

# Neuer Wein in alten Schläuchen?

## Das Hexagon, das Tetraeder und Legenden um August Kekulé

Günter Paulus Schiemenz

Institut für Organische Chemie der Universität Kiel

Olshausenstraße 40-60, D-2300 Kiel

Der Historiker der Neueren Geschichte ist häufig in der Gefahr, in der Fülle seines zuweilen widersprüchlichen Materials zu erstickten. Der Mediävist hat es darin leichter, aber dafür kämpft er mit einem anderen Problem. Oft hat er für gewisse Ereignisse nur eine einzige Quelle, und deren Autor mag kein nach den Maßstäben wissenschaftlichen Arbeitens tätiger Chronist sein, sondern zum Beispiel ein Hagiograph, der zur höheren Ehre Gottes die wunderbaren Taten seiner Heiligen verkündet, wobei die Frage nach dem, was wirklich war, ziemlich irrelevant ist. Daß aber dieses Problem selbst in dem nüchternen Bereich der neueren Chemie eine Rolle spielt, sei 99 Jahre nach dem berühmten Benzolfest der Deutschen Chemischen Gesellschaft in Berlin am Beispiel der Geschichte der Benzolformel gezeigt.

Als Urheber der Einsicht, daß die sechs C-Atome des Benzols einen Ring bilden, feierte man am 11. März 1890 August Kekulé. Dieser hatte als siebzehnjähriger Gymnasiast in Darmstadt zufällig einige Begleitumstände der Ermordung der Gräfin Görlitz durch ihren Kammerdiener Stauff beobachtet. Im Frühjahr 1850 kam es zu einem Prozeß gegen Stauff, in dem Liebig als Sachverständiger und der Student Kekulé als Zeuge auftraten. Der Kammerdiener konnte überführt werden, da sein Vater beim Versuch gefaßt worden war, Schmuckstücke aus dem Besitz der Gräfin zu verkaufen. Das Corpus delicti war ein Fingerring "bestehend aus zwei ineinander verschlungenen Reifen, der eine aus Gold, der andere aus weißem Metall" (das war Platin) "in Gestalt zweier sich in den Schweiß beißenden Schlangen" (aus dem Prozeßstenogramm)(1). Bekanntlich hat Kekulé auf dem Benzolfest seinen Einfall von der cyclischen Anordnung der Kohlenstoff-Atome des Benzols so geschildert, daß er im Halbschlaf die Flammen seines Kamins sah (2),

Alles in Bewegung, schlangenartig sich windend und drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfasste den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl

erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht um die Konsequenzen der Hypothese auszuarbeiten.

Es war Kekulé's Bonner Nachfolger und Biograph Richard Anschütz, nicht Kekulé, der den Prozeß von 1850 und die Rede 40 Jahre später in einen Zusammenhang brachte, dieses aber mit aller Vorsicht als reine Möglichkeit; bei der Schilderung des Prozesses (3):

Aber doch sind die damaligen Eindrücke in Kekulé's empfänglichen Gemüte haften geblieben und einer dieser Eindrücke hat vielleicht später seiner schaffenden Phantasie die Arbeit unbewußt erleichtert,

und bei der Beschreibung des Benzolfestes (4):

Diese Vision Kekulé's hat vielleicht der Ring der unglücklichen Gräfin Görlitz vermittelt, der aus zwei ineinander verschlungenen Reifen in Gestalt zweier sich in den Schwanz beißender Schlangen, der eine aus Gold, der andere aus Platin, bestand, und der im Prozeß eine für den Mörder Stauff verhängnisvolle Rolle spielte.

*Vielleicht* - eine reine Hypothese (5). Zu ihr kam später eine zweite: Chemiehistoriker wenden zuweilen ihren Blick auch weiter zurück, bis in den Bereich der Alchemie, und so stieß H.E. Fierz-David (6) auf das uralte Symbol des Ouroboros (7), der sich in den eigenen Schwanz beißenden Schlange, und dieses soll Kekulé zum Konzept des Benzolrings geführt haben. Zunächst handelte es sich um eine reine Behauptung, die sich auf nichts stützte, aber durch Wiederholung - mehrfach mit derselben Abbildung aus M. Berthelots Collection des Anciens Alchimistes Grecs, Paris 1888 (8), also lange nach Kekulé's "Vision" und ohne Bezug auf diese (9) - verfestigte sich die Idee zu einem selbstverständlichen Faktum. So hatte Mahdihassan noch 1960 seinen Artikel überschrieben "The Probable Origin of Kekulé's Symbol of the Benzene Ring" (10) (aber doch schon "probable", nicht "possible"), aber 1961 bereits "Kekulé's Dream of the Ouroboros and the Significance of this Symbol" (11) - Kekulé's Traum von der Ouroboros-Schlange. Mahdihassan verdankte seine größere Sicherheit einem Brief von Professor Emil Svagr in Prag. Dieser schrieb ihm am 15. Januar 1961 Eigenartiges: Vor fast 60 Jahren (das wäre also frühestens 1901) habe Professor Bohuslav Rayman (12), Professor der organischen Chemie an der Tschechischen Universität zu Prag, Kekulé gut gekannt und sei sogar gut mit ihm befreundet gewesen. Kekulé war aber schon am 13. Juli 1896 gestorben. Wie immer dem sei, Rayman habe seinen Studenten, darunter Svagr, erzählt, Kekulé habe ihm im Zusammenhang mit der

Benzolformel berichtet, er sei auf dem Wege zur Vorlesung an einer Apotheke vorbeigekommen, deren Firmenschild die Ouroboros-Schlange war. Das sei wohl 1864 in Gent gewesen, und Kekulé habe immer dieses Bild vor Augen gehabt. Sonderbar geht es weiter: Kekulé's Sohn Stephan hatte ja herausgefunden, daß ein protestantischer Vorfahr aus böhmischem Adel zur Zeit des 30jährigen Krieges aus Glaubensgründen aus Böhmen ausgewandert war, und diese böhmische Deszendenz benutzte Švagr - ebenso wie Raýman mit einem deutschen Familiennamen begabt, nur in tschechischer Orthographie verfremdet (13) -, um Kekulé als Slawen zu vereinnahmen. Er sei von Geblüt ein Slawe gewesen, und die Slawen seien eben mit mehr Phantasie begabt als die Deutschen, und so sei der Benzoltraum gewissermaßen ein Produkt slawischer Geisteswelt. Auch dieses Zeugnis slawischer Phantasie war so schön, daß es aufgegriffen wurde - Mahdi Hassan und Scherf führen es ohne Vorbehalt an (14). Dennoch ist der Einfall nicht besser als Adolf Hitlers Ausführungen in "Mein Kampf" über die Überlegenheit der Germanen über die minderwertigen Slawen, Ausführungen, die mit keiner Silbe darauf eingingen, daß die Germanen des Ruhrpotts zwar deutsch sprachen, aber größtenteils polnische Namen hatten, weil ihre Eltern aus der damals preussischen Provinz Posen zugezogen und reine Polen waren. Der böhmische Emigrant Kekule des Jahres 1627 und seine Nachfahren werden mangels anderer Möglichkeiten in der neuen Heimat deutsche Frauen genommen haben; für August Kekulé macht das dann bei 128 Ahnen in der achten Generation einen Böhmen auf 127 Deutsche und damit slawisches Blut schon in homöopathischer Verdünnung - D 2.

Wie es bei Legenden öfter vorkommt, verschmolzen schließlich beide Schlangenlegenden zu einer. Auf der GDCh-Hauptversammlung in Bonn hielt am 15. September 1965 R. Wizinger-Aust einen Festvortrag "August Kekulé, Leben und Werk". Dieser wurde 1966 gedruckt (15). Ob der Druck genau das wiedergibt, was man in Bonn gehört hatte, bedarf eines Vorbehalts, ähnlich wie J. Wotiz es bezweifelt, daß der 1890 in den "Berichten" abgedruckte Text von Kekulé's Rede auf dem Benzolfest ganz authentisch ist (16). Wizinger-Aust äußerte sich nämlich ausführlich zum Ouroboros und zitierte dazu Karl Scherf, der aber nach Angabe in seiner Publikation den eigenen Vortrag darüber in der Fachgruppe Geschichte der Chemie auf der Bonner Tagung erst am 17. September, also zwei Tage nach Wizinger-Aust, gehalten hat (17). Dieser referierte ausführlich die ganze Geschichte von der Gräfin Görlitz und fragte dann nach der Bedeutung ihres Schlangenrings:

Welche Bedeutung hat nun diese Schlange? Es ist der Ouroboros, der Schwanzfresser, ein uraltes vieldeutiges

alchemistisches Zeichen... Es ist letztendlich die ägyptische Weltenschlange, ein Symbol für die Ganzheit des Kosmos... Diese Vorstellung des Ouroboros mit einer dunklen und einer hellen Hälfte kommt noch zum Ausdruck am Ring der Gräfin Görlitz, der aus dunklem Gold und hellem Platin zusammengesetzt war.

Hier also schon 1966 das heute ubiquitäre Modewort *letztendlich*. Und: *Kommt zum Ausdruck*, Indikativ, ohne Vorbehalt. Dabei ist der abgebildete Ouroboros *eine* Schlange, oben dunkel, der Schwanz hell; der Ring der Gräfin bestand aber aus *zwei* Schlangen, die eine *ganz* hell, die andere *ganz* dunkel. Fingerringe in Form von Tieren, bevorzugt Schlangen, die sich in den Schwanz beißen, sind überall verbreitet; der Schwanzbiß ist durch die Ringform vorgegeben (18).

Rudofsky und Wotiz faßten eine ganze Literatur dahin zusammen "There is general agreement that the self-devouring snake of Kekulé's dream is the Ouroboros" (19). Freilich findet sich bei Kekulé selbst vom Ouroboros nichts, nicht einmal der Ausdruck *the self-devouring snake*, die sich selbst *auffressende* Schlange.

Die Firma IBM stellte kürzlich Interessenten ein drei Quadratmeter großes Poster "Bedeutende Naturwissenschaftler" zur Verfügung, und auf ihm steht's lapidar in edler Einfachheit stiller Größe:

August Kekulé von Stradonitz 1829-1896. Kekulé gelang es 1861 nach dem Traumbild der Schlange, die sich in den Schwanz beißt, die Strukturformel des Benzolringes aufzustellen.

Hierin sind gleich mehrere Fehler: Kekulé schrieb sich zwar Kekulé, mit Akzent, aber in seinen letzten 15 Lebensmonaten Kekule von Stradonitz, ohne Akzent (20). Dann sagte Kekulé, als er 1865 seine Benzolarbeit publizierte, zwar, er sei schon vor einiger Zeit darauf gekommen, aber nirgends steht, dies sei 1861 gewesen. Daß die Schlange sich in den Schwanz *biß*, stammt auch nicht von Kekulé. Und zur Rolle des Ouroboros hatte Wizinger-Aust sich vorsichtiger geäußert:

Es besteht zwar keinerlei Sicherheit, aber doch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß das Ouroborosbild das Bild des Benzolrings ausgelöst hat.

Im Grunde ist die ganze Diskussion aber unfruchtbar, weil mit der Figur des Ouroboros ja nicht das Benzol gemeint

war. Statt an einer Apotheke mit dem Ouroboros-Firmenschild hätte Kekulé an einer Friedhofsgärtnerei vorbeikommen und sich vom Anblick eines Kranzes zur Idee des Benzolrings inspirieren lassen können. Und warum hat nicht eine Brezel als Firmenschild einer Bäckerei Zweifel an seiner falschen (monocyclischen) Campher-Formel ausgelöst und zum Konzept der bi- und tricyclischen Ringsysteme geführt? Die Schlange ist weder eine notwendige noch eine hinreichende Bedingung.

Tatsächlich suchten andere Leute Kekulés Inspiration anderswo. Schon Anschütz und später Wizinger-Aust verwiesen auf eine Schrift von Joseph Loschmidt, die Kekulé gekannt hat: *Constitutions-Formeln der organischen Chemie in graphischer Darstellung*, Wien 1861 (21). Darin erscheint der Benzolkern (mit dem Ausdruck *Kern*) als Kreis und das Benzol selbst als  $C_6$ -Kreis mit sechs kleinen Kreisen für die Wasserstoffatome; entsprechend z.B. Phenol, Anisol und viele andere aromatische Verbindungen. Wizinger-Aust resumierte (22):

Die Formelbilder wirken geradezu frappierend. Auf den ersten Blick möchte man meinen, es sei Kekulé alles vorweggenommen. Es besteht aber doch ein wesentlicher Unterschied. Loschmidts Kreis symbolisiert lediglich die Zusammenballung der sechs Kohlenstoffatome zu einem einheitlichen Ganzen, das sich wie ein sechsstelliges Element verhalte. Über die Anordnung der Kohlenstoff- und damit auch der Wasserstoffatome und Substituenten sagt er nichts aus.

Dieses Fazit ist völlig zutreffend; hingegen beruht der Eindruck der frappierenden Ähnlichkeit schlichthin auf einem Mißverständnis. Loschmidt benutzte durchweg solche Kreise für Atome, und die Kreise sind ausdrücklich keine Ringe, sondern die zweidimensionale Wiedergabe von Atomkugeln, deren Radius durch die Gleichgewichtslage anderer Atomkugeln bestimmt wird, die sich aus bindenden Wechselwirkungen und Abstoßungskräften ergibt. Was man bei Kugeln gleicher Größe für C, N, O durch verschiedene Farben ausdrücken konnte, gab Loschmidt im Schwarzweiß-Druck durch einen einfachen Kreis für C, einen gleich großen Doppelkreis für O und durch einen solchen Dreifachkreis für N wieder. Methan ist ein Kohlenstoff-Kreis mit vier Wasserstoff-Kreisen, und so, wie der C-Kreis größer ist als der H-Kreis, so steht ein noch größerer Kreis (oder eine noch größere Kugel) für das "Superatom"  $C_6$ , den Benzolkern, der sechs H-Atome zu binden vermag. Loschmidts Pictogramm ist also nicht mehr als ein graphischer Ausdruck der praktischen Erfahrung, daß die sechs C-Atome des Benzols eine

Einheit bilden, also eben eine Art Superatom, so wie man ein Tetraalkylammonium-Ion als großes Superkation mit einem effektiven Ionenradius bei den Alkali-Kationen einordnen kann. *Ring*e hat Loschmidt an keiner Stelle gemeint (23).

Damit ist Loschmidts Schrift für Kekulé's Idee vom Benzolring von keiner größeren Relevanz als der Ring der Gräfin oder das Apothekenschild: Der Anblick eines beliebigen Ringes konnte zwar "den Groschen fallen lassen", aber die Idee selbst ist völlig neu.

Wotiz meinte freilich noch an anderer Stelle einen echten Vorläufer Kekulé's gefunden zu haben. Kekulé hatte sich immer Charles Gerhardt und Auguste Laurent verpflichtet gefühlt; als er sein eigenes Lehrbuch schrieb, hatte er die Bücher dieser beiden zur Hand, und wie tief sie ihn geprägt hatten, zeigte sich in seinen letzten Lebensstunden, als er phantasierend die Typen ihrer Typentheorie hersagte (24). Wotiz (25) verwies nun darauf, daß bei Laurent Sechseck-Pictogramme vorkommen (26), in denen er die Prototypen des Benzol-Sechsecks sah. Abermals liegt der Fall aber nicht anders als bei Loschmidts Kreisen und dem Ouroboros: Laurent hat mit seinen Bildern keine Atomanordnung gemeint, und wenn durch diese, so hätte Kekulé ebenso durch den Anblick von Bienenwaben zu seiner Benzol-Idee kommen können. Die Suggestionskraft von Laurents Bild kann gar nicht sonderlich groß gewesen sein, da Kekulé zunächst die Kohlenstoff-Verknüpfung im Benzol ja nicht durch das reguläre Hexagon wiedergab: In der Erstveröffentlichung (27) erscheint gar kein Hexagon, und in der zweiten (28) und dritten Version (29) sowie in seinem Lehrbuch (30) gibt es zwar das Hexagon, jedoch nur als eine neben anderen Formulierungen, und seine Ecken sind nicht die C-Atome, sondern die H-Atome (31). Das Nebeneinander mehrerer Formeln, unter denen das Sechseck keine Präferenz genießt, zeigt, daß Kekulé von der Ringstruktur keine sehr konkreten Vorstellungen hatte.

Wie Kekulé zu seiner Idee kam, bleibt also eigentlich offen. Dort, wo man Vorläufer sah, war sie jedenfalls nicht enthalten, und in diesem Sinne ist sie völlig neu: Junger Wein also, aber eigentlich nicht einmal in alten Schläuchen. Wichtiger als die schöne, aber doch belanglose Anekdote von den sich ringelnden Schlangen im flandrischen Kamin ist eine andere Stelle in Kekulé's Selbstdarstellung: Nachdem das Konzept der Kohlenstoff-Ketten einmal da war, war es doch eigentlich nur ein kleiner Schritt zu der Idee, daß den C-Atomen an den Kettenenden das recht sein müsse, was denen weiter innen billig war: sich miteinander zu verbinden. Kekulé drückte es so aus (32):

Man hat gesagt: die Benzoltheorie sei wie ein Meteor am Himmel erschienen, sie sei absolut neu und unvermittelt gekommen. Meine Herren! So denkt der menschliche Geist nicht. Etwas absolut Neues ist noch niemals gedacht worden, sicher nicht in der Chemie... keine Wissenschaft hat sich so stetig entwickelt wie die Chemie.

Während Kekulé hier seine Verdienste bescheiden relativierte, sah Adolf von Baeyer als Festredner seine Aufgabe darin, den großen Meister noch größer zu machen. Das erwähnte IBM-Poster zeigt als einen anderen Helden der Naturwissenschaften Jacobus Henricus van't Hoff. Er habe das Tetraedermodell für das Kohlenstoffmolekül (sic!) aufgestellt und so Ende des 19. Jahrhunderts die Grundlagen für die Stereochemie geschaffen. Genau das bestritt nun Adolf von Baeyer. In der Tat gibt es wiederum Einwände. Erstens hatte van't Hoff als 22jähriger Student im Jahre 1874, einige Monate vor seiner Promotion am 22.12.1874, seinen *Vorschlag zur Ausdehnung der gegenwärtig in der Chemie gebrauchten Strukturformeln in den Raum* publiziert, und 1874, just vier Jahre nach der Schlacht von Sedan und sechzehn Jahre vor dem Benzolfest, ist eigentlich noch nicht das Ende des 19. Jahrhunderts. Zweitens mag der Chemiker rätseln, was mit dem Kohlenstoffmolekül gemeint sei. Aber darum konnte es Baeyer ja nicht gehen. Baeyer wies das eigentliche Verdienst am Tetraedermodell August Kekulé zu. van't Hoff hatte bekanntlich die optische Aktivität dadurch erklärt, daß die vier Valenzen des Kohlenstoffs in definierte Richtungen gehen, nämlich zwischen sich den Tetraederwinkel einschließen. van't Hoff hatte 1872-1873 in Bonn studiert, auch bei Kekulé praktisch gearbeitet, wenngleich zum großen Meister kein herzliches Verhältnis gefunden (33). Aber natürlich hatte er seine Vorlesungen gehört, und in diesen hatte Kekulé Molekelmodelle benutzt. Offenbar schon in Gent handelte es sich für den Kohlenstoff um Kugeln, aus denen die vier Wertigkeiten in möglichst regelmäßiger Anordnung ausgingen, und *möglichst regelmäßig* heißt: in den Tetraederrichtungen. Auf diesen Tetraedermodellen baute Baeyer sein Panegyrikum auf (34).

Häufig begegne man der Meinung, so sagte Baeyer, van't Hoff habe das Kohlenstoffatom mit einem Tetraeder verglichen und dadurch die räumliche Vorstellung möglich gemacht. Dem sei aber nicht so; denn schon 1867 habe Kekulé in der Zeitschrift für Chemie Tetraedermodelle eingeführt;

Das, was van't Hoff den Kekulé'schen Ideen hinzugefügt hat, war eigentlich etwas, das in den Modellen enthalten ist, und von Kekulé nur gewissermaßen hinausinterpretiert wurde.

Kekulé's Modelle seien klüger als ihr Erfinder gewesen. Nur darin sei van't Hoff über Kekulé hinausgekommen, daß Kekulé glaubte, die vier "Anziehungspunkte" des Kohlenstoffs könnten ohne weiteres ihre Plätze vertauschen, so daß auch bei vier verschiedenen Bindungspartnern doch nur eine "Gleichgewichtslage" existiere.

Man mag hier das aliphatische Gegenstück zu Kekulé's Oszillationstheorie beim Benzol erkennen. Aber was ist das für ein Tetraedermodell, wenn die gebundenen Atome schließlich doch nicht in den Ecken eines Tetraeders stehen? Überdies ist Baeyer's Argumentation hier seltsam dialektisch. Wie van't Hoff in Kekulé's Tetraeder-Modellen, so hatte Ladenburg in Kekulé's Benzolformel (auch einem Modell) einiges gesehen, was streng genommen ebenfalls darin steckte, Kekulé aber nicht gemeint hatte. Und im selben Jahr 1890 hielt Baeyer Ladenburg vor, man müsse sich an das halten, was Kekulé *gemeint* habe, und nicht an das, was man, darüber hinausgehend, aus einer Formel noch herauslesen könne (35).

Es lohnt sich, auch hier nicht bei dem Zitat stehen zu bleiben, mit dem Baeyer Kekulé als den eigentlichen Begründer der Stereochemie herausstellte. Im Kontext liest sich wieder alles anders. In diesen Jahren experimentierte man an verschiedenen Stellen mit Formeln, die die chemischen Gedanken ausdrücken sollten. Der Stand der Diskussion wird bei Ladenburg stellenweise klarer als bei Kekulé, aber da ja beide um die Benzolformel diskutierten, gilt auch für diesen, was jener sagte. Sogar noch zwei Jahre nach Kekulé's Tetraeder-Arbeit schrieb Ladenburg (36):

Benutzt man, wie dies häufig geschieht, graphische Formeln zur Veranschaulichung der Constitution, so sind die geometrischen Verhältnisse maßgebend für die gegenseitigen Beziehungen der Atome, wobei wir uns üblicher Weise verwahren, durch die Figur die räumliche Lagerung angeben zu wollen.

Den Punkt betonte auch G.E. Hein 1966 (37):

It is absolutely impossible to appreciate Ladenburg's position unless we realize that he was treating structural theory as a purely formal system with no implications concerning the relative positions of atoms in space.

Und genau so 1867 Kekulé (38): In dem von ihm vorgestellten Modell war ein einwertiges Atom eine Kugel, von der eine Bindung als Strich ausging, bzw. in der graphischen Darstellung ein Kreis. Ein zweiwertiges Atom, z.B. Sauerstoff, war eine solche Kugel mit zwei Strichen im Winkel von  $180^\circ$ ,

ein dreiwertiges wie Stickstoff eine Kugel mit drei Strichen im Winkel von  $120^\circ$  in einer Ebene. Der Kohlenstoff war zunächst eine solche Kugel mit vier Strichen im Winkel von  $90^\circ$ , alle in einer Ebene. Jetzt wählte Kekulé die Strichlängen so, daß die Strecken zwischen zwei Endpunkten stets gleich waren. Auf diese Weise konnte er auch Doppelbindungen wiedergeben, freilich mit gewinkelten Bindungsstrichen, aber die Striche waren ja keine Elektronen, Orbitale und nicht einmal reale Bindungsrichtungen mit Valenzwinkeln zwischen sich; sie gaben also keine Realität wieder, sondern waren nur ein formales Hilfsmittel, so daß das unbedenklich war. Kekulé konnte so z.B. Cyansäure aufbauen (ein Prestige-Molekül seit Wöhlers Harnstoffsynthese), oder auch Aceton und schließlich auch das andere Prestige-Molekül, Benzol.

Bei wenigen Stoffklassen aber versagten diese Modelle, und die wichtigste von ihnen war ausgerechnet mit dem Namen seines Erzfeindes Kolbe verbunden: "Kolbe'sche Nitril-Synthese". Kekulé fand indessen einen Ausweg:

Die Darstellungsweise ist demnach für die am häufigsten vorkommenden Fälle genügend; sie ist aber immer noch sehr unvollständig. Sie gestattet nicht, drei Kohlenstoffaffinitäten gegen drei Verwandtschaftseinheiten zu binden, die einem andern Kohlenstoffatome oder einem Atome Stickstoff zugehören.

Und jetzt das, was Baeyer zitierte:

Auch diese Unvollkommenheit läßt sich, im Modell wenigstens (39) vermeiden, wenn man die vier Verwandtschaftseinheiten des Kohlenstoffs, statt sie in eine Ebene zu legen, in der Richtung hexaedrischer Axen so von der Atomkugel auslaufen läßt, daß sie in Tetraederebenen endigen. Dabei werden die Längen der Drähte, welche die Verwandtschaftseinheiten ausdrücken, ebenfalls so gewählt, daß die Abstände der Enden stets gleich groß sind. ... Ein derartiges Modell gestattet das Binden von 1, 2 und von 3 Verwandtschaftseinheiten; und es leistet, wie mir scheint, Alles, was ein Modell überhaupt zu leisten im Stande ist. Gent, März 1867.

Es ist dieses Modell, das für die Benzolformel auf dem Kekulé-Denkmal in Bonn verwendet wurde (40). Kekulé hatte es konzipiert, um die Dreifachbindung wiedergeben zu können, also gerade eine Bindung, in der die Tetraederwinkel und die Chiralität keine Rolle spielen. Daß das Modell hier klüger war als sein Erfinder, ist ein hübsches Bon mot, aber dieses Modell war für van't Hoff nicht mehr als der Ring der Gräfin Görlitz, das Apothekenschild, Loschmidts Benzolformel

oder Laurents Sechsecke für Kekulé: Die Idee lag nicht bereits darin, sondern sie war neu, und sie war von van't Hoff. Ironischerweise ging van't Hoff gerade da in die Irre, wo er Kekulé am nächsten blieb: Indem er wie dieser zwei Kohlenstoff-Tetraeder mit einer Kante zusammenlegte, kam er zur zufällig richtigen, aber kausal falschen Interpretation der cis-trans-Isomerie der Ethylene, und zwei ganz nach Kekulé mit einer Fläche zusammengefügte Tetraeder gaben - wiederum zufällig richtig und kausal falsch - die lineare Anordnung des Acetylens.

Ernst Cohen, der Biograph van't Hoff's, kommentierte 1912 Kolbes ausfallende Reaktion auf van't Hoff's Tetraedertheorie (41):

In seiner Aufregung über dieses Ereignis betrachtete er [= Kolbe] Kekulé als den Auctor intellectualis dieses Fehltritts und übersah dabei, daß diesem die van't Hoff'schen Anschauungen ebenso neu waren, als ihm selbst.

Wie sehr dies zutrifft, zeigt Kekulé's reservierte Äußerung in seiner Rektoratsrede *Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie* am 18.10.1877 in Bonn (42):

Dadurch steigert sich dann die Wahrscheinlichkeit der von Le Bel ausgesprochenen und von van't Hoff weiter ausgebildeten Hypothese vom unsymmetrischen Kohlenstoff, nach welcher die vier Verwandtschaftseinheiten des Kohlenstoffatoms, die man seither schon tetraedrisch darstellte (43), auch räumlich in tetraedrischer Lage gedacht werden. Eine Hypothese, die zwar vielleicht nicht das unbedingte Lob verdient, welches Wislicenus ihr gezollt hat, aber jedenfalls noch weniger den herben Spott, welchen Kolbe über sie hat ergiessen wollen.

Ohne für sich selbst die geistige Urheberschaft zu beanspruchen, bat er noch zehn Jahre später van't Hoff um Klärung, wem nun die Priorität gebühre, ihm oder Le Bel (44). Dennoch wurde auch Baeyer's Legende weiter tradiert (45).

Baeyer schuf also Legenden zur höheren Ehre Kekulé's (46), aber auch um ihn rankten sich Legenden, in denen Kekulé seinerseits einen Teil seines Ruhmes an Baeyer abgeben mußte. In der Biographie Adolf von Baeyer's von K. Schmorl (47) liest man Seltsames: Den Wachtraum der Strukturtheorie, den Kekulé 1854 oder 1855 auf dem Londoner Omnibus hatte, habe er drei Jahre später, mithin 1857 oder 1858, also noch in Heidelberg, Baeyer erzählt;

Adolf Baeyer drängte August Kekulé, seine Theorie zu veröffentlichen und damit zur Diskussion zu stellen.

Aber Kekulé zögerte... Man solle sich hüten, meinte Kekulé, solche Träumereien zu veröffentlichen, ohne sie ausführlich durch den wachen Verstand geprüft zu haben. Adolf Baeyer aber war sich der Größe dieser Entdeckung, die sagte, daß Kohlenstoff vier- und Wasserstoff einwertig sei, wohl bewußt.

Ein toller Kerl, dieser etwa 22jährige Student Baeyer, der das offenbar klarer sah als sein Meister - eigentlich verdanken wir also seiner Initiative die Strukturtheorie? Kekulé's Darstellung weiß es freilich anders (48):

Meine Vorstellungen..., also das, was wir jetzt als Strukturtheorie bezeichnen, waren schon während meines Aufenthaltes in London entstanden. Als junger Privatdocent in Heidelberg brachte ich diese Ansichten zu Papier und theilte die Arbeit zweien meiner näheren Freunde mit.

Der eine dürfte ziemlich sicher Erlenmeyer gewesen sein; bei dem anderen kann es sich sehr wohl um Baeyer gehandelt haben. Wie immer dem sei, die Rolle der Freunde war gerade anders herum:

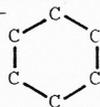
Beide schüttelten bedenklich den Kopf. Ich dachte, eines von beiden ist noch nicht reif, entweder meine Theorie oder die Zeit und legte das Manuscript ruhig in die Schieblade... Über ein Jahr nachher gab eine Abhandlung von Limpricht den äusseren Anstoss zur Veröffentlichung...

Für einen Bereich aus der Geschichte der Naturwissenschaften etwas unerwartet, finden wir uns nach allem auf einem ähnlichen Boden wie bei frühchristlichen Heiligenlegenden. Es gibt einen ehrenwerten Kern, bei dem aber alles recht prosaisch zugeht. Um diesen bilden sich durch die Rhetorik wohlmeinender Jünger Legenden, die zum Teil in den transzendentalen Bereich gehen, und manche Geschichten anderer Provenienz werden auf den immer berühmter werdenden Heiligen übertragen. Aus dem Mitmenschen wird ein höheres Wesen, dem man sich nur noch mit Verehrung nähert. Das freilich gehört nicht mehr in den Bereich des Faches Geschichte.

1. Richard Anschütz, *August Kekulé, I, Leben und Wirken, II, Abhandlungen, Berichte, Kritiken, Artikel, Reden* (Berlin 1929), I, 9, 18-20, Zitat S. 19.
2. Gustav Schultz, "Bericht über die Feier der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Ehren August Kekulé's", *Ber.Dtsch.Chem.Ges.* 23 (1890) 1264-1312, S. 1302; Anschütz (1) I, 625, II, 942.
3. Anschütz (1) I, 18.
4. Anschütz (1) I, 625-626.
5. 1958 griff sie P.E. Verkade auf (in: *The Kekulé Symposium on Theoretical Organic Chemistry*, 15-17th Sept. 1958, Chem. Soc. London, p. 13, zitiert von Mahdihassan (10), S. 53), freilich mit Fehlern: "In 1847 (when he was 18) he [= Kekulé] appeared as a witness in a trial for the murder of Countess Görlitz". Kekulé, am 7.9.1829 geboren, war am Datum des Mordes, 13.6.1847, erst 17 und zur Zeit des Prozesses, März/April 1850, bereits 20 Jahre alt. Aber auch dieser Fehler perpetuiert sich: Mahdihassan (10), S. 53, Suppl. S. 34; Karl Scherf, "Kekulé und die Alchemie. Die Bedeutung der alchemistischen Ringsymbolik für die Konzeption der Benzolformel durch Kekulé", *Chemie für Labor und Betrieb* 16 (1965) 401-408, S. 405: "Der 18jährige Kekulé" (am 13.6.1847). Immerhin folgt Verkade sonst Anschütz genau: Der Ring der Gräfin "may have led to the famous dream".
6. Hans Eduard Fierz-David, *Die Entwicklungsgeschichte der Chemie: Eine Studie*, Wissenschaft und Kultur, 2 (Basel 1945) 45-46, 242-244.
7. ἡ οὐρά der Schwanz, βορῶς gefräßig.
8. Marcelin Berthelot, *Collection des Anciens Alchimistes Grecs* (Paris 1888; Neudruck Osnabrück 1967), Introduction, 132.
9. Fierz-David (6), Abb. 8; Mahdihassan (10), Abb. 2; derselbe (11), Abb. 2; Scherf (5), Abb. 1; Wizinger-Aust (15), Abb. 3; Malcolm W. Brown, "The Benzene Ring: Was It Just a Dream?", *The New York Times Science*, Tuesday, Aug. 16, 1988, p. 23, und anderswo.
10. S. Mahdihassan, "The Probable Origin of Kekulé's Symbol of the Benzene Ring", *Scientia* 95 (1960), 48-53 (französisch: *ibid.*, Suppl. S. 30-35).
11. S. Mahdihassan, "Kekulé's Dream of the Ouroboros and the Significance of this Symbol", *Scientia* 96 (1961) 187-195 (französ.: S. Mahadihassan, sic, *ibid.*, Suppl. S. 94-100).
12. Mahdihassan (11), S. 187, schreibt Raymon, Scherf (5), S. 407, Rayman. Da Scherf die Lebensdaten 1852-1910 angibt, die Mahdihassan nicht bietet, hat Scherf offenbar unabhängig recherchiert. Demnach scheint die Schreibweise Rayman eine Korrektur der Angabe von Mahdihassan zu sein. Dessen Artitel sind auch sonst reich

- an Fehlern, z.B. loc. cit. (10) S. 48 *Chapham Road* anstelle von Kekulé's *Clapham Road* (Schultz (2); Anschütz (1) II, 941).
13. Svagr < Schwager; Rayman < Reimann.
  14. Mahdihassan (11), 188; Scherf (5), 407.
  15. Robert Wizinger-Aust, "August Kekulé, Leben und Werk. Erkenntnisse und Probleme um eine chemische Vision", in: *Kekulé und seine Benzolformel: Vier Vorträge* (Weinheim 1966), 7-32.
  16. John H. Wotiz und Susanna Rudofsky, "Kekulé's dream: fact or fiction?", *Chemistry in Britain* **20** (1984) 720-723.
  17. Scherf (5), Fußnote S. 401.
  18. Früher waren in der Damenmode Pelzkrägen üblich, bestehend aus einem kompletten Fuchsbalg. Er wurde am Hals zusammengehalten, indem der Fuchs sich in den Schwanz biß. Eine symbolische Deutung dieses naheliegenden Verfahrens wäre offenbar abwegig.
  19. Susanna F. Rudofsky und John H. Wotiz, "Psychologists and the Dream Accounts of August Kekulé", *Ambix* **35** (1988) 31-38.
  20. Anschütz (1) I, 644-647.
  21. Neudruck: Joseph Loschmidt, *Konstitutionsformeln der organischen Chemie in graphischer Darstellung*, hrsg. von Richard Anschütz, Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften, 190 (Leipzig 1913). Von beiden Ausgaben wurden jetzt Nachdrucke angekündigt, der des Originals unter dem Titel "Constitutions-Formeln der organischen Chemie in geographischer Darstellung": *Aldrichimica Acta* **22** (1989) 17, 18, 19.
  22. Wizinger-Aust (15), 28.
  23. Deshalb können wir uns der völlig anderen Bewertung von Loschmidts Schrift durch William J. Wiswesser, "Johann Josef Loschmidt (1821-1895): a forgotten genius. Benzene rings and much more in 1861", *Aldrichimica Acta* **22** (1989) 17-19 (ohne Hinweis auf Wizinger-Aust (15)) in keiner Weise anschließen.
  24. Anschütz (1) I, 649.
  25. Wotiz und Rudofsky (16), S. 722 (vgl. dazu Rudofsky und Wotiz, *Chemistry in Britain* **21** (1985) 347).
  26. Auguste Laurent, *Méthode de Chimie* (Paris 1854), 408, 410, 411.
  27. August Kekulé, "Sur la constitution des substances aromatiques", *Bull.Soc.Chim.Fr. N.S.* **3** (1865) 98-110; Neudruck: Anschütz (1) II, 371-383.
  28. August Kekulé, "Note sur quelques produits de substitution de la benzine", *Bull.Acad.Roy.Belg.* (2) **19** (1865) 551-563; Neudruck: Anschütz (1) II, 388-396.
  29. August Kekulé, "Untersuchungen über aromatische Verbindungen", *Ann.Chem.Pharm.* **137** (1866) 129-196; Neudruck: Anschütz (1) II, 401-453.

30. August Kekulé, *Lehrbuch der Organischen Chemie oder der Chemie der Kohlenstoffverbindungen* (Erlangen, Stuttgart 1861, 1866, 1882), II, 514.
31. Diesen Punkt hatte noch 1888 auch Baeyer beachtet: Adolf Baeyer, "Ueber die Constitution des Benzols", *Ann.Chem.Pharm.* **245** (1888) 103-190, S. 122. Wenig später ging er freilich verloren: Baeyer auf dem Benzolfest (Schultz (2), S. 1286): "Da nun die centrische mit der allerersten von Kekulé aufgestellten Formel [rechts] - durch den Verzicht auf eine Erklärung des Verschwindens der sechs Valenzen von seiner späteren Formel verschiedenen - übereinstimmt...". Auf die ursprüngliche Bedeutung des Hexagons wies Alan J. Roche, "Hypothesis and Experiment in the Early Development of Kekulé's Benzene Theory", *Annals of Science* **42** (1985) 355-381, S. 371, hin.
32. Kekulé, bei Schultz (2) und bei Anschütz (1) II, 937-947, S. 939.
33. Ernst Cohen, *Jacobus Henricus van't Hoff: Sein Leben und Wirken*, Grosse Männer: Studien zur Biologie des Genies, 3 (Leipzig 1912), 46, 55-57.
34. Schultz (2), 1273; so auch Klaus Hafner, "August Kekulé - dem Baumeister der Chemie zum 150. Geburtstag", *Angew.Chem.* **91** (1979) 685-696, S. 691; Buchausgabe (Darmstadt 1980), S. 67-68.
35. Adolf Baeyer, "Ueber die Constitution des Benzols. Fünfte Abhandlung. Ueber die Reductionsproducte der Phtalsäure", *Ann.Chem.Pharm.* **258** (1890) 145-219, S. 173-176.
36. Albert Ladenburg, "Bemerkungen zur aromatischen Theorie", *Ber.Dtsch.Chem.Ges.* **2** (1869) 140-142.
37. George E. Hein, "Kekulé and the Architecture of Molecules", in: Otto Theodor Benfey (Herausgeber), *Kekulé Centennial*, Advances in Chemistry Series, 61 (Washington, D.C. 1966), 1-12, S. 4-5.
38. August Kekulé, "Ueber die Constitution des Mesitylens", *Z.Chem. N.F.* **3** (1867) 214-218; Neudruck: Anschütz (1) II, 525-531.
39. Also nicht in der zweidimensionalen Zeichnung.
40. Anschütz (1), I, Abb. 115; Benfey (37), Abb. S. 194. Offenbar eine genaue Wiedergabe des von Kekulé in seiner Vorlesung benutzten Modells (mit dem Stativ und sogar der Feststellschraube) bei E.F. von Gorup-Besanez, *Lehrbuch der organischen Chemie für den Unterricht auf Universitäten, technischen Lehranstalten und für das Selbststudium*, 3. Aufl. (Braunschweig 1868) 448 (Fig. 11). Ich verdanke diesen frühen Beleg Herrn Dr. H. Schönemann, Neukirchen-Vluyn.
41. Cohen (33), 133.
42. Anschütz (1) II, 903-917, S. 912.



43. Das ist Kekulé's Modell.
44. Cohen (33), 134-135; Jost Weyer, "van't Hoff, Kekulé und die Stereochemie: Zwei unveröffentlichte Briefe von J.H. van't Hoff an A. Kekulé", *Janus* **64** (1977) 217-230 (mit Korrektur des von Cohen unzutreffend angegebenen Datums).
45. Hafner (34), 691; Buchausgabe S. 68.
46. Zu diesem Phänomen vgl. Weyer (44), 219-220.
47. Karl Schmorl, *Adolf von Baeyer 1835-1917*, Grosse Naturforscher, 10 (Stuttgart 1952), 39 (vgl. die Bewertung von Schmorls Buch durch Rolf Huisgen, "Adolf von Baeyers wissenschaftliches Werk - ein Vermächtnis", *Angew.Chem.* **98** (1986) 297-311, Anm. 5).
48. Schultz (2); Anschütz (1) II, 940-941.