

„Die modernen Theorien der Chemie“ – Julius Lothar Meyer 1864

Prof. Dr. rer. nat. Harald Kluge, Ermlandstr. 9, 26316 Varel

Bisheriger Grund einer Würdigung Lothar Meyers (1830-1895), wodurch ihn sogar jeder im Chemieunterricht aufmerksame Schüler kennen konnte (musste), war gemeinhin die ihm und zeitgleich seinem russischen Kollegen Dmitri I. Mendelejew (1834-1907) zugeschriebene „Entdeckung“ des Periodensystems der chemischen Elemente. Zwei Aspekte dieser Aussage bedürfen allerdings deutlicher Kritik:

Erstens, dem Chemiker ist natürlich bekannt, dass sowohl Meyer als auch Mendelejew nicht „Entdecker“ des Periodensystems waren. Sie stellten jedoch in einer Forscherkette des 19. Jahrhunderts ab Johann Wolfgang Döbereiner („Triadenregel“, 1829) und nach John A. R. Newlands („Gesetz der Oktaven“, 1864) mit der damals empirisch und wissenschaftlich fundiertesten Bestätigung der Existenz eines naturgesetzlich gesicherten Periodensystems aus damals etwa 65 entdeckten chemischen Elementen gewissermaßen die Endglieder dar.

Zweitens, Meyers Verdienste auf die Erarbeitung seines Periodensystems zu reduzieren, würde dieser Forscherpersönlichkeit allerdings nicht annähernd gerecht. Das zu begründen, ist Anliegen und Gegenstand des folgenden Textes. Das dominante Resultat eingehenden Studiums seiner Originalschriften unter dem Aspekt ihrer historischen Erkenntnisfolge soll an dieser Stelle bereits vorgezogen werden: Lothar Meyer muss zu Recht als ein Wegbereiter der Theoretischen und damit Physikalischen Chemie für die in der Fachliteratur als Gründer dieser chemischen Teildisziplin geführten Svante Arrhenius (1859-1927), Jacobus H. van't Hoff (1852-1911) und Wilhelm Ostwald (1853-1932) eingeschätzt werden. Die Beweisführung für das Periodensystem war daraus nur eine der logischen Konsequenzen.

Die Begründung dieser Schlussfolgerung ergibt sich aus Meyers Erkenntnis und Bearbeitung der immer offensichtlicher werdenden hemmenden Tendenzen der Chemie um die Mitte des 19. Jahrhunderts, die sich sowohl in strukturell und ausbildungsmäßig bedingten, als auch in grundsätzlichen theoretisch-inhaltlichen Fachdefiziten manifestierten: Für den rasant wachsenden ökonomischen und in-

dustriellen Bedarf an chemischen Produkten fehlten zunehmend die theoretisch-chemischen Grundlagen, die vor allem in ein entsprechend qualifiziertes Hochschulstudium und in die Weiterbildung bereits praktizierender Chemiker einfließen mussten.¹

Zu den diesbezüglich fehlenden Defiziten gehörten besonders:

- Vielfach unklare, uneinheitliche und widersprüchliche Ansichten und Deutungen grundsätzlicher chemischer Begriffsinhalte (Atom; Molekül; Atom-, Äquivalent- und Molekulargewicht; Valenz und Affinität; chemische Bindung als „Atomverkettung“; etc.).
- Die Atom-Hypothese Daltons (auch als „atomistische“ Hypothese bezeichnet) war noch längst nicht überall und vor allem nicht durch alle Hochschullehrer akzeptiert. Zur Aufklärung chemischer Reaktionen musste ihr unbedingt zum Durchbruch verholfen werden.
- Eine interdisziplinäre Kooperation zwischen Chemie und Physik zur Bearbeitung chemischer Prozesse bestand nur sporadisch, erwies sich aber mehr und mehr als dringend erforderlich. Sie reduzierte sich für den Chemiker im Wesentlichen nur auf die Nutzung physikalischer Messmethoden.
- Abgeleitete, oft bereits zu Theorien erhobene Hypothesen waren experimentell häufig keineswegs so gesichert, dass sie unkritisch und widerspruchsfrei hingenommen werden konnten.

Der 1830 in der niedersächsischen Kleinstadt Varel am Jadebusen geborene und ab 1859 als frisch habilitierter Privatdozent und Leiter des chemischen Laboratoriums im Physiologischen Institut der Universität Breslau tätige Lothar Meyer war es, der als junger Hochschullehrer die Notwendigkeit der Überwindung dieser hemmenden Tendenzen und Defizite nicht nur erkannte, sondern nach der ihn stark prägenden, weltweit ersten internationalen Fachtagung für Chemie im September 1860 in Karlsruhe mit einem fundamentalen Beitrag aufwartete: Mit der 1862, also nur zwei Jahre nach diesem wegweisenden Kongress begonnenen Ausarbeitung und bereits 1864 erschienenen ersten Auflage seines Hauptwerkes „Die modernen Theorien der Chemie“ schuf er ein erstes deutschsprachiges Lehrbuch einer Theoretischen und damit Physikalischen Chemie, das er seinem Heidelberger Lehrer Robert Bunsen widmete. 2014 ist somit das 150. Geburtsjahr dieses geschlossenen Erstlingswerkes einer Theoretischen Chemie.²

Meyers Hauptwerk stellt in seinen fünf kompletten Auflagen 1864, 1872, 1876, 1883 und 1884, die im Breslauer Verlag von Maruschke & Berendt erschienen sind, eindrucksvoll den Erkenntniszuwachs der Theoretischen Chemie während dieser 20 Jahre dar. Meyer begann es 1864 mit einem noch bescheidenen Umfang

von 147 Seiten, aber bereits mit drei auf Wertigkeiten bezogenen Vorläufertabellen seines Periodensystems.³ Er erweiterte es in der zweiten 1872 und dritten Auflage 1876 auf 364 bzw. 351 Seiten (jeweils neun Kapitel zur „chemischen Statik“) und in der vierten 1883 und fünften Auflage 1884 durch die Aufnahme eines dritten Buches „Dynamik der Atome“ nochmals auf 625 Seiten (zusätzlich enthaltend „Chemische Massenwirkung“; Wirkungen von Wärme, Licht und Elektrizität auf chemische Prozesse; etc.)⁴

Eine vorgesehene sechste Auflage ab 1895 sollte drei getrennte Bände („Bücher“) umfassen. Den ersten Band als „Erstes Buch: Die Atome“ reichte Meyer dem Verlag als druckfertiges Manuskript am 11. April 1895 ein. Tragischerweise starb er noch am späten Abend dieses Tages im Alter von nur 65 Jahren, so dass die Manuskripte des zweiten und dritten „Buches“ ausbleiben mussten. Ein Vergleich dieses „Ersten Buches“ mit den entsprechenden inhaltlichen Abschnitten der fünften Auflage 1884 zeigt außer klareren Stellungnahmen zu seinen früheren Standpunkten im Wesentlichen Übereinstimmung.

Ist die Monographie mit Lehrbuchcharakter „Die modernen Theorien der Chemie“ auch zweifellos sein Hauptwerk, so hatte Meyer sich doch auf vielseitigen Wunsch von Studenten und Kollegen entschlossen, nochmals ein Kurzlehrbuch „Grundriß der theoretischen Chemie“ in zwei Auflagen 1890 und 1893 herauszugeben⁵ (mit wohlwollender Zustimmung auch von W. Ostwald, der Meyer seinen 1889 erschienenen „Grundriß der allgemeinen Chemie“ gewidmet hatte). In einer Neubearbeitung von Eberhard Rimbach, allerdings ohne theoretische Erweiterungen, erschien Meyers Buch unter gleichem Titel nochmals 1902.

Beide seiner genannten Werke zeigen, wie Meyer die theoretische Wertung und Einordnung damals bekannter, vor allem physikalisch deutbarer chemischer Befunde, Hypothesen und Gesetzmäßigkeiten in einer pädagogisch hervorragenden und vor allem kritischen Vorgehensweise vornahm. Sein pädagogisch ansprechendes Vorgehen zeigte sich besonders darin, dass er seine auf diesem Gebiet vielfach noch lernenden und nicht selten abgeneigten Chemikerkollegen und natürlich die Chemiestudenten mit dem auch erst kurz vorher und dazu fast ausschließlich von Physikern abgeleiteten mathematischen Formelwerk (etwa der Kinetik, Energetik und vor allem Thermodynamik) nur sehr sparsam konfrontierte. Hingegen versuchte er, mit überwiegend verbalen Erklärungen an einer Vielzahl eingängiger Einzelbeispiele Verständnisbrücken zu bauen und Interesse zu wecken. So konnten seine beiden Basiswerke zur Theoretischen Chemie am ehesten Einsicht in die Notwendigkeit dieses damals noch völlig neuen chemischen Teilgebietes erzeugen.

Zwar hatte Meyer selbst nicht fundamentale Gesetzmäßigkeiten der Physikalischen Chemie entdeckt, dafür aber ihre aus damaligen Experimentalbefunden abgeleiteten Hypothesen und Theorien aus eigener Sicht bezüglich ihrer Wahrscheinlichkeit und Gültigkeit kritisch bewertet und in Form eines eigenständigen, fachlich fundierten Lehrgebäudes systematisiert. Pro- und Kontra-Vorstellungen seiner Fachkollegen zu bestehenden Hypothesen und Theorien bildeten dabei für ihn eine nicht unwesentliche Entscheidungsgrundlage. Somit hatte er das damalige Wissen und die Ansichten deutscher und internationaler Chemiker und Physiker aus interdisziplinärer Sicht erschöpfend bearbeitet. Der mit heutigen Kenntnissen zur Chemie und besonders zur modernen Atomistik ausgestattete Leser wird natürlich für die ihm ungewohnte Schreibweise vor allem von Strukturformeln, sowie für noch erkenntnisbedingt erklärbare Fehler und Unzulänglichkeiten Verständnis aufbringen müssen. Der Gesamtleistung Meyers tut dies jedoch keinen Abbruch.

Als glühender Verfechter von Daltons Atomhypothese hatte Meyer all seine Schlussfolgerungen und eigens entwickelten Ideen in seinen Werken immer auf deren Basisvorstellungen bezogen. Im Schlusswort der fünften Auflage 1884 seines Hauptwerkes „Die modernen Theorien der Chemie“ belegte er dies mit folgenden verallgemeinernden Worten:

„Widerspruchsloser als Dalton’s Atomtheorie ist von allen zur Anerkennung gelangten allgemeinen Lehren keine in die Chemie aufgenommen worden, deren freilich auch keine so scharf und so schneidig in das Wesen der chemischen Vorgänge einzudringen und so tausendfache Bestätigung ihrer Richtigkeit in rascher Folge zu liefern vermochte.“⁶

Obwohl die endgültige Fundierung der Atomtheorie Daltons erst in der Entdeckungskaskade zum Feinbau der Atome nach Meyers Tode zu Beginn des 20. Jahrhunderts konkrete Formen annahm, hatte er diesen doch bereits drei Jahrzehnte vorher als durchaus wahrscheinlich prognostiziert. In einem möglichen Feinbau der Atome vermutete er die Lösung seiner Kardinalfrage nach den eigentlichen Ursachen des naturgesetzlichen Aufbaus des Periodensystems.

Meyer schloss sich damit jenen seiner Kollegen an, die zu einem subatomaren Feinbau ähnliche Vorstellungen äußerten (z.B. Leopold Gmelin, Max von Pettenkofer, Jean-Baptiste Dumas). Zudem analysierte er kritisch die 1815 von William Prout erhobene Hypothese über eine einheitliche „Urmaterie“ aller Elemente: Das leichteste Element Wasserstoff sollte danach die „Urmaterie“ für den Aufbau aller Elemente bilden.

Logisch und konkret folgerte und begründete Meyer in damals möglicher Weise, dass „die Atome wohl noch nicht die letzten, kleinsten Massetheilchen, sondern Vereinigungen von Massetheilchen einer dritten, höheren Ordnung seien“. Zudem bestätigte er diese Annahme mit seinen Folgerungen aus zunehmenden Erkenntnissen zur elektrochemischen Spannungsreihe der Elemente, zur Affinitätslehre und zur Elektrolyse / Ionenlehre, dass „innerhalb der Atome positive und negative elektrische Massen vertheilt“ sein müssen.⁷

Leider lehnte Meyers ansonsten genialer russischer Kollege Mendelejew eine Existenz subatomarer Teilchen kategorisch ab und verwarf in abwertender Weise auch Prouts Hypothese. Letztere wurde auch deswegen von vielen führenden Chemikern der damaligen Zeit abgelehnt, da sich die Atomgewichte der Elemente nicht als ganzzahlige Vielfache des Atomgewichts des Wasserstoffs erwiesen. Allerdings hatte auch Meyer in dieser Frage keine abschließende Meinung. Jedoch stand er mit seiner Vermutung einer Existenz subatomarer Teilchen auf Seiten der Mutigen, denn sie fand nach seinem Tode 1895 schließlich eine zunehmend konkrete Bestätigung: Die „Urmaterie“, seine „Massetheilchen einer dritten höheren Ordnung“ und seine „*innerhalb* der Atome vertheilten positiven und negativen elektrischen Massen“ erwiesen sich nach der Wende zum 20. Jahrhundert tatsächlich als für alle Elemente einheitliche und nur in der Anzahl pro Element verschiedene Elementarteilchen in Form der elektropositiven Atomkerne (Protonen, Neutronen) und der negativen Elektronen der Atomhülle.

Dass damit bald die Grundlage für die Beantwortung seiner Kardinalfrage gelegt wurde, konnte Meyer mit seinen spekulativen Vorstellungen nur ahnen. Jedoch, seine Bearbeitungsstrategie der Suche nach periodisch auftretenden Korrelationen zwischen chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente einerseits und ihren Basisparametern Atomgewichte und Atomvolumina andererseits ergab für die damals bekannten Elemente bereits ein periodisches System, das eine nahezu vollständige Übereinstimmung mit dem heutigen, aus Kernladungszahlen und Quantenzuständen der Energieniveaus der Elektronenorbitale ableitbaren und damit „subatomar“ begründbaren System zeigt.

Mit seinen Auslegungen zur Atomhypothese Daltons und seinen spekulativen Vorstellungen zu einem subatomaren Aufbau lieferte Meyer jedoch nicht nur für das Periodensystem eine theoretische Bezugsbasis, sondern für das gesamte „physikalisch dominierte“ Prozessgeschehen der damaligen anorganischen und organischen Chemie. Die Atomhypothese in seiner Interpretation bildete damit das Fundament aller Deutungsversuche der in seinen Hauptwerken behandelten Kapitel zur Atom- und Molekulargewichtsbestimmung; zu den stöchiometrischen Grundgesetzen und zu chemischen Gleichgewichtsreaktionen (Massenwirkungsgesetz, reversible und irreversible Prozessverläufe); zu kinetischen und thermo-

dynamischen / thermochemischen Gesetzmäßigkeiten im atomaren und molekularen Bereich; zur Valenz („Werthigkeit“ oder „Sättigungsvermögen der Atome“), Affinität und chemischen Bindung („Atomverkettung“); zu Struktur- und stereochemischen Fragestellungen (z.B. zur Benzol-Struktur); sowie zu Wärme-, Licht- und Elektrizitätswirkungen auf chemische Prozessabläufe (thermische und elektrolytische Dissoziation etc.). Die umfassendste Darstellung hierzu findet sich 1884 in der fünften Auflage von „Die modernen Theorien der Chemie“.

Der Niederländer Jan W. van Spronsen beschränkte sich in seinem Aufsatz „Hundert Jahre Periodensystem der chemischen Elemente“ von 1969 nicht nur auf die Charakterisierung Meyers als einen Pionier dieses Systems, sondern bezeichnete letzteres ebenfalls als logische Konsequenz seiner oben dargestellten Leistungen. Er nannte damit Meyer einen Wegbereiter der Physikalischen Chemie.⁸

Im gleichen Werk findet sich übrigens die objektivste und sachlichste Widerlegung des völlig unbegründeten Streites um das Primat der Erstveröffentlichung zum Periodensystem zwischen Mendelejew und Meyer. Wer diesbezüglich allein Meyers zeitliche Entwicklungsschritte zu seiner Version eines Periodensystems in den Auflagen seines Hauptwerkes ab 1864 original gelesen und mit dem Ursprungssystem von Mendelejew des Jahres 1869 verglichen hat, muss die unabhängige und getrennte Vorgehensweise beider bei der Erarbeitung ihrer Systeme deutlich erkannt haben und die Prioritätsfrage daher als überflüssig finden. Van Spronsen und später Klaus Danzer⁹ haben dies auch in objektiver Weise detailliert untersetzt. Genauso urteilten damals die Fachvertreter der Royal Society in London und hatten beide Forscher gemeinsam am 2. November 1882 mit der hoch angesehenen Davy-Medaille geehrt.

Der akademische Weg von Breslau führte Meyer 1866 an die Forstakademie Eberswalde-Neustadt (Berufung 1867 zum Professor der Naturwissenschaften mit einem breiten Spektrum von Lehrverpflichtungen in Chemie, Physik, Mineralogie), 1868 als o. Professor der Chemie an die Polytechnische Schule Karlsruhe und ab 1876 bis zu seinem Tode 1895 als o. Professor für Theoretische Chemie an die Universität Tübingen.

Summary: „Modern theories in chemistry” – Julius Lothar Meyer 1864

Julius Lothar Meyer is, together with Dmitri I. Mendelejew, well known as the ‚discoverer‘ of the periodic table of the elements. However, Meyer’s work cannot be reduced to the results he won about the sequencing of the elements in the periodic table, but he was much more a pioneer for the theoretical and physical chemistry. As a young university professor Meyer recognized the theoretical deficits in chemistry in the middle of the 19th century. In 1864 he published a first German textbook of theoretical and physical chemistry. Furthermore, Meyer supported the Dalton’s atomic theory and assumed in the subatomic structure of the atoms the underlying cause for the physical setting of the periodic table of the elements.

Der Autor war bis zu seinem Ruhestand 2002 Hochschullehrer an der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Seit 2011 lebt er in Lothar Meyers Geburtsort Varel am Jadebusen. In Vorbereitung befindlich ist: Harald Kluge, Ingrid Kästner, Ein Wegbereiter der Physikalischen Chemie im 19. Jahrhundert – Julius Lothar Meyer (1830-1895) (Aachen: Shaker Verlag, 2014).

- ¹ Ab 1800 war die Zahl organischer Substanzen bis 1840 von etwa 500 auf 1500, bis 1860 auf 3000 und bis 1880 durch die aufkommende chemische Großindustrie (z.B. Solvay 1863, BASF 1865) sogar auf rund 15000 angestiegen. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte sich die Chemie von einer medizinischen Hilfswissenschaft (Lehrstühle für Chemie waren Bestandteil Medizinischer Fakultäten) zur eigenständig institutionalisierten Fachwissenschaft. Weitere detaillierte Angaben in: Otto Krätz, 7000 Jahre Chemie (München 1990), S. 114 ff.
- ² Das Fachgebiet Theoretische Chemie (synonym gesetzt mit Physikalische Chemie) hatte 1853 mit der Berufung von Hermann Kopp (1817-1892) als o. Professor für „Theoretische Chemie” in Gießen einen ihrer Ursprungsorte. Kopp hatte dort den Physiker Heinrich Buff (1805-1878) und den Mathematiker Friedrich Zamminer (1817-1858) an seiner Seite, die ebenfalls mit der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Messmethoden auf chemische Fragestellungen beschäftigt waren. Von diesem Trio wurde zwar 1857, also sieben Jahre vor Meyers Erstauflage, ein Lehrbuch herausgegeben, das sich jedoch vornehmlich auf den damaligen Stand der Anwendung physikalischer Methoden zur Klärung offener chemischer Fragestellungen beschränken musste und die im obigen Text erwähnten grundlegenden Erkenntnisse des Karlsruher Chemikerkongresses von 1860 noch nicht verwerten konnte: Heinrich Buff, Hermann Kopp, Friedrich Zamminer, Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie, Graham-Otto’s Ausführliches Lehrbuch der Chemie, 3. Aufl., Bd. 1 (Braunschweig 1857). Vgl. dazu noch: Christoph Meinel, „Physikalische Chemie vor ‚der‘ Physikalischen Chemie: Heinrich Buff (1805-1878),“ Acta Historica Leopoldina, 45 (2005), S. 255-266.
- ³ Lothar Meyer, Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik (Breslau 1864).

- ⁴ Lothar Meyer, Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Mechanik, 5. Aufl. (Breslau 1884).
- ⁵ Lothar Meyer, Grundriß der theoretischen Chemie, 2. Aufl. (Leipzig 1893).
- ⁶ Meyer, Theorien, wie Anm. 4, S. 616-617.
- ⁷ Meyer, Theorien, wie Anm. 3, S. 135. – Meyer, Theorien, wie Anm. 4, S. 133-135 und S. 230. – Meyer, Grundriß, wie Anm. 5, S. 68.
- ⁸ Jan W. van Spronsen, „Hundert Jahre Periodensystem der chemischen Elemente“, NTM: Zeitschriftenreihe der Geschichte der Naturwissenschaften, Technik, Medizin 6 (1969), S. 13-42; vgl. auch ders., The periodic system of chemical elements: A history of the first hundred years (Amsterdam 1969).
- ⁹ Klaus Danzer, Dmitri I. Mendelejew und Lothar Meyer: Die Schöpfer des Periodensystems der chemischen Elemente, Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker, Bd. 8, 2. Aufl. (Leipzig 1974).