

und spritzt nichts mehr über. Die Methode erweist sich auch in der Hand des Anfängers als zuverlässig.

8. Die Rückstandsbestimmung (Pregl-Buch S. 162) mit Hilfe der Mikromuffel ist berufen, alle anderen Methoden zu verdrängen.

9. Die Molekulargewichtsbestimmung nach der ebullioskopischen Methode will uns vorerst noch nicht sicher gelingen. Während niedrig siedende Lösungsmittel, wie z. B. Aceton, leicht einige Minuten konstant sieden und gute Werte geben, ist dies bei Alkohol oder Wasser nicht der Fall. Die Ursache liegt wohl in der Form der Gefäße und besonders in der Gestalt des Kühlers mit dem Platindraht. Manche Firmen liefern die Gefäße in völlig unbrauchbarer Form.

10. Die Methoxylbestimmung ist einfach und sehr zuverlässig. Wir erhitzen das Kölbchen mit einem Mikrobrenner<sup>8)</sup>, der einen Schraubenhahn und einen Kamin von Glas trägt und decken das Kölbchen mit Asbestpapier nach oben ab. Sonst genügt ein geringer Luftzug um das regelmäßige Sieden der Jodwasserstoffsäure irreversibel zu unterbrechen. Zur Jodwasserstoffsäure setzen wir nur Essigsäureanhydrid hinzu, nicht Phenol.

11. Spezifisches Gewicht. Für die Mikropolarisation hat E. Fischer<sup>9)</sup> ein Mikropyknometer angegeben. Sehr viel einfacher kommt man zum Ziel, wenn man nur mehr einfache Capillaren verwendet (8 cm lang, 0,5–0,8 mm innerer Durchmesser), die bis an beide Enden gefüllt und gewogen werden. Sie lassen sich ohne Verlust mit Filtrierpapier sorgfältig abwischen. Die Verdunstung an den Capillarenden bei wässriger und alkoholischer Lösung während der Mikrowägung ist minimal und kommt nicht in Betracht. Ihre Brauchbarkeit ist wiederholt durch die Bestimmungen mit der Ostwaldschen Pipette kontrolliert worden.

12. Zum Filtrieren kleiner Substanzmengen verwenden wir neben tarierten Mikrogasfritten, Porzellantiegelchen und Glasnagel neuerdings ganz einfach kleine Trichter mit gehärteten Filtern von Schleicher und Schüll. Sie vertragen das Absaugen im Filtrierapparat nach Witt (Hugershoff Katalog Nr. 819) gut und erlauben ein sehr rasches Arbeiten.

Überblicke ich am Schluß das Mitgeteilte, so werden viele fürs erste Bekanntes und Kleinigkeiten aufgeführt finden. Aber wer die Freuden und Leiden der Mikroanalyse gekostet hat, der weiß, daß ihr Gelingen von lauter Kleinigkeiten abhängt. Ich habe vor allem angegeben, was uns und anderen anfänglich Schwierigkeiten gemacht hat. Ich bin seit Jahren bestrebt, den hiesigen Glasbläsern bei der Ausführung ihrer Apparate zu helfen und zu verhindern, daß sie unbrauchbare Geräte abgeben. Ich glaube, so manchem Kollegen viel unnütze Mühe erspart zu haben. Ich wünsche, daß alle Firmen sich hierin von unabhängiger Seite kontrollieren ließen.

Seit 15 Jahren wird mikroanalytisch gearbeitet; jetzt ist es an der Zeit, daß alle, die sich eingehend mit den Mikromethoden beschäftigt haben, ihre Erfahrungen bekanntgeben. Es wird ja bald nicht mehr möglich sein, die publizierten Analysenergebnisse richtig zu beurteilen, wenn die Mikroanalyse immer wieder neu entdeckt wird oder in einem neuen Gewande erscheint.

Wenn auch die allgemeine Erlernung jetzt noch für den Studierenden etwas verfrüht erscheinen mag, so

<sup>8)</sup> Von Hugershoff, Leipzig, Katalognummer: 3573 b; Mikrogaslampe mit Glimmerzylinder u. Schraubenhahn, 2289 b. S. 248 [1924].

<sup>9)</sup> Houben-Weyl, I. Aufl., Bd. I, S. 879.

sollte doch das Ziel aller Mikroanalytiker sein, die Methode einheitlich wie die klassische Makromethode zu gestalten, damit jeder Chemiker, der die Hochschule verläßt, die Methode wenigstens einmal beherrscht hat.

Zum Schlusse gedenke ich dankbar der gastlichen Aufnahme und strengen Schulung, die ich bei Herrn Professor Pregl in Graz erfahren habe. [A. 52.]

## Eine neue Form des periodischen Systems der Elemente.

Von Dr. A. VON ANTROPOFF,

o. Prof. d. phys. Chemie an der Universität Bonn.

(Eingeg. 21. Aug. 1925.)

Die Entdeckung des „Periodischen Systems der Elemente“ durch L. Meyer und Mendelejew galt mit Recht als eine von den fruchtbarsten Errungenschaften der Naturwissenschaften, sowohl für die Forschung, als auch für den Unterricht. W. Nernst sagt: „Die Bedeutung des periodischen Systems für den Unterricht kann nicht hoch genug geschätzt werden“<sup>1)</sup>.

Und dabei zeigt die Literatur der letzten Jahre, daß in der anorganischen Chemie, der physikalischen Chemie und in der physikalischen Lehre vom Atombau, das periodische System immer mehr in den Vordergrund des Interesses rückt. Das ist verständlich. Denn bei der wachsenden Fülle des Stoffes der anorganischen Chemie wird ein ordnendes Prinzip für die Forschung und den Unterricht immer notwendiger, und die anorganische und

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
I	H 1															H <sub>2</sub> 2
II	Li 3	Be 4			B 5	C 6	N 7	O 8	F 9							Ne 10
III	Na 11	Mg 12			Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17							Ar 18
IV	K 19	Ca 20			Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30		
V	Rb 37	Sr 38			Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48		
VI	Cs 55	Ba 56			La-Ce 57-71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80		
VII		Ra 88			Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92								

Seltene Erdmittel

VI 57-71	La	Ce	Pr	Nd	-	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Ce
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71

Fig. 1. Periodisches System nach Lothar Meyer und Mendelejew.

die physikalische Chemie können mit der Vervollständigung ihrer Kenntnisse immer mehr von der Betrachtung einzelner Elemente und ihrer Verbindungen zur Untersuchung ihrer Beziehungen untereinander übergehen. Dabei zeigt die neue Lehre vom Atombau, daß die Beziehungen, welche das periodische System angibt, im Atombau tief begründet sind.

Trotz der hervorragenden Leistungen der schon von L. Meyer und Mendelejew angegebenen Form des periodischen Systems, hat aber diese doch nie ganz befriedigen können, und es sind immer wieder Versuche gemacht worden, sie zu verbessern und sie den neuen Errungenschaften der Wissenschaften anzupassen.

Die Hauptschwierigkeiten, die zu überwinden waren, um die Elemente in einem System übersichtlich anzuordnen, bestanden in der zunehmenden Länge der Perioden, und in der mehr oder weniger ausgesprochenen

<sup>1)</sup> Theoretische Chemie, 8.—10. Aufl., S. 192.



mente, je nach ihrer Zahl in der Periode, verschiedene Breiten geben. Man erhält so das Bild Fig. 4, das sich im übrigen an das Vorbild von Thomson-Bohr anlehnt. Als zweite wichtige, mir zuerst von H. Lux vorgeschlagene Neuerung, ist der Wasserstoff in die Mitte gesetzt. Man denke sich am besten das System auf eine Zylinderfläche gezeichnet und diesen auf der Rückseite so durchgeschnitten, daß die Edelgase halbiert sind und nach dem Abrollen des Zylinders symmetrisch die Flanken bilden. Durch Unterbringung der seltenen Erdmetalle in einer besonderen Rubrik am Fuß erhalten wir das vereinfachte Bild Fig. 5. Das Bild gewinnt noch an Übersichtlichkeit, wenn wir die gebrochenen inneren Grenzlinien der Edelgase durch senkrechte Gerade ersetzen und schließlich das ganze System in Farben anlegen, so daß die homologen Elemente gleiche Farben erhalten. Fig. 6 (s. S. 725) zeigt dieses endgültige Bild, in welchem aus technischen Gründen die Farben durch Schraffierungen ersetzt sind <sup>11)</sup>.

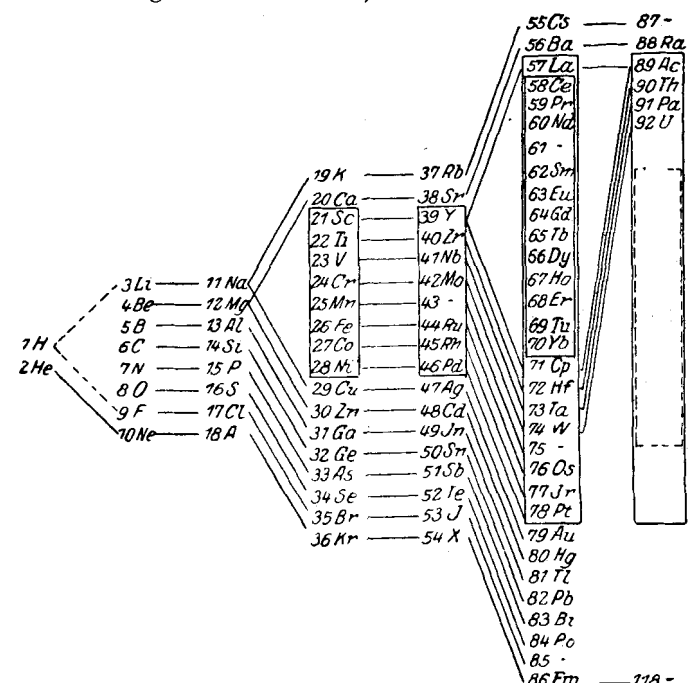


Fig. 3. Periodisches System nach J. Thomsen — N. Bohr.

Um den Farben eine mnemotechnische Bedeutung zu geben, wurden folgende Beziehungen benutzt: Wasserstoff — Farbe des Meeres — ultramarinblau; Alkalimetalle und Halogene, die stärksten Basen- und Säurebildner, nach der Lakmusreaktion blau und rot; Kohlenstoffgruppe — schwarz; Borgruppe — grünes Spektrum von Bor und Thallium — grün; Stickstoffgruppe — Stickstoffperoxyd, Antimonsulfid, Pervanadinsäure — rothbraun bis kreß (orange); Sauerstoffgruppe — Schwefel, Chromgelb — gelb; Magnesiumgruppe — Magnesium und Quecksilber, unsere Quellen ultravioletten Lichtes — veil (violett); Edelgase und Metalle der Eisenplatingruppe — farblos oder silbergrau.

Das Bild, das wir in der neuen Form des periodischen Systems erhalten, ist von einer erstaunlichen, geradezu monumentalen Symmetrie. Die Edelgase bilden zu beiden Seiten die Eckpfeiler. Der Wasserstoff, als Urstoff aller Elemente ruht als mächtiger Querbalken über allen anderen Elementen. Die Stellung des Wasserstoffs im periodischen System galt bisher als ein fast unlösbares Problem, da es nicht möglich schien zu entscheiden, ob

<sup>11)</sup> Eine große Wandkarte für Hörsäle und eine kleinere Wandkarte für den Hausgebrauch in Farben sind im Verlag von Köhler und Volckmar, Leipzig, erschienen.

er zu den Alkalimetallen oder zu den Halogenen zu rechnen sei. Er wurde daher vielfach aus dem periodischen System überhaupt fortgelassen <sup>12)</sup>. Jetzt hat er die ihm zukommende zentrale Stellung, die der neueren Erkenntnis entspricht, daß der Wasserstoff in seinen Verbindungen sowohl positiv, als auch negativ auftreten kann, also in gleicher Weise zu den Alkalimetallen, wie zu den Halogenen gehört.

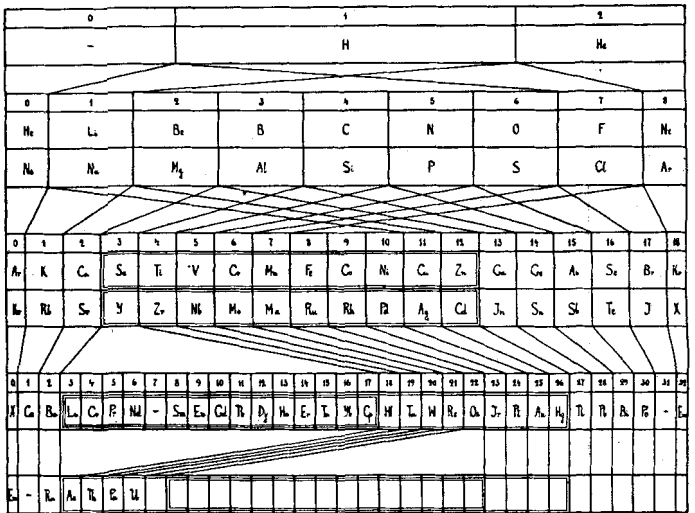


Fig. 4. Periodisches System des Verfassers.  
Erstes Stadium: Das auf einem Zylinder angeordnete System ist durch die Edelgase durchgeschnitten und der Zylinder abgerollt.

Der Kohlenstoff liegt gleichfalls in axialer Stellung unter dem Wasserstoff. Beide zusammen sind die Grundlage der organischen Welt. Das ist gewiß kein Zufall. Die unzähligen Verbindungsmöglichkeiten zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff, durch welche die organische

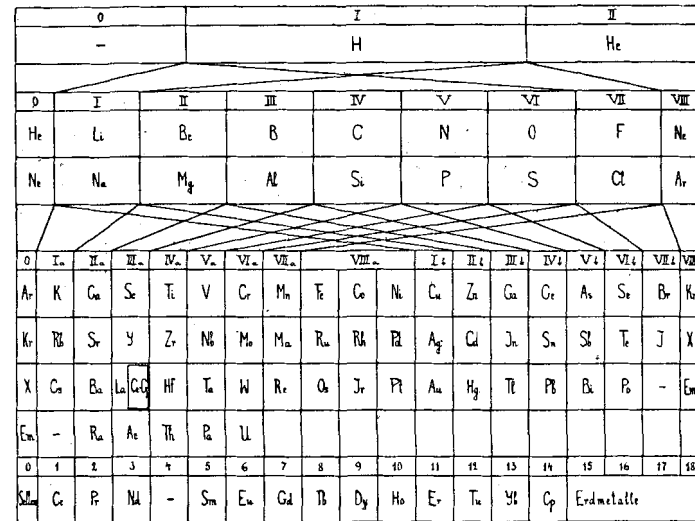


Fig. 5. Periodisches System des Verfassers.  
Zweites Stadium: Die seltenen Erdmetalle sind abgetrennt.

Chemie zustande kommt, beruhen fraglos darauf, daß beide Elemente je eine gleiche Zahl von positiven und negativen Wertigkeiten besitzen. Der zentralen Lage des Wasserstoffs und Kohlenstoffs im periodischen System verdankt daher die organische Welt ihre Existenz.

Weiter unten folgen das Silicium — neben dem Sauerstoff der Hauptbildner der festen Erdkruste und ein Hauptvertreter der anorganischen Welt. Darunter liegen wieder symmetrisch Eisen und Nickel — die Hauptbe-

<sup>12)</sup> W. Nernst, Theor. Chem. 8.—10. Aufl., S. 190 u. 192.

