Werk

Titel: Über die von der Deutschen Atomgewichtskommission herausgegebeneTabelle der "Che...

Autor: Hahn, Otto

Ort: Berlin

Jahr: 1922

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0010|log630

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

sämtlichen untersuchten Tierarten (Meerschweinchen, Kaninchen, Katze, Hund und Affe) vorhanden. Es ist aber interessant festzustellen, welchen verschiedenen Gebrauch diese Tiere je nach ihrem Körperbau und der Entwicklung ihres Zentralnervensystems von diesen Reflexen machen. Man kann sich das leicht veranschaulichen, wenn man das Verhalten eines niedrig stehenden Hocktieres, wie des Meerschweinchens, mit dem eines hoch entwickelten Spring- und Klettertieres wie des Affen mit seiner ausgebildeten Großhirntätigkeit vergleicht. Eine nächste Aufgabe der Untersuchung ist, festzustellen, wie der Mensch, der die genannten Reflexgruppen ebenfalls besitzt, dieselben für seine besonderen Zwecke benutzt. Hier ergibt sich sowohl für die physiologische als für die pathologische Forschung ein dankbares Arbeitsfeld.

Literatur:

1. Pflügers Archiv Bd. *186*, S. 6, 1921 (dort die frühere Literatur). — 2. Ibid. *193*, 396, 1922. — *194*, 407, 1922. — 3. Verhandl. d. Dtsch. pharmakologischen Gesellschaft 1921. — 4. Sitzungsber. d. Kon. Academie v. Wetenschappen Amsterdam *31*, 184, 1922.

Über die von der Deutschen Atomgewichtskommission herausgegebene Tabelle der „Chemischen Elemente und Atomarten".

Von Otto Hahn, Berlin-Dahlem.

Im letzten Hefte dieser Zeitschrift hat Herr *R. J. Meyer* in einem Aufsatz über Atomgewichtsfragen die historische Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der praktischen Atomgewichtsforschung in übersichtlicher Weise dargestellt. Der Verfasser ist auch kurz eingegangen auf den prinzipiellen Unterschied, der zwischen der deutschen Atomgewichtstabelle für 1921 und allen früheren und auch den gleichzeitig erschienenen internationalen und einzelstaatlichen Atomgewichtstabellen besteht. Der Unterschied beruht nämlich auf ihrer Zweiteilung; es wurde aufgestellt I. eine Tabelle der praktischen Atomgewichte und II. eine Tabelle der chemischen Elemente und Atomarten in der Reihenfolge der Ordnungszahlen.

Herr *R. J. Meyer* beschränkt sich in seinen Darlegungen auf die Besprechung der „Praktischen Atomgewichte", also auf die Tabelle I der Kommission. Im folgenden sollen nun in Kürze die Gründe dargelegt werden, weshalb noch eine weitere Tabelle aufgestellt wurde, und die Gesichtspunkte erörtert werden, nach denen bei Aufstellung dieser neuartigen zweiten Tabelle verfahren wurde.

Zum ersten Male als zu eng gefaßt erwies sich die bisher geläufige Übersicht über das periodische System der Elemente und die damit zusammenhängende Atomgewichtstabelle nach der Auffindung der zahlreichen radioaktiven Substanzen. Beim Radium und der Radiumemanation konnte kein Zweifel bestehen, daß man es hier mit neuen chemischen Elementen zu tun hatte, denn sie genügten durchaus den allgemeinen Anforderungen, die man an ein chemisches Element zu stellen gewohnt war. Ihre chemischen Eigenschaften und ihr besonders im Falle des Radiums äußerst exakt bestimmtes Atomgewicht wiesen ihnen Plätze an, die vorher unbesetzt waren. Daß diese Stoffe einem inneratomistischen Atomzerfall unterliegen, daß sie sich unter Abspaltung von Helium stufenweise in neue Substanzen mit neuen chemischen Eigenschaften abbauen, konnte ihre Stellung als chemische Elemente nicht erschüttern, vielmehr mußte man umgekehrt die Unveränderlichkeit und innere Einheitlichkeit der chemischen Grundstoffe aufgeben.

Viel schwieriger war aber die Einreihung der vielen anderen radioaktiven Substanzen, die im Laufe der Jahre entdeckt worden waren. Sie hatten das gleiche Recht, als chemische Elemente behandelt zu werden, wie die beiden oben genannten. Der Unterschied bestand nur darin, daß sie im allgemeinen zu unbeständig waren, als daß sie sich in wägbaren Mengen hätten ansammeln können. Aber auf Grund einwandfrei nachweisbarer Beziehungen untereinander konnte man die Atomgewichte auch dieser Substanzen mit großer Sicherheit angeben; im Prinzip stand nichts dagegen, auch diese Stoffe in die Atomgewichtstabelle aufzunehmen.

Immerhin handelte es sich bei all diesen Körpern um Elemente, die für den praktisch arbeitenden Chemiker keine unmittelbare Bedeutung hatten. Es genügte die Aufstellung spezieller Tabellen der radioaktiven Substanzen und ihrer Beziehungen untereinander, um den Anforderungen der Forschung Rechnung zu tragen. Die Atomgewichtstabelle blieb im wesentlichen die gleiche wie vorher.

Die weitere Erforschung der radioaktiven Stoffe und ihrer Beziehungen untereinander brachte nun aber bald eine Reihe von Entdeckungen, von denen auch die gewöhnlichen chemischen Elemente nicht unberührt blieben, und an denen man bei Abfassung der Atomgewichtstabelle nicht vorbeigehen konnte. Durch die Aufstellung der radioaktiven Verschiebungssätze wurden die chemischen Eigenschaften aller bekannten Radioelemente eindeutig festgelegt und ihre Stellung im periodischen System sichergestellt. Es zeigte sich, daß die Stellen im periodischen System vom Thallium bis zum Uran, soweit sie überhaupt besetzt waren, niemals von nur einem, sondern häufig von einer ganzen Anzahl von chemisch gleichen Elementen ausgefüllt wurden, deren Atomgewichte untereinander bis zu 8 Einheiten verschieden sein konnten.

Solche Elemente gleicher Platznummer im periodischen System und damit gleicher chemischer Eigenschaften, aber verschiedenem Atomgewicht, werden bekanntlich als isotope Elemente

bezeichnet. Und der erste große praktische Erfolg der Isotopenlehre war die Auffindung der isotopen Bleiarten.

Mit den isotopen Bleiarten ist der Übergang von den radioaktiven Elementen zu den gewöhnlichen chemischen Elementen vollzogen. Zu dem gewöhnlichen Blei vom Atomgewicht 207,2 treten neben einer Anzahl radioaktiver zwei weitere inaktive Bleiarten, das Uranblei vom Atomgewicht 206 und das Thorblei vom Atomgewicht 208. Ihr Name zeigt ihren Ursprung an; alles Blei, das z. B. durch den Zerfall des Urans im Laufe der Jahrmillionen entstanden ist, hat nicht das Atomgewicht 207,2, sondern das Atomgewicht 206; da sich dieses Uranblei bei Verarbeitung geeigneter reiner Uranmineralien u. U. tonnenweise herstellen läßt, so muß die Atomgewichtstabelle diesem Blei in irgendeiner Weise Rechnung tragen.

Nach Mitteilungen der Herren *St. Meyer* und *Hönigschmid* ist im belgischen Kongo vor kurzem ein Uranmineral aufgefunden worden, das durch einen Gehalt von nicht weniger als 25 % augenscheinlich reinen Uranbleis ausgezeichnet ist, und dessen geologisches Alter sich daher auf mehrere Milliarden Jahre berechnen läßt. Im Hinblick hierauf könnte man nun leicht folgendes Gedankenspiel machen. Das gewöhnliche Blei ist im belgischen Kongo nicht erhältlich. Die Studenten der Kongohochschulen würden sich daher zweckmäßig ihr Blei aus dem erwähnten Uranmineral abscheiden und dann ihre quantitativen Analysen mit diesem Uranblei durchführen. Bei Benutzung des Bleiatomgewichts der üblichen Atomgewichtstabellen bekämen sie nun immer falsche, und zwar zu niedrige Werte für ihr Blei. In der Kongotabelle hätte eben für Blei der Wert 206,0 zu stehen, statt 207,2.

Ganz ebenso läßt sich leicht der Fall konstruieren, daß die jungen Analytiker ihr Blei aus uranfreien Thormineralien gewännen. Auch sie machten ihre Analysen falsch, und zwar im umgekehrten Sinne.

Heute wissen wir, daß es nicht nur unter den radioaktiven Stoffen und ihren letzten Umwandlungsprodukten isotope Elemente gibt, sondern die grundlegenden Arbeiten von *Aston* über die Massenspektroskopie der gewöhnlichen chemischen Elemente hat eine sich noch dauernd vermehrende Anzahl isotoper Elementgemische aufgedeckt, so daß man heute mit Sicherheit sagen kann, daß alle Elemente, deren Atomgewicht sich wesentlich von der Ganzzahligkeit, bezogen auf Sauerstoff = 16,000, unterscheidet, Isotopengemische vorstellen.

Aus alledem sieht man, daß das Atomgewicht nicht mehr das unveränderliche Charakteristikum chemischer Elemente vorstellt. An seine Stelle ist eine andere Größe getreten, nämlich die sog. Ordnungszahl, die man erhält, wenn man die chemischen Elemente in der Reihenfolge ihrer Stellung im periodischen System fortlaufend durchnumeriert, also beginnend beim Wasserstoff = 1, fortlaufend beim Helium = 2 usf. bis schließlich endigend beim Uran, dem die höchste Ordnungszahl = 92 zuzuschreiben ist. Daß die Zuordnung der Ordnungszahlen einwandfrei ist, ergibt sich aus den Moseleyschen Messungen der Röntgenspektren der chemischen Elemente, aus denen sich die Anzahl der Lücken im periodischen System mit Sicherheit erkennen läßt; aus denen man auch gleichzeitig sieht, daß die früheren Unstimmigkeiten zwischen der Stellung gewisser Elemente im periodischen System und ihrem Atomgewicht (A—K, Co—Ni, Te—J) nur scheinbar sind, hervorgerufen durch das zufällige mittlere Atomgewicht der betr. Isotopengemische.

Die Ordnungszahl bestimmt also einwandfrei die Stellung eines Elementes im periodischen System, und bei einer systematischen Aufstellung einer Elemententabelle tritt diese Ordnungszahl an Stelle des früheren Atomgewichts.

Die deutsche Atomgewichtskommission hat nun diesen neueren Erkenntnissen in der Elementenforschung durch Aufstellung ihrer Tabelle II Rechnung getragen Sie unterscheidet darin zwischen „Element“ und „Atomart“[1]). Das Element ist definiert durch seine Ordnungszahl und seine Stelle im periodischen System. Es kann selbst noch aus einem Gemisch einiger oder einer ganzen Anzahl von „Atomarten“ bestehen, deren „Atomgewichte“ sich um ganze oder nahezu ganze Einheiten voneinander unterscheiden. Nach *Fajans* bezeichnet man diese an einer Stelle des periodischen Systems stehenden Isotopengruppen als Plejaden. Die Atomarten sind also in ihren Eigenschaften genauer definiert als die Elemente. Neben bestimmter Ordnungszahl und daher festgelegter Stellung im periodischen System haben sie ein feststehendes einheitliches Atomgewicht. Im Falle der radioaktiven Substanzen sind sie außerdem charakterisiert durch ihre speziellen radioaktiven Eigenschaften, mittels deren sie sich von allen anderen Atomarten unterscheiden. Ohne jeden Zwang lassen sich so die radioaktiven und die isotopen Atomarten zu einer einheitlichen übersichtlichen Tabelle zusammenfassen.

Der Begriff des Symbols als Formelabkürzung für die Elemente wurde beibehalten; das Symbol bezeichnet also 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 Einzelatomgewicht.

Beispiel: Pb, d. h. Element Blei, Ordnungszahl 82; Pb_{206}, d. h. Atomart Uranblei, Ordnungszahl 82, Atomgewicht 206.

Bei Elementen, die nur aus einer einzigen

[1]) *F. Paneth*, Naturwissenschaften *8*, 839, 1920.

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. Die Deutsche Atomgewichtskommission wollte hier einer endgültigen Namengebung nicht vorgreifen. Sie hat in ihrer Tabelle zwecks besserer Übersicht für die zu einer und derselben Ordnungszahl gehörigen verschiedenen Atomarten den Namen des Elementes unter Beisetzung der Einzelatomgewichte als Indizes aufgeführt. So bezeichnet $Chlor_{35}$ die Atomart Chlor mit dem Einzelatomgewicht 35.

Die radioaktiven Atomarten, deren Bezeichnungen sich historisch aus ihrer Entdeckungsgeschichte und ihren Beziehungen untereinander ergeben, behielten ihre allgemein angenommenen Namen bei. Sie stehen als einzelne Atomarten bei den Elementen, zu denen sie ihrer Ordnungszahl und ihren chemischen Eigenschaften nach gehören, z. B. RaC, ThC beim Wismut, Uran I, Uran II beim Uran.

In den Fällen, in denen einer bestimmten Ordnungszahl *nur* radioaktive Atomarten zugehören, wurde der Name der beständigsten Atomart als Elementbezeichnung beibehalten, z. B. Radium, Polonium.

Die Bestimmung der Einzelatomgewichte der nicht radioaktiven Atomarten geschah mit Ausnahme des Uranbleis und Thorbleis, immer nach der Methode der „Kanalstrahlenanalyse". Die Genauigkeit dieser Bestimmungen reicht vorerst nicht an die Genauigkeit der chemischen oder physiko-chemischen praktischen Atomgewichtsbestimmungen heran. In den besten Fällen beträgt die Fehlermöglichkeit noch 1 Promille. Soweit es sich aber bis jetzt überblicken läßt, sind die Einzelatomgewichte ganze oder sehr nahe ganze Zahlen. Daher sind alle Einzelatomgewichte auch in der Tabelle als ganze Zahlen angegeben, und zwar mit der Stellengenauigkeit, wie die Bestimmungsmethode sie zuläßt. Die einzige Ausnahme von dieser Ganzzahligkeit bildet vorerst der Wasserstoff, der auch nach der Kanalstrahlenmethode sich zu 1,008, verglichen mit Sauerstoff = 16,000 ergibt.

Aber es ist durchaus möglich, daß auch andere Einzelatomgewichte Abweichungen von der Ganzzahligkeit zeigen werden, und zwar aus folgenden Gründen: Nach allem, was man heute über den Aufbau der Atomkerne weiß, bestehen diese aus Heliumkernen, Wasserstoffkernen und Elektronen. Außerdem ist es im höchsten Maße wahrscheinlich, daß auch die Heliumkerne ihrerseits aus Wasserstoffkernen aufgebaut sind. Da nun das Atomgewicht des Wasserstoffs 1,0077 ist, das des Heliums 4,0, so muß bei der Bildung des Heliums aus Wasserstoff ein Massenverlust, ein sog. Massendefekt stattgefunden haben, den man sich nach der modernen Auffassung der Äquivalenz von Energie und Masse erklären kann durch eine ungeheure Energieabgabe bei der Bildung des Heliums. Diese Energieabgabe läßt sich aus dem tatsächlich beobachteten Massendefekt berechnen. Sie ist pro Heliumatom um ein Mehrfaches größer, als der Energie der aus den radioaktiven Elementen emittierten α-Strahlen entspricht. Dies erklärt die große Stabilität der Heliumatome und erklärt, warum es nicht gelingt, Helium durch α-Strahlen in Wasserstoff zu zerlegen. Die Energie auch der schnellsten α-Strahlen reicht dazu noch nicht aus. Andererseits ist es *Rutherford* einwandfrei gelungen, den Kern des Stickstoffs und einer Reihe anderer Elemente durch α-Strahlen zu zertrümmern. Und zwar sind das immer Elemente, deren Atomgewicht nicht durch 4 teilbar sind, die also nicht aus reinen Heliumkernen entstanden sein können.

Nehmen wir z. B. den Fall des Stickstoffs, so kann man ihn sich aufgebaut denken aus 3 Heliumkernen und 2 Wasserstoffkernen. Da es gelingt, die Wasserstoffkerne aus dem Stickstoff herauszuschlagen, so folgert *Rutherford*, daß die beiden Wasserstoffkerne nicht so fest in dem Atomkern des Stickstoffs verankert sind, als das Helium; daß sie vielleicht als Satelliten um die 3 Heliumkerne kreisen. In diesem Falle ist es also durchaus möglich, daß das Atomgewicht des Stickstoffs nicht genau = 14,00 ist, sondern sich zusammensetzt aus 3 Heliumkernen = 12,0 und 2 Wasserstoffkernen $2 \times 1{,}0077 = 2{,}015$, was zusammen das Atomgewicht 14,015 ergibt. Das experimentell gefundene Atomgewicht des Stickstoffs liegt etwa in der Mitte zwischen diesem Wert und der ganzen Zahl 14,00. Eine nach Möglichkeit noch genauere Bestimmung des Stickstoffatomgewichts wäre im Hinblick auf die eben angeschnittene Frage des Massendefektes von größtem Interesse.

Man erkennt aus diesem Beispiel den großen Wert, den sehr genaue Atomgewichtsbestimmungen auch heute noch haben.

Ein anderes Beispiel für den Massendefekt, der beim Freiwerden großer Energiemengen eintritt, bieten die unter α-Strahlen-Emission einhergehenden radioaktiven Prozesse. Aus der Energie eines schnell bewegten α-Teilchens läßt sich berechnen, daß bei den radioaktiven α-Umwandlungen außer dem Verlust von je 4 Atomgewichtseinheiten für das ausgeschleuderte Heliumatom ein Massendefekt von 0,009 Atomgewichtseinheiten pro α-Strahlen-Umwandlung eintritt. Angenommen nun, das Radium hätte genau das Atomgewicht 226,0, dann berechnet sich hieraus für das durch Emission von 5 Heliumatomen entstehende Uranblei nicht der Wert 206,0, sondern er ist um $5 \cdot 0{,}009 = 0{,}045$ Einheiten niedriger; es ergäbe sich der theoretische Wert für das Uranblei zu 205,955. Auch hier sind sehr genaue Atomgewichtsbestimmungen an einwandfrei reinem Uranblei von hohem

Tabelle der chemischen Elemente und Atomarten in der Reihenfolge der Ordnungszahlen[1]).

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	$Lithium_6$		6,0
				$Lithium_7$		7,0
4	Be	Beryllium	9,1			
5	B	Bor	10,9	Bor_{10}		10,0
				Bor_{11}		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
				$Neon_{21}$?		21,0 ?
11	Na	Natrium	23,00	Natrium		23
12	Mg	Magnesium	24,32	$Magnesium_{24}$		24
				$Magnesium_{25}$		25
				$Magnesium_{26}$		26
13	Al	Aluminium	27,1			
14	Si	Silicium	28,3	$Silicium_{28}$		28,0
				$Silicium_{29}$		29,0
				$Silicium_{30}$?		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	$Chlor_{35}$		35,0
				$Chlor_{37}$		37,0
				$Chlor_{39}$?		39,0 ?
18	Ar	Argon	39,9	$Argon_{36}$		36,0
				$Argon_{40}$		40,0
19		*Kalium*	39,10	*$Kalium_{39}$*[2])		39
				$Kalium_{41}$		41
20	Ca	Calcium	40,07			
21	Sc	Scandium	45,10			
22	Ti	Titan	48,1			
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	$Nickel_{58}$		58
				$Nickel_{60}$		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			

[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-Atomgewicht“, soweit bisher festgestellt
35	Br	Brom	79,92	$Brom_{79}$		79,0
				$Brom_{81}$		81,0
36	Kr	Krypton	82,92	$Krypton_{78}$		78,0
				$Krypton_{80}$		80,0
				$Krypton_{82}$		82,0
				$Krypton_{83}$		83,0
				$Krypton_{84}$		84,0
				$Krypton_{86}$		86,0
37	*Rb*	*Rubidium*	85,5	*Rubidium*$_{85}$[3]		85
				Rubidium$_{87}$		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	$Xenon_{129}$		129
				$Xenon_{131}$		131
				$Xenon_{132}$		132
				$Xenon_{134}$		134
				$Xenon_{136}$		136
				$Xenon_{128}$?		128?
				$Xenon_{130}$?		130?
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	Dysprosium	162,5			
67	Ho	Holmium	163,5			
68	Er	Erbium	167,7			
69	Tu	Thulium	169,4			
70	Yb	Ytterbium	173,5			
71	Lu	Lutetium	175,0			
72	—	—	—			
73	Ta	Tantal	181,5			

[3]) Vgl. Anm. beim Kalium.

Ordnungszahl	Symbol	Bezeichnung des Elementes	„Praktisches Atomgewicht“	Bezeichnung der Atomart	Atomzeichen	„Einzel-Atomgewicht“, soweit bisher festgestellt
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$_{197\ 200}$		197—200 (noch nicht aufgelöst)
				Quecksilber$_{202}$		202
				Quecksilber$_{204}$		204
81	Tl	Thallium	204,0			
				Aktinium C''	*Ac''*	*(206)*
				Thorium C''	*Th C''*	*208*
				Radium C''	*Ra C''*	*210*
82	Pb	Blei	207,2			
				Radium G (Uranblei)	Ra G	206
				Aktinium D		*(206)*
				Thorium D (Thorblei)	Th D	208
				Radium D	*Ra D*	*210*
				Aktinium B	*Ac B*	*(210)*
				Thorium B	*Th B*	*212*
				Radium B	*Ra B*	*214*
83	Bi	Wismut	209,0			
				Radium E	*Ra E*	*210*
				Aktinium C	*Ac C*	*(210)*
				Thorium C	*Th C*	*212*
				Radium C	*Ra C*	*214*
84	*Po*	*Polonium*				
				Polonium (Radium F)	*Po (Ra F)*	*210*
				Aktinium C'	*Ac C'*	*(210)*
				Thorium C'	*Th C'*	*212*
				Radium C'	*Ra C'*	*214*
				Aktinium A	*Ac A*	*(214)*
				Thorium A	*Th A*	*216*
				Radium A	*Ra A*	*218*
85	—	—	—			
86	*Em*	*Emanation*	222			
				Aktinium-Emanation	*Ac Em*	*(218)*
				Thorium-Emanation	*Th Em*	*220*
				Radium-Emanation	*Ra Em*	*222*[4])
87	—	—	—			
88	*Ra*	*Radium*	226,0			
				Aktinium X	*Ac X*	*(222)*
				Thorium X	*Th X*	*224*
				Radium	*Ra*	*226 0*
				Mesothorium 1	*Ms Th_1*	*228*
89	*Ac*	*Aktinium*				
				Aktinium	*Ac*	*(226)*
				Mesothorium 2	*Ms Th_2*	*228*
90	*Th*	*Thorium*	232,1			
				Radioaktinium	*Ra Ac*	*(226)*
				Radiothorium	*Ra Th*	*228*
				Ionium	*Io*	*230*[5])
				Uran Y	*U Y*	*(230)*
				Uran X_1	*U X_1*	*234*
91	*Pa*	*Protaktinium*				
				Protaktinium	*Pa*	*(230)*
				Uran X_2 (Brevium)	*U X_2 (Bv)*	*234*
92	*U*	*Uran*	238,2			
				Uran II	*U II*	*234*
				Uran I	*U I*	*238*

[4]) **Der Wert wurde durch direkte Dichte-Bestimmung innerhalb der Versuchsfehler bestätigt.**
[5]) **Der Wert wurde durch experimentelle Atomgewichts-Bestimmung eines Ionium-Thorium-Gemisches gestützt.**