

## Atomgewichtstabellen für das Jahr 1921.

(Eingegangen am 4. August 1921.)

Die letzte Atomgewichtstabelle der Internationalen Kommission wurde im Jahre 1916 veröffentlicht. Seitdem sind zwei Berichte erschienen, die von dem amerikanischen, dem englischen und dem französischen Mitgliede unterzeichnet sind. Diese Berichte können von den deutschen Chemikern nicht als verbindlich betrachtet werden, da sie ohne Mitwirkung des deutschen Mitgliedes zustande gekommen sind. Abgesehen hiervon, schien der Zeitpunkt gekommen, die sachlichen und formalen Grundsätze, die bisher bei der Abfassung der internationalen Berichte und Tabellen leitend gewesen waren, einer erneuten Prüfung zu unterziehen.

Die Deutsche Chemische Gesellschaft hat deshalb unter Zustimmung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft und des Vereins Deutscher Chemiker eine »Deutsche Atomgewichtskommission« gewählt, der die Aufgabe übertragen wurde, einen Bericht über die in den letzten Jahren ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen zu erstatten und eine Tabelle der zurzeit wahrscheinlichsten Atomgewichte zusammenzustellen. Sie legt hiermit die Tabelle für das Jahr 1921 vor, die das Ergebnis der Prüfung der in dem Zeitraume von 1916—1921 erschienenen Arbeiten umfaßt. Ein ausführlicher Bericht, der auf die einzelnen Abhandlungen wesentlich gründlicher eingeht, als es früher geschehen ist, soll noch im Laufe dieses Jahres folgen.

Die vorläufige Veröffentlichung der Tabelle, unabhängig von dem Gesamtbericht, dessen Fertigstellung noch einige Zeit erfordert, erschien aus praktischen Gründen geboten, da bei den Unterzeichneten vielfache dringende Anfragen nach dem Erscheinungstermin der Tabelle eingelaufen sind, insbesondere von solchen Fachgenossen, die die Atomgewichte für neu erscheinende literarische Werke benutzen wollten. Dazu kommt, daß die letzten Berichte der »internationalen« Kommission lediglich in ausländischen Zeitschriften erschienen, die dem deutschen Leser auch heute noch nur ausnahmsweise zugänglich sind.

Zum Verständnis der neuen Tabelle sei hier nur das Notwendigste gesagt. Der am meisten in die Augen springende Unterschied gegen früher besteht in ihrer Zweiteilung.

Die Tabelle I., überschrieben: »Praktische Atomgewichte«, ist für den täglichen Gebrauch des Chemikers bestimmt. Sie weist gegenüber der vom Jahre 1916 eine Reihe von Veränderungen auf. Zunächst mußten, entsprechend den neuen Forschungsergebnissen, einige Atomgewichtswerte abgeändert werden, nämlich:

	Ar	B	Bi	C	Em	F	He	N
1916:	39.88	11.0	208.0	12.005	222.4	19.0	4.00	14.01
1921:	39.9	10.90	209.0	12.00	222	19.00	4.0	14.008
			S	Sc	Th	Tu		
		1916:	32.06	44.1	232.4	168.5		
		1921:	32.07	45.10	232.1	169.4		

Ferner wurde eine Reihe von Atomgewichtszahlen, die 1916 mit 2 Dezimalen angegeben wurden, auf eine Dezimale abgerundet. Es handelt sich dabei um die Elemente: Ba, Cd, Cs, Pb, Rb und Sr. Die Atomgewichte dieser Elemente sind nach der klassischen Methode durch Analyse ihrer Halogenverbindungen unter Bezugnahme auf das Atomgewicht des Silbers bestimmt worden. Da die Unsicherheit des Atomgewichts des Silbers, bezogen auf O = 16.000,  $\frac{1}{10000}$  beträgt, werden alle Atomgewichte, die mehr oder minder indirekt von der sekundären Silber-Basis abhängen, eine noch größere Unsicherheit aufweisen, die bis etwa  $\frac{1}{2500}$  betragen kann, so daß sie in der Tabelle nicht mit größerer Genauigkeit angegeben werden sollten, als ihnen tatsächlich zukommt. Man muß deshalb in den angegebenen Fällen vorläufig auf die zweite Dezimale verzichten, auch wenn die angewandte Bestimmungsmethode bei kritischer Prüfung ihrer Ausführung und die nahe Übereinstimmung der Einzelergebnisse an sich eine größere Genauigkeit gewährleisten, als in den mit einer Dezimale notierten Werten zum Ausdruck kommt.

Diese Maßnahme ist nur eine vorläufige; sie muß solange in Geltung bleiben, bis das Verhältnis Silber:Sauerstoff noch schärfer bestimmt sein wird, als es bisher der Fall ist.

Schließlich ist in der Tabelle der Name »Niton«, der sich nicht eingebürgert hat, durch die ursprüngliche Bezeichnung »Emanation« ersetzt worden, an der die Radiochemie stets festgehalten hat.

Die Tabelle II., überschrieben: »Tabelle der chemischen Elemente und Atomarten in der Reihenfolge der Ordnungszahlen«, trägt den neuesten Erkenntnissen der Atomforschung Rechnung und ist für den Gebrauch der Wissenschaft bestimmt.

Zum Verständnis dieser Tabelle sei Folgendes bemerkt: Der Nachweis der Isotopie nicht nur bei radioaktiven, sondern auch bei vielen gewöhnlichen Elementen hat gezeigt, daß das Atomgewicht nicht mehr das unveränderliche Charakteristikum chemischer Elemente vorstellt. Bestimmend für die chemische Natur eines Elementes ist die »Ordnungszahl«, die seinen Platz im periodischen System eindeutig festlegt.

Das Element selbst kann noch aus einem Gemisch einiger oder einer ganzen Anzahl von »Atomarten« bestehen, deren Atomgewichte sich augenscheinlich um ganze Einheiten von einander unterscheiden. Das in der Praxis gefundene Atomgewicht des Elements stellt in diesem Falle einen Mittelwert dar, der sich ableitet von den das Element zusammensetzenden Atomarten und ihrer relativen Beteiligung. Diese für die Praxis lediglich in Frage kommenden mittleren Atomgewichte wurden als »Praktische Atomgewichte« bezeichnet. Die Atomgewichte der einzelnen Atomarten erhielten zur Unterscheidung von den »praktischen Atomgewichten« den Namen »Einzel-Atomgewichte«.

Der Begriff des Symbols als Formelabkürzung für die Elemente wurde beibehalten; das Symbol bezeichnet gleichzeitig die Stellung des Elementes im Periodischen System. Als Formelabkürzung für die Atomart wurde der Ausdruck Atomzeichen eingeführt. Durch das Symbol wird somit nur die Ordnungszahl, unabhängig vom Atomgewicht, dargestellt, durch das Atomzeichen außer der Ordnungszahl auch das Einzel-Atomgewicht.

Bei Elementen, die nur aus einer einzigen Atomart bestehen, deckt sich die Bezeichnung der Atomart mit der des Elementes und entsprechend das Atomzeichen mit dem Symbol.

Bei den aus mehreren Atomarten bestehenden gewöhnlichen Elementen fehlt bisher für die einzelnen Atomarten eine systematische Bezeichnung. Ohne hier einer endgültigen Namengebung vorgreifen zu wollen, ist in der Tabelle zwecks besserer Übersicht für die zu derselben Ordnungszahl gehörigen verschiedenen Atomarten der Name des Elementes unter Beisetzung der Atomgewichte als Indices aufgeführt. Beispielsweise bedeutet Chlor<sub>35</sub> die Atomart Chlor vom Atomgewicht 35.

Bei den radioaktiven Substanzen ist die Benennung der einzelnen Atomarten seit langem durchgeführt.

Die Einzel-Atomgewichte sind mit der Genauigkeit angegeben, wie sie die Bestimmungsmethode zuläßt (in den besten Fällen etwa  $\frac{1}{1000}$ ). Da diese Methoden also vorläufig nicht die Genauigkeit beanspruchen können, mit der die praktischen Atomgewichte festgestellt werden konnten, so ist es nicht zu entscheiden, ob die sicher vorhandenen Abweichungen von der Ganzzahligkeit, wie z. B. beim Stickstoff (14.01) oder beim Phosphor (31.04) auf spurenweise Beimengungen von Isotopen oder auf Massendefekte zurückzuführen sind.

Das Weitere ergibt sich aus den Anmerkungen, die der Tabelle II beigelegt sind.

M. Bodenstein, O. Hahn,  
O. Höning Schmid, R. J. Meyer,  
W. Ostwald, Vors.

1921.

## Praktische Atomgewichte.

Ag	Silber . . . . .	107.88	Mo	Molybdän . . . . .	96.0
Al	Aluminium . . . . .	27.1	N	Stickstoff . . . . .	14.008
Ar	Argon . . . . .	39.9	Na	Natrium . . . . .	23.00
As	Arsen . . . . .	74.96	Nb	Niobium . . . . .	93.5
Au	Gold . . . . .	197.2	Nd	Neodym . . . . .	144.3
B	Bor . . . . .	10.90	Ne	Neon . . . . .	20.2
Ba	Barium . . . . .	137.4	Ni	Nickel . . . . .	58.68
Be	Beryllium . . . . .	9.1	O	<b>Sauerstoff . . . . .</b>	<b>16.000</b>
Bi	Wismut . . . . .	209.0	Os	Osmium . . . . .	190.9
Br	Brom . . . . .	79.92	P	Phosphor . . . . .	31.04
C	Kohlenstoff . . . . .	12.00	Pb	Blei . . . . .	207.2
Ca	Calcium . . . . .	40.07	Pd	Palladium . . . . .	106.7
Cd	Cadmium . . . . .	112.4	Pr	Praseodym . . . . .	140.9
Ce	Cerium . . . . .	140.25	Pt	Platin . . . . .	195.2
Cl	Chlor . . . . .	35.46	Ra	Radium . . . . .	226.0
Co	Kobalt . . . . .	58.97	Rb	Rubidium . . . . .	85.5
Cr	Chrom . . . . .	52.0	Rh	Rhodium . . . . .	102.9
Cs	Caesium . . . . .	132.8	Ru	Ruthenium . . . . .	101.7
Cu	Kupfer . . . . .	63.57	S	Schwefel . . . . .	32.07
Dy	Dysprosium . . . . .	162.5	Sb	Antimon . . . . .	120.2
Em	Emanation . . . . .	222	Sc	Scandium . . . . .	45.10
Er	Erbium . . . . .	167.7	Se	Selen . . . . .	79.2
Eu	Europium . . . . .	152.0	Si	Silicium . . . . .	28.3
F	Fluor . . . . .	19.00	Sm	Samarium . . . . .	150.4
Fe	Eisen . . . . .	55.84	Sn	Zinn . . . . .	118.7
Ga	Gallium . . . . .	69.9	Sr	Strontium . . . . .	87.6
Gd	Gadolinium . . . . .	157.3	Ta	Tantal . . . . .	181.5
Ge	Germanium . . . . .	72.5	Tb	Terbium . . . . .	159.2
H	Wasserstoff . . . . .	1.008	Te	Tellur . . . . .	127.5
He	Helium . . . . .	4.0	Th	Thorium . . . . .	232.1
Hg	Quecksilber . . . . .	200.6	Ti	Titan . . . . .	48.1
Ho	Holmium . . . . .	163.5	Tl	Thallium . . . . .	204.0
In	Indium . . . . .	114.8	Tu	Thulium . . . . .	169.4
Ir	Iridium . . . . .	193.1	U	Uran . . . . .	238.2
J	Jod . . . . .	126.92	V	Vanadium . . . . .	51.0
K	Kalium . . . . .	39.10	W	Wolfram . . . . .	184.0
Kr	Krypton . . . . .	82.92	X	Xenon . . . . .	130.2
La	Lanthan . . . . .	139.0	Y	Yttrium . . . . .	88.7
Li	Lithium . . . . .	6.94	Yb	Ytterbium . . . . .	173.5
Lu	Lutetium . . . . .	175.0	Zn	Zink . . . . .	65.37
Mg	Magnesium . . . . .	24.32	Zr	Zirkonium . . . . .	90.6
Mn	Mangan . . . . .	54.93			

Tabelle der chemischen Elemente und Atomarten in der Reihenfolge der Ordnungszahlen<sup>1)</sup>.

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	»praktisches Atomgewicht«	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	»Einzel-Atomgewicht«, soweit bisher festgestellt
1	H	Wasserstoff . . . .	1.008	Wasserstoff . . . .	H	1.008
2	He	Helium . . . . .	4.00	Helium . . . . .	He	4.0
3	Li	Lithium . . . . .	6.94	Lithium <sub>6</sub> . . . . .		6.0
				Lithium <sub>7</sub> . . . . .		7.0
4	Be	Beryllium . . . . .	9.1			
5	B	Bor . . . . .	10.9	Bor <sub>10</sub> . . . . .		10.0
				Bor <sub>11</sub> . . . . .		11.0
6	C	Kohlenstoff . . . .	12.00	Kohlenstoff . . . .	C	12.0
7	N	Stickstoff . . . . .	14.008	Stickstoff . . . . .	N	14.0
8	O	Sauerstoff . . . . .	16.000	Sauerstoff . . . . .	O	16.000
9	F	Fluor . . . . .	19.00	Fluor . . . . .	F	19.0
10	Ne	Neon . . . . .	20.2	Neon . . . . .		20.0
				Metaneon . . . . .		22.0
				Neon <sub>21</sub> ? . . . . .		21.0?
11	Na	Natrium . . . . .	23.00	Natrium . . . . .		23
12	Mg	Magnesium . . . . .	24.32	Magnesium <sub>24</sub> . . . .		24
				Magnesium <sub>25</sub> . . . .		25
				Magnesium <sub>26</sub> . . . .		26
13	Al	Aluminium . . . . .	27.1			
14	Si	Silicium . . . . .	28.3	Silicium <sub>28</sub> . . . . .		28.0
				Silicium <sub>29</sub> . . . . .		29.0
				Silicium <sub>30</sub> ? . . . . .		30.0?
15	P	Phosphor . . . . .	31.04	Phosphor . . . . .	P	31.0
16	S	Schwefel . . . . .	32.07	Schwefel . . . . .	S	32.0
17	Cl	Chlor . . . . .	35.46	Chlor <sub>35</sub> . . . . .		35.0
				Chlor <sub>37</sub> . . . . .		37.0
				Chlor <sub>39</sub> ? . . . . .		39.0?
18	Ar	Argon . . . . .	39.9	Argon <sub>36</sub> . . . . .		36.0
				Argon <sub>40</sub> . . . . .		40.0
19	K	<i>Kalium</i> . . . . .	39.10	<i>Kalium</i> <sub>39</sub> <sup>2)</sup> . . . . .		39
				<i>Kalium</i> <sub>41</sub> . . . . .		41
20	Ca	Calcium . . . . .	40.07			
21	Sc	Scandium . . . . .	45.10			
22	Ti	Titan . . . . .	48.1			

1) Die Bestimmung der »Einzel-Atomgewichte« bis zum Quecksilber geschah nach den Methoden der »Kanalstrahlen-Analyse«.

Die kursiv gedruckten Elemente und Atomarten sind radioaktiv; die kursiv gedruckten Atomgewichte sind auf Grund feststehender genetischer Zusammenhänge berechnet, die eingeklammerten kursiven Zahlen sind hypothetisch.

2) Es ist nicht entschieden, ob beide oder nur eine der beiden Atomarten des Kaliums radioaktiv sind. Dasselbe gilt für Rubidium.

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	»praktisches Atomgewicht«	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	»Einzel-Atom- gewicht«, soweit bisher festgestellt
23	V	Vanadium . . . . .	51.0			
24	Cr	Chrom . . . . .	52.0			
25	Mn	Mangan . . . . .	54.93			
26	Fe	Eisen . . . . .	55.84			
27	Co	Kobalt . . . . .	58.97			
28	Ni	Nickel . . . . .	58.68	Nickel <sub>58</sub> . . . . .		58
				Nickel <sub>60</sub> . . . . .		60
29	Cu	Kupfer . . . . .	63.57			
30	Zn	Zink . . . . .	65.37			
31	Ga	Gallium . . . . .	69.9			
32	Ge	Germanium . . . . .	72.5			
33	As	Arsen . . . . .	74.96	Arsen . . . . .	As	75.0
34	Se	Selen . . . . .	79.2			
35	Br	Brom . . . . .	79.92	Brom <sub>79</sub> . . . . .		79.0
				Brom <sub>81</sub> . . . . .		81.0
36	Kr	Krypton . . . . .	82.92	Krypton <sub>78</sub> . . . . .		78.0
				Krypton <sub>80</sub> . . . . .		81.0
				Krypton <sub>82</sub> . . . . .		82.0
				Krypton <sub>83</sub> . . . . .		83.0
				Krypton <sub>84</sub> . . . . .		84.0
				Krypton <sub>86</sub> . . . . .		86.0
37	Rb	Rubidium . . . . .	85.5	Rubidium <sub>85</sub> <sup>1)</sup> . . . . .		85
				Rubidium <sub>87</sub> . . . . .		87
38	Sr	Strontium . . . . .	87.6			
39	Y	Yttrium . . . . .	88.7			
40	Zr	Zirkonium . . . . .	90.6			
41	Nb	Niobium . . . . .	93.5			
42	Mo	Molybdän . . . . .	96.0			
43	—	— . . . . .	—			
44	Ru	Ruthenium . . . . .	101.7			
45	Rh	Rhodium . . . . .	102.9			
46	Pd	Palladium . . . . .	106.7			
47	Ag	Silber . . . . .	107.88			
48	Cd	Cadmium . . . . .	112.4			
49	In	Indium . . . . .	114.8			
50	Sn	Zinn . . . . .	118.7			
51	Sb	Antimon . . . . .	120.2			
52	Te	Tellur . . . . .	127.5			
53	J	Jod . . . . .	126.92	Jod . . . . .	J	127
54	X	Xenon . . . . .	130.2	Xenon <sub>129</sub> . . . . .		129
				Xenon <sub>131</sub> . . . . .		131
				Xenon <sub>132</sub> . . . . .		132
				Xenon <sub>134</sub> . . . . .		134
				Xenon <sub>136</sub> . . . . .		136
				Xenon <sub>138</sub> ? . . . . .		128?
				Xenon <sub>140</sub> ? . . . . .		130?

1) Vergl. Anm. beim Kalium.

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	»praktisches Atomgewicht«	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	»Einzel-Atomgewicht«, soweit bisher festgestellt
55	Cs	Cäsium . . . . .	132.8			
56	Ba	Barium . . . . .	137.4			
57	La	Lanthan . . . . .	139.0			
58	Ce	Cer . . . . .	140.25			
59	Pr	Praseodym . . . . .	140.9			
60	Nd	Neodym . . . . .	144.3			
61	—	— . . . . .	—			
62	Sm	Samarium . . . . .	150.4			
63	Eu	Europium . . . . .	152.0			
64	Gd	Gadolinium . . . . .	157.3			
65	Tb	Terbium . . . . .	159.2			
66	Dy	Dyprosium . . . . .	162.5			
67	Ho	Holmium . . . . .	163.5			
68	Er	Erbium . . . . .	167.7			
69	Tm	Thulium . . . . .	169.4			
70	Yb	Ytterbium . . . . .	173.5			
71	Lu	Lutetium . . . . .	175.0			
72	—	— . . . . .	—			
73	Ta	Tantal . . . . .	181.5			
74	W	Wolfram . . . . .	184.0			
75	—	— . . . . .	—			
76	Os	Osmium . . . . .	190.9			
77	Ir	Iridium . . . . .	193.1			
78	Pt	Platin . . . . .	195.2			
79	Au	Gold . . . . .	197.2			
80	Hg	Quecksilber . . . . .	200.6	Quecksilber <sub>197-200</sub>		197 - 200 (noch nicht auf- gelöst)
				Quecksilber <sub>202</sub> . . . . .		202
				Quecksilber <sub>204</sub> . . . . .		204
81	Tl	Thallium . . . . .	204.0	<i>Aktinium C''</i> . . . . .	<i>Ac''</i>	(206)
				<i>Thorium C''</i> . . . . .	<i>Th C''</i>	208
				<i>Radium C''</i> . . . . .	<i>Ra C''</i>	210
82	Pb	Blei . . . . .	207.2	Radium G (Uranblei)	Ra G	206 (206)
				<i>Aktinium D</i> . . . . .		
				Thorium D (Thorblei)	Th D	208
				<i>Radium D</i> . . . . .	<i>Ra D</i>	210
				<i>Aktinium B</i> . . . . .	<i>Ac B</i>	(210)
				<i>Thorium B</i> . . . . .	<i>Th B</i>	212
				<i>Radium B</i> . . . . .	<i>Ra B</i>	214

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	»praktisches Atomgewicht«	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	»Einzel-Atomgewicht«, soweit bisher festgestellt
83	Bi	Wismut . . . . .	209.0	<i>Radium E</i> . . . . . <i>Aktinium C</i> . . . . . <i>Thorium C</i> . . . . . <i>Radium C</i> . . . . .	<i>Ra E</i> <i>Ac C</i> <i>Th C</i> <i>Ra C</i>	210 (210) 212 214
84	Po	Polonium . . . . .		<i>Polonium (Radium F)</i> <i>Aktinium C'</i> . . . . . <i>Thorium C'</i> . . . . . <i>Radium C'</i> . . . . . <i>Aktinium A</i> . . . . . <i>Thorium A</i> . . . . . <i>Radium A</i> . . . . .	<i>Po (Ra F)</i> <i>Ac C'</i> <i>Th C'</i> <i>Ra C'</i> <i>Ac A</i> <i>Th A</i> <i>Ra A</i>	210 (210) 212 214 (214) 216 218
85	—	—	—			
86	Em	Emanation . . . . .	222	<i>Aktinium-Emanation</i> <i>Thorium-Emanation</i> <i>Radium-Emanation</i>	<i>Ac Em</i> <i>Th Em</i> <i>Ra Em</i>	(218) 220 222 <sup>1)</sup>
87	—	—	—			
88	Ra	Radium . . . . .	226.0	<i>Aktinium X</i> . . . . . <i>Thorium X</i> . . . . . <i>Radium</i> . . . . . <i>Mesothorium 1</i> . . . . .	<i>Ac X</i> <i>Th X</i> <i>Ra</i> <i>Ms Th<sub>1</sub></i>	(222) 224 226.0 228
89	Ac	Aktinium . . . . .		<i>Aktinium</i> . . . . . <i>Mesothorium 2</i> . . . . .	<i>Ac</i> <i>Ms Th<sub>2</sub></i>	(226) 228
90	Th	Thorium . . . . .	232.1	<i>Radioaktinium</i> . . . . . <i>Radiothorium</i> . . . . . <i>Ionium</i> . . . . . <i>Uran Y</i> . . . . . <i>Uran X<sub>1</sub></i> . . . . .	<i>Ra Ac</i> <i>Ra Th</i> <i>Io</i> <i>U Y</i> <i>U X<sub>1</sub></i>	(226) 228 230 <sup>2)</sup> (230) 234
91	Pa	Protaktinium . . . . .		<i>Protaktinium</i> . . . . . <i>Uran X<sub>2</sub> (Brevium)</i>	<i>Pa</i> <i>U X<sub>2</sub> (Bv)</i>	(230) 234
92	U	Uran . . . . .	238.2	<i>Uran II</i> . . . . . <i>Uran I</i> . . . . .	<i>U II</i> <i>U I</i>	234 238

<sup>1)</sup> Der Wert wurde durch direkte Dichte-Bestimmung innerhalb der Versuchsfehler bestätigt.

<sup>2)</sup> Der Wert wurde durch experimentelle Atomgewichts-Bestimmung eines Ionium-Thorium-Gemisches gestützt.