

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Festschrift zur Feier des 50jährigen Bestehens der  
Deutschen Chemischen Gesellschaft und des 100.  
Geburtstages ihres Begründers August Wilhelm von  
Hofmann**

**Lepsius, Bernhard**

**Berlin, 1918**

II. Fortschritte der Chemie in "Zusammenfassenden Vorträgen"

**urn:nbn:de:bsz:31-91526**

## II. Fortschritte der Chemie in „Zusammenfassenden Vorträgen“.

9.

Als sich im Laufe der Zeit das Gebiet der chemischen Forschung in nie geahnter Weise von Jahr zu Jahr erweiterte und es dem einzelnen kaum mehr möglich war, dem unaufhaltsamen Strom der Entdeckungen in allen Teilen seines Laufes zu folgen, regte der Präsident A. W. Hofmann an, von Zeit zu Zeit hervorragende Mitglieder zu veranlassen, einzelne Forschungsgebiete durch „Zusammenfassende Vorträge“ darzustellen. „Die Gesellschaft, sagte Hofmann, wird es dankbar begrüßen, wenn ihr durch diese Vorträge Gelegenheit geboten wird, die Ergebnisse durch einzelne Forscher besonders bebauter Gebiete in übersichtlichem Bilde entrollen zu sehen.“

Wer die Fortschritte unserer Wissenschaft in dem abgelaufenen halben Jahrhundert studieren will, der findet in diesen Vorträgen, deren Zahl sich seit dem Jahre 1890 auf über 50 beläuft<sup>1)</sup>, eine Fülle von historischem Material, das um so wertvoller ist, als der Gegenstand des Vortrags jedesmal von einem Sachkenner in vollendeter Darstellung, oft wie ein Kunstwerk vor dem geistigen Auge des Zuhörers enthüllt wird.

Rufen wir aus dem reichen Inhalt dieser geschichtlichen Entwicklung im Fluge einige Bilder in unsere Erinnerung zurück<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. S. 184.

<sup>2)</sup> Der Zusammenfassenden Vorträge von H. Caro (S. 184), A. v. Baeyer (S. 184 u. 185), H. v. Brunck (S. 185) und J. Wislicenus (S. 184) ist bereits gedacht worden.

Schon in der ersten Hälfte des Bestehens der Gesellschaft hatte der Lauf unserer Wissenschaft begonnen, neue Richtungen einzuschlagen.

Die eine Entwicklungsrichtung führt in das Gebiet der physiologischen Chemie. Wie die organische Chemie zu Anfang des vorigen Jahrhunderts die Lehre von den Stoffen der Pflanzen- und Tierwelt war, so kehrt sie später, nachdem die typischen Formen der organischen Verbindungen im wesentlichen erkannt, die wichtigsten Gruppen und Reihen mit großer Vollständigkeit untersucht, die Wege der Synthese und der Umformung weitgehend erforscht sind, wieder zu ihrem Ausgangspunkt zurück, indem sie sich, nun im Besitze einer Fülle von neuen Methoden und Hilfsmitteln, wieder pflanzlichen und tierischen Gebilden zuwendet, deren verwickelte hochmolekulare Zusammensetzung, oder deren nichtkrystallinische Struktur eine frühere Erforschung erschwerte.

Der engere Zusammenschluß von Physik und Chemie, deren Arbeitsgebiete sich von jeher berührten, charakterisiert die andere dieser Richtungen. Einer vorwaltend synthetischen Chemie tritt eine „allgemeine Chemie“ gegenüber. Wenn bis dahin die Frage der Konstitution der Moleküle im Vordergrund stand, deren fast unbegrenzte Mannigfaltigkeit zu immer neuen fruchtbringenden Forschungen auf dem Gebiete der organischen Chemie anregten, so erschlossen sich nun zahlreiche Gebiete im Bereiche der anorganischen und physikalischen Chemie, deren neue Arbeitsmethoden wiederum rückwirkend auch die Forschungen der organischen Chemie befruchteten.

Den Reigen eröffnet Victor Meyer im Januar 1890 mit einem Vortrage über die Lehre von der räumlichen Atomverketzung oder, wie er sie genannt hat, der Stereochemie<sup>1)</sup>.

Mancher wird sich noch der Begeisterung erinnern, mit der die berühmte Schrift van't Hoff's „*La chimie dans l'espace*“ von der damaligen Jugend in der von Felix Herrmann herausgegebenen und sehr glücklich erweiterten und von J. Wislicenus bevorworteten Bearbeitung aufgenommen wurde, während der „chemische Zensor“<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Ber. 1890, 23, 567.

<sup>2)</sup> Vgl. S. 57.

H. Kolbe seinem Zorn über den „un glaublichen chemischen Unsinn“<sup>1)</sup> folgenden Ausdruck gab: „Ein Dr. J. H. van't Hoff, an der Tierarzneischule zu Utrecht angestellt, findet, wie es scheint, an exakter Forschung keinen Geschmack. Er hat es bequemer erachtet, den Pegasus zu besteigen (offenbar der Tierarzneischule entlehnt) und zu verkünden, wie ihm auf dem durch kühnen Flug erklimmenen chemischen Parnaß die Atome im Weltraum gelagert erscheinen“<sup>2)</sup>.

Diese Kritik hat sich nicht bewährt; vielmehr hat der „kühne Flug“ van't Hoff's mit dem Aeroplan des asymmetrischen Kohlenstoffatoms und seinem optischen Drehungsvermögen zu den unbestrittensten und fruchttragenden Erfolgen geführt.

In besonders glänzendem Lichte zeigte sich dieser Erfolg, als Emil Fischer<sup>3)</sup> die praktische Anwendung der Stereochemie auf ein Gebiet übertrug, zu dessen Eroberung die Waffen der synthetischen Chemie bis dahin versagt hatten. Wie die heutige Kriegführung, nahm der geniale Forscher die dritte Dimension des Raumes zu Hilfe, um mit dem Flugzeug van't Hoff's das dunkle, noch völlig unerforschte Gebiet der natürlichen Zucker restlos aufzuklären und in den künstlichen Zuckern ein neues, weites Forschungsreich zu erobern, dessen Grenzen noch nicht geschlossen sind.

Dem Vortrag Emil Fischers über „Die Synthesen in der Zuckergruppe“ folgte als dritter der O. Wallachs „Über die Terpene und Campher“<sup>4)</sup>. Mit dem chemischen Rüstzeug der Analyse und Synthese war auch dieser Forscher in ein unwegsames Land eingedrungen: wie das der Zucker, ein verworrenes Gebiet, das der Erforschung harrte. Auch hier zahlreiche isomere Verbindungen; auch hier als wichtiges Beobachtungsmittel die optische Aktivität; auch hier das Auftreten ganzer Familien, in deren Stammbäumen die zahlreichen Abkömmlinge und Verwandte eingeordnet werden müssen, um eine Übersicht zu gewinnen. Nur der Unterschied, daß die Zuckerfamilie dem aliphatischen Geschlecht, die Terpene aber dem aromati-

<sup>1)</sup> Journ. pr. Ch., NF. 24, 418 (1881).

<sup>2)</sup> Journ. pr. Ch., NF. 15 474 (1877).

<sup>3)</sup> Ber. 1890, 23, 1766, 2114.

<sup>4)</sup> Ber. 1891, 24, 438, 1525.

schen angehören, daß die sechs grundlegenden Kohlenstoffatome dort zu Ketten, hier zu Ringen vereinigt sind. Aber hier wie dort die Zahl der isomeren Mitglieder so unabsehbar, die Schwierigkeiten der Ergründung ihrer Konstitution, so gewaltig, wie die geniale Überwindung bewunderungswürdig. Wie es seit E. Fischer eine Zuckerchemie gab, so gab es seit O. Wallach eine Terpenchemie.

Bei der Erforschung der Zuckergruppe ist E. Fischer nicht stehen geblieben. Im Jahre 1899 hat er der Gesellschaft „Über die Synthesen in der Puringruppe“<sup>1)</sup> berichtet. Ihrem Ausbau hat er einen Zeitraum von 18 Jahren gewidmet. In der Auffindung des Purins, des Stammvaters der Harnsäure, fand die Geschichte dieser 1756 von Carl Wilhelm Scheele entdeckten Substanz ihren Abschluß, die mit ihren natürlichen und künstlichen Abkömmlingen für die organische Chemie, die Biologie und die Heilkunde von größter Bedeutung ist. Eine besondere Nomenklatur, deren Grundlage der glücklich gewählte Name Purin bildet, wurde erforderlich, um die zahlreichen Derivate zu bezeichnen und zu ordnen, die schließlich in 14 Familien mit insgesamt nicht weniger als 146 Abkömmlingen zusammengefaßt werden.

Selbst vor dem Problem der wissenschaftlichen Synthese der Eiweißstoffe ist Emil Fischer nicht zurückgeschreckt. In einem durch eine reichhaltige Sammlung von Präparaten erläuterten Vortrage: „Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptide und Proteine“<sup>2)</sup> hat er im Januar 1906 der Gesellschaft die Resultate einer sechsjährigen Forschungsarbeit vorgeführt. Fünf Jahre zuvor, im Juli 1901, hatte A. Kossel in einem Zusammenfassenden Vortrage die Gesellschaft „Über den Stand der Eiweißchemie“<sup>3)</sup> unterrichtet und auf die „Bausteine“ hingewiesen, aus denen die Natur die Eiweißkörper zusammenfügt. Bei dem systematischen Abbau im Laboratorium, um den sich Kossel große Verdienste erworben hat, hatte man schon frühzeitig gefunden, daß unter diesen Bausteinen die Aminosäuren der aliphatischen Reihe eine besonders wichtige Rolle spielen

<sup>1)</sup> Ber. 1899, 32, 435.

<sup>2)</sup> Ber. 1906, 39, 1, 530.

<sup>3)</sup> Ber. 1901, 34, 1655, 3214.

Emil Fischer begann nun umgekehrt den Versuch zu machen, aus diesen Bausteinen die Eiweißstoffe wieder aufzubauen. „Nur das Wagnis selbst“, sagt er, „kann die Grenze für die Leistungsfähigkeit unserer Methoden ermitteln.“ Die mannigfaltigsten Aminosäuren werden in verschiedener Anzahl und Reihenfolge bis zu zwölf Gliedern miteinander verkettet und führen zu „Polypeptiden“, deren Familien über 60 Mitglieder zählen. Die Eigenschaften der Polypeptide höherer Ordnung stehen denen der Peptone so nahe, daß man in der Tat darin die erste Stufe zur Synthese der Eiweißstoffe erblicken muß.

In ganz ähnlicher Weise hat Emil Fischer schließlich den Aufbau einer anderen physiologisch wichtigen Körperklasse der „Depside, Flechtenstoffe und Gerbstoffe“<sup>1)</sup> aufgenommen. Über ihre Synthese hat er auf der Wiener Naturforscherversammlung im September 1913 berichtet, an deren Tagungen die Deutsche Chemische Gesellschaft beschlossen hat, sich durch „Zusammenfassende Vorträge“ zu beteiligen.

Während sich aber die Polypeptide aus aliphatischen Aminosäuren aufbauen, bilden bei den Polydepsiden die aromatischen Oxycarbonsäuren die Bausteine. Trotz wachsender experimenteller Schwierigkeiten hat die Synthese bis zur vierfachen Verkettung der Phenolcarbonsäuren und ihrer zahlreichen Derivate geführt werden können, wobei eine Reihe von natürlichen Flechtenstoffen synthetisch gewonnen wurde. Von besonderer Wichtigkeit aber ist die esterartige Vereinigung von Polydepsiden mit Zucker zu Glykosiden geworden. Sie hat zur Synthese der Gerbstoffe geführt, die in der Pflanzenphysiologie wie in der Lederindustrie eine so wichtige Rolle spielen.

Bei dieser Gelegenheit sind so hoch molekulare Körper entstanden, wie sie sonst auf synthetischem Wege nicht gewonnen worden sind. Durch eine derartige Kuppelung wurde ein chemisch einheitliches Individuum erhalten von der Formel  $C_{220}H_{142}O_{58}N_4I_2$  mit 426 Atomen im Molekül und dem Molekulargewicht 4021. „Der Körper“, sagt Fischer, „steht mit dieser Zahl sicherlich an der Spitze aller organischen Substanzen von bekannter Struktur und ist zudem durch totale Synthese zugänglich.“

<sup>1)</sup> Ber. 1912, 46, 3253.

In ähnlicher Richtung bewegen sich die schönen Arbeiten, über die R. Willstätter im April 1914 der Gesellschaft in einem Zusammenfassenden Vortrage „Über Pflanzenfarbstoffe“ berichtet hat<sup>1)</sup>. Sie bedeuten zunächst eine glänzende Epoche der Chlorophyllforschung, die die Schattierungen unserer Wälder und Wiesen auf zwei stickstoffhaltige grüne krystallisierbare Chlorophylle, ein blaugrünes und ein gelbgrünes, und auf zwei gelbe Pigmente zurückführt, die Carotinoide, deren Verwandte auch in der Mohrrübe, der Tomate und im Hühnereidotter vorkommen, was auf einen inneren Zusammenhang des Pflanzenreichs mit dem Tierreich hinweist.

Von besonderer Überraschung aber ist die Entdeckung eines konstitutiven Magnesiumgehalts im Chlorophyll, der ein neues Licht auf das synthetisierende Leben der Pflanze wirft im Gegensatz zu der Vermittlung der Oxydationsprozesse im Tierleben durch den Eisengehalt des Blutfarbstoffs. Auch hier ergibt sich ein Hinweis auf die Einheit des Ursprungs dieser entgegengesetzten Lebensprozesse, denn unter den Abbauprodukten dieser beiden lebenspendenden Farbstoffe findet sich ein und dasselbe Derivat des sonst in der Natur nur vereinzelt auftretenden Pyrrols<sup>2)</sup>, das Äthioporphyrin, dessen Stickstoff der Träger der katalysierenden Metallatome ist.

Es mag hierbei an die hübsche Gegenüberstellung erinnert werden, die Hofmann in seiner Biographie J. B. Dumas' aus einem im Jahre 1841 von diesem in der *Ecole de Médecine* gehaltenen Vortrage mitteilt<sup>3)</sup>:

	Das Tier, als Verbrennungsapparat Beweglich		Die Pflanze, als Reduktionsapparat Unbeweglich
verbrennt	{ Kohlenstoff { Wasserstoff { Ammoniak	reduziert	{ Kohlenstoff { Wasserstoff { Ammoniak
atmet aus	{ Kohlensäure { Wasser { Ammoniak { Stickstoff	fixiert	{ Kohlensäure { Wasser { Ammoniak { Stickstoff

<sup>1)</sup> Ber. 1914, 47, 1332.

<sup>2)</sup> Über die Entwicklung der Chemie des Pyrrols hat G. Ciamician der Gesellschaft in einem Zusammenfassenden Vortrag berichtet. Ber. 1904, 37, 4200.

<sup>3)</sup> A. W. Hofmann, „Erinnerungen“, Bd. 2, S. 308.

	Das Tier,		Die Pflanze,
	{ Sauerstoff neutrale stickstoff- haltige Materien		{ Sauerstoff neutrale stickstoff- haltige Materien
verbraucht	{ Fett Stärke Zucker Gummi	erzeugt	{ Fett Stärke Zucker Gummi
erzeugt	{ Wärme Elektrizität	absorbiert entwickelt	Wärme Elektrizität
erstattet	{ seine Elemente an Luft und Erde zurück	entlehnt	{ ihre Elemente der Luft und der Erde
verwandelt	{ organische Materie in minerale Ma- terie	verwandelt	{ minerale Materie in organische Ma- terie.

Wir fügen nun hinzu: als Oxydationskatalysators bedient sich das Tier des an Pyrrol gebundenen Eisens, als Reduktionskatalysators die Pflanze des an Pyrrol gebundenen Magnesiums.

Auch die Blütenfarbstoffe hat Willstätter in den Bereich seiner Forschungen gezogen und in diesen roten, violetten und blauen „Anthocyanen“ merkwürdigerweise stickstofffreie, trotzdem aber stark basische Körper gefunden, die er als glykosidartig an Zucker gebundene Oxoniumbasen erkannte.

„Wie eine Offenbarung ging es durch die Gemeinde der Chemiker,“ sagte unter dem Eindrucke dieses Vortrags der Präsident W. Will, „als die Kunde kam, daß man das Chlorophyll isoliert, seine Zusammensetzung bestimmt und in ihr so merkwürdige Aufklärung für die Funktion dieser Substanz gefunden habe. Wie früher für den Blutfarbstoff im tierischen Körper, ist jetzt ein überraschender Einblick in die physiologische Wirkung des Blattfarbstoffes gewonnen, der die Energie der Sonnenstrahlen aufammelt und mit ihr aus Kohlensäure, Wasser und einigen anderen Stoffen einfachster Art in der Pflanzenzelle all die Wunder hervorzubringen vermag, die uns in der aufkeimenden Pflanzenwelt des jungen Frühlings entzücken“.

Am Schlusse dieser physiologisch-chemischen Betrachtungen gedenken wir mit Bewunderung der bedeutungsvollen Erfolge der wissenschaftlichen Forschungsarbeiten von



C. Harries<sup>1)</sup> und der unter C. Duisbergs tatkräftiger Leitung von Fritz Hoffmann und seinen Mitarbeitern in den Elberfelder Farbenfabriken auf breitester Basis ausgeführten Untersuchungen, die zur technischen Gewinnung des künstlichen Kautschuks mit allen seinen physikalischen Eigenschaften geführt haben und den Weg zeigten, der während des Krieges mit Erfolg beschritten wurde, um uns vom Auslande unabhängig zu machen.

Wie C. Duisberg auf der Hauptversammlung der Bunsen-Gesellschaft am 9. April 1918 mitteilte<sup>2)</sup>, betrug der Weltbedarf an natürlichem Kautschuk vor dem Kriege jährlich 145 000 t. Im Kriege ist er auf 220 000 t gestiegen. Bei einem Preise von 6 Mark wird also im Jahr für weit über eine Milliarde Mark gebraucht. Da der frühere Preis von 30 Mark durch den Anbau vieler Plantagen allmählich bis auf 4 Mark gesunken war, so hatte die technische Gewinnung des künstlichen Kautschuks an Bedeutung verloren. Erst während des Krieges wurde sie von den Elberfelder Werken wieder aufgenommen, wobei man nicht vom Isopren, sondern vom Dimethylbutadien ausging, das durch Reduktion von Azeton mit Aluminium über das Pinakon gewonnen wird. Aber es fehlte sowohl an Azeton, das früher vornehmlich aus amerikanischem essigsäurem Kalk hergestellt wurde, wie auch an Aluminium, das hauptsächlich aus französischem Bauxit gewonnen, in Deutschland überhaupt nicht fabriziert und überdies für den Bau von Luftfahrzeugen in Anspruch genommen wurde. So entschloß man sich, das Azeton nach einem neuen Verfahren aus Kalziumkarbid zu gewinnen, indem man das daraus erzeugte Azetylen durch Kontaktkörper in Azetaldehyd verwandelte und dieses zu Essigsäure oxydierte, die über eine Kontaktsubstanz geblasen unter Kohlensäureabspaltung Azeton liefert. Das in Leverkusen ausgearbeitete Verfahren wurde dann in den Höchster Farbwerken, sowie in Knappsack und in Burghausen ausgeübt und liefert jetzt die erforderlichen Mengen. Inzwischen hatte die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron in Verbindung mit der Metallgesellschaft in Frankfurt a. M. drei Aluminiumfabriken errichtet, in denen ungarischer Bauxit verwendet wird.

<sup>1)</sup> Über künstlichen Kautschuk „Kunststoffe“, 1902, 2.

<sup>2)</sup> Zeitschr. ang. Chem. 1918, 40 Refer.-th. S. 241.

Mit Hilfe dieses inländischen Rohmaterials werden heute monatlich 150 000 kg Methylkautschuk gewonnen, die zumal auf Hartgummi für die Akkumulatorkästen der U-Boote und viele andere Zwecke verwendet werden. In der neuen Anlage der Farbenfabriken in Leverkusen können 2000 t künstlichen Kautschuks jährlich erzeugt werden, das ist der achte Teil des deutschen Friedenverbrauches.

10.

Der Eintritt der physikalisch-chemischen Richtung knüpft sich an die Namen van't Hoff, Arrhenius, Ostwald und Nernst. Auf Grund der Versuche unseres Ehrenmitgliedes Wilhelm Pfeffers über den an der Zellwandung im Jahre 1877 beobachteten und erforschten osmotischen Druck hatte van't Hoff 1884 seine Theorie der Lösungen entwickelt<sup>1)</sup>.

„Die Anwendung der tiefstgreifenden und sichersten Wissenschaft,“ sagt Ostwald<sup>2)</sup>, „die unsere Zeit kennt, der Thermodynamik, auf chemische Probleme, war bis dahin auf die Gase beschränkt geblieben, weil nur bei diesen die allgemeinen Zustandsgesetze bekannt waren. Durch van't Hoffs Theorie der Lösungen wurde die Möglichkeit, exakte Betrachtungen und Rechnungen auf das Verhalten der Stoffe anzuwenden, von dem engen Gebiete der gasförmigen auf das ungeheuer viel größere Gebiet aller gelösten Stoffe erweitert.“

Aber die neue Theorie stieß auf Schwierigkeiten, da sich die wäßrigen Lösungen der Salze, Säuren und Basen nicht zu fügen schienen und selbst den Entdecker unsicher machten. Sie sollten in überraschender Weise gelöst werden.

„Es schien gewagt, sagt van't Hoff, ein Avogadro'sches Gesetz der Lösungen in den Vordergrund zu stellen, und ich würde mich dazu auch nicht entschlossen haben, hätte nicht Arrhenius mich brieflich auf die Wahrschein-

<sup>1)</sup> „Wie die Theorie der Lösungen entstand“, Züs. Vortr. Ber. 1893, 26, 2927, 27, 6. Später (1902) hat van't Hoff in einem Züs. Vortrag über die Phasenlehre berichtet. Ber. 35, 4252.

<sup>2)</sup> W. Ostwald, Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre, Leipzig 1896, S. 1118.

lichkeit hingewiesen, daß es sich bei diesen Ausnahmen um eine Spaltung in Ionen handelt.“

Die Kühnheit dieses Ausweges von Arrhenius übertraf diejenige van't Hoff's.

„Selten hat ein glücklicher Gedanke“, sagt Ostwald, „in so hohem Maße Licht über weite und schwierige Gebiete geworfen, wie die von Arrhenius entwickelte Idee, daß die Elektrolyte in wäßriger Lösung in ihre Ionen dissoziiert sind.“

Das Verdienst W. Ostwalds, dem die Naturwissenschaft die systematische Ordnung der auf dem Grenzgebiet von Physik und Chemie liegenden Beobachtungen zu einer neuen Wissenschaft verdankt, bestand darin, daß er sich für die neue Lehre, die zunächst mit Spott, Hohn und Zorn aufgenommen wurde, einsetzte, sie als erster Hochschul-lehrer anerkannte, mit Enthusiasmus verteidigte, in sein System der physikalischen Chemie einordnete und mit Hilfe seiner Schüler durch zahlreiche Experimentalarbeiten unterstützte.

Ein zweiter Kampfgenosse fand sich in Walther Nernst, der die neue Lehre in seiner Habilitationsschrift „Über die elektromotorische Wirkung der Ionen“ auf eine breite Grundlage stellte, indem er ihr das große Gebiet der elektromotorischen Kräfte angliederte, das er auf dem neuen Wege in Angriff nahm und zum großen Teil eroberte.

„Über die elektrolytische Zersetzung wäßriger Lösungen“ hat W. Nernst der Gesellschaft im Jahre 1897 in einem Zusammenfassenden Vortrag berichtet<sup>1)</sup>.

Die neue Theorie brachte aber auch praktische Vorteile mit sich. Für die wissenschaftliche Forschung ergab sich eine Methode, das Molekulargewicht sämtlicher Verbindungen zu bestimmen, die in irgendeinem Lösungsmittel löslich sind. Wenn bis dahin diese Bestimmungen auf die vergasbaren Verbindungen beschränkt waren und zu den umständlichsten Unternehmungen gehörten, wurden sie nun mit Hilfe der Verschiebungen der Gefrier- und Siedepunkte der Lösungen, besonders an der Hand der von E. Beckmann konstruierten Apparate, zu einer mühelosen Operation.

<sup>1)</sup> Ber. 30, 1168, 1547.

Nachdem andererseits die Dynamomaschine von W. Siemens einen billigen Gleichstrom zu liefern begann, erscheinen die ersten brauchbaren industriellen elektrolytischen Verfahren zur Darstellung von Permanganaten<sup>1)</sup>, von Chloroform, Bromoform und Jodoform<sup>2)</sup> in der Schering'schen Fabrik zu Berlin, und das Verfahren zur Elektrolyse der Halogensalze<sup>3)</sup> von C. Höpfner, wenn es auch einer praktischen Durchführung entbehrte, bildet den Vorläufer der Alkalielektrolyse, die sich nun bald Eingang in die chemische Großindustrie verschaffen sollte.

Der letzte Besuch Hofmanns in einem industriellen Werk galt der Chemischen Fabrik Griesheim im Herbst 1891 gelegentlich der Frankfurter Allgemeinen Elektrizitäts-Ausstellung.

In jugendlicher Rüstigkeit bewältigte der 74-Jährige die mehrere Stunden dauernden Wanderungen durch Ausstellung und Fabrik, bei denen ihm der Verfasser dieser Zeilen als Führer dienen durfte.

Die Sensation der Ausstellung war die erste elektrische Fernübertragung einer Wasserkraft von 300 Pferdestärken von Lauffen am Neckar nach Frankfurt am Main auf eine Entfernung von 175 km. In Griesheim aber erweckte die erste technische Durchführung der Elektrolyse der Chloralkalien Hofmanns lebhaftes Interesse, die nach Überwindung gewaltiger technischer Schwierigkeiten in die chemische Großindustrie eingeführt zu haben, das große Verdienst von J. Stroof ist. Die glänzende Lösung dieses wichtigen Problems, das von englischen Autoritäten wie dem Chefchemiker der *United Alkali-Company* Dr. Hurter<sup>4)</sup> noch im Jahre 1888 für ein „chimärisches Unternehmen“ gehalten wurde, gelang ihm durch die Anwendung eines sowohl gegen Alkali wie gegen Chlor beständigen Zement-Diaphragmas.

17 Jahre später hat der Verfasser in einem Vortrage: „Über die Elektrolyse in der chemischen Groß-

<sup>1)</sup> D. R. P. Nr. 28 782 (1884).

<sup>2)</sup> D. R. P. Nr. 29 771 (1884).

<sup>3)</sup> D. R. P. Nr. 30 222 (1884).

<sup>4)</sup> Journ. Soc. Chem. Ind. 188, 8719.

industrie“<sup>1)</sup> der Gesellschaft die mächtige Entwicklung dieses Verfahrens und die internationale Revolution geschildert, die die elektrolytische Gewinnung von Ätzkali und Chlor in der Weltindustrie veranlaßt hat.

Der am Ende des 18. Jahrhunderts in Frankreich geborene, in England aufgewachsene Leblanc-Sodaprozeß<sup>2)</sup> war im Laufe des vorigen Jahrhunderts zu einer Weltherrschaft gelangt, in der er unüberwindlich schien. In den 70er Jahren jedoch trat ihm in dem Belgier Ernest Solvay und seinem Ammoniaksodaverfahren ein mächtiger Rivale entgegen. Ein erbitterter Kampf beginnt. Die Sodapreise fallen auf die Hälfte und unter ungeheuren materiellen Verlusten überläßt der Leblancprozeß dem Gegner große Gebiete des Weltmarktes.

Aber der Riese ward nicht auf einen Schlag gefällt. Der wirtschaftliche Kampf galt nur der Soda, nicht aber dem Chlor und der Pottasche, die der Ammoniakprozeß trotz aller Bemühungen nicht zu gewinnen vermochte.

Da erscheint in der deutschen Elektrolyse der Chloralkalien ein neuer Streiter. Die siegreiche Eroberung des Chlormarktes und der erfolgreiche Kampf des Ätzkalis gegen die Pottasche bringen so vernichtende Schläge, daß der 100jährige Leblancprozeß nicht länger standzuhalten vermag.

Wie sich hier Ätzkali und Chlor als wirksame Waffen im volkswirtschaftlichen Wettbewerb erwiesen, so war dem dritten elektrolytischen Produkte, dem Wasserstoff, dem leichtesten aller Gase, vorbehalten, im kriegerischen Wettkampf seine prädestinierte Rolle zu erfüllen, als der kühne Reitergeneral Graf Zeppelin das Luftmeer zum Tummelplatze seines Genius machte.

## II.

Eine andere Reihe von Zusammenfassenden Vorträgen führt uns in die Welt der Atome.

Im Jahre 1880 hat Lothar Meyer der Gesellschaft eine Abhandlung übersandt: „Zur Geschichte der Atomi-

<sup>1)</sup> Ber. 1909, 42, 1855.

<sup>2)</sup> 1895 hat R. Hasenclever in einem Zusf. Vortrag „Über die Entwicklung der Sodafabrikation“ berichtet. Ber. 28, 307, 29, 2861.

stik“.<sup>1)</sup> Die Veranlassung<sup>2)</sup> dazu war eine Kontroverse zwischen Adolf Wurtz in Paris und dem Übersetzer seiner „Atomistischen Theorien“, der über die Anteile von L. Meyer und Mendelejeff an dem periodischen System der Elemente eine andere Ansicht vertrat, als dem Original entsprach.

L. Meyer weist in der Abhandlung nach, daß die erste Tafel Mendelejeffs nicht eine einzige nach den Atomgewichten fortlaufende Reihe, sondern deren drei enthält, die sich nicht aneinanderreihen lassen und von sehr ungleicher Länge sind. Während L. Meyer die Anordnung der Elemente in einem einzigen, sie in fortlaufender Reihenfolge enthaltenden System für sich beansprucht, erkennt er jedoch gleichzeitig die späteren Verdienste Mendelejeffs, namentlich die Kühnheit der Vorausbestimmung von Eigenschaften unbekannter Elemente, bereitwilligst an. Seit dieser Zeit ist das natürliche System der Elemente eine beständige Quelle spekulativer Forschung gewesen, die zu vielen im höchsten Maße überraschenden positiven Resultaten geführt hat.<sup>3)</sup>

Am meisten Aufsehen machten natürlich die Entdeckungen neuer Elemente, deren Eigenschaften mit den vorausberechneten auf das genaueste übereinstimmten. Zu diesen gehörte das im Argyrodit der Grube Himmelsfürst bei Freiberg im Jahre 1886 von Clemens Winkler entdeckte Germanium.

In dem 1897 vor der Gesellschaft gehaltenen Vortrag: „Über die Entdeckung neuer Elemente“<sup>4)</sup> sagt dieser große Anorganiker: „Die Welt der chemischen Vorgänge gleicht einer Bühne, auf der sich in unablässiger Folge Szene um Szene abspielt. Die handelnden Personen auf ihr sind die Elemente. Einer jeden derselben ist seine eigenartige Rolle zugeteilt, sei es die des Statisten oder die des Charakterdarstellers. Zu den scharfgezeichneten Bühnengestalten der letzteren Art gehören dann auch, wie sehr sie sonst an Bedeutung zurückstehen mögen, zweifellos zwei Elemente, das Gallium und das Germanium.“

<sup>1)</sup> Ber. 1880, 13, 220, 259.

<sup>2)</sup> Ber. 13, 6.

<sup>3)</sup> 1893 hat L. Meyer der Gesellschaft: „Über den Vortrag der anorganischen Chemie nach dem natürlichen System der Elemente“ berichtet. Ber. 26, 1230.

<sup>4)</sup> Ber. 1897, 30, 5, 6.

Die Entdeckung des von Mendelejeff als Ekasilicium prognostizierten Germaniums gemahnt an diejenige des Planeten Neptun, der, nachdem seine Existenz nach den Berechnungen von Adams und Leverrier vorausgesagt worden war, später durch Galle aufgefunden wurde.

Noch größer war die Überraschung, als durch die zuerst von Lord Raileigh und W. Ramsay, dann von Ramsay allein ausgeführten Untersuchungen eine ganze Gruppe neuer Elemente, die Edelgase, als Bestandteile der Luft entdeckt wurden, von deren Existenz man nichts ahnte, die sich aber gleichwohl organisch in das Elementarsystem einordneten. Die Entdeckung des irdischen Heliums vermehrte in glücklicher Weise die Beziehungen zwischen der Erde und anderen Welten, die die klassischen Arbeiten von Kirchhof und Bunsen in so glänzender Weise eröffnet hatten.

Die Gesellschaft, der Ramsay im Jahre 1898 diese Entdeckungen vorgetragen hatte<sup>1)</sup>, benutzte seine Anwesenheit in Berlin beim V. Internationalen Kongreß für angewandte Chemie<sup>2)</sup> im Jahre 1903, ihn und H. Moissan mit der Überreichung der beiden ersten goldenen Hofmannmedaillen auszuzeichnen<sup>3)</sup>.

In seiner Erwiderung auf die Ansprache des Präsidenten sagte damals Ramsay:

„Wir alle kennen den Verlust, den England durch Hofmanns Abreise nach Deutschland erlitten hat, und ich drücke die Gefühle aller englischen Männer der Wissenschaft aus, indem ich sage, daß, wenn wir ihn in unserer Mitte behalten hätten, die große Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland, wenn nicht unterblieben, so doch aufgehalten worden wäre, und daß England die Vormachtstellung erlangt hätte, die jetzt Deutschland besitzt. Niemand hat mehr Grund gehabt, seinen Weggang von unseren Küsten zu bedauern als wir selbst. Der anspornende Einfluß, den Hofmann auf unsere Industrie ausübte, besteht, wenn auch in geringerem Maße, noch jetzt, und noch gibt es in England viele Männer, deren größter Stolz es ist, ihn ihren Lehrer nennen zu dürfen.“ (Übersetzung.)

In Deutschland war dieser Gedanke bereits in der Adresse von H. Caro beim „Anilinfest“ in folgendem an Hofmann gerichteten Worten<sup>4)</sup> zum Ausdruck gebracht worden:

<sup>1)</sup> „Über die neuerdings entdeckten Gase und ihre Beziehung zum periodischen Gesetz.“ Ber. 1898, 31, 3109, 3111.

<sup>2)</sup> Ber. 35, 4491; 36, 665, 791.

<sup>3)</sup> Ber. 1903, 36, 1516, 1955.

<sup>4)</sup> H. Caro, l. c. S. 60.

„Dieser Tag gemahnt uns daran, daß, wie mächtig auch die Neugestaltung des Reichs, der Ausbau der Benzoltheorie, die Entdeckungen anderer Forscher und auf anderen Gebieten zu unseren Erfolgen beigetragen haben mögen, doch auf Ihre Wiederkehr in unsere Mitte der erste und stärkste Impuls zu der ungeahnt schnellen Entwicklung unserer Industrie zurückzuführen ist. Wären Sie in England geblieben, hätten Sie dort wie hier als Organisator des chemischen Unterrichts, als Lehrer und Forscher, als Berater der Industrie und des öffentlichen Wohles, als Seele der chemischen Gesellschaft weiter gewirkt, wie ganz anders, wieviel ungünstiger für uns würde sich der Entwicklungsgang der Farbstoffindustrie gestaltet haben! Sie wurden aber der Unsere, und Ihrer Fahne folgte der Sieg.“

Der Kongreß fand am 3—8. Juni unter dem Ehrenvorsitz Clemens Winklers und dem Präsidium Otto N. Witts in den herrlichen Räumen des Reichstagsgebäudes statt und nahm in wissenschaftlicher wie geselliger Beziehung vornehmlich durch die umsichtige Leitung des letzteren einen großartigen Verlauf.<sup>1)</sup>

Auch ein glanzvolles Gartenfest bei C. Harries in dem prächtigen Charlottenburger Park des einstigen Wohnsitzes Werners von Siemens trug besonders zu dem guten Gelingen bei.

Die letzte der drei bis jetzt verteilten Hofmannmedaillen wurde William H. Perkin überreicht, als am 26. Juli 1906 in London das 50jährige Jubiläum des ersten im Hofmannlaboratorium entdeckten und industriell verwerteten Anilinfarbstoffs festlich begangen wurde.

Die Hauptrede beim Festmahl hielt der damalige Kriegsminister R. B. Haldane; er sagte darin:

„Vor einigen Jahren entstand eine Kontroverse zwischen zwei berühmten europäischen Schriftstellern, Ernest Renan und David Strauß, beim Ausbruch des Krieges von 1870, und wer ihre glänzenden Briefe gelesen hat, kann daraus nur entnommen haben, daß die Interessen der Wissenschaft größer sind als die irgendeiner noch so großen Nation. In der Wissenschaft sind wir alle Kosmopoliten, sind wir alle Brüder und so ist diese Versammlung weder eine englische, noch eine französische, deutsche oder amerikanische, sie ist von keiner Nationalität. Sie ist zusammengekommen, um einen Mann zu ehren. Und das ist nichts Neues. Wir in England sind stolz auf Ihre großen Männer drüben. Wir freuen uns, daß die Welt Männer hat, wie Laplace, Lavoisier, Berthelot,

<sup>1)</sup> Der von O. N. Witt und G. Pulvermacher herausgegebene Kongreßbericht, Berlin 1904, umfaßt 4 Bände mit 4044 Druckseiten.



Helmholtz, Hofmann, Fischer. Wir kennen und lieben die Namen Leibniz, Mendelejeff, Bruno und Galilei, weil Männer, wie diese, nicht nur zum Reichtum ihrer eigenen Nation, sondern zum Wohle und Gedeihen der ganzen Welt beigetragen haben.

Mit Bezug auf Hofmann sagte er dann:

„Ich habe oft gedacht, daß, wenn der Prinz-Gemahl noch gelebt hätte, Hofmann wahrscheinlich bei uns geblieben wäre, und es hätte dann sein können, daß mit Hilfe dieses großen Geistes der Mittelpunkt der Steinkohlenindustrie und aller ihrer Erzeugnisse, und was uns besonders berührt, all der Millionen, die sie gebracht hat, in Großbritannien geblieben und nicht nach Deutschland gekommen wären.“ (Übersetzung.)<sup>1)</sup>

Die Auffindung der Edelgase war besonders überraschend durch ihre völlige Reaktionslosigkeit, die ihrer Gruppe die „nullte Reihe“ im System der Elemente von selbst anwies. Um so wunderbarer war die Entdeckung von Elementen, die in dauernder Zersetzung und Umwandlung begriffen sind, und die den Sinn des Atoms völlig zu negieren schienen.

Als Wilhelm Röntgen im Jahre 1895 die nach ihm benannten Strahlen entdeckt hatte, deren Bildung mit einer lebhaften Fluoreszenz der Vakuumröhre verbunden ist, machte H. Becquerel die Beobachtung, daß fluoreszierende Uransalze Strahlen aussenden, die ähnlich wie jene die photographische Platte durch lichtdichtes Papier beeinflussen. Ähnliche Beobachtungen machte G. C. Schmidt an Thoriumpräparaten. Es stellte sich bald heraus, daß diese Strahlung eine Eigenschaft der Atome von neuartigen Elementen ist, deren Zahl gegenwärtig eine beträchtliche Höhe erreicht hat.

Daß diese Elemente, von denen zuerst das Radium und das Polonium durch das Ehepaar Curie aus der Joachimstaler Pechblende später das Mesothorium von O. Hahn aus den Mineralien der Gasglühlichtindustrie abgeschieden wurden, überhaupt aufgefunden werden konnten, verdanken sie lediglich diesem Strahlungsvermögen. Ihre Entdeckung erinnert daher an die der seltenen Alkalimetalle durch Kirchhoff und Bunsen mittels der Spektralanalyse; nur ist der Nachweis des Radiums mittels des Elektrometers millionenmal und der des Poloniums milliardenmal empfindlicher als der spektroskopische.

<sup>1)</sup> Jubilee of the discovery of Mauve, London 1906, S. 38.

Über diese merkwürdigen Elemente und über das kunstvolle Gebäude der Radioaktivität, das die Wissenschaft zum Verständnis ihrer rätselhaften Eigenschaften aufgebaut hat, berichtete im Jahre 1908 der Gesellschaft in einem Zusammenfassenden Vortrage<sup>1)</sup> W. Marckwald, der der erste war, der für ein radioaktives Element charakteristische chemische Reaktionen aufgefunden und ein solches auf rein chemischem Wege isoliert hat.

Bei der ersten Abscheidung dieser Art erhielt er aus 15 t Pechblende 3 mg Polonium. Zum Vergleich teilt er über die Isolierung neuer Elemente aus großen Verdünnungen mit, daß ein Teil Cäsium abgeschieden wurde aus 6 Millionen Teilen Dürheimer Soole, ein Teil des Edelgases Xenon aus 40 Millionen Teilen Luft, ein Teil Polonium aber aus 5000 Millionen Teilen Pechblende.

„Um von der Empfindlichkeit der elektrometrischen Methode eine Vorstellung zu gewinnen,“ sagt Marckwald, „wollen wir annehmen, daß wir diese 3 mg Polonium auf einem Kupferband von der Länge des Äquators elektrolitisch niedergeschlagen hätten. Alsdann würde ein Abschnitt in der Länge von einem Zentimeter, noch reichlich genügen, um die Radioaktivität am Elektroskop sicher nachzuweisen.“

Bei dieser überwältigenden Reaktionsfähigkeit nimmt es nicht wunder, daß man trotz der Verdünnung die Wirkung dieser Elemente und ihrer gasförmigen Zerfallprodukte in der Luft, im Erdboden und in vielen Quellen nachweisen kann, und man begreift, daß sie bei ihrer großen Verbreitung im Haushalt der Natur eine wichtige Rolle spielen, indem sie durch die bei ihrer Zersetzung dauernd frei werdende Wärmeenergie — 1 g Radium entwickelt im Jahre mehr als 876000 Kalorien — die Erde und vermutlich auch die Sonne vor frühzeitiger Abkühlung bewahren.

Aber nicht weniger merkwürdig ist es, daß man imstande war, die Lebensdauer dieser sich fortgesetzt abbauenden und ineinander übergehenden Elemente und ihrer Zerfallprodukte zu berechnen, die zwischen Bruchteilen von Sekunden und vielen tausenden von Jahren liegen, und daß man aus ihren in den Mineralien vorhandenen relativen Mengen

<sup>1)</sup> „Die Radioaktivität“, Ber. 1908, 41, 1519, 1524.

Schlüsse auf das Alter der Erde zu ziehen vermag. Die so berechneten Werte kommen denen der Geologen nahe, die das Alter der Erdrinde auf 1000 Millionen Jahre schätzen.

Auch hiermit ist jedoch des Wunderbaren noch nicht genug. O. Hönigschmid hat uns im Juni 1916 berichtet<sup>1)</sup>, daß die radiochemische Forschung der letzten Jahre zu Ergebnissen geführt hat, die unsere wichtigsten Grundanschauungen beeinflussen. Hatte man sich zuerst mehr der physikalischen Seite dieser Erscheinungen, der mannigfachen Strahlungen, zugewandt, die diese Stoffe aussenden, so zog man jetzt mehr die chemischen Eigenschaften der Elemente, ihre atomistische Beschaffenheit in Betracht.

„Wir kennen heute bereits 40 Radioelemente, sagt Hönigschmid, die drei radioaktiven Familien, des Urans, des Thoriums und des Aktiniums, angehören. Die Genesis und Aufeinanderfolge der einzelnen Glieder jeder Familie ist heute genau bekannt und wir können behaupten, daß es in den direkten Reihen keine Elemente mehr zu entdecken gibt, höchstens sind noch verschiedene Abzweigungen möglich.“

Die wenigsten dieser 40 Elemente sind jedoch so lang- lebig, daß sie einer direkten chemischen Untersuchung zugänglich sind und damit unter unseren bisherigen Begriff der Elemente fallen. Von diesen sind zwei längst bekannt, nämlich Uran und Thor und weitere fünf, Polonium, Radium, Emanium, Aktinium und Brevium, füllen im natürlichen System bisher unbesetzte Plätze aus, aber — und das ist das Merkwürdige — manche Plätze werden, wie die Untersuchungen von O. Hönigschmid, K. Fajans<sup>2)</sup>, und Anderen sicher nachgewiesen haben, von mehr als einem Elemente in Anspruch genommen.

„Alle übrigen 33 Elemente, ob sie nun lang- oder kurz- lebig sind, ob sie in wägbaren oder unsichtbaren Mengen angesammelt werden können, weisen als allgemeines Charakteristikum die Eigenschaft auf, daß sie anderen, längst bekannten Elementen oder den neuentdeckten in ihrem chemischen Verhalten so ähnlich sind, daß sie von ihnen nicht getrennt werden können.“

<sup>1)</sup> „Über Radioelemente“ Ber. 1916, 49, 1255, 1835.

<sup>2)</sup> Ber. 1913, 46, 422.

Mit dieser sogenannten „Isotopie“ wird der bisher unbekannte Begriff eingeführt, daß zwei oder mehrere Elemente die im Atomgewicht verschieden sind, in chemischer Beziehung und ihren physikalischen Eigenschaften, soweit diese nicht wie das spezifische Gewicht direkt von der Masse abhängen, geradezu identisch sind, so daß sie, miteinander gemischt, nicht mehr getrennt werden können und nicht einmal im Spektrum Unterschiede aufweisen. Damit wird das Atomgewicht als charakteristische Konstante eines Elementes ganz ausgeschaltet, was natürlich einen großen Gegensatz zu den bisherigen Glaubenssätzen des Chemikers bedeutet.

Seit der Entdeckung der Isotopie und der endgültigen Einreihung der Radioelemente in das natürliche System erscheint aber der chemische Charakter aller 40 Radioelemente völlig definiert.

So wenig wie die Entdeckung der Edelgase das Elementarsystem umgestoßen hat, so wenig konnten dies die radioaktiven Elemente tun. Auf Grund der Lehre von der Isotopie können wir vielmehr sagen, daß uns die Radioforschung fünf neue Elemente im bisherigen Sinne bescheert hat, so daß ihre Zahl heute 87 beträgt.

Sollen wir uns noch wundern, daß man nunmehr versucht hat, sich über die Konstitution der Atome Rechenschaft zu geben?

Das Studium der  $\alpha$ -Strahlen dieser Elemente hat dazu geführt, im Atom einen Kern mit dem Radius von zirka  $10^{-13}$  cm als Träger der positiven Ladung, zu trennen von den Elektronenhüllen vom Radius  $10^{-8}$  cm, die das Atomvolumen oder die bisherige Atomgröße charakterisieren. Aber wie die Erfüllung eines Traumes muß es die Atomistiker berühren, daß es C. T. R. Wilson gelang, die Bahnspur einzelner  $\alpha$ -Partikeln, d. h. der positiv geladenen Heliumkerne sichtbar zu machen, und sogar die Wege einzelner Elektronen zu zeigen, Ergebnisse, die auch in den Photographien von Reinganum und Michel zu finden sind.

Die Sichtbarmachung der Atombewegungen führt uns endlich zu Forschungen, die ebenfalls der letzten Zeit angehören, und unsere Bewunderung herausfordern, nämlich

die unmittelbare Beobachtung der Anordnung von Atomen fester Körper. Im November 1916 hat M. von Laue der Gesellschaft in einem Zusammenfassenden Vortrage: „Über Krystallforschung mit Röntgenstrahlen“<sup>1)</sup> die überraschenden Resultate seiner Untersuchungen mitgeteilt.

Seit der französische Abbé und Mineraloge René Haüy im 18. Jahrhundert eine Anschauung der Struktur der Krystalle zu geben versuchte, hat man nicht aufgehört, sich mit Vorstellungen über die räumliche Anordnung der Atome zu beschäftigen.

Diese Anordnung hat bei allen krystallisierten Verbindungen, wie man schon lange vermutete, die Form von sogenannten Raumgittern, d. h. von regelmäßig im Raum angeordneten Punkten. Sie konnte mit gewöhnlichem Licht nicht sichtbar gemacht werden, weil seine Wellenlänge viel größer ist als die atomistischen Gitterkonstanten: das änderte sich als man die sehr viel kurzwelligeren Röntgenstrahlen in die Krystallforschung einführte. Läßt man einen Röntgenstrahl durch eine Blende auf einen Krystall fallen, so erhält man auf einer dahinter befindlichen photographischen Platte Interferenzspektren, die über die Gitterstruktur der Krystalle genaue Auskunft geben. Aus den Formen dieser Gitterspektren kann man nämlich durch mathematische Analyse sichere Schlüsse auf die Raumgitter des Krystalls selbst und auf die Anordnung seiner Bestandteile ziehen, zu der natürlich die Begrenzungsflächen und die Symmetrieebenen des Krystalls in naher Beziehung stehen.

Auf diesem Wege ist es gelungen, eine große Anzahl von Krystallen räumlich zu analysieren, wobei sich die Tatsache ergibt, daß nicht die Moleküle, sondern vielmehr die Atome als Bausteine der Krystalle anzusehen sind, daß der Krystall gewissermaßen als Riesenmolekül zu betrachten ist, in dem die Atome nach bestimmten Raumesetzen regelmäßig angeordnet sind.

Dabei gelingt es nicht nur die relative Lage, sondern auch die absolute gegenseitige Entfernung der Atome genau zu ermitteln, die sich nach der Größenordnung von zehnmilliontel Millimetern bemißt.

<sup>1)</sup> Ber. 1916, 49, 2747, 50, 8.

Für den organischen Forscher ist es von besonderem Interesse, daß die Kohlenstoffatome im Diamanten tetraedrisch angeordnet sind. Jedes Atom ist von vier anderen, ihm benachbarten, im Abstand von  $1,52 \cdot 10^{-8}$  cm umgeben; sie bilden die Ecken eines gleichseitigen Tetraeders, dessen Mitte das erstgenannte Atom ist.

So schließt sich der Kreis: die sichtbar gemachte Struktur des Diamanten bringt den objektiven Beweis, die *demonstratio ad oculos*, für die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs, auf die Kekulé vor einem halben Jahrhundert seine Strukturtheorie, eine der fruchtbarsten, die die Naturwissenschaft kennt, begründete<sup>1)</sup>.

Zum Schluß dieser bewunderungswürdigen Entwicklung möge noch auf zwei Probleme von höchster Bedeutung hingewiesen werden, deren Bearbeitung der letzten Zeit angehört.

Von den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre, die unter diesem Namen zuerst von Clausius in die Thermodynamik eingeführt worden sind, spricht der erste das Prinzip der Erhaltung der Energie, der zweite das Entropiegesetz aus: nämlich den Erfahrungssatz, daß die Welt in stetem Fortschreiten begriffen ist, und ihre vollständige Rückkehr in einen früheren Zustand unmöglich ist. Dieser Satz enthielt jedoch noch insofern eine Lücke, als der Wert der Entropie zwar relativ, aber nicht in seiner absoluten Größe bestimmt werden konnte.

In vieljähriger Arbeit hat W. Nernst mit seinen Schülern das ganze Gebiet vom absoluten Nullpunkt bis zu den höchsten, dem Experiment zugänglichen Hitzegraden in einer Temperaturspanne von über  $4000^{\circ}$  einer thermodynamischen Durchmusterung unterworfen und schließlich in seinem Wärmethorem den beiden Hauptsätzen einen dritten hinzugefügt, der besagt, daß die Entropie eines kondensierten (festen oder flüssigen) chemisch einheitlichen Stoffes beim Nullpunkt der absoluten Temperatur den Wert Null besitzt.

Indem das Nernstsche Wärmethorem damit den absoluten Wert der Entropie festlegt, stellt es eine prinzipielle

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Chem. N. F. 1867, 3, 218 u. Ber. 1890, 23, 1273.

Ergänzung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik dar. Wie den beiden ersten Sätzen, so würde auch diesem eine einzige Ausnahme seinen Rang nehmen.

Dem Vortrage<sup>1)</sup>, in dem Nernst der Gesellschaft im Januar 1912 hierüber berichtete, ging im Dezember 1911 ein Vortrag<sup>2)</sup> über das andere Problem, die Quantenhypothese, von M. Planck unmittelbar voraus.

In der Theorie der Wärmestrahlung hatte ihn der Widerspruch zwischen der Strahlungsformel der klassischen Thermodynamik und den Ergebnissen der Messungen zu der eigentümlichen Folgerung geführt, daß für die strahlende Wärme ganz bestimmte universelle Energiequanten existieren, deren Größe mit erheblicher Genauigkeit aus den Beobachtungen berechnet werden konnte. Ähnliche Wirkungsquanten ließen sich aber aus dem Nernstschen Wärmetheorem ableiten. Ihre Größe ließ sich in vielen Fällen direkt angeben und mit den Ergebnissen aus der Wärmestrahlung vergleichen. Diese Vergleichung erwies eine Übereinstimmung, wie man sie bei der Verschiedenheit der Objekte nicht besser hätte erwarten können. Aber noch eine große Anzahl anderer Vorgänge, wie der Dopplereffekt, der lichtelektrische Effekt, die Ionisierungsspannung, die Erzeugung der Röntgenstrahlen, der elektrische Leitwiderstand, die thermoelektrischen Kräfte, das Bildungsgesetz der spektralen Serienlinien, die Elektronenemission bei chemischen Reaktionen — überall, sagt Planck, kann man bei einigem guten Willen dem einstweilen noch sehr geheimnisvollen Walten des universellen Wirkungsquantums auf die Spur kommen.

„Die Quantenhypothese, schließt Planck den Vortrag, wird nicht mehr aus der Welt verschwinden. Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich der Meinung Ausdruck gebe, daß mit dieser Hypothese das Fundament gelegt ist zum Bau einer Theorie, die dereinst bestimmt sein wird, die Einzelheiten der Vorgänge der Molekularwelt mit neuem Licht zu durchdringen.“

<sup>1)</sup> „Thermodynamische Berechnung chemischer Affinitäten.“ Ber. 1914, 47, 608.

<sup>2)</sup> „Über neuere thermodynamische Theorien. (Nernstsches Wärmetheorem und Quantenhypothese).“ Ber. 1912, 45, 5.

Nach diesem Einblick in die Atomistik, die nicht allein in die tiefsten Geheimnisse der Körperwelt hineinleuchtet, sondern nun auch beginnt, die immateriellen energetischen Erscheinungen in ihren Zauberkreis hineinzuziehen, wollen wir ein anderes Kapitel berühren, deren Rätsel trotz seiner eminent praktischen Bedeutung noch nicht gelöst sind.

Zu den frühesten Erinnerungen des Verfassers gehört die Döbereinersche Zündmaschine auf dem Schreibtische seines Vaters, und seine ersten chemischen Handlungen waren ihre Auffrischung mit Zink und Schwefelsäure und das Ausglühen des geheimnisvollen Platinschwammes, wenn sie versagte. Seit jener Zeit ist die Katalyse in ihren mannigfachen Erscheinungen Gegenstand vielseitiger wissenschaftlicher Forschung geworden, und ihre „Kontaktsubstanzen“ haben zur Lösung technischer Probleme von eminentester Bedeutung beigetragen.

R. Knietsch hat im Jahre 1901 in einem Zusammenfassenden Vortrage<sup>1)</sup> der Gesellschaft berichtet, wie er in der Badischen Anilin- und Sodafabrik das auf die Platinkatalyse begründete Kontaktverfahren zur Bereitung konzentrierter Schwefelsäure eingeführt hat. Sie wird heute überall auf diesem Wege, sei es durch Platin-, sei es durch Eisenoxydkatalyse, gewonnen, indem gleichzeitig die Millionenwerte der Gold- und Platinkessel erspart werden, die man früher zur Konzentration dieser Säure verwendet hat. Die völlige Umwälzung, die damit in der Schwefelsäureindustrie vor sich ging, hat man wiederum der Teerfarbenindustrie zu verdanken, denn die Voraussetzung für die Gewinnung des künstlichen Indigos in der genannten Fabrik war die Zurückverwandlung von jährlich 120 Millionen Kubikmeter gasförmiger schwefeliger Säure, die bei der Oxydation von Naphthalin zu Phthalsäure entstanden, in konzentrierte Schwefelsäure, was mit Hilfe des alten Kammerprozesses kaum möglich gewesen wäre.

Über eine andere merkwürdige katalytische Wirkung hat uns H. Bunte in einem Vortrage über die Entwicklung der Flammenwirkung<sup>2)</sup> berichtet, durch die vermöge

<sup>1)</sup> „Über die Schwefelsäure und ihre Fabrikation nach dem Kontaktverfahren.“ Ber. 1901, 34, 4069.

<sup>2)</sup> Ber. 1898, 31, 5.



der Anwesenheit eines geringeren Gehalts von Ceroxyd das Thoroxyd des Auerschen Glühlichtkörpers zur höchsten Leuchtkraft befähigt wird.

Auf anderen Gebieten werden die katalytischen Wirkungen, die ja in den Fermenten und Enzymen für den Lebensprozeß von fundamentaler Bedeutung sind, seit langer Zeit praktisch verwendet.

Die 1814 von Gottlieb Kirchof entdeckte diastatische Umwandlung von Stärke in Zucker und die von altersher bekannte alkoholische Gärung sind daher, wie uns Max Delbrück im Jahre 1898 berichtete<sup>1)</sup>, Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, die in letzter Zeit zu einer genauen Kenntnis der technischen und physiologischen Bedingungen des Gärungsvorganges geführt haben. In letzterer Hinsicht ist der von Eduard Buchner im Jahre 1898 erbrachte Nachweis der zellfreien Gärung von besonderer Bedeutung, der in ähnlichem Sinne wie Wöhlers Harnstoffsynthese die hemmende Schranke der „Lebenskraft“ auch in der Gärungschemie aus dem Wege räumte und mit der Entdeckung der leblosen Zymase den fünfzigjährigen Streit zwischen der Pasteurschen und Liebig'schen Richtung zugunsten der letzteren entschied. Die äußeren Bedingungen, die Temperatur, die Konzentration, die Nährstoffmischung, der Gehalt an Säure und Alkohol, der Grad und die Zeit der Lüftung, besonders aber die Auswahl und die Reinzüchtung der geeigneten Hefesorten wurden dem planmäßigen Studium unterworfen, um die Gärung in ganz bestimmte Richtung zu leiten, woraus die Brautechnik großen Nutzen gezogen hat.

Das von Max Delbrück begründeten und geleiteten Institut für Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation zu Berlin hat sich seit etwa zehn Jahren mit der Aufgabe beschäftigt, Ammoniaksalze zur Ernährung der Hefe zu verwenden mit dem Ziele der Herstellung von Eiweiß zu Nahrungs und Fütterungszwecken. Im Jahre 1915 ist es gelungen, ein Verfahren auszuarbeiten, wonach aus Zucker als einziger organischer Nährstoffquelle in Verbindung mit Mineralsalzen, die als wesentliche Bestandteile

<sup>1)</sup> „Über die Fortschritte der Gärungschemie.“ Ber. 1898, 31, 1270, 1913.

Ammoniak, Phosphorsäure, Kali und Magnesia enthalten, Hefe in bisher unbekannter Höchstausbeute heranzüchten kann.

Dem Institut ist es ferner gelungen, einen Pilz zu züchten, der in der Trockensubstanz bis zu 45 Prozent Fett erzeugt. Er wächst auf allen zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wie Melasselösungen, aber auch auf den Ablaugen der Sulfitzellulosefabriken. Auf Sulfitlaugen gezüchtet, enthält die Fetthefe in der Trockensubstanz etwa 25 Prozent Fett und 35 Prozent Eiweiß. Durch diese Fetthefezüchtung werden aus der Sulfitlauge doppelt soviel Kalorien gewonnen, als durch die Gärhefe in Gestalt von Spiritus. Die Fetthefe kann als Nahrungsmittel unmittelbar verwendet werden, oder aber als Rohstoff zur Fettgewinnung unter Ausnutzung des Rückstandes zu Futterzwecken. Das Fett ist ein ausgezeichnetes Speisefett und steht in seiner Zusammensetzung zwischen Olivenöl und Rüböl.

Eine neue Wendung nahm die Katalyse, als man erkannte, daß gewisse Metalle, wie Platin, Eisen, Nickel instande sind, den Wasserstoff nicht nur, wie in der alten Zündmaschine mit Sauerstoff zu vereinigen, sondern ihn auch in ungesättigte organische Verbindungen einzuführen, worüber der französische Chemiker P. Sabatier im Jahre 1911 in einem zusammenfassenden Vortrage: „*Hydrogénations et déshydrogénations par catalyse*“ berichtet hat,<sup>1)</sup> der 1902 mit seinem Mitarbeiter Senderens diese Methode zur synthetischen Darstellung von Petroleumkohlenwasserstoffen durch Einwirkung von Wasserstoff auf Azetylen benutzte. Sie hat in der synthetischen Chemie eine ausgedehnte Verwendung, aber auch in der Technik bei der sogenannten Fetthärtung Anwendung gefunden, um minderwertige flüssige Fette, wie Fischtran und Pflanzenöle, in feste zu Ernährungs- und anderen Zwecken geeignete Fette zu verwandeln.

Einen besonderen Triumph aber feierte die Katalyse als es sich darum handelte, das für den Lebensunterhalt der Menschheit wichtigste Problem seiner Lösung zuzuführen, die Synthese assimilierbarer Verbindungen des Stickstoffes

<sup>1)</sup> Ber. 1911, 44, 1402, 1984, 3180.

aus dem unermeßlichen Vorrat der Luft. Liebigs Rat folgend, begann man vor 70 Jahren, den zur Bildung pflanzlicher Eiweißstoffe nötigen gebundenen Stickstoff in Form von Chilesalpeter einzuführen. Im Jahre 1859 führte Chile 75 000 t aus, zu Ende des vorigen Jahrhunderts das zehnfache und 1913  $2\frac{1}{2}$  Mill. t, wovon drei Viertel auf Europa entfielen. Aber diese Quelle ist nicht unerschöpflich und wird in wenigen Menschenaltern versiegen; überdies erfordert sie einen Auslandstribut, der unsere Volkswirtschaft hoch belastet. Auch die andere Quelle, die sich uns im Stickstoffgehalt früherer Pflanzengenerationen in den Steinkohlen eröffnete, bei deren Destillation der Stickstoff in Form von Ammoniak erscheint, findet mit der Verwendbarkeit des Leuchtgases und mit dem Koksbedürfnis der Eisenindustrie ihre Grenze.

Die vereinigte Macht wissenschaftlicher Forschung, technischen Könnens und wirtschaftlichen Unternehmungsgeistes führte zu einer dreifachen Lösung dieses Problems.

Die vor 1784 von Cavendish zuerst beobachtete und in Norwegen praktisch durchgeführte elektrothermische Selbstverbrennung der Luft zu Salpetersäure bei  $2-3000^{\circ}$  scheidet wegen der nur durch große Wasserkräfte zu bewältigenden Energiemengen für Deutschland aus. Die beiden anderen Lösungen aber haben große Dimensionen angenommen.

Die Beobachtung von A. Frank und N. Caro, daß das aus Kalk und Kohle im elektrischen Ofen gewonnene Carbid bei hoher Temperatur aus sauerstoffreicher Luft unter Kohlenstoffabscheidung Stickstoff aufnimmt und in Kalziumcyanamid übergeht, führte zu einer Produktion dieses als Kalkstickstoff verwendeten Düngemittels, die im Jahre 1913 eine Höhe von 120 000 t erreichte und während des Krieges außerordentlich erhöht worden ist.

Die glänzendste Lösung des Problems aber ist in der direkten Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak mit Hilfe von Katalysatoren zu erblicken, die von F. Haber, dem jetzigen Leiter des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie, im Laboratorium der Karlsruher Hochschule wissenschaftlich begründet wurde.

Stellt man einen Kreislauf her, in dem das Stickstoffwasserstoffgemisch unter dem Druck von 150 bis 200 Atmo-

sphären an einer Stelle bei der Temperatur von 500 bis 550° C der Einwirkung der Kontaksubstanz, an einer anderen Stelle einer Temperaturerniedrigung ausgesetzt wird, so läßt sich an dieser das gebildete Ammoniak in flüssiger oder gasförmiger Form dauernd abnehmen.

Nach Überwindung der größten technischen Schwierigkeiten hat die Badische Anilin- und Sodafabrik mit wahrhaft souveräner Beherrschung und Ausnutzung aller wissenschaftlichen und technischen Hilfsmittel unter der genialen Leitung von C. Bosch in Ludwigshafen dieses Verfahren in vollendeter Weise zur praktischen Durchführung gebracht. Da die Rohmaterialien aus Wasser, Luft und Kohle bestehen, so ist unsere Landwirtschaft durch diese katalytische Synthese unabhängig geworden von der Einfuhr ausländischer, stickstoffhaltiger Düngemittel.

Aber nicht nur für die Landwirtschaft ist der Stickstoff eine Lebensfrage. Seit einem halben Jahrtausend ist kein Krieg ohne Salpeter geführt worden.

Im Jahre 1839 hatte der Elsässer Karl Friedrich Kuhlmann, der Schöpfer der chemischen Industrie im nordöstlichen Frankreich, die katalytische Verbrennung von Ammoniak zu Salpetersäure beobachtet, die auch Hofmann durch ein hübsches Experiment in seiner Vorlesung zu veranschaulichen pflegte<sup>1)</sup>. Später wurde sie von W. Ostwald, A. Frank und Anderen verbessert und von E. Brauer auf der Zeche Lothringen in Gelsenkirchen sowie in letzter Zeit namentlich durch die Badische Anilin- und Sodafabrik und die Höchster Farbwerke zu einer hohen technischen Vollendung gebracht. Durch die Absättigung der hierbei entstehenden dünnen Salpetersäure mit Soda wurde der für die Kriegführung unerläßliche künstliche Salpeter gewonnen. Für die deutsche Wissenschaft und Technik aber wird es ein unvergänglicher Ruhmesitel bleiben, mitten in dem uns aufgezwungenen Verteidigungskriege eine Industrie ins Leben gerufen zu haben, die die Landwirtschaft und die Sprengstoffbereitung für alle Zeiten von fremdem Einflusse befreit. Wir dürfen uns hierbei

<sup>1)</sup> Der Versuch ist in der schon erwähnten „Vorlesung über Vorlesungsversuche“ beschrieben. Ber. 1869, 2, 252.

auf einen Vortrag<sup>1)</sup> des Professors am *Collège de France* Cammille Matignon vom 19. März 1916 berufen, in welchem er sagt: „Seien wir selbst gegen unsere erbittertsten Feinde gerecht und erkennen wir an, daß kein anderes Volk unter gleichen Bedingungen es vermocht hätte, in so kurzer Zeit dem absoluten Mangel an Chilesalpeter abzuhelpfen.“

Über die Fortschritte der Sprengtechnik in den letzten Jahrzehnten hat W. Will der Gesellschaft im November 1903 berichtet<sup>2)</sup>.

Mit der Entdeckung der Schießbaumwolle durch Christian Schönbein und Rudolf Böttger in den vierziger Jahren tritt das konservative Gewerbe der alten Pulvermacher in die wissenschaftliche Arena ein. Erst im Jahre 1865 gelang es Frederic Abel<sup>3)</sup> in London, ein haltbares Produkt zu erzielen, ihm durch Pressung unter hohem Druck bestimmte Formen zu geben und es in Seeminen zu verwenden. Inzwischen hatte der Begründer der Dynamitindustrie, der durch seine großartige Preisstiftung bekannte Schwede Alfred Nobel, im Knallquecksilber ein zuverlässiges Mittel der Initialzündung entdeckt, mit dem man nicht nur die trockene, sondern auch die gegen Stoß und Schlag unempfindliche nasse Schießbaumwolle detonieren konnte.

Aber als Schießmittel machte sie ihrem Namen erst Ehre, als J. M. L. Vieille in Paris sie durch Gelatinierung in eine beliebig formbare strukturlose Masse verwandelte, die auch bei hohen Drucken gesetzmäßig und langsam genug verbrannte, um in Gestalt von Blättchen, Würfeln und Röhren als rauchloses Treibmittel verwendet zu werden. Den Gelatinierungsmitteln Ätheralkohol, Essigäther und Azeton fügte Alfred Nobel noch das Nitroglyzerin hinzu und gewann damit, was die chemische Energie anlangt, das vollkommenste Schießpulver. Seine Abstammung von der Baumwolle aber, einem Naturprodukt, dessen Beschaffenheit von

<sup>1)</sup> Hesse und Großmann, Dokumente zu Englands Handelskrieg, Chem. Ind. 1917, 40, Beilage S. 1352.

<sup>2)</sup> „Der Fortschritt der Sprengtechnik seit der Entwicklung der organischen Chemie.“ Ber. 1903, 36, 4229; 1904, 37, 268.

<sup>3)</sup> F. Abel war der Sohn eines in Kensington lebenden deutschen Musiklehrers aus Mecklenburg-Schwerin.

Boden, Klima und Atmosphäre abhängt, konnte es nicht verleugnen. Auf diese natürliche Ungleichartigkeit ist eine wechselnde Neigung zu innerer Zersetzung zurückzuführen. Die Mittel zur Bekämpfung und Einschränkung dieser unheilvollen Tendenz spielen daher für die Haltbarkeit und Zuverlässigkeit des Pulvers eine große Rolle. Dieser Frage ist nicht überall die unerläßliche Sorgfalt gewidmet worden und der Untergang der französischen Panzerschiffe „Jena“ und „Liberté“, vor dem Kriege ist vermutlich auf die Vernachlässigung dieser Frage zurückzuführen. Um ihre Lösung hat sich W. Will in dem Neubabelsberger Forschungsinstitut<sup>1)</sup> der vereinigten Sprengstoffabriken große Verdienste erworben, indem es ihm mit Hilfe quantitativer Untersuchungsmethoden gelang, die zwischen der Herkunft, dem Werdegang und der Haltbarkeit der Nitrozellulose obwaltenden Beziehungen zu ermitteln und die Herstellung des Nitroglyzerinpulvers ohne Anwendung flüchtiger Lösungsmittel zu ermöglichen.

Man wird dabei an einen Ausspruch Bismarcks<sup>2)</sup> über die Rolle der Chemiker erinnert, der im Jahre 1889 zur Zeit Boulangers sagte, daß sie es seien, die in letzter Linie über Krieg und Frieden entscheiden und bei mangelhafter Herstellung des Pulvers und anderer Ausrüstungsgegenstände dazu zwingen, unter Umständen das Schwert in der Scheide zu lassen.

Freunde des Hofmannhauses haben den deutschen Verdiensten um die Schießbaumwolle und ihre Auswertung beim gegenwärtigen Jubiläum dadurch Ausdruck gegeben, daß sie seiner Porträtsammlung, in der Chr. Schönbein bereits vertreten ist, die Bildnisse von Rudolf Böttger und W. Will einverleibt haben. Auch das Bildnis Adolf Franks wurde bei dieser Gelegenheit von der Familie gestiftet, und von der Badischen Anilin- und Sodafabrik ein Porträt H. von Bruncks in Aussicht gestellt.

Noch eine andere Stickstoffverbindung ist während des Krieges von Bedeutung geworden. Im Jahre 1890 machte Th. Curtius die bewundernswürdige Entdeckung der Stick-

<sup>1)</sup> Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen zu Neubabelsberg.

<sup>2)</sup> Zeitschr. ang. Chem. 1913, 26, wirtsch. Th. S. 166.

stoffwasserstoffsäure, über die er der Gesellschaft 1895 in einem zusammenfassenden Vortrage<sup>1)</sup> berichtet hat.

Als der österreichische Quecksilberfundort Idria bei Görz vom Feinde bedroht wurde, zögerte man nicht, das Knallquecksilber in den Munitionszündern durch heftig detonierende stickstoffwasserstoffsäure Salze zu ersetzen.

Die Geschichte der Kriegeschemie ist noch zu schreiben; sie wird eines der interessantesten Kapitel der Kriegesgeschichte sein und zeigen an welchen Abgründen uns unser Kriegspfad vorübergeführt hat, an Abgründen, vor deren Gefahren uns nur die Wissenschaft bewahren, über die nur die Chemiker die rettenden Brücken schlagen konnten.

Mehrere solcher Brücken haben wir bereits kennen gelernt. Eine andere haben die Sprengstoffchemiker geschlagen, als sie das erlösende Wort sprachen, daß ihnen der vollwertige Ersatz der Baumwolle durch Holzzellulose gelungen, und unsere Munitionsbeschaffung damit unabhängig von allen ausländischen Rohstoffen wurde.

Die Pulverfrage war damit gelöst; es blieb noch die ausreichende Beschaffung von brisanten Sprengstoffen für Minen und Granaten. Hier half die Farbstoffindustrie in Verbindung mit den elektrolytischen Werken aus.

Die zahlreichen Nitrierapparate der Farbenfabriken, die im Frieden nach dem Vorgang von Eilhard Mitscherlich die Teerprodukte Benzol, Toluol, Phenol und andere in Nitroprodukte verwandelt hatten, aus denen das Anilin und seine Verwandten gewonnen wurden, stellten sich in den Kriegsdienst und erzeugten hochnitrierte Kohlenwasserstoffe, unter denen das in der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron zuerst im großen hergestellte Trinitrotoluol von besonderer Bedeutung ist. Sie wurden entweder für sich oder in Mischung mit Perchlorat verwendet, das die vorhandenen elektrolytischen Anlagen in ausreichender Menge alsbald zu liefern imstande waren.

So dürfen wir mit berechtigtem Stolze auf unsere Wissenschaft und unsere Technik blicken, denen es vergönnt war,

<sup>1)</sup> „Hydrazin, Stickstoffwasserstoff und Diazoverbindungen der Fettreihe“. Ber. 28, 2939; 29, 759.

in das gewaltigste Völkerringen aller Zeiten maßgebend einzugreifen, um das Vaterland sieghaft zu verteidigen, und erinnern uns am heutigen Tage zugleich der Tatsache, daß es A. W. Hofmann war, der vor 75 Jahren das Benzol und Toluol im Steinkohlenteer entdeckte und damit den Grund zu der Industrie legte, deren mächtiger Entwicklung wir diese gewaltigen Erfolge verdanken.