

aus der sich nach kurzer Zeit 1.2-Dichloro-diäthylendiamin-kobaltchlorid (Violeochlorid) und später auch Praseochloridkrystalle ausscheiden.

In kaltem Wasser löst sich das feste Chlorid ziemlich schwer, in warmem leichter mit leuchtend roter Farbe auf. Beim Kochen zersetzt sich diese wäßrige Lösung unter Abscheidung von geringen Mengen Kobaltoxyd.

b) Reaktionen einer 5-prozentigen Chloridlösung.

Beim Kochen mit konzentrierter Salzsäure entsteht eine grüne Lösung, die beim Erkalten grünes 1.6-Dichloro-diäthylendiamin-kobaltchlorid abscheidet. Beim Zusatz von konzentrierter Salpetersäure oder von Schwefelsäure schlägt die Farbe der Chloridlösung nach violett um.

Natriumdithionat fällt das unlösliche Dithionat als hellroten, voluminösen Niederschlag, Natriumsulfat das unlösliche Sulfat.

Mit Rubidiumchlorid werden kleine Mengen von Chlorid ausgesalzen; Kaliumchromat und Kaliumdichromat erzeugen geringe gelbe, bezw. orangegefärbte Niederschläge.

Kaliumbromid gibt nach längerer Zeit einen spärlichen roten, Natriumnitrit einen gelben Niederschlag.

Durch Jodkalium fällt sofort das bräunlichrote Jodid aus.

Platinchlorid und Kaliumchloroplatat erzeugen voluminöse fleischfarbene Niederschläge.

Mit Natriumammoniumphosphat entsteht ein violetter, mit Kaliumoxalat sofort ein voluminöser, sattroter Niederschlag.

Kaliumrhodanid bildet in ganz konzentrierter Lösung einen dunkelgrünen Niederschlag, der wahrscheinlich ein Doppelrhodanid ist. In Wasser löst sich dieser mit roter Farbe auf, und aus dieser wäßrigen Lösung fällt durch Rhodankalium Diisorhodanato-diäthylendiaminrhodanid aus.

Zürich, Universitätslaboratorium, Oktober 1907.

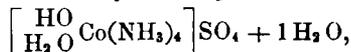
#### 640. A. Werner: Über mehrkernige Metallammoniate.

##### V. Mitteilung:

##### Über Octammin-dioldikobaltisalze.

(Eingeg. am 10. Oktober 1907; mitgeteilt in der Sitzung von Hrn. R. J. Meyer.)

Erhitzt man das in der Mitteilung über Hydroxo-aquo-tetrammin-kobaltisalze<sup>1)</sup> beschriebene Hydroxo-aquo-tetrammin-kobaltisulfat,



längere Zeit auf 100°, so verliert es, wie S. M. Jörgensen zuerst festgestellt hat, 1½ Mol. Wasser. Jörgensen fügt hinzu, daß dies der Bildung des Anhydrosalzes:  $\text{O}_4\text{S} \left[ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{O} \\ (\text{H}_3\text{N})_4 \end{array} \text{Co} \cdot \text{O} \cdot \text{Co} \begin{array}{c} \text{OH}_2 \\ (\text{NH}_3)_4 \end{array} \right] \text{SO}_4$ , entspreche. Das so entwässerte Salz nimmt neben Wasser oder in ge-

<sup>1)</sup> Diese Berichte 40, 4113 [1907].

wöhnlicher Luft wieder 1 Mol. Wasser auf, was der Bildung von Hydroxo-aquo-tetramminsulfat,  $\left[ \begin{array}{c} \text{HO} \\ \text{H}_2\text{O} \end{array} \text{Co}(\text{NH}_3)_4 \right] \text{SO}_4$ , entspricht. Mit diesen aus dem Hydroxo-aquo-tetramminsulfat entstehenden wasserärmeren Tetramminsulfaten habe ich mich in den letzten Jahren häufig mit der Absicht beschäftigt, ihre Konstitution festzustellen, um dadurch einen Einblick in eine einfacher gebaute, mehrkernige Kobaltiakreihe zu gewinnen. Aber alle Versuche, durch Umsetzungen mit Säuren, mit  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Ba}(\text{O} \cdot \text{COCH}_3)_2$  usw. zu löslichen Verbindungen zu gelangen, führten nur zu recht wenig befriedigenden Resultaten, weil sich den normalen Reaktionsprodukten regelmäßig die durch Zersetzung derselben leicht entstehenden, schwarzen Dodekammin-hexoltetrakobaltsalze beimischen, von denen sie nicht zu trennen waren. Nach diesen zahlreichen vergeblichen Versuchen ist es nun endlich doch gelungen, und zwar in verblüffend einfacher Weise, das Ziel zu erreichen. Ich habe nämlich gefunden, daß die Ammoniumsalze eine eigentümliche, lösende Kraft auf zahlreiche unlösliche Metallammoniakalze ausüben und dadurch die Aufarbeitung solcher Verbindungen in der einfachsten Weise gestatten. In dem uns interessierenden Fall erfolgt, wenn das entwässerte Sulfat mit einem Überschuß von Chlorammonium und etwas Wasser verrieben wird, eine vollständige Umwandlung des Sulfats in Chlorid, welches in der Chlorammoniumlösung vollkommen unlöslich ist. In reinem Wasser ist das Chlorid dagegen leicht löslich und kann aus dieser Lösung durch etwas Chlorammonium wieder ausgefällt oder durch Zusatz zweckdienlicher Fällungsmittel in andere Salze der Reihe übergeführt werden. Die Untersuchung dieser Verbindungen hat ergeben, daß die von S. M. Jörgensen vorgeschlagenen Konstitutionsformeln unrichtig sind.

Wir haben folgende Salze dargestellt: Chlorid, Bromid, Dithionat, Nitrat und Rhodanat. Das Chlorid, Bromid und das Dithionat sind wasserhaltig, dagegen sind das Nitrat und das Rhodanat wasserfrei. Das Chlorid und das Bromid geben ihr Wasser leicht ab. Die Zusammensetzung der wasserfreien Salze entspricht der einfachsten Formel:  $\text{HO} \cdot \text{Co}(\text{NH}_3)_4 \cdot \text{X}_2$ . Da nun sämtliche negativen Gruppen direkt ionisierbar sind, somit indirekt gebunden sein müssen, so muß diese Formel folgendermaßen aufgelöst werden:



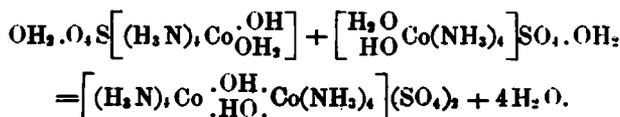
In dieser aufgelösten Formel befindet sich am Kobalt eine ungesättigte Koordinationsstelle, was dem Verhalten der Verbindungen nicht entspricht; denn nach allen bekannten Tatsachen müßte dann einer der Reste X in direkte Bindung zum Kobalt, also in nicht-

ionogene Bindung, treten. Damit stimmen die Eigenschaften der Verbindungen nicht überein, da selbst im Rhodanat, trotzdem sich direkt an Kobalt gekettete Rhodanatrete in außerordentlich stabiler, nichtionogener Bindung befinden, sämtliche Rhodangruppen schon durch Fällung der wäßrigen Lösung des Rhodanats mit Metallsalzen durch andere Säurereste ersetzt werden. Wir kommen deshalb zum Schluß, daß die in der Formel vorhandene Koordinationslücke in irgend einer Weise ausgefüllt sein muß.

Die Formel enthält ferner eine an Kobalt gebundene Hydroxylgruppe. Nun ist an zahlreichen Beispielen nachgewiesen worden, daß solche Hydroxylgruppen die Fähigkeit haben, unter Addition von Säuren in Aquosalze überzugehen. Man kann jedoch die Salze der neuen Verbindungsreihe mit Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren behandeln, ohne daß sich Aquosalze bilden. Ferner habe ich gezeigt, daß sämtliche Hydroxokobaltisalzsalze in wäßriger Lösung alkalisch reagieren. Dies trifft für unsere Verbindungen ebenfalls nicht zu; sie reagieren vollkommen neutral. Hieraus muß geschlossen werden, daß die Hydroxylreste nicht mehr als unveränderte Hydroxogruppen vorhanden sind und infolgedessen ihre Sauerstoffnebenvalenzen an einer Bindung betätigt sein müssen. In welcher Weise dies geschieht, ergibt sich in klarer Weise aus folgender Formulierung:

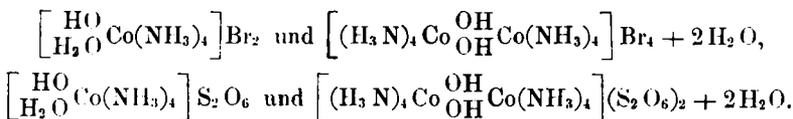


Wir haben hier somit dieselbe Art der Bindung, wie sie schon in den Hexoltetrakobalti- und den Tetroltrikobaltisalzen nachgewiesen worden ist, d. h. die Hydroxylgruppen haben durch Nebenvalenzbindung des Sauerstoffs die Verkettung der beiden Kobaltatome übernommen. Diese Formel erklärt die Eigenschaften der Salze der neuen Verbindungsreihe in vorzüglicher Weise. Dies sei in kurzen Zügen dargelegt. 1. Die Zusammensetzung entspricht der aufgestellten Formel. 2. Durch Spaltung mit Mineralsäuren werden zwei Moleküle Tetramminsalz gebildet. 3. Sämtliche Säurereste haben ionogenen Charakter. 4. Die Verbindungen reagieren in wäßriger Lösung vollkommen neutral. Die neue Verbindungsreihe ist nach der von mir vorgeschlagenen Nomenklatur als Octammin-dioldikobaltreihe zu bezeichnen. Ihre Entstehung aus Hydroxo-aquo-tetrammin-kobaltisulfat ist folgendermaßen zu formulieren:



Hervorgehoben sei noch, daß das Sulfat dieser Reihe schon vor langer Zeit beobachtet worden ist. Schon J. G. Gentele<sup>1)</sup> erwähnt, daß sich bei der Oxydation einer ammoniakalischen Kobaltsulfatlösung neben den Hauptprodukten (Hexammin- und Pentamminsalz) ein unlösliches Sulfat abscheidet. Auch S. M. Jörgensen<sup>2)</sup> hat dieses Sulfat beobachtet und es auf Grund einer vorläufigen Untersuchung als ein basisches Tetramaminsulfat angesprochen und ihm folgende Formel zuerteilt:  $(\text{Co}_2 \cdot 8 \text{NH}_3) \left( \begin{smallmatrix} \text{OH} \\ \text{O} \end{smallmatrix} \right)_2 \cdot 2 \text{H}_2 \text{O}$ . Ich habe das Sulfat in den meisten Fällen nicht in so reinem Zustande erhalten. In der Regel scheint es ein komplexes Sulfat der Octammin-dioldikreihe und der Hexamminreihe zu sein. Verreibt man es nämlich mit Chlorammonium, so löst sich zunächst ein ziemlich großer Teil mit intensiv gelbbrauner Farbe auf, während der andere Teil in ein in Chlorammoniumlösung unlösliches Chlorid verwandelt wird. Der lösliche Teil besteht hauptsächlich aus Hexamminsalz; das in Chlorammonium unlösliche Salz besteht aus Octammin-dioldikobaltchlorid, wie durch Analyse und Reaktionen bewiesen wurde.

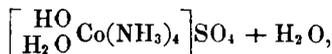
Interessant erscheint noch, auf ein eigenartiges Isomerieverhältnis hinzuweisen, welches zwischen den Octammin-dioldikobaltisalzen und den Hydroxo-aquo-tetrammin-kobaltisalzen besteht. Folgende Salze sind mit einander isomer:



Diese Isomerie ist eine Art von Polymerie, die bis jetzt in der Gruppe der Metallammoniate noch nicht beobachtet worden ist, und ganz verschieden von der von mir als Koordinationspolymerie<sup>3)</sup> charakterisierten Isomerieerscheinung. Sie zeigt an einem neuen Beispiel, wie die Weiterentwicklung der anorganischen Konstitutionslehre immer neue Mannigfaltigkeiten im Aufbau der anorganischen Moleküle kennen lehrt.

#### Experimenteller Teil.

Als Ausgangsmaterial verwendet man Hydroxo-aquo-tetrammin-kobaltsulfat,



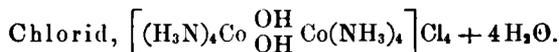
welches durch Erhitzen auf 100° bis zur Gewichtskonstanz entwässert

<sup>1)</sup> Journ. für prakt. Chem. [1] **8**, 130 [1856].

<sup>2)</sup> Journ. für prakt. Chem. [2] **31**, 70 [1885].

<sup>3)</sup> Diese Berichte **40**, 41 [1907].

wird. Dieses entwässerte Sulfat, welches hauptsächlich aus in Wasser fast unlöslichen Octammin-dioldikobaltisulfat besteht, wird in folgender Weise in Chlorid übergeführt:



5 g entwässertes Sulfat werden mit einem Gemisch von 25 g Wasser und 10 g Chlorammonium innig verrieben. Wurde das Hydroxoquotetramminsulfat vollständig entwässert, so tritt hierbei kein Ammoniakgeruch auf. Das Sulfat verwandelt sich in einen carminroten, krystallinen Niederschlag, dem noch ungelöstes Chlorammonium beigemischt ist. Man saugt den Niederschlag ab und verreibt ihn dann mit etwa 20 ccm Wasser, wodurch sich das Chlorammonium auflöst, während das rote Salz vollkommen ungelöst bleibt. Filtriert man nun wieder ab und übergießt den Rückstand mit Wasser, so löst er sich in etwa 100 ccm Wasser klar auf. Zu der so entstandenen filtrierten, carminroten Lösung setzt man 4 g Chlorammonium, wodurch das gelöste Salz nahezu quantitativ in glänzenden, kleinen Kryställchen von dunkelrubinroter Farbe ausgeschieden wird. (Ausbeute etwa 3 g.) Aus der schwach gefärbten Mutterlauge kann man durch Zusatz von Natriumdithionat noch unlösliches Dithionat ausfällen.

0.1118 g Sbst.: 0.0698 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.1272 g Sbst.: 26.2 ccm N (22°, 727 mm). — 0.2012 g Sbst.: 0.2320 g AgCl.

Ber. Co 23.52, N 22.39, Cl 28.26.

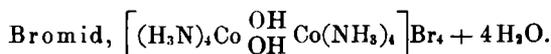
Gef. » 23.75, » 22.25, » 28.51.

Die vier Moleküle Krystallwasser werden durch viertelstündiges Erhitzen auf 100° ausgetrieben.

0.5432 g Sbst. verloren 0.0788 g und blieben dann bei weiterem zwei-stündigem Erhitzen konstant.

Ber.  $4\text{H}_2\text{O}$  14.36. Gef.  $4\text{H}_2\text{O}$  14.51.

Die wäßrige Lösung des Chlorids reagiert gegen Lackmus vollkommen neutral. In der Chloridlösung erzeugt Ammoniumoxalat einen schön krystallinischen, roten Niederschlag, Kaliumphosphat ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) eine in schönen dunkelorange-roten Blättchen krystallisierte, sehr schwer lösliche Fällung.



3 g Chlorid werden in 140 g kaltem Wasser gelöst und zur Lösung eine gesättigte Lösung von Kaliumbromid hinzugesetzt. Es fällt bald ein glänzender, feinkrystallinischer Niederschlag von dunkelrubinroter Farbe aus. Ausbeute 3 g. Das so gewonnene Salz ist wasserhaltig; die Krystalle verlieren im Exsiccator über Schwefelsäure zwei Moleküle Wasser.

0.1236 g Sbst.: 0.0600 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.1427 g Sbst.: 0.1672 g AgBr. —  
0.1224 g Sbst.: 19.4 ccm N (18°, 719 mm).

$\text{Co}_2\text{N}_8\text{O}_3\text{H}_{26}\text{Br}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Ber. Co 18.32, N 17.44, Br 49.65.  
Gef. » 18.46, » 17.29, » 49.86.

Bei einer noch nicht gewichtskonstanten Probe wurden Analysenresultate erhalten, die auf 3 Moleküle Wasser stimmen.

0.1005 g Sbst.: 0.0470 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.11891 g Sbst.: 0.1349 g AgBr. —  
0.1388 g Sbst.: 21.3 ccm (23°, 726 mm).

$\text{Co}_2\text{N}_8\text{O}_3\text{H}_{26}\text{Br}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ . Ber. Co 17.80, N 16.50, Br 48.3.  
Gef. » 17.82, » 16.96, » 48.3.

Die Analyse einer frisch bereiteten Probe zeigte, daß das Salz ursprünglich, genau wie das Chlorid, 4 Moleküle Wasser enthält.

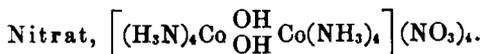
0.1123 g Sbst.: 0.052 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.20381 g Sbst.: 0.2275 g AgBr. —  
0.1105 g Sbst.: 17.4 ccm N (25°, 726 mm). — 0.1350 g Sbst.: 0.1502 g AgBr.

$\text{Co}_2\text{N}_8\text{O}_3\text{H}_{26}\text{Br}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ . Ber. Co 17.63, N 16.48, Br 47.04.  
Gef. » 17.62, » 16.72, » 47.52, 47.32.

Beim Trocknen bei 80° verliert das Salz sämtliches Wasser. 0.2336 g  
Sbst. verloren 0.0260 g.

Ber.  $4\text{H}_2\text{O}$  10.60. Gef.  $4\text{H}_2\text{O}$  11.12.

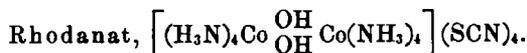
In Wasser ist das Bromid leicht löslich, wird aber durch geringe  
Mengen von Ammoniumbromid fast vollständig ausgesalzen.



Zu einer Lösung von 3 g Chlorid in 140 g Wasser gibt man in kleinen  
Portionen etwa 25 ccm einer kalt gesättigten Lösung von Natriumnitrat. Es  
scheidet sich ein hellcarminroter, krystallinischer Niederschlag aus, der ab-  
filtriert und mit Alkohol und Äther gewaschen wird. Man löst ihn dann  
wieder in der ausreichenden Menge Wasser auf und fällt ihn durch Zusatz  
einer ccm einer gesättigten Natriumnitratlösung um.

0.1076 g Sbst.: 30.9 ccm N (23°, 725 mm). — 0.1097 g Sbst.: 0.0641 g  
 $\text{CoSO}_4$ .

$\text{Co}_2\text{N}_{12}\text{O}_{14}\text{H}_{26}$ . Ber. Co 22.02, N 31.43.  
Gef. » 22.22, » 31.65.



Eine filtrierte Lösung von 3 g Chlorid in 140 ccm Wasser wird mit  
festem Rhodankalium versetzt. Nach Hinzugabe von etwa 10 g desselben,  
fällt beim Reiben mit einem Glasstabe ein glänzender, feinkrystallinischer  
Niederschlag von violett-dunkelrubinroter Farbe aus, der abfiltriert und mit  
Alkohol und Äther gewaschen wird. Ausbeute etwa 2 g.

0.1300 g Sbst.: 0.0778 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.1183 g Sbst.: 35.3 ccm N (25°, 725 mm).

$\text{Co}_2\text{N}_{12}\text{O}_2\text{H}_{26}\text{C}_4\text{S}_4$ . Ber. Co 22.70, N 32.38.

Gef. » 22.82, » 32.60.

Dithionat,  $\left[ (\text{H}_3\text{N})_4\text{Co} \begin{matrix} \text{OH} \\ \text{OH} \end{matrix} \text{Co}(\text{NH}_3)_4 \right] (\text{S}_2\text{O}_6)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

3 g Chlorid werden in 140 ccm Wasser gelöst und tropfenweise mit einer gesättigten Lösung von Natriumdithionat versetzt. Wird die Dithionatlösung langsam zugesetzt, so erhält man schöne, glänzende, hellviolette, millimeterlange Nadelchen von außerordentlicher Feinheit, die leicht zu einem Krystallpulver zerfallen. Ausbeute quantitativ.

0.1192 g Sbst.: 0.0582 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.1511 g Sbst.: 0.0737 g  $\text{CoSO}_4$ .

$\text{Co}_2\text{N}_8\text{H}_{26}\text{O}_{14}\text{S}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Ber. Co 18.31. Gef. Co 18.57, 18.55.

In Wasser ist das Dithionat vollkommen unlöslich.

Sulfat,  $\left[ (\text{H}_3\text{N})_4\text{Co} \begin{matrix} \text{OH} \\ \text{OH} \end{matrix} \text{Co}(\text{NH}_3)_4 \right] (\text{SO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

Versetzt man eine wäßrige Lösung des Chlorids mit Natriumsulfatlösung, so scheidet sich ein violetter, aus kleinen Nadelchen bestehender Niederschlag aus, der abgezogen und mit Alkohol und Äther gewaschen wird.

0.1414 g Sbst.: 0.0852 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.1467 g Sbst.: 29.0 ccm N (20°, 717 mm). — 0.1696 g Sbst.: 0.1519 g  $\text{BaSO}_4$ .

$\text{Co}_2\text{N}_8\text{H}_{26}\text{O}_{10}\text{S}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Ber. Co 22.87, N 21.77,  $\text{SO}_4$  37.21.

Gef. » 22.92, » 21.73, » 36.85.

Das Sulfat enthält somit zwei Moleküle Wasser, womit sich auch erklärt, daß das aus Hydroxo-aquo-tetramminsulfat durch Erhitzen dargestellte Salz, welches nur noch ein Molekül Wasser enthält, beim Stehen neben Wasser noch ein Molekül Wasser aufnimmt.

In Wasser ist das Sulfat nur außerordentlich wenig löslich.

Darstellung des Chlorids aus dem basischen Salz von  
J. G. Gentele.

Das Ausgangsmaterial wurde nach der von S. M. Jörgensen<sup>1)</sup> angegebenen Methode durch Luftoxydation einer ammoniakalischen Lösung von Kobaltsulfat dargestellt. Die Krystalle wurden zunächst mit gleichen Teilen Chlorammonium und Wasser einige Male verrieben und zwar solange, bis sich das Wasser nicht mehr färbte. Das als Rückstand erhaltene, schon ziemlich reine Produkt wurde nun so oft mit etwa der 10-fachen Menge Wasser verrieben, bis sich nichts mehr auflöste. Hierauf wurde der Rückstand noch einmal mit etwa der doppelten Gewichtsmenge Chlorammonium und etwas Wasser ver-

<sup>1)</sup> Journ. für prakt. Chem. [2] 31, 70 [1885].

rieben, nach dem Absaugen der Chlorammoniumlösung in Wasser aufgenommen und durch Zusatz von Chlorammonium wieder ausgefällt. Das Filtrat war fast farblos — ein Beweis, daß das nach obiger Methode gewonnene Reaktionsprodukt rein war.

0.1058 g Sbst.: 0.0652 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.1058 g Sbst.: 22.3 ccm N (23°, 728 mm). — 0.1924 g Sbst.: 0.2206 g AgCl.

$\text{Co}_2\text{N}_6\text{O}_2\text{H}_{26}\text{Cl}_4$ . Ber. Co 28.52, N 22.39, Cl 28.26.  
Gef. » 23.44, » 22.43, » 28.34.

Aus der wäßrigen Lösung, welche nach dem ersten Verreiben des Salzes mit Chlorammonium erhalten wird, fällt durch Bromammonium ein gelbes Krystallpulver aus, welches zur Reinigung durch Bromammonium aus wäßriger Lösung umgefällt wurde. Die Analyse ergab, daß in demselben Hexamin-kobaltbromid vorlag.

0.0648 g Sbst.: 0.0247 g  $\text{CoSO}_4$ . — 0.0831 g Sbst.: 0.1161 g AgBr.

$\text{CoN}_6\text{H}_{18}\text{Br}_3$ . Ber. Co 14.72, Br 59.85.  
Gef. » 14.50, » 59.47.

Hrn. Dr. A. Schaarschmidt spreche ich für seine eifrige Unterstützung bei vorliegender Untersuchung meinen besten Dank aus.

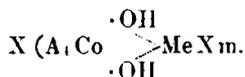
Zürich, Universitätslaboratorium, Oktober 1907.

#### 641. A. Werner: Zur Konstitution basischer Salze und analog konstituierter Komplexsalze.

[I. Mitteilung.]

(Eingeg. am 10. Oktober 1907; mitget. in der Sitzung von Hrn. R. J. Meyer.)

In den drei letzten Mitteilungen über mehrkernige Metallammonialsalze habe ich gezeigt, daß gewisse Metalldihydroxydverbindungen, wie  $\left[ \begin{array}{c} \text{HO} \\ \text{HO} \end{array} (\text{O}(\text{NH}_3)_4) \right] \text{X}$  und  $\left[ \begin{array}{c} \text{HO} \\ \text{HO} \end{array} (\text{Oen}_2) \right] \text{X}$ , die Fähigkeit haben, sich in der Weise am Aufbau komplexerer Verbindungen zu beteiligen, daß ihre beiden Hydroxylgruppen in koordinative Bindung zum Metallatom eines Metallsalzes treten. was schematisch folgendermaßen formuliert werden kann:



Diese Metalldihydroxydmoleküle können somit bei der Bildung von höheren Komplexverbindungen dieselbe Rolle spielen wie Äthylendiamin in den zahlreich bekannten Äthylendiamin-metallsalzen.