

Das Periodensystem der Elemente – Eine Erfolgsstory von Anbeginn?

Zur Rezeptionsgeschichte in den Jahren 1869–1910¹

Gisela Boeck

Wir sind uns einig: Heute ist das Periodensystem der Elemente in fast jedem Chemiekabinett in der Schule und in jedem Chemiehörsaal vertreten. Die gewöhnlich in zweidimensionaler Form dargestellten Zusammenhänge zwischen den Elementen symbolisieren ganz einfach Chemie. Doch war es tatsächlich von Anbeginn ein Siegeszug des Periodensystems? Fand es zeitnah in Lehrbücher oder Forschungskonzepte oder in der populärwissenschaftlichen Literatur Eingang?

Eine kurze Einschätzung dazu gab bereits 1895 Karl Seubert (1851–1942), der viele Jahre an der Seite von Lothar Meyer (1830–1895) gearbeitet hatte, in den Anmerkungen zu den von ihm herausgegebenen Abhandlungen zum periodischen Gesetz:

Im ersten Augenblicke erscheint es für den, der heute diese Abhandlungen durchliest, ungreiflich, wie sich die allgemeinere Annahme eines Systems, das schliesslich in so fertiger Form vorlag und dessen Nutzen in rein theoretischer, wie in praktischer und namentlich auch pädagogischer Hinsicht so ausführlich dargethan war, doch noch Jahre hinausschieben konnte.²

Seubert sah den Grund in einer gewissen Gleichgültigkeit jener Zeit für Erörterungen auf anorganischem Gebiet, aber auch in etwas ungeschickten Publikationen. Seubert hielt die ersten Mitteilungen von Lothar Meyer für zu kurz, die von Dmitri I. Mendeleev (1836–1907) für zu weitschweifig. Dann stellte er fest: „Ein durchschlagender Erfolg trat erst ein, als die aus dem System gezogenen Deductionen so zu sagen Schlag auf Schlag durch den Versuch ihre Bestätigung fanden, [...]“.³

Besonders hob Seubert die Entdeckung der von Dmitri I. Mendeleev vorausgesagten Elemente Scandium, Gallium und Germanium hervor. Dieser Sieg müsste demzufolge spätestens auf das Jahr 1886 datiert werden. Doch auch noch 1893 hiess es in einem Vortrag von Lothar Meyer:

Trotzdem erzielt es [das Periodensystem, Anm. GB] in den Lehrbüchern meist nur einen Achtungserfolg, indem es erwähnt und erläutert wird; zur Grundlage der Eintheilung wird es bis jetzt nur in einer kleinen Anzahl dieser Bücher gemacht, und auch da zum Theile noch in verstümmelter oder willkürlich abgeänderter Gestalt.⁴

Meyer führte als Gründe nicht nur das geschwundene Interesse an anorganischer Chemie, sondern auch die Tatsache an, dass das System für den Anfangsunterricht zu wenig selbsterklärend sei.⁵ Meyers Worte stützten also die Tatsache, dass nur eine kleine Anzahl von Lehrbüchern das Periodensystem überhaupt erwähnte oder es als Grundlage für die Anordnung von chemischen Elementen nutzte.

In diesem Beitrag sollen nun Ergebnisse zur Rezeption des Periodensystems der Elemente vorgestellt werden, die auf einer Lehrbuchanalyse, der Sichtung von populärwissenschaftlichen Beiträgen sowie der Berücksichtigung der Marx'schen Exzerpten zur Chemie beruhen.

Für den englischsprachigen Raum hatte Stephen G. Brush 1996 eine ausführliche Untersuchung zur Rezeption des Periodensystems⁶ vorgelegt, wobei er zu dem Ergebnis kam, dass sich in den USA und Großbritannien das Periodensystem 1890 durchgesetzt hätte. 2015 gaben Helge Kragh, Gábor Pallo und mein hochverehrter, leider viel zu früh verstorbener Kollege Masanori Kaji mit den *Early Responses to the Periodic System*⁷ eine Studie heraus, die Russland, Deutschland, England, Frankreich, die Tschechoslowakei, Schweden, Dänemark, Norwegen, Spanien, Portugal und Japan berücksichtigte. Einige Ergebnisse seien beispielhaft erwähnt. So konnte gezeigt werden, dass die Größe der chemischen Gemeinschaften in der Rezeptionsgeschichte eine Rolle spielte, wobei diese sich meist eher auf praktische Chemie konzentrierten. Wenn aber Theoretiker, wie z. B. Julius Thomsen (1826–1909) in Dänemark, federführend waren, änderte sich die Situation und Überlegungen zur Natur der Elemente und ihrer Systematik rückten stärker in den Fokus. Eine Aufnahme des Periodensystems in Lehrbücher war damit aber nicht zwingend verbunden. Der eben erwähnte Thomsen hatte sich mit einer an William Prout (1785–1850) angelehnten⁸ Spekulation über die innere Struktur der Atome⁹ und eine Darstellung der Elementsystematik entworfen, die später von Nils Bohr aufgegriffen wurde.¹⁰

In Norwegen gab es *ein* Chemielehrbuch für die Oberstufenausbildung. Es lehnte das Periodensystem ab, wodurch eine Verzögerung der Rezeption bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts eintrat! In Schweden, Frankreich und Spanien spielte das Periodensystem bis etwa 1920 eine geringe Rolle, es wurde gelegentlich sogar als

„the worst kind of natural classification“¹¹ angesehen, weil die chemischen Analogien nicht deutlich zum Ausdruck kamen. Für die Rezeption in Russland spielte Mendeleev selbst eine große Rolle. In der Tschechoslowakei beförderte vor allem Bohuslav Brauner (1855–1935) den Rezeptionsprozess.

Außerdem wurde in diesem Buch festgestellt, dass Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts zahlreiche metaphysische und philosophische Studien zur Natur auf dem Periodensystem basierten und damit auch eine Rezeption außerhalb der Fachwissenschaft Chemie verortet werden kann.

In diesem Beitrag sollen nun einige Ergebnisse aus den Studien zu Deutschland vorgestellt werden. Für den Zeitraum 1870 bis 1920 wurden mehr als 400 Lehrbücher registriert. Es war unmöglich, alle in die Hand zu bekommen. In einigen Fällen erlaubten Rezensionen eine Charakterisierung, sodass insgesamt Daten zu 89 Büchern vorlagen. Derzeit werden die Angaben durch die bessere Zugänglichkeit infolge der Digitalisierung zahlreicher Bücher ergänzt, wobei auch die Frage stärker beleuchtet werden soll, ob Bezug auf Mendeleev oder Meyer oder beide genommen wird. In diesem Beitrag werden aber ohnehin nur Werke bis in die 1910er-Jahre berücksichtigt und einige exemplarisch vorgestellt. Weitere Untersuchungen bis 1945 werden derzeit vorgenommen.

Aus den 1870er-Jahren stammen 18 der gesichteten Bücher, von denen nur August Michaelis (1847–1916) und Victor von Richter (1841–1891) das Periodensystem diskutierten und Abbildungen wiedergaben. Michaelis hob hervor, dass er der Darstellung von Lothar Meyer in der dritten Auflage seines Werkes *Die modernen Theorien der Chemie* folge.¹² Er vertrat die Meinung, dass Meyer der erste war, der einen Versuch unternommen hatte, die Regelmäßigkeiten in einem alle Atomgewichte umfassendes System zusammenzufassen.¹³

Victor von Richter widmete in der ersten und zweiten Auflage seines Werkes *Kurzes Lehrbuch der Anorganischen Chemie* dem Periodensystem ein eigenes Kapitel. Bei der ersten Auflage aus dem Jahr 1875 handelt es sich um das wohl früheste Beispiel¹⁴ eines deutschen Lehrbuches, in dem das Periodensystem mit mehr als sieben Seiten ausführlich vorgestellt wurde. Auch im Vorwort ging Richter auf die Bedeutung des Systems ein und zitierte Lothar Meyer: „Es ist wohl heute unzweifelhaft, dass die auf den Atomgewichtszahlen basirte Systematik der Elemente die Grundlage einer künftigen vergleichenden Affinitätslehre sein und bleiben wird.“¹⁵ Richter setzte dann fort: „Eine mehrjährige Erfahrung¹⁶ in der Lehrtätigkeit hat mich von der anregenden, didaktischen Bedeutung des periodischen Systems der Elemente überzeugt.“¹⁷ In der ersten Auflage erwähnte er

Mendeleev nicht namentlich, stellte aber das von ihm 1871 publizierte System¹⁸ dar.¹⁹ Richter wies auf einen ganz entscheidenden Punkt in der Frage der Akzeptanz hin:

Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass die in der Tabelle ausgedrückte Classification noch nicht zum Abschluss gelangt ist. Die Atomgewichte einiger Elemente sind noch nicht mit Sicherheit festgestellt; es werden daher noch manche Veränderungen vorzunehmen sein, vielleicht auch die Beziehungen in einer andern Form dargestellt werden müssen. Aber auch jetzt kommen in der gegebenen Tabelle so viele Verallgemeinerungen zum Ausdruck und giebt dieselbe ein so anschauliches Bild von dem Gesamtverhalten der Elemente, dass dem periodischen System, als einem wichtigen Hilfsmittel zur Erfassung der früher zusammenhanglosen Thatsachen, nicht länger die Aufnahme in chemische Lehrbücher verweigert werden kann.²⁰

Auch in der Dekade von 1881 bis 1890 nimmt die Zahl der Lehrbücher, die das Periodensystem erwähnten oder gar als Leitfaden benutzten, nicht signifikant zu. Es handelt sich hier um Bücher von Wilhelm Ostwald (1853–1932)²¹, Carl Arnold (1853–1929) und Otto Haussknecht (1844–1914). Arnold, der 1877/78 auch in Tübingen und damit u.a. bei Lothar Meyer Chemie studiert hatte²², forderte explizit: „Eine konsequente Einführung der Elemente ist nur nach einem Systeme möglich, nämlich nach dem der Abhängigkeit der Eigenschaften der Elemente von ihren Atomgewichten.“²³ Doch dann kommt er selbst zu der folgenden Einschränkung:

Bei der Systematik ist es im allgemeinen als Richtschnur genommen, wenn auch aus didaktischen Gründen die Einteilung in Metalle und Nichtmetalle beibehalten und der Wasserstoff und Sauerstoff allen andern Elementen vorangestellt sind.²⁴

Die alte Klassifizierung erscheint ihm und auch späteren Autoren offenbar doch besser für den Unterricht geeignet zu sein, wodurch das Periodensystem häufig erst in Anhängen oder am Kapitelende auftaucht und keinen Leitfaden darstellt.

Übrigens erschien 1887 die vermutlich erste Monographie zum Periodensystem in Deutschland. Sie wurde von Ernst Huth (1845–1897) verfasst, der eigentlich Botaniker war. In dieser Schrift würdigte er die Arbeiten sowohl von Mendeleev als auch von Lothar Meyer.

Zwischen 1891 und 1900 stieg die Anzahl der Lehrbücher, die das Periodensystem berücksichtigten, deutlich an. In 13 der 29 untersuchten Bücher gibt es entsprechende Hinweise. Das verwundert nicht, denn in der Dekade zuvor haben sich die von Mendeleev getätigten Voraussagen zum Eka-Aluminium, -Bor und

-Silicium bestätigt. Doch nach wie vor gab es Vorbehalte zum Einsatz des Periodensystems im Unterricht.

Für den Zweck des Unterrichts ist einer tabellarischen wiederzugebenden Materie nur im äußersten Notfall das Alphabet zu Grunde zu legen, vielmehr ist die Ordnung nach zweckmässigen methodischen Gesichtspunkten vorzunehmen. Referent will nicht so weit gehen, eine Zusammenstellung nach dem periodischen System, nach Mendelejeff oder L. Meyer zu empfehlen, wohl aber konnte die Anordnung nach den meisten wohlcharakterisierten Gruppen stattfinden, wie sie sowohl bei den genannten nichtmetallischen (Sauerstoffgruppe, Chlorgruppe), wie bei den metallischen Elementen (Gruppe der Alkalimetalle usw.) vorhanden sind,²⁵

schrieb Otto Ohmann (1853–1941) in einer Rezension über den *Leitfaden der Chemie für Realschulen*.²⁶

Die meisten Lehrbücher benutzten die Klassifizierung nach den chemischen Eigenschaften als Grundlage für die Anordnung des Lernmaterials und schoben häufig erst in einem Nachtrag Hinweise über das Periodensystem nach. Die Skepsis gegenüber dem Einsatz des Periodensystems erlischt auch nicht bis 1910, auch wenn 50 % der untersuchten Lehrbücher das Periodensystem erwähnten.

1913 erschien schließlich in der Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht eine Arbeit über den Einsatz eines Modells für das Periodensystem im Unterricht, in der Ernst Beutel (1877–1944) auf die neue Grundlegung des Periodensystems auf Basis der Atomtheorie verwies und feststellte:

Hiermit hat auch das periodische System der Elemente außerordentlich an Bedeutung gewonnen, ist die Grundlage der Deduktion der modernen Lehr- und Handbücher und das Punktum saliens des Unterrichtes in der anorganischen Chemie geworden.²⁷

Die Atomtheorie war also neben der Bestätigung einiger Elementvoraussagen und der erfolgreichen Einordnung der Edelgase ein Knackpunkt bei der Durchsetzung des Periodensystems.

Beutel schlug eine an William Crookes (1832–1919) angelehnte, vervollständigte dreidimensionale Anordnung der Elemente vor (siehe Abbildung 1) und hinterfragte damit auch die Möglichkeiten der Präsentation des Systems im Unterricht.

Mit dieser Frage hatte sich Lothar Meyer in seinem 1893 gehaltenen Vortrag kurz beschäftigt. Er erwähnte eine große Tafel und einen drehbaren Zylinder, die er in Tübingen in der Vorlesung genutzt hätte.²⁹ Leider hat beides offenbar die Zeit

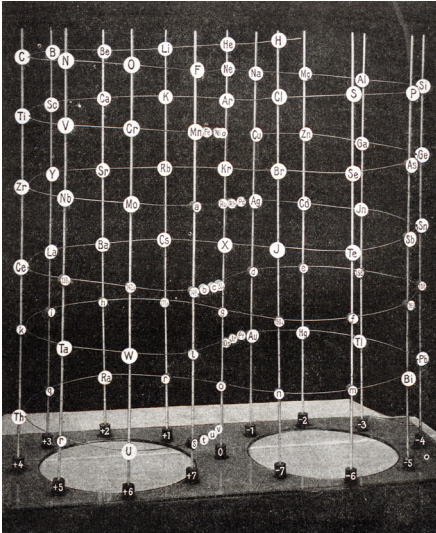


Abb. 1: Ein dreidimensionales Periodensystem zur Herstellung durch Schüler.²⁸

Wandtafel entstand, die besonders als Leitfaden bei Vorträgen über anorganische Chemie genutzt werden konnte. Die Autoren empfahlen für die Herleitung des Systems, die Tafeln auf einen Zylinder mit genau vorgegebenen Maßen zu kleben.³⁰

Diese Tafeln sind jünger als die in St. Andrews aufgefundene, die auf 1885 datiert wurde.³¹ Bei dem Berliner Exemplar handelt es sich zwar um die zweite Auflage, die erste soll aus dem Jahr 1889 stammen, konnte aber bis heute nicht nachgewiesen werden.

In der 1894 erschienen, mir in St. Petersburg gezeigten russischen Übersetzung der 2. Auflage des Buches *Grundzüge der theoretischen Chemie* von Lothar Meyer³³ gibt es ebenfalls eine Abbildung des natürlichen Systems der Elemente, bei der an der Seite extra vermerkt wurde, dass man die Elemente-Übersicht auf einen hinsichtlich der Maße genau beschriebenen Zylinder aus Holz oder Pappe kleben solle.

Werbeanzeigen für das Periodensystem als Lehrmittel unter dem Titel „Mendelejew, Große Wandtafel des periodischen Systems der Elemente. Herausgegeben von Prof. Dr. B. Brauner“ findet man spätestens ab 1911³⁴, aber auch eine ent-

nicht überdauert. Es ist davon auszugehen, dass Meyer die Elemente auf dem Zylinder spiralförmig aufgetragen hat, wie es schon 1862 Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois (1820–1886) vorgeschlagen hatte.

Auch wenn die von Meyer genutzten didaktischen Hilfsmittel nicht mehr existieren, wissen wir, dass sie nicht nur in Tübingen eingesetzt worden waren. Das kann man aus den in der Staatsbibliothek zu Berlin – Preussischer Kulturbesitz verwahrten Blättern für eine Wandtafel schlussfolgern (siehe Abbildung 2). Diese konnten entweder flach aufgeklebt werden, wodurch quasi eine

Wasserstoff H = 1		SYSTEM DER ELEMENTE.							
A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	B	A VI B	A VII B	VIII	
Lithium Li 7,01	Beryllium Be 9,08	Bor B 10,9	Kohlenstoff C 11,97	Stickstoff N 14,01	Sauerstoff O 15,98	Fluor F 19,06			
Natrium Na 23,00	Magnesium Mg 24,3	Aluminium Al 27,04	Silicium Si 28,3	Phosphor P 30,96	Schwefel S 31,98	Chlor Cl 35,37			
Kalium K 39,03	Calcium Ca 39,91	Scandium Sc 43,97	Titan Ti 48,0	Vanadin V 51	Chrom Cr 52,0	Mangan Mn 54,8	Eisen Fe 55,88	Kobalt Co 58,6	
Kupfer Cu 63,18	Zink Zn 65,10	Callium Ca 69,9	Germanium Ge 72,3	Arsen As 74,9	Selen Se 78,87	Brom Br 79,76	Nickel Ni 58,6		
Rubidium Rb 85,2	Strontium Sr 87,3	Yttrium Y 88,9	Zirkonium Zr 90,4	Niobium Nb 93,7	Molybdän Mo 95,9		Ruthenium Ru 101,4	Rhodium Rh 102,7	
Silber Ag 107,88	Kadmium Cd 111,8	Indium In 113,6	Zinn Sn 118,8	Antimon Sb 119,6	Tellur Te 125,0	Jod J 126,54	Palladium Pd 106,35		
Caesium Cs 132,7	Baryum Ba 136,9	Lanthan La 138,2	Cerium Ce 139,9						
		Ytterbium Yb 172,6		Tantal Ta 182	Wolfram W 183,6				
Gold Au 196,7	Quecksilber Hg 199,8	Thallium Tl 203,7	Blei Pb 206,4	Wismuth Bi 208,9			Osmium Os 190,3	Iridium Ir 192,5	
			Thorium Th 231,9		Uran U 238,6		Platin Pt 194,3		
Zusammengestellt von Lothar Meyer und Karl Seubert								Verlag von Streitkopf und Hirtel in Leipzig	

Abb. 2: Das von Lothar Meyer und Karl Seubert zusammengestellte Periodensystem zur Verwendung als Wandtafel.³²

sprechende Tafel konnte trotz aufwändiger Recherchen in Archiven und Schulmuseen nicht nachgewiesen werden.

In den folgenden Abschnitten soll es um die Rolle des Periodensystems in populärwissenschaftlicher Literatur und seine Interpretationen außerhalb der Chemie im genannten Zeitraum gehen. Verschiedene Zeitschriften wurden gesichtet, aus deren Vorworten bzw. Beschreibung eine populärwissenschaftliche Zielrichtung herauszulesen war. Inhaltlich beschränken sich diese nicht auf Chemie, es handelte sich eher um naturkundliche Schriften. Einige Beispiele für relevante Beiträge sollen vorgestellt werden.

Das *Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den Gebieten der Physik, Chemie und chemischen Technologie, der Astronomie und Meteorologie*, das von 1865 bis 1901 erschien, widmete etwa 40 % der Artikel der Chemie. 1883 informierte es mit einer sehr ausführlichen Darstellung über die Geschichte des periodischen Systems und seine Darstellungs- und Interpretationsversuche sowie zu Hypothesen zur Urmaterie.³⁵ 1886 berichteten diese, aber auch andere Zeitschriften über die Entdeckung des Germaniums. Im *Jahrbuch der Erfindungen* hieß es dazu:

In der That ist die Übereinstimmung [zwischen der Voraussage und den tatsächlichen Beobachtungen] eine so auffallende, daß mit diesem zweiten Beweise für die Richtigkeit des natürlichen

Systems der Elemente dieses fast aus dem Bereiche der Hypothese in das Gebiet der wissenschaftlichen Thatsache gehoben sei.³⁶

Auch die *Naturwissenschaftliche Rundschau*, die von 1886 bis 1912 bei Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig publiziert wurde und wöchentlich Artikel über Fortschritte auf allen Gebieten der Naturwissenschaften veröffentlichte, wies auf die Entdeckung des Germaniums³⁷ anhand des Beitrags von Clemens Winkler in den *Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft*³⁸ hin. Der Autor gab aber zu bedenken:

Dass in dem Germanium wirklich ein neues Element vorliegt, ist nach dem Vorhergehenden wohl kaum zu bezweifeln, und erst die Atomgewichtsbestimmung wird zeigen, ob das Germanium, wie nach den bislang bekannten Eigenschaften zu vermuthen ist, die im periodischen Systeme zwischen Antimon und Wismuth bestehende Lücke auszufüllen berufen ist.³⁹

Etwas später konnte festgestellt werden:

Die neuen Thatsachen, mit denen Herr Winkler's Untersuchung die Chemie bereichert hat, festigen aufs Neue unsere Ueberzeugung, dass jene regelmäßigen Beziehungen in den Atomgewichten und Eigenschaften der Elemente nicht zufällig sind, dass sie vielmehr eine wirkliche Gesetzmäßigkeit darstellen, begründet in Ursachen, von denen eine fassbare Vorstellung zu gewinnen, uns hoffentlich in nicht zu ferner Zeit beschieden sein wird.⁴⁰

Auch 1886 erschien im *Jahrbuch der Naturwissenschaften*, das von 1885/86 bis 1913/14 in Freiburg in der Herder'schen Verlagshandlung herausgegeben wurde, eine ausführliche Abhandlung zum Periodensystem.⁴¹ In dem Beitrag wurde betont, dass das System anfänglich „geringes Entgegenkommen bei den Chemikern“ fand, „aber, nachdem erst einzelne Schwierigkeiten überwunden waren, ganz unerwarteten Erfolg“ hatte. Doch die „langersehnte sichere Systematik der Elemente“ wäre erst dann gefunden, wenn „wirklich die Glieder der einzelnen Familien sämtlich durch eine hinreichende Zahl gemeinsamer Charakter miteinander verknüpft wären. Das ist indessen nicht der Fall.“ Zu einer „Rangerhöhung“ der Chemie unter den Wissenschaften käme es, wenn sich denn die Eigenschaften tatsächlich vollständig und korrekt als Funktion der Atomgewichte darstellen ließen. Doch auch schon unvollkommen sei es ein brauchbares Instrument der Forschung, da es die Ableitung von Atomgewichten und die Voraussage unbekannter Elemente ermögliche.

1889 behandelte Hugo Roedel (1858–1940) in der Zeitschrift *Die Natur – Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniß und Naturanschauung für Le-*

ser *aller Stände*, die von 1852 bis 1902 herausgegeben wurde, die Genesis der Elemente. Er kam zu dem Schluss:

Durch seine Entstehungs-Hypothese isoliert es nicht ein Element vom anderen, sondern er bringt sie alle in einen großen Zusammenhang, in Continuität, indem er gleichzeitig auf ihre Entstehung, auf ihre Entwicklung die gebührende Rücksicht nimmt. Das ist ein Gedanke, der außerordentliche Aehnlichkeit mit demjenigen Darwin's in Bezug auf die Biologie hat.⁴²

Analoge Gedanken äußerte auch Ernst Krause (1839–1903, Pseudonym Carus Sterne).⁴³ Die in Deutschland in breiten Kreisen, auch auf den Versammlungen der Deutschen Naturforscher und Ärzte, sehr heftig geführten Diskussionen um die Deszendenztheorie haben sich also auf andere Gebiete ausgedehnt. Wenn für die Biologie gelte, dass alle Arten auf eine oder wenige Urformen zurückgehen, läge der Schluss nahe, zu fragen, ob das nicht auch für die Elemente gelten könne. Diesen Gedanken findet man z. B. auch bei Ernst Haeckel (1834–1919). In seiner 1899 erstmals erschienenen Schrift *Die Welträtsel* erwähnte er bei der Besprechung des Substanzgesetzes die gruppenweise Verwandtschaft der Elemente und das von Lothar Meyer und Mendeleev aufgestellte Periodische System der Elemente, das aufgrund der Vergleichbarkeit zu den Tier und Pflanzenarten vermuten lasse, dass die Elemente aus gleichartigen einfachen Uratomen in verschiedener Zahl und Lagerung zusammengesetzt seien.⁴⁴

Diese wenigen Beispiele mögen genügen, sie zeigen uns, dass populärwissenschaftliche Zeitschriften, wenn auch in geringem Umfang, auf das Periodensystem eingingen, es wurde als Wegweiser zur Naturerkenntnis, bei der Suche nach dem Urelement und zum Beweis der mathematischen Zusammenhänge in der Natur aufgefasst. Auch aktuelle Forschungsergebnisse, die im Zusammenhang mit dem System der Elemente eine Rolle spielten, wurden wiedergegeben (Edelgase, Radioaktivität, Isotope etc.) und auf dem Hintergrund der Einordnung in das System besprochen. Das kann hier aber nicht detailliert dargestellt werden.

Nicht nur Ernst Haeckel, sondern auch weitere, nicht der Chemie zuzuordnende Gelehrte beschäftigten sich mit dem Periodensystem. Dafür möchte ich als abschließendes Beispiel auf Karl Marx (1818–1883) eingehen.⁴⁵ Zwischen Mitte 1877 und Anfang 1883 fertigte Marx Exzerpte u.a. aus Werken von Lothar Meyer an.⁴⁶ Er benutzte dazu die 2. Auflage des Buches *Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik*. Das entsprechende Exemplar der Marxschen Bibliothek ist überliefert und enthält Anstreichungen.⁴⁷ Es wird davon ausgegangen, dass Carl Schorlemmer (1834–1892) Marx angeregt hatte, sich mit den *Modernen Theorien* zu beschäftigen, um einen Überblick zur Atom-

theorie zu erhalten.⁴⁸ Es muss auch zwischen Lothar Meyer und Karl Marx eine Korrespondenz gegeben haben. Bis jetzt wissen wir nur indirekt davon, denn am 2. April 1875 bat Schorlemmer Marx, den Brief von Lothar Meyer und die dazugehörigen Papiere zu schicken.⁴⁹ Wahrscheinlich hat Marx das getan, denn in seinem Nachlass wurde bis heute kein Brief von Meyer gefunden. Die von Marx in seinen Exzerpten benutzte „Tabelle, worin die bis jetzt bekannten Elemente nach steigendem Atomgewicht in Horizontalreihen geordnet sind“⁵⁰ unterscheidet sich von den Meyerschen Darstellungen in der 2. Auflage. Wahrscheinlich hat sich Marx hier auf das Lehrbuch der Chemie⁵¹ von Henry Roscoe (1833–1915) und Schorlemmer bezogen, das ebenfalls als Handexemplar in seiner Bibliothek vorhanden war.⁵² Auch das ist ein Beispiel für die frühe Rezeption des Periodensystems.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass das von Lothar Meyer und Dmitri I. Mendeleev aufgestellte Periodensystem bekannt war, aber der ursprünglich vermutete sehr schnelle Einsatz als didaktisches Hilfsmittel konnte nicht nachgewiesen werden. Die Bestätigung von Voraussagen, die Einordnung neuer Elemente und ganz besonders die atomtheoretische Deutung zu Beginn des 20. Jahrhunderts hatten große Relevanz für die Akzeptanz.

Summary

Today the Periodic Table of Chemical Elements is present in every chemical cabinet. But can we find the same situation about 150 years ago? This paper deals with the reception of the Periodic system in Germany in the first decades after the discovery of the periodic changes of chemical properties in dependence of the atomic weight.

The results of a survey of several chemical textbooks is presented. It shows that the Periodic system was mentioned in several textbooks but in consequence of irregularities and mistakes in the determination of atomic weights it did not have a big impact until the discovery of predicted elements, of the rare gases and the atomic interpretation of the system.

The periodic system was also discussed in popular science papers – often in connection with the descent theory. It was also important for scholars like Ernst Haeckel and Karl Marx.

Anmerkungen

¹ Überarbeitete Fassung des am 16. September 2019 gehaltenen Vortrags auf dem Wissenschaftsforum der GDCh in Aachen.

² Karl Seubert, „Anmerkungen“, *Das natürliche System der chemischen Elemente*, hrsg. von Karl Seubert, Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, No. 68 (Leipzig: W. Engelmann, 1895), hier 2. Auflage 1913, S. 124.

³ Seubert, Anmerkungen, S. 125.

⁴ Lothar Meyer, „Ueber den Vortrag der anorganischen Chemie nach dem natürlichen Systeme der Elemente“, *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 26 (1893), 1230–1250, hier 1231.

⁵ Meyer, Ueber den Vortrag, *Berichte*, 26, 1231–1232.

⁶ Stephen G. Brush, „The Reception of Mendeleev's Periodic Law in America and Britain“, *Isis*, 87 (1996), 595–628.

⁷ Masanori Kaji, Helge Kragh, Gábor Palló (Hrsg.), *Early Responses to the Periodic System* (New York: Oxford University Press 2015).

⁸ Prout hatte angenommen, dass die Atomgewichte ganzzahlige Vielfache des Gewichts des Wasserstoffs sind und Wasserstoff die Urmaterie sei. Vergleiche dazu: William Prout, „On the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms“, *Annals of Philosophy*, 6 (1815), 321–330, sowie William Prout, „Correction of a Mistake in the Essay on the Relation between the Specific Gravities of Bodies in their Gaseous State and the Weights of their Atoms“, *Annals of Philosophy*, 7 (1816), 111–113.

⁹ Helge Kragh, „Julius Thomsen and 19th-century speculations on the complexity of atoms“, *Annals of Science*, 39 (1982), 37–60.

¹⁰ Vergleiche dazu Helge Kragh, „Reception and Early Use of the Periodic System – The Case of Denmark“, *Early Responses to the Periodic System* hrsg. von Masanori Kaji, Helge Kragh, Gábor Palló (New York: Oxford University Press 2015), S. 171–190.

¹¹ Kaji et al., *Early Responses*, Introduction, S. 6.

¹² Diese Anlehnung an Meyer erklärt sich aus der Tatsache, dass Michaelis von 1870 bis 1880 bei Lothar Meyer in Karlsruhe gearbeitet und ihn teilweise in Vorlesungen vertreten hat. Vergleiche dazu: Gisela Boeck, „August Michaelis: Erschöpft sich seine wissenschaftliche Leistung in der Michaelis-Arbusow Reaktion?“, *Mitteilungen der GDCh-Fachgruppe Geschichte der Chemie*, 16 (2002), 20–29.

¹³ August Michaelis, *Einführung in die Allgemeine Chemie und die physikalisch-chemischen Operationen*, (Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn 1879), S. 115–124.

¹⁴ Stephen G. Brush, „The Reception of Mendeleev's Periodic Law in America and Britain“, *Isis*, 87 (1996), 595–628, hier 625.

¹⁵ Victor von Richter, *Kurzes Lehrbuch der Anorganischen Chemie. wesentlich für Studierende auf Universitäten und Polytechnischen Schulen sowie zum Selbstunterricht* (Bonn: Max Cohen & Sohn, 1875), S. IX.

¹⁶ Was mit der mehrjährigen Lehrtätigkeit gemeint ist, bleibt ungewiss. Richter war zwar ab 1864 am Chemischen Laboratorium des St. Petersburger Technologischen Instituts tätig, hat aber erst ab 1871 Vorlesungen zur analytischen Chemie gehalten. 1872 ging er als Professor nach Novoaleksandrija

/Puławy), krankheitsbedingt hatte er von 1874 bis 1875 gar keine Lehrverpflichtungen. Für seine Habilitation reichte eine öffentliche Vorlesung über das periodische System der Elemente. Vergleiche dazu: Gotthold Prausnitz, "Nekrolog Victor von Richter", *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 24 (1891), 1123–1130, hier 1123–1124.

¹⁷ Richter, *Kurzes Lehrbuch*, 1875, S. IX.

¹⁸ Dmitri. I. Mendeleev (Mendelejeff), "Die periodische Gesetzmäßigkeit der chemischen Elemente", *Annalen der Chemie und Pharmacie*, VIII. Supplementband, 1871, 133–229.

¹⁹ Richter, *Kurzes Lehrbuch*, 1875, S. 236.

²⁰ Richter, *Kurzes Lehrbuch*, 1875, S. 239.

²¹ Ostwald widmete sein Buch Lothar Meyer. Vergleiche: Wilhelm Ostwald, *Grundriss der allgemeinen Chemie*, (Leipzig: Wilhelm Engelmann, 1889).

²² Siehe dazu: Lena Schönbeck, "Karl-Arnold-Platz", *So geht's lang*, hrsg. von Johann Schäffer, (Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, 2007), S. 28–32. Online verfügbar unter <https://www.vethis.de/index.php/so-gehts-lang.html?file=files/content/pdf/So%20geht%27s%20lang.pdf> (letzter Abruf: 24. Januar 2020).

²³ Carl Arnold, *Repetitorium der Chemie mit besonderer Berücksichtigung der für die Medizin wichtigen Verbindungen sowie der "Pharmacopoea Germanica" namentlich zum Gebrauche für Mediziner und Pharmazeuten* (Hamburg und Leipzig: Leopold Voss 1885), S. 47.

²⁴ Arnold, *Repetitorium der Chemie*, 1885, S. 52.

²⁵ Otto Ohmann, "Rezension", *Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht*, 6 (1894), 311.

²⁶ Max Ebeling, *Leitfaden der Chemie für Realschulen*, (Berlin: Weidemann, 1892).

²⁷ Ernst Beutel, "Über ein Unterrichtssystem des Periodischen Systems der Elemente", *Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht*, 26 (1913), 13–19, hier 13.

²⁸ Beutel, Unterrichtssystem, *Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht*, 26 (1913), 13–19, hier 14. Das Modell, dessen ausführliche Bastelanleitung man in der angegebenen Literatur findet, hat aber den Nachteil, dass einige Elemente von denen ihnen verwandten getrennt auftreten, das ist der Fall bei O und F.

²⁹ Meyer, Ueber den Vortrag, *Berichte*, 26, 1230–1250, hier 1237.

³⁰ Lothar Meyer, Karl Seubert, *Das natürliche System der Elemente. Nach den zuverlässigsten Atomgewichtswerthen zusammengestellt*, 2. Aufl., (Leipzig: Breitkopf&Härtel 1896).

³¹ R. Alan Aitken, M. Pilar Gil, "The St Andrews Periodic Table Wallchart and its Use in Teaching", *Substantia*, 3 (2019), No. 2, Suppl. 4, 47–59 (DOI: [10.13128/SUBSTANTIA-738](https://doi.org/10.13128/SUBSTANTIA-738)).

³² Lothar Meyer, Karl Seubert, *Das natürliche System*, 1896. Aufgrund der Bindung konnten nur die Teiltafeln gescannt werden. Infolgedessen und der Faltung der Teiltafeln konnte das Zusammenfügen nicht völlig exakt erfolgen.

³³ Лотар Мейер, *Основания теоретической химии*, Пер. со 2-го изд. "Grundzüge der theoretischen Chemie von Lothar Meyer" Н.С. Дрентельна, (Санкт-Петербург: К.Л. Риккер 1894).

³⁴ Vergleiche dazu die Anzeige in der *Zeitschrift für mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*, 42 (1911), 251.

³⁵ [Gustav M. Wunder], „Das natürliche System der Elemente“, *Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den Gebieten der Physik, Chemie und chemischen Technologie, der Astronomie und Meteorologie*, 19 (1883), 241–305.

³⁶ N. N., „Germanium“, *Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den Gebieten der Physik, Chemie und chemischen Technologie, der Astronomie und Meteorologie*, 22 (1886), S. 313–316, hier 316.

³⁷ L. G., Clemens Winkler, „Germanium“, *Naturwissenschaftliche Rundschau* 1886, Heft 12, 100.

³⁸ Clemens Winkler, „Germanium, Ge, ein neues, nichtmetallisches Element“, *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 19 (1886), 210–211, hier 210.

³⁹ L. G., „Clemens Winkler: Germanium“, *Naturwissenschaftliche Rundschau* 1886, Heft 12, 100.

⁴⁰ P. J., „Clemens Winkler: Mittheilungen über das Germanium“, *Naturwissenschaftliche Rundschau* 1886, Heft 49, 443–444.

⁴¹ N. N., „Zur Einführung in die Chemie“, *Jahrbuch der Naturwissenschaften*, 1886–1887, 72–77.

⁴² Hugo Roedel, „Die Genesis der Elemente“, *Die Natur – Zeitung zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniß und Naturanschauung für Leser aller Stände*, 15 (1889), 41–43.

⁴³ Ernst Krause, „Die Entwicklung der chemischen Elemente“, *Himmel und Erde*, 1892, 236–243.

⁴⁴ Ernst Haeckel, *Die Welträtsel – Gemeinverständliche Studien über monistische Philosophie* (Bonn: Strauß 1899), S. 227.

⁴⁵ Auf die Tatsache, dass sich Marx intensiv mit Chemie auseinandersetzte, hat schon Karl Heinig in einem etwas einseitigen Beitrag hingewiesen: „Über die Chemie in den Werken von Karl Marx“, *Zeitschrift für Chemie*, 8 (1968), 161–165.

⁴⁶ Anneliese Griese, Friederun Fessen, Peter Jäckel, Gerd Pawelzig, *Karl Marx, Friedrich Engels – Naturwissenschaftliche Exzerpte und Notizen Mitte 1877 bis Anfang 1883*, Apparat (Berlin: Akademie-Verlag 1999), S. 657.

⁴⁷ Griese et al., Exzerpte, Apparat, S. 732. Eine Abbildung dazu findet sich auf S. 733.

⁴⁸ Griese et al., Exzerpte, Apparat, S. 666.

⁴⁹ Das Original des Briefes mit der Signatur D VII 44 befindet sich im International Institute of Social History Amsterdam. Eine Kopie mit der Signatur D 3990 besitzt das Russische Staatsarchiv für sozialpolitische Geschichte.

⁵⁰ Anneliese Griese, Friederun Fessen, Peter Jäckel, Gerd Pawelzig, *Karl Marx, Friedrich Engels – Naturwissenschaftliche Exzerpte und Notizen Mitte 1877 bis Anfang 1883*, Text, (Berlin: Akademie-Verlag 1999), S. 306.

⁵¹ Henry E. Roscoe, Carl Schorlemmer, *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*, Band 2 (Braunschweig 1879).

⁵² Griese et al., Exzerpte, Apparat, S. 732.

Gisela Boeck

Institut für Chemie

Universität Rostock

18051 Rostock

gisela.boeck@uni-rostock.de