

## IV. Zur Struktur der Atomgewichtsskala.

Von Dr. Max Toepler.

Seit der Aufstellung des sogenannten periodischen Systems der Elemente haben die Versuche, mathematische Beziehungen zwischen den Atomgewichtszahlen aufzustellen, an Interesse verloren. Alle derartigen Versuche leiden offenbar an dem Mangel, dass das Vorhandensein sehr einfacher Zahlenbeziehungen vorausgesetzt wurde, während das Gesetz, welches den Atomgewichtszahlen zu Grunde liegt, wahrscheinlich viel complicirter ist.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, werde ich im Folgenden einen von den bisher üblichen Betrachtungsweisen etwas verschiedenen Weg einschlagen. Indem ich von jeder theoretischen Annahme für den Grund eines zahlenmässigen Zusammenhanges der Atomgewichtswerthe absehe, will ich nur durch Betrachtung derselben zeigen, dass dieselben in einer Weise bestimmt geordnet erscheinen, dass diese Ordnung in bestimmten physiko-chemischen Gesetzen ihren Grund haben dürfte. Zu diesem Zwecke wird im ersten Abschnitte zunächst eine Formel aufgestellt werden, welche den allgemeinen Habitus der Struktur der Atomgewichtsskala wiedergibt; im zweiten Abschnitte wird dann weiter ausgeführt werden, in wie weit die Atomgewichtswerthe mit wenig Ausnahmen nach bestimmten Gesetzen geordnet erscheinen.

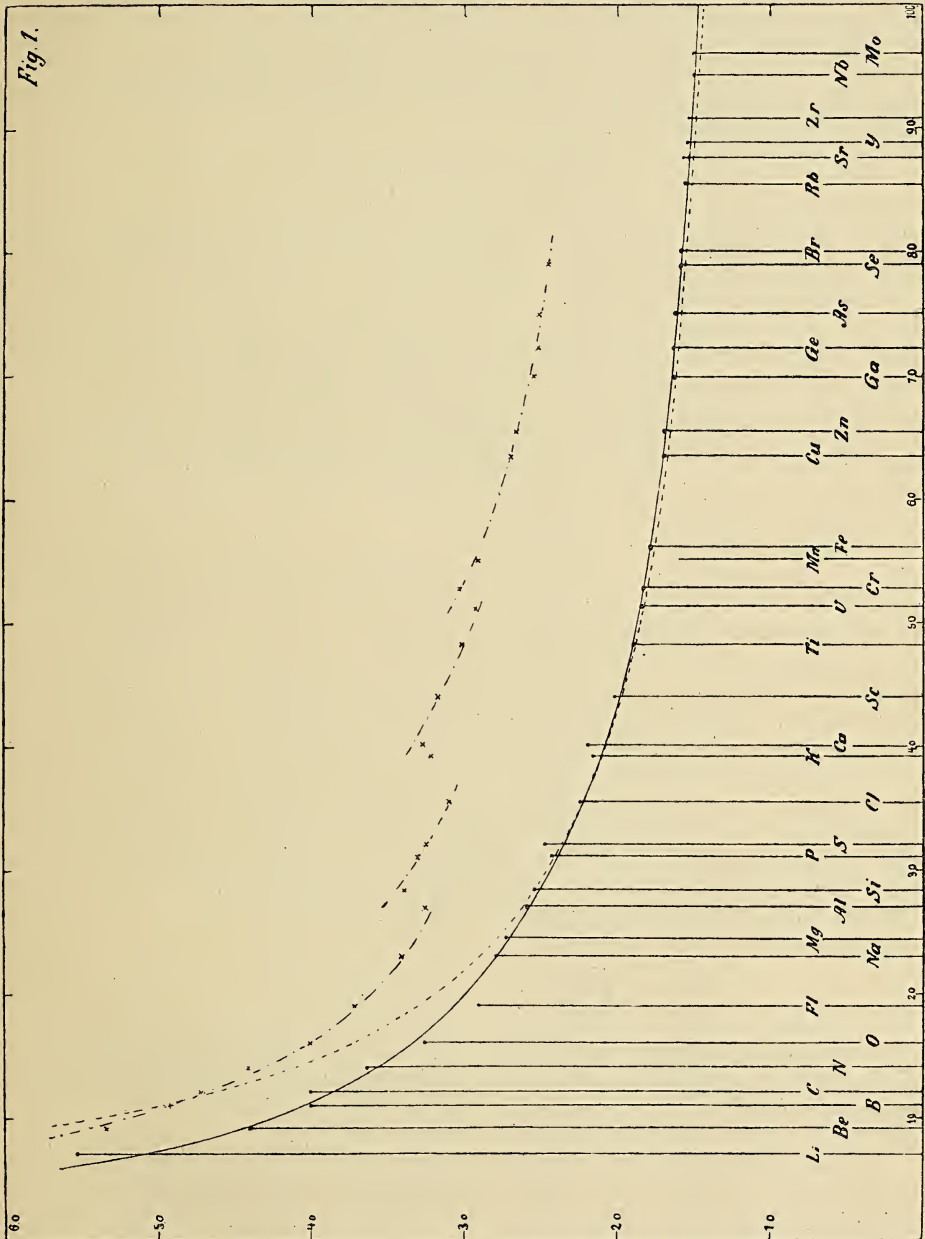
### I.

Abgesehen von der Anwendung im zweiten Abschnitte, schien es mir keine ganz unfruchtbare Bemühung zu sein, einen mathematischen Ausdruck zu suchen, welcher die Bedingungen erfüllt, dass er  
das periodische System zur Grundlage hat\*),  
die ganze Atomgewichtsskala umfasst,  
eine grosse Einfachheit besitzt.

Zur Aufstellung einer Formel, welche unter Erfüllung dieser Bedingungen die Atomgewichte mit demjenigen Grade der Annäherung wiedergibt, wie sie vergleichsweise bei dem bekannten Dulong-Petit'schen Gesetze constanter Atomwärmen vorliegt, erhält man durch die naheliegende Erwägung, dass es zweckmässig sei, ebenso wie die physikalischen Eigenschaften,

\*) Eine Ausserachtlassung oder doch nur theilweise Berücksichtigung dieser Forderung erleichtert freilich die Aufstellung von Formeln. Die Uebereinstimmung mit den That-sachen wird natürlich noch vollkommener, wenn man veränderliche Coefficienten einführt, wie in der Formel von E. J. Mills (Phil. Mag. 5, 21, p. 151). Vergl. auch die Zahlenbeziehungen von Jul. Thomsen (Beibl. 19, 1895, S. 533).

so auch die Verhältnisszahl\*) der Atomgewichte entsprechender Elemente in aufeinanderfolgenden Perioden als Functionen der



\*) Diese Verhältnisszahlen sind, jedoch ohne allgemeinere Schlussanwendungen, schon von A. Basarow aufgestellt worden. (Vergl. Chem. Centralblatt 1887, Nr. 24, S. 619.)

Atomgewichte selbst aufzufassen. Diese Verhältnisszahl muss nicht nothwendig eine periodische Function der Atomgewichte sein.

Gesetzt, die Atomgewichte bildeten, wie es in Wirklichkeit der Fall ist, keine regelmässige Zahlenreihe, dieselben erfüllten jedoch die Bedingung überall gleicher Periodenbreite, d. h. je zwei homologe Glieder benachbarter Perioden hätten stets gleichen Unterschied der Atomgewichtszahlen, den ich  $c$  nennen will, so würde die im übrigen unregelmässige Atomgewichtsskala durch die Formel

$$\left(\frac{b}{a}\right) = y = 1 + \frac{c}{a}$$

streng ausgedrückt sein; hierin bedeutet  $a$  das Atomgewicht irgend eines Elementes,  $y$  das Verhältniss des Atomgewichtes des homologen Stoffes  $b$  der nächsten Periode zu  $a$ . Diese Beziehung ist in der beigegebenen Fig. 1 durch die gestrichelte Curve, die Atomgewichte  $a$  als Abscissen, die Verhältnisszahlen  $y$  als Ordinaten gedacht, dargestellt, unter Annahme eines mittleren  $c = 43,25$ , wie es sich zwischen Li und U aus dem Periodensysteme nach der bekannten Anordnung von Mendelejew ergibt, wenn man (was selbstverständlich geschehen muss) die unter Zugrundelegung des Systemes noch fehlenden Elemente mit berücksichtigt\*). Diese Formel weicht von der Wirklichkeit sehr weit ab, weil die Periodenbreite mit wachsendem Atomgewichte zunimmt.

Verfolgt man unter Zugrundelegung derselben periodischen Anordnung die zu den einzelnen Atomgewichten gehörigen wirklichen Ordinaten  $y$ , welche in Fig. 1 ausgezogen sind, so sieht man, dass ihre Endpunkte mit einer gewissen Annäherung dem Zuge einer anderen hyperbelähnlichen Curve folgen. Der Anblick der nahezu continuirlichen Ordinatenfolge fordert unmittelbar zu dem Versuche der Aufstellung einer empirischen Formel auf. Hierbei die Wahrscheinlichkeitsrechnung zu Hülfe zu nehmen, wäre vorläufig nicht am Platze, weil die Atomgewichte eine Reihe empirischer Zahlen darstellen, deren relative Zuverlässigkeit sich noch nicht im allerentferntesten ziffermässig gegen einander abwägen lässt, und man andererseits ohne bestimmte Ansichten über die Genesis oder dergleichen der Elemente in der Wahl der Gestalt der Formel (d. h. auch der Anzahl ihrer willkürlichen Coefficienten) gar nicht beschränkt ist. Nach längerem Probiren ergab sich, dass folgende recht einfache Formel

$$\left(\frac{b}{a}\right) = y = 12 \frac{4 - \frac{1}{a}}{4 + a} + 1$$

den Curvenzug analytisch ausdrückt, d. h. die zu Anfang aufgestellte Bedingung, das Verhältniss der Atomgewichte aufeinander folgender homologer Elemente der Mendelejew'schen Perioden als eine Function der Atomgewichte mathematisch darzustellen, gut befriedigt.

In der Fig. 1 ist der Verlauf der Formelwerthe durch die ausgezogene Curve ersichtlich gemacht. (Den Berechnungen und Figuren sind durchweg die Atomgewichte nach Ostwald, Grundriss d. allg. Chemie, 1890, zu Grunde gelegt.)

\*) Durch Mitrechnen der auch im Folgenden stets fortgelassenen Argongruppe würde sich das Gesagte auch nicht wesentlich ändern.

Hat man, von einem bestimmten Atomgewichte  $a$  anfangend, das nächstentsprechende  $b$  berechnet, so kann man ohne Rücksicht auf den wahren Werth für  $b$  die Formel auf das berechnete  $b$  wiederum anwenden und so fort; dabei benutzt man die Gleichung in der Form:

$$b = 12 \frac{4a - 1}{4 + a} + a,$$

wobei  $12 \frac{4a - 1}{4 + a}$  die mit steigendem Atomgewichte wachsende Periodenbreite darstellt. So kann man z. B. mit fünfmaliger Anwendung der Formel, vom Atomgewichte des Kohlenstoffs ausgehend, das Atomgewicht des Thoriums berechnen, ohne Kenntniss der Atomgewichte aller zwischenliegenden Elemente. Es ergibt sich  $C = 12$  gesetzt:

zuerst	47,25	(anstatt	48,13 = Ti)
dann	91,27	„	90,67 = Zr)
dann	137,13	„	140,2 = Ce)
dann	183,68	(noch unbekannt)	
schliesslich	230,6	(anstatt	232,4 für Th)

Auf diese Weise ist die nachfolgende Tabelle entstanden, in der unter den wahren Atomgewichten die berechneten angegeben sind; die Ausgangswerte für die Berechnung sind unterstrichen.

Li = <u>7,03</u>	K = 39,14 36,53	Rb = 85,4 79,50	Cs = 132,9 125,06	— 171,18	— 218,22
Be = <u>9,10</u>	Ca = 40,0 41,52	Sr = 87,5 85,04	Ba = 137,0 130,75	— 177,24	— 224,11
B = <u>11,01</u>	Sc = 44,1 45,42	Y = 88,7 89,29	La = 138,5 135,11	Yb = 173,2 181,64	— 228,54
C = <u>12,00</u>	Ti = 48,1 47,25	Zr = 90,7 91,27	Ce = 140,2 137,13	— 183,68	Th = 232,4 230,60
N = <u>14,04</u>	V = 51,2 50,73	Nb = 94,2 95,00	Nd = 140,8 140,94	Ta = 183 187,54	— 234,47
O = <u>16,00</u>	Cr = 52,17 53,80	Mo = 95,9 98,27	Pr = 143,6 144,23	W = 184,0 190,90	U = 239,4 237,86
Fl = <u>19,00</u>	Mn = 55,0 58,13	— 99,64	— 145,67	— 192,31	— 239,26
	Fe = <u>56,00</u>	Ru = 101,7 100,60	— 146,65	Os = 192 193,30	
	Co = — 58,3	Rh = <u>103</u>	— 149,20	Ir = 193,2 195,86	
	Ni = — 61,6	Pd = <u>106,7</u>	— 152,86	Pt = 194,8 199,53	
Na = <u>23,06</u>	Cu = 63,3 63,52	Ag = 107,94 108,50	— 154,69	Au = 197,2 201,40	
Mg = <u>24,33</u>	Zn = 65,5 65,19	Cd = 112,1 110,24	— 156,45	Hg = 200,4 203,18	
Al = <u>27,08</u>	Ga = 69,9 68,52	In = 113,7 113,70	— 159,97	Tl = 204,1 206,73	
Si = <u>28,40</u>	Ge = 72,3 70,10	Sn = 118,1 115,35	— 161,64	Pb = 206,91 208,41	
P = <u>31,03</u>	As = 75,0 73,20	Sb = 120,3 118,56	— 164,89	Bi = 208,0 211,69	

S = <u>32,06</u>	Se = 79,1 74,41	Te = 125 119,80	— 166,16	— 212,96
Cl = <u>35,45</u>	Br = 79,96 78,28	J = 126,86 123,80	— 170,21	— 216,04

Es zeigt sich, dass so angewendet, die Formel mit der gewünschten Annäherung für alle Elemente gilt, auch für solche mit höherem Atomgewichte als das Cer, für die der Werth von  $y$  nicht direct angebbar ist.

Natürlich ergeben sich auch die Zwischenwerthe der noch als fehlend anzusehenden Elemente und selbstverständlich kann man die Formel auch rückwärts zur Berechnung von  $a$  bei gegebenem  $b$  verwenden. So erhält man z. B. die in der Tabelle angegebenen Werthe der unsicheren Atomgewichte von Kobalt zu 58,3 und Nickel zu 61,6 rückwärts aus den Atomgewichten für Rhodium und Palladium.

Zur Stellung des Wasserstoffs ist Folgendes zu bemerken: Trägt man den Werth  $y = 7$  für Wasserstoff ein (in der Fig. 1 aus Raumersparniss weggelassen), so sieht man, dass in der graphischen Anordnung auch das Atomgewicht des Wasserstoffs als Analogon des Lithiums in die gesetzmässige Anordnung aller übrigen Elemente passt.

Auch die Formel ergibt für das Atomgewicht des dem Wasserstoff analogen Elementes den befriedigenden Werth 8,2. Hierbei ist aber nicht zu vergessen, dass die rein empirisch aufgefundene Formel für sehr kleine Werthe  $a$  jeden Sinn verliert (z. B. wird  $b = -\infty$  für  $a = 0$ ). Viel

rationeller würde die Formelform  $b = \frac{c_1 a}{c_2 + a} + a$  sein, (wo  $c_1$  und  $c_2$  bestimmte Zahlenwerthe bedeuten), welche für  $a = 0$  auch  $b = 0$  ergibt. Durch eine derartige Gleichung zweiten Grades in  $a$  und  $b$  lässt sich ohne Zweifel nahe dieselbe Annäherung der berechneten an die wahren Atomgewichte erreichen, wie mit der von mir benutzten Gleichung, wenn man Bruchzahlen als Coefficienten  $c_1$  und  $c_2$  einführt; die Aufstellung einer derartigen Gleichung unterblieb im Interesse der Einfachheit.

Auf eine Eigenschaft der mitgetheilten Beziehung ist in dem Gesagten noch nicht besonders aufmerksam gemacht; das Verhältniss  $y$  ist nach der Periodenanordnung von Mendelejew ersichtlicher Weise eine continuirliche Function der Atomgewichte. Wenn man vergleichsweise die ebenfalls bekannte Anordnung nach L. Meyer zu Grunde legt, so verschwindet diese Eigenschaft. Bildet man nämlich nach der Meyer'schen Anordnung die Verhältnisse  $\frac{Na}{Li}$ ,  $\frac{Mg}{Be}$  u. s. w. und nicht wie nach der Anordnung

von Mendelejew  $\frac{K}{Li}$ ,  $\frac{Ca}{Be}$  u. s. w., so zeigt sich, dass jetzt der Verlauf der  $y$  nicht continuirlich ist\*), die Curve zerfällt in einzelne Theile (aber nicht bei entsprechenden Elementen). In der Figur sind die doppelten Werthe der nach der Meyer'schen Anordnung gebildeten  $y$  durch Kreuzchen dargestellt, die Curvenstücke sind strichpunktirt.

Die zuletzt erwähnte Eigenschaft dürfte ein besonderes Interesse haben, da sie ein charakteristisches Merkmal des Mendelejew'schen Systemes bezeichnet.

\*) Hierauf ist auch zum Theil von T. Carnelley (Phil. Mag. 5, 29, p. 97) Rücksicht genommen worden bei Aufstellung der von ihm angegebenen Zahlenrelation.

## II.

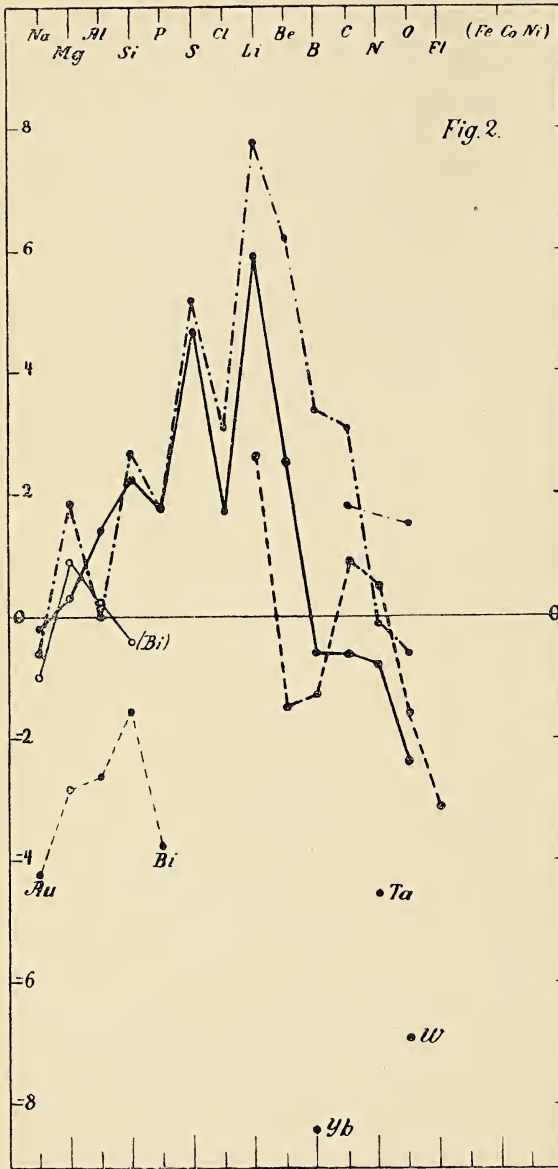
Der Inhalt der im ersten Theile abgeleiteten Formel ist im Wesentlichen der, dass die Differenz entsprechender Elemente, geordnet nach Mendelejew mit steigendem Atomgewichte im Grossen und Ganzen nach einem bestimmten Gesetze erst rasch, dann immer langsamer zunimmt. Wäre dies Gesetz das einzig obwaltende und wären die oft bedeutenden Abweichungen von demselben zufällige, so müsste eine Zusammenstellung der Abweichungen eine bunte ungeordnete Zahlenfolge bilden; stellt aber das ausgesprochene Ordnungsprincip eine erste Annäherung dar eines höheren, so müssen sich Gesetzmässigkeiten in den Abweichungen zeigen.

Aus den Zahlenangaben der Tabelle des ersten Abschnittes lassen sich ohne weiteres die Differenzen zwischen wahren und berechneten Atomgewichten entnehmen; diese Differenzen oder Abweichungen will ich  $\Delta$  nennen. Man erhält folgende Tabelle der  $\Delta$ -Werthe:

Gruppe	I (K. etc.)	II	III	IV	V
Li	+ 2,6	+ 5,9	+ 7,8		
Be	- 1,5	+ 2,5	+ 6,2		
B	- 1,3	- 0,6	+ 3,4	- 8,4	
C	+ 0,9	- 0,6	+ 3,1		+ 1,8
N	+ 0,5	- 0,8	- 0,1	- 4,5	
O	- 1,6	- 2,4	- 0,6	- 6,9	+ 1,5
F	- 3,1				
		+ 1,1		- 1,3	
				- 2,7	
				- 4,7	
Na	- 0,2	- 0,6		- 4,2	
Mg	+ 0,3	+ 1,9		- 2,8	
Al	+ 1,4	+ 0,0		- 2,6	
Si	+ 2,2	+ 2,7		- 1,5	
P	+ 1,8	+ 1,8		- 3,7	
S	+ 4,7	+ 5,2			
Cl	+ 1,7	+ 3,1			

Sieht man zunächst von den Elementen mit höherem Atomgewichte als das Praseodym (auf die noch zurückzukommen ist) ab, so zeigt die Tabelle der  $\Delta$  einen periodischen Verlauf der Abweichungen, so dass man unschwer entsprechende Stellen desselben angeben kann. Es ist nun sehr auffallend, dass zu entsprechenden Punkten, wo solche angebar sind, die Atomgewichte entsprechender Elemente der Mendelejew'schen Anordnung gehören. Es gilt also der Satz: Die Werthefolge der Differenzen zwischen den wahren und den nach meiner Formel berechneten Atomgewichten zeigt einen periodischen Verlauf. Die Periode fällt zusammen mit der periodischen Aenderung der meisten Eigenschaften der Elemente.

Es verlohnt sich wohl die eben ausgesprochene Thatsache etwas genauer zu untersuchen; jedoch soll bei den folgenden Betrachtungen von den nur lückenhaften Fe-, Co- und Ni-Gruppen ganz abgesehen werden.



Ein anschauliches Bild von der Vertheilung der  $\Delta$ -Werthe kann man folgendermassen erhalten (vergl. Fig. 2): Man denke sich eine Reihe äquidistanter Ordinaten; diese will ich der Reihe nach mit „Na-Ordinate“, „Mg-Ordinate“ u. s. f. bis „Cl-Ordinate“, und weiter „Li-Ordinate“ bis „F-I-Ordinate“ bezeichnen (durch die gewählte Reihenfolge ist nur vermieden, dass die Fe-, Co- und Ni-Gruppen gerade in die Mitte der Figur zu stehen kommen). Der Name der Ordinate ist in Fig. 2 je oben angegeben; man erhält so 14 äquidistante Ordinatenlinien. — Die Curven der Fig. 2 sind nun folgendermassen entstanden:

Auf der Na-Ordinate sind die  $\Delta$ -Werthe für Cu, Ag, u. s. w. je von der Abscisse aus aufgetragen und ebenso auf allen weiteren Ordinaten die  $\Delta$ -Werthe der zusammengehörigen ähnlichen Elemente. Durch geradlinige Verbindung der den  $\Delta$ -Werthen von K bis Mn entsprechenden Marken entsteht der stark gestrichelte Curvenzug; ebenso giebt die Werthefolge der  $\Delta$  von Cu bis Mo den stark ausgezogenen, die  $\Delta$ -Folge von Ag bis Pr den stark strichpunktirten Curvenzug.

Diese drei Curvenzüge zeigen die oben angegebenen Periodicität sehr anschaulich.

Nach demselben Principe eingetragen geben die  $\Delta$ -Werthe der Elemente Au bis Bi die dünn gestrichelte Curve links unten; diese  $\Delta$  zeigen also eine wesentliche Abweichung von dem Gesetz. Denkt man sich aber alle diese Elemente in die Periodenanordnung an etwas andere Stellen gerückt, als sie nach Mendelejew einnehmen, so zwar, dass sie alle um

einen Platz nach kleineren Atomgewichten verschoben erscheinen (z. B. Hg an die Stelle von Au u. s. w.), so würde man jetzt bei der  $\Delta$  Berechnung das dünn ausgezogene Curvenstück links erhalten, das gut zu den übrigen Curven passt. Ob sich freilich eine derartige Verschiebung, welche nach dem Gesagten nöthig zu sein scheint, mit der chemischen Natur der in Rede stehenden Elemente verträgt, stehe dahin; für Gold wenigstens ist oft seine Zugehörigkeit zur Platingruppe betont worden, ebenso für Quecksilber seine grosse Aehnlichkeit mit Kupfer.

Während hier die Abweichungen von der Norm noch nicht unbedingt eine Abhilfe erfordern, so dürfte bei den Elementen Yb, Ta und W eine eingehendere Prüfung sich wohl empfehlen. Diese Elemente passen mit ihren Atomzahlen so schlecht in die allgemeine Anordnung (vergl. die ihren  $\Delta$ -Werthen entsprechenden Marken in Fig. 2), dass entweder ihre Atomgewichte noch recht unsicher, oder aber ihre Stellung im Systeme bislang eine falsche ist.

Im Einzelnen zeigt sich noch, dass der Werth 69,9 als Atomgewicht des Galliums wohl zu gross ist; anstatt dessen dürfte etwa 68,5 zu erwarten sein.

Uran und Thorium geben das dünn strichpunktirte Curvenstück rechts. Diese Elemente zeigen also wieder nahe die geforderte Grösse ihrer  $\Delta$ -Werthe; dieser Umstand ist nicht ganz unwesentlich, weil es sich gerade um die Endglieder der Atomgewichtsskala handelt.

Der Versuch für die Werthefolge der  $\Delta$  einen einfachen analytischen Ausdruck aufzusuchen, erscheint aussichtslos, besonders in Folge des zickzackförmigen Verlaufes der ansteigenden Curventheile der Fig. 2, deren Berechnung aber gerade Elemente mit bestbekanntem Atomgewichte zu Grunde liegen. Will man diesen Umstand nicht einfach als Thatsache hinnehmen, so wäre zu versuchen, ob man durch eine nicht allzuweitgehende Umordnung der in Rede stehenden Elementengruppen (Na bis Cl) wesentlich regelmässiger Werthefolgen der Atomgewichte erhalten kann.

Nachdem durch die Entdeckung von Argon und Helium ohnehin das feste Gefüge der Mendelejew'schen Anordnung gelockert erscheint, dürfte der Vorschlag, den Elementengruppen vom Na bis Cl folgende neue Anordnung zu geben, nicht ganz undurchführbar erscheinen.

Na	Cu	Ag	—	Hg
Mg	Zn	—	—	—
25,73	—	Cd	—	Tl
Al	Ga?	In	—	Pb
Si	—	—	—	Bi
29,72	Ge	Sn	—	—
P	As	Sb	—	
S	—	—	—	
32,76	Se	Te	—	
Cl	Br	J	—	

Bei dieser im Wesentlichen mit Mendelejew übereinstimmenden Anordnung ist die Annahme gemacht, dass bisher zwischen Na und Cl noch drei Elemente fehlen mit den an den betreffenden Stellen angegebenen Atomgewichtswerthen. Die Stellen, an denen Elemente ausserdem zu erwarten wären, deren Fehlen bisher noch nicht angenommen wurde, sind durch starke Striche markirt, solche, wo schon bisher das Fehlen von Elementen vorausgesetzt war, durch schwache Striche.



Die Neuordnung zeigt zunächst in der Reihe Na bis Cl fast äquidistante Atomgewichtszahlen; ihre Differenzen betragen nämlich:

1,32; 1,35; 1,35; 1,32; 1,32; 1,32; 1,03; 1,7; 1,7.

Ausserdem erhält man aber bei der angegebenen Elementenzusammenstellung für die neuen  $\Delta$ -Werthe (d. h. wieder die Differenzen zwischen wahren und berechneten Atomgewichten) etwa folgende Zahlenwerthe:

Gruppe				
Na	— 0,2	— 0,6	—	— 1,0
Mg	+ 0,3	—	—	—
25,7	—	+ 0,1	—	— 0,9
Al	(+ 1,4?)	$\pm$ 0,0	—	+ 0,2
Si	—	—	—	— 0,4
29,7	+ 0,7	+ 1,1		
P	+ 1,8	+ 1,7		
S	—	—		
32,8	+ 2,75	+ 3,2		
Cl	+ 1,7	+ 3,1		

Dieses Werthesystem erscheint ganz wesentlich regelmässiger, als das entsprechende der früheren  $\Delta$ -Tabelle\*).

Die eben angegebene Elementenanordnung würde also ein sehr regelmässiges System von Atomgewichtszahlen darstellen.

Inwieweit eine derartige Neuordnung mit den chemischen Anforderungen in Einklang zu bringen ist, wage ich nicht zu entscheiden. Vielleicht würde es der Mühe lohnen, wenn der Versuch consequent durchgeführt würde, unter Berücksichtigung der hier dargelegten Struktureigenthümlichkeiten der Atomgewichtsskala die Mendelejew'sche Periodenanordnung in passender Weise zu modificiren.

Zum Schlusse will ich die aufgefundenen Thatsachen kurz zusammenfassen:

Im ersten Abschnitte wird gezeigt, dass sich das Verhältniss  $y$  einander ähnlicher Elemente (mit den Atomgewichten  $a$  und  $b$ ) angenähert darstellen lässt durch den Ausdruck

\*) Legt man obiger Berechnung der  $\Delta$ -Werthe anstatt der wahren Atomgewichte nach der Zusammenstellung von Ostwald die nach F. W. Clarke (vergl. Chem. Centralbl. 1894, Bd. I, S. 809) zu Grunde, so erhält man folgendes Werthesystem der  $\Delta$ :

Na	+ 0,1	— 0,6	—	— 1,4
Mg	+ 0,1	—	—	—
—	—	+ 0,0	—	— 0,8
Al	+ 0,5	+ 0,0	—	+ 0,2
Si	—	—	—	+ 0,5
—	+ 0,7	+ 2,0		
P	+ 1,8	+ 1,5		
S	—	—		
—	+ 2,65	+ 3,2		
Cl	+ 1,7	+ 3,1		

Mit Ausnahme des  $\Delta$ -Werthes für Zinn (+ 2,0) erscheint dieses Werthesystem sogar noch regelmässiger, als das oben angegebene.

$$\frac{b}{a} = y = 12 \frac{4 - \frac{1}{a}}{4 + a} + 1,$$

wenn man die Periodenanordnung von Mendelejew zu Grunde legt (dagegen giebt die Anordnung nach L. Meyer einen discontinuirlichen Verlauf der  $y$ ). Durch mehrmalige Anwendung der gefundenen Relation werden aus den als vorgegeben angenommenen Atomgewichten des Li bis Cl alle übrigen berechnet; man erhält so den wahren Atomgewichten nahekommende Werthe.

Im zweiten Abschnitte wird nachgewiesen, dass die Differenz zwischen wahren und berechneten Atomgewichten eine periodische Function der Atomgewichte ist, mit gleicher Periode wie die physikalischen Eigenschaften (z. B. Atomvolumen). Yb, Ta und W passen ganz und gar nicht in die allgemein befolgte Anordnung. Schliesslich wird noch versucht, kleinere Unregelmässigkeiten zu erklären.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [1896](#)

Autor(en)/Author(s): Toepler Max

Artikel/Article: [IV. Zur Struktur der Atomgewichtsskala 1028-1037](#)