

Isolierung von Glykolsäure. Das erwähnte erste Filtrat vom Isobrucinolon wurde genau so wie früher¹⁾ dasjenige vom Brucinolon verarbeitet. Ein dem Körper $C_{21}H_{24}O_6N_2$ entsprechendes Nebenprodukt konnte hier nicht aufgefunden werden. Hingegen isolierten wir auch hier Glykolsäure in Form des Zinksalzes: 0.6 g aus 5 g Dihydrosäure.

Das Salz wurde mit dem folgenden Ergebnis analysiert:

0.2529 g lufttr. Subst. verloren bei 105° 0.0370 g H_2O .

$(C_2H_3O_3)_2Zn + 2H_2O$. Ber. H_2O 14.3. Gef. H_2O 14.6.

0.2159 g getr. Subst.: 0.0820 g ZnO .

$(C_2H_3O_3)_2Zn$. Ber. Zn 30.37. Gef. Zn 30.51.

Spaltung der Dihydro-brucinonsäure in der Kälte.

1 g umkrystallisierte Säure wurde in 2.74 ccm *n*-Natronlauge ($1\frac{1}{4}$ Mol.) gelöst und blieb 18 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen. Aus der gelbgefärbten Flüssigkeit hatte sich nichts abgeschieden. Sie wurde deshalb mit Chloroform extrahiert, das nach dem Trocknen und Eindampfen 0.031 g in Alkali unlösliches Isobrucinolon hinterließ. Die alkalische Schicht gab neutralisiert keinen Niederschlag, angesäuert 0.95 g Dihydrosäure.

1 g Säure blieb mit 3 Molekülen *n*-Lauge (6.54 ccm) 4 Tage stehen. Aus der klar gebliebenen Lösung wurden mit Chloroform 0.23 g Isobrucinolon isoliert; 0.6 g Dihydrosäure waren unverändert.

1 g Säure, die in 4.34 ccm *n*-Lauge (2 Mol.) gelöst war, gab nach 14-tägiger Aufbewahrung im Eisschrank in gleicher Weise 0.17 g Isobrucinolon und gegen 0.6 g Säure.

27. A. Sieverts und E. Jurisch: Platin, Rhodium und Wasserstoff.

{Mitteilung aus dem Institut von E. Beckmann, Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Leipzig.}

(Eingegangen am 12. Januar 1912.)

Platin und Wasserstoff: Die Löslichkeit des Wasserstoffs in kompaktem Platin ist häufiger Gegenstand der Untersuchung gewesen. Die älteren Literaturangaben²⁾ sind einander vielfach widersprechend; die Werte für die Löslichkeit schwanken zwischen 0 und 5 Volumen Gas auf ein Volumen Metall. Doch sprechen gerade die neueren Ar-

¹⁾ H. Leuchs und L. E. Weber, B. **42**, 776 [1909].

²⁾ Zusammengestellt bei Sieverts, Ph. Ch. **60**, 184 [1907]. Die Angabe von Berliner, W. **35**, 807 [1888], daß 1 Vol. Pt 204–271 Vol. H_2 absorbiere, ist hier nicht berücksichtigt.

beiten von Mond, Ramsay und Shields¹⁾ und von Anelli²⁾ dafür, daß das Platin kein oder nur ein sehr geringes Lösungsvermögen für Wasserstoff besitzt. In Übereinstimmung damit befindet sich das Ergebnis einer vor mehreren Jahren angestellten Untersuchung³⁾, bei der eine Absorption von Wasserstoff durch 30.5 g Platindraht bis 1000° aufwärts nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Daß das Platin trotzdem Wasserstoff zu lösen vermag, folgt unzweifelhaft aus der zuerst von H. Sainte-Claire Deville und Troost entdeckten Fähigkeit des Gases, durch das Metall zu diffundieren. Aus einer Arbeit von Richardson, Nicol und Parnell⁴⁾ wissen wir, daß die Diffusionsgeschwindigkeit bei 576° gut meßbar ist und mit steigender Temperatur rasch zunimmt. Bei der großen Bedeutung, die dem Platin als Katalysator bei mannigfachen Reaktionen des Wasserstoffs zukommt, schien es uns von Interesse zu sein, die Frage nach der Löslichkeit des Gases im Platin nochmals einer genauen quantitativen Prüfung zu unterwerfen. Nach den bis jetzt vorliegenden Versuchen durften wir uns einen Erfolg nur bei Anwendung großer Platinmengen versprechen. Durch leihweise Überlassung von reichlich 100 g chemisch reinen Platindrahts hat uns die Firma W. C. Heraeus die folgenden Versuche ermöglicht, wofür wir ihr auch an dieser Stelle unseren besten Dank aussprechen möchten.

107.49 g des 0.3 mm starken, chemisch reinen Platindrahtes wurden in etwa 5 mm lange Stücke zerschnitten und in einen Quarzkolben gebracht. Der Apparat war derselbe, der kürzlich bei der Messung der Wasserstoffabsorption durch Tantal zur Verwendung kam⁵⁾. Beim Erhitzen im Vakuum auf 800° wurden 1.78 ccm (0° und 760 mm) Gas abgepumpt⁶⁾. Das freie Volumen wurde mit Stickstoff festgestellt.

In den Tabellen I und II bedeutet A. V. das Anfangsvolumen, d. h. die zu Anfang jedes Versuchs im Apparat vorhandene Wasserstoffmenge (in ccm von 0° und 760 mm); B. V. das Bürettenvolumen: die nach dem Eintreten des Wasserstoffs in das Absorptionsgefäß in der Bürette befindliche Wasserstoffmenge. Die Zeit (in Minuten) ist vom Einlassen des Wasserstoffs in das Absorptionsgefäß an gerechnet. »Frei + absorbiert« ist die Differenz A. V.—B. V. Die Be-

¹⁾ Ph. Ch. 19, 26 [1896].

²⁾ Beiblätter 21, 191 [1897].

³⁾ Sieverts, l. c.

⁴⁾ Philos. Magaz. [6] 8, 1 [1904]. Auf die große Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs durch Platin bei höheren Temperaturen gründet sich die Methode von Löwenstein zur Bestimmung des Wasserstoffpartialdrucks in Gasgemischen, Ph. Ch. 55, 715 [1906]; vergl. auch Preuner, Z. a. Ch. 54, 279 [1907].

⁵⁾ B. 44, 2394 [1911].

⁶⁾ Das Gas enthält ungefähr 37% H₂, der Rest war Kohlenoxyd.

deutung der übrigen Spalten ergibt sich von selbst. Am Schluß jedes Versuchs wurde die Gesamtmenge des Wasserstoffs durch Abpumpen und Messen kontrolliert.

Die Gleichgewichte zwischen Platin und Wasserstoff stellen sich bei hohen Temperaturen sehr rasch ein, wie das bei der großen Diffusionsgeschwindigkeit (s. o.) und auch nach den an anderen Metallen gemachten Erfahrungen¹⁾ nicht anders zu erwarten war. Wurden die Versuche längere Zeit fortgesetzt, so nahm das Wasserstoffvolumen infolge der Diffusion des Gases durch das Quarzglas allmählich ab. Bei 830° betrug die Abnahme in 10 Min. etwa 0.1 ccm. Daß es sich hier wirklich um Diffusion handelte, konnte am Schluß der Versuche durch die bei der Kontrolle ermittelten Gasverluste sichergestellt werden (vergl. Versuch 3). Für die Berechnung der Werte von »frei + absorbiert« (= A. V.—B. V.) wurde deshalb stets die erste Ablesung des Bürettenvolumens (Zeit 0) zugrunde gelegt.

Tabelle I.
107.49 g Platin und Wasserstoff; 409—1239° (Quarzkolben).

Nr.	Zeit	Temp.	Druck	A. V.	B. V.	frei + abs.	frei	abs.	Kontrolle
1	38	409	759	13.10	2.20	10.90	10.82	0.08	0.00
2	15	»	»	13.11	2.24	10.87	»	0.05	+ 0.04
3	0	827	748	11.13	3.89	7.24	7.13	0.11	} — 0.20
	28	»	»	»	3.59	—	—	—	
4	0	»	759	10.21	2.82	7.39	7.24	0.15	} — 0.07
	15	»	»	»	2.65	—	—	—	
5	0	»	»	10.44	3.10	7.34	»	0.10	} — 0.02
	11	»	»	»	3.02	—	—	—	
6	0	»	»	10.37	3.04	7.33	»	0.09	} — 0.02
	11	»	»	»	2.94	—	—	—	
7	0	1033	764	9.30	2.78	6.51	6.31	0.20	+ 0.05
8	0	»	»	9.14	2.56	6.58	»	0.27	+ 0.06
9	0	»	»	9.19	2.60	6.59	»	0.28	+ 0.01
10	0	1136	»	9.44	3.09	6.35	5.92	0.43	+ 0.06
11	0	»	»	9.18	2.83	6.35	»	0.43	+ 0.02
12	0	»	»	9.31	2.94	6.37	»	0.45	— 0.01
13	0	»	250	8.28	6.04	2.24	1.94	0.30	— 0.04
14	0	»	279	6.03	3.61	2.42	2.16	0.26	+ 0.08
15	0	»	444	8.30	4.49	3.81	3.44	0.37	+ 0.01
16	0	1239	760	8.42	2.21	6.21	5.58	0.63	+ 0.01

Damit die Versuche auch auf höhere Temperaturen ausgedehnt werden konnten, wurde der Quarzkolben durch einen ähnlichen Kolben aus unglasiertem Berliner Hartporzellan ersetzt. Auch hier blieben die Wasserstoffverluste bei längerer Versuchsdauer nicht aus. Besonders deutlich zeigt dies Versuch Nr. 9, der 35 Minuten lang währte. Er zeigt, daß die aus der Anfangseinstellung berechnete Zahl für »frei

¹⁾ Vergl. besonders Sieverts, Ph. Ch. 77, 591 [1911].

+ absorbiert« (8.40 ccm) fast genau übereinstimmt mit der bei der Kontrolle durch Abpumpen erhaltenen Wasserstoffmenge (8.42 ccm), während insgesamt 1.48 ccm H₂ verloren gegangen sind.

Tabelle II.
107.42 g Platin und Wasserstoff; 1239 — 1342° (Porzellankolben).

Nr.	Zeit	Temp.	Druck	A. V.	B. V.	frei + abs.	frei	abs.	Kontrolle
1	0	1239	740	13.87	5.49	8.38	7.70	0.68	} — 0.20
	11	»	»	»	5.16	—	—	—	
2	0	1342	»	11.30	2.93	8.37	7.28	1.09	} — 0.43
	10	»	»	»	2.39	—	—	—	
3	0	»	763	16.08	7.52	8.56	7.51	1.05	} — 0.62
	9	»	»	»	7.02	—	—	—	
4	0	»	253	9.47	6.40	3.07	2.49	0.58	} — 0.41 ¹⁾
			545.5	»	3.30	6.17	5.37	0.80	
			763	»	0.92	8.55	7.51	1.04	
5	0 (10)	»	228.5	8.19	5.45	2.74	2.25	0.49	} — 0.04
			459	»	2.82	5.37	4.52	0.85	
6	0	»	258	7.75	4.69	3.06	2.54	0.52	— 0.34
7	0	»	502	8.88	3.15	5.73	4.94	0.79	— 0.46
8	0	»	763	12.71	4.31	8.40	7.51	0.89	} — 1.48
	35	»	»	»	2.81	(9.90)	»	(2.39)	
				aus der Kontrolle		8.42	»	0.91	—

Aus den Tabellen I und II seien zunächst die für die einzelnen Versuchstemperaturen bei Atmosphärendruck gemessenen Zahlen zusammengestellt.

Tabelle III.

	(Quarzkolben)	107.4 g Platindraht lösen		
bei	409°	0.08, 0.05	im Mittel	0.07 ccm H ₂
	827°	0.11, 0.15, 0.10, 0.09	» »	0.11 » »
	1033°	0.20, 0.27, 0.28	» »	0.25 » »
	1136°	0.43, 0.43, 0.45	» »	0.43 » »
	1239°	0.63	» »	} 0.66 » »
	(Porzellankolben)			
	1239°	0.68	» »	
	1342°	1.09, 1.05, 0.89	» »	1.01 » »

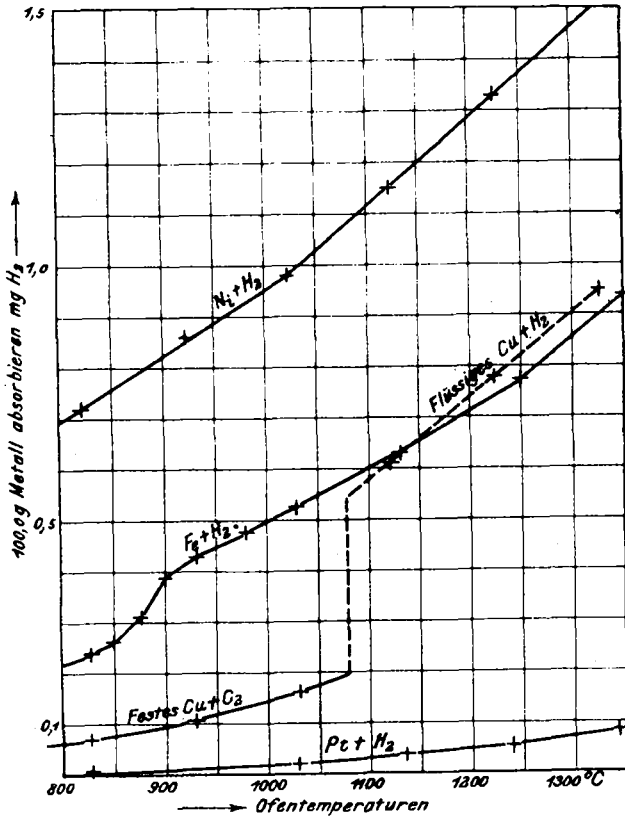
Die Zahlen lassen deutlich erkennen, daß die Löslichkeit des Wasserstoffes in Platin mit steigender Temperatur zunimmt. In der folgenden Zusammenstellung sind die Mittelwerte der Tabelle III auf 100 g Platin und mg Wasserstoff umgerechnet. Die Zahlen geben also direkt tausendstel Prozent an.

¹⁾ Die drei Druckversuche wurden mit einem Wasserstoffvolumen rasch hinter einander ausgeführt, die Kontrolle erst etwa 10 Minuten später.

Tabelle IV.

		100 g Platindraht absorbieren				
bei	409°	827°	1033°	1136°	1239°	1342°
	0.006 ¹⁾	0.009	0.021	0.036	0.055	0.084 mg H ₂ .

Um das Lösungsvermögen des Platins mit dem anderer Metalle bequem vergleichen zu können, haben wir in dem Diagramm die Zahlen der Tabelle IV neben den früher bestimmten Löslichkeitskurven des Kupfers, Nickels und Eisens graphisch in gleichem Maßstab zur Darstellung gebracht.

Löslichkeit von H₂ in Pt, Cu, Fe und Ni.

Man erkennt, daß das Absorptionsvermögen des Platins unter den 4 Metallen bei weitem am kleinsten ist. Doch wächst die Löslichkeit des Wasserstoffes in dem Temperaturintervall von 830—

¹⁾ Der Wert ist wegen seiner Kleinheit unsicher.

1340° auf fast das Zehnfache, während in dem gleichen Temperaturbereiche die Löslichkeit des Wasserstoffes im Eisen nur auf das Dreifache, im Nickel nicht einmal auf das Doppelte ansteigt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß das Absorptionsvermögen des Platins für Wasserstoff bis zum Schmelzpunkt des Metalles weiter stetig zunimmt¹⁾. Von der Löslichkeit des Gases in flüssigem Platin wissen wir nichts²⁾.

Um die beim Erkalten in Wasserstoff von Atmosphärendruck durch das Platin zurückgehaltenen Gasmengen kennen zu lernen, haben wir in einem besonderen Versuche das Metall bei 830° mit Wasserstoff gesättigt, den Heizstrom abgestellt und den Apparat über Nacht abkühlen lassen. Dann wurde der Wasserstoff zunächst bei Zimmertemperatur abgepumpt. Die Messung ergab einen Verlust von 0.1 ccm. Durch Erhitzen im Vakuum auf 800° konnten dem Platin nur 0.07 ccm Gas entzogen werden. Die von 107.4 g Platin zurückgehaltene Menge ist also, wie die Löslichkeitskurve vorhersehen läßt, kaum sicher meßbar.

Bodenstein³⁾ hat gelegentlich mitgeteilt, daß Platin bei Zimmertemperatur in einer Wasserstoffatmosphäre erhebliche Mengen des Gases aufnahm. Um diese Angabe nachzuprüfen, haben wir den Platindraht 2½ Tage lang bei Zimmertemperatur mit dem Wasserstoff der Bürette in Berührung gelassen, ohne irgend ein Anzeichen von Absorption zu bemerken. Die nach 2½ Tagen in dem Absorptionsgefäß als »frei + absorbiert« vorhandene Gasmenge war noch genau so groß wie zu Anfang. Da Bodenstein die Druckabnahme eines in ein Platinblechrohr eingeschlossenen Wasserstoffvolumens gemessen hat, so ist seine Beobachtung vielleicht auf eine Diffusion des Wasserstoffes durch das Platinblech zurückzuführen. Eine derartige Diffusion ohne meßbare Löslichkeit ist sehr wohl denkbar, denn auch bei 576°, wo die Diffusionsgeschwindigkeit schon gut meßbar ist (s. oben), läßt sich die Löslichkeit des Gases mit den hier verwendeten Mitteln nicht sicher erkennen⁴⁾.

Versuche bei konstanter Temperatur und wechselndem Druck sind bei 1136° und 1342° angestellt worden. Um die Beziehung

¹⁾ Die Löslichkeit wächst in dem untersuchten Temperaturintervall für je 100° Temperatursteigerung auf etwa das 1.5-fache. Nimmt man die gleichen Verhältnisse auch für höhere Temperaturen an, so ergibt sich, daß 100 g festes Platin beim Schmelzpunkt etwa 0.45 mg H₂ lösen.

²⁾ Wahrscheinlich löst auch das flüssige Platin Wasserstoff. Vergl. B. **43**, 899: [1910].

³⁾ Ph. Ch. **46**, 736 [1903].

⁴⁾ Wie Hr. Bodenstein uns brieflich mitteilt, steht der hier gegebenen Deutung seines Versuches nichts im Wege.

zwischen dem Druck p und der absorbierten Menge m erkennen zu lassen, haben wir in den Tabellen 5a und 5b neben p und m die Quotienten $\frac{p}{m}$ und $\frac{\sqrt{p}}{m}$ zusammengestellt.

Tabelle 5a. (Versuchstemperatur: 1136°).

p (mm Hg)	764	764	444	279	250
m	0.43	0.45	0.37	0.26	0.30
$(p:m) \cdot 10^{-2}$	17.8	17.0	12.1	10.9	8.4
$\sqrt{p}:m$	64.3	61.4	57.6	65.0	53.1

Tabelle 5b. (Versuchstemperatur: 1342°).

p (mm Hg)	763	763	763	740	545	502	459	258	253	228
m	1.05	1.04	0.89	1.09	0.80	0.79	0.85	0.52	0.58	0.49
$(p:m) \cdot 10^{-2}$	7.27		8.57	6.79	6.82	6.35	5.40	4.96	4.36	4.66
$\sqrt{p}:m$	26.3	26.6	31.0	25.0	29.2	28.4	25.2	30.9	27.4	30.9

Eine Betrachtung der Tabellen 5a und 5b ergibt zunächst, daß die Werte für $p:m$ mit abnehmendem Druck rasch kleiner werden. Die absorbierte Menge ist also dem Drucke p nicht proportional, und das Henrysche Gesetz gilt für den Absorptionsvorgang nicht. Auch die Quotienten $\sqrt{p}:m$ sind nicht konstant, vielmehr schwanken sie unregelmäßig um einen Mittelwert, der in der ersten Reihe etwa 60, in der zweiten 28.1 beträgt. Die größten Abweichungen von diesem Mittelwert betragen rund $\pm 10\%$. Da die Werte von m sehr klein sind, so daß z. B. ein Beobachtungsfehler von 0.05 ccm bei den niedrigsten Zahlen einen Fehler von 20% im Resultat bedingt, so ist man berechtigt, den Mangel an Übereinstimmung unter den Quotienten $\sqrt{p}:m$ auf zufällige Versuchsfehler zurückzuführen und den Schluß zu ziehen, daß die vom Platin absorbierte Wasserstoffmenge bei gegebener Temperatur der Quadratwurzel aus dem jeweiligen Gasdruck proportional ist. Der Absorptionsvorgang wird also durch dieselbe Gesetzmäßigkeit geregelt, wie bei zahlreichen anderen Metallen. Nach Versuchen von Winkelmann¹⁾ und von Richardson, Nicol und Parnell²⁾ ist auch die Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs durch Platin bei konstanter Temperatur der Quadratwurzel aus dem Gasdruck proportional. Beide Erscheinungen stehen offenbar mit einander in ursächlichem Zusammenhang²⁾ und lassen sich durch die Annahme deuten, daß der Wasserstoff vom Platin in Form von Atomen gelöst wird.

Es sei ausdrücklich betont, daß die Ergebnisse dieser Untersuchung nicht auf Platinmohr übertragen werden dürfen. Nach analogen Versuchen, die besonders am Nickel und Palladium ausgeführt

¹⁾ Drudes Ann. 8, 388 [1903].

²⁾ Philos. Magaz. [6] 7, 266 und 8, 1 [1904].

sind, ist die hier in Frage stehende Absorption von der Oberflächengröße des Metalles unabhängig. Beim Platinmoir aber spielt ohne Zweifel die Oberfläche des fein verteilten Metalles eine wichtige Rolle, ganz ähnlich wie beim Palladiummoir. Die Absorption von Wasserstoff durch kompaktes Platin bei hoher Temperatur ist sicher als ein echter Lösungsvorgang aufzufassen¹⁾, während man es bei der Gasaufnahme durch Metallmoire wahrscheinlich vorwiegend mit einer Adsorption von Gasen, zum Teil auch mit rein chemischen Vorgängen zu tun hat (z. B. der Bildung von Platinoxydul). Durch Glühen verlieren die Metallmoire ihre eigentümlichen Eigenschaften und werden den kompakten Metallen in ihrem Lösungsvermögen für Gase durchaus ähnlich.

Im Anschluß an das Vorige sei erwähnt, daß in einigen Versuchen auch Kohlenoxyd (bei 1136°) und Schwefeldioxyd (bei 410 und 830°) auf ihre Löslichkeit in Platin geprüft wurden. Beide Gase sind im Platin unlöslich. Das Schwefeldioxyd gab bei längerer Versuchsdauer regelmäßig Gasverluste, deren Ursache bisher nicht aufgeklärt ist²⁾.

Rhodium und Wasserstoff: 4.0 g pulverförmiges Rhodium von der Firma W. C. Heraeus gaben beim Erhitzen im Vakuum bei beginnender Rotglut reichlich 100 ccm Gas ab, die neben viel Kohlendioxyd Sauerstoff, Wasserdampf und vielleicht auch Wasserstoff enthielten. Das Metall wurde dann nach einander in Stickstoff, Wasserstoff und Kohlendioxyd erhitzt. Der Einfachheit halber sind in Tabelle 6 nur die bei den verschiedenen Versuchstemperaturen von dem Absorptionskolben aufgenommenen Gasmengen (A. V.—B. V.) zusammengestellt. Um sie vergleichbar zu machen, haben wir sie alle nach dem Boyle-Mariotteschen Gesetz auf denselben Druck (748 mm) umgerechnet.

Tabelle 6.

Rhodium und Stickstoff, Wasserstoff, Kohlendioxyd.

Temperatur °C	Der Absorptionskolben nahm auf bei 748 mm Druck		
	ccm N ₂	ccm H ₂	ccm CO ₂
419	5.06	4.89	4.93
520	4.56	4.48	4.50
621	4.20	4.21	4.09
721	3.91	3.85	3.79
822	3.63	3.62	3.51
923	3.47	3.44	3.25
1023	3.30	3.32	3.22

¹⁾ Ph. Ch. 77, 612 [1911].

²⁾ Ganz ebenso verhält sich Schwefeldioxyd gegen Gold und Silber.

Die für gleiche Temperaturen mit den drei Gasen erhaltenen Werte stimmen so nahe mit einander überein, und die geringen Abweichungen sind so regellos, daß man sie unbedenklich auf Versuchsfehler zurückführen darf. Nimmt man daher an, daß der Stickstoff von Rhodium nicht gelöst wird, so folgt daraus, daß auch Wasserstoff und Kohlendioxyd nicht meßbar löslich sind. Das Ergebnis steht im Einklang mit einer Untersuchung von Quennessen ¹⁾, der dem in einer Wasserstoffatmosphäre geglühten und erkalteten Rhodium keinen Wasserstoff entziehen konnte. Da das von uns untersuchte Metall in Form von Rhodiummohr vorlag, enthielt es anfänglich noch eine reichliche Menge adsorbierter Stoffe, die beim ersten Erhitzen gasförmig abgegeben, aber von dem geglühten Metall nicht wieder aufgenommen wurden.

Zusammenfassung:

Die Löslichkeit des Wasserstoffes von Atmosphärendruck in Platindraht wurde bis 1340° aufwärts bestimmt. Sie nimmt mit steigender Temperatur zu. Läßt man mit Wasserstoff gesättigtes Platin in dem Gase erkalten, so wird praktisch kein Wasserstoff zurückgehalten. Bei Zimmertemperatur nimmt kompaktes Platin keine meßbaren Mengen Wasserstoff auf. Das Absorptionsvermögen des Platins für Wasserstoff ist bedeutend kleiner als das einer gleichen Gewichtsmenge Eisen oder Nickel und liegt noch beträchtlich unter dem des Kupfers.

2. Bei konstanter Temperatur und wechselndem Druck sind die von Platindraht absorbierten Mengen der Quadratwurzel aus dem Wasserstoffdruck proportional.

3. Kohlenoxyd und Schwefeldioxyd geben keine Anzeichen von Löslichkeit in Platin.

4. Gefälltes Rhodium gibt beim Erhitzen im Vakuum reichliche Gas-mengen (CO₂, O₂, H₂, H₂O) ab. 4 g des geglühten Metalls lösen zwischen 420° und 1020° keine meßbaren Mengen Wasserstoff und Kohlendioxyd.

Leipzig, 11. Januar 1912.

¹⁾ C. r. 139, 795 [1904]; vergl. dort auch die Erklärung einer scheinbar abweichenden Beobachtung von Wilm, B. 14, 629 [1881].