

Wollten Hantzsch und Werner etwa behaupten, der Zusammenhang, in welchem Hantzsch's Worte gebraucht sind, gebe denselben einen anderen als den ihrem Wortlaut entsprechenden Sinn, so könnte ich darauf nur erwidern, dass es ihre Sache ist, den Beweis für diese Behauptung zu erbringen.

Königsberg, den 14. October 1893.

497. Max Bodenstein: Ueber die Zersetzung des Jodwasserstoffgases in der Hitze.

[II. Mittheilung.]

(Eingegangen am 28. October.)

Die Arbeit über die Zersetzung des Jodwasserstoffs in der Hitze, von welcher Victor Meyer und ich vor etwa einem halben Jahre einen vorläufigen Bericht publicirt haben¹⁾, ist nunmehr so gut wie vollständig zum Abschluss gelangt. Hr. Geh.-Rath Victor Meyer hat, durch andere Arbeiten sehr in Anspruch genommen, die Vollendung der Untersuchung und deren Veröffentlichung mir allein überlassen, wie das bereits in unserer ersten Mittheilung erwähnt war. Die vorliegende Abhandlung soll nun über die inzwischen erhaltenen Resultate referiren. Dieselben wurden nach den im ersten Bericht dargelegten Methoden gewonnen, und hebe ich insbesondere hervor, dass zu den Versuchen nur der in der früher beschriebenen Art dargestellte und in die Versuchsgefäße gefüllte Jodwasserstoff benutzt wurde, dass derselbe also die denkbarste Reinheit besass.

Untere Temperaturgrenze der beginnenden Zersetzung.

Wie schon im vorigen Bericht erwähnt, hatten wir uns mit der Frage nach der niedrigsten Temperatur der beginnenden Zersetzung unseres Gases beschäftigt und waren dabei zu dem Resultat gekommen, dass eine solche gar nicht bestimmt fixirt werden könne, dass vielmehr, wenn man die Zeit des Versuchs genügend ausdehne, bei jeder Temperatur Zersetzung zu beobachten sein müsse. Um diese Ansicht durch den Versuch zu stützen, schloss ich einige mit Jodwasserstoff gefüllte Kugeln in Glasröhren durch Einsmelzen, diese wieder in Eisenrohre durch Auflöthen eines Deckels ein und erhitzte die so von Einwirkung des heissen Wassers geschützten Objekte im Wasserdampf, also bei einer Temperatur, die weit unter derjenigen liegt, welche die Lehrbücher als Temperatur der beginnenden Zersetzung (180°) bezeichnen. Die Erhitzung wurde in einem Wasserbad mit constantem Niveau, auf das ein mit Asbestpappe umkleideter Dampfdom von Ei-

¹⁾ Diese Berichte 26, 1146 (1893).

senblech aufgesetzt war, ausgeführt und während dreier Monate Tag und Nacht ununterbrochen im Gange gehalten. Die nach Verlauf dieser Zeit herausgenommenen Kugeln zeigten einen deutlichen bläulichen Schimmer. Die Bestimmung des in Freiheit gesetzten Wasserstoffs (nach der früher beschriebenen Methode) gab — die Gesamtmenge = 1 gesetzt — 0,0019, 0,0012, 0,0024, 0,0019; im Mittel 0,0019.

Es zeigte sich also unzweifelhaft, dass auch bei 100° schon eine Zersetzung des Jodwasserstoffs vor sich geht, und es scheint mir damit genügend nachgewiesen zu sein, dass nur die Geschwindigkeit der vorliegenden Reaction von der Temperatur abhängig, nicht aber ihr Eintreten überhaupt an einen bestimmten Wärmegrad gebunden ist.

Feststellung der Gleichgewichtszustände für verschiedene Temperaturen.

Was nun die zwischen den beiden inversen Reactionen, der Zersetzung und Bildung des Jodwasserstoffs, bei den verschiedenen Temperaturen sich herstellenden Gleichgewichtszustände anlangt, so schien es mir zweckmässig, die Bestimmung derselben für die Temperaturen des siedenden Schwefels und Quecksilbers, die vordem nur ohne Berücksichtigung etwaiger Unterschiede des Barometerstandes und der Temperatur beim Füllen und Wägen vorgenommen waren, noch einmal mit Beobachtung dieser Correcturen zu wiederholen. Die so erhaltenen Zahlen weichen nur wenig von den älteren ab; es sind die folgenden:

Schwefeldampf 448°.

Zeit der Erhitzung Stunden	Zersetzer Jod- wasserstoff	Abweichung vom Mittel
5½	0.2151	+ 0.0008
5½	0.2133	— 0.0010
3	0.2153	+ 0.0010
3	0.2136	— 0.0007

Mittel **0.2143**

Quecksilberdampf 350°.

Zeit der Erhitzung Stunden	Zersetzer Jod- wasserstoff	Abweichung vom Mittel
140	0.1759	— 0.0004
140	0.1778	+ 0.0015
96	0.1751	— 0.0012

Mittel **0.1763**

Für die Temperaturen des siedenden Retens und Diphenylamins waren diese Correcturen schon bei den älteren Versuchen, wenigstens beim grössten Theil derselben, berücksichtigt worden, eine Wiederholung der letzteren also überflüssig. Ich ging daher dazu über, für einige weitere Temperaturen Gleichgewichtsbestimmungen auszuführen, und zwar für siedenden Schwefelphosphor P₂S₅ 518°, siedendes Phenanthren 340°, sowie für 320° und 290°, welche Temperaturen mit Hilfe eines Moitessier'schen Gasdruckregulators und eines Reichert'schen Thermoregulators in einem Bade einer Legirung von Zinn und Blei hergestellt wurden. Die dabei erhaltenen Zahlen für die Gleichgewichtszustände fasse ich in folgenden Tabellen zusammen:

Schwefelphosphordampf 518°

Zeit der Erhitzung Minuten	Zersetzter Jodwasserstoff	Abweichung vom Mittel
15	0.2358	- 0.0005
15	0.2384	+ 0.0021
20	0.2348	- 0.0015
20	0.2363	≠ 0.0000

Mittel **0.2363**

Pbenanthrendampf 340°.

Zeit der Erhitzung		Zersetzter Jodwasserstoff	Abweichung vom Mittel
Schwefel ¹⁾ Minuten	340° Stunden		
35	150	0.1687	- 0.0019
35	150	0.1721	+ 0.0015
35	150	0.1680	- 0.0026
35	150	0.1695	- 0.0011
35	200	0.1738	+ 0.0032
35	200	0.1715	+ 0.0009
35	200	0.1693	- 0.0013
35	200	0.1720	+ 0.0014
40	200	0.1662	- 0.0044
40	200	0.1707	+ 0.0001
40	200	0.1707	+ 0.0001
40	200	0.1742	+ 0.0036

Mittel **0.1706**

Metallbad 320°.

Zeit der Erhitzung		Zersetzter Jodwasserstoff	Abweichung vom Mittel
Schwefel Minuten	320° Stunden		
45	264	0.1580	- 0.0021
45	264	0.1562	- 0.0039
45	264	0.1692	+ 0.0091
45	264	0.1587	- 0.0014
45	264	0.1627	+ 0.0026
45	336	0.1525	- 0.0076
60	336	0.1568	- 0.0033
60	336	0.1586	- 0.0015
60	336	0.1682	+ 0.0081

Mittel **0.1601**

Metallbad 290°.

Zeit der Erhitzung		Zersetzter Jodwasserstoff	Abweichung vom Mittel
Schwefel Minuten	290° Stunden		
45	500	0.1619	- 0.0018
45	500	0.1628	- 0.0009
45	500	0.1627	- 0.0010
45	500	0.1710	+ 0.0073
45	700	0.1628	- 0.0009
45	700	0.1608	- 0.0029

Mittel **0.1637**

Eine Zusammenstellung der so erhaltenen Mittelwerthe für das Gleichgewicht bei den verschiedenen Temperaturen liefert folgendes Bild:

Temperatur	Zersetzter Jodwasserstoff	Temperatur	Zersetzter Jodwasserstoff
290°	0.1637	350°	0.1763
310°	0.1669	394°	0.1957
320°	0.1601	448°	0.2143
340°	0.1706	518°	0.2363

Die in unserem ersten Bericht angedeuteten thermochemischen Erwägungen finden nun in diesen Zahlen insofern eine Bestätigung, als bei 320°, wo etwa die Wärmetönung der Reaction gleich Null sein muss, ein Minimum der Zersetzung zu erkennen ist. Die für 310°

¹⁾ Ueber die vorhergehende Erhitzung im Schwefeldampf vergleiche das in der ersten Abhandlung, Seite 1153 für das Gleichgewicht im Diphenylaminampf Gesagte.

beobachtete Zahl erscheint etwas zu gross; doch sind die Differenzen zwischen den für 320° , 310° , 290° gefundenen Zahlen an sich sehr gering, so dass sie sich den Versuchsfehlergrenzen sehr stark nähern; es ist daher anzunehmen, dass die Bestimmung des Gleichgewichts für 310° etwas zu hoch ausgefallen ist. Unter dieser Voraussetzung verschwindet die Unebenheit.

Einwirkung wechselnder Drucke auf den Gleichgewichtszustand.

Aeusserst merkwürdige Beziehungen ergaben sich, als ich dazu übergang, die Zersetzungsversuche unter abgeänderten Drucken anzustellen. In diesem Sinne unternahm ich, ausser den oben mitgetheilten, Versuche mit Kugeln, die unter einem Drucke von genau $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$ und 2 Atmosphären bei 15° Zimmertemperatur gefüllt wurden. Die Schwankungen der letzteren wurden hierbei dadurch unschädlich gemacht, dass der Druck beim Füllen um so höher gewählt wurde, je höher die Temperatur war, was sich mit Hilfe einer kleinen, nach dem Boyle-Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetz berechneten Tabelle leicht erreichen liess. Die Herstellung der für diese Versuche nöthigen Objecte geschah im wesentlichen wie bei den Füllungen unter gewöhnlichem Druck. Nur wurden hier an die letzte Capillare des zu füllenden Systems barometerartige Röhren angefügt, um dem Druck die gewünschte Höhe geben zu können. Bei den Füllungen mit $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Druck wurde nach Beendigung der Jodwasserstoffdurchleitung die erste Capillare des Systems, wie bei den früheren Füllungen abgeschmolzen, und darauf mit Hilfe der Wasserluftpumpe auf den nöthigen Druck evacuirt. Die Erhöhung des Druckes andererseits wurde dadurch erreicht, dass in das vorgelegte U-förmige Manometerrohr Quecksilber eingelassen, und danach noch so lange Jodwasserstoff weiter entwickelt wurde, bis die eine Quecksilberkuppe genügend hoch über die andere hinaufgedrückt war.

Das Abschmelzen der Capillaren bei diesen Druckfüllungen machte grosse Schwierigkeit, weil das Glas fast regelmässig aufgeblasen wurde. Ich umging dieselbe schliesslich, indem ich zwischen je 2 Kugeln im System einen Glashahn — mit capillaren Röhren und capillarer Bohrung — einfügte (wodurch die Zahl der auf einmal zu füllenden Kugeln auf 12 herunterging). Nachdem die Füllung beendet, wurden alle Hähne geschlossen, eine Kugel nach der andern in eine Kältemischung von fester Kohlensäure und Aether gesteckt, wodurch der gasförmige Jodwasserstoff in ihnen condensirt und das Abschmelzen der Capillaren ermöglicht wurde. Dieselbe Abkühlung wurde bei den Druckkugeln auch angewendet, ehe sie nach dem Erhitzen über Kalilauge geöffnet wurden. Es drangen so keine Gasblasen aus der Kugel heraus, die sonst hätten aufgefangen werden müssen und, für sich bestimmt, die Versuchsfehler verdoppelt haben würden.

Diese unter wechselnden Drucken gefüllten Kugeln erhitze ich nun in den Dämpfen von siedendem Schwefelphosphor 518°, Schwefel 448° und Quecksilber 350° und gelangte dabei zu dem im höchsten Grade überraschenden Resultat, dass die Zersetzung des Jodwasserstoffs durch gesteigerten Druck zunimmt. Die Resultate der einzelnen Versuche sind die folgenden:

Schwefelphosphordampf 518°.

Druck beim Füllen	Zeit der Er- hitzung	Zersetzter Jod- wasser- stoff	Ab- weichung vom Mittel	Druck beim Füllen	Zeit der Er- hitzung	Zersetzter Jod- wasser- stoff	Ab- weichung vom Mittel
Atm.	Minuten			Atm.	Minuten		
1/2	45	0.2241	- 0.0010	1 1/2	15	0.2406	- 0.0006
	45	0.2243	- 0.0003		20	0.2434	+ 0.0022
	45	0.2248	- 0.0003		20	0.2395	- 0.0017
	60	0.2252	+ 0.0001		Mittel 0.2412		
	60	0.2269	+ 0.0018		2	10	0.2422
Mittel 0.2251			15	0.2464		+ 0.0021	
			Mittel 0.2443				

Schwefeldampf 448°.

Druck beim Füllen	Zeit der Er- hitzung	Zersetzter Jod- wasser- stoff	Ab- weichung vom Mittel
Atm.	Stunden		
1/2	8	0.1982	- 0.0037
	8	0.2133	+ 0.0114
	9	0.2196	+ 0.0177
	9	0.2048	+ 0.0029
	9 1/2	0.2033	+ 0.0014
	9 1/2	0.2020	+ 0.0001
	10	0.2005	- 0.0014
	10	0.2005	- 0.0014
	20	0.1906	- 0.0113
	20	0.1863	- 0.0256
	Mittel 0.2019		
	1 1/2	2	0.2168
2		0.2153	- 0.0074
2		0.2253	+ 0.0028
2		0.2216	- 0.0009
3		0.2309	+ 0.0084
3		0.2247	+ 0.0022
4 1/2		0.2228	+ 0.0003
Mittel 0.2255			
2	1 1/2	0.2295	- 0.0014
	2	0.2308	+ 0.0002
	2 1/2	0.2319	+ 0.0013
	Mittel 0.2306		

Quecksilberdampf 350°.

Druck beim Füllen	Zeit der Er- hitzung	Zersetzter Jod- wasser- stoff	Ab- weichung vom Mittel	
Atm.	Stunden			
1/2	240	0.1368	+ 0.0019	
	240	0.1347	- 0.0002	
	240	0.1316	- 0.0033	
	240	0.1330	- 0.0019	
	240	0.1350	+ 0.0001	
	312	0.1372	+ 0.0023	
	312	0.1361	+ 0.0012	
	Mittel 0.1349			
	1 1/2	90	0.1920	± 0.0000
		90	0.2043	+ 0.0123
96		0.1939	+ 0.0019	
96		0.1963	+ 0.0043	
96		0.1851	- 0.0069	
120		0.1764	- 0.0154	
Mittel 0.1920				
2	72	0.1973	- 0.0014	
	72	0.2008	+ 0.0021	
	94	0.1989	+ 0.0002	
	94	0.1976	- 0.0011	
Mittel 0.1987				

Eine Zusammenstellung der aus den vorstehenden Versuchen sich ergebenden Mittelwerthe liefert folgendes Bild:

	1/2 Atm.	1 Atm.	1 1/2 Atm.	2 Atm.
Schwefelphosphor	0.2251	0.2363	0.2412	0.2443
Schwefel	0.2019	0.2143	0.2225	0.2306
Quecksilber	0.1349	0.1763	0.1920	0.1987

Einwirkung wechselnder Drucke auf die Reaktionsgeschwindigkeiten.

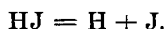
Ausser diesen Gleichgewichtsbestimmungen führte ich auch mit den unter wechselnden Drucken gefüllten Kugeln Messungen der Reaktionsgeschwindigkeit aus. Dabei ergab sich, dass die letztere dem Druck direct proportional sei. In der Formel, nach der wir im ersten Bericht unsere Resultate berechneten, hatten wir die Reaktionsgeschwindigkeit des Zersetzungs Vorgangs als dem Quadrate der Concentration, d. i. des Druckes, proportional angenommen, indem wir schrieben:

$$\frac{dx}{dt} = C \cdot (1-x)^2 - C' \left(\frac{x}{2}\right)^2$$

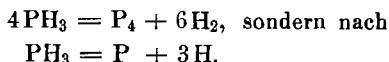
Ist aber die Geschwindigkeit des Zersetzungs Vorgangs dem Druck direct proportional, so ist zu setzen:

$$\frac{dx}{dt} = C \cdot (1-x) - C' \left(\frac{x}{2}\right)^2$$

Diese Formel schliesst sich bei Berechnung der Constanten C den Beobachtungsergebnissen noch viel besser an als die früher benutzte, wie ich unten an dem Beispiel einer Reihe der alten Versuche im Schwefeldampf zeigen will. Sie macht allerdings die Annahme nöthig, dass die Zersetzungsreaction nicht nach dem Schema $2HJ = H_2 + J_2$ verläuft, sondern nach folgendem:



Es müssen also vorübergehend freie Atome auftreten, die erst secundär zu Molekülen sich vereinigen. Eine derartige Annahme wäre indess nicht ganz vereinzelt: van 'tHoff¹⁾ beobachtete Aehnliches bei Versuchen über die Zersetzung des Phosphorwasserstoffs und Arsenwasserstoffs. Sie verliefen nicht nach der Gleichung



¹⁾ Etudes S. 83 ff. Vergl. auch die eben veröffentlichte Arbeit von Kooij in der Zeitschrift für physik. Chemie, XII. S. 155.

Durch den Versuch nachweisbar ist das vorübergehende Auftreten freier Atome nicht: eine Dampfdichtebestimmung von Jod in einer Wasserstoffatmosphäre gab normale auf Moleküle J_2 stimmende Werthe, und eine Messung des Druckes von im Schwefeldampf erhitztem Jodwasserstoff missglückte trotz verschiedener Vorsichtsmaassregeln, weil sich festes Jod in den kalten Theilen des Apparats abschied.

Die eben aufgestellte Gleichung für den Reactionsverlauf liefert für die Berechnung der Constante C aus den einzelnen Versuchen die Beziehung¹⁾

$$C = \frac{\log \left(\frac{x + \frac{2}{\sqrt{v}} \cdot (1 + \sqrt{1 + v})}{x + \frac{2}{\sqrt{v}} \cdot (1 - \sqrt{1 + v})} \cdot \frac{1 - \sqrt{1 + v}}{1 + \sqrt{1 + v}} \right)}{0.4343 \sqrt{v} \vartheta}$$

Wie gut dieselbe sich den früher mitgetheilten Beobachtungsergebnissen anschliesst, mag durch ein Beispiel erläutert werden:

Reihe III der Versuche im Schwefeldampf.
(I. Abhandlung Seite 1157.)

Zeit der Erhitzung	Zersetzer Jodwasserstoff x	Berechnete C
½ Minuten	Mittel aus je 3 Versuchen	
10	0.0484	0.00503
20	0.0917	509
30	0.1315	538
40	0.1571	533
50	0.1771	540
60	0.1878	523
70	0.1963	518
80	0.2043	544

Eine ähnliche Uebereinstimmung zeigen die übrigen im ersten Bericht mitgetheilten Versuchsreihen bei der Berechnung nach dieser Formel; ihre Wiedergabe würde indess hier zu viel Raum in Anspruch nehmen, ohne wesentlich Neues zu bringen. Die Mittelwerthe der C, in dieser Weise aus allen Zersetzungsversuchen berechnet, sind:

- für Schwefeldampf 0.00503,
- für Quecksilberdampf 0.0000699,
- für Diphenylamindampf 0.00000312.

Die Zeitversuche mit abgeändertem Druck will ich nun in folgenden Tabellen zusammenfassen:

¹⁾ Die Bedeutung der Zeichen ist dieselbe wie in der ersten Abhandlung S. 1155, nur dass natürlich der Werth von v ein anderer geworden ist.

Druck beim Füllen	Schwefeldampf 448°			Quecksilberdampf 350°		
	Zeit der Erhitzung	Zersetzer Jodwasser- stoff x	Berechnete C	Zeit der Erhitzung	Zersetzer Jodwasser- stoff x	Berechnete C
Atm.	§ Minuten			Stunden		
1/2	20	0.0464	0.00242	24	0.0498	0.0000363
	40	0.0939	264	48	0.0760	308
	60	0.1322	278	72	0.1033	328
	80	0.1568	278	96	0.1235	381
	Mittel 0.00266			Mittel 0.0000345		
1 1/2	10	0.0744	0.00799	12	0.0762	0.0001122
	20	0.1366	840	24	0.1291	1141
	30	0.1727	822	48	0.1787	1191
	Mittel 0.00820			Mittel 0.0001151		
2	8	0.0852	0.01159	10	0.0875	0.0001623
	16	0.1451	1130	16	0.1275	1656
	24	0.1869	1167	24	0.1558	1548
	32	0.2054	1114	34	0.1758	1458
	Mittel 0.01143			Mittel 0.0001571		

Das Verhältniss der je 4 C für die zwei Temperaturen berechnet sich aus deren Werthen:

für Schwefeldampf wie 1 : 1.889 : 3.084 : 4.286,

für Quecksilberdampf wie 1 : 2.025 : 3.414 : 4.660.

Es besteht also, da sich die Drucke wie 1 : 2 : 3 : 4 verhalten, mit innerhalb der Versuchsfehler liegenden Abweichungen directe Proportionalität zwischen den Geschwindigkeitsconstanten der Zersetzungsreaction und den Drucken.

Bildung von Jodwasserstoff aus seinen Elementen:
Zeitversuche im Schwefeldampf.

Die Brauchbarkeit der soeben für die Berechnung der Zeitversuche benutzten Formel erhellt ferner daraus, dass zwischen den Zersetzungsversuchen und den Versuchen über Bildung von Jodwasserstoff aus seinen Elementen, von denen ich inzwischen einige angestellt habe, die geforderte Beziehung besteht (cf. I. Abhandlung S. 1155), dass $C' = vC$ ist.

Entsprechend der oben für den Zersetzungs Vorgang aufgestellten Formel müsste die Bildung von Jodwasserstoff verlaufen nach einer Gleichung:

$$\frac{dx}{d\vartheta} = C' \cdot \left(\frac{1-x}{2}\right)^2 - Cx.$$

Für die Berechnung der einzelnen Beobachtungsergebnisse wäre dann:

$$C' = \frac{\log \left(\frac{x - (2u + 1 + \sqrt{(2u + 1)^2 - 1})}{x - (2u + 1 - \sqrt{(2u + 1)^2 - 1})} \cdot \frac{2u + 1 - \sqrt{(2u + 1)^2 - 1}}{2u + 1 + \sqrt{(2u + 1)^2 - 1}} \right)}{1/2 \cdot 0.4343 \cdot \sqrt{(2u + 1)^2 - 1} \cdot \vartheta}$$

Die Versuche über Bildung von Jodwasserstoff habe ich auf einige wenige Messungen im Schwefeldampf beschränkt, weil die Bedeutung derselben nicht im Einklang stand mit der ausserordentlichen Mühe, die ihre Durchführung erforderte, und weil die Zersetzungsversuche mit abgeänderten Drucken mein Interesse in erhöhtem Masse in Anspruch nahmen. Die Resultate der Bildungsversuche (Druck beim Füllen 1 Atmosphäre bei 15°, das Jod gasförmig gedacht) zeigen die folgenden Tabellen:

I. Reihe.				II. Reihe.		
Zeit der Er- hitzung § Minuten)	Gebildeter Jodwasserstoff x		Berechnete C'	Zeit der Er- hitzung § Minuten)	Gebildeter Jodwasserstoff x	Berechnete C'
	einzelne Versuche	Mittel				
10	0.4482	0.4472	0.336	5	0.2943	0.339
	0.4461			10	0.4706	0.371
20	0.6088	0.6097	0.347	15	0.5409	0.335
	0.6105			20	0.5948	0.322
30	0.6937	—	0.372	25	0.6642	0.371
	0.7368			30	0.6623	0.306
40	0.7291	0.7330	0.378	35	0.7185	0.382
	0.7508			40	0.7323	0.376
50	—	—	0.365	45	0.7455	0.382
				50	0.7707	0.497
				55	0.7635	0.396

Der Mittelwerth der C' aus beiden Reihen ist 0.365, das aus den Zersetzungsversuchen im Schwefeldampf (Druck beim Füllen: eine Atmosphäre) berechnete $v \cdot C = 0.344$. Die Differenz liegt also vollkommen innerhalb der Versuchsfehler.

Die vorliegende Arbeit hat also das merkwürdige Ergebniss geliefert, dass die Zersetzung des untersuchten Gases mit steigendem Druck zunimmt, ein Resultat zu dem ein Analogon bisher unbekannt sein dürfte. Eine befriedigende Erklärung für diese eigenthümliche Erscheinung habe ich trotz verschiedener Versuche nicht zu finden vermocht. Was diese letzteren speciell, sowie überhaupt alle Einzelheiten der Untersuchung anlangt, die ja hier nur in gedrängtester Kürze mitgetheilt werden konnte, so verweise ich auf einen ausführlichen Bericht über den Gegenstand, welcher, wie ich hoffe, gleichzeitig mit diesem oder bald nach ihm in Ostwald's Zeitschrift für physikalische Chemie erscheinen wird.

Zum Schlusse sei mir gestattet, Hrn. Geh.-Rath Victor Meyer meinen wärmsten Dank auszusprechen für die rege Unterstützung, die er mir auch bei diesem zweiten Theil der Untersuchung hat zu Theil werden lassen.

Heidelberg, Universitätslaboratorium.