

Beiträge zur Kenntnis des Baryumuranylacetats und des Bleiuranylacetats, sowie der daraus entstehenden Uranate

von

Josef Zehenter.

Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Oberrealschule in Innsbruck.

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Dezember 1903.)

Im XXI. Bande der Monatshefte für Chemie (Jahrg. 1900), p. 235 bis 255 wurde über das Verhalten des Uranylacetats und einiger seiner Doppelsalze, nämlich des Kalium-, Natrium- und Ammoniumdoppelsalzes zu Wasser und über die sich dabei bildenden basischen Salze und Polyuranate berichtet. In den folgenden Zeilen sollen nun die Resultate der Wirkung des Wassers auf Baryum- und Bleiuranylacetat, sowie einige andere bei dieser Gelegenheit über diese Salze gemachte Beobachtungen mitgeteilt werden, wobei zu erwähnen ist, daß als Ausgangsmaterial zur Darstellung der früher angegebenen Salze das von der Firma E. Merck in Darmstadt bezogene Uranium aceticum puriss. natronfrei diente.

I. Baryumuranylacetat.

Dieses Salz, welches zuerst Wertheim,¹ dann Rammelsberg² beschrieb, wurde durch Zusammenbringen wässriger Lösungen von Baryum- und Uranylacetat und Eindampfen im Vakuum über Schwefelsäure hergestellt. Zu bemerken ist, daß

¹ Journal für prakt. Chemie, A. F., 29. Bd. (1843), p. 207.

² Sitzb. der preuß. Akad. der Wissenschaften, Jahrg. 1884, II, p. 857.

die Lösung stets essigsauer gehalten werden muß, soll nicht bald nach dem Vermischen die Abscheidung eines flockigen Niederschlages eintreten. Stark essigsaurer Lösungen können auch auf dem Wasserbade zur Krystallisation abgedampft werden, ohne daß Zersetzung eintritt. Die obigen Forscher stellten für das Baryumuranylacetat die Formel $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 2[\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2] + 6\text{H}_2\text{O}$ auf, während hier die Beobachtung gemacht wurde, daß dasselbe im lufttrockenen Zustande nur $3\text{H}_2\text{O}$ enthält, welche beim Erhitzen auf 200° entweichen. Bei 275° , wo nach Angabe Wertheim's das Krystallwasser austritt, geht bereits eine Zersetzung des Körpers vor sich. Erwähnt muß werden, daß die erhaltenen lufttrockenen, nur 3 Moleküle Krystallwasser enthaltenden Krystalle durchaus nicht verwittert aussahen.

0·5917 g lufttrockener Substanz verloren beim Erhitzen auf 200° 0·0275 g Wasser; der Rückstand lieferte 0·124 g BaSO_4 und 0·304 g U_3O_8 .

In 100 Teilen:

	Berechnet für $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 2[\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2] + 3\text{H}_2\text{O}$	Gefunden
H_2O	4·97	4·65
Ba	12·62	12·32
U	44·01	43·60

Der Rückstand, welcher beim starken Erhitzen zurückbleibt, ist Baryumdiuranat, wie schon von Wertheim festgestellt wurde. Beobachtet konnte bei Wiederholung des Versuches werden, daß das Erhitzen unter gewissen Vorsichtsmaßregeln stattfinden muß, will man einen bei der Analyse stimmenden Körper erhalten. Die Versuche ergaben, daß bei starker Rotglut bereits eine weitergehende Zersetzung des Baryumdiuranates stattfindet, welche sich durch eintretende grünliche Färbung und teilweise Unlöslichkeit des Glührückstandes in Salzsäure zu erkennen gibt. Am geeignetsten erwies sich ein Erhitzen zwischen 300° und schwacher Rotglut.

0·8106 g wasserfreien Baryumuranylacetats lieferten beim Erhitzen zur Rotglut 0·5656 g Bariumdiuranat, welche 0·178 g BaSO_4 und 0·44 g U_3O_8 ergaben.

In 100 Teilen:

	Berechnet für $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 2[\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2]$	Gefunden
Ba U ₂ O ₇ ...	70·41	69·78
	Berechnet für BaU ₂ O ₇	Gefunden
Ba	18·87	18·53
U	65·76	66·04

Außer der hier besprochenen Bildungsweise entsteht Baryumdiuranat auch nach Arfvedson,¹ wenn man kochende Lösungen von Uranylchlorid und Baryumchlorid mit Ammoniak im Überschusse versetzt, den entstandenen Niederschlag mit heißem Wasser wäscht, trocknet und glüht, dann nach Berzelius² durch Fällung von Uranylнитrat oder Uranylacetat mit überschüssigem Barytwasser und Auswaschen des Niederschlages bis zum Aufhören der Baryumreaktion im Filtrate, ferner nach Kühn³ durch Kochen von Uranylнитrat mit Barytwasser. Nach Ditte⁴ wird krystallisiertes Baryumdiuranat mit ähnlichen Eigenschaften wie das hier erhaltene durch Erhitzen von Uranoxyduloxyd mit Baryumchlorid oder Baryumchlorat bekommen, während es Fischel⁵ durch Glühen von Uransäure mit Baryumchlorid erhielt.

Zur Prüfung des Verhaltens des Baryumuranylacetats gegenüber Wasser wurde zunächst eine fünfprozentige Lösung desselben unter Anwendung eines Rückflußkühlers durch 5 Stunden gekocht. Es tritt bald Zersetzung ein, welche sich durch Abscheidung eines schwefelgelben Pulvers zu erkennen gibt. Dasselbe wurde abfiltriert, mit heißem Wasser bis zum Verschwinden der Baryum- und Uranreaktion gewaschen und getrocknet. Aus dem Filtrate konnte bei weiterem Kochen unter obigen Bedingungen keine Ausscheidung mehr erhalten werden.

¹ Handb. der anorganischen Chemie von Gmelin, II (1853), p. 613.

² Ebenda.

³ Ebenda.

⁴ Comptes rendus, 95. Bd. (1882).

⁵ Über Uransäure und deren Salze, Inauguraldissertation, Bern 1889.

Der ausgeschiedene Körper stellt unter dem Mikroskope bei 600facher Vergrößerung eine ziemlich einheitlich aussehende, aus rundlichen Körnchen bestehende Masse dar, welche in Wasser, Alkohol, Kalilauge sowohl in der Kälte als auch in der Wärme fast unlöslich ist, sich hingegen leicht in heißer Essigsäure und in kalter verdünnter Salz- oder Salpetersäure löst.

Die quantitative Analyse ergab folgendes Resultat:

- I. 0·9587 g lufttrockener Substanz gaben beim Erhitzen auf 130 bis 140° C. 0·0385 g H₂O ab, beim weiteren Erhitzen zur schwachen Rotglut traten noch 0·0335 g, im ganzen also 0·072 g aus. Die getrocknete Substanz lieferte 0·1995 g BaSO₄ und 0·7379 g U₃O₈.
- II. 0·4606 g lufttrockener Substanz verloren bei 130 bis 140° 0·02 g, bei weiterem Erhitzen zur schwachen Rotglut 0·015 g H₂O, im ganzen also 0·035 g. Die weitere Analyse ergab 0·0961 g BaSO₄ und 0·354 g U₃O₈.
- III. Zur Entscheidung, ob der Körper nicht Kohlenstoff enthält, wurde eine Bestimmung desselben durchgeführt. 0·7385 g bei 140° getrockneter Substanz gaben 0·0093 g CO₂, welche 0·34% C, auf getrocknete Substanz berechnet, entsprechen.

Aus diesen Daten ergibt sich, wenn man vom geringen Gehalt an Kohlenstoff absieht, daß sich ein Baryumtrivanat gebildet hat, welches 4¹/₂ Moleküle Krystallwasser enthält, von denen 2¹/₂ bei 140°, der Rest bei schwacher Rotglut entweichen.

In 100 Teilen:

	Berechnet für lufttrockene	Gefunden	
	Substanz Ba U ₃ O ₁₀ +4 ¹ / ₂ H ₂ O	I.	II.
4 ¹ / ₂ H ₂ O.....	7·39	7·51	7·60

Bei 140° entweichen 2¹/₂ Moleküle H₂O.

	Berechnet für	Gefunden	
	(Ba U ₃ O ₁₀ +2 H ₂ O)+2 ¹ / ₂ H ₂ O	I.	II.
2 ¹ / ₂ H ₂ O.....	4·11	4·02	4·34

Bei weiterem Erhitzen zur Rotglut entweichen 2 Moleküle H_2O .

	Berechnet für $BaU_3O_{10}+2H_2O$	Gefunden	
		I.	II.
$2H_2O$	3·43	3·64	3·40
	Berechnet für BaU_3O_{10}	Gefunden	
		I.	II.
Ba	13·52	13·24	13·29
U	70·73	70·63	70·61

Bei starkem Erhitzen, das über die schwache Rotglut hinausgeht, wird das Baryumtriuranat, ähnlich wie das Baryumdiuranat, weiter zersetzt, was sich auch hier in einer Farbänderung von Rotgelb in Braun und in der teilweisen Unlöslichkeit in Salzsäure zu erkennen gibt. Die Ausbeute an dem hier beschriebenen Uranate betrug ungefähr die Hälfte des angewendeten Doppelsalzes. Weitere Versuche lehrten, daß auch Lösungen, die nur 1 oder 2% Baryumuranylacetat enthielten, sowie auch Mischungen von wässerigen Lösungen von Baryumacetat und Uranylacetat ohne vorherige Abscheidung des Doppelsalzes beim Kochen Baryumtriuranat liefern. Die Konzentration im letzteren Falle war so gewählt, daß je 5 g Uranylacetat in 400 cm^3 Wasser und je 5 g Baryumacetat in 100 cm^3 Wasser gelöst wurden und die Mischung desselben dann durch 6 Stunden am Rückflußkühler gekocht wurde.

Ein anderes Resultat ergab das Erwärmen einer wässerigen Lösung von Baryumuranylacetat auf dem Wasserbade unter stetem Ersatze des verdampfenden Wassers. Zu diesem Zwecke wurden 5 g des Salzes in 150 cm^3 Wasser gelöst und die klare Lösung auf dem Wasserbade so lange erwärmt, bis die zuerst ziemlich stark sauer reagierende Flüssigkeit neutrale Reaktion zeigte. Die ausgeschiedene goldgelb gefärbte Masse wurde abfiltriert und bis zum Verschwinden der Baryumreaktion mit heißem Wasser ausgewaschen. Eine Uranreaktion zeigte das Filtrat überhaupt nicht, es war also sämtliches Uran in Form des gleich zu beschreibenden Uranates ausgefällt worden.

Nach dem Trocknen zeigte der Rückstand makro- und mikroskopisch dasselbe Aussehen wie Baryumtriuranat, mit

dem er auch in seinen qualitativen Eigenschaften übereinstimmte. Die quantitative Analyse ergab jedoch ein anderes Resultat.

- I. 0·4145 g lufttrockene Substanz gaben beim Erhitzen auf 140° 0·0165 g, beim weiteren Erhitzen zur schwachen Rotglut 0·015 g, im ganzen 0·0315 g H₂O ab und lieferten 0·1014 g BaSO₄ und 0·311 g U₃O₈.
- II. 0·6624 g lufttrockener Substanz gaben beim Erhitzen auf 140° 0·028 g, beim Erhitzen zur schwachen Rotglut weiter 0·0208 g, im ganzen 0·0488 g H₂O ab und lieferten 0·1627 g BaSO₄ und 0·494 g U₃O₈.

Aus diesen Zahlen berechnet sich, daß beim Erwärmen einer wässerigen Lösung von Baryumuranylacetat auf dem Wasserbade sich ein Baryumpentauranat von der Formel Ba₂U₅O₁₇ oder 2BaO·5UO₃ mit 8 Molekülen Krystallwasser bildete, von welchem letzteren bei 140° 4¹/₂ Moleküle, der Rest bei schwacher Rotglut fortgehen.

In 100 Teilen:

	Berechnet für lufttrockene Substanz Ba ₂ U ₅ O ₁₇ +8H ₂ O	Gefunden	
		I.	II.
8H ₂ O.....	7·63	7·60	7·37

Bei 140° entweichen 4¹/₂ Moleküle H₂O.

	Berechnet für (Ba ₂ U ₅ O ₁₇ +3 ¹ / ₂ H ₂ O)+4 ¹ / ₂ H ₂ O	Gefunden	
		I.	II.
4 ¹ / ₂ H ₂ O.....	4·29	3·98	4·23

Beim weiteren Erhitzen zur Rotglut entweichen 3¹/₂ Moleküle H₂O.

	Berechnet für Ba ₂ U ₅ O ₁₇ +3 ¹ / ₂ H ₂ O	Gefunden	
		I.	II.
3 ¹ / ₂ H ₂ O.....	3·49	3·77	3·28

	Berechnet für Ba ₂ U ₅ O ₁₇	Gefunden	
		I.	II.
Ba.....	15·76	15·58	15·59
U.....	68·66	68·93	68·34

Zu diesem Resultate ist zu bemerken, daß die analysierten Substanzen von zweierlei Darstellungsweisen herührten und daß sie auch einen allerdings ganz geringen Gehalt an Kohlenstoff, 0·3% auf lufttrockene Substanz bezogen, zeigten, welcher nicht weiter berücksichtigt wurde.

Die gleiche Verbindung bildet sich, wenn Lösungen von Baryumacetat und Uranylacetat in dem Verhältnisse, wie es dem Doppelsalze entspricht, gemischt und am Wasserbade in oben angegebener Weise erhitzt wurden. Erwärmt man jedoch Gemische von Salzlösungen, in denen Baryumacetat gegenüber dem Uranylacetat im Überschusse vorhanden ist, z. B. im Verhältnisse von 5 : 2, so bildet sich das bereits früher erwähnte Baryumdiuranat.

Ein anderes Resultat als in den bisher besprochenen zwei Fällen wurde wieder erhalten, als eine einprozentige Lösung von Baryumuranylacetat auf dem Wasserbade in einem mit Rückflußkühler verbundenen Kolben durch 4 bis 5 Stunden, also nicht wie bei dem früheren Versuche in einer offenen Schale, erhitzt wurde. Es scheidet sich dabei eine gelbe pulverige Masse aus, welche unter dem Mikroskop einheitlich und kristallinisch aussieht. Bei etwa 600facher Vergrößerung sieht man sechsseitige Blättchen, welche häufig in Bruchstücken auftreten und an den Ecken mehr oder weniger abgerundet erscheinen. Der ausgeschiedene Körper wurde abfiltriert und wie früher mit heißem Wasser gewaschen, bis das Filtrat keine Reaktion auf Baryum und Uran mehr zeigte, worauf er getrocknet wurde.

In seinen qualitativen Eigenschaften stimmte er mit den früher beschriebenen Baryumuranaten überein; die quantitative Analyse ergab folgende Resultate:

- I. 0·464 g des lufttrockenen Körpers verloren beim Erhitzen auf 110° 0·009 g H₂O und beim weiteren Erhitzen zur schwachen Rotglut 0·029 g, im ganzen also 0·038 g. Die getrocknete Substanz gab 0·088 g BaSO₄ und 0·362 g U₃O₈. Außerdem wurden bei der Verbrennung 0·003 g CO₂, entsprechend 0·0008 g Kohlenstoff, nachgewiesen.
- II. 0·6415 g lufttrockener Substanz verloren beim Erhitzen auf 110° 0·0145 g und beim weiteren Erhitzen zur

schwachen Rotglut 0·038 g H₂O, im ganzen mithin 0·0525 g. Die wasserfreie Substanz lieferte 0·122 g BaSO₄ und 0·498 g U₃O₈.

Daraus berechnet sich, von dem sehr geringen Kohlenstoffgehalte abgesehen, daß sich eine Verbindung von der Formel Ba₂U₇O₂₃+11H₂O oder 2BaO·7UO₃+11H₂O, also ein Baryumheptauranat gebildet hat. Von den 11 Molekülen Wasser treten 2½ Moleküle bei 110° aus, der Rest entweicht bei schwacher Rotglut.

In 100 Teilen:

	Berechnet für lufttrockene Substanz Ba ₂ U ₇ O ₂₃ +11H ₂ O	Gefunden	
		I.	II.
11H ₂ O.....	7·87	8·19	8·18

Bei 110° treten 2½ Moleküle H₂O aus.

	Berechnet für (Ba ₂ U ₇ O ₂₃ +8½H ₂ O)+2½H ₂ O	Gefunden	
		I.	II.
2½H ₂ O.....	1·79	1·94	2·26

Beim weiteren Erhitzen zur Rotglut entweichen 8½ Moleküle H₂O.

	Berechnet für Ba ₂ U ₇ O ₂₃ +8½H ₂ O	Gefunden	
		I.	II.
8½H ₂ O.....	6·20	6·37	6·06

	Berechnet für Ba ₂ U ₇ O ₂₃	Gefunden	
		I.	II.
Ba.....	11·85	12·16	12·19
U.....	72·29	72·13	71·77

Bemerkt werde, daß die unter I und II analysierten Substanzen von verschiedenen Darstellungsweisen herstammten.

Dieselbe Verbindung von Baryumheptauranat entsteht auch beim Kochen einer sehr verdünnten Lösung des Baryumuranilyacetats am Rückflußkühler. Es wurde eine Lösung angewendet, die 0·2% Salz enthielt. Die ausgeschiedene Substanz wurde in gleicher Weise zur Analyse vorbereitet, wie dies früher

angegeben ist und zeigte auch dasselbe makro- und mikroskopische Aussehen sowie dieselben qualitativen und quantitativen Eigenschaften.

0.65 g lufttrockener Substanz verloren beim Erhitzen bis zur schwachen Rotglut 0.0512 g H_2O und der Rückstand lieferte 0.12 g $BaSO_4$ und 0.511 g U_3O_8 .

In 100 Teilen:

	Berechnet für $Ba_2U_7O_{23} + 11H_2O$	Gefunden
11 H_2O	7.87	7.88

	Berechnet für $Ba_2U_7O_{23}$	Gefunden
Ba	11.85	11.79
U	72.29	72.43

Weitere Beobachtungen wurden über das Verhalten von Gemischen wässriger Lösungen von Baryumacetat und Uranylacetat beim längeren Stehen im zerstreuten Tageslichte gemacht.

Je 7.5 g Uranylacetat und 7.5 g Baryumacetat wurden in 150 cm^3 Wasser gelöst, die eventuell filtrierten Flüssigkeiten gemischt und in einer gut verschlossenen Flasche sich selbst überlassen. Schon nach kurzer Zeit, etwa nach einer Stunde, zeigte sich leichtes Opalisieren, nach 2 Stunden trat starke Trübung ein und bald schied sich ein reichlicher Niederschlag ab. Der zuerst flockige und unter dem Mikroskope amorph aussehende Niederschlag ging nun bei monatelangem Stehen in einen deutlich krystallinischen über und bestand dann bei entsprechender Vergrößerung aus sehr einheitlich aussehenden, prismenförmigen Krystallen. Dieselben wurden abfiltriert, ein paarmal mit kaltem Wasser, dann mit verdünntem und schließlich mit konzentriertem Alkohol so lange gewaschen, bis das Filtrat keine Baryum- und Uranreaktion mehr zeigte. Es hatte sich herausgestellt, daß beim Waschen mit Wasser allein eine allmähliche Zersetzung des Körpers vor sich geht, daran kenntlich, daß die Krystallform desselben immer undeutlicher wird und schließlich ganz verloren geht. Der mit Einhaltung

der erwähnten Vorsichtsmaßregel gewaschene Körper wurde dann lufttrocken gemacht, wobei die Krystallform erhalten blieb.

Um eine immerhin mögliche Einwirkung des Lichtes auszuschließen, wurde ein gleicher Versuch mit obigen Lösungen im Dunkeln ausgeführt, wobei jedoch dasselbe Resultat erzielt wurde, daher das Licht keinen Einfluß zu haben scheint.

Der in dem einen und in dem anderen Falle ausgeschiedene Körper ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Äther, Ammoniak, Kalilauge und kalter Essigsäure, leicht löslich in heißer Essigsäure und in verdünnter Salz- und Salpetersäure.

Die quantitative Analyse gab folgendes Resultat:

- I. 0·3465 g lufttrockener Substanz, welche nach Obigem beim Stehen am Lichte erhalten wurde, verloren beim Trocknen im Vakuum über Schwefelsäure 0·0315 g H₂O; die Elementaranalyse lieferte 0·034 g H₂O, 0·048 g CO₂ und hinterließ 0·2775 g Rückstand, der 0·062 g BaSO₄ und 0·231 g U₃O₈ ergab.
- II. 0·4795 g des lufttrockenen Körpers, der beim Stehen im Dunkeln erhalten wurde, verloren im Vakuum über Schwefelsäure 0·044 g H₂O; die Verbrennung lieferte 0·0462 g H₂O, 0·063 g CO₂ und 0·385 g Rückstand, der weiters 0·087 g BaSO₄ und 0·318 g U₃O₈ ergab.

Es hat sich also in diesen Fällen ein kohlenstoffhaltiger Körper gebildet, der im lufttrockenen Zustande der Formel BaU₃C₄H₁₀O₁₅ + 6¹/₂ H₂O entspricht. Die 6¹/₂ Moleküle Krystallwasser entweichen beim Trocknen im Vakuum.

In 100 Teilen:

	Berechnet für	Gefunden	
	BaU ₃ C ₄ H ₁₀ O ₁₅ + 6 ¹ / ₂ H ₂ O	I.	II.
6 ¹ / ₂ H ₂ O	9·22	9·09	9·18
	Berechnet für	Gefunden	
	BaU ₃ C ₄ H ₁₀ O ₁₅	I.	II.
Ba	11·91	11·59	11·76
U	62·26	62·25	61·97
C	4·16	4·16	3·95
H	0·88	1·21	1·18
BaU ₃ O ₁₀	88·04	88·10	88·40

Der bei der Verbrennung bleibende Rückstand ist nämlich Baryumtriuranat.

In 100 Teilen:

	Berechnet für	Gefunden	
	$\text{Ba U}_3\text{O}_{10}$	I.	II.
Ba	13·52	13·15	13·30
U	70·73	70·67	70·10

Was nun die nähere Zusammensetzung dieses Körpers betrifft, so dürfte hier im vakuumtrockenen Zustande eine Verbindung von Baryumacetat mit Uranoxyd, welche noch 2 Moleküle Wasser enthält, vorliegen, ihr also die aufgelöste Formel $\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ zukommen, wofür folgende Umstände zu sprechen scheinen:

1. Lassen sich beim Erhitzen des von den $6\frac{1}{2}$ Molekülen Krystallwasser befreiten Körpers auf 250° tatsächlich noch 2 Moleküle Wasser austreiben, ohne daß eine Zersetzung desselben eintritt, welche sich erst bei höherer Temperatur, von 300° an, durch das Auftreten des Acetongeruches und die Farbenänderung deutlich bemerkbar macht.

0·4488 g lufttrockene Substanz gaben beim Trocknen bei 110° 0·0398 g H_2O ab (es stellte sich dabei heraus, daß das Trocknen im Vakuum über Schwefelsäure dem Trocknen an der Luft bei 110° gleichkommt), bei weiterem Erhitzen auf 250° traten noch 0·013 g H_2O aus.

In 100 Teilen:

	Berechnet für lufttrockene Substanz	Gefunden
	$(\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}) + 6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	
$6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	9·22	8·87

Bei 250° treten 2 Moleküle H_2O aus.

	Berechnet für	Gefunden
	$\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	
$2\text{H}_2\text{O}$	3·12	3·19

2. Wurde, wie später gezeigt wird, ein ganz analoger Körper beim Stehenlassen von wässrigen Lösungen von Bleiuranylacetat erhalten.

Ob die bei 250° austretenden 2 Moleküle Wasser als Krystall- oder Konstitutionswasser zu bezeichnen sind, d. h. ob ein Teil des Uranoxyds als Uranylhydroxyd vorhanden ist, läßt sich nicht entscheiden, daher von einer weiteren Angabe abgesehen werden muß.

Das Filtrat von dem hier untersuchten Körper, welches beim weiteren Stehen keinen Absatz mehr bildete, sondern vollkommen klar blieb, gab beim Kochen eine reichliche Ausscheidung, die nach ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung als das bereits früher beschriebene, wasserhältige Baryumtriuranat erkannt wurde.

Während, wie eben gezeigt wurde, die Einwirkung der Lösungen von Baryumacetat und Uranylacetat im zerstreuten Tageslichte oder im Dunkeln aufeinander dasselbe Resultat lieferte, war dies nicht mehr der Fall, als die früher erwähnten Lösungen gemischt dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt wurden. Es bildeten sich neben dem beschriebenen krystallisierten Körper noch amorphe Massen, welche von ersterem nicht zu trennen waren, daher von einer weiteren Untersuchung Abstand genommen wurde.

II. Bleiuranylacetat.

Dieses Doppelsalz wurde ebenfalls zuerst von Wertheim und später von Rammelsberg in den bereits zitierten Zeitschriften beschrieben. Dargestellt wurde es durch Vermischen der stark essigsauer gehaltenen Lösungen von Bleiacetat und Uranylacetat und Abdampfen der Mischung, wobei sich herausstellte, daß es gleichgültig ist, ob man auf dem Wasserbade oder im Vakuum einengt.

In einem bestimmten Falle wurden z. B. 29 g Bleiacetat in 150 cm^3 Wasser unter Zusatz von 10 cm^3 Essigsäure für sich in der Kälte und 33 g Uranylacetat in 300 cm^3 Wasser und Zusatz von 15 cm^3 Essigsäure unter schwachem Erwärmen gelöst. Die durch Filtrieren vollständig geklärten Lösungen wurden dann gemischt und von der Mischung die eine Hälfte auf dem Wasserbade, die andere im Vakuum über Schwefelsäure eingeengt, wobei sich in den ausgeschiedenen Krystallen,

aus schwefelgelben, seidenartig glänzenden, häufig zu Büscheln vereinigten Nadeln bestehend, kein Unterschied zeigte.

Die Analyse lieferte folgendes Ergebnis:

- I. 0·8351 g aus heißem Wasser umkrystallisierter, lufttrockener Substanz gaben beim Trocknen im luftleeren Raum 0·0581 g H₂O. Zu schwacher Rotglut erhitzt blieben 0·5525 g Rückstand, welche 0·307 g U₃O₈ und 0·258 g PbS lieferten.
- II. 0·6925 g im Vakuum umkrystallisierten Doppelsalzes gaben beim Trocknen im luftleeren Raum 0·051 g H₂O, lieferten bei der Elementaranalyse 0·101 g H₂O, 0·316 g CO₂ und 0·4567 g Rückstand, der 0·213 g PbS und 0·254 g U₃O₈ ergab.

Aus diesen Resultaten berechnet sich für die lufttrockene Substanz die Formel $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.

In 100 Teilen:

	Berechnet für $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	Gefunden	
		I.	II.
3 H ₂ O	7·03	6·96	7·36
	Berechnet für $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	Gefunden	
		I.	II.
C	13·43	—	13·43
H	1·70	—	1·75
Pb	28·96	28·75	28·75
U	33·52	33·54	33·61
PbUO ₄	71·43	71·11	71·19

Aus diesen Zahlen geht nun entgegen den Angaben Wertheim's und Rammelsberg's hervor, daß das lufttrockene, aber durchaus nicht verwittert aussehende Salz 3 Moleküle Krystallwasser enthält. Wertheim gibt einen Gehalt von 6, Rammelsberg von 4 Molekülen an. Ferner zeigte sich, daß diese 3 Moleküle Wasser sich bereits im Vakuum verflüchtigen und beim Erwärmen auf 100° eine, wenn auch nur geringe Zersetzung des Salzes eintritt. Die Substanz ändert beim Erhitzen bis zur schwachen Rotglut die Farbe von schwefelgelb

in goldgelb und in rotbraun, bei starker Rotglut scheint weitergehende Zersetzung einzutreten, was sich durch Schwarzfärbung, besonders an den Rändern des Erhitzungsgefäßes, zu erkennen gibt.

Da Wertheim keine näheren Angaben über den beim Erhitzen von Bleiuranylacetat bleibenden Rückstand gibt, sondern ihn als das auf anderem Wege von ihm und anderen dargestellte Bleidiuranat ansieht, so wurde derselbe näher untersucht, wobei sich herausstellte, daß hier ein Bleimonouranat vorliegt, welches bis jetzt noch nicht beschrieben wurde.

Aus den früher angegebenen Zahlen berechnen sich für 100 Teile des Rückstandes:

	Berechnet für <u>PbUO₄</u>	Gefunden	
		I.	II.
Pb	40·55	40·43	40·38
U	46·92	47·17	47·21

Das Bleimonouranat stellt eine rotbraune Masse dar, welche unter dem Mikroskope zum Teil noch die Formen des Ausgangsmaterials, zum Teil nur mehr undeutlich krystallinische Struktur erkennen läßt. In kaltem und heißem Wasser, in Alkohol, Äther, Kalilauge und Ammoniak ist das Uranat unlöslich, schwer löslich in kalter Essigsäure, leichter in heißer und in Salpetersäure.

Über das Verhalten der wässrigen Lösung von Bleiuranylacetat unter verschiedenen Verhältnissen wurden nun folgende Beobachtungen gemacht:

Kocht man 0·1prozentige Lösungen des Doppelsalzes längere Zeit unter Anwendung eines Rückflußkühlers, so scheidet sich eine goldgelb gefärbte Masse aus, die, durch das Mikroskop betrachtet, aus kleinen, einheitlich aussehenden Körnchen bestehend erscheint. Dieselbe wurde mit heißem Wasser so lange gewaschen, bis das Filtrat keine Reaktion auf Blei und Uran mehr zeigte, und hierauf getrocknet. Zu Lösungsmitteln verhält sich der Körper ganz gleich wie das früher beschriebene Bleimonouranat. Bei der quantitativen Analyse wurde folgendes Ergebnis erhalten:

0·523 g lufttrockene Substanz verloren beim Erhitzen zur schwachen Rotglut 0·03 g H₂O und gaben 0·006 g CO₂, welche 0·31% Kohlenstoff, auf lufttrockene Substanz bezogen, entsprechen. Der Rückstand, im Gewichte von 0·493 g, lieferte 0·1485 g PbS und 0·348 g U₃O₈.

Daraus berechnet sich ohne Berücksichtigung des sehr geringen Kohlenstoffgehaltes, daß ein 2¹/₂ Moleküle Krystallwasser enthaltendes Bleidiuranat vorliegt.

In 100. Teilen:		
	Berechnet für lufttrockene Substanz: PbU ₂ O ₇ ·2 ¹ / ₂ H ₂ O	Gefunden
2 ¹ / ₂ H ₂ O	5·34	5·74
	Berechnet für wasserfreie Substanz: PbU ₂ O ₇	Gefunden
Pb	25·93	26·09
U	60·03	59·92

Auf andere Weise wurde Bleidiuranat von Wertheim¹ durch Digestion von Uranylacetat mit frisch gefälltem Bleicarbonat, dann von Arfvedson² durch gemeinsame Fällung von Uran- und Bleinitrat mit Ammoniak und von Persoz³ aus Bleiessig und Uranyl nitrat dargestellt.

Ein anderes Ergebnis wurde erhalten, als eine einprozentige Lösung von Bleiuranylacetat durch längere Zeit am Rückflußkühler gekocht wurde. Schon nach kurzer Zeit bildet sich ein rotgelber Niederschlag, der nach dem Abfiltrieren, Auswaschen mit heißem Wasser und Trocknen unter dem Mikroskope ein ähnliches Aussehen wie das vorher beschriebene Bleidiuranat zeigte und auch in den qualitativen Eigenschaften mit demselben übereinstimmte. Die quantitative Analyse, welche mit zwei von verschiedenen Darstellungen herrührenden Präparaten ausgeführt wurde, lieferte folgendes Resultat:

¹ Journal für prakt. Chemie. A. F., 29. Bd. (1843), p. 207.

² Poggendorff's Annalen, 1, 258.

³ Ann. Chim. Phys., 56, 335.

- I. 0·4276 g lufttrockene Substanz verloren beim Trocknen bis zur schwachen Rotglut 0·021 g H₂O. Der Rückstand lieferte 0·13 g PbS und 0·2786 g U₃O₈.
- II. 1·0346 g lufttrockene Substanz verloren beim Erhitzen zur schwachen Rotglut 0·0516 g H₂O und 0·008 g CO₂, letztere 0·21% Kohlenstoff, auf lufttrockene Substanz bezogen, entsprechend. Der Rückstand gab 0·317 g PbS und 0·676 g U₃O₈.

Von dem geringen Kohlenstoffgehalte abgesehen, ergibt die Analyse Zahlen, welche einem Körper von der Zusammensetzung $Pb_5U_9O_{32} + 10H_2O$ oder $5PbO \cdot 9UO_3 + 10H_2O$, also einem Bleiuranat entsprechen.

In 100 Teilen:

	Berechnet für lufttrockene Substanz: $Pb_5U_9O_{32} + 10H_2O$	Gefunden	
		I.	II.
10H ₂ O	4·64	4·91	4·99
	Berechnet für $Pb_5U_9O_{32}$	Gefunden	
		I.	II.
Pb	27·94	27·67	27·92
U	58·23	58·17	58·37

Denselben Körper liefern, sowohl beim Kochen am Rückflußkühler, als auch beim bloßen Erwärmen auf dem Wasserbade unter gleichzeitiger Anwendung eines Rückflußkühlers auch konzentriertere Lösungen des Doppelsalzes, etwa bis 5% davon enthaltend.

Ein von den bisher beschriebenen Bleiuranaten verschiedenes Uranat wurde erhalten, als die wässrige Lösung des Bleiuranylacetats auf dem Wasserbade in einer offenen Schale unter öfterem Ersatz des aus der Lösung verdampfenden Wassers bis zum Verschwinden der sauren Reaktion erwärmt wurde. Die ausgeschiedene Masse wurde bis zum Aufhören der Bleireaktion mit heißem Wasser gewaschen und dann getrocknet. Ihrem Äußeren, sowohl makro- als mikroskopisch und ihren qualitativen Eigenschaften nach stimmt sie mit den anderen Bleiuranaten überein. Bei oberflächlicher Betrachtung

unter dem Mikroskope treten allerdings neben goldgelb gefärbten Körnchen auch kompakte gelbe Massen auf, die aber bei stärkerer Vergrößerung sich in obige Körnchen auflösen scheinen. Zur Analyse wurden absichtlich einerseits Partien gewählt, welche nur sehr geringe Mengen der kompakten Massen enthielten, anderseits Teile, die reicher an diesen waren. Trotzdem wurden bei der Analyse Zahlen erhalten, welche miteinander Übereinstimmung zeigten.

Das Ergebnis der quantitativen Analyse war:

- I. 0·5865 g lufttrockene Substanz gaben beim Erhitzen zur schwachen Rotglut 0·0155 g H₂O ab; der Rückstand lieferte 0·237 g PbS und 0·346 g U₃O₈.
- II. 0·691 g lufttrockene Substanz gaben bei schwacher Rotglut 0·022 g H₂O ab; der Rückstand lieferte 0·28 g PbS und 0·404 g U₃O₈.

Daraus berechnet sich, daß ein Bleipentauranat von der Formel $Pb_4U_5O_{19} + 4H_2O$ oder $4PbO \cdot 5UO_3 + 4H_2O$ vorliegt, dessen Krystallwasser bei schwacher Rotglut entweicht.

In 100 Teilen:

	Berechnet für lufttrockene Substanz: $Pb_4U_5O_{19} + 4H_2O$	Gefunden	
		I.	II.
4H ₂ O	3·00	2·64	3·18
		Gefunden	
		I.	II.
Pb	35·53	35·94	36·23
U	51·42	51·44	51·26

Aus den mitgeteilten Daten geht hervor, daß die bei der Zersetzung von Baryum- beziehungsweise Bleiuranylacetat gebildeten Polyurane in Bezug auf ihre Zusammensetzung miteinander wenig Übereinstimmung zeigen. Ein ganz ähnlicher Körper, wie aus dem Baryumdoppelsalze, bildet sich aber beim Stehenlassen der wässrigen Lösung des Bleidoppelsalzes im zerstreuten Tageslichte, nur zeigte sich, daß dabei die Temperatur, nicht aber die Konzentration der Lösung (es wurden 2prozentige, 5prozentige und 10prozentige Lösungen geprüft)

einen entscheidenden Einfluß ausübt. Am günstigsten für die Bildung des neuen Körpers war die Anwendung einer 5prozentigen Lösung, welche bei einer $+5^{\circ}$ C. nicht überschreitenden Temperatur stehen gelassen wurde. Die Flüssigkeit bleibt zunächst vollkommen klar, erst nach 4 bis 5 Tagen scheidet sich nach und nach eine bei der Betrachtung mit freiem Auge körnig aussehende, schwefelgelbe Substanz ab, die unter dem Mikroskope aus einheitlichen, prismenförmigen, oft zu Büscheln vereinigten Krystallen zusammengesetzt erscheint.

Die ausgeschiedene Masse wurde abfiltriert, ein paarmal mit kaltem Wasser, dann mit verdünntem und schließlich mit konzentriertem Alkohol gewaschen. Auch hier zeigte sich, wie bei dem beim Baryumuranylacetat beschriebenen Körper, daß längeres Waschen mit Wasser eine Zersetzung hervorruft.

Die quantitative Analyse ergab das folgende Resultat:

- I. 0.4383 g des lufttrockenen Körpers gaben beim Liegen im Vakuum über Schwefelsäure 0.0176 g H_2O ab. Die getrocknete Substanz lieferte bei der Elementaranalyse 0.0405 g H_2O , 0.0565 g CO_2 und 0.3733 g Rückstand, der 0.0811 g PbS und 0.291 g U_3O_8 gab.
- II. 0.4286 g lufttrockene Substanz verloren im Vakuum 0.0161 g H_2O und lieferten bei der Verbrennung 0.04 g H_2O , 0.059 g CO_2 und 0.366 g Rückstand, der 0.0794 g PbS und 0.2864 g U_3O_8 ergab.

Der Körper entspricht auf Grund dieser Bestimmungen im lufttrockenen Zustande der Formel $PbU_3C_4H_{10}O_{15} + 3H_2O$, welche für 3 H_2O 4.23% verlangt, während 4.02 und 3.76 gefunden wurden.

Für die vakuumtrockene Substanz berechnet sich für 100 Teile:

	Berechnet für $PbU_3C_4H_{10}O_{15}$	Gefunden	
		I.	II.
Pb	16.92	16.69	16.70
U	58.74	58.71	58.91
C	3.92	3.66	3.90
H	0.81	1.07	1.08
PbU_3O_{10}	88.72	88.73	88.73

Der Rückstand ist seiner Zusammensetzung nach ein Bleitriuranat.

In 100 Teilen:

	Berechnet für	Gefunden	
	$\text{Pb U}_3\text{O}_{10}$	I.	II.
Pb	19·07	18·81	18·83
U	66·20	66·17	66·42

Die nähere Zusammensetzung des hier analysierten Körpers dürfte analog der entsprechenden Baryumverbindung, welche auf ähnliche Weise durch Stehenlassen von Lösungen von Baryum- und Uranylacetat erhalten wurde, sein, also in lufttrockenem Zustande der Formel $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}] + 3\text{H}_2\text{O}$ entsprechen.

Beim Trocknen im Vakuum ändert der Körper seine Farbe von schwefelgelb in rotgelb, beim Erhitzen bis gegen 200° treten die 2 Moleküle Wasser, die vielleicht als Konstitutionswasser enthalten sind, aus, jedoch findet bereits eine geringe Zersetzung statt, die bei höherer Temperatur unter Bildung von Bleitriuranat vollendet wird. Letzteres stellt einen rotbraunen Körper dar, der unter dem Mikroskope die Formen des Ausgangsmaterial zeigt und in Wasser, Kalilauge, Ammoniak und kalter Essigsäure unlöslich, löslich hingegen in heißer Essigsäure und Salpetersäure ist.

Die Flüssigkeit, welche vom ausgeschiedenen $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ abfiltriert wurde, gab beim weiteren Stehen keinen Niederschlag mehr, erst als sie am Rückflußkühler auf dem Wasserbade erwärmt wurde, schied sich ein Niederschlag ab, der in seiner Zusammensetzung mit dem bereits früher beschriebenen Bleiuranate von der Zusammensetzung $5\text{PbO} \cdot 9\text{UO}_3$ gut übereinstimmte.

Wie bereits angegeben, geht die Bildung von $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ nur bei niedriger Temperatur vor sich; bei höherer Temperatur, und damit sind Temperaturen von 10 bis 20° C. gemeint, bildet sich in der wässrigen Lösung des Bleiuranylacetats sofort eine Trübung, die immer stärker und stärker wird und schließlich nach monatelangem Stehen in eine blätterige, undeutlich krystallinische Masse übergeht, welche

sich bei der Untersuchung als ein mit organischer Substanz verunreinigtes Bleidiuranat erwies.

III.

Zum Abschlusse der in der vorliegenden und in der früheren Arbeit¹ über das Uranylacetat und einiger seiner Doppelsalze, sowie über die daraus entstehenden Uranate gebrachten, meist experimentellen Daten soll nun noch eine zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Resultate mit den daraus hervorgehenden Schlüssen folgen.

Vorher seien jedoch ein paar Bemerkungen über die Durchführung der Analysen, soweit es die gegenwärtige Arbeit betrifft, gemacht. In den Baryum und Uran enthaltenden Verbindungen wurde aus der salzsauren Lösung zunächst das Baryum als Baryumsulfat entfernt und nach Wegnahme der überschüssigen Säure das Uran nach der Zimmermann'schen Methode als Uranoxyduloxyd (U_3O_8) bestimmt. In ähnlicher Weise wurde in der salpetersauren Lösung der Bleiurane das Blei als Bleisulfid gefällt und bestimmt und im Filtrate von demselben das Uran in der früher angegebenen Weise. Betreffs des allerdings sehr geringen Gehaltes an Kohlenstoff, den die meisten der untersuchten Uranate aufweisen, ist zu bemerken, daß derselbe in der Art erklärt werden kann, daß bei der Einwirkung des Wassers die Bildung ganz geringer Mengen der auch beim längeren Stehen sich bildenden kohlenstoffhaltigen Doppelverbindungen, wie z. B. $Ba(C_2H_3O_2)_2 + 3UO_3 + 2H_2O$, nicht ganz zu umgehen sein dürfte und trotz des Auswaschens schwer vollständig entfernt werden können. Da es sich aber nur um wirklich geringe Mengen von Kohlenstoff handelt, so kann derselbe wohl vernachlässigt werden, um so mehr als sich diese Beimengung hauptsächlich nur im Krystallwassergehalt der lufttrockenen oder bei 100° oder 140° getrockneten Substanz und nicht in der geglühten Substanz, die ja entschieden frei von Kohlenstoff ist, geltend macht.

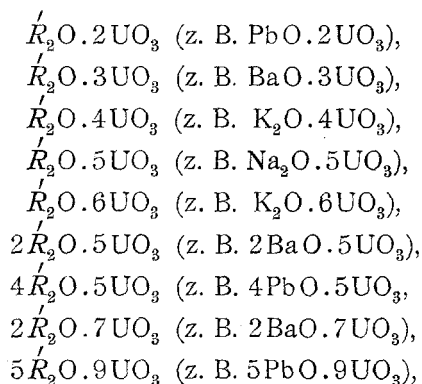
Stellen wir nun die erhaltenen Resultate zusammen, so ergibt sich, daß das Uranylacetat durch Wasser in der Weise

¹ Monatshefte für Chemie, XXI. Bd. (1900).

zerlegt wird, daß ein allmählicher Übergang vom neutralen Salze über zwei basische Salze zum Uranylhydroxyd stattfindet, wobei Licht, Temperatur, Konzentration und Druck eine wesentliche Rolle spielen. Die Doppelsalze, welche das Uranylacetat mit Kalium-, Natrium-, Ammonium-, Baryum- und Bleiacetat bildet, werden ebenfalls durch Wasser gespalten, wobei außer Konzentration und Temperatur auch die Art der Erhitzung, mit und ohne Anwendung eines Rückflußkühlers, auf die Zusammensetzung des gebildeten Körpers von Einfluß sein kann.

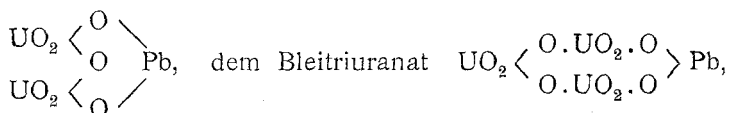
Es resultiert eine verschiedene Wirkung, je nachdem die abgespaltene Essigsäure zurückgehalten wird oder entweichen kann, die Flüssigkeit also sauer bleibt oder neutral wird.

Die durch die Wasserwirkung erhaltenen Uranate lassen sich nach folgenden Typen ordnen:

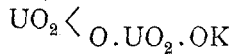
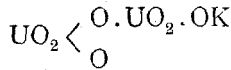


wozu dann noch ein nicht durch Wasserwirkung erhaltener Vertreter des Typus $\overset{\prime}{R}_2O \cdot UO_3(PbO \cdot UO_3)$ kommt.

Diesen Uranaten dürften zum Teile Uransäuren zugrunde liegen, welche sich durch Kondensation zweier oder mehrerer Moleküle Uransäure ableiten lassen, wie man das auch für die analogen Wolframate, Molybdate und Chromate annimmt. Dem Bleidiuranat wird z. B. die Konstitutionsformel

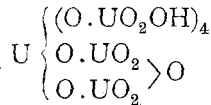


dem Kaliumtetrauranat



zukommen.

Für $2\text{BaO} \cdot 5\text{UO}_3$, $2\text{BaO} \cdot 7\text{UO}_3$, $4\text{PbO} \cdot 5\text{UO}_3$ und $5\text{PbO} \cdot 9\text{UO}_3$ dürfte es aber auf diesem Wege Schwierigkeiten bereiten, Konstitutionsformeln aufzustellen, es wird dies aber, wenigstens bei den zwei ersten obigen Verbindungen, möglich sein, wenn man nach den Andeutungen Kohlschütter's¹ analog wie bei den entsprechenden Wolframverbindungen vom $\text{W}(\text{OH})_6$,² vom $\text{U}(\text{OH})_6$, der Orthouransäure, ausgeht. Nimmt man an, daß in derselben die Hydroxylwasserstoffe wenigstens zum Teile durch den einwertigen Rest $\text{O} \cdot \text{UO}_2 \cdot \text{OH}$ ersetzt sind und gleichzeitig Wasseraustritt stattgefunden hat, so könnte man das $2\text{BaO} \cdot 5\text{UO}_3$ vom theoretischen Hydrat $\text{U} \left\{ \begin{array}{l} (\text{OUO}_2\text{OH})_4 \\ \text{O} \end{array} \right.$ ableiten, für $2\text{BaO} \cdot 7\text{UO}_3$ würde dasselbe



zu schreiben sein.

Zu erwähnen ist, daß die hier erhaltenen Uranate sämtlich unter dem Mikroskope, allerdings manchmal erst bei starken Vergrößerungen, krystallinisch erscheinen und auch in Bezug auf Löslichkeitsverhältnisse viel Übereinstimmung zeigen. In der folgenden Tabelle sind die Resultate der hier besprochenen Arbeiten nochmals übersichtlich zusammengestellt, wozu bemerkt werde, daß der Krystallwassergehalt bei den einzelnen Verbindungen nicht angeführt wurde.

Im Anhang an die gemachten Mitteilungen werde erwähnt, daß das Calcium-, Zink- und Silberuranylacetat durch Hydrolyse den früher beschriebenen Uranaten ähnliche Zersetzungsprodukte zu liefern scheinen, die aber bis jetzt nicht näher untersucht wurden.

¹ Liebig's Ann., 314, 334.

² Ladenburg, Handwörterbuch der Chemie, XIII, 245, 246.

Es bildet sich aus:	$\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	$\text{K}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	$\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	$\text{NH}_4(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	$\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 2\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$
Beim Stehenlassen wässriger Lösungen	$\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{UO}_2(\text{OH})_2$	undeutlich kristallinische Abscheidung	deutlich kristallinische Abscheidung	—	$\text{Ba}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 3\text{UO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
Beim Kochen konzentrierter Lösungen am Rückflußkühler	$\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 2\text{UO}_2(\text{OH})_2$	$\text{K}_2\text{U}_6\text{O}_{19}$	$\text{UO}_2(\text{OH})_2$	$(\text{NH}_4)_2\text{U}_6\text{O}_{19}$	$\text{Ba}_3\text{U}_9\text{O}_{32}$	$\text{Pb}_3\text{U}_9\text{O}_{32}$
Beim Kochen verdünnter Lösungen am Rückflußkühler	—	—	—	—	$\text{Ba}_3\text{U}_7\text{O}_{23}$	$\text{Pb}_3\text{U}_7\text{O}_{23}$
Beim Erwärmen auf dem Wasserbade unter Anwendung eines Rückflußkühlers aus einer einprozentigen Lösung	—	—	—	—	$\text{Ba}_3\text{U}_7\text{O}_{23}$	$\text{Pb}_3\text{U}_9\text{O}_{32}$
Beim Abdampfen auf dem Wasserbade bis zur neutralen Reaktion	$\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + 2\text{UO}_2(\text{OH})_2$	$\text{K}_2\text{U}_4\text{O}_{13}$	$\text{Na}_2\text{U}_5\text{O}_{16}$	$(\text{NH}_4)_2\text{U}_6\text{O}_{19}$	$\text{Ba}_3\text{U}_5\text{O}_{17}$	$\text{Pb}_4\text{U}_5\text{O}_{19}$