

Auch durch anderweitige „Beilagen“, z. B. durch Zugabe eines vollständigen Kataloges der Vereins-Bibliothek, wird die Redaction bestrebt sein, die neuen Mitglieder zu entschädigen. Für alle diejenigen auswärtigen Mitglieder, welche nur einen Halbjahrgang erhalten, betragen natürlich auch die Porto- und Expeditionsgebühren nur die Hälfte (25 Pf.).

## Das periodische Gesetz der Atomgewichte und das natürliche System der Elemente.

Von Dr. Ernst Huth.

Wenn wir von dem ersten Versuche Döbberiners<sup>1)</sup> im Jahre 1829, in seiner sogenannten „Triadenlehre“ die Atomgewichte in gewisse Beziehungen zu den Eigenschaften der Elemente zu bringen, sowie von den weniger bekannt gewordenen Arbeiten Newlands'<sup>2)</sup> hier absehen, so gebührt dem russischen Chemiker Mendelejeff und dem deutschen Lothar Meyer das Verdienst, die Lehre vom periodischen System der Elemente seit dem Jahre 1864 durch immer neue Arbeiten<sup>3)</sup> begründet und derartig gefördert zu haben, dass das periodische Gesetz der Atomgewichte, wenn auch noch in manchen Punkten der Verbesserung bedürftig, doch als Ganzes unzweifelhaft feststeht, und dass wir durch dasselbe das natürliche System der Elemente annähernd richtig gefunden haben.

Es ist mein Bestreben gewesen, diesen Arbeiten von Mendelejeff und Lothar Meyer durch Construction einer Doppel-Spirale auf beifolgender Tafel einen graphischen Ausdruck zu geben, durch welchen alle Beziehungen der Atomgewichte möglichst in die Augen fallen sollen, wobei ich jedoch bemerken will, dass schon Baumhauer im Jahre 1870 mit der Idee aufgetreten ist, diese Beziehungen durch eine Spirale darzustellen. Dieselbe ist aber dem damaligen Standpunkte der Chemie vor 14 Jahren entsprechend noch

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. XV. S. 301.

<sup>2)</sup> Chemical News. X. p. 59. 94.

<sup>3)</sup> Lothar Meyer: Moderne Theorien der Chemie. 1. Aufl. 1864. 4. Aufl. 1880. Mendelejeff im Journal der russischen Chem. Gesellsch. 1869 Derselbe: „Ueber die periodische Gesetzmässigkeit der chem. Elem.“ 1871. Eine eingehende Geschichte und Literatur des natürlichen Systems der Elemente findet sich in Gretschel und Bornemann's „Jahrbuch der Erfindungen.“ 1883.

recht unvollkommen und entbehrt besonders noch völlig des Begriffes der doppelten Periodicität, von der wir gleich das Nähere besprechen werden.

Für die von mir construirte, natürlich nicht mathematische, Spirale lassen sich nun folgende Beziehungen aufstellen:

1) Trägt man auf sieben von gemeinsamem Mittelpunkte ausgehenden Radien die Zahlen der Atomgewichte vom kleinsten beginnend nach einem bestimmten Einheitsmaasse (in der beifolgenden Tafel ist es nach Millimetern geschehen) hintereinander ab, so bilden jedesmal die auf demselben Radius stehenden Elemente eine natürliche Familie. In beifolgender Tafel beginnen wir mit Lithium auf dem ersten Radius in einem Abstände von 7 mm vom Centrum, weil sein Atomgewicht gleich 7 ist, dann folgt Beryllium auf dem nächsten Radius in einem Abstände von 9 mm u. s. w. Führen wir diese Arbeit rein mechanisch durch, so bilden z. B. die auf gemeinsamen Radius fallenden Elemente: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd und Hg eine natürliche, durch Aehnlichkeit des chemischen und physikalischen Verhaltens begründete Familie.

Doch ist zu merken, dass einige Male statt eines einzelnen Elementes mehrere in ihren Atomgewichten fast gleiche Elemente, wie z. B. Platin, Osmium und Iridium eingesetzt sind.

2) In jeder dieser Familien lassen sich (jedoch erst vom 2. oder 3. Gliede an beginnend) zwei deutlich geschiedene Gruppen derartig trennen, dass man vom Centrum aus in der Reihenfolge je ein Element überspringt. Die Anfangsglieder jeder Familie haben sowohl für sich eine Sonderstellung, als auch eine Mittelstellung zwischen den beiden Haupt-Gruppen. So bilden in der obigen Familie Ca, Ba, Sr die bekannte Gruppe der Erdalkalien, und ebenso deutlich tritt die Verwandtschaft von Zn, Cd, Hg hervor, während Be und besonders Mg sich ebenso der Zn-Gruppe, wiederjeningen der Erdmetalle nähert. Auf der Tafel sind die Glieder der ersten Gruppe durch eine rothe Curve, die der zweiten

Gruppe durch eine grüne Spirale verbunden; bei den Anfangsgliedern sehen wir beide Curven.

3) Der Abstand zwischen den Gliedern aller Gruppen ist einer bestimmten Periodicität unterworfen. Beispielsweise betragen die Differenzen bei der Lithium-Familie und derjenigen des Berylls:

Li-Reihe: 16 — 16 — 24 — 22 — 23 — 25 — 63

Be-Reihe: 15 — 16 — 25 — 22 — 25 — 25 — 63.

Aehnlich ist das Verhalten der Differenzen bei der Sauerstoff- und der Stickstoffreihe:

O-Reihe: 16 — 21 — 25 — 18 — 29 — 59 — 56

N-Reihe: 17 — 20 — 26 — 19 — 28 — 60 — ?

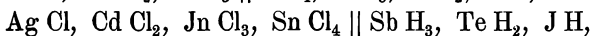
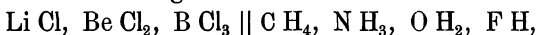
Ganz besonders deutlich tritt die Constanz der Differenzen hervor, wenn wir die Differenzen der auf gleichem Radius liegenden Anfangsglieder, sowie eines Theils der auf der grünen Curve liegenden Elemente in folgender Tabelle vergleichen:

Element.	Atomgewicht.	Differenz.	Element.	Atomgewicht.	Differenz.
Na	23	} 16	Ta	182	} 88
Li	7		Nb	94	
Mg	24	} 15	W	184	} 88
Be	9		Mo	96	
Al	27	} 16	Pt	194	} 88
B	11		Pd	106	
Si	28	} 16	Au	196	} 88
C	12		Ag	108	
P	31	} 17	Hg	200	} 88
N	14		Cd	112	
S	32	} 16	Tl	203	} 90
O	16		Jn	113	
Cl	35,5	} 16,5	Pb	207	} 89
F	19		Sn	118	
K	39	} 16			
N	23				
Ca	40	} 16			
Mg	24				

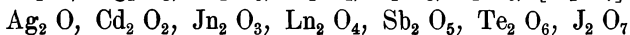
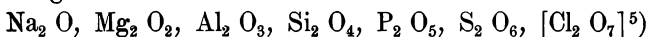
4) Werthigkeit und chemisches Grundverhalten erscheinen als Functionen des Atomgewichtes.

Auf der Tafel zeigt der Radius der mit Lithium beginnenden Familie, welche wir als die erste bezeichnen wollen, einwerthige Elemente<sup>4)</sup>, der Beryll-Radius trägt die zweiwerthigen der Erdalkalien und der Zinkgruppe; dann folgen auf dem nächsten Radius die noch wenig bekannten, aber wahrscheinlich dreiwerthigen Erdmetalle und endlich die vierwerthigen Elemente der Kohlenstoff-Familie.

Von da ab fällt die Werthigkeit auf den folgenden Radien entweder wieder regelmässig bis zur Einwerthigkeit herab, wie es die Chlor- resp. Wasserstoffverbindungen folgender Reihen zeigen:



oder die Werthigkeit steigt bis zur Sieben- und Achtwerthigkeit:



$[\text{Rb}_2 \text{O}], \text{Sr}_2 \text{O}_2, \text{Yt}_2 \text{O}_3, \text{Zr}_2 \text{O}_4, \text{Nb}_2 \text{O}_5, \text{Mo}_2 \text{O}_6, [\text{Ru}_2 \text{O}_7]$  und  $\text{Ru}_2 \text{O}_8$ .

Mit dieser Werthigkeit der Elemente geht ihr chemisches Grundverhalten, nämlich als Basen- oder Säurebildner aufzutreten, vollkommen Hand in Hand. Die Elemente des ersten und zweiten Radius liefern die eigentlichen Basenbildner, während diejenigen des dritten zwar noch schwach basisch sich zeigen, aber starken Basen gegenüber bereits säurebildend auftreten, und die des vierten Radius völlig die Mitte zwischen Basen- und Säurebildnern halten. Von nun an zeigen sich die auf der rothen Curve liegenden Elemente, deren Werthigkeit in den Wasserstoff-Verbindungen nach dem siebenten Radius hin fällt, steigend als beste Säurebildner und gänzlich unfähig, basische Verbindungen einzugehen, während ihre auf der grünen Curve liegenden Gruppenverwandten zwar da, wo sie als hochwerthige Elemente auftreten, säure-

<sup>4)</sup> Ueber die Werthigkeit des Goldes siehe weiter unten pag. 12

<sup>5)</sup> Die eingeklammerten Oxyde sind nur aus ihren Verbindungen bekannt.

bildend sind, aber in ihren niederen Verbindungsstufen gute Basenbildner abgeben.

Die Aehnlichkeit zwischen den zwei Gruppen derselben Familie wächst mit der Werthigkeit von I—IV, auf unserer Tafel also vom ersten bis vierten Radius, und nimmt von da stufenweise wieder ab, sodass die beiden Gruppen des ersten und des siebenten Radius die geringste, die des vierten Radius die grösste Aehnlichkeit mit einander zeigen.

Die Anfangs-Elemente unserer Curve bis zum Silicium, welche, wie schon bemerkt, eine Sonderstellung einnehmen und von Mendelejeff als typische bezeichnet werden, zeichnen sich in ihrem chemischen Grundverhalten dadurch aus, dass sie zur Säurebildung neigen, sodass von den schwach basischen Elementen des dritten Radius und den Indifferenten des vierten Radius die innersten Glieder B und C schwache Säuren bilden, dagegen nimmt die Stärke, basische Verbindungen einzugehen, nach der Peripherie hin zu.

5) Die specifischen Gewichte der Elemente stehen in periodischer Abhängigkeit vom Atomgewichte. Die nachfolgende Tabelle <sup>6)</sup> beweist schlagend, dass die spec. Gewichte der nach aufsteigendem Atomgewicht geordneten Elemente vom Minimum des Lithium regelmässig bis zum Kohlenstoff, also mit der Werthigkeit der Elemente steigen; die 3 folgenden gasförmigen Elemente können nicht in Betracht kommen; aber auf dem ersten Radius steht Kalium wieder mit einem Minimum des spec. Gewichtes, welches bei den folgenden Radien steigt und allerdings schon bei Aluminium ein Maximum erreicht; doch ist es wohl möglich, dass das spec. Gewicht des Si ein wenig höher, etwa = 3 anzusetzen ist, wodurch die Regelmässigkeit hergestellt wäre; von nun an aber geschieht plötzlich die Periodicität in doppelt so grossen Sprüngen; während nämlich bisher die ganze Periode aus 7 Gliedern bestand, steigt dieselbe jetzt in 7 Elementen vom K bis zum Cu und sinkt

---

<sup>6)</sup> In derselben sind für die Eisengruppe Mn, für die Paladiumgruppe Ru und für die Platingruppe Os als Repräsentanten aufgeführt.

Element.	Atomgewicht.	Specif. Gewicht.	Atom-Volumen.	Atom-Wärme.
Li	7	0,59 min.	11,9 max.	0,94 max.
Be	9	2,1 stg.	4,4 fall.	— fall.
B	11	2,68 <sup>9</sup>	4,1	0,23 fall.
C	12	3,5 max.	3,4 min.	0,147 min.
N	14	—	—	— steigd.
O	16	—	—	— steigd.
Fl	19	—	—	— steigd.
Na	23	0,97 min.	23,7 max.	0,29 max.
Mg	24	1,75 stg.	13,8 fall.	0,25 fall.
Al	27	2,56 <sup>3</sup>	10,6	0,11 fall.
Si	28	2,34 <sup>2</sup> max.	10,7 min. ?	0,17 min.
P	31	2,34 fallend	12,8	0,19 steigd.
S	32	2	16	0,2 steigd. ?
Cl	35,5	1,33	26	—
K	39	0,87 min.	45,4 max.	0,17 ?max. ?
Ca	40	1,58	25,3	0,16
Sc	44	? steigend	? fallend	? fallend.
Ti	48	4? steigend	12,5? fallend	? fallend.
V	51	5,5	9,2	? fallend.
Cr	53	6,8	7,65	? fallend.
Mn	55	7,14	7,6	0,12 fallend.
Cu	63	8,9 max.	7,13 min.	0,095 fallend.
Zn	65	7,2	9,37	0,093 fallend.
Ga	68	5,9 fallend	11,5 steigend	? fallend.
—	—	—	—	—
As	75	5,6 fallend	13,1 steigend	0,083
Se	78	4,8	16,5	0,08
Br	80	3,19	25	?
Rb	85	1,52 min.	56,3 max.	?
Sr	87	2,5 steigend	34,4 fallend	?
Yt	88?	? steigend	? fallend	?
Zr	90	4,15 steigend	21,7 fallend	0,076
Nb	94	6,2	15	?
Mo	96	8,6	11,2	0,072
Ru	104	11,4 max.	9,13 min.	0,059
Ag	108	10,6	10,2	0,057
Cd	112	8,6	13	0,054
Jn	113	7,36 fallend	15,4 steigend	0,057
Sn	118	7,3	16,2	0,056
Sb	122	6,7	18,5	0,05 fallend.
Te	125	6,25	20,4	0,051
J	127	4,95	25,6	0,054
Cs	133	2 min.	67 max.	?
Ba	137	4 steigend	56,2 fallend	?
La	139	6,1	22,8	?
Th	142?	7,7 steigend	18,5 fallend	?
Ta	182	10,7	17	?
W	184	17,4	10,56	0,033
Os	195	21,5 max.	9 min.	0,031
Au	196	19,3	10,2	0,032
Hg	200	13,6 fallend	14 steigend	0,033
Tl	203	11,85	17,2	?
Pb	207	11,35	18,3	0,036
Bi	208	9,8	21,1	0,03

in ebensovielen Elementen bis zum Rubidium; dies Verhalten wiederholt sich noch zweimal mit der einzigen kleinen Abweichung, dass bei Ru und Os schon auf dem 7. Radius das Maximum erreicht wird und nicht wie beim Cu erst auf dem folgenden Radius.

Die vorstehende Tabelle enthält auch die Atomvolumina der Elemente oder der Quotienten aus Atomgewicht  $a$  und specifischem Gewicht  $s$

$$v = \frac{a}{s}$$

und zeigt deutlich, dass diese sich durchgängig umgekehrt wie die specifischen Gewichte verhalten, also überall da ein Minimum aufweisen, wo letztere ein Maximum erreichen et vice versa.

Diese Periodicität der Volumina beruht aber einfach darauf, dass die Atomgewichte schneller wachsen, als die specifischen Gewichte, dass also erstere selbst da ein wenn auch langsames Fallen zeigen, wo die spec. Gewichte steigen. (Stiegen die Atomgewichte in demselben Verhältnisse wie die specifischen Gewichte, so würde die erste Hälfte jeder Atomvolum-Periode aus Constanten bestehen.) (Fortsetzung folgt.)

## Verzeichniss der in der Umgegend von Frankfurt a. O. vorkommenden Macrolepidopteren.

Von F. Kretschmer. (Fortsetzung.)

### 72. Amphipyra Tr.

126. *Tragopogonis* L. Fz: von 7 bis 9 hinter Fensterladen und an dunkelen Orten, immer nur sehr einzeln. Raupe: in 6 an niederen Pflanzen beim Dammvorstadtkirchhof und in der Rosengartener Forst.

127. *Pyramidea* L. Fz: in 7 und 8 in Gärten, immer sehr versteckt hinter Bretterwänden etc. Raupe: soll in 5 und 6 an Pflaumen, Rüstern und Eichen leben. Noch nicht gefunden.

### 74. *Taeniocampa* Guen.

128. *Gothica* L. Fz: in 4 an blühenden Weiden im Kornbusch, bei der Schäferrei und im Eichwald. Raupe:

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monatliche Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins des Regierungsbezirks Frankfurt](#)

Jahr/Year: 1884/85

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Huth Ernst

Artikel/Article: [Das periodische Gesetz der Atomgewichte](#)



[und das natürliche System der Elemente. 98-104](#)