sie jedoch nicht, besonders wenn sie gegen Süden oder Westen geneigt sind; hier gebührt der genügsamen Kiefer die Herrschaft, denn ein wüchsiger Kiefernbestand ist doch entschieden einem kümmerlichen Fichtenbestand vorzuziehen. Wenngleich die Fichte besseren Boden als die Kiefer verlangt, so ist sie aber nicht so anspruchsvoll als die Buche, und wo letztere anfängt zu kümmern und der Boden unter ihr verarmt, da ist meist noch ein guter Fichtenstandort; desgleichen auf Böden, welche der Buche zu naß sind, oder in Frostlagen, wo diese einen kümmerlichen Wuchs zeigt und nur äußerst geringe Erträge gibt.“ (Leitfaden 1903.)

„Der Wald soll nicht zu Spekulationszwecken erniedrigt werden“, ruft Herr Rischard aus. Einverstanden. Besonders der Gemeindewald nicht, welcher nicht nur der gegenwärtigen, sondern ebenfalls den künftigen Generationen gehört.

Diese Waldungen müssen jedoch als öffentliches Eigentum in erster Linie der Rente gewidmet sein, natürlich unter möglichster Wahrung der Bodenkraft, der Aesthetik u. s. w. Die waldbesitzenden Gemeinden sind übrigens finanziell nicht derart gestellt, daß die Walderträge als Nebensache betrachtet werden könnten. Mit hochtönenden Phrasen ist ihnen nicht gedient.

Das Rezept, das Herr Rischard uns angibt, um mit Hilfe von Birken und Kiefern — zwei ausgesprochene Lichtholzarten, — die ruinierten Buchenbestände zu erhalten, kann unsern Beifall nicht finden, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil es nach unserer Ueberzeugung nicht ausführbar ist. Uebrigens ist der Gemeindewald zu phantastischen Versuchszwecken wenig geeignet.

Aus der Geschichte der Chemie:
Das Kohlenstofftetraeder.

Erst seit dem Beginn des vorigen Jahrhunderts haben wir eine klare Vorstellung von der Zusammensetzung der Körper: wir denken uns dieselben aus kleinen Partikelchen gebildet, den Molekülen, die selbst aus noch kleineren Teilen, den Atomen, zusammengesetzt sind.

Die Verschiedenheit der Körper in chemischer und physikalischer Beziehung beruht auf der Verschiedenheit der Moleküle. Eine Zeitlang war man der Ansicht, daß letztere

ausschließlich bedingt sei durch die Art und die Zahl der zum Molekül vereinigten Atome, und man hatte in den Molekularformeln ein einfaches und hinreichendes Mittel, dieses zum Ausdruck zu bringen. Wenn z. B. Alkohol und Wasser in ihren Wirkungen verschieden sind, so beruht das darauf, dass das Alkoholmolekül aus 2 Atomen Kohlenstoff, 6 Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff besteht, das Wassermolekül hingegen aus 2 Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff, der Alkohol also zur Molekularformel $C_2 H_6 O$, das Wasser jedoch $H_2 O$ hat. Als nun in den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Chemiker sich immer mehr dem Studium der organischen Chemie zuwandten, fanden sie bald unter den Kohlenstoffverbindungen solche, die zwar in ihren Eigenschaften sehr verschieden voneinander waren, denen sie trotzdem dieselbe Molekularformel zuerkennen mussten. Der erste derartige Fall trat im Jahre 1823 ein, als Wöhler und Liebig die gleiche chemische Zusammensetzung für Cyansäure und Knallsäure feststellten.

Berzelius, einer der hervorragendsten Chemiker der damaligen Zeit, schlug vor, derartige Körper als „Isomere“ zu bezeichnen, und suchte die trotz gleicher Zusammensetzung bestehende Verschiedenheit der Eigenschaften dadurch zu erklären, dass in den Molekülen solcher „isomerer“ Verbindungen die Atome „auf verschiedene Weise zusammengelegt“ seien.

Es handelte sich nun darum, über die Möglichkeit einer verschiedenen Anordnung der Atome im Molekül sich klar zu werden, und während man bisher in den chemischen Formeln die Atome in beliebiger Reihenfolge nebeneinander gesetzt hatte, ohne Andeutung irgend einer Bindung zwischen den einzelnen, mußte man jetzt sich eine Vorstellung davon machen, wie wohl die Atome untereinander verkettet sein könnten. Die nächste Folge der dahinzielenden Untersuchungen war der Ausbau der Wertigkeits- oder Valenzlehre. Man klassierte die verschiedenen Atome nach ihrer Fähigkeit sich mit einem, zwei, drei, vier oder mehr Wasserstoffatomen zu einem Molekül zu vereinigen, in ein-, zwei-, drei-, vier- und mehrwertige. Die Atome wurden als Kreise gezeichnet, und in Modellen als Kugeln dargestellt, denen man je nach ihrer Wertigkeit 1, 2, 3, 4 und mehr Bindungsarme oder „Valenzen“ gab.

Einwertiges Atom.



Zweiwertiges Atom.

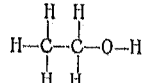
In bildlichen Darstellungen setzte man wohl auch statt der Kreise das Symbol des betreffenden Atoms mit einer entsprechenden Anzahl von Valenzen.

Cl—
Chloratom.

—O—
Sauerstoffatom.

Da es sich in den bis dahin beobachteten Isomeriefällen ausschließlich um Kohlenstoffverbindungen handelte, mußte die Wertigkeit des Kohlenstoffatoms mit besonderer Genauigkeit festgestellt werden; alle Untersuchungen führten dahin, dasselbe als vierwertig zu erklären.

Jetzt ging es leicht und rasch. Die Atome des Moleküls wurden mit ihren Verbindungsarmen aneinandergefügt, und in kurzer Zeit hatten die Chemiker für die meisten der bekannten Stoffe das Problem der Atomverkettung gelöst, für die meisten die „Strukturformel“ aufgestellt. So war die „Strukturchemie“ entstanden, welche die Moleküle bildlich darstellte, von jeder ein Modell schaffend.

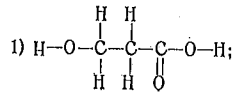


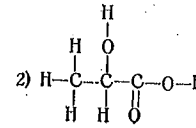
Alkoholmolekül.

Wassermolekül.

Der neuen Theorie wurde ein schneller und glänzender Erfolg bereitet durch ihren Hauptvertreter Kekulé, der in seinem Lehrbuche zeigte, was alles allein durch die konsequente Anwendung der Strukturformel des Benzols erreicht werden konnte und wie alle damals bekannten Isomeriefälle eine äusserst einfache Erklärung durch das Aufstellen der Strukturformeln fanden.

Aber so befruchtend die Strukturtheorie auch wirkte, sie stellte sich bald als unzulänglich heraus. 1858 war sie begründet worden, 1874 kannte man schon 43 Körper, bei denen sie versagte. Namentlich waren es die Fälle von optischer Isomerie, wie der Milchsäure, der Weinsäure, der Aepfelsäure und anderer, die man sich absolut nicht zurechtlegen konnte. So genügten zwar die geltenden Anschauungen, um die Isomerie der gewöhnlichen Milchsäure und der Gärungsmilchsäure zu erklären, indem man der ersten die Strukturformel 1, der zweiten die Strukturformel 2 zuschrieb.

1) 

2) 

Von der Gärungsmilchsäure existieren 2 Isomere, aber die sich durch ihr optisches Verhalten voneinander unterscheiden: die Rechtsmilchsäure, welche die Ebene des polarisierten Lichtes nach rechts, und die Linksmilchsäure, welche diese Ebene nach links dreht. Wenn man in der Strukturformel der Gärungsmilchsäure die Anordnung der Atome ändert, kommt man, wie weiter unten (Fig. 5) gezeigt werden soll, zu mehr als zwei Isomeren, und auch die Strukturformel der gewöhnlichen Milchsäure verlangt Isomere, die tatsächlich nicht existieren.

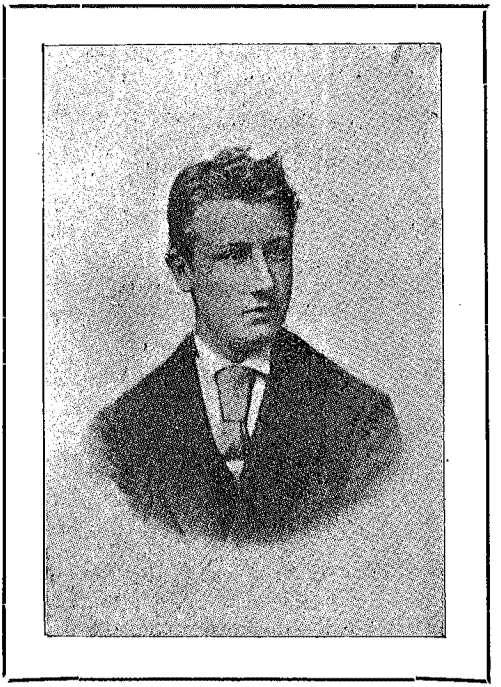


Fig. 1. J. H. van't Hoff.

Die Ursache des Versagens der Theorie in diesen Fällen lag darin, dass man sich die Atome im Molekül in einer und derselben Ebene angeordnet dachte. Wohl hatten gelegentlich Wislicenus, Paterno, Pasteur und andere darauf hingewiesen,

---

Anmerkung: Die Bildnisse sind dem Werke: Cohen, J. H. van't Hoff, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig, 1912, mit gütiger Erlaubnis des Verlegers entnommen.

dass doch eigentlich erst räumliche Darstellungen erschöpfend sein könnten; aber diese Äusserungen blieben wirkungslos, da man sich keine klare Vorstellung über die räumliche Anordnung der Atome machte und folglich auch nicht auf dieser neuen Basis die Lösung der schwierigen Isomerieverhältnisse versuchen konnte.

Da trat im Jahre 1874 an das Studium dieser Frage einer heran, der zu einem Heros der Wissenschaft werden sollte. Es war der damals 22jährige Holländer Jakobus Henricus van't Hoff, (Fig. 1) zu dieser Zeit Student an der Universität Utrecht, wo er sich als Doktorand hatte immatrikulieren lassen. Im September 1874 veröffentlichte er eine in seiner Muttersprache verfaßte Broschüre, deren Titel in der Übersetzung folgendermaßen lautet: Vorschlag zur Ausdehnung der gegenwärtig in der Chemie gebrauchten Strukturformeln in den Raum, nebst einer damit zusammenhängenden Bemerkung über die Beziehung zwischen dem optischen Drehungsvermögen und der chemischen Konstitution organischer Verbindungen. In dieser kaum 11 Seiten umfassenden Abhandlung, die er später scherzweise die „kleine Schrift mit dem großen Titel" genannt hat, gab van't Hoff in höchst einfacher, beinahe dürftiger Sprache die Lösung der bestehenden Schwierigkeiten in der Theorie des Kohlenstofftetraeders, deren Wesen sich in folgenden zwei Sätzen zusammenfassen läßt:

1. Die 4 Valenzen des Kohlenstoffatoms liegen nicht, wie bisher angenommen wurde, in einer Ebene; wir müssen uns dieselben vielmehr gegen die 4 Ecken eines Tetraeders gerichtet denken, dessen Mittelpunkt dieses Atom selbst einnimmt.

2. In dem Falle, daß die 4 Valenzen eines C-Atoms durch 4 voneinander verschiedene Atome oder Atomgruppen gesättigt sind, ist dieses Kohlenstoffatom „asymmetrisch", und es lassen sich 2 und nicht mehr als 2 verschiedene Tetraeder erhalten, von denen das eine das Spiegelbild des andern ist, die man sich aber niemals so denken kann, daß sie zur Deckung gebracht werden können; man steht also 2 isomeren Strukturformeln im Raume gegenüber.

Wenden wir diese Prinzipien auf das oben gewählte Beispiel, die Milchsäuren, an.

Gewöhnliche Milchsäure. Im Molekül der Milchsäuren ist von den drei Kohlenstoffatomen das mittlere für die Erklärung der Isomerie das wichtigste. In der gewöhnlichen Milchsäure (siehe die Strukturformeln S. 104) sind die vier

Valenzen dieses Atoms durch folgende Atome resp. Atomgruppen gesättigt: durch eine Atomgruppe $H-O-\overset{H}{\underset{H}{C}}$, ein Wasserstoffatom, eine Atomgruppe $\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H$, ein zweites Wasserstoffatom. Dieses Kohlenstoffatom ist also *symmetrisch* und es ist ausgeschlossen, daß von der gewöhnlichen Milchsäure Isomere existieren. Wenn man die an das mittlere Kohlenstoffatom gebundenen Atome und Atomgruppen mit a, b, c, b bezeichnet, stellt sich die räumliche Strukturformel als ein Tetraeder von folgender Gestalt dar (Fig. 2a).

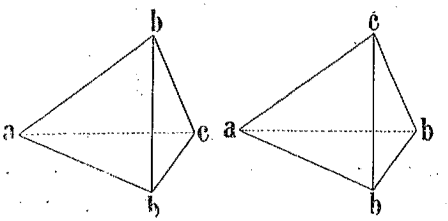


Fig. 2a. Fig. 2b.

Man mag die Anordnung der Buchstaben beliebig ändern (Fig. 2b), die so gebildeten Tetraeder lassen sich nach einer einfachen Drehung mit dem ersten zur Deckung bringen.

Die ebene Strukturformel der gew. Milchsäure fordert die Existenz zweier Isomere (Fig. 3), was aber den Tatsachen nicht entspricht.

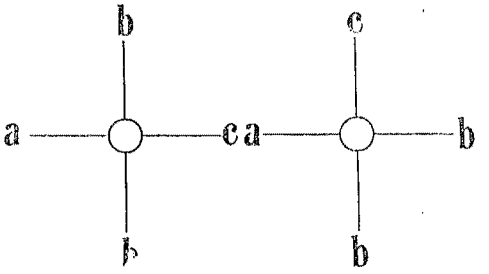


Fig. 3.

Gärungsmilchsäure. Das mittlere Kohlenstoffatom ist hier durch vier verschiedene Atome resp. Atomgruppen ge-

sättigt: durch eine Gruppe $H-\overset{H}{\underset{H}{C}}$ (a), eine Gruppe $\overset{H}{O}$ (b), eine Gruppe $\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-H$ (c), ein Wasserstoffatom (d). Dieses Kohlenstoffatom ist demnach *asymetrisch* und es existieren 2 Gärungsmilchsäuren, aber nicht mehr als zwei; ihre räumlichen Strukturformeln verhalten sich wie Gegenstand und Spiegelbild (Fig. 4).

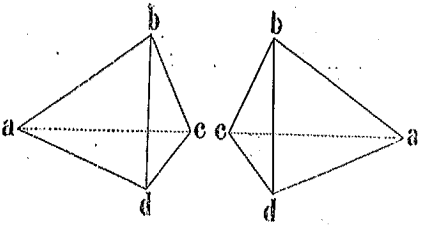


Fig. 4.

Wie auch die Anordnung der Buchstaben geändert werden mag, es lassen sich nur zwei verschiedene Tetraeder erzielen.

Die ebene Strukturformel der Gärungsmilchsäure fordert drei Isomere (Fig. 5).

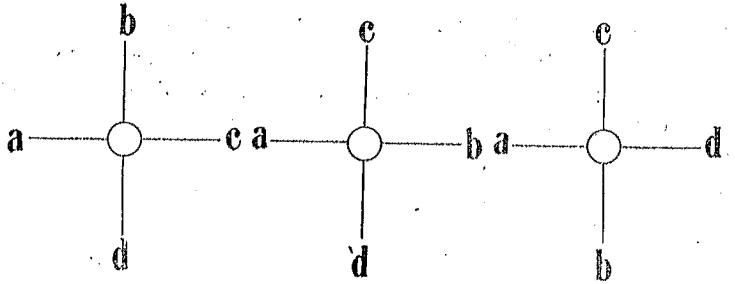


Fig. 5.

Zusammenfassung.

Von der gewöhnlichen Milchsäure

fordert die ebene Strukturformel	fordert die räumliche Strukturformel	existiert tatsächlich nur
2 Isomere	1 einzige Verbindung	1 einzige Verbindung

Von der Gärungsmilchsäure

fordert die ebene Strukturformel	fordert die räumliche Strukturformel	existieren tatsächlich
3 Isomere	2 Isomere	2 Isomere

* * *

Im Frühling des Jahres 1874 hatte van't Hoff mit dem Franzosen Le Bel (Fig. 6) zusammen im Laboratorium von



Fig. 6. J. A. Le Bel.

Würtz in Paris gearbeitet. Le Bel war durch die Schriften Pasteurs zum Studium der Isomerieverhältnisse angeregt worden; er kam unabhängig von van't Hoff und auch auf einem anderen Wege zu der Idee des Kohlenstofftetraeders, und veröffentlichte dieselbe in einer Abhandlung, die er im November 1874 (etwa einen Monat nach dem Erscheinen der kleinen Schrift), bei der Société chimique de Paris eingereicht hat. Deshalb wird denn auch die Theorie des tetraedrischen Kohlenstoffatoms seither als die van't Hoff-Le Bel'sche bezeichnet. Wenn nun auch beide an der Begründung der neuen Theorie gleiches Verdienst haben, so sind es doch be-

sonders die Arbeiten und Veröffentlichungen van't Hoffs gewesen, die derselben zum Siege verholfen haben. Dieser Sieg war nicht leicht zu erringen; die Aufnahme, welche die neue Lehre bei den Fachgenossen fand, ist ein lehrreiches Beispiel für die leider oft in der Geschichte der Wissenschaft wiederkehrende Tatsache, daß neue Gedanken nicht ohne heftigen Widerstand durchzudringen vermögen.

Wenige Monate nach dem Erscheinen der ersten Veröffentlichung van't Hoffs, brachten die Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles eine französische Uebersetzung derselben unter dem Titel: Sur les formules de structure dans l'espace. Diese fand indes in Holland zunächst ebensowenig Beachtung wie die „kleine Schrift"; niemand äußerte sich dazu. Nach langem vergeblichen Warten und über die Gleichgültigkeit seiner Landsleute empört, suchte van't Hoff seinen Ideen weitere Verbreitung zu geben durch die Herausgabe einer in französischer Sprache verfaßten erweiterten Bearbeitung derselben unter dem Titel: La chimie dans l'espace. Aus der Vorrede seien folgende Sätze hervorgehoben:

Dans une brochure qui a paru en Hollande, j'ai donné l'essai d'une théorie des formules de structure dans l'espace; j'ai appelé la discussion sur mes vues; j'avais voulu profiter de ses résultats. On m'a fait l'honneur d'en insérer une traduction dans les Archives Néerlandaises; mais ce que j'avais tant désiré, un jugement, une discussion, c'est en vain que je les ai attendus . . . . . .

Il paraît donc que le moment est venu de présenter ma théorie avec les développements qu'elle a reçus depuis et dedemander un jugement aux savants étrangers.*)

Da trat eine Wendung ein. Die Lieferung vom 1. Oktober 1875 des in Amsterdam erscheinenden „Maaneblaad voor Natuurwetenschappen" brachte einen öffentlichen Brief von Professor Buys Ballot aus Utrecht, der van't Hoff lebhaft zu seiner neuen Auffassung beglückwünschte, zugleich aber einige Bedenken gegen dieselbe aussprach, die jedoch sofort widerlegt wurden. Dieser öffentliche Brief hatte zur Folge, daß, wohl auf die Verwendung Buys Ballots hin, van't Hoff, der inzwischen sich den Doktortitel erworben hatte, als Dozent für Chemie an die Tierarzneischule in Utrecht berufen wurde. Bald kam auch von anderer berufener Seite Anerkennung.

*) Cohen. J. H. vant' Hoff.

Im November desselben Jahres traf von Wislicenus (Fig. 7) aus Würzburg ein Schreiben ein, dem wir folgenden Passus entnehmen:

Lassen sie mich Ihnen sagen, daß ihre theoretische Entwicklung mir große Freude und großen Genuß bereitet hat, und daß ich in derselben nicht nur einen außerordentlich geistreichen Versuch zur Erklärung bisher unverständlicher Tatsachen sehe, sondern auch glaube, daß sie für unsere Wissenschaft ganz neue Anregungen in großer Fülle geben und deßhalb von epochemachender Bedeutung werden wird. Sie hat mich daher auf das innigste befriedigt, und ich habe sie mit größter Freude begrüßt. Sie werden, so hoffe ich, in einiger Zeit auch an meinen eigenen Arbeiten sehen, welch hohes beistimmendes Interesse ich an ihrem Werke nehme.*)

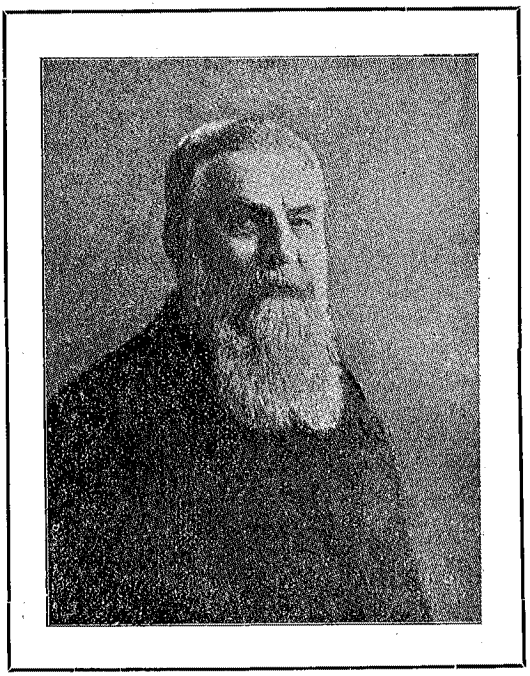


Fig. 7. J. Wislicenus.

In einem dem Briefe von Wislicenus beiliegenden Schreiben bat dessen Assistent Dr. Hermann um die Erlaubnis, das Werk „La Chimie dans l'espace“ ins Deutsche

*) Cohen, p. 114.

übertragen zu dürfen. Diese Uebersetzung erschien, mit einem Vorworte von Wislicenus versehen, im Jahre 1877 unter dem Titel: „Die Lagerung der Atome im Raume". Mittlerweile waren belobigende Aeußerungen von verschiedenen Seiten, so von Stas und Würtz eingetroffen, während Berthelot, der damalige Führer der Chemie in Frankreich, sich zuerst in höflicher, später in schroffer Form gegen die neue Lehre

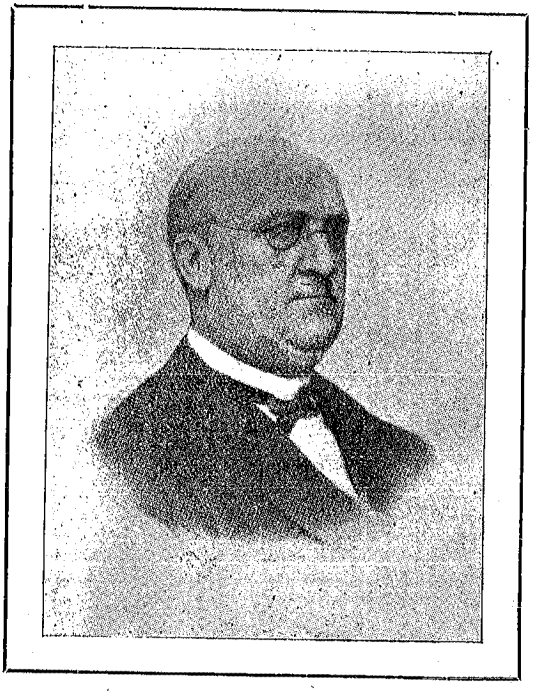


Fig. 8. H. Kolbe.

wandte. In diese Zeit fällt auch ein Besuch Pedros II, des Kaisers von Brasilien, der sich von van't Hoff die Theorie des Kohlenstofftetraeders an Modellen demonstrieren ließ.

(Fortsetzung folgt).

Luxemburg. — Buchdruckerei P. Worré-Mertens.