

Werk

Titel: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen

Jahr: 1903

Kollektion: Mathematica

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN360709532

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360709532>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360709532>

LOG Id: LOG_0183

LOG Titel: 10. Das periodische System der Elemente

LOG Typ: chapter

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN360504019

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360504019>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360504019>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

10. Das periodische System der Elemente³⁷⁾. Noch auf einem anderen Gebiete als dem der chemischen Verbindungen wurde die Autorität von *Berzelius* in der Folgezeit stark erschüttert; nämlich auf dem seiner Atomgewichtsbestimmungen. Schon im Jahre 1815 hatte *Prout*³⁸⁾ eine Hypothese aufgestellt, nach welcher die Atomgewichte aller Elemente ganze Zahlen darstellten und so Wasserstoff gleich 1 gesetzt, als Multipla dieses Wertes erschienen. Er schloss daraus, dass der Wasserstoff das schon von den Alten gesuchte Ur-element sei, durch dessen verschiedenartige Kondensation sich die übrigen Grundstoffe gebildet hätten. Der Streit um diese Hypothese führte zu einer grossen Reihe von Neubestimmungen der Verbindungsgewichte. Gegen die Annahme der *Prout'schen* Hypothese sprachen in erster Linie die Atomgewichtsbestimmungen von *Berzelius*, der beispielsweise für den Kohlenstoff den Wert 12,12 erhalten hatte. Es erregte daher nicht geringes Aufsehen, als *Liebig* und *Redtenbacher*³⁹⁾ für dieses Element nachwiesen, dass die Analyse von *Berzelius* gewisse Fehlerquellen enthielt und der wahre Wert des Verbindungsgewichtes genau 12,00 betrüge. Diese Zahl wurde sodann durch die folgenden Bestimmungen von *Erdmann* und *Marchand*⁴⁰⁾ sowie von *Dumas* und *Stas*⁴¹⁾ bestätigt. Man brachte daher auch den übrigen Zahlen von *Berzelius* grosses Misstrauen entgegen, wie sich aber bald zeigte, durchaus zu unrecht, denn weitere Fehler waren in seinen Messungen nicht nachzuweisen. Die *Prout'sche* Hypothese musste daher wieder fallen gelassen werden, zumal nachdem *Stas*⁴²⁾ in seinen klassischen Untersuchungen über die Verbindungsgewichte der wichtigsten Elemente gezeigt hatte, dass die Annahme von ganzen Zahlen für die Atomgewichte keineswegs allgemein statthaft sei. Immerhin ist die Annäherung an ganze Zahlen bei einer Reihe von Elementen doch so gross, dass sie kaum auf Zufall beruhen kann. Vgl. hierzu den Beitrag von *E. Study* in Nr. 45.

Trotzdem finden wir, nachdem einmal in der *Prout'schen* Hypothese das Problem der relativen Beziehungen von Atomgewichten gegeben war, zahlreiche Versuche, die dahin zielten, genetische Zu-

37) *G. Rudorf*, Das periodische System, deutsch von *H. Riesenfeld*, Hamburg u. Leipzig 1904.

38) *Ann. of philos.* 6 (1815), p. 321; 7 (1816), p. 111.

39) *Ann. d. Chemie* 38 (1841), p. 113; *Jahresber. über d. Fortschr. d. Chem.* 22 (1843), p. 73.

40) *Jahresber. über d. Fortschr. d. Chem.* 22 (1843), p. 73.

41) *Ann. d. Chemie* 38 (1841), p. 141.

42) *Stas*, *Oeuvres complètes*, 3 Bände, Brüssel 1894.

sammenhänge zwischen den Elementen der anorganischen Chemie aufzufinden. So zeigte, um nur ein Beispiel anzuführen, *Döbereiner*⁴³⁾ im Jahre 1829 in Fortsetzung früherer Studien, dass es gewisse „Triaden“ von Grundstoffen giebt, deren charakteristisches Merkmal darin bestehe, dass die Eigenschaften des mittleren Elementes, z. B. das Atomgewicht, das arithmetische Mittel zwischen den Eigenschaften der beiden endständigen Elemente bilde. Solche Triaden sind z. B. die Halogene Chlor, Brom und Jod, ferner die Alkalien Lithium, Natrium und Kalium, die Erdalkalien Calcium, Strontium und Baryum, endlich die Elemente Schwefel, Selen und Tellur. Nehmen wir beispielsweise die Alkalien mit den Atomgewichten $\text{Li} = 7$, $\text{Na} = 23$, $\text{K} = 39$, so ist $\text{Na} = \frac{7 + 39}{2} = 23$. Eine umfassende Gesetzmässigkeit wurde jedoch erst erkannt, als *Lothar Meyer*⁴⁴⁾ und *Mendelejeff*⁴⁵⁾ unabhängig voneinander und gleichzeitig das periodische System der Elemente in seiner auch heute noch gültigen Gestalt veröffentlichten.

Die Prinzipien, die dem periodischen System zu Grunde liegen, lassen sich kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen: Ordnet man die chemischen Elemente nach steigenden Atomgewichten, so findet periodisch nach Verlauf einer bestimmten Anzahl anderer Elemente eine Wiederholung der charakteristischen Eigenschaften des typischen Grundstoffes der betreffenden Gruppe statt. Mit anderen Worten: die Eigenschaften eines Elementes sind periodische Funktionen des Atomgewichtes.

Dies geht aus der folgenden Tabelle hervor, der zweiten, die *Mendelejeff* aufgestellt hat und die mit der gleichzeitigen *Lothar Meyer's* so gut wie identisch ist. Um die Analogien gewisser Grundstoffe nicht zu verwischen, war es erforderlich, an einigen Stellen des Systemes Lücken zu lassen, die möglicherweise durch später zu entdeckende Elemente ausgefüllt werden konnten. Solche Lücken befinden sich z. B. hinter Bor, Aluminium und Silicium.

Mendelejeff wagte es daraufhin, neue Elemente Ekabor (Eb), Ekaaluminium (Ea) und Ekasilicium (Es) vorauszusagen, deren Eigenschaften er aus ihrer Stellung im System bis in Einzelheiten erschloss. In der That stimmten die bald darauf entdeckten neuen

43) Ann. d. Phys. u. Chem. 15 (1829), p. 301.

44) *Lothar Meyer*, Die modernen Theorien der Chemie, 1. Aufl. Breslau 1864, p. 135—139; Ann. d. Chem. u. Pharm., 7. Suppl. 1870, p. 354—364; Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 68.

45) *Mendelejeff*, Ann. d. Chem. u. Pharm., 8. Suppl. 1871, p. 133—229; Ostwald's Klassiker Nr. 68.

Elemente *Scandium* (aufgefunden von *Nilson*⁴⁶) 1879) mit dem Ekabor, *Gallium* (entdeckt 1875 von *Lecoq de Boisbaudran*⁴⁷) mit Ekaaluminium, endlich *Germanium* (entdeckt 1886 von *Winkler*⁴⁸) mit Ekasi-

Reihe	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV	Gruppe V	Gruppe VI	Gruppe VII	Gruppe VIII
	— R ₂ O	— RO	— R ₂ O ₃	RH ₄ RO ₂	RH ₅ R ₂ O ₅	RH ₂ RO ₃	RH R ₂ O ₇	— RO ₄
1.	H							
2.	Li	Be	B	C	N	O	F	
3.	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
4.	K	Ca	—	Ti	V	Cr	Mn	Fe Co Ni
5.	Cu	Zn	—	—	As	Se	Br	
6.	Rb	Sr	Yt	Zr	Nb	Mo	—	Ru, Rh, Pd
7.	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	J	
8.	Cs	Ba	Di	Ce	—	—	—	
9.	—	—	—	—	—	—	—	
10.	—	—	Er	La	Ta	W	—	Os Ir Pt
11.	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	—	—	
12.	—	—	—	Th	—	Ur	—	

licium in überraschender Weise überein. Als Beispiel seien die Voraussagen von *Mendelejeff* für das Germanium und die gefundenen Werte für dieses Element zusammengestellt.

Ekasilicium:

Atomgewicht 72

Spez. Gewicht 5,5

Germanium:

Atomgewicht 72,3

Spez. Gewicht 5,469

vorhergesagt:

Atomvolumen

13

Zusammensetzung d. Oxydes

EsO₂

Spez. Gewicht

4,7

Chlorid

EsCl₄

flüssig, Siedep. wohl unter

100°

Dichte des Chlorids

1,9

Fluorid

EsFl₄

aufgefunden:

Atomvolumen

13,2

Zus. d. Oxydes

GeO₂

Spez. Gew.

4,703

Chlorid

GeCl₄

flüssig, Siedep.

86°

Dichte

1,9

Fluorid

GeFl₄.3H₂O

nicht gasförmig

weisse feste Masse

Äthylverbindung

EsAe₄

Äthylverbindung

Ge(C₂H₅)₄

Siedepunkt

160°

Siedepunkt

160°

Spez. Gewicht

0,96

Spez. Gew. etwas unter
dem des Wassers

46) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 12 (1879), p. 554.

47) Paris C. R. 81 (1875), p. 493.

48) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 19 (1886), p. 210.

Waren so einerseits die Lücken im ursprünglichen System be-
rechtigt, so mussten andererseits, ebenfalls um natürliche Gruppen
nicht auseinanderzureissen, manche alte Atomgewichte verdoppelt bzw.
halbiert werden. So bot also die Stellung eines Elementes im perio-
dischen System ein neues sehr wesentliches Kriterium für die wahre
Grösse des relativen Atomgewichtes eines Grundstoffes dar. Ferner
war dadurch die Anregung gegeben, einzelne Elemente, die nicht in
das System hineinpassten, auf die Verbindungsgewichte hin von neuem
zu untersuchen. So hatte nach den früheren Bestimmungen das
Tellur, dessen Zugehörigkeit zum Schwefel und Selen wohl kaum
fraglich ist, ein höheres Atomgewicht als das Jod, das wegen seiner
Analogie zum Chlor und Brom unzweifelhaft hinter das Tellur ge-
hört. Infolgedessen sind in neuerer Zeit eine grosse Anzahl von
Neubestimmungen der Atomgewichte gerade dieser beiden Grundstoffe
ausgeführt worden, allerdings bisher, ohne zu dem gewünschten Ziele
geführt zu haben. Die letzten Werte $Te = 127,6$ und $J = 126,97$
rechtfertigen nicht die Umstellung der beiden Elemente im System.
Hier liegt also ein schwacher Punkt der Anordnung der Grundstoffe
nach ihren Verbindungsgewichten vor. Daraus scheint hervorzugehen,
dass das periodische System zum mindesten in seiner heutigen Fassung
noch kein streng gültiges Naturgesetz, sondern nur eine annähernde
Regelmässigkeit darstellt. Immerhin weisen in weitaus den meisten
Fällen die Eigenschaften der Elemente durchaus regelmässige Be-
ziehungen zu ihrer Stellung im Systeme auf.

**11. Abhängigkeit der Eigenschaften von Elementen von ihrer
Stellung im periodischen System.** Die deutlichste Abhängigkeit einer
Eigenschaft vom Atomgewicht zeigt sich, wie schon aus der vorher
mitgeteilten Tabelle *Mendelejeff's* hervorgeht, bei der Valenz. Wählen
wir, wie früher betont, als Mass für die Wertigkeit das maximale
Sättigungsvermögen, wie es sich von der vierten Gruppe an in der
Valenz gegen Sauerstoff zeigt, so bemerken wir, dass die Wertigkeit
von der ersten bis zur achten Gruppe kontinuierlich ansteigt, derart,
dass die Gruppennummer gleichzeitig die Valenz gegen Sauerstoff
angiebt. Dagegen nimmt die Wertigkeit gegen Wasserstoff von der
vierten Gruppe an stetig ab, so, dass die Summe der Wertigkeiten
gegen elektropositive und elektronegative Elemente von der vierten
Gruppe ab stets acht beträgt. Es wäre danach zu erwarten, dass in
der letzten, der achtwertigen Familie, die Valenz ausser 8 auch 0
betragen müsste. In der That hat sich in neuester Zeit diese Lücke
durch die Entdeckung der nullwertigen Elemente der Argonreihe durch