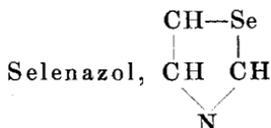


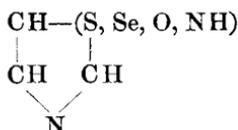
Bei dieser ebenfalls nur im Auszuge wiedergegebenen Untersuchung habe ich mich der werthvollen Unterstützung des Hrn. O. Bally zu erfreuen.

Auch sind bereits zahlreiche andere Thiazolderivate und verwandte Körper im hiesigen Laboratorium gewonnen worden; so z. B. von Hrn. G. Hofmann die verschiedensten Abkömmlinge des Stammkörpers:



Alle diese Arbeiten sollen, hauptsächlich in Rücksicht auf ihren etwas grösseren Umfang, anderen Ortes ausführlich publicirt werden.

Vielleicht wird die Thiazolgruppe, oder wenigstens die Gesamtheit der als »Azole« zu bezeichnenden pyridinartigen Körper von der Form



hinsichtlich der Mannigfaltigkeit ihrer Derivate nur wenig hinter der »Thiophengruppe« zurückstehen, über welche das soeben unter diesem Titel erschienene Werk V. Meyer's eine so ausgezeichnete und vollständige Orientirung darbietet.

Zürich, am 6. März 1888.

170. Victor Meyer und Eduard Riecke: Einige Bemerkungen über das Kohlenstoffatom und die Valenz.

(Eingegangen am 10. März.)

Im Anschluss an seine Untersuchungen über die Pyroelectricität des Turmalins¹⁾ wurde der Eine von uns zu einer Vermuthung über die Natur der chemischen Valenz geführt, von welcher er schon im Sommer des vergangenen Jahres gesprächsweise Mittheilung gemacht hatte und welche darin besteht, dass er jede Valenz als bedingt ansah durch eine gewisse Combination zweier entgegengesetzt elek-

¹⁾ E. Riecke, Ueber die Pyroelectricität des Turmalins. Wied. Ann. 28, S. 43. — Derselbe, Zwei Fundamentalversuche zur Lehre von der Pyroelectricität. Wied. Ann. 31, S. 889.

trischer Theilchen. Zu einer ganz ähnlichen Vorstellung führten aber die Untersuchungen, welche der Andere von uns¹⁾ über die van t'Hoff'schen Hypothesen, über die Substitutionserscheinungen am Benzylcyanid und Desoxybenzoïn und über die Isomerie der Benzildioxime angestellt hat. Diese Uebereinstimmung war für uns die Veranlassung zu wiederholten gemeinsamen Erwägungen über die Natur der chemischen Valenz. Ueber die Ergebnisse derselben gestatten wir uns im Folgenden eine kurze Mittheilung zu machen, in welcher zunächst das Kohlenstoffatom als das in seinen Valenzverhältnissen besonders erfolgreich erforschte, Berücksichtigung finden möge.

Der Lösung des Valenzproblems ist beim Kohlenstoffatom durch die Erkenntniss der Vierwerthigkeit sowie des Umstandes, dass die vier Valenzen nach den Ecken eines regulären Tetraëders gerichtet sind²⁾, in erheblichem Maasse vorgearbeitet. Bei der Discussion der Frage nach der Natur der Kohlenstoffvalenz muss ferner der ebenfalls von van t'Hoff³⁾ erkannte und von Wislicenus⁴⁾ neuerdings besonders betonte Umstand wesentlich berücksichtigt werden, dass zwei einfach miteinander verbundene Kohlenstoffatome frei und in beliebiger Richtung um eine in der Richtung der verbindenden Valenz liegende Axe rotiren, dass diese Rotation aber durch den Eintritt doppelter Bindung aufgehoben wird. Die letztere Erscheinung kann auf dem Papier oder am Modell durch das Schema:



wiedergegeben werden, welches ausdrückt, dass, statt der freien und verschieden gerichteten Rotation, die bei der einfachen Bindung $\left. \begin{array}{l} C \\ C \end{array} \right\}$ möglich ist, bei der doppelten nur noch Oscillationen um die punktiert gezeichnete Axe möglich sind.

Die Untersuchungen des Einen von uns und seiner Mitarbeiter über Benzylcyanid und Desoxybenzoïn, sowie über die isomeren Dioxime des Benzils machen es nothwendig, auf die zuletzt genannte Hypothese näher einzugehen. Da nur die Versuche über die Benzil-

¹⁾ V. Meyer in Gemeinschaft mit Auwers, Demuth, Janssen, Al. Meyer, Neure und Oelkers.

²⁾ Le Bel und van t'Hoff 1874 und 75.

³⁾ van t'Hoff — Herrmann, Braunschweig 1877. S. 6, 12, 13.

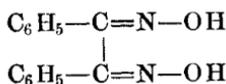
⁴⁾ Leipzig, bei S. Hirzel, 1887.

dioxime abgeschlossen sind, die andern aber noch der weiteren Ausarbeitung bedürfen, so möge von diesen zunächst abgesehen und nur hervorgehoben werden, dass sie mit der von van t'Hoff¹⁾ ausgesprochenen Ansicht harmoniren, dass das Bild eines, ein Kohlenstoffatom enthaltenden Systems nur dann ein reguläres Tetraëder sei, wenn — wie im Grubengas, Tetrachlorkohlenstoff u. s. w. — die vier mit dem Kohlenstoff verbundenen Atome oder Gruppen identisch sind.

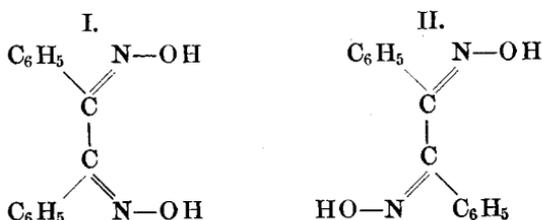
Wislicenus hat diesen Gedanken van t'Hoff's weiter ausgeführt²⁾ und z. B. für den Fall discutirt, dass ein Kohlenstoffatom mit einem Atom Wasserstoff und drei anderen Atomen verbunden sei. Haben die letzteren eine starke spezifische Affinität zu einander, so werden sie sich mehr nähern als z. B. die 4 Wasserstoffatome des Grubengases, und aus dem regulären Tetraëder wird dann eine spitze dreiseitige Pyramide; ihr Bild ist die Figur I., wenn das Grubengas durch — tetraëdrisch gedachte — Figur II. ausgedrückt wird:



Von besonderer Wichtigkeit für die Discussion der angeregten Fragen sind die Ergebnisse der Untersuchung von V. Meyer und K. Auwers über die isomeren Benzildioxime. In dieser ist gezeigt worden, dass das Dioxim:



in zwei isomeren und auch in ihren Derivaten durchaus verschiedenen Modificationen von den Formeln:

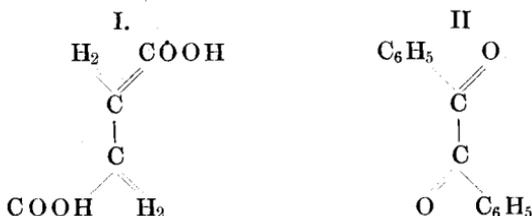


dauernd existirt und durch bestimmte Eingriffe aus der »unbegünstigten« in die »begünstigtere« Form verwandelt werden kann. Derartige

¹⁾ l. c. p. 17.

²⁾ l. c. S. 16 u. 75.

Formen sollen aber nach van t'Hoff nur dann wirklichen Isomeren entsprechen, wenn dieselben nicht durch Rotation in einander übergeführt werden können¹⁾, und auch Wislicenus nimmt an, dass bei solchen Verbindungen mit nur einfacher Kohlenstoffbindung Isomerie ausgeschlossen sei, da sie infolge der freien Rotation um die C—C-Axe, unter dem Einflusse der Wärmestösse fortdauernd zwischen der einen und der anderen Lage schwanken. Aus den Untersuchungen von Auwers und V. Meyer folgt, dass die von van t'Hoff und Wislicenus angenommene Rotation einfach gebundener Kohlenstoffatome nicht immer stattfindet, sondern, dass es Fälle giebt, in welchen einfach gebundene Kohlenstoffatome nicht rotiren, sondern in bestimmter Lage festgehalten sind. Während z. B. für die Bernsteinsäure (I.) und das Benzil (II.) u. s. w.



vorwiegend diese, die begünstigte Form besteht, sind für die Benzildioxime beide Formen dauernd existenzfähig, wenn auch ungleich beständig; die begünstigtere Form ist die stabilere, welche aus der Form I. durch starke Eingriffe erhalten wird, sich aber in diese nicht — bzw. nur unter gleichzeitiger Anhydridbildung oder Sauerstoffverketzung durch Oxydation — wieder zurückwandeln lässt.

Aus all dem ist zu schliessen, dass den bisher allgemein angenommenen Eigenschaften des Kohlenstoffatoms zwei hinzugefügt werden müssen:

1. Die 4 Valenzen des Kohlenstoffatoms können aus der regulär-tetraëdrischen Richtung, in welcher sie im Grubengas und den Körpern der Formel Ca_4 anzunehmen sind, abgelenkt werden²⁾.

2. Für die einfache Bindung zweier Kohlenstoffatome giebt es zwei verschiedene Arten der Verkettung: eine solche, welche freie und verschieden gerichtete Rotation gestattet, eine zweite, welche dieselbe ausschliesst.

¹⁾ van t'Hoff, l. c. S. 6.

²⁾ Die Frage der Ablenkung der Valenzrichtungen ist in besonders eingehender Weise von A. v. Baeyer discutirt worden (diese Berichte XVIII, 2277), dessen Betrachtung sich aber vorwiegend auf die mehrfache und ringförmige Bindung — also auf complicirtere Fälle, als die hier zu behandelnden, bezieht.

Hiermit dürfte erschöpft sein, was wir auf Grund bestimmter chemischer Thatsachen über die Eigenschaften der Valenzen zu sagen im Stande sind. Wir gehen daher über zu der Aufstellung derjenigen Gesichtspunkte, welche sich aus physikalischen Thatsachen für die Valenzlehre gewinnen lassen. Zu ihrer Eröffnung tragen 3 verschiedene Gebiete der Elektrizitätslehre bei: die Erscheinungen der Reibungs- und Berührungs-Elektricität, die Erscheinungen der Pyroelektricität und die Gesetze der elektrolytischen Leitung.

Die Scheidung der elektrischen Flüssigkeiten durch Reibung oder Berührung führt zu der Annahme, dass die chemischen Elemente nicht bloß unter sich durch die Wirkungen der Affinität verbunden sind, sondern dass Wirkungen von demselben Charakter auch bestehen zwischen den chemischen Elementen und den elektrischen Flüssigkeiten. Nun wissen wir, dass bei Reibung oder Berührung im Allgemeinen jeder Körper sowohl positiv als negativ elektrisch werden kann; es erstrecken sich also die Anziehungen der Elemente auf beide Elektricitäten und es bestehen lediglich gradweise Verschiedenheiten zwischen denselben. Es wird beispielsweise das Zink in Berührung mit Schwefelsäure negativ elektrisch in Folge seiner überwiegenden Anziehung der negativen Elektricität; ebenso der Schwefel, wenn er mit Wolle gerieben wird.

Die Erscheinungen der Pyroelektricität führen zu der Annahme, dass die Moleküle der pyroelektrischen Krystalle mit einem System elektrischer Pole verbunden sind, welche gegeneinander und gegen das Molekül selbst eine unveränderliche Lage besitzen. So würden die Moleküle des Turmalins verbunden sein mit zwei entgegengesetzt elektrischen Polen, welche in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe auf entgegengesetzten Seiten des Moleküles gelagert sind. Das Molekül des Quarzes würde in einer zur Hauptachse senkrechten Ebene umgeben sein von sechs elektrischen Polen, welche abwechselnd positiv und negativ die Ecken eines regulären Sechsecks einnehmen.

Führt also dies zu der Anschauung, dass die Moleküle der pyroelektrischen Körper umgeben sind von gewissen Systemen positiver und negativer elektrischer Pole, so liegt es nahe, diese Vorstellung auch auf die Atome zu übertragen.

Aus den Gesetzen der Elektrolyse folgt, dass auf die Valenzen¹⁾ diejenigen Elektricitätsmengen vertheilt sind, welche sich mit den Ionen

¹⁾ Der einfachste Ausdruck, in welchem sich heut das elektrolytische Gesetz zusammenfassen lässt, lautet: geht ein Strom gleichzeitig durch mehrere Elektrolyte, so wird in jedem von diesen in der gleichen Zeit die gleiche Anzahl von Valenzen gelöst.

bewegen und welche durch diese Bewegung die Leitung des galvanischen Stromes in dem flüssigen Leiter vermitteln. (v. Helmholtz¹⁾.)

Auf Grund der mitgetheilten chemischen und physikalischen Erfahrungen haben wir uns nun folgende Vorstellung von der Constitution des Kohlenstoffatoms gebildet. Wir nehmen an, dass dasselbe umgeben ist von einer Aetherhülle, welche bei einem isolirten Atome, wie dieses selbst, kugelförmige Gestalt besitzt; das Atom selbst betrachten wir als den Träger der spec. Affinitäten, die Oberfläche der Hülle als den Sitz der Valenzen. Jede Valenz denken wir uns bedingt durch das Vorhandensein zweier entgegengesetzter elektrischer Pole, welche in den Endpunkten einer im Vergleich zum Durchmesser der Aetherhülle kleinen geraden Linie befestigt sind. Wir bezeichnen ein solches System zweier elektrischer Pole als einen Doppelpol oder Dipol. Den vier Valenzen des Kohlenstoffatoms würden also vier solcher Dipole entsprechen. Die Mittelpunkte derselben denken wir uns gebunden an die Oberfläche der Aetherhülle, in dieser aber frei verschiebbar; die Dipole selbst seien freidrehbar um ihre Mittelpunkte.

Wir machen nun die weitere Annahme, dass der Kohlenstoff eine grössere Anziehung besitze zu der positiven als zu der negativen Elektricität²⁾, und dass die positiven Pole der Valenzen eine etwas grössere Stärke besitzen, als die negativen. Das physikalische Analogon des Dipols würde darnach gegeben sein durch zwei einander berührende Kugeln, die eine aus Kupfer, die andere aus Zink bestehend, welchen eine kleine Menge positiver Elektricität mit der Elektrisirmaschine zugeführt worden ist.

In Folge der freien Drehbarkeit der Dipole werden alle Valenzen ihre positiven Pole dem Kohlenstoffatom zuwenden. Würden die beiden Pole einer Valenz gleiche Stärke besitzen, so würde das Kohlenstoffatom zusammen mit den ihm zugehörenden Dipolen nach wie vor die positive Elektricität anziehen. Diese Anziehung wird aber kompensirt durch die etwas grössere Stärke der positiven Pole der Valenzen.

Für das Verhältniss der Elektricitätsmengen, welche in den beiden Polen concentrirt zu denken sind, kann eine genauere Bestimmung so lange nicht gegeben werden, als das Gesetz, nach welchem das Kohlenstoffatom auf die beiden Elektricitäten wirkt, nicht bekannt ist. Immerhin übersieht man, dass jene Compensation erst in einem ge-

¹⁾ Faraday-Lecture, Chem. Soc. Trans. 1881, 277.

²⁾ Die folgenden Entwicklungen sind von dieser speziellen Annahme unabhängig, sie können ganz in derselben Weise auch auf Grund der entgegengesetzten Hypothese ausgeführt werden, dass die Affinität des Kohlenstoffes zur negativen Elektricität die grössere sei.

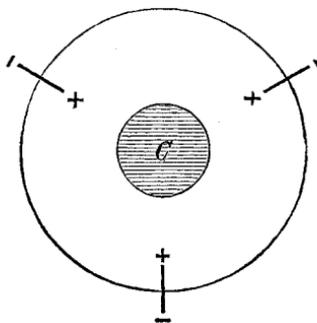
wissen Abstände von der Aetherhülle des Atoms eintreten kann, während in unmittelbarer Nähe der Aetherhülle die Anziehung auf die positive Elektrizität noch überwiegt; eine Bemerkung, welche von Wichtigkeit ist für die Erklärung der elektrolytischen Erscheinungen.

Unter allen Umständen aber ergibt sich sowohl aus der Orientirung der Dipole, wie aus der grösseren Stärke der positiven Pole das Resultat, dass die Valenzen eines und desselben Kohlenstoffatoms sich abstossen; bei einem isolirten Kohlenstoffatome wird daher Gleichgewicht vorhanden sein, wenn die Valenzen in den Ecken eines regulären Tetraeders sich befinden. Sie sind aber in diesen Punkten nicht fixirt, sondern bei der angenommenen freien Beweglichkeit in der Oberfläche der Aetherhülle werden sie durch äussere Einwirkungen jederzeit aus den normalen Gleichgewichtslagen abgelenkt werden können. Hierdurch wird es begreiflich, dass bei vollkommener Gleichheit der äusseren Wirkungen, wie im Grubengase, die Valenzen in den Ecken des Tetraeders verbleiben, während sie bei Anlagerung verschiedenartiger Atome oder Atomcomplexe eine Ablenkung erleiden können.

Das geometrische Bild einer Valenz würde nach dem Vorhergehenden bestehen in einer Linie, deren Endpunkte mit den Zeichen + und - versehen sind; das Aneinanderhaften zweier, auch gleichartiger Atome in den Molekülen wird dadurch in einfachster Weise verständlich gemacht.

Das Bild des Kohlenstoffatoms ist durch die folgende Figur gegeben, in welcher von einer perspectivischen Darstellung abgesehen ist und von den vier Dipolen nur die in den Ecken der dem Auge zugewandten Tetraederfläche befindlichen drei in die Zeichnung aufgenommen sind.

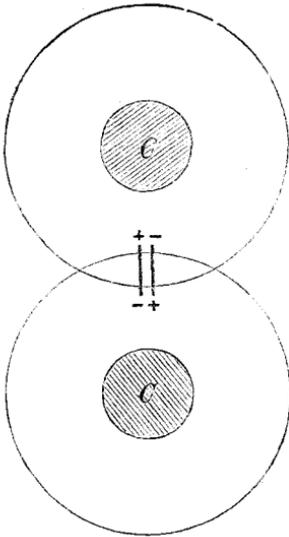
Fig. 1.



Wir gehen über zu der Betrachtung der einfachen Bindung zweier Kohlenstoffatome. Da bei allen flüssigen und gasförmigen Körpern die Moleküle in Translation und Rotation begriffen sind, so werden bei jeder Reaction Kohlenstoffatome vorhanden sein, deren Aetherhüllen einander

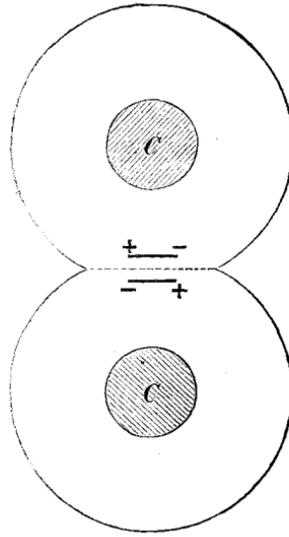
so sich nähern, dass zwei ihrer Dipole in unmittelbare Nachbarschaft gerathen. Dann aber werden diese in Folge der Abstossung der gleichnamigen, der Anziehung der ungleichnamigen Pole sich so an einander lagern, dass der positive Pol des einen neben den negativen des anderen zu liegen kommt und umgekehrt. Da nach unserer Voraussetzung die Dipole um ihre Mittelpunkte drehbar sind, so kann das System der vereinigten Dipole noch verschiedene Lagen gegen die gemeinsame Grenzfläche der Aetherhüllen einnehmen. Unter diesen befinden sich zwei, welche zunächst in geometrischer Hinsicht ausgezeichnet sind; bei der ersten stehen die vereinigten Dipole gegen jene Grenzfläche senkrecht; bei der zweiten sind sie dieser Fläche parallel. (Fig. 2 und Fig. 3.)

Fig. 2.



Bindung in dem Perchloräthan,
der Bernsteinsäure etc.

Fig. 3.

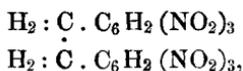


Bindung in den Benzildioximen
und ihren Derivaten.

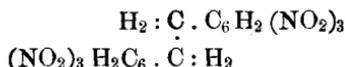
Bei der ersten durch Fig. 2 dargestellten Lage wird durch eine Drehung des oberen Kohlenstoffatoms um die Linie CC die relative Lage der demselben zugehörigen Dipole nicht verändert, es wird somit dieses Atom jedem rotatorischen Antriebe folgen können; die Atome sind um die Axe CC frei drehbar. Anders die Sachlage in dem durch Fig. 3 dargestellten Falle; hier wird der in der Figur gezeichnete Dipol des oberen Kohlenstoffatoms in seiner Lage festgehalten durch den mit ihm vereinigten Dipol des unteren Atomes; eine Drehung des oberen Kohlenstoffatoms um die Linie CC würde eine Aenderung der relativen Lage der demselben angehörenden Dipole

bedingen; dieser aber widerstreben die inneren Wechselwirkungen der Dipole, und die Drehbarkeit der Kohlenstoffatome um die Linie CC wird dadurch aufgehoben. Die Existenz zweier isomerer Benzildioxime würde darnach zu erklären sein durch die Annahme, dass bei denselben die Bindung der Valenzen in der durch Fig. 3 dargestellten Weise erfolgt.

Ob im einzelnen Falle die eine oder andere Art der Bindung sich einstelle, das wird abhängen von der Natur der mit dem Kohlenstoffpaare verbundenen Elemente oder Gruppen. Sind die an den beiden verschiedenen Kohlenstoffatomen haftenden Gruppen sehr verschiedenartiger Natur — üben also die spezifischen Affinitäten derselben ihren orientirenden Einfluss in hohem Maasse, — so wird ein stabiles Verharren in der weniger begünstigten Lage schwer oder unmöglich sein, und die zeite, freie Rotation ausschliessende Form der Bindung wird in der unbegünstigsten Lage nicht zu Stande kommen können. So wird z. B. für das symmetrische Dipikrylathan, in Folge der Anwesenheit der beiden, gegenüber den H_2 -Gruppen stark negativen Pikrylgruppen, wohl nie in der unbegünstigten Form:



sondern nur in der begünstigten:



darstellbar sein.

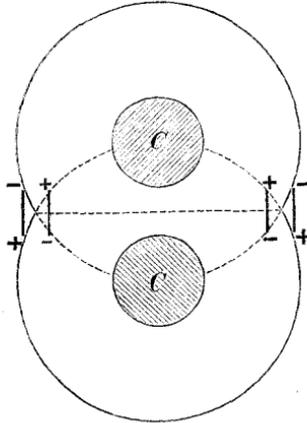
Stehen die Gruppen aber in ihren chemischen Functionen, bezw. dem Grade ihrer Negativität (Acidität), einander nahe, so dass die Affinitäten nur schwach orientirend wirken, so wird die Fixirung in beiden Lagen, der begünstigten wie der weniger begünstigten — die sich in diesem Falle in Bezug auf Stabilität nicht allzu sehr von einander unterscheiden — möglich sein. Dies ist nun gerade der Fall bei den Benzildioximen, in welchen mit den beiden Kohlenstoffatomen nur Isonitrosogruppen, $N.OH$, und Phenylgruppen, C_6H_5 , in Verbindung stehen, also Atomcomplexe von mässigem, bei beiden etwa gleich zu setzenden Grade der Negativität.

So wird es leicht verständlich, dass gerade bei den Benzildioximen die stabile (freie Rotation ausschliessende) Form der einfachen Bindung zuerst beobachtet worden ist. —

Die doppelte Bindung zweier Kohlenstoffatome ist in der folgenden Figur schematisch dargestellt, unter alleiniger Berücksichtigung derjenigen Valenzen, welche an der doppelten Bindung theiligt sind.

Eine Rotation der Atome um die Axe CC ist in diesem Falle ausgeschlossen, ebenso wie in dem Falle der »stabilen einfachen« — und der dreifachen Bindung.

Fig. 4.



Die vorstehend mitgetheilten Betrachtungen haben wir zunächst auf die einfachsten Fälle beschränkt, in welchen die Bindungsverhältnisse von Systemen mit einem oder zwei Kohlenstoffatomen in Frage kommen, während wir complicirtere Verbindungen vorläufig ausser Betracht gelassen haben. Ebenso erschien es uns angemessen, die vorgetragene Hypothese über das Wesen der Valenz vorderhand nur am Kohlenstoffatom zu discutiren, obwohl es natürlich nahe liegt, für die ein-, zwei- und mehrwerthigen Atome eine analoge Annahme zu machen, und bei diesen nur die Zahl und Verteilung der Dipole in anderer Weise voranzusetzen. Wir sehen indessen von derartigen Betrachtungen vorläufig ab, unterlassen es auch, die sehr wohl in der von uns angeregten Weise zu discutirenden Erscheinungen des Wechsels der Valenz schon jetzt in Betracht zu ziehen, da eben ausreichende thatsächliche Unterlagen zur Zeit nur für das Kohlenstoffatom vorhanden sind. Die Ausdehnung der Betrachtungen auf andere Elemente liegt indessen so nahe, dass sie sich, wenn einmal das experimentelle Material für diese im genügenden Umfange vorliegt, von selbst ergeben wird. — Erwähnt sei, dass die Existenz von Molecularverbindungen durch unsere Hypothese in keiner Weise ausgeschlossen wird, da wir den Sitz der »specifischen Affinitäten« — über deren Ursache noch nichts Sicheres bekannt ist und die vielleicht auf Bewegungen der Atome beruhen — in die Atomkörper selbst legen, und durch unvollständige gegenseitige Neutralisation dieser Affinitäten das Zusammenhaften der Moleküle in den Molecularverbindungen sich erklärt.

Durch das eigenthümliche Phänomen der scheinbaren »Nullwerthigkeit« gewisser Atome — wie sie sich bei den vergasteten Metallen Quecksilber, Cadmium und Zink, sowie bei den in der Glühhitze dissociirten Molekülen des Jods, Broms und Chlors darbietet, wird unsere Hypothese nicht berührt. Die Discussion dieser Erscheinung liegt ausserhalb des Valenzproblems; dass in den isolirten Atomen jener Elemente die Valenzen nicht mehr vorhanden seien, wird wohl von Niemandem angenommen werden; vielmehr ist vorauszusetzen, dass die Bewegungsverhältnisse der fraglichen Atommolekeln bei der herrschenden hohen Temperatur derartige sind, dass sie Aeusserung der chemischen Verwandtschaft nicht zulassen. —

Obwohl wir uns sonach darauf beschränkt haben, die Hypothese zur Zeit nur an einer eng begrenzten Zahl von Fällen zu prüfen, so glaubten wir doch, dieselbe schon jetzt dem Urtheile der Fachgenossen unterbreiten zu sollen, da sie den Vorteil bietet, eine Reihe von Erscheinungen, die den beiden Gebieten der Chemie und der Physik angehören, dem Verständnisse näher zu bringen. Unsere Hypothese erklärt:

Wie so die vier Valenzen die regulär-tetraëdrische Stellung aufsuchen;

Wie so sie aus dieser abgelenkt werden können;

Wie so die Valenzen eines und desselben Kohlenstoffatoms sich nicht mit einander verbinden können, während die, verschiedenen Kohlenstoffatomen angehörigen Valenzen dies vermögen;

Wie so die einfache Bindung in zwei Arten — einer stabilen und einer, freie Rotation gestattenden — besteht;

Wie so bei doppelter und dreifacher Bindung die freie Rotation aufgehoben werden muss.

Das Wesen der »chemischen Verwandtschaft« lässt unsere Hypothese dagegen unberührt.

Wie sehr weit der Weg von diesem, heut dargelegten Standpunkte bis zu einer umfassenden physikalischen Theorie der chemischen Erscheinungen noch ist, das empfindet Niemand klarer als wir selbst. Möge unsere Untersuchung nur als ein bescheidener Fortschritt auf diesem noch so dunklen Pfade angesehen werden, welcher für einige Erscheinungen ein klareres Verständniss anzubahnen und zunächst zu weiterem Vordringen im Gebiete des Valenzproblems anzuregen bestimmt ist.

Göttingen, Chemisches Laboratorium und physikalisches Institut der Universität.