

$$\text{Verhältnis} \frac{35.13662}{21.03278} = 1.670564, \text{ woraus } \text{Hg} = 200.61.$$

$$P = 1 : 2.128. \quad \Delta = 0.75 : 10000. \quad \Delta_1 = 0.2 : 10000. \quad \Delta_2 = 0.07 : 10000.$$

Diese 8 Analysen ergeben aus dem Verhältnis $\text{HgBr}_2 : 2\text{Ag}$ als Mittelwert für das gesuchte Atomgewicht $\text{Hg} = 200.61 \pm 0.00$.

Die Resultate der beiden unabhängigen Analysenserien von insgesamt 20 Einzelbestimmungen stimmen vollkommen überein, so daß wir uns für berechtigt halten, den ermittelten Wert

$$\text{Hg} = 200.61$$

als das derzeit wahrscheinlichste Atomgewicht des Quecksilbers anzusehen, wenn $\text{Ag} = 107.88$, $\text{Cl} = 35.457$ und $\text{Br} = 79.916$ angenommen werden. Dieser Wert stimmt mit dem derzeit gültigen internationalen Atomgewicht des Quecksilbers vollkommen überein.

Zusammenfassung.

Es wurden Mercurichlorid und -Bromid aus vollkommen reinem Quecksilber in einem Quarzapparat dargestellt, 2-mal sublimiert und geschmolzen. Gewogene Mengen der beiden Halogenide wurden in ammoniakalischer Lösung zwecks Abscheidung des Quecksilbers mit halogenfreiem Hydrazin reduziert, und in der vom Quecksilber getrennten Ammoniumchlorid- resp. -bromid-Lösung wurde durch nephelometrische Titration das Halogen-Ion und damit das Verhältnis HgCl_2 resp. $\text{HgBr}_2 : 2\text{Ag}$ bestimmt. In 12 Analysen verbrauchten 48.36879 g HgCl_2 insgesamt 39.43431 g Ag. Das Verhältnis beträgt demnach 1.258473, woraus sich das Atomgewicht $\text{Hg} = 200.61$ berechnet. Andererseits benötigten 35.13662 g HgBr_2 in 8 Analysen zur Fällung des Brom-Ions 21.03278 g Ag. Aus dem so ermittelten Verhältnis 1.670563 ergibt sich das Atomgewicht 200.61. Der Mittelwert der gesamten 20 sehr gut übereinstimmenden Analysen $\text{Hg} = 200.61$ ist demnach als das derzeit wahrscheinlichste Atomgewicht des Quecksilbers anzusehen.

175. O. Hönigschmid und L. Birckenbach: Zur Kenntnis der Atomgewichte der Quecksilber-Isotopen.

[Aus d. Laborat. d. Bayer. Akademie d. Wissenschaften in München.]

(Eingegangen am 27. März 1923.)

Nachdem Aston¹⁾ mit Hilfe der Massen-Spektroskopie die komplexe Natur des Quecksilbers erwiesen hatte, versuchten Brönsted und Hevesy²⁾ die Trennung der Isotopen dieses Elements nach mehreren prinzipiell verschiedenen Methoden. Die besten Erfolge erzielten sie durch sogenannte ideale Destillation im hohen Vakuum bei niedriger Temperatur. Der Fortgang der Trennung ließ sich am bequemsten durch Bestimmung des spez. Gew. der Hg-Fractionen feststellen, die hier leicht mit großer Genauigkeit ausführbar ist. Die Dichten der extremen Fractionen waren 1.00023 resp. 0.99974, wenn die Dichte des gewöhnlichen Quecksilbers gleich 1.00000 gesetzt wird. Dieser Dichtenunterschied des schwersten und leichtesten Quecksilbers, der ca. 0.49% beträgt, entspricht einer Änderung von 0.1 Einheiten im Atomgewicht der beiden Fractionen. Die Ver-

¹⁾ Aston, Phil. Mag. May [1920].

²⁾ Brönsted und Hevesy, Ph. Ch. 99, 189 [1921].

suche von Brönsted und Hevesy wurden von Harkins³⁾ wiederholt und das Ergebnis bestätigt.

Die beiden Forscher übersandten uns zwei Hg-Fractionen mit den spez. Gew. 1.000164 und 0.999824 und ersuchten uns, die Verbindungsgewichte direkt zu bestimmen, um zu konstatieren, ob hier tatsächlich die aus dem Dichteunterschied berechnete Differenz von 0.07 in den Verbindungsgewichten vorhanden sei. Die Dichten dieser Quecksilberfraktionen waren von der Phys.-techn. Reichsanstalt kontrolliert worden, und wurden übereinstimmend mit den Bestimmungen von Brönsted und Hevesy gefunden. Andererseits wurde auch durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit, die sich als identisch mit der des reinsten Quecksilbers erwies, die völlige Reinheit der beiden Hg-Proben bewiesen.

Nachdem es uns, wie in vorstehender Arbeit mitgeteilt, gelungen war, eine Methode auszuarbeiten, die es gestattete, das Atomgewicht des Quecksilbers mit großer Schärfe zu fassen, so daß in langen Analysenserien die Einzelwerte innerhalb einer Einheit der 2. Dezimale übereinstimmten, konnten wir erwarten, daß es uns keine Schwierigkeiten bereiten würde, mit Sicherheit die erwartete, relativ große Differenz von 0.07 Einheiten in den Verbindungsgewichten der beiden Hg-Fractionen festzustellen, falls sie tatsächlich vorhanden war.

Die uns direkt von der Reichsanstalt übersandten Hg-Proben reinigten wir zur Sicherheit nochmals, und zwar durch Destillation im Vakuum bei möglichst niedriger Temperatur. Da die Menge jeder Probe nur ca. 20 g betrug, also nicht ganz 2 ccm, benutzten wir als Destillationsapparat ein 2-mal in geeigneter Weise abgebogenes, einseitig geschlossenes Glasrohr von 6 mm lichter Weite, das am offenen Ende zu einer Capillare ausgezogen und mit Schlauchansatz versehen war. Nachdem das filtrierte und vollkommen klare Quecksilber eingefüllt war, wurde das Rohr vollständig evakuiert und an der Capillare zugeschmolzen. Die Heizung erfolgte mittels eines kleinen elektrischen Röhrenofens, und die Temperatur wurde so niedrig wie möglich gehalten, so daß die Destillation ohne Sieden stattfand, die Gefahr des Überspritzens also vollkommen vermieden wurde.

Die Atomgewichtsbestimmung der beiden Fraktionen wurde durch Analyse sowohl des Mercurichlorids als auch des -Bromids in genau der gleichen Weise wie bei der Untersuchung des gewöhnlichen Quecksilbers ausgeführt. Die nähere Beschreibung der Arbeitsweise erübrigt sich hier, und es genüge der Hinweis auf unsere vorstehende ausführliche Mitteilung. Das bei den einzelnen Analysen wiedergewonnene Quecksilber diente als Ausgangsmaterial für weitere Bestimmungen.

Die Analysen ergaben die folgenden Resultate:

Leichte Fraktion, Spez. Gew. 0.999824.

Ag = 107.88		Verhältnis HgCl ₂ : 2 Ag		Cl = 35.457
Nr.	HgCl ₂ i. Vak.	Ag i. Vak.	HgCl ₂ : 2 Ag	At.-Gew. d. Hg
1	4.29696	3.41502	1.258253	200.566
2	4.34231	3.45108	1.258246	200.565
3	3.84344	3.05453	1.258275	200.571
	<u>12.48271</u>	<u>9.92063</u>	<u>1.258258</u>	<u>200.567</u>

$$\text{Verhältnis } \frac{12.48271}{9.92063} = 1.258258, \text{ woraus Hg } 200.568.$$

³⁾ Harkins, Nature 107, 146 [1921].

Ag = 107.88		Verhältnis HgBr ₂ : 2 Ag.		Br = 79.916
Nr.	HgBr ₂ i. Vak.	Ag i. Vak.	HgBr ₂ : 3 Ag	At.-Gew. d. Hg
4	2.98314	1.78600	1.670291	200.550
5	2.65486	1.58936	1.670396	200.573
6	3.51638	2.10515	1.670370	200.567
7	3.13551	1.87718	1.670330	200.558
	<u>12.28989</u>	<u>7.35769</u>	<u>1.670347</u>	<u>200.562</u>

Verhältnis $\frac{12.28989}{7.35769} = 1.670346$, woraus Hg = 200.562.

P = 1 : 1.7. $\Delta = 1 : 10000$. $\Delta_1 = 0.4 : 10000$. $\Delta_2 = 0.15 : 10000$.

Gesamtmittel: Hg = 200.564 \pm 0.006.

Aus diesen 7 Bestimmungen der Verhältnisse HgCl₂ resp. HgBr₂:2Ag ergibt sich für das Atomgewicht der spez. leichteren Quecksilberfraktion der Wert **200.564** mit einer mittleren Abweichung vom Mittel von ± 0.006 .

Schwere Fraktion, Spez. Gew. 1.000164.

Ag = 107.88		Verhältnis HgCl ₂ : 2 Ag		Cl = 35.457
Nr.	HgCl ₂ i. Vak.	Ag i. Vak.	HgCl ₂ : 2 Ag	At.-Gew. d. Hg
8	4.01298	3.18853	1.258567	200.634
9	2.90295	2.30650	1.258595	200.640
10	4.34190	3.44981	1.258591	200.637
	<u>11.25783</u>	<u>8.94484</u>	<u>1.258584</u>	<u>200.637</u>

Verhältnis $\frac{11.25783}{8.94484} = 1.258584$, woraus Hg = 200.638.

Ag = 107.88		Verhältnis HgBr ₂ : 2 Ag		Br = 79.916
Nr.	HgBr ₂ i. Vak.	Ag i. Vak.	HgBr ₂ : 2 Ag	At.-Gew. d. Hg
11	5.82553	3.48708	1.670604	200.618
12	7.87234	4.71220	1.670629	200.623
13	6.73210	4.02945	1.670724	200.643
14	5.74331	3.43775	1.670660	200.629
	<u>26.17328</u>	<u>15.66648</u>	<u>1.670654</u>	<u>200.628</u>

Verhältnis $\frac{26.17328}{15.66648} = 1.670655$, woraus Hg = 200.628.

P = 1 : 2.7. $\Delta = 1.2 : 10000$. $\Delta_1 = 0.45 : 10000$. $\Delta_2 = 0.17 : 10000$.

Gesamtmittel: Hg = 200.632 \pm 0.007.

Diese 7 Bestimmungen der Verhältnisse HgCl₂ resp. HgBr₂:2Ag ergeben demnach als Gesamtmittelwert für die spezifisch schwere Hg-Fraktion das Atomgewicht **200.632** mit einer mittleren Abweichung vom Mittel von ± 0.007 .

Die vorliegende Untersuchung führte demnach zu dem erwarteten Resultat. Die beiden von Brönsted und Hevesy durch ideale Destillation gewonnenen Hg-Fractionen, welche deutliche Unterschiede im spez. Gew. aufweisen, besitzen auch verschiedene Atomgewichte und zwar 200.564 resp. 200.632, so daß die Differenz derselben 7 Einheiten der 2. Dezimale beträgt. Diese Differenz in den Atomgewichten ist angesichts der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Bestimmungsmethode mit absoluter Sicherheit festgestellt, so daß an der tatsächlich gelungenen partiellen Trennung der Quecksilber-Isotopen nicht mehr zu zweifeln ist, worauf ja auch schon die Dichteunterschiede hinweisen.