

0.168 g Sbst.: 0.4559 g CO₂, 0.102 g H₂O. — 0.1762 g Sbst.: 13.7 ccm N (17°, 759 mm).

C₁₉H₂₀O₂N₂. Ber. C 74.02, H 6.49, N 9.09.

Gef. » 74.01, » 6.79, » 9.04.

Technologisches Institut der Universität Berlin.

576. Lothar Wöhler und F. Martin: Die Oxydationsstufe dreiwertigen Platins.

[I. Mitteilung, aus dem Chem. Institut der Techn. Hochschule in Karlsruhe.]
(Eingegangen am 11. Oktober 1909.)

Während vom Iridium, Ruthenium, Osmium und Rhodium schon lange die Oxydationsstufe des dreiwertigen Metalls bekannt ist, die vom Palladium durch L. Wöhler und F. Martin¹⁾ jüngst gefunden und untersucht wurde, war über ihre Existenz beim Platin bis vor kurzem nicht mehr als eine Vermutung von Magnus²⁾ bekannt, welcher nach Erhitzen von Platinchlorwasserstoffsäure auf 220—250° mit Wasser eine dunkelrote Auflösung bekam — PtCl₂ ist unlöslich —, in welcher er PtCl₃ als Produkt der Dissoziation von PtCl₄ vermutete.

Berzelius³⁾ versuchte erfolglos, Platinesquioxyd herzustellen durch Erhitzen von Platinpulver mit Salpeter und Kali. Seine Produkte enthielten immer mehr Sauerstoff, als dem Sesquioxyd zukommt; er kam zu dem Schluß, daß Sesquioxyd nicht erhältlich ist, sein Oxyd nur ein Gemisch von Oxydul, PtO, und Dioxyd, PtO₂, war. Dudley⁴⁾ Platinesquioxydhydrat, Pt₂O₃·H₂O, durch Schmelzen von Platinschwamm mit Natriumsuperoxyd und Behandlung der Schmelze mit Wasser, Essigsäure und Schwefelsäure erhalten, erwies sich nach L. Wöhler⁵⁾ als Dioxyd, dessen Sauerstoffgehalt von Dudley infolge unrichtiger Analysenmethode zu niedrig bestimmt war. Dissoziationsversuche von Platin-dioxyd⁶⁾ lieferten schließlich das wichtige Resultat, daß Sesquioxyd, wenigstens wasserfrei, ein instabileres Produkt, d. h. ein solches mit höherer Sauerstofftension als Dioxyd ist, so daß seine Darstellung aus diesem, und bei der großen Sauerstofftension dieses letzteren wahrscheinlich überhaupt, ausgeschlossen ist.

¹⁾ Ztschr. f. anorgan. Chem. **57**, 398 [1908].

²⁾ Berzelius Lehrbuch, V. Aufl., Bd. **3**, S. 971 [1844].

³⁾ Jahrb. **9**, 110 [1830]. ⁴⁾ Amer. Chem. Journ. **25**, 59 [1902].

⁵⁾ Ztschr. f. anorgan. Chem. **40**, 423 [1904].

⁶⁾ L. Wöhler u. Frey, Ztschr. f. Elektrochem. **15**, 129 [1909].

Jüngst ist es indessen Blondel¹⁾ gelungen, zur Sesquistufe und auch zum Sesquioxhydrat zu gelangen durch Reduktion einer Auflösung von Dioxhydrat in Schwefelsäure mit Oxalsäure. Durch sehr umständliche und langwierige Operationen erhielt er gelbe Kristalle der Formel $Pt_2O_3 \cdot 3SO_3 \cdot H_2SO_4 \cdot 11.5H_2O$. Aus dieser Sulfatoplatinsesquioxysäure erhielt er durch Kochen mit Natron das Sesquioxid mit geringen Mengen Alkali verunreinigt als braunen Niederschlag. Beim Versuch, aus dem Oxyd mit Salzsäure das Sesquichlorid zu erhalten, entstanden nur äquivalente Mengen Chlorür und Chlorid, so daß ein Chlorid der Sesquireihe nicht existenzfähig erschien.

1. Das Platinsesquichlorid, $PtCl_3$.

Die Chloride der Dioxid- und Oxydulstufe des Platins, $PtCl_4$ und $PtCl_2$, sind gut definierte, leicht zugängliche²⁾ Verbindungen, die als Ausgangsmaterialien zur Erreichung der zwischen ihnen liegenden Mittelstufe gut geeignet schienen. Da über 200° $PtCl_4$ an der Luft in Platinchlorür, $PtCl_2$, übergeht, wurde bei nur 160° im Kohlensäurestrom Platintetrachlorid dissoziiert. Erst nach mehreren Tagen aber ließ sich durch titrimetrische Bestimmung des entwickelten Chlors die Zusammensetzung von Sesquichlorid für den Rückstand feststellen. Die Dissoziation ging indessen ohne merklichen Knickpunkt der Chlorentwicklungs-Zeitkurve über die Zusammensetzung von Sesquichlorid hinaus, auch war der Rückstand nicht einheitlich. Aus dem Produkt ließ sich nämlich mit kaltem Wasser noch Tetrachlorid, $PtCl_4$, herauslösen, trotzdem bereits gelbgrünes, in Wasser unlösliches Platinchlorür, $PtCl_2$, gebildet war. Die Anwendung der statischen Luftpuffermethode zur Bestimmung der Chlortension nach L. Wöhler und Plüddemann³⁾ versagte, da bei 200° selbst nach 8 Tagen noch kein Gleichgewicht erhalten werden konnte. Zur Erhöhung der Geschwindigkeit wurde daher bei höherer Temperatur und deshalb im Chlorstrom die Dissoziation bewirkt, und zur Erkennung einer beständigen Zwischenstufe zwischen Platintetrachlorid und seinem bekannten Zersetzungsprodukt $PtCl_2$ die Zeitkurve der Zersetzung von $PtCl_4$ bei konstanter Temperatur, ebenso die der Bildung des Chlorierungsprodukts von Platinchlorür, $PtCl_2$, aufgenommen. Erst oberhalb 275° wird Platintetrachlorid in einer Chlor-Atmosphäre zersetzt. Dazu stellten wir fest, daß Platinchlorür erst oberhalb 400° im Chlorstrom sein Gewicht unverändert läßt, so daß die Beständigkeitszone von Sesquichlorid in einer

¹⁾ Ann. chim. phys. [8] 6, 111 [1905].

²⁾ Ztschr. f. Elektrochem. 15, 770 [1909].

³⁾ Diese Berichte 41, 703 [1908].

Chloratmosphäre zwischen 275° und 400° liegen mußte. Rostbraunes, fein gepulvertes Platintetrachlorid, PtCl_4 , wurde daher in einem großen Reagenzylinder, auf dessen Boden die gewogene Substanz in einem Rose-Tiegel sich befand, in trockenem und gut von Salzsäure befreitem Chlor im Metallbad auf 390° erhitzt. Mit zunehmender Dissoziationsdauer verminderte sich die Chlorabnahme, und deutliche Konvergenz des Gewichtsverlustes gegen Null zeigte sich mit der Annäherung der Zusammensetzung des Dissoziationsprodukts an den Sesquichloridwert, der nach 10 Stunden erreicht war und konstant blieb¹⁾. Das Rotbraun war in Schwarzgrün übergegangen, so daß die Substanz genau wie Platinmohr aussah. Die Analyse des Rückstandes ergab den Wert für Sesquichlorid, PtCl_3 .

0.2646 g Sbst.: 0.0941 g Cl. — 0.4812 g Sbst.: 0.1702 g Cl.

PtCl_3 . Ber. Cl 35.31. Gef. Cl 35.56, 35.36.

War das Platinesquichlorid von Tetrachlorid aus als Gleichgewichtsphase erreichbar, so mußte es bei derselben Temperatur auch von der Chlorürseite durch Chloraufnahme zu erhalten sein. So wurde Platinchlorür im Chlorstrom auf 390—400° erhitzt und durch Wägung die Gewichtszunahme bestimmt. Wie schon nach kurzer Zeit der Augenschein durch die besondere dunkle Farbe des Produkts lehrte, hatte sich die Umwandlung vollzogen. Nach sechsständigem Erhitzen zeigte die Analyse 34.64 % Chlor, nach weiteren 5 Stunden 35.45 % — bei einem anderen Versuch 35.44 % —, um alsdann mit diesem fast theoretischen Wert für PtCl_3 — 35.31 % — konstant zu bleiben.

Dieser letzten Methode der Platinesquichlorid-Darstellung gebührt vor der anderen durch Zersetzung von Platintetrachlorid der Vorzug. Einmal geht die Chlorierung besser und schneller vonstatten, und zum anderen ist das Ausgangsprodukt, das Platinchlorür, viel einfacher darzustellen als PtCl_4 . Man macht es am besten nach der alten, schon von Berzelius angegebenen Methode durch Erhitzen von Wasserstoffplatinchlorid auf dem Sandbad auf ca. 250—300° unter ständigem Umrühren und Zerkleinern der Masse, bis das Entweichen von Chlor aufgehört hat.

Eigenschaften des Sesquichlorids. Das Sesquichlorid ist ein nahezu schwarzes, etwas ins Grüne gehendes Pulver, deutlich unterschieden von der rotbraunen Farbe des Dioxydchlorids und der gelbgrünen des Oxydulchlorids. Farbe und charakteristischer Chlordruck zeigen seine Eigenschaften an. Ein weiteres von den beiden anderen Platinchloriden unterscheidendes Merkmal ist sein Verhalten gegen Wasser. Tetrachlorid ist selbst in kaltem Wasser spielend löslich,

¹⁾ Einzelheiten in F. Martins Dissertation, Karlsruhe 1909.

Platinchlorür selbst beim Kochen unlöslich, wie eine fettige Substanz, die mit Wasser schwer benetzbar ist¹⁾. Das Sesquichlorid steht in der Mitte. Mit kaltem Wasser tritt zwar erst nach Tagen geringe Lösung mit allmählicher Gelbfärbung des Wassers ein. Mit kochendem Wasser wird es indessen sofort gelöst unter Bildung einer tief braunroten Lösung, welche wie diejenige des Tetrachlorids sauer reagiert, so daß, wie dort die Säure $\text{H}_2\text{PtCl}_4\text{O}$ entsteht, hier die analoge Sesquiverbindung $\text{H}_2\text{PtCl}_3\text{O}$ anzunehmen sein dürfte. Ferner tritt beim Kochen mit Wasser eine teilweise hydrolytische Spaltung zu einem Oxychlorid und Salzsäure ein, ganz ähnlich, wie in einer wäßrigen Lösung des Tetrachlorids.

Selbst in konzentrierter Salzsäure ist das Sesquichlorid bei Zimmertemperatur fast ganz unlöslich. Erst beim Erwärmen tritt rasche Lösung unter Gelbfärbung der Flüssigkeit ein, die aber nur mehr ein Gemisch von Wasserstoffplatinchlorür und -chlorid enthält, wie es ähnlich Blondel beim Auflösen seines Sesquioxids in Salzsäure beobachtete. Der Sesquioxid-Charakter der wäßrigen Lösung ist verschwunden; es läßt sich aus ihr durch Einwirkung von Alkali nicht mehr einheitliches Sesquioxidhydrat gewinnen, vielmehr fällt ein schwarzgraues Gemisch von Oxydul- und Dioxidhydrat aus. Auch das schwarzgrüne Sesquichlorid selbst ist aus dieser Salzsäurelösung durch Eindampfen nicht wieder regenerierbar, wie dies aus seiner wäßrigen Auflösung nach ihrem Eindampfen im Vakuum, zunächst bei 60° und danach auf 100°, noch möglich ist. Platintetrachlorid ist auf diese Weise aus seiner wäßrigen Lösung nicht regenerierbar, es hält sein Wasser viel fester gebunden. Zur vollständigen Entwässerung ist bei ihm eine Temperatur über 200° erforderlich, bei welcher es, wie oben auseinander gesetzt, bereits zerfällt, nur in einer Chloratmosphäre beständig ist.

Die drei Chloride des Platins halten das Wasser also mit verschiedener Tension gebunden, die beim Chlorür, wie seine vollkommene Unlöslichkeit in Wasser zeigt, ihren kleinsten Wert hat, bei dem hygroskopischen und unter starker Erwärmung löslichen Tetrachlorid sehr groß ist, während das Sesquichlorid dazwischen steht. Diese Verbindungen der Chloride mit Wasser sind so starke Säuren, daß eine konzentrierte Lösung von Platintetrachlorid in Wasser das Filter zerstört, ähnlich konzentrierter Salzsäure. Die Vermutung ergibt sich danach, daß die Säure des Platintetrachlorids, die man nach der Auffindung der Platinsäure PtO_4H_2 ²⁾ als Tetrachlorplatinigesäure zu be-

¹⁾ Berzelius, Lehrbuch, V. Aufl., Bd. 3, 971 [1845].

²⁾ L. Wöhler und F. Martin, diese Berichte 42, 3326 [1909].

zeichnen hat oder besser nach Werner¹⁾ als Tetrachlorplatasäure, die größte Acidität, die Sesquiverbindung, die Trichlorplatisäure H_2PtCl_3O eine geringere und die Bichlorplatosäure H_2PtCl_2O die kleinste besitzt, ganz analog den Verhältnissen bei den Oxydhydraten, wo das frisch gefällte Oxydulhydrat nur geringe acide Eigenschaften zeigt, und daher auch schnell »altert«²⁾, während das säureähnliche Dioxydhydrat als solches gut beständig ist.

So unlöslich übrigens auch das Sesquichlorid in kaltem Wasser und selbst konzentrierter Salzsäure ist, so überraschend schnell löst es sich ebenso, wie das viel schwerer lösliche Platinchlorür infolge Komplexbildung in einer wäßrigen Jodkaliumlösung zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit. Das sonstige Verhalten des Platintrichlorids kommt dem der beiden anderen Chloride nahe. Es reduziert sich wie diese beim Darüberleiten von Wasserstoff schon in der Kälte unter Salzsäurebildung, wird in wäßriger Lösung von Alkohol unter Aldehydbildung bis zu Metall reduziert und zeigt ein Verhalten gegen Säuren und Basen, wie es einem zwischen Tetra- und Dichlorid liegenden Chlorid zukommt.

2. Das Platinsesquioxhydrat.

Beim Eintragen des schwarzgrünen Platinsesquichlorids in kochende Sodalösung entsteht zuerst eine braunrote, kolloidal aussehende Lösung, die sehr rasch einen dunkelbraunen Niederschlag ausfallen läßt, grundverschieden in seinem Aussehen von hellgelbem Dioxydhydrat als auch von schwarzem Oxydulhydrat. Derselbe wurde, wie bei den anderen Platinoxiden üblich, zuerst mehrere Male mit Soda zur vollständigen Umwandlung basischer Chloride und dann noch zur Beseitigung von Alkali kurz mit schwefelsäurehaltigen Wasser gekocht und schließlich mit reinem Wasser gewaschen. Die analytische Bestimmung ergab in mehreren Versuchen reines Sesquioxhydrat.

0.2132 g Sbst.: 0.2615 g O. — 0.2005 g Sbst.: 0.0244 g O.

Pt_2O_3 . Ber. O 10.97. Gef. O 10.92, 10.85.

Die Analyse der Oxyde geschah nach der von L. Wöhler³⁾ angegebenen Methode. Die Oxyde wurden meist naß in einem Schiffchen zur Analyse gebracht, damit man für alle Fälle vor Zersetzung beim Trocknen sicher war. Die Berechnung geschah so, daß der Sauerstoffgehalt auf die Summe des analytisch festgestellten Platins und Sauerstoffs bezogen wurde.

Sesquioxhydrat kann aus Trichlorid auch dadurch gewonnen werden, daß man es in starke Kalilauge 1 : 1 einträgt. Zuerst fallen

¹⁾ Neuere Anschauungen S. 13 [1905].

²⁾ L. Wöhler, Ztschr. für anorgan. Chem. **40**, 428 [1904].

³⁾ L. Wöhler, Ztschr. für anorgan. Chem. **40**, 426 [1904].

dabei braune Flocken aus, die sich, allerdings träge, in der Lauge durch Anätzung zu einem Hydrosol wieder zu lösen scheinen. Aber selbst Kochen der alkalischen Flüssigkeit kann keine ganz klare Lösung erzeugen, wie sie bei der ähnlichen Platindioxyd-Darstellung entsteht, wohl eine Folge seiner erwähnten geringeren Acidität. Gießt man jene braungelbe, abgekühlte Lösung in verdünnte, kalte Essigsäure, so erhält man eine rehbraune Oxyhydratfällung, die nach mehrfachem Dekantieren und Auskochen mit Wasser sich als chlor- und alkalifrei erweist. Die Analyse lieferte nur hier etwas höhere Sauerstoffwerte — 11.45 und 11.62 %, statt 10.97 % O₂ — infolge einer geringen Oxydation des Sesquioxids in alkalischer Lösung, da Alkali die Oxydation saurer Oxyde begünstigt — es sei dazu an das analoge Verhalten von Palladiumsesquioxyd und -dioxyd¹⁾, wie an Iridium-²⁾ und Platintrioxyd³⁾ erinnert.

Einen weiteren Weg zur Darstellung von Platin-*sesquioxyd* ließ die Beobachtung L. Wöhlers⁴⁾ erwarten, wonach sich Platinoxidulhydrat in wäßriger Lösung und als Paste auf dem Wasserbade meist bis zum Sauerstoffgehalt von *Sesquioxyd* oxydiert und erst bei noch höherer Temperatur diesen Wert überschreitet. Dabei läßt sich voraussagen, daß je wasserärmer das Oxydul ist, um so oxydationsfähiger wird es sein. Wasserfreies Platinoxidul spaltet sich freiwillig, wie L. Wöhler und Frey⁵⁾ bewiesen haben, infolge seiner leichten Oxydierbarkeit in Dioxyd und Metall. Oxydulhydrat zerfällt dagegen nicht mehr freiwillig in Platin und Dioxydhydrat, wie wir jüngst gezeigt haben⁶⁾. In Übereinstimmung damit gelang es, trotz zweitägigen Durchleitens von Sauerstoff durch eine im Kochen gehaltene wäßrige Suspension von Oxydul, den Sauerstoffgehalt von 7.6% nur bis zu 8.9%, nicht bis zur *Sesquioxyd*-Zusammensetzung 10.97% zu steigern. Selbst im Autoklaven bei 40° Atm. Sauerstoffdruck unter Wasser von 125° wurde in 10 Stunden nur Sauerstoff bis zu 10.1% aufgenommen, also nicht vollständig die Zusammensetzung von *Sesquioxyd* erreicht. Das Oxyd hatte aber dabei die tief schwarze Farbe gegen die braune umgetauscht. Oxydation von getrocknetem Oxydulhydrat lieferte allerdings im Einklang mit L. Wöhlers früheren Ergebnissen bei 150—160° höhere Sauerstoffgehalte, doch schreitet unauffällig die Oxydation dabei

¹⁾ L. Wöhler und F. Martin, Ztschr. für anorgan. Chem. **57**, 405 [1908].

²⁾ L. Wöhler und Witzmann, Ztschr. für anorgan. Chem. **57**, 314 [1908].

³⁾ Diese Berichte **42**, 226 [1909].

⁴⁾ Habilitationsschrift Karlsruhe 1901, S. 91.

⁵⁾ Zeitschr. für Elektrochem. **15**, 129 [1909].

⁶⁾ Ebenda **15**, 791 [1909].

weiter zu Dioxyd¹⁾. Dieses Resultat war zu erwarten, da ja frühere Versuche, Sesquioxyd bei höherer Temperatur herzustellen, gescheitert sind.

Eigenschaften des Sesquioxydhydrates.

Seine Farbe ist braun, wenn auch der Ton nicht so stark variiert mit wechselnder Darstellungsweise wie beim Dioxydhydrat²⁾ als Funktion seines Wassergehaltes. Das bei Zimmertemperatur gefällte Oxyd ist ohne Zweifel wasserreicher und deshalb hellbraun. Durch Kochen mit Soda geht es in das dunkler gefärbte Oxydhydrat mit geringerem Wassergehalt über, trocknet auf dem Wasserbad zu einem tiefdunkelbraunen sandigen Pulver ein und wird bei höherem Erhitzen unter weiterem Wasserverlust schließlich tiefschwarz.

Charakteristisch für das Sesquioxyd ist seine Beständigkeit gegen Sauerstoff auch beim Kochen, so daß seine Darstellung ohne Luftausschluß vorgenommen werden kann, anders als bei Oxydulhydrat, zugleich ein Beweis für die Einheitlichkeit des erhaltenen Oxyds und gegen die Vermutung, daß es eine äquimolekulare Mischung von Oxydul und Dioxyd sein könnte. So wurde ein frisch gefälltes und ausgewaschenes Sesquioxydhydrat von theoretischer Zusammensetzung (10.91% O) 10 Stunden lang in Wasser suspendiert und unter kräftigem Durchleiten von Sauerstoff auf Kochtemperatur gehalten, ohne daß Oxydation eintrat. Der Sauerstoffgehalt war derselbe wie vorher (10.87%).

Frühere Dissoziationsversuche am Dioxyd haben gezeigt, daß Sesquioxyd als solches aus Dioxyd durch Abspaltung von Sauerstoff nicht entsteht. Wöhler und Frey³⁾ stellten fest, daß wenn Dioxyd im Vakuum langsam bis zu einer Zusammensetzung, die noch über derjenigen von Sesquioxyd liegt, zersetzt wird, aus dem Dissoziationsprodukt trotzdem schon eine große Menge metallischen Platins mit Königswasser herauslösbar war, in welchem die hoch erhitzten Oxyde unlöslich sind, der Rückstand aber einen Sauerstoffgehalt aufwies, der zwischen dem von Sesquioxyd und Dioxyd lag. Reines Sesquioxyd Pt_2O_3 ist daher wie reines Platinoxydul PtO nicht existenzfähig, nur als tensionsvermindernde feste Lösung in überschüssigem Dioxyd, wie sie durch den Sauerstoffgehalt des oxydischen Dissoziationsrückstandes gekennzeichnet ist. Welches dieser wasserfreien Oxyde die höhere Tension besitzt, ob aus Sesquioxyd also Oxydul entsteht, oder

¹⁾ F. Martins Dissertation.

²⁾ L. Wöhler, Zeitschr. für anorg. Chem. **40**, 436 [1904].

³⁾ loc. cit. Eine Bestätigung dieser Versuche mit Sesquioxydhydrat s. in Martins Dissertation.

dieses primär in Sesquioxyd und Metall zerfällt, läßt sich aus dem Verhalten des Sesquioxhydrides nicht entnehmen. Aus den früheren Dissoziationsversuchen¹⁾ war nicht mehr zu erkennen, als daß Platindioxydhydrat sich schon gegen 300° zu einem niederen Oxydhydrat zersetzt, während aus der Tension der wasserfreien Oxyde infolge abnorm großer Reaktionsverzögerungen sich nicht mehr über das Verhältnis ihrer Sauerstoffdrucke aussagen läßt, als daß bei ihrer Zersetzungstemperatur nur Dioxyd und die besagten festen Lösungen des unbeständigen Sesquioxys und Oxyduls sich auffinden ließen.

Eine Sonderstellung dem Dioxyd gegenüber nimmt also das Platinsesquioxyd bloß im wasserfreien Zustande ein. Als Hydrat steht es in seinen Eigenschaften zwischen Dioxyd und Oxydul. Eine Löslichkeit in Lauge, selbst wenn frisch gefällt, ist nur bei starker Konzentration der Lauge zu bemerken, während weißes Dioxydhydrat schon mit $\frac{2}{1}$ -n. Natronlauge gut in Lösung geht, das schwarze Oxydul aber in konzentriertester Lauge so gut wie unlöslich ist.

$\frac{2}{1}$ -n. Schwefelsäure läßt Sesquioxyd unverändert, und erst konzentrierte wirkt lösend. $\frac{2}{1}$ -n. Salpetersäure ist gerade so wirkungslos, und erst beim Kochen und Eindampfen tritt partielle Lösung ein, wobei die Farbe des Ungelösten heller wird und sein Sauerstoffgehalt steigt (bei einem Versuch von 10.9 auf 11.8%), also teilweise Oxydation zu Dioxyd eintritt.

Nur gegen Salzsäure zeigt das Sesquioxyd ebenso wie das Oxyd des zwei- und vierwertigen Platins eine ausnehmend leichte Löslichkeit infolge des großen Energiegewinnes durch Komplexbildung. Wie eingangs erwähnt, zerfällt dabei der zu erwartende Platinsesquichlorid-Komplex in äquivalente Mengen von Platinchlorid- und Platinchlorürchlorwasserstoffsäure. Durch einen kleinen Kunstgriff gelang es uns aber, den Zerfall zu verhindern und den Komplex zu erhalten; er soll mit seinem merkwürdigen Verhalten in einer weiteren Abhandlung beschrieben werden. Auch gegen Wasserstoffsuperoxyd verhält sich Sesquioxhydridat wie eine Mittelstufe. Es entwickelt lebhaft Sauerstoff, fast wie Oxydulhydrat, aber verschieden von dem kaum einwirkenden Dioxydhydrat.

¹⁾ L. Wöhler, Ztschr. f. anorgan. Chem. **40**, 445 [1904] und L. Wöhler und Frey, Ztschr. f. Elektrochem. **15**, 134 [1909].