

## 243. C. Paal und Conrad Amberger: Ueber colloïdale Metalle der Platingruppe. II.

[Mittheilung aus dem pharm.-chemischen Institut der Universität Erlangen.]

(Eingegangen am 27. Februar 1905.)

In der ersten Mittheilung<sup>1)</sup> haben wir über die Darstellung von Adsorptionsverbindungen des colloïdalen Platins, Palladiums und Iridiums mit protalbin- und lysalbin-saurem Natrium berichtet. Als Reductionsmittel kamen bei Platin und Palladium Hydrazinhydrat, bei Iridium Natriumamalgam in Anwendung, da ersteres Reagens Iridiumverbindungen nur schwierig und unvollständig reducirte. Es wurde ferner erwähnt (l. c.), dass sich colloïdales Iridium auch durch Einleiten gasförmigen Wasserstoffs in die mit protalbinsaurem Natrium und Natronlauge versetzte Iridiumchloridlösung darstellen lasse. Wir haben nun diese Methode auch zur Gewinnung des colloïdalen Palladiums anzuwenden versucht, wobei möglicherweise auch colloïdaler Palladiumwasserstoff entstehen konnte. Bekanntlich lassen sich Palladiumsalze in heisser, wässriger Lösung durch Einleiten gasförmigen Wasserstoffs zu äusserst fein vertheiltem, elementarem Palladium reduciren, welches voraussichtlich unter diesen Versuchsbedingungen mehr oder minder grosse Mengen Wasserstoff aufnehmen konnte.

Wir haben eine Lösung, welche neben protalbinsaurem Natrium Palladiumchlorür und überschüssige Natronlauge resp. daraus durch Umsetzung entstandenes Palladiumhydroxydul enthielt, in der Wärme mit gasförmigem Wasserstoff behandelt und bekamen so colloïdale Flüssigkeiten, die sich in nichts von unseren schon beschriebenen (l. c.), mittels Hydrazinhydrat dargestellten Palladiumhydrosolen unterschieden. Durch Dialyse gereinigt und dann zur Trockne gebracht, resultirten Producte, welche die grösste Aehnlichkeit mit den in der I. Mittheilung angeführten, festen, colloïdalen Palladiumpräparaten zeigten. Doch gelang es nicht, mittels Wasserstoff so hochprocentige Präparate zu bekommen, wie bei Anwendung von Hydrazinhydrat. Der Ersatz von protalbinsaurem Alkali durch lysalbinsaures Natrium war auch bei der neuen Reductionsmethode nicht durchführbar. Das Palladium schied sich stets unlöslich ab, weil sich die schützende Wirkung des letzteren Salzes nicht genügend erwies, um die Gelbildung zu verhindern.

Wie unsere Versuche ergaben (s. die voranstehende Mittheilung), ist der durch Beladen von Palladiumschwarz mit Wasserstoff erhaltene Palladiumwasserstoff eine sehr labile Substanz. Es liess sich daher voraussagen, dass colloïdaler Palladiumwasser-

<sup>1)</sup> Diese Berichte 37, 124 [1904].

stoff, falls überhaupt existenzfähig, in Folge seiner ausserordentlich feinen Vertheilung und der dadurch bedingten Oberflächenwirkung sehr veränderlich und vor allem ausserordentlich leicht oxydabel sein würde. Ist schon der gewöhnliche, fein vertheilte Palladiumwasserstoff bei Gegenwart von Sauerstoff nicht haltbar, so erscheint es völlig ausgeschlossen, dass die Präparate von colloïdalem Palladium mit protalbinsaurem Natrium, wie sie durch Reduction mit gasförmigem Wasserstoff entstehen, in fester Form noch nachweisbare Mengen von Palladiumwasserstoff enthalten können, wenn auch aus später zu beschreibenden Versuchen über die Activirung des Wasserstoffs durch colloïdales Palladium mit Sicherheit hervorgeht, dass colloïdaler Palladiumwasserstoff in den ursprünglichen Lösungen, so lange der Luftsauerstoff ferngehalten wird, vorhanden ist (s. die folgende Mittheilung). Auch eine andere Eigenschaft des bekannten, nicht colloïdalen Palladiumwasserstoffs, welche von L. Mond, W. Ramsay und J. Shields<sup>1)</sup> beobachtet wurde, lässt es ausgeschlossen erscheinen, dass unsere Präparate von colloïdalem Palladium das Palladiumwasserstoffhydrosol enthalten. Die genannten, englischen Forscher wiesen nämlich nach, dass Palladiumwasserstoff im Vacuum schon bei Zimmertemperatur seinen Wasserstoff bis auf einen geringen Rest wieder abgibt, entgegen den Angaben verschiedener Lehr- und Hand-Bücher der anorganischen Chemie<sup>2)</sup>, denen zufolge Palladiumwasserstoff im Vacuum beständig sein soll.

Da alle unsere Präparate im luftverdünnten Raum über Schwefelsäure getrocknet wurden, kann auch aus dem vorerwähnten Grunde Palladiumwasserstoff nicht in ihnen vorhanden sein.

In unserer Mittheilung »über colloïdale Metalle der Platingruppe« wurde bei Beschreibung der Palladiumhydrosol-Präparate angeführt, dass sie ihren Hydrosolcharakter auch durch Erhitzen auf 100° in vacuo nicht verlieren (l. c. S. 136, Präparat III).

Diese durch die Anwesenheit des organischen Colloïds bedingte Beständigkeit ermöglichte uns die Darstellung des colloïdalen Palladiumwasserstoffs auf trockenem Wege durch Erhitzen des festen Palladiumhydrosols im Wasserstoffstrom. Wir liessen Wasserstoff bei 60°, 100° und 110° auf die pulverförmigen, colloïdalen Palladiumpräparate einwirken. Es zeigte sich hierbei, dass die Absorption des Wasserstoffs bei 100° und

<sup>1)</sup> Zeitschr. für anorgan. Chem. 16, 325.

<sup>2)</sup> Richter-Klinger: Lehrb. der anorgan. Chem., IX. Aufl., S. 495; Krafft: Lehrb. der anorgan. Chem., IV. Aufl., S. 412; Dammer, Handb. der anorgan. Chem., III. Bd., 878; E. Schmidt: Lehrb. der pharmaceut. Chem., IV. Aufl., I. Bd., S. 1098; Roscoe u. Schorlemmer, Ausführl. Lehrb. der Chem., 1. Aufl., Bd. II, S. 784.

110° reichlicher als bei 60° stattfand, wie auch erwartet werden konnte. Die wasserstoffreichsten Präparate entsprachen ungefähr der Zusammensetzung  $\text{Pd}_3\text{H}$ . Noch wasserstoffreichere Producte konnten wir bisher nicht darstellen.

Da der Palladiumwasserstoff beim Erhitzen im Kohlensäurestrom auf 130—140° den absorbirten Wasserstoff bis auf einen geringen Rest wieder abgibt<sup>1)</sup>, so waren wir im Stande, den vom colloidalen Palladium aufgenommenen Wasserstoff annähernd quantitativ zu bestimmen, indem wir das beim Erhitzen frei werdende Gas auffingen und sein Volumen maassen. Wir bedienten uns hierzu des bei Stickstoffbestimmungen organischer Substanzen gebräuchlichen H. Schiff'schen Azotometers. Die durch Erhitzen im Kohlensäurestrom ihres Wasserstoffs beraubten, colloidalen Palladiumpräparate erwiesen sich, trotzdem sie längere Zeit einer Temperatur von 130—140° ausgesetzt waren, grösstentheils noch in Wasser colloidal löslich, ein Beweis für die geradezu enorme Schutzwirkung, welche die organische Componente auf das feste Palladiumhydrosol ausübt.

Aus den vor einiger Zeit veröffentlichten, interessanten Versuchen Lothar Wöhler's<sup>2)</sup> über das Verhalten feinvertheilten Platins gegen Sauerstoff geht hervor, dass auch scheinbar so beständige Metalle wie z. B. Platin dennoch durch gasförmigen Sauerstoff oxydirt werden.

Wenn auch in unserer vorstehenden Mittheilung »Zur Kenntniss des Palladiums« bewiesen wurde, dass Palladiumverbindungen in saurer und alkalischer Flüssigkeit durch das Hydrazin und seine Salze zu elementarem Palladium reducirt werden und daher auch unsere colloidalen Palladiumpräparate elementares Palladiumhydrosol enthalten müssen, so schien es doch möglich, dass diese Substanzen beim Ueberführen in den festen Zustand und während des Aufbewahrens sich durch den Luftsauerstoff wenigstens partiell oxydirt haben konnten, umsomehr, als ihre colloidale Beschaffenheit sie dazu besonders befähigen musste. Wir haben daher bei einigen Präparaten, nachdem sie vorher im Kohlensäurestrom nach Möglichkeit getrocknet worden waren, den eventuell vom Palladium aufgenommenen Sauerstoff dadurch zu bestimmen versucht, dass wir die Substanzen im Wasserstoffstrom erhitzen und das durch Reduction gebildete Wasser im Chlorcalciumapparat quantitativ bestimmten. Alle untersuchten Präparate ergaben ein positives Resultat, doch war der Oxydgehalt relativ gering (2.3—4 pCt. Sauerstoff).

<sup>1)</sup> Protalbinsaures Natrium kann bis auf 150° erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen.

<sup>2)</sup> Diese Berichte 36, 3475 [1903].

Colloïdales Palladium mit protalbinsaurem Natrium.  
(Mit Wasserstoff reducirt.)

I. 1.5 g protalbinsaures Natrium wurden in 50 ccm Wasser gelöst, etwas mehr als die dem zuzusetzenden Palladiumchlorür äquivalente Menge Natronlauge und dann eine Lösung von 2.5 g Palladiumchlorür (1.5 g Pd) in schwach salzsäurehaltigem Wasser eingetragen. Der Zusatz von Salzsäure ist möglichst zu beschränken. Die in einem Kolben befindliche, klare, dunkelrothbraune Lösung wurde auf dem Wasserbade auf 60° erhitzt und während 2 Stunden reiner Wasserstoff bei dieser Temperatur eingeleitet. Schon nach kurzer Zeit erscheint die Lösung im reflectirten Licht schwarz, und nach einstündiger Einwirkung des Wasserstoffs ist in der Intensität der Färbung kein Unterschied gegen die mittels Hydrazinhydrat gewonnenen Colloïdlösungen mehr zu bemerken. Abscheidung von unlöslichem Palladium findet während der Reduction nicht statt unter der Bedingung, dass man den Kolben bis zum Hals mit der Lösung füllt. Bei weniger gefültem Kolben verursachen die Gasblasen ein Verspritzen der Lösung, und die an der Kolbenwandung eingetrockneten Tröpfchen werden in Folge ihres Gehaltes an Elektrolyten (NaCl, NaOH) unlöslich. Nach beendigter Reduction wurde die colloïdale Flüssigkeit zur Reinigung dialysirt. Im Diffusat war kein Palladium nachzuweisen. Die dialysirte Lösung wurde dann vorsichtig auf dem Wasserbade eingengt und schliesslich in vacuo über Schwefelsäure bei Zimmertemperatur zur Trockne gebracht.

Das Präparat bildet schwarze, glänzende Lamellen, die sich leicht in Wasser mit den ursprünglichen Eigenschaften lösen. Es gleicht, wie auch die folgenden Präparate, in Bezug auf die Farbe in festem und gelöstem Zustande und auf das Verhalten gegen Elektrolyte völlig den schon beschriebenen, mittels Hydrazinhydrat dargestellten Producten (l. c.). Die Ausbeute betrug 2.9 g.

0.474 g Sbst.: 0.2235 g Pd, 0.074 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
Gef. Pd 47.15, Na 5.00.

II. Um zu einem palladiumreicheren Präparat zu gelangen, haben wir Palladium (als PdCl<sub>2</sub>) und protalbinsaures Natrium im Verhältniss 2:1 angewendet. Die Darstellung geschah in der vorstehend angegebenen Weise. Nach etwa einstündigem Durchleiten von Wasserstoff hatte sich etwas Palladium unlöslich abgeschieden. Das Diffusat enthielt kein Palladium. Das Präparat besass in Lösung und in fester Form die oben angegebenen Eigenschaften.

0.419 g Sbst.: 0.231 g Pd, 0.093 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
Gef. Pd 55.13, Na 7.18.

III. Da bei Fällungen von Adsorptionsverbindungen colloïdaler Metalle mit protalbinsaurem und besonders mit lysalbinsaurem Natrium durch Säuren ein Theil der organischen Componente in Lösung bleibt, der Niederschlag daher eine Anreicherung an Metallhydrosol erfährt, so haben wir diese Methode angewendet, um zu palladiumreichen Hydrosolen zu gelangen.

Zu diesem Zwecke wurde eine alkalische Lösung von protalbinsaurem Natrium und Palladiumchlorür im Verhältniss von 1 Theil Natriumsalz : 1 Theil Pd in bekannter Weise mit Wasserstoff reducirt und die durch Dialyse gereinigte Lösung mit Essigsäure gefällt. Der abfiltrirte schwarze Niederschlag wurde noch feucht in wenig Natronlauge gelöst, abermals dialysirt und dann zur Trockne gebracht.

Das Präparat besass die schon angegebenen Eigenschaften.

0.38 g Sbst.: 0.208 g Pd, 0.0623 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Gef. Pd 54.74, Na 5.31.

Wie aus der Analyse hervorgeht, hat sich auf diesem Wege infolge der Schwerlöslichkeit der Protalbinsäure keine sehr erhebliche Anreicherung an Palladiumhydrosol (von 50 pCt. auf fast 55 pCt.) erzielen lassen.

#### Prüfung der colloidalen Palladiumpräparate auf das Vorhandensein von Palladiumwasserstoff.

War in den colloidalen Palladiumpräparaten Palladiumwasserstoff enthalten, so musste sich dieser dadurch zu erkennen geben, dass beim Erhitzen Wasserstoff frei wurde. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei Versuch III (S. 1391) der vorvorangehenden Mittheilung (»Zur Kenntniss des Palladiums«). Es wurden 2 Präparate auf einen event. Wasserstoffgehalt geprüft, das vorstehend beschriebene Präparat I (47.15 pCt. Pd) und ein neuerlich dargestelltes Product (61.76 pCt. Pd s. u.). Die im U-Rohr befindliche Substanz wurde in beiden Fällen im Paraffinbade auf  $150^{\circ}$  erhitzt. Bei beiden Versuchen sammelte sich im Azotometer weniger als 0.5 ccm eines nicht entzündlichen Gases an, das demnach Wasserstoff nicht enthalten konnte.

#### Colloidaler Palladiumwasserstoff mit protalbinsaurem Natrium.

Für die folgenden Versuche zur Ueberführung der Adsorptionsverbindungen des Palladiumhydrosols mit protalbinsaurem Natrium in solche des festen Palladiumwasserstoffhydrosols kamen 4 Präparate von verschiedenen Darstellungen in Anwendung, welche durch Reduction mittels Hydrazinhydrat nach der in der ersten Mittheilung »über colloidale Metalle der Platingruppe« (l. c.) beschriebenen Methode gewonnen worden waren<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Palladiumbestimmungen der 4 Präparate lieferten folgendes Resultat:

Präp. I.	0.2865 g Sbst.:	0.142 g Pd.	Gef. Pd	49.55 pCt.
» II.	0.3677 » »	0.227 » »	» »	61.76. »
» III.	0.2215 » »	0.145 » »	» »	65.45. »
» IV.	0.3020 » »	0.169 » »	» »	55.96. »

Die Präparate lösten sich spielend leicht in Wasser mit den l. c. angegebenen Eigenschaften.

Die im Vacuum über Schwefelsäure getrockneten Präparate wurden für die Versuche zu einem mässig feinen Pulver zerdrückt und abgewogene Mengen in das U-Rohr des in der vorhergehenden Mittheilung beschriebenen Apparats gebracht. Das Beladen mit Wasserstoff erfolgte nach Verdrängung der Luft durch Kohlensäure im Wasserstoffstrom bei Temperaturen von 60–110°. Die Bestimmung des occludirten Wasserstoffs geschah, wie in der vorangehenden Mittheilung angegeben, nach Verdrängung des nicht absorbirten Wasserstoffs im Kohlensäurestrom und Auffangen des entwickelten Wasserstoffs im Schiffchen Apparat, wobei jedoch, um Zersetzung der organischen Componente zu verhüten, nicht über 145° erhitzt wurde.

Bei 3 Versuchen wurden gleichzeitig auch Bestimmungen des in den angewandten Präparaten an das Palladiumhydrosol gebundenen Sauerstoffs ausgeführt (s. u.).

Die Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle verzeichnet. Die in den 3 letzten Verticalreihen angeführten Zahlen beziehen sich nicht auf die angewandte Substanz, sondern auf die Menge des in dieser vorhandenen Palladiumhydrosols.

Bei den in der letzten Verticalreihe angegebenen Volumverhältnissen wurde die nicht bekannte Dichte des Palladiumhydrosols gleich der des metallischen Palladiums (12) angenommen und durch Division des Gewichts des in der angewandten Substanz vorhandenen Palladiumhydrosols durch 12 das Volumen des letzteren berechnet.

Ver- such	Präparat  pCt.	Gewicht der Sbst.  g	Gewicht des in d. Sbst. enthaltenen Pd- Hydrosols  g	Volumen des beim Er- hitzen abgege- benen H	H- Volumen bei 0° und 760 mm	H- Gehalt in  pCt.	Atom- ver- hält- niss Pd:H	Volu- mina H auf 1 Vol. Pd- Hydro- sol
Ia	I. 49.55 Pd	0.84	0.5367	14.1 ccm 10.5 <sup>0</sup> , 746 mm	13 ccm	0.217	4.3 : 1	291 : 1
Ib	» »	1.00	0.4955	16.1 ccm 13.5 <sup>0</sup> , 749 mm	14.8 »	0.268	3.5 : 1	339 : 1
Ic	» »	1.00	0.4955	16.1 ccm 8 <sup>0</sup> , 750 mm	15.3 »	0.277	3.4 : 1	370 : 1
IIa	II. 61.76 Pd	2.831	1.748	57.2 ccm 13 <sup>0</sup> , 734 mm	52.3 »	0.268	3.5 : 1	361 : 1
IIb	» »	0.828	0.5113	20 ccm 14 <sup>0</sup> , 726 mm	17.9 »	0.32	2.93 : 1	420 : 1
IIIa	III. 65.45 Pd	1.00	0.6545	17.8 ccm 15 <sup>0</sup> , 746 mm	16.2 »	0.222	4.2 : 1	297 : 1
IIIb	» »	1.00	0.6545	22 ccm 13 <sup>0</sup> , 745 mm	20.3 »	0.278	3.3 : 1	373 : 1
IV	IV. 55.96 Pd	0.8934	0.500	16.7 ccm 16 <sup>0</sup> , 742 mm	15.3 »	0.274	3.4 : 1	367 : 1

Die Einwirkung des Wasserstoffs auf die Präparate geschah bei Versuch Ia durch Erhitzen im Wasserstoffstrom auf 60° während 30 Minuten, bei Ib auf

100° während 10 Minuten, bei Ic, IIa und IIb auf dieselbe Temperatur während 20 Minuten, bei IIIa auf 140° während 30 Minuten, bei IIIb auf 108—110° während 12 Minuten und bei IV auf 100—110° während 20 Minuten.

Bei Versuch IIb wurde nach dem Erhitzen im Wasserstoffstrom auf 0° und bei Versuch IV auf -15° abgekühlt und erst nach Verdrängung des Wasserstoffs durch Kohlensäure die Kältemischung weggenommen. Bei letzterem Versuch war trotz der Anwendung niedriger Temperatur keine erhebliche Vermehrung des occludirten Wasserstoffs zu beobachten. Beim Ansteigen der Temperatur von -15° auf +20° gingen nur 1.5 ccm Wasserstoff in das Azotometer über. Von 20—100° entwickelten sich 8.5 ccm, schliesslich wurde bis 145° erhitzt und eine halbe Stunde die Temperatur constant gehalten, wobei noch 7 ccm Gas frei wurden. Bei allen übrigen Versuchen wurde zur Zersetzung des Palladiumwasserstoffs nur auf 130° erhitzt. Da die letzten Mengen occludirten Wasserstoffs erst bei Rothgluth entweichen, so sind die ermittelten Werthe für Wasserstoff etwas zu niedrig.

Besonders bemerkenswerth erscheint die ausserordentliche Beständigkeit der colloidalen Palladiumpräparate, welche trotz des langen Erhitzens auf Temperaturen von 100—145° ihren colloidalen Charakter bewahrten und sich nach dem Erhitzen entweder vollständig oder zum grössten Theil in Wasser mit den ursprünglichen Eigenschaften lösten.

Um das Verhalten des colloidalen Palladiumwasserstoffs in fester Form und in Lösung kennen zu lernen, haben wir Proben unserer colloidalen Palladiumpräparate im Wasserstoffstrom einige Zeit auf 100° erhitzt und in einer Wasserstoffatmosphäre erkalten gelassen. Da nur auf 100° erhitzt wurde, blieb der Hydrosolcharakter völlig erhalten.

Aeusserlich waren die Präparate von Palladiumwasserstoffhydrosol von den Ausgangsmaterialien nicht zu unterscheiden, ebenso wenig ihre Lösungen, die durch Säuren gefällt, durch Alkali wieder geklärt werden.

Bekanntlich wirkt gewöhnlicher Palladiumwasserstoff als starkes Reductionsmittel. Wir haben diese Eigenschaft auch bei der colloidalen Substanz, wie zu erwarten, feststellen können. Colloidaler Palladiumwasserstoff wurde in Wasser gelöst, mit Ferricyankalium versetzt und schwach erwärmt. Um das Hydrosol, das die Flüssigkeit schwarz und im reflectirten Licht undurchsichtig erscheinen lässt, zu entfernen, wurde es durch etwas verdünnte Schwefelsäure ausgefällt. Das Filtrat gab sofort mit Eisenchlorid eine starke Fällung von Berlinerblau. Das Ferricyankalium war somit zum Ferrosalz reducirt worden.

Während Palladiumwasserstoffschwarz wie in der vorstehenden Mittheilung angegeben, sich an der Luft unter starker Wärmeentwicklung oxydirt, ist die Adsorptionsverbindung des Palladiumwasserstoffhydrosols mit protalbinsaurem Natrium unerwarteterweise beständiger. Eine Erwärmung konnten wir bei unseren Präparaten, wenn sie nach der Behandlung mit Wasserstoff in kleinen

Mengen an die Luft gebracht wurden, nicht beobachten. Diese grössere Beständigkeit ist wohl auch auf die Anwesenheit der organischen Componente zurückzuführen.

Um die Haltbarkeit unseres colloidalen Palladiumwasserstoffs an der Luft festzustellen, haben wir 1 g des Palladiumpräparates III (65.45 pCt. Pd), welches bei Versuch IIIb 22 ccm Wasserstoff aufgenommen hatte, unter denselben Versuchsbedingungen mit Wasserstoff beladen und dann 2 Stunden an der Luft liegen gelassen. Im Kohlensäurestrom erhitzt, gab es nurmehr 12 ccm Wasserstoff ab. Fast die Hälfte des Wasserstoffs ist also oxydirt worden.

### Bestimmung des von den colloidalen Palladiumpräparaten aufgenommenen Sauerstoffs.

Eingangs wurde darauf hingewiesen, dass unsere Präparate von colloidalem Palladium während ihrer Ueberführung in feste Form und während des Aufbewahrens sich partiell oxydirt haben konnten. Es wurden daher 3 Präparate, von denen Proben zur Darstellung von colloidalem Palladiumwasserstoff gedient hatten, auf ihren Gehalt an Sauerstoff geprüft.

In den vorstehenden Versuchen Ia, IIb und IIIa ist die Bestimmung des in den Präparaten I, II und III an Palladium gebundenen Sauerstoffs mit der Ermittlung des von den Substanzen absorbirten Wasserstoffs combinirt worden.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei Versuch I (S. 1390) der vorvorhenden Mittheilung (»Zur Kenntniss des Palladiums«). Mit Rücksicht auf die in den Präparaten vorhandene organische Componente wurde nur je eine halbe Stunde im Kohlensäurestrom auf 130° und im Wasserstoffstrom bei Versuch Ia 30 Minuten auf 66°, bei IIb 20 Minuten auf 100° und bei IIIa 30 Minuten auf 140° erhitzt. In der folgenden Tabelle sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt. Das mechanisch eingeschlossene, beim Erhitzen im Kohlensäurestrom abgegebene Wasser ist in Procenten der angewandten Substanz, der aus dem durch Reduction im Wasserstoffstrom gebildeten Wasser ermittelte Sauerstoffgehalt in Procenten des in den Präparaten enthaltenen Palladiumhydrosols angegeben.

Ver- such	Präparat	Gewicht der Stbst. g	H <sub>2</sub> O im CO <sub>2</sub> - Strom g	H <sub>2</sub> O- Gehalt in pCt.	H <sub>2</sub> O im H-Strom g	Sauer- stoff- Gehalt in pCt.
Ia	I. 49.55 pCt. Pd	1.034	0.0495	4.56	0.0150	2.62
IIb	II. 61.76 pCt. Pd	0.824	0.0220	2.65	0.0135	2.34]
IIIa	III. 65.45 pCt. Pd	1.000	0.0320	3.20	0.0300	4.07