

Josef Loschmidt 1821–1895

Pionier der Atomistik und der organischen Strukturchemie

von W. Gerhard Pohl



Loschmidt

Josef Loschmidt ist heute vor allem als Physiker bekannt. Anlässlich seines hundertsten Todestages 1995 wurde in einem internationalen Symposium daran erinnert, daß er auch einer der bedeutendsten theoretischen Chemiker des 19. Jahrhunderts war. Die österreichische Sondermarke erschien ungefähr vierzig Jahre nach einer italienischen Sondermarke für Amadeo Avogadro, dessen Arbeiten über die atomare Struktur der Gase den Ausgangspunkt für Loschmidt bildeten, von dem seine

bahnbrechenden Berechnungen der Größe und Konzentration der „Luftmoleküle“ ausgingen. Heuer jährt sich zum 175sten mal der Geburtstag von Josef Loschmidt.

Wenn man in der 6. Auflage von Meyers großem Konversations-Lexikon (24 Bände) aus dem Jahre 1905 den Namen Loschmidt sucht, wird man enttäuscht. Auf Loschitz, Stadt in Mähren, folgt dort Loschtschinski Michael F., russischer Konteradmiral, usw. Loschmidt war also weitgehend unbekannt. Im Jahressupplement 1909/10 taucht unter Atomistik der Loschmidtsche Koeffizient auf, ohne daß angegeben wird, nach wem diese Größe benannt wurde. Wenn man weitersucht, findet man bei den Molekülen den Durchmesser eines Wasserstoffmoleküls (etwa $1,4 \cdot 10^{-10}$ m). Für die Berechnung dieses Wertes wird auf das Buch von O. E. Meyer „Die kinetische Theorie der Gase“ (2. Auflage, Breslau 1895–1899) hingewiesen. Der Berechnungsweg folgt jenem von Loschmidt aus dem Jahre 1865.

Aber unser bescheidener Landsmann war offenbar den Lexikonmitarbeitern noch 1909 unbekannt. Diese Mitarbeiter zweifelten anscheinend ebenso wie der berühmte Physiker Ernst Mach dran, daß Atome wirklich existierten und daher die Berechnung eines Moleküldurchmessers überhaupt sinnvoll war, denn im Jahressupplement 1910/11 findet man unter „Chemie“ folgende Passage:

Mag die Atomtheorie vom naturphilosophischen und erkenntnistheoretischen Standpunkt verworfen werden, mögen gewichtige Einwände durch die fortschreitende Erkenntnis in der Chemie selbst gegen sie sprechen, als ein didaktisches Hilfsmittel für die Vorstellung chemischer Reaktionen hat sie infolge ihrer Einfachheit und Anschaulichkeit bisher große Dienste geleistet und wird ihren Wert auch weiter behalten, zumal wenn sie vornehmlich als ein der sinnlichen Vorstellung leicht zugängliches Bild chemischer Vorgänge dienen soll.

In der 7. Auflage von Meyers Lexikon aus dem Jahre 1924 (12 Bände) sind dann Loschmidts Biographie und seine wissenschaftlichen Verdienste enthalten. Loschitz ist noch angeführt, aber der Konteradmiral Loschtschinski ist entweder dem Platzmangel in den 12 Bänden zum Opfer gefallen oder mit dem Untergang des Zarenreiches zur Bedeutungslosigkeit herabgesunken. Warum aber taucht nun plötzlich Loschmidt auf? Wahrscheinlich geht die Wiederentdeckung dieses bedeutenden Naturforschers auf die chemiehistorischen Arbeiten von Richard Anschütz zurück. Dieser bekannte Organiker verfaßte 1913 eine Biographie seines Lehrers August von Kekulé. Nach sorgfältiger Sammlung aller schriftlichen Unterlagen entdeckte er einen Brief Kekulé aus dem Jahre 1862, in dem Loschmidts Privatdruck „Chemische Studien I“ [1] erwähnt wird. In dem Brief macht Kekulé aus Loschmidts Constitutions-Formeln den abfälligen Ausdruck „Confusions-Formeln“. 1859 hatte Kekulé in seinem Lehrbuch der Chemie versucht, graphische Darstellungen von Molekülen zum leichteren Verständnis einzuführen. Von den Formeln, die bezüglich der Molekülgeometrie völlig falsch sind, sagte er allerdings selbst: ... daß die Stellung der einzelnen Atome in keiner Weise die relative Stellung derselben im Raume ausdrücken soll. In seinen „Chemischen Studien“ von 1861 entwarf Loschmidt seine phantastischen Molekülbilder, die Grundlage für das molekulare Verständnis der Materie werden sollten (siehe auch Abb. 1). Wie Edv. Hjelt schon 1916 in seiner „Geschichte der organischen Chemie“ [2] schrieb, wurde

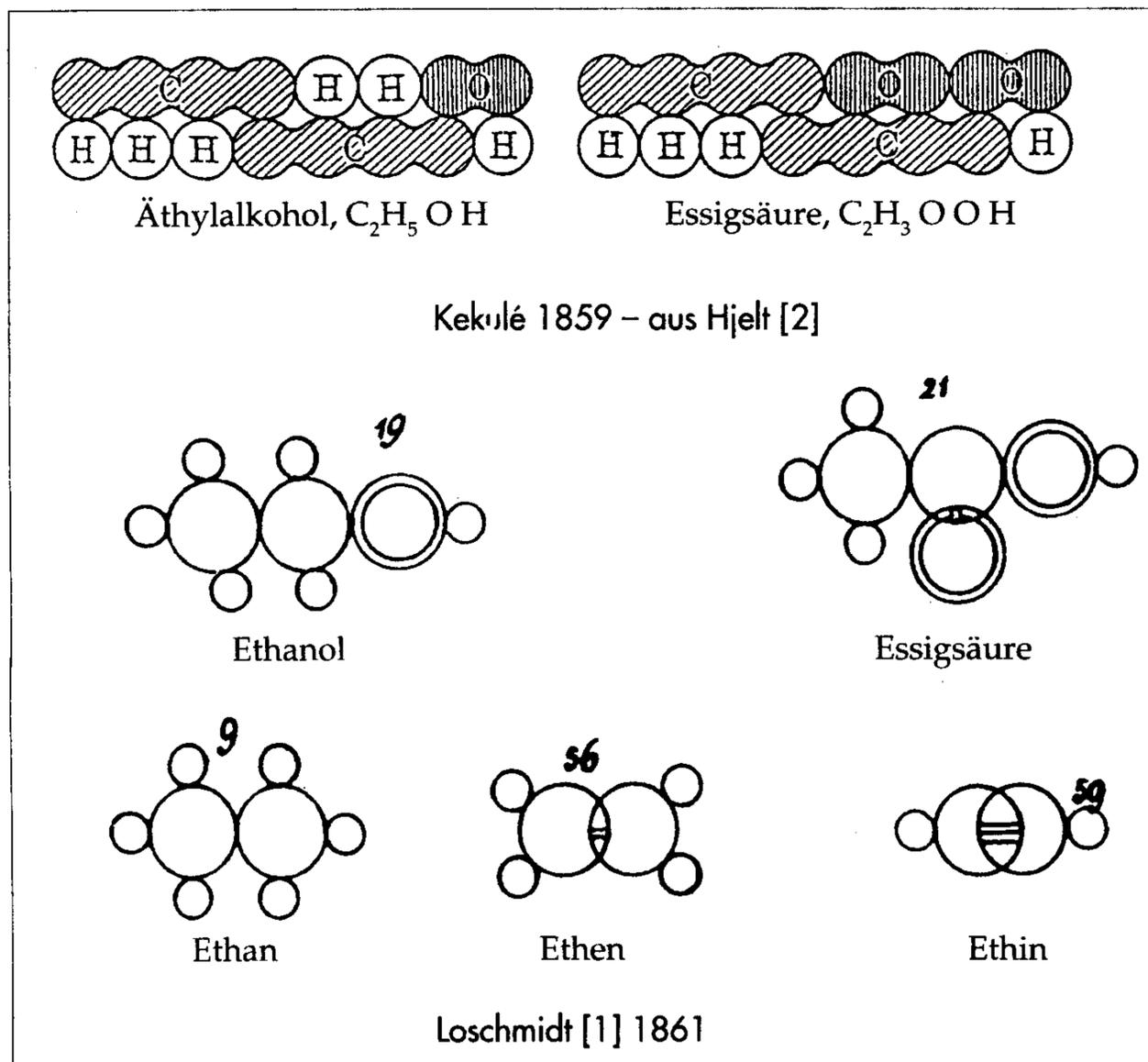


Abb. 1: Formelbilder nach Kekulé und Loschmidt
Kekulé's Formelbilder sind aus Hjelt [2] entnommen, Loschmidts Bilder aus seinen Chemischen Studien 1 [1] (die Zahlen sind jene, die Loschmidt anführt, die Namen wurden nach der heute üblichen Nomenklatur angegeben).

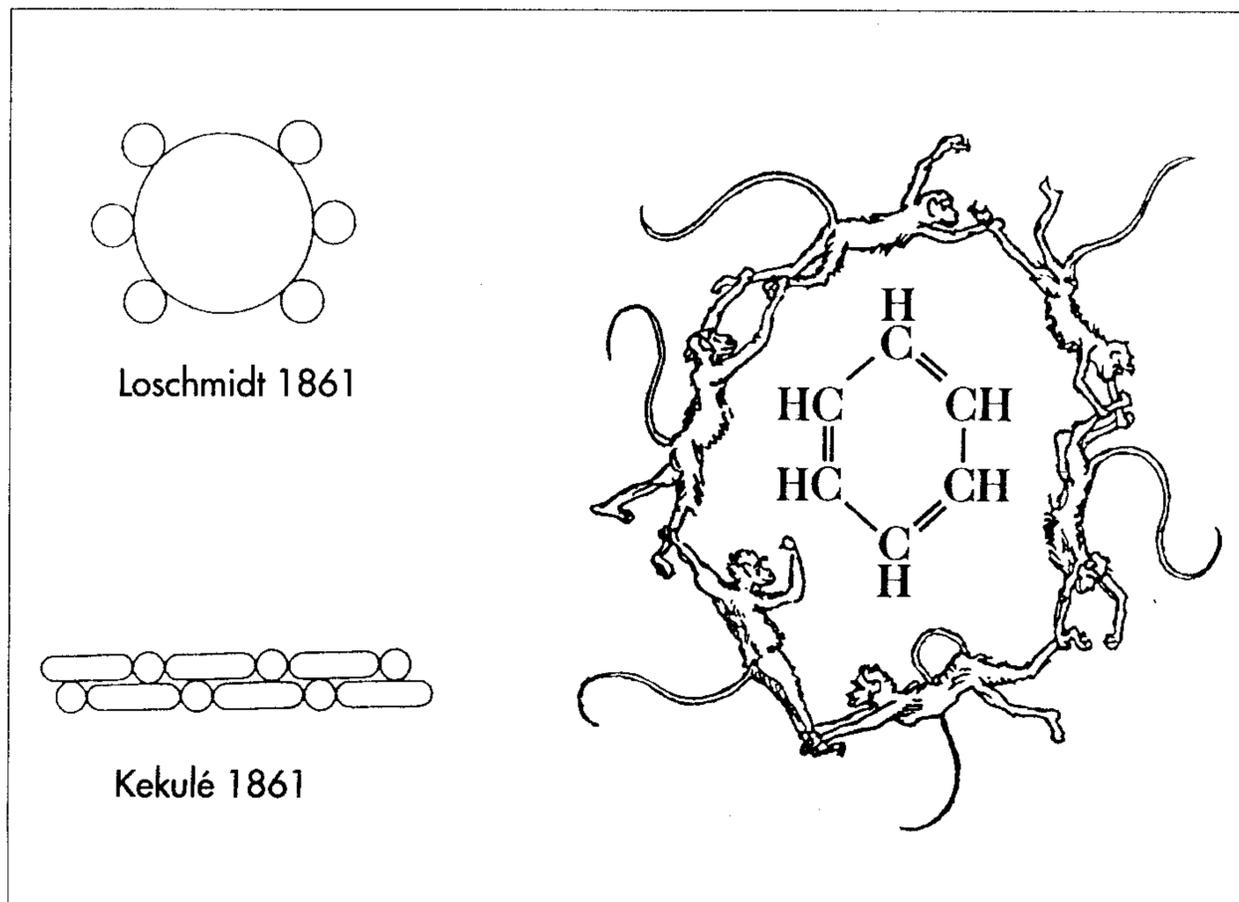


Abb. 2: „... Wie das Kohlenstoffatom 4 Affinitäten besitzt, so besitzen die Angehörigen der Familie der Vierhänder vier Hände, mit denen sie andere Gegenstände ergreifen und sich an dieselben anklammern können. Denkt man sich nun eine Gruppe von sechs Angehörigen dieser Familie, z. B. *Macacus Cynocephalus*, welche unter sich einen Ring bilden, indem sie sich abwechselnd je zwei und eine Hand reichen, so erhält man eine höchst vollkommenes Analogon des Kekulé'schen Benzolsechsecks.“

(von C. F. Findig „Zur Konstitution des Benzols“, 1886)

in diesen Formeln die Doppelbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen, ein Gedanke, den Kekulé nie klar aussprach, mit zwei Bindungsstrichen von Loschmidt eingeführt. Auch die drei Bindungsstriche für eine Dreifachbindung verwendete er als erster. 1865 wurden Loschmidts Formeln von Kekulé in seiner französischen Veröffentlichung über die Constitution aromatischer Verbindungen [3] erwähnt. Interessanterweise fehlt ein Hinweis auf Loschmidt in der kurz darauf erschienenen deutschen Übersetzung [4] (siehe auch Abb. 2). Alle diese Fakten wurden ausführlich in einem Artikel von A. Bader, C. Noe, W. Wiswesser und A. Ruis [5] erörtert. In diesem Artikel wird mit vielen Beispielen belegt, wie weit Loschmidt den Chemikern seiner Zeit voraus war, obwohl er diese Studien nur nebenbei, nach der Unterrichtstätigkeit in einer Wiener Realschule durchführte. Jeder Lehrer, der hört, daß die Klassen Loschmidts aus 80 bis 100 Schülern bestanden, muß die Kraft und Begeisterung bewundern, die er für seine nebenberuflichen Forschungen aufbrachte. Von den 368 Formeln, die Loschmidt in seinem Molekülbilderbuch darstellte, ist ein Großteil richtig und bei vielen ist die Ähnlichkeit zu den heute durch Molecular Modelling erhaltenen Bildern verblüffend. Ob sich Loschmidt aus Enttäuschung über die Ablehnung in Chemikerkreisen der Physik zuwandte, ist nicht bekannt. Der junge Wiener Physikprofessor Josef Stefan, der auch als Lehrer angefangen hatte, erkannte das Genie Loschmidts und förderte ihn nach Kräften. Als 1865 die Arbeit

„Zur Größe der Luftmoleküle“ [6] erschienen, wurde Loschmidt ohne Doktorat zum Privatdozenten habilitiert, was in der heutigen Universitätsbürokratie undenkbar wäre. In der Arbeit hatte er als erster Wissenschaftler ein 2000 Jahre altes Problem gelöst, indem er aus experimentellen Daten mit Hilfe der kinetischen Theorie der Gase den Durchmesser eines Moleküls der Luft zu einem Millionstel Millimeter berechnete. Außerdem berechnete er die Zahl der Moleküle in einem Kubikmillimeter Luft. Diese Zahl wurde später auf Vorschlag seines berühmtesten Schülers Ludwig Boltzmann „Loschmidtsche Zahl“ genannt.

Leider wurde diese Bezeichnung nach dem zweiten Weltkrieg, als die deutsche Sprache ihre Bedeutung in den Naturwissenschaften verlor, durch die „Avogadro'sche Zahl“ verdrängt, welche die Zahl der Moleküle in 22,4 l (dem molaren Volumen) eines Gases angibt (siehe auch Abb. 3). In seiner Gedenkrede auf Josef Loschmidt sagte Boltzmann: „Die Arbeiten Loschmidts sind nicht bloß einzelne Bausteine, sondern sie bilden eine mächtige Ecksäule, weithin sichtbar, solange es Naturwissenschaft geben wird.“ Dabei kannte Boltzmann die „Chemischen Studien“ nicht, die als ein zweiter Eckpfeiler für die Chemie bezeichnet werden können. 1868 gründete Loschmidt zusammen mit anderen die Chemisch-physikalische Gesellschaft in Wien, die heute noch existiert. 1869 wurde er zum außerordentlichen 1872 zum ordentlichen Professor für chemische Physik ernannt. Er war der erste, der Chemie und Physik im modernen

Sinn fächerübergreifend bearbeitete, während der Lehrstuhl für physikalische Chemie an der Universität Leipzig, auf den 1887 Wilhelm Ostwald berufen wurde, meistens als der bis dahin einzige Lehrstuhl für dieses Gebiet bezeichnet wird. Wieder wurde der bescheidene Loschmidt in die zweite Reihe gestellt, obwohl er in die erste gehört. In Meyers Lexikon von 1905 wird natürlich Ostwald mit Porträt besprochen und im Jahressupplement von 1910 steht wörtlich: „Ostwald sieht sogar in den Ergebnissen neuerer Forschung den experimentellen Nachweis für die körnige Struktur der Materie; ihm erscheint der Beweis der Atomtheorie erbracht ...“ (45 Jahre nach Loschmidt!)

Vermutlich lag es an der Herkunft aus einer Kleinbauernfamilie, daß sich Loschmidt sein Leben lang nur mit seiner Arbeit beschäftigte und nicht dafür in der Öffentlichkeit warb. Er kannte wahrscheinlich den Spruch nicht, daß „Klappern zum Geschäft gehört“. Der Pfarrer von Putschirn bei Karlsbad erkannte die Begabung des Knaben, ermöglichte ihm den Besuch eines Gymnasiums und das Studium an der Universität Prag. Auf Anregung von Professor Franz Exner versuchte er, psychologische Probleme mit den Methoden der Mathematik zu formulieren. Bald wandte er sich enttäuscht von der Philosophie ab und studierte Chemie und Physik in Wien. Nachdem er die erste strenge Prüfung zur Erlangung des Doktorgrades mit Auszeichnung abgelegt hatte, mußte er aus finanziellen Gründen sein Studium abbrechen. Er arbeitete als praktischer Chemiker, einem Beruf mit geringem Ansehen, in mehre-

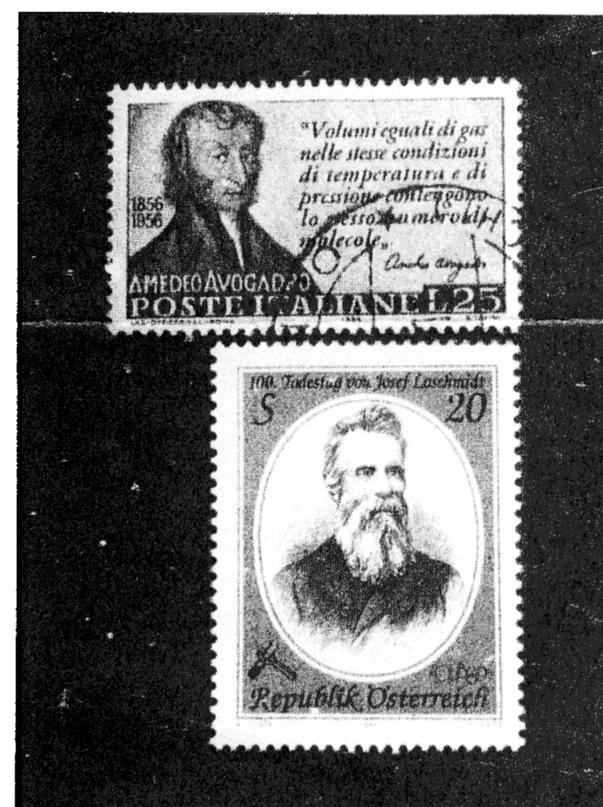


Abb. 3: An Josef Loschmidt (1821–1895) erinnerte anlässlich seines 100. Todestages 1995 die Herausgabe einer Sondermarke. Graf Amadeo Avogadro, sein international bekannter Vorläufer, der wesentliche Gesetzmäßigkeiten bei den Gasen formulierte, aber keineswegs die Zahl der Moleküle in einem Gasvolumen berechnen konnte, wurde schon 1956 durch sein Heimatland Italien mit einer Marke geehrt.

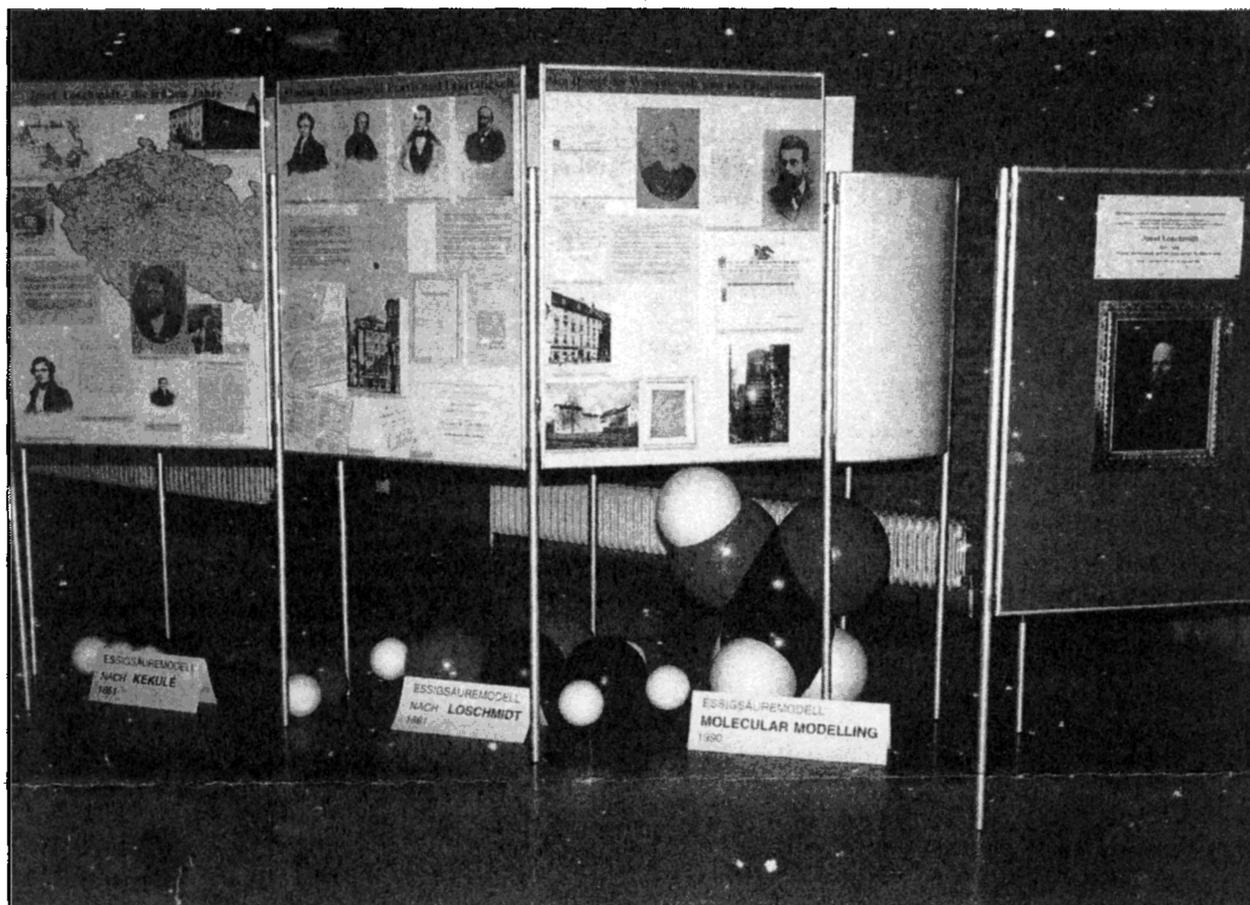


Abb. 4: Die Wanderausstellung „Josef Loschmidt“ an der Universität Linz. Die Molekülmodelle stammen von Prof. Ralf Becker (Wien). Die Ausstellung kann von Interessenten entliehen werden (Anfragen an HR Dr. Wolfgang Kerber, Zentralbibliothek für Physik, Boltzmanngasse 5, A-1090 Wien)

ren Fabriken. Alle Firmen, in denen Loschmidt arbeitete, gingen wirtschaftlich zugrunde, obwohl er immer wieder Verfahren ausarbeitete, die später in Deutschland anderen große Gewinne brachten. Das Lehramtsstudium brachte ihm schließlich die Anstellung als Lehrer, von der oben schon gesprochen wurde. Auch während seiner Zeit als Universitätsprofessor waren die Einkünfte lange Zeit nicht ausreichend, um eine nach damaligen Vorstellungen standesgemäße Familie zu gründen. Erst spät heiratete er daher seine Haushälterin. Sein einziger Sohn starb drei Jahre nach dem Vater an Scharlach.

Um auf die Bedeutung Loschmidts erneut hinzuweisen, fand anlässlich seines hundertsten Todestages (8. Juli 1895) vom 25. bis 27. Juni 1995 an der Universität Wien ein internationales Loschmidt-Symposium statt, das vom „Auslandösterreicher“ Alfred Bader angeregt worden war. Bedeutende Chemiker und Physiker, darunter die aus Wien gebürtigen Max F. Perutz (Nobelpreis für Chemie 1962), Carl Djerassi (Vater der „Pille“) und Sir Hermann Bondi (Theoretiker aus Cambridge) referierten zu Ehren ihres wissenschaftlichen Vorfahren. Von der Zentralbibliothek für Physik der Universität Wien wurde eine kleine Loschmidt-Ausstellung zusammengestellt, die nach zwei Stationen in Wien im Wintersemester 1995/96 an der Universität Linz, im Sommersemester 1996 an der Universität Salzburg gezeigt wurde und dann weiterwandern soll (siehe auch Abb. 4). Nach zähen Bemühungen Alfred Baders wurde eine Loschmidt-Sondermarke (Nennwert 20,- S) herausgegeben. Das Bundesministerium für Unterricht und Kulturelle Angelegenheiten gab Kopiervorlagen

über Leben und Werk Josef Loschmidts für alle Chemie- und Physiklehrer heraus und übernahm den von Alfred Vendl und Peter Schuster im ORF gestalteten Videofilm über Loschmidts Laufbahn als VHS Band für interessierte Schulen. Das Medien-Echo zum Loschmidt-Jahr war eher schwach, wobei Reinhard Schlögl, Wissenschaftsredakteur des ORF, eine rühmliche Ausnahme bildete [8].

Literatur

- [1] Loschmidt, J.: Chemische Studien I, Carl Gerolds Sohn, Wien 1861, Reprint by Aldrich Chem. Comp., Milwaukee, Wisconsin 1989.
- [2] Hjelt, E.: Geschichte der organischen Chemie von ältester Zeit bis zur Gegenwart. Friedrich Vieweg, Braunschweig 1916, S. 247.
- [3] Kekulé, A.: Sur la constitution des substances aromatiques, Bull. de la Soc. Chim. 1865 (3), 98–110, Seite 100.
- [4] Kekulé, A.: Über die Constitution aromatischer Verbindungen. Zeitschrift für Chemie 8(1) 1865, 176–184, 193–194.
- [5] Bader, A., Noe, Ch., Wiswesser, W., Ruis, A.: Josef Loschmidt. Wissenschaftliche Nachrichten 91 (1993) 21–26, BMUK Wien.
- [6] Loschmidt, J.: Zur Größe der Luftmoleküle. Anzeiger II, 1865, Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften 52, Abt. II, S. 395–413, 1866.
- [7] Proceedings of the Loschmidt-Symposium 1995, W. Fleischhacker ed. Plenum Press, New York und London, 1996.
- [8] Schlögl, R.: Der Wegbereiter der modernen Strukturchemie: Josef Loschmidt. Univers 5/95, 9–12, Univers 6/95, 6–7, WUV-Universitätsverlag Wien 1995.

Autor

Prof. Dr. Gerhard Pohl, geb. 1938, seit 1978 Professor an der HTL Linz.

Adresse: W. Gerhard Pohl, Langfeldstr. 85, A-4040 Linz, Österreich.



E. Breitmaier, G. Jung

Organische Chemie I und II

3. überarb. Aufl., G. Thieme Verlag Stuttgart/New York 1994,

I: DM 75,-, ISBN 3-13-541503-1

II: DM 89,-, ISBN 3-13-541602-X

Bereits in den einführenden Kapiteln des ersten Bandes werden die für das Verständnis der Reaktionsmechanismen in der Organischen Chemie wichtigsten Zwischenstufen anhand moderner Bindungsmodelle, die auch den räumlichen Bau gut erkennen lassen, vorgestellt. Die rasche Einführung weiterer fundamentaler Begriffe wie Konstitution und Konformation sowie die wichtigsten Projektionsarten und die ausführliche Darstellung der grundlegenden Reaktionsmechanismen dürften dem Studenten das spätere Verständnis von komplexeren Reaktionsabläufen sehr erleichtern.

Die Abhandlung der einzelnen Verbindungsklassen in den folgenden Kapiteln ist systematisch straff geordnet, wobei jeweils am Anfang eine vollständige aber nicht zu ausführliche Übersicht der wichtigsten Darstellungen und Reaktionen gegeben wird, an die sich eine eingehende Diskussion der für die jeweiligen Stoffklassen charakteristischen Reaktionsmechanismen anschließt. Bereits von Anfang an wird gezielt auf stereochemische Aspekte eingegangen, was gerade dem Anfänger einen erleichterten Zugang zu den oft schwierigen Gebieten, wie Konformation, Stereochemie und Stabilität von cyclischen Systemen, schafft. Mit Hilfe von Stereoprojektionen und Orbitalmodellen kann der räumliche Bau dieser Verbindungen gut nachvollzogen werden; dabei werden Naturstoffchemie und ästhetisch reizvolle Systeme nicht vernachlässigt. Auch im Abschnitt über aromatische Verbindungen, dessen Ausführlichkeit dem Lernenden erlaubt, sein Wissen auf prüfungsrelevante Probleme zu übertragen, werden bereits moderne Aspekte, wie die Chemie der Fullerene, angesprochen. Dies weist den Chemiestudenten schon im Grundstudium auf vertiefenswerte aktuelle Teilbereiche hin und ermöglicht auch Lehramtsstudierenden ihr Wissen ebenso wie im Kapitel über Chiralität, wo die oft etwas schwierige Abgrenzung der einzelnen Begriffsdefinitionen sehr gut gelungen ist, auf neuestem Niveau abzurunden.

Im ersten Band erwirbt sich der Studierende nicht zuletzt durch die sehr ansprechende und informationsreiche graphische Gestaltung ein prinzipielles Verständnis für das reaktive Verhalten von funktionellen Gruppen.

Band II des Lehrbuchs wendet sich vor allem an den fortgeschrittenen Chemiestudenten bzw. an den Lehramtskandidaten vor dem Staatsexamen, erlaubt aber auch dem Lehrenden sich durch ein recht aktuelles Literaturverzeichnis und eine abgerundete Darstellung neuerer Teilbereiche wie spektroskopische Methoden, spezielle Verbindungsklassen und Naturstoffe, sowie moderne präparative Verfahren und Synthesepaltung gezielt über die wichtigsten neueren Spezialgebiete der Organischen Chemie zu informieren.

Das Lehrbuch stellt eine gut durchdachte Kombination von theoretisch mechanistischem Wissen auf aktuellem Niveau und klassischer Stoffchemie dar. Unter Verzicht auf unnötige Details werden dem Studierenden die für Prüfungsfragen wichtigen Informationen und das