

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1901. Heft 34.

## Ueber den gegenwärtigen Stand der Atomgewichtsfrage.

Von H. Erdmann.

VII. Mittheilung aus dem Unterrichtslaboratorium für angewandte Chemie zu Halle.<sup>1)</sup>

Am Anfange dieses Jahres konnte J. Volhard<sup>2)</sup> mittheilen, dass eine sehr grosse Mehrzahl deutscher Forscher sich für die Beziehung der Atomgewichte auf den Wasserstoff als Einheit entschied und dass die Atomgewichtscommission der Deutschen chemischen Gesellschaft (Vorsitzender Herr H. Landolt) auf Grund dieser Kundgebungen ihre Atomgewichtstabelle auch auf  $H = 1$  umgerechnet hat. Seitdem sind namentlich in Amerika wichtige neue Veröffentlichungen über diese Frage erschienen, die gewiss einer sorgfältigen Beachtung seitens der deutschen Fachgenossen werth sind.

Der achte Jahresbericht<sup>3)</sup> der amerikanischen Atomgewichtscommission (Vorsitzender Herr F. W. Clarke) berücksichtigt bereits alle neuen Atomgewichtsbestimmungen, welche im Jahre 1900 veröffentlicht wurden und schliesst sich seinen Vorgängern, über die ich vor Jahresfrist berichtete<sup>4)</sup>, würdig an. Eine Vergleichung dieser neuesten Clarke'schen Zahlen mit den von Landolt für das Jahr 1901 vorgeschlagenen<sup>5)</sup> zeigt freilich, dass wir von einer internationalen Atomgewichtstabelle noch sehr weit entfernt sind<sup>6)</sup>;

<sup>1)</sup> Vergl. d. Z. 1899, 424, 571, 648; 1900, 33, 463, 1171.

<sup>2)</sup> D. Z. 1901, 182.

<sup>3)</sup> Eighth Annual Report of the Committee on Atomic Weights, Journ. of the American Chemical Society XXIII, 90.

<sup>4)</sup> D. Z. 1900, 463.

<sup>5)</sup> D. Z. 1901, 184.

<sup>6)</sup> Die bisher unter einem anderen Epitheton bekannte Tabelle, mit deren Berechnung die internationale Atomgewichtscommission nichts zu thun hat, ist zu Anfang dieses Jahres mit dem schmückenden Beiwort „international“ versehen und unter diesem neuen Titel den deutschen Fachgenossen empfohlen worden. Dieses befremdliche Vorgehen brauche ich hier nicht näher zu beleuchten, da es bereits Herr C. Gluecksmann in seiner soeben erschienenen Arbeit „Zur Grundeinheit des Atomgewichtssystems“ (Zeitschrift des Allgemeinen österreichischen Apotheker-Vereins 1901, No. 23 bis 26) in gründlichster Weise gethan hat. Auf Grund von Meinungsäusserungen der der Pharmacie nahestehenden Gelehrten erklärt übrigens Herr Gluecksmann als Referent des österreichischen Pharmakopoe-

die Abweichungen sind erhebliche. Wenn wir uns die Frage vorlegen, welche von beiden Zahlenreihen das grössere Zutrauen verdient, so muss vor Allem hervorgehoben werden, dass die Clarke'schen Zahlen seit Jahren mit *Motiven* und genauem Litteraturnachweis erscheinen. Dieser Umstand verleiht den amerikanischen Berichten ihren hohen wissenschaftlichen Werth: man kann sich über die Berechtigung jeder einzelnen Zahl leicht selbst ein genaues Urtheil bilden. Bei der Landolt'schen Tabelle, die ohne jeden Commentar erscheint, ist dies nicht möglich; den Landolt'schen Zahlen kann daher nur ein geringer Werth beigemessen werden, so lange die Motive nicht nachgeliefert werden. Übrigens ist die Landolt'sche Tabelle durch nachträgliche Umrechnung aus einer anderen Tabelle entstanden und bereits Herr A. Classen<sup>7)</sup> hat darauf hingewiesen, zu welchen Zweifeln und Ungenauigkeiten die viel zu weit gehende und gar nicht planmässig durchgeführte Kürzung der Decimalen, welche von der Commission der Deutschen chemischen Gesellschaft beliebt wurde, bei allen praktischen Rechnungen führt. In der That haben die bei einigen bekannteren Elementen angeführten Decimalen keinen Sinn, wenn diese Decimalen bei anderen Elementen fehlen und daher bei der Berechnung der Moleculargewichte doch gestrichen werden müssen. Hier sind auch die unsicheren Stellen von Werth; Kürzungen sollten immer erst nach vollführter Rechnung am fertigen Resultat vorgenommen werden. Daher brauchen wir eine genaue Tabelle<sup>8)</sup> und man wird es nicht für einen Fortschritt erachten können, dass die amerikanische Commission bei ihren neuesten Zahlen von dem bewährten System<sup>9)</sup> abgewichen ist. Ich setze neben die Clarke'schen Zahlen in die erste Columnne

ausschusses zum Schlusse seiner lesenswerthen Abhandlung: „Wenn die nachfolgenden Abstimmungen das Verhältniss nicht verschieben, so hat die wissenschaftliche Pharmacie die wohlverdiente Abschaffung der „hinkenden“ Atomgewichtstabelle bereits beschlossen“.

<sup>7)</sup> Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie (Vieweg, Braunschweig 1901), Zusatztabellen, ausgegeben am 10. April 1901, S. 2, Anmerkung 1.

<sup>8)</sup> Vgl. Gluecksmann a. a. O. S. 19.

<sup>9)</sup> Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft 1900, XXXIII, 1858.

der nachstehenden Tabelle Werthe, welche den in dem Rundschreiben vom 6. Juli 1900<sup>10)</sup> ausgesprochenen, nach den eingelaufenen Antworten von zahlreichen Fachgenossen gebilligten Grundsätzen entsprechen. Den Herren F. W. Clarke und Cl. Winkler, welche mich bei der Aufstellung dieser Probetafel durch ihren gütigen Rath unterstützt haben, bin ich zu lebhaftem Danke verpflichtet.

	Probetafel	Clarke	Landolt
Aluminium . . . .	26,91	26,9	26,9
Antimon . . . .	119,52	119,5	119,1
Argon . . . .	39,70	—	39,6
Arsen . . . .	74,45	74,45	74,4
Baryum . . . .	136,39	136,4	136,4
Beryllium . . . .	9,01	9,0	9,03
Blei . . . .	205,36	205,36	205,35
Bor . . . .	10,86	10,9	10,9
Brom . . . .	79,34	79,34	79,36
Cadmium . . . .	111,55	111,55	111,6
Caesium . . . .	131,89	131,9	132
Calcium . . . .	39,76	39,8	39,7
Cerium . . . .	138,00	138,0	139
Chlor . . . .	35,18	35,18	35,18
Chrom . . . .	51,74	51,7	51,7
Eisen . . . .	55,47	55,5	55,6
Erbium . . . .	164,70	164,7	164,8
Fluor . . . .	18,91	18,9	18,9
Gadolinium . . . .	155,57	155,8	155
Gallium . . . .	69,50	69,5	69,5
Germanium . . . .	71,93	71,9	71,5
Gold . . . .	195,74	195,7	195,7
Helium . . . .	4,00	—	4
Indium . . . .	113,10	113,1	113,1
Iridium . . . .	191,66	191,7	191,5
Jod . . . .	125,89	125,89	125,90
Kalium . . . .	38,82	38,82	38,86
Kobalt . . . .	58,80	58,55	58,56
Kohlenstoff . . . .	11,91	11,9	11,91
Krypton . . . .	81,00	—	81,2
Kupfer . . . .	63,12	63,1	63,1
Lanthan . . . .	137,59	137,6	137
Lithium . . . .	6,97	6,97	6,98
Magnesium . . . .	24,10	24,1	24,18
Mangan . . . .	54,57	54,6	54,6
Molybdän . . . .	95,26	95,3	95,3
Natrium . . . .	22,88	22,88	22,88
Neodym . . . .	142,52	142,5	142,5
Neon . . . .	19,86	—	19,9
Nickel . . . .	58,80	58,25	58,3
Niobium . . . .	93,02	93,0	93,3
Osmium . . . .	189,55	189,6	189,6
Palladium . . . .	106,00	106,2	105,2
Phosphor . . . .	30,75	30,75	30,77
Platin . . . .	193,41	193,4	193,3
Praseodym . . . .	139,41	139,4	139,4
Quecksilber . . . .	198,50	198,50	198,8
Rhodium . . . .	102,23	102,2	102,2

<sup>10)</sup> J. Volhard, d. Z. 1901, XIV, 182; H. Erdmann, Z. f. anorganische Chemie 1901, XXVII, 130.

	Probetafel	Clarke	Landolt
Rubidium . . . .	84,75	84,75	84,76
Ruthenium . . . .	100,91	100,9	100,9
Samarium . . . .	149,20	149,2	148,9
Sauerstoff . . . .	15,88	15,88	15,88
Scandium . . . .	43,78	43,8	43,8
Schwefel . . . .	31,83	31,83	31,83
Selen . . . .	78,58	78,6	78,5
Silber . . . .	107,11	107,11	107,12
Silicium . . . .	28,18	28,2	28,2
Stickstoff . . . .	13,93	13,93	13,93
Strontium . . . .	86,95	86,95	86,94
Tantal . . . .	181,45	181,5	181,6
Tellur . . . .	126,73	126,5	126
Terbium . . . .	158,80	158,8	—
Thallium . . . .	202,61	202,61	202,6
Thorium . . . .	230,80	230,8	230,8
Thulium . . . .	169,40	169,4	170
Titan . . . .	47,79	47,8	47,7
Uran . . . .	237,77	237,8	237,7
Vanadin . . . .	50,99	51,0	50,8
Wasserstoff . . . .	1,00	1,000	1,00
Wismut . . . .	206,54	206,5	206,9
Wolfram . . . .	182,60	182,6	182,6
Xenon . . . .	127,10	—	127
Ytterbium . . . .	171,88	171,9	172
Yttrium . . . .	88,35	88,3	88,3
Zink . . . .	64,91	64,9	64,9
Zinn . . . .	118,10	118,1	117,6
Zirconium . . . .	89,72	89,7	90,0

Soweit in der Probetafel lediglich die genaueren Zahlen wiederhergestellt sind, bedarf diese keines Commentars<sup>11)</sup>. Wesentliche Abweichungen zeigen sich dagegen beim Eisen, Nickel, Kobalt, Palladium, Tellur. Bei den älteren Atomgewichtsbestimmungen des Eisens haben Verunreinigungen des Metalls, namentlich der Kohlenstoffgehalt, eine so sichtliche Rolle gespielt, dass man wohl berechtigt ist, diese Zahlen ganz zu ignoriren und den neuerdings von Richards und Baxter<sup>12)</sup> ermittelten Werth 55,47 für den wahrscheinlichsten zu halten. Beim Tellur würde ein ähnliches Vorgehen nicht angebracht sein. Der von Steiner<sup>13)</sup> eingeschlagene Weg zur Darstellung einer absolut reinen Tellurverbindung scheint zwar ganz zweckentsprechend, seine analytische Methode ist aber mit zu grossen Versuchsfehlern behaftet. Wer die Schwierigkeiten kennt, welche die auf Hundertstelprocente genaue Bestimmung des Kohlenstoffs durch Elementaranalyse bei Gegenwart anderer flüchtiger Metalloide verursacht, wird den von Steiner selbst nur als provisorisch angesehenen Berechnungen gewiss keine entscheidende Gültigkeit beimessen. Wir müssen daher nach wie vor<sup>14)</sup> das Mittel aus allen auch nur einigermaassen

<sup>11)</sup> In Deutschland sind diese Zahlen durch mein Lehrbuch der anorganischen Chemie bereits in weiteren Kreisen im Gebrauch.

<sup>12)</sup> Zeitschrift für anorganische Chemie 1900, XXIII, 245.

<sup>13)</sup> Berichte der deutschen chem. Ges. 1901, XXXIV, 570.

<sup>14)</sup> Vgl. Erdmann, diese Zeitschr. 1900, 463.

vertrauenswürdigen Bestimmungen nehmen. Ich bin in der Lage, hier eine ganz neue Zahl von P. Koethner<sup>15)</sup> bereits mit zu verwerthen, welche das Endresultat nicht verschiebt, wohl aber wesentlich verstärkt:

Berzelius 1812 und 1818 . . . . .	127,9
Berzelius 1832 . . . . .	127,3
v. Hauer 1857 . . . . .	126,9
Wills 1879 . . . . .	126,8
Brauner 1889 . . . . .	126,5
Staudenmaier 1895 . . . . .	126,3
Metzner 1898 . . . . .	126,9
Chikashige 1898 . . . . .	126,6
Steiner 1901 . . . . .	125,4
Koethner 1901 . . . . .	126,7

Mittel  $T_e = 126,73$ .

Das Atomgewicht des Tellurs bleibt also nach wie vor grösser als das des Jods.

Am schwierigsten liegen die Verhältnisse beim Kobalt. Weder Clarke noch Landolt scheinen hier die mühevollen und gewissenhaften Arbeiten Cl. Winkler's<sup>16)</sup> genügend gewürdigt zu haben, welche mit sorgfältigst gereinigtem Material den bisher festgehaltenen<sup>17)</sup> Werth 59,07 ergaben. Um den Arbeiten von Richards und Baxter<sup>18)</sup> ebenfalls Rechnung zu tragen und die Verständigung auf einer mittleren Basis anzubahnen, setzt die Probetafel  $Co = 58,80$  als den niedrigsten Werth, der nach Cl. Winkler bis auf Weiteres noch annehmbar erscheint. Beim Nickel kann, wenngleich wohl auch nur als Minimalwerth, die Landolt'sche Zahl adoptirt werden, aber gewiss nicht beim Palladium. Hier wäre es namentlich dringend wünschenswerth, endlich die Gründe zu erfahren, welche zu der merkwürdig niedrigen Zahl 105,2 geführt haben. Stützt sie sich wirklich nur auf die ganz veralteten Versuche aus dem Jahre 1828, mit völliger Übergangung namentlich der schönen neuen Arbeit von Hardin<sup>19)</sup>? Solange eine befriedigendere Aufklärung dieses Räthsels zu erhoffen ist, sei einstweilen zu Gunsten Landolt's noch darauf verzichtet, den bisher gebrauchten<sup>20)</sup> Werth  $Pd = 106,00$ , wie dies Clarke nicht ohne gute Gründe vorschlägt, weiter um 0,20 zu erhöhen.

## Ueber das Zerkleinern von Substanzen.

Von Walthor Hempel.

Es ist allgemein üblich, zum Zweck der Analyse das Zerkleinern der zu untersuchenden Substanzen in Achatreibschalen vorzunehmen. Bei harten Körpern pflegt man dieselben im stählernen Schlagmörser vorzu-

<sup>15)</sup> Die Publication wird in Liebig's Annalen zu Beginn des CCCXIX. Bandes erfolgen.

<sup>16)</sup> Vgl. Zeitschrift für anorgan. Chemie 1898, XVII, 236.

<sup>17)</sup> Lehrbuch, I. Auflage, Seite 628; II. Auflage, S. 611.

<sup>18)</sup> Proc. Amer. Acad. 1899, XXXIV, 351 und XXXV, 61.

<sup>19)</sup> Journ. of the American Chemical Society 1899, XXI, 943.

<sup>20)</sup> Lehrbuch, II. Aufl., S. 699.

pulvern und dann in der Achatreibschale staubfein zu mahlen.

Da nur erst kurze Zeit im Gebrauch befindliche Achatreibschalen schon nach verhältnissmässig wenigen Wochen eine ganz deutlich sichtbare Abnutzung zeigten, so hat der Verfasser eine Anzahl von Versuchen anstellen lassen, um zu ermitteln, welches Material für Reibschalen das beste ist. Zu diesem Zweck wurden aus gewöhnlichem grauen Gusseisen, Flusseisen, gehärtetem Stahl und Porzellan Kugeln von möglichst gleicher Grösse hergestellt und diese in einer Kugelmühle einerseits mit Steinkohlen, andererseits mit Glas je zwei Stunden lang umlaufen gelassen.

Die Resultate der Versuche sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	Gewicht der Kugeln g	Abnutzung der Kugeln beim Mahlen von	
		Steinkohlen g	Glas g
Gusseisen	493,290	0,0106	1,612
Flusseisen	549,352	0,0361	0,962
Gehärteter Stahl	545,948	0,0259	0,215
Porzellan	147,599	0,179	0,955

Da diese Versuche in ganz unzweifelhafter Weise darthun, dass die Abnutzung für härtere Körper beim gehärteten Stahl am geringsten ist, so wurde für die weiteren Versuche Gusseisen, Flusseisen und Porzellan ausser Betracht gelassen.

Um den thatsächlich vorkommenden Verhältnissen möglichst zu entsprechen, wurden bei den nachfolgend mitgetheilten Versuchen die zu verwendenden Materialien in der Form von Reibschalen von ganz gleicher Grösse hergestellt und in denselben je 10 g Glas solange gerieben, bis sie durch ein ganz feines Sieb vollständig durchgeschlagen werden konnten. Die Reibschalen und verwendeten Pistille wurden vor und nach den Versuchen gewogen.

Die erhaltenen Werthe sind die nachfolgenden:

	Gewicht g	Abnutzung g
Achatmörser . . . . .	371,741	0,041
Pistill . . . . .	44,242	0,011
Neue Stahlschale . . . . .	295,078	0,029
Pistill . . . . .	134,647	0,0021
Gebrauchte Stahlschale . . . . .	295,049	0,005
Pistill . . . . .	134,645	0,0004
Neuer Hartgussmörser . . . . .	884,917	0,041
Pistill . . . . .	144,383	0,0009
Gebrauchter Hartgussmörser . . . . .	884,825	0,014
Pistill . . . . .	144,382	0,0000
Schale aus grünem Flaschenglas . . . . .	195,584	0,027

Diese Versuche lehren in schlagender Weise, dass die Achatreibschalen sehr wenig widerstandsfähig sind, sie werden durch Schalen aus gewöhnlichem grünem Flaschenglas schon bedeutend übertroffen. Das beste Material für Reibschalen ist unzweifelhaft