p.C. schwefelsaures Kali. Sie enthielt also 12,22 p.C. Kalium, 59,72 p.C. Tantal und 28,06 p.C. Fluor und Sauerstoff. Eine solche Verbindung entspricht der Formel:

$3\text{KFl} + 8\text{TaOFl}$. Diese Formel giebt:

	Ber.	Gef.
$3\text{K} = 1466,4$	12,51	12,22
$8\text{Ta} = 6880,0$	58,71	59,72
$8\text{O} = 800,0$	28,78	28,06
$11\text{Fl} = 2571,8$		
<hr/>	<hr/>	<hr/>
11718,2	100,00	100,00

d) Natrium-Tantalfluoride.

Als Marignac zweifach tantalsaures Natron in Flusssäure löste und diese Lösung einer succesiven Concentration unterwarf, so erhielt er zuerst eine körnige Ausscheidung eines Salzes, welches nach der Formel $7\text{NaFl} + 6\text{TaFl}_2$ zusammengesetzt war. Dasselbe wurde auch von H. Rose bemerkt. Erst später krystallisirte die dem wasserhaltigen Kalisalz entsprechende Verbindung $3\text{NaFl} + 4\text{TaFl}_2 + 3\text{H}$ in klaren, dünnen Blättern. Dieselben bildeten 8seitige Tafeln des rhombischen Systems, mit den Flächen von OP ; $2\bar{P}\infty$; $\bar{P}\infty$; P .

$OP:\bar{P}\infty$ $123^\circ 20'$; $OP:P$ 117° ; $OP:2\bar{P}\infty$ 148° (Marignac).

Das körnige Salz bestand aus:

	Ber.	Marignac	H. Rose
$7\text{Na} = 2036,3$	17,49	17,27	17,22
$6\text{Ta} = 5160,0$	44,33	44,53	44,33
$19\text{Fl} = 4442,2$	38,18	38,20	38,45
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
11638,5	100,00	100,00	100,00

Das blättrige Salz bestand aus:

	Ber.	Marignac
$3\text{Na} = 872,7$	12,08	12,39
$4\text{Ta} = 3440,0$	47,63	47,26
$11\text{Fl} = 2571,8$	35,62	35,60
$3\text{H} = 337,5$	4,67	4,75
<hr/>	<hr/>	<hr/>
7222,0	100,00	100,00

e) Ammonium-Tantalfluorid.

Durch Vermischen einer Lösung von Tantalfluorid mit Ammoniumfluorid und Krystallisiren. Dünne quadratische

Blätter mit zugeshärften Rändern. Die Krystalle enthalten kein Wasser. OP: P 119°, (Marignac). Das Salz ist $3\text{NH}_4\text{Fl} + 4\text{TaFl}_2$.

	Ber.	Marignac
$3\text{NH}_4 =$	675,0	10,09
$4\text{Ta} =$	3440,0	51,44
$11\text{Fl} =$	2571,8	38,47
	<u>6686,8</u>	<u>100,00</u>

f) Zink-Tantalfluorid.

Darstellung durch Zusatz von Zinkoxyd zu einer Lösung von Tantalsäure in überschüssiger Flusssäure. Sehr leicht löslich. Krystallisiert schwierig in rhombischen Blättern (Marignac).

Das Salz besteht aus: $3\text{ZnFl} + 4\text{TaFl}_2 + 21\text{H}$.

	Ber.	Marignac
$3\text{Zn} =$	1219,7	12,71
$4\text{Ta} =$	3440,0	35,85
$11\text{Fl} =$	2571,8	26,82
$21\text{H} =$	2362,5	24,62
	<u>9594,0</u>	<u>100,00</u>

g) Kupfer-Tantalfluorid.

Darstellung wie vorige Verbindung. Leicht löslich und schwer krystallisierbar in durchsichtigen, blauen Krystallen, die wie rhombische, an den Enden vierflächig zugespitzte Prismen aussahen, aber nicht gemessen werden konnten (Marignac).

Zusammensetzung $3\text{CuFl} + 4\text{TaFl}_2 + 12\text{H}$.

	Ber.	Marignac
$3\text{Cu} =$	1187,1	13,88
$4\text{Ta} =$	3440,0	40,23
$11\text{Fl} =$	2571,8	30,10
$12\text{H} =$	1350,0	15,79
	<u>8548,9</u>	<u>100,00</u>