

Acetylentetrachlorid hat ein spez. Gewicht von 1,6 und siedet erst bei  $147^{\circ}$ ; das Acetylen-tetrabromid zeigt das ungemein hohe spez. Gewicht von 3,0 und läßt sich bei gewöhnlichem Druck überhaupt nicht destillieren. Durch Mischung beider Halogenderivate miteinander lassen sich leicht Flüssigkeiten von jedem spez. beliebigen Gewicht zwischen 1,6 und 3,0 erzielen, welche sich nicht wieder durch Verdunstung entmischen, da die Tension beider Komponenten klein ist. Mit großer Leichtigkeit kann man mit Hilfe solcher Mischungen Mineralien, welche nur geringe Unterschiede im spez. Gewichte aufweisen, voneinander trennen. So bildet dieses Verfahren z. B. ein sicheres, einfaches und schnelles Mittel zur Unterscheidung verschiedener Alkalisalze voneinander.

Es hieße Ihre Geduld gar zu sehr auf die Probe stellen, wollte ich nicht endlich zum Schluß kommen. Ich könnte Ihnen noch mancherlei berichten über verschiedene andere Verwendungsarten, welche Carbid und Acetylen sonst noch gefunden haben, allein das dürfte heute doch zu weit führen. Ich will schließen mit einem kurzen Hinweis darauf, wie diese beiden so interessanten Körper schon in den wenigen Jahren, seitdem man ihre Herstellung im Großbetriebe kennt, eine so äußerst vielseitige Verwendung gefunden haben. Ich zweifle nicht, daß die Zukunft uns weitere große Verwendungsgebiete für diese Körper oder die aus ihnen hergestellten Derivate lehren wird, und möchte deshalb zum Schluß nochmals meine Anregung wiederholen zum genaueren Studium dieser Körper. Mein Apell gilt in erster Linie den Hochschullehrern, dann aber auch allen anderen Fachgenossen, denen die nötige Zeit und Gelegenheit für derartige Studien zur Verfügung steht.

Reiche, wissenschaftlich interessante Beobachtungen dürften nicht der alleinige Lohn solcher Arbeiten sein, da aus ihnen unzweifelhaft noch wertvolle Fingerzeige für weitere wichtige technische Verwendungsgebiete hervorgehen dürften.

## Bericht des Internationalen Atomgewichtsausschusses.

1906.

(Eingeg. d. 18./12. 1905.)

Die Tätigkeit auf dem Gebiete der Atomgewichtsbestimmungen im Laufe des Jahres 1905 war eine ungewöhnlich rege, und ein Teil dieser Arbeiten bezieht sich auf Werte von fundamentaler Bedeutung. Das ganze System der Atomgewichte wird durch sie mehr oder minder einschneidend berührt und für das

nächste Jahr dürfte eine allgemeine Revision der Atomgewichtstabelle sich nötig erweisen. In nachstehendem sind die seit unserem letzten Berichte erschienen wichtigeren Arbeiten kurz aufgeführt.

**Chlor und Natrium.** In einer sehr ausführlichen Untersuchung über die Atomgewichte von Chlor und Natrium haben **Richards und Wells**<sup>1)</sup> gezeigt, daß die von **Stas** gefundenen Werte von merklichen Fehlern beeinflusst sind. Zehn Synthesen des Silberchlorids ergaben im Mittel  $\text{Cl} = 35,473$ , wenn Silber = 107,93. Aus je zehn Bestimmungen des Verhältnisses  $\text{Ag} : \text{NaCl}$  und  $\text{AgCl} : \text{NaCl}$  ergab sich, mit den vorstehenden Werten für Silber und Chlor,  $\text{Na} = 23,008$ . Die **Stas**schen Werte sind  $\text{Cl} = 35,455$  und  $\text{Na} = 23,048$ .

Die obigen Resultate sind freilich nur indirekt gewonnen, denn sie sind vom Atomgewicht des Silbers abhängig; es sind daher die Versuche von **Dixon und Edgar**<sup>2)</sup> von besonderer Bedeutung, da sie die gegenseitige Beziehung der Atomgewichte von Chlor und Wasserstoff ohne Zuhilfenahme von Zwischenwerten ergeben. Es wurde Chlorwasserstoff durch direkte Synthese aus gewogenen Mengen von Chlor und Wasserstoff dargestellt und als Mittel aus neun gut übereinstimmenden Versuchen erhalten  $\text{Cl} = 35,195 (+0,0019)$ , bezogen auf den Wasserstoff als Einheit, oder  $\text{Cl} = 35,463$ , wenn  $\text{O} = 16$ . Dieser Wert ist annähernd das Mittel zwischen dem von **Stas** und der neuen Zahl von **Richards und Wells**. In Anbetracht der experimentellen Schwierigkeiten der Versuche ist die Übereinstimmung zwischen diesen und den vorerwähnten Untersuchungen so gut, wie sie billigerweise erwartet werden kann.

**Gadolinium.** **Urbain**<sup>3)</sup> findet aus zehn Analysen des Sulfats mit  $8\text{H}_2\text{O}$   $\text{Cd} = 157,23$ , wenn  $\text{H} = 1,007$  und  $\text{S} = 32,06$ . Dieser Wert, mehr als eine Einheit höher als der in der Tabelle angegebene, ist wahrscheinlich der zuverlässigere<sup>4)</sup>.

**Jod.** **Baxter** hat in Fortsetzung seiner Untersuchungen von 1904 über das Atomgewicht des Jods eine zweite Abhandlung über diesen Gegenstand veröffentlicht<sup>5)</sup>. Zu-

1) Veröffentlicht durch die Carnegie Institution of Washington, April 1905, 70 S. Siehe auch J. Am. Chem. Soc. **27**, 459.

2) Chem. News **91**, 263. Vorgetragen vor der Royal Society.

3) Compt. rend. **140**, 583.

4) Vgl. **Eberhard**, Z. anorg. Chem. **45**, 374; Spektrographische Untersuchungen über die Reinheit der von **Urbain** u. a. untersuchten seltenen Erden.

5) J. Am. Chem. Soc. **27**, 876.

nächst fand er durch Überführung von Silberjodid in Bromid durch Erhitzen im Bromdampf aus acht Versuchen  $J = 126,985$ . Zwei Reihen von je fünf Bestimmungen des Verhältnisses  $AgJ : AgCl$  ergaben 126,982, bzw. 126,984. Acht direkte Bestimmungen des Verhältnisses zwischen Silber und Jod, jedes für sich gewogen, ergaben im Mittel 126,987; fünf Bestimmungen des Verhältnisses  $J : AgJ$  ergaben 126,983 und vier des Verhältnisses  $Ag : AgJ$  ergaben 126,989. Das Mittel aus allen sechs Reihen ist  $J = 126,985$ , wenn  $Ag = 107,93$ ,  $Cl = 35,473$  und  $Br = 79,955$ . Der letzte der vorstehenden Werte wurde kontrolliert durch direkte Vergleichung von  $AgBr$  mit  $AgCl$  und als Mittel aus sechs Versuchen  $Br = 79,953$  gefunden. Der von *Baxter* vorher für Jod gefundene Wert war 126,975; die Abweichung von dem jetzigen (126,985) rührt zum Teil von der Benutzung der neuen Zahl für Chlor von *Richards* und *Wells* in der späteren Untersuchung her. Diese Arbeit über Jod bedeutet daher zugleich eine Bestätigung des neuen Wertes für Chlor.

**Kadmium.** Das Atomgewicht wurde von *Baxter* und *Hines*<sup>6)</sup> durch Analyse des Kadmiumchlorids bestimmt. Drei Messungen des Verhältnisses  $CdCl_2 : 2AgCl$  ergaben im Mittel  $Cd = 112,476$ ; sechs Messungen von  $CdCl_2 : 2Ag$  im Mittel  $Cd = 112,462$ . Das Mittel aus beiden Reihen ist, wenn  $Ag = 107,93$  und  $Cl = 35,473$  gesetzt wird,  $Cd = 112,469$ . Da noch weitere Versuche unter Verwendung von Kadmiumbromid in Aussicht gestellt sind, so kann von einer Änderung des in der Tabelle aufgeführten Wertes für Kadmium vorläufig noch Abstand genommen werden.

**Kalium.** Das Atomgewicht wurde von *Archibald*<sup>7)</sup> durch Analyse des Chlorids neu bestimmt. Vier Messungen des Verhältnisses  $AgCl : KCl$  ergaben  $K = 39,139$  und vier weitere des Verhältnisses  $Ag : KCl$  ergaben 39,140, wenn  $Ag = 107,93$  und  $Cl = 35,455$ . Setzt man  $Cl = 35,473$ , so wird  $K = 39,122$ .

**Kohlenstoff.** Aus den 1904 veröffentlichten Daten über das basische Acetat und das Acetylacetonat des Berylliums hat *Parsons*<sup>8)</sup> das Atomgewicht des Kohlenstoffs berechnet. Die durch algebraische Behandlung der beiden Verhältnisse erhaltenen Werte sind  $Be = 9,112$  und  $C = 12,007$ ; da die letztere Zahl von allen früheren Bestimmungen für Kohlenstoff völlig unabhängig

ist, verdient sie als Bestätigung dieser immerhin Beachtung.

**Silicium.** *W. Becker* und *J. Meyer*<sup>9)</sup> bestimmten das Atomgewicht des Siliciums durch Überführung des Chlorids in das Oxyd. In acht Versuchen wurden im ganzen aus 46,82400 g  $SiCl_4$  16,58236 g  $SiO_2$  erhalten, woraus sich, mit  $Cl = 35,45$ ,  $Si = 28,207$  berechnet. Mit dem *Richards-Wells*'schen Werte für  $Cl = 35,473$  wird  $Si = 28,257$ . Es sind noch weitere Versuche nach anderen Methoden in Aussicht gestellt. Vorausgeschickt ist eine sehr beachtenswerte Abhandlung *J. Meyers* über die Berechnung von Atomgewichten<sup>10)</sup>.

**Stickstoff.** In einer vorläufigen Mitteilung<sup>11)</sup> gibt *R. W. Gray* die Resultate seiner Versuche mit Stickoxyd. Zehn Bestimmungen der Dichte dieses Gases, korrigiert mittels der Formel von *D. Berthelot*, ergaben das Molekulargewicht zu 30,005, woraus  $N = 14,005$ . Aus sechs Analysen des Gases, durch Verbrennen von fein verteiltem Nickel in demselben, ergab sich  $N = 14,006$ . Die Untersuchung soll noch fortgesetzt werden.

*Guye* hat in einem Vortrage vor der Chemischen Gesellschaft zu Paris<sup>12)</sup> eine vollständige Übersicht über die Untersuchungen zur Bestimmung dieses Atomgewichts gegeben, die von ihm und seinen Mitarbeitern in Genf ausgeführt wurden. Er bespricht auch ziemlich ausführlich alle vorangegangenen Bestimmungen dieser Konstante und kommt hauptsächlich auf physikalischer Grundlage zu dem Schluß, daß das Atomgewicht des Stickstoffes nicht weit von 14,01 sein kann, und daß der *Stassche* Wert 14,04 nicht länger haltbar ist. Indem er noch weiter geht, kehrt er die bekannten gewichtsanalytischen Beziehungen, aus denen das seither angenommene Atomgewicht des Stickstoffes abgeleitet ist, um und berechnet aus ihnen, unter Anwendung des neuen Wertes für  $N$ , das Atomgewicht des Silbers. Dieses letztere wird so von 107,93 noch unter 107,89 und sogar auf 107,871 heruntergesetzt. Für diese niederen Werte bringt *Guye* viel Beismaterial bei, das nicht leichtin außer acht gelassen werden darf. Auf diesen Punkt werden wir später noch zurückkommen.

**Strontium.** Aus vier Messungen des Verhältnisses  $2Ag : SrCl_2$  findet *Richards*<sup>13)</sup>  $Sr = 87,661$ , wenn  $Ag = 107,93$

<sup>9)</sup> Z. anorg. Chem. **43**, 251; **46**, 45.

<sup>10)</sup> Z. anorg. Chem. **43**, 242.

<sup>11)</sup> Proc. Chem. Soc. **21**, 156.

<sup>12)</sup> Bull. Soc. chim., 5. Aug. 1905 (Eigene Paginierung); vgl. *Richards*, Proc. Amer. Phil. Soc. **43**, 116 (1904).

<sup>13)</sup> Proc. Amer. Acad. **40**, 603; Z. anorg. Chem. **46**, 215.

<sup>13)</sup> Proc. Amer. Acad. **40**, 603; Z. anorg. Chem. **47**, 145.

und  $\text{Cl} = 35,473$ . Es bestätigt dies den früher von Richards bei seinen Versuchen mit Strontiumbromid erhaltenen Wert.

Tellur. Gallo<sup>14)</sup> bestimmte das Verhältnis zwischen Silber und Tellur auf elektrolytischem Wege und fand als Mittel aus zwölf Versuchen  $\text{Te} = 127,61$ , wenn  $\text{Ag} = 107,93$ . Anlässlich dieser Untersuchung und zur Kontrolle der angewendeten Methode wurden auch vier Versuche über das Verhältnis  $\text{Cu} : \text{Ag}$  ausgeführt, die im Mittel  $\text{Cu} = 63,58$  ergaben.

Thorium. R. J. Meyer und Gumpertz<sup>15)</sup> versuchten, das gewöhnliche Thorium in Fraktionen von verschiedenem Atomgewicht zu zerlegen, können aber die Beobachtungen von Baskerville nicht bestätigen. Die nach verschiedenen Verfahren erhaltenen Fraktionen ergaben Atomgewichte zwischen 232,2 und 232,7, welche Werte im wesentlichen identisch sind mit dem in der Tabelle angegebenen.

Vorstehende Übersicht der Ergebnisse der neuen Bestimmungen zeigt deutlich, daß in Bälde eine größere Reihe von Änderungen in unserem System der Atomgewichte nötig wird. Eine Änderung von Chlor oder Stickstoff zieht so manche andere in der Tabelle nach sich, und sollte der seither geltende Wert für Silber geändert werden müssen, so würden noch weit zahlreichere Änderungen notwendig werden. Die Atomgewichte von Silber, Chlor und Brom greifen in die Berechnung nahezu aller anderen Atomgewichte ein und bilden sozusagen das Fundament, auf dem sich das ganze Gebäude erhebt.

Die notwendigen Änderungen lassen sich jedoch noch nicht endgültig bestimmen. In verschiedenen Laboratorien sind Arbeiten im Gange, welche manche der jetzt angenommenen Werte bestätigen oder auch nochmals abändern können, und bis zum Abschluß dieser Arbeiten erscheint es uns das klügste, mit dem Urteil noch zurückzuhalten und die weitere Entwicklung abzuwarten. Würden wir die Atomgewichtstabelle nur auf der Grundlage des augenblicklich vorliegenden Materials neu aufstellen, so würde dies Stückwerk sein, und schon im nächsten oder übernächsten Jahre könnte wieder eine Revision erforderlich werden, was unvermeidlich Verwirrung zur Folge hätte. Glücklicherweise ist die Angelegenheit nicht dringlich, denn die bis jetzt erforderlichen Korrekturen sind nicht groß, und die seither angenommenen Zahlenwerte sind für alle gewöhnlichen Zwecke hinreichend genau. Wir empfehlen

daher, die Tabelle von 1905 auch für 1906 unverändert beizubehalten, wenn auch vom theoretischen Standpunkte aus einige Abänderungen jetzt schon wünschenswert erscheinen; übers Jahr werden wir zu einer kritischen Auswahl unter den Daten eher in der Lage sein, auch liegt ja keine Gefahr im Verzuge. In Übereinstimmung mit den Wünschen der Mehrheit der großen Kommission empfehlen wir ferner, daß die auf die Sauerstoffnorm basierte Tabelle zur offiziellen gemacht wird. Was unseren Ausschluß anbelangt, so unterordnen sich die privaten Ansichten seiner Mitglieder den Wünschen der Mehrheit, und die auf Wasserstoff bezogene Tabelle wird somit ferner nicht mehr in unserem Bericht erscheinen.

Bei dieser Gelegenheit dürften einige Betrachtungen nicht unangebracht sein, die sich aus einer genaueren Durchsicht des Vortrages von Guye ergeben. Rayleigh, Leduc, Guye, Gray und andere haben durch ihre Studien über Stickstoff und seine Oxyde eine Menge von gewichtigem Beweismaterial zugunsten des niedrigeren Wertes für Stickstoff beigebracht. Auf der anderen Seite führen die von Stas erhaltenen Daten zu dem höheren, bisher allgemein angenommenen Werte. Dürfen wir den einen zugunsten des anderen aufgeben und die neue Zahl ohne Vorbehalt annehmen?

Zugunsten des neuen Wertes für Stickstoff müssen wir zugeben, daß die Bestimmungen eine bemerkenswerte Übereinstimmung zeigen, und daß sie auf einer direkten Vergleichung dieses Elementes mit Sauerstoff beruhen. Die Stas'schen Werte samt ihren Bestätigungen durch andere Chemiker stimmen zwar auch gut miteinander überein, sind aber nur auf indirektem Wege gewonnen. Sie beruhen alle in erster Linie auf den Atomgewichten des Silbers, Chlors und Broms, und diese wurden mit dem Sauerstoff verknüpft durch Versuche mit Chloraten und Bromaten. Unser ganzes System der Atomgewichte beruht heute, mit wenigen Ausnahmen, auf den Analysen einiger Salze von Halogensauerstoffsäuren. Ihre Genauigkeit wird stillschweigend angenommen, und alle Abweichungen, die sich bei Untersuchungen nach anderen Methoden ergeben, werden gewöhnlich unbekannten Fehlerquellen zugeschrieben. Diese Voraussetzung kann ja gemacht werden, aber sie liegt nicht außer dem Bereich der Kritik.

Man betrachte beispielsweise das wohlbekannte Verhältnis  $\text{Ag} : \text{AgNO}_3 = 100 : 157,149$ . Ist  $\text{Ag} = 107,93$ , wie dies durch die Analysen von Chloraten und Bromaten bestimmt wurde, so wird  $\text{N} = 14,037$  oder

<sup>14)</sup> Atti Accad. Lincei (5) 14, 23 und 104.

<sup>15)</sup> Berl. Berichte 38, 817.

14,04, wie in unserer Tabelle angegeben. Ist dagegen  $N = 14,009$  nach den Angaben von G u y e, so wird  $Ag = 107,881$ . Die Abweichung zwischen diesen beiden Werten für Silber rührt offenbar von dem Unterschied in unseren Methoden zur Beziehung dieses Elementes auf den als Norm gewählten Sauerstoff her. Für jedes Verfahren lassen sich gewichtige Gründe beibringen, für jeden Wert kann ein anderer bestätigender Beweis angeführt werden, aber da kein Verfahren völlig einwandfrei ist, so bleibt die Schlußfolgerung eine unsichere. Wir können nicht einfach eine Beweisreihe verwerfen, noch können wir eine als die unzweifelhaft genauere annehmen. Unter sich übereinstimmende Werte für Silber lassen sich, wie G u y e gezeigt hat, nach jeder Art der Diskussion gewinnen; durch sie wird aber das ganze System unserer Atomgewichte beeinflusst.

Bei dieser Sachlage kann die Stellungnahme des Ausschusses nur eine konservativ abwartende sein. Es ist besser, die seitherige

Tafel beizubehalten, bis wenigstens einige der Zweifel, unter denen sie jetzt noch leidet, gehoben sind. Von Wichtigkeit ist, daß die Grundlagen der Atomgewichtstabelle sowohl erweitert als auch befestigt werden, und daß neue Wege aufgesucht werden zur Beziehung der grundlegenden Werte auf den Sauerstoff. Untersuchungen in dieser Richtung sind bereits zugesagt vom Laboratorium der Harvard-Universität und werden von Richards und seinen Kollegen ausgeführt, aber damit soll die Tätigkeit anderer nicht ausgeschlossen werden. Es ist vielmehr zu hoffen, daß eine größere Zahl von Untersuchern die Lösung dieses Problems annimmt, und daß die Methoden zu seiner Inangriffnahme vermehrt werden. Das sorgfältige Studium von Salzen, wie Sulfate, Carbonate und Nitate, dürfte vielleicht von Nutzen sein, während es noch ungewiß ist, ob die organischen Silbersalze zu genauen Atomgewichtsbestimmungen dienen können.

F. W. Clarke, H. Moissan,  
K. Seubert, T. E. Thorpe.

#### Internationale Atomgewichte 1906.

		O = 16			O = 16
Aluminium . . . . .	Al	27,1	Nickel . . . . .	Ni	58,7
Antimon . . . . .	Sb	120,2	Niobium . . . . .	Nb	94
Argon . . . . .	A	39,9	Osmium . . . . .	Os	191
Arsen . . . . .	As	75,0	Palladium . . . . .	Pd	106,5
Baryum . . . . .	Ba	137,4	Phosphor . . . . .	P	31,0
Beryllium . . . . .	Be	9,1	Platin . . . . .	Pt	194,8
Blei . . . . .	Pb	206,9	Praseodym . . . . .	Pr	140,5
Bor . . . . .	B	11	Quecksilber . . . . .	Hg	200,0
Brom . . . . .	Br	79,96	Radium . . . . .	Ra	225
Cäsium . . . . .	Cs	132,9	Rhodium . . . . .	Rh	103,0
Calcium . . . . .	Ca	40,1	Rubidium . . . . .	Rb	85,5
Cerium . . . . .	Ce	140,25	Ruthenium . . . . .	Ru	101,7
Chlor . . . . .	Cl	35,45	Samarium . . . . .	Sa	150,3
Chrom . . . . .	Cr	52,1	Sauerstoff . . . . .	O	16,00
Eisen . . . . .	Fe	55,9	Scandium . . . . .	Sc	44,1
Erbium . . . . .	Er	166	Schwefel . . . . .	S	32,06
Fluor . . . . .	F	19	Selen . . . . .	Se	79,2
Gadolinium . . . . .	Gd	156	Silber . . . . .	Ag	107,93
Gallium . . . . .	Ga	70	Silicium . . . . .	Si	28,4
Germanium . . . . .	Ge	72,5	Stickstoff . . . . .	N	14,04
Gold . . . . .	Au	197,2	Strontium . . . . .	Sr	87,6
Helium . . . . .	He	4	Tantal . . . . .	Ta	183
Indium . . . . .	In	115	Tellur . . . . .	Te	127,6
Iridium . . . . .	Ir	193,0	Terbium . . . . .	Tb	160
Jod . . . . .	J	126,97	Thallium . . . . .	Tl	204,1
Kadmium . . . . .	Cd	112,4	Thorium . . . . .	Th	232,5
Kalium . . . . .	K	39,15	Thulium . . . . .	Tu	171
Kobalt . . . . .	Co	59,0	Titan . . . . .	Ti	48,1
Kohlenstoff . . . . .	C	12,00	Uran . . . . .	U	238,5
Krypton . . . . .	Kr	81,8	Vanadin . . . . .	V	51,2
Kupfer . . . . .	Cu	63,6	Wasserstoff . . . . .	H	1,008
Lanthan . . . . .	La	138,9	Wismut . . . . .	Bi	208,5
Lithium . . . . .	Li	7,03	Wolfram . . . . .	W	184,0
Magnesium . . . . .	Mg	24,36	Xenon . . . . .	X	128
Mangan . . . . .	Mn	55,0	Ytterbium . . . . .	Yb	173,0
Molybdän . . . . .	Mo	96,0	Yttrium . . . . .	Y	89,0
Natrium . . . . .	Na	23,05	Zink . . . . .	Zn	65,4
Neodym . . . . .	Nd	143,6	Zinn . . . . .	Sn	119,0
Neon . . . . .	Ne	20	Zirkonium . . . . .	Zr	90,6