

27.1.1904
Schröbzig
Johannes Thiele

TECHNISCHE CHEMIE.

REDE

ZUR FEIER

DES GEBURTSTAGES SR. MAJESTÄT DES KAISERS

AM 27. JANUAR 1904

IN DER AULA DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

GEHALTEN VON

DR. JOHANNES THIELE

O. PROFESSOR DER CHEMIE.

STRASSBURG

J. H. ED. HEITZ (HEITZ & MÜNDEL)

1904

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
HANNOVER UND
TECHNISCHE
INFORMATIONSBIBLIOTHEK

Hochachtungsvolle Versammlung!

Wie alljährlich an diesem Tage, so haben wir uns auch heute wieder vereinigt, um den Gefühlen der Verehrung und Treue Ausdruck zu geben, die uns unserem Kaiser gegenüber besetzen. Zwar fällt diesmal ein trüber Schatten auf den festlichen Tag, ist doch das Haus des Durchlauchtigsten Fürsten, der als des Kaisers Vertreter in unserem Lande schaltet, und zugleich das kaiserliche Haus erst vor kurzem von einem schweren Verluste betroffen worden, und wie das ganze Land, so nimmt auch die Kaiser-Wilhelms-Universität mitfühlend daran teil.

Doch auch einen besondern Grund zur Freude haben wir heute, denn in den letzten Tagen ist ganz besonders deutlich geworden, daß die Gesundheit unseres geliebten Kaisers wieder völlig hergestellt ist.

Wenn es heute der Vertreter der Chemie ist, der von seiner Magnifizenz aufgefordert, akademischem Brauch gemäß über einen Gegenstand seines Wissens vor festlicher Versammlung spricht, so möge ihm verziehen werden, daß er, der Eigentümer seines Faches nachgebend, auch nur terielle Dinge mehr zum Gegenstand seiner Betrachtung macht, als es sonst an dieser Stelle vielleicht üblich ist.

Die Chemie sucht die Gesetze zu finden, nach welchen die Materie sich verhält, nach welchen diese unendlich zahlreichen Formen ineinander übergehen. Ob das gewonnene Wissen irgendwie im Leben nutzbringend



verwertet werden kann, kommt, wie bei jeder anderen Wissenschaft zunächst nicht in Betracht, in der Auffindung neuer Tatsachen, in dem Streben diese Tatsachen in einen unser Denken befriedigenden Zusammenhang zu bringen, darin findet die Wissenschaft von der Materie ihr Ziel.

Aber die historischen Anfänge der Chemie führen auf andere Wurzeln zurück. Wie bei vielen anderen Zweigen des Wissens, waren es auch hier zunächst rein praktische Bedürfnisse, welche zur ersten Ansammlung gewisser Kenntnisse nötigten. Die Gewinnung der Metalle aus ihren Erzen, die Glasbereitung, die Herstellung der Seife, die Kunst des Färbens, hängen auf das Engste mit chemischen Vorgängen zusammen, und so haben diese chemischen Vorgänge einer mehr als zweitausendjährigen chemischen Technik die Gelegenheit, eine Reihe von Tatsachen durch eigene Tätigkeit kennen zu lernen, aber über die einfachsten praktischen Erfahrungen kam man nicht hinaus.

Im Mittelalter und der beginnenden Neuzeit wurde das Tatsachenmaterial zwar ganz außerordentlich vermehrt, die Zahl der wirklich dauernd wertvollen Beobachtungen war nicht gering, man begann sogar bewußt nach neuen Erfahrungen zu suchen, aber das Ziel alles chemischen Strebens war doch nur der Stein der Weisen, welcher dem glücklichen Entdecker unermessliche Schätze verleiht und die Paradiese, die langes Leben und Schutz vor jeder Krankheit geben sollte. Ganz abgesehen davon, daß solche phantastische Ziele natürlich nicht zu erreichen waren, verhinderte gerade das ausschließliche Streben nach praktisch verwertbaren Resultaten, daß solche in dem Maße erreicht wurden, wie es wohl der unleugbar gewaltigen angewandten Arbeit entsprechen hätte.

Erst seit der Mitte des 17. Jahrhunderts, seit dem großen Boyle, kann man von einer chemischen Wissenschaft reden, und unsere Kenntnisse erweiterten sich bald

in ungeheurem Maße. Mit der Erkenntnis des Vorganges bei der Verbrennung durch Lavoisier, mit der Einführung des Atombegriffes in die Chemie durch Dalton, erhielt die junge Wissenschaft die Grundlagen, auf denen wir jetzt noch bauen.

Zwar ist es wohl möglich, daß unsere heutigen theoretischen Anschauungen einmal durch andere und bessere ersetzt werden müssen, sind doch erst in den letzten Monaten von Ramsay Beobachtungen gemacht worden, welche, falls die von ihm gegebene Deutung richtig ist, vielleicht schon in naher Zeit dazu führen werden, das Fundament der theoretischen Chemie, die Atomtheorie umzugestalten.

Der geheimnisvollste und merkwürdigste aller chemischen Grundstoffe, das sogenannte Radium, soll obwohl es selbst ein Element, d. h. ein nach der heutigen Anschauung unteilbarer Grundstoff ist, von selbst zerfallen, indem ein anderer Grundstoff, das Helium, und ein unbekanntes Etwas entsteht. Aber wie dem auch sei, sollten unsere heutigen Theorien auch fallen, das Eine wird man doch auch später noch zugeben müssen, daß sie zu ihrer Zeit Wahrheit gewesen sind im naturwissenschaftlichen Sinne, indem sie gestatteten, ein ungeheures Tatsachenmaterial von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zu überschauen und zu ordnen, indem sie ermöglichten neue Tatsachen voranzutreiben und aufzufinden.

Können wir doch in vielen Fällen die Eigenschaften noch gänzlich dargestellter chemischer Verbindungen und die Wege, die zu ihnen hinführen werden, mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit voraussagen, und ist doch diese Voraussetzung schon bei den für unzerlegbar gehaltenen Grundkörpern gezogen.

Im Jahre 1872 sagte Mendeleeff nicht nur die Existenz eines noch unbekannten Grundstoffes voraus, sondern er prophezeite sogar seine und seiner Verbindungen Eigenschaften bis in Einzelheiten hinein. [1866

wurde dieses Element — Germanium — von Clemens Winkler aufgefunden, und es entsprach völlig der Voraussage. Ähnlich verhält es sich mit einem anderen, von Mendelejew vorausgesagten Element, dem Gallium.

Indem wir die Erscheinungen aus der Annahme kleinster Teilchen, der Atome, zu erklären versuchen, ergibt es sich von selbst, daß diese Teilchen in einem aus mehreren Atomen zusammengesetzten Stoffe in irgend welcher Raumbestimmung zueinander stehen müssen; auch über diese räumlichen Verhältnisse können wir uns in vielen Fällen ganz bestimmte Vorstellungen machen, trotzdem eine sinnliche Wahrnehmung der Atome bis jetzt ausgeschlossen ist. Diese Vorstellungen sind der experimentellen Prüfung zugänglich, und ihre Folgerungen stehen im Einklang mit den Beobachtungen. Selbst ziemlich komplizierte Verbindungen sind in ihrer räumlichen Anordnung genau aufgeklärt, besonders eine große Gruppe von natürlichen und künstlichen Zuckerarten, zu denen vor allem der Traubenzucker gehört, der sich aus nicht weniger als 24 Atomen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammensetzt.

So schnell und kurz sich solche Resultate auch aussprechen lassen, so ungeheure Arbeit vieler ist darin enthalten, eine Arbeit, die in reinem Interesse der Erkenntnis ohne Rücksichten auf technische Verwertbarkeit geleistet wurde und geleistet wird.

Aber das Wissen von der Natur ist auch praktischer Anwendung fähig, und indem wir die Naturgesetze erkennen, erhalten wir auch die Möglichkeit, sie so anzuwenden, wie es unseren Interessen und Wünschen entspricht. Die großen Fortschritte der reinen Wissenschaft waren daher begleitet von nicht minder großen Fortschritten auf technischem Gebiete, und gerade die bewährte Abwendung von praktischen Zielen war das sicherste Mittel, die Wege zu finden, die zu ihrer Erreichung führten.

Uralte Industrien, wie die Gewinnung der Metalle, insbesondere die Fabrikation des Eisens und Stahls, wurden von Grund aus umgestaltet, und doch liest die Zeit noch gar nicht so weit zurück, wo jedes Stück Eisen erst produziert werden mußte, ob es besser zur Verarbeitung auf Stahl oder auf Schmiedeweisen lagte, kleine, kaum lebenskräftig erscheinende Zweiglein der Technik, wie die Industrie des Rübenzuckers erwachsen zu mächtigen Bäumen, und den älteren Gewerksystemen gesellen sich ganz neue Industrien hinzu, wie die Darstellung der Teerfarbstoffe und andere. Diese Entwicklung der angewandten Chemie hat sich nun in ganz besonders großartiger Weise in Deutschland vollzogen, unterstützt durch die intensive Pflege, welche unsere Wissenschaft seit Liebig's Tagen gerade in unserem Vaterlande gefunden hat. Die materiellen Vorbedingungen für die Entwicklung chemischer Technik sind dabei für viele hochentwickelte Industrien weit nicht günstiger als in anderen Ländern. Die Rohmaterialien müssen zu einem sehr erheblichen Teile vom Ausland eingeführt werden und die fertigen Produkte müssen zu etwa einem Drittel den wieder ihren Absatz suchen.

Von Natur begünstigt ist dagegen in Deutschland besonders die Industrie der Kalisalze. Sie ist bedingt durch die reichen Ablagerungen dieser Salze, welche sich besonders in der Gegend von Stettin finden. Da außerhalb Deutschlands solche Lager nur in unbedeutenderem Umfang vorkommen, haben wir hier einen großen natürlichen Vorteil.

Aber der Wert dieses Lager war bei ihrer Aufzucht nicht erkannt worden. Als Abwässer hatte man sie bezeichnet, weil man sie nur abgeräumt hatte, soweit es nötig war, um die tiefer liegenden Steinsalzlager zu erreichen. Welcher Schatz hier lag, wurde erst erkannt, als Liebig nachwies, daß die Pflanze dieser Salze zu

ihre Ernährung bedarf, daß sie daher einer der Faktoren sind, welche die Fruchtbarkeit des Bodens bedingen. Da ihre Menge im Acker durchaus nicht unerschöpflich ist, kann die Zufuhr an Kalisalzen einem daran armen Boden Fruchtbarkeit geben.

Erst die wissenschaftliche Erkenntnis von der chemischen Natur der Pflanzennährstoffe — eine der großen Taten des großen Liebig — ermöglichte eine rationelle Landwirtschaft. Die Ernteerträge in Deutschland haben sich dort, wo man sich die neuen Erzeugenschaften zu Nutze machte, verdoppelt und verdreifacht, nicht zuletzt ein Verdienst rein wissenschaftlicher Forschung. Die Bevölkerung Deutschlands hat seit hundert Jahren sich verdoppelt, um mehr als dreißig Millionen Köpfe zugenommen. Daß wir trotzdem in Deutschland immer noch den größeren Teil unseres Bedarfes an Nahrungsmitteln durch eigene Produktion decken können — oder wenn man so will — daß diese Bevölkerungszunahme überhaupt möglich war, dazu hat also auch die Wissenschaft in ihrer Weise mitgeholfen.

Indessen sind die Kalisalze nicht die einzigen Nährstoffe, deren die Pflanze bedarf. Nicht minder notwendig muß dem verarmenden Acker Phosphorsäure zugeführt werden. Nun findet sich zwar Phosphorsäure in Verbindung mit Kalk in den Knochen, große Lager der gleichen Verbindung kommen als Mineral — Phosphorit — mehrfach vor, aber in dieser Form ist die Phosphorsäure nur schwer von der Pflanze aufzunehmen und so gab schon Liebig den Weg an, auf dem man durch Aufschließen mit Schwefelsäure den phosphorsauren Kalk der Pflanze sozusagen gewinnbar machen kann. Auf diesen Vorschlag hat sich eine große Industrie gegründet, welche auch in unserem Vaterlande zu hoher Blüte gelangt ist, trotzdem sie bei dem großen Bedarf unserer Landwirtschaft, für einen großen Teil ihres Rohmaterials auf Bezug aus dem Auslande angewiesen ist.

Der dritte und vielleicht wichtigste Nahrungsstoff, der dem Acker zugeführt werden muß, um seine Fruchtbarkeit zu erhalten und zu heben, ist der Stickstoff. Zwar ist derselbe in unerschöpflichen Mengen in unserer Atmosphäre enthalten — besten doch auf einem Quadratmeter Bodenfläche nicht weniger als achttausend Kilogramm dieses Elementes; aber trotzdem die Pflanze von ihm umspült ist, vermag sie ihn im allgemeinen nicht aufzunehmen und zum Bau ihres Körpers zu benutzen. Nur die Leguminosen, wie Erbsen und Bohnen sind instande, durch Vermittlung von Bakterien auch aus dem freien Stickstoff der Atmosphäre für ihr Gedeihen ausreichend Nutzen zu ziehen, sodaß man versucht hat, durch Aussaat dieser stickstoff-armen Bakterien dem Acker Fruchtbarkeit für die zugehörigen Leguminosenarten zu geben.

Die meisten und wichtigsten unserer Kulturpflanzen bedürfen aber der direkten Zufuhr von Stickstoffverbindungen, und zur Gewinnung derselben sind wir auf die Salätze angewiesen, welche in der Erde seit Urzeiten aufgespeichert sind.

In erster Linie kommen die Salze der Salpetersäure in Betracht, die zwar sehr verbreitet sind, die aber in solchen Mengen, dass die Gewinnung lohnt, ausschließlich in den großen Lagern von salpetersaurem Natrium — Chilisalpeter — im nördlichen Chile sich finden. Der jährliche Verbrauch davon beträgt allein für Deutschland über 500 000 Tonnen, wovon etwa $\frac{1}{3}$ von der Landwirtschaft und der Rest von der chemischen Industrie verbraucht werden.

Die zweite bedeutende Quelle für Verbindungen des Stickstoffes ist die Steinkohle. Bei der Bereitung von Leuchtgas und Kokes geht der in kleinen Mengen in der Kohle enthaltene Stickstoff größtenteils in Ammoniak über, das als sehr schätzbares Nebenprodukt leicht gewonnen werden kann.

Die Salpeterlager sind aber voraussichtlich in etwa 30 Jahren erschöpft. Ein absoluter Mangel an Stickstoffverbindungen würde damit ja noch nicht eintreten, weil die Steinkohlen noch für absehbare Zeiten ausreichen werden. Ob es aber möglich sein wird, die Produktion an Stickstoffverbindungen aus der Steinkohle in dieser kurzen Zeit mehr als zu verdoppeln, und das wäre auch ohne Steigerung des Gesamtbedarfes notwendig, das muß deswegen sehr zweifelhaft erscheinen, weil die Gewinnung von Ammoniak kein selbständiger Zweig der Technik ist, sondern von der Gewinnung von Kokes und Gas abhängt. Wir stünden also vor der für Landwirtschaft und Industrie nicht zu unterschätzenden Gefahr einer Stickstoffnot.

Aber schon ist der Weg gezeigt, wie wir uns von dem natürlichen Vorkommen des Salpeters unabhängig machen werden.

Schon 1784 fand Cavendish, daß Stickstoff und Sauerstoff, die beiden Gase, welche die wesentlichsten Gemengteile unserer Atmosphäre sind, sich durch den elektrischen Funken chemisch vereinigen lassen. Die zunächst entstehende Verbindung ist zwar noch nicht Salpetersäure, aber durch weitere Behandlung mit Wasser und Luft läßt sie sich in diese umwandeln. Seit die Fortschritte der Physik uns sehr billige Elektrizitätsquellen eröffnet haben, ist also der Weg gezeigt, der zur Fabrikation von Salpetersäure und ihren Verbindungen aus Luft führen wird. In den letzten Jahren sind in Amerika und in Deutschland Versuche im Laboratorium und im Großbetriebe gemacht worden, welche jetzt schon erkennen lassen, daß dieser von der Wissenschaft schon lange gewiesene Weg nunmehr auch mit wirtschaftlichem Erfolg betreten werden kann.

Auch die Gewinnung des Ammoniaks wird vielleicht in naher Zukunft nicht mehr auf die Steinkohle allein angewiesen sein.

Vor mehr als 40 Jahren fand Wöhler, daß aus Kalk und Kohle in sehr hoher Temperatur eine Verbindung entsteht, die unter dem Namen Calciumcarbid jetzt allgemein geworden ist, liefert sie doch mit Wasser zerlegt das Viebach zur Beleuchtung angewendete Acetylen. Die technische Darstellung wurde auch hier erst möglich, als die waldteils Erzeugung starker elektrischer Ströme gestattete, die notwendigen sehr hohen Temperaturen ohne allzuhohe Kosten durch den elektrischen Lichtbogen zu erreichen.

Die Darstellung dieses Carbids ist in wenigen Jahren zu einer bedeutenden Industrie geworden, die allerdings, bedingt durch billige Wasserkraft zur Elektrizitätserzeugung ihren Hauptsitz außerhalb Deutschlands hat.

In hoher Temperatur vermag dieses Carbid sich unmittelbar mit dem Stickstoff der Luft zu vereinigen, indem ein Gemenge einer Kohlenstoff-Stickstoff-Verbindung mit ungesättigtem Kohlenstoff entsteht. Als kostbares und schwierig herzustellendes Laboratoriumsprodukt war die entstehende Stickstoff-Verbindung schon lange bekannt, wir haben hier ein besonders schönes Beispiel dafür, wie die fortschreitende Technik solche Stoffe in wirtschaftlich nutzbare Form bringt.

Durch Einwirkung von Wasserdampf liefert das so erhaltene Gemenge direkt Ammoniak und für landwirtschaftliche Zwecke kann es sogar ohne weiteres verwendet werden, da die Ammoniakbildung allmählich auch im Boden stattfindet.

Die Verwendung der landwirtschaftlichen Produktion, welche von der Chemie ausgehend die Ernährung großer Volksmassen erst ermöglichte, ist vielleicht das Größte, was sie als angewandte Wissenschaft geleistet hat. Aber auf anderen Gebieten, die allerdings nicht die

große Bedeutung der Landwirtschaft haben, hat unsere Wissenschaft noch tiefer in die Produktionsbedingungen eingegriffen. Ich muß mich begnügen, nur einiges davon heranzugreifen.

Das ausgehende Mittelalter hatte mit dem Schießpulver eine der sezenreichsten Erfindungen gemacht.

Auf den weltgeschichtlichen Einfluß, den es als Kriegsmittel ausübt, einzugehen, wäre Sache des Historikers, aber auch bei den Vorrichtungen des Friedens war es ein unentbehrlicher Helfer geworden. Wo es galt, feindselige Gesteinsmassen zu besiegen, die sich dem Meißel des Bergmanns, der Hacke des Straßenerbauers entgegenstarrten, da trat die zerschmetternde Kraft des Pulvers helfend ein.

1846 fanden Schönbein und Böttger gleichzeitig, daß konzentrierte Salpetersäure die harmlose Baumwolle in eine Verbindung von großer Explosivkraft umwandelt, die daher den Namen Schießbaumwolle erhielt, und 1847 wurde ebenfalls durch Salpetersäure das Glycerin in einen vernichtenden Sprengstoff, das Nitroglycerin verwandelt. An Explosivstoffen war auch vorher in der Chemie kein Mangel gewesen, doch waren dieselben teils zu schwierig zugänglich, teils war ihre Neigung zur Explosion zu groß, als daß man sie im Großen hätte einigermassen gefahrlos darstellen können. Im Prinzip hat die explosive Wirkung des Schießpulvers und der neuen Sprengstoffe die gleiche Ursache, es ist in ihnen sozusagen ein Stück Salpetersäure chemisch gebunden, im Pulver in Form von Salpeter, in den neuen Sprengstoffen direkt mit dem Glycerin und der Baumwolle vereinigt.

Außerdem enthalten unsere Sprengstoffe Bestandteile, welche verbrennlich sind, d. h. sich mit Sauerstoff zu vereinigen vermögen, es sind dies wesentlich Kohlenstoff und Wasserstoff, im Pulver als Holzkohle nur beigemengt, in Nitroglycerin und Schießbaumwolle in chemischer Bindung mit der Salpetersäure.

Bei der Explosion verbrennt der Sauerstoff der Salpetersäure die verbrennlichen Substanzen zu gasförmigen Produkten, der Stickstoff selbst wird ebenfalls gasförmig und die plötzlich auf kleinem Raum entwickelten Gase üben, indem sie einen vielfach größeren Raum beanspruchen, ungeheure mechanische Wirkungen aus.

Im Nitroglycerin und der Schießwolle sind die Atome, welche bei der Explosion in gasförmige Verbindungen übergehen, sich schon sehr nahe, weil sie bereits zu einer chemischen Verbindung vereinigt sind. Daher ist hier die Sprengwirkung viel plötzlicher, aber auch die Gefahr einer freiwilligen Explosion größer. Erst nach langen Versuchen konnten die neuen Sprengstoffe, denen sich noch andere, ähnlicher Herkunft zugesetzten, vor allem die Pikrinsäure, so weit gezähmt werden, daß sie heute die Grundlage der modernen Spreng- und Schießmittel geworden sind.

Im Kynallquerschilb, dessen Untersuchung dem jungen Liebig die ersten chemischen Fortschritte gebracht, fand man ein Mittel, die in ihnen schlummernden Kräfte im gegebenen Augenblick zu entlassen, und heute ist das alte Pulver fast auf allen Verwendungsgeländen so gut wie verdrängt. Die Gewinnung von Kohle und Eisen aus dunklen Tiefen, der Bau verkehrsreicher Straßen und Schienenwege in unwegsamen Gebirgen, die Beschäftigung schlafsthemmender Rille, das alles wäre mit Schwarzpulver nicht oder nur mit sehr viel größerem Aufwand an Arbeit möglich.

Seit Liebig hatte unter den verschiedenen Zweigen unserer Wissenschaft sich die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, gewöhnlich organische Chemie genannt, gerade in Deutschland einer ganz besonderen Pflege zuwenden. Wie sehr das der Fall war, zeigt sich z. B. daran, daß ein vor zehn Jahren von einem Italiener verfaßtes Nachschlagewerk über organische Chemie unter siebenundzwanzig quellenmäßig benutzten Zeitschriften fast zehn deutschsprachige aufführt. Erst in den letzten zehn bis

zwanzig Jahren sind auch in Deutschland die anorganische und die physikalische Chemie wieder mehr zu ihrem Rechte gekommen.

Diese vielleicht etwas zu ausschließliche Pflege der organischen Chemie hat aber wohl dazu beigetragen, daß derjenige Zweig chemischer Technik, dessen Entwicklung am engsten mit den Fortschritten auf wissenschaftlichem Gebiete verknüpft ist, gerade in Deutschland zu höchster Blüte gelangt ist.

In den Osterferien 1856 war im Laboratorium A. W. Hofmanns, damals in London, ein junger Chemiker, Perkin, mit Versuchen beschäftigt, das bekannte Färbemittel Chinin künstlich darzustellen. Hofmann hatte kurz vorher grundlegende Untersuchungen über das Anilin, eine Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff ausgeführt und mit ihren Resultaten unsere Wissenschaft dauernd um wertvollste Erkenntnisse bereichert. Perkin hoffte nun, von einem zur Klasse des Anilins gebörenden Stoffe ausgehend zum Chinin gelangen zu können.

Wie wir jetzt wissen, waren seine Voraussetzungen irrtümlich, er erhielt auch kein Chinin, sondern eine braune unentwickelte Substanz. Aehnliche Beobachtungen waren schon früher, ebenfalls mehr oder weniger zufällig gemacht worden. Aber Perkin verfolgte seine Beobachtung systematisch weiter, und indem er nimmehr das Anilin selbst auf seine Fähigkeit, in Farbstoffe überzugehen, prüfte, fand er den ersten Anilinfarbstoff. Weitere Entdeckungen folgten sehr schnell nach, es entstand eine ausgedehnte Industrie, zunächst in England und Frankreich, die aber bald ihren Hauptsitz in Deutschland nahm.

Bei der Bereitung des Leuchtgases werden große Mengen von schwarzem überbleibendem Teer erhalten, damals ein lästiges Nebenprodukt. Aber in ihm waren als Gemengteile gerade die chemischen Verbindungen aufgefunden worden, deren die neue Technik bedurfte, um sie in Anilin und ähn-

liche Stoffe zu verwandeln, die sich weiterhin in Farbstoffe überführen ließen, und so wurde der Teer die Grundlage der neuen Industrie, der Industrie der Teerfarben.

Früher hatte dem Färber nur eine beschränkte Zahl von Farbstoffen zur Verfügung gestanden, deren Anwendung oft schwierig war. Jetzt gibt es keinen denklichen Farbstoff, der nicht nach einfachen Färbungsverfahren zu erreichen wäre, und auch der Vorwurf, der den neuen Farben gemacht wurde, sie seien unecht, ist in dieser Allgemeinheit unberechtigt.

Es gilt kein Gebiet der Technik, auf welchem reine und angewandte Chemie in engerer Verbindung stehen, als auf diesem. Jeder wissenschaftliche Fortschritt fand in irgend einer Form Anwendung für industrielle Zwecke, und neue Erfolge der Technik stellten auch der Wissenschaft neue Aufgaben.

Alle diese Farbstoffe lassen sich bereiten von einer wassererhaltenen Kohlenwasserstoffverbindung, dem Benzol, das äußerlich ganz dem bekannten Flockwasser, dem Benzin, gleicht.

Man hatte längst erkannt, daß diese Verbindung in den nächsten Beziehungen zu zahlreichen Stoffen des Organismus stand, hatte große Reihen von Abkömmlingen kennen gelernt, wie aber in ihr und ihren Abkömmlingen die Atome untereinander verbunden, war unbekannt. Die Beantwortung dieser Frage mußte dem Chemiker Friedrich Kekulé in eine ungeheure Körperwelt. 1865 gab August Kekulé die Antwort, er fand den Schlüssel zum Verständnis der mannigfachen Tatsachen, die in vorwährender Fülle bei jeder Versuchung, sie zu denken, getrotzt hatten. Seine Theorie ist ein treuer und zuverlässiger Führer gewesen bis auf den heutigen Tag, und als 1890 die chemische Welt in Berlin den fünfundzwanzigjährigen Jubelann des großen Gedankens feierte, da fehlte auch die Technik nicht, um dem Manne ihren Dank auszudrücken, der nie-

besserung ihrer Methoden für den angekündigten Kampfkräftiger können. Aber das geschah nur in unzureichendem Maße.

Unterlassen wurde auf den durch Baeyer gewiesenen Wegen unermüdet weiter gearbeitet, und nach Aufwendung einer Unsumme wissenschaftlicher und technischer Arbeit wird seit 1897 in Deutschland in großem Maßstabe aus Bestandtheilen des Steinkohlenteers Indigo fabrikmäßig hergestellt.

Schon exportiert Deutschland für viele Millionen jährlich künstlichen Indigo, in gleichem Maße mußte in Regalen, — dem bisherigen Hauptproduktionslande der Anbau eingeschränkt werden — in den letzten Jahren um nahezu die Hälfte, und es ist kein Zweifel, daß der Pflanzenindigo dasselbe Schicksal haben wird, wie der Waid, den er verdrängt hat. Deutschland aber wird den größten wirtschaftlichen Vorteil aus dieser Umwälzung ziehen, wird doch die jährliche Produktion an Indigo, trotz des Preissturzes den die künstliche Darstellung hervorgerufen, immer noch mit 50 Millionen Mark bewertet.

Wer der Chemie ferner steht, wird leicht geneigt sein, zu glauben, daß ein künstlich im Laboratorium hergestellter Stoff schon wegen seiner Herkunft mit dem Naturprodukt nicht identisch sein könnte, er wird dabei leicht an das Verhältnis von Naturwein und Kunstwein denken. Aber der Wein ist vom chemischen Standpunkte aus gesehen nicht einheitlich, er ist ein Gemenge vieler verschiedenartigen Stoffe, und eben darin liegen die großen Verschiedenheiten der einzelnen Sorten begründet, und darin besteht auch die Schwierigkeit, ihn künstlich nachzuahmen. Chemisch einheitliche Stoffe sind aber in ihren Eigenschaften unabhängig von ihrer Herkunft und so sind auch das künstliche Alizarin, der künstliche Indigo durchaus identisch mit den aus der Pflanze gewonnenen Farbstoffen, höchstens daß das künstlich dargestellte Produkt von vornherein frei ist von den nutzlosen oder gar schädlichen

Vermengungen, welche das Naturerzeugnis so häufig begleiten. Es handelt sich hier also keineswegs um Surrogate.

Wenn ich verneint habe, an einigen Beispielen, das ungeheure Gebiet nicht entfernt erschöpfen können, zu zeigen wie wissenschaftliche Arbeit auch wirtschaftlich zu großen Erfolgen führt, so darf doch nicht vergessen werden, daß sie nur einer der vielen Faktoren ist, welche zu der Blüthe grade der chemischen Industrie beigetragen haben.

Jedenfalls aber verleiht auch die reine Wissenschaft nichts, wenn sie ihre Resultate gern und mit Genugthuung auch praktisch verwendet sieht, wenn sie sich nicht in die Studienstube verkriecht, sondern die Berührung mit dem Strom des Lebens sucht. Es war deshalb mit Freude zu begreifen, daß die Stätten der angewandten Naturwissenschaften, die technischen Hochschulen in den letzten Jahren den älteren Geschwestern, den Universitäten auch in inneren Dingen gleichgestellt wurden, innerlich waren sie es schon längst, es wurde und wird an ihnen genau so wissenschaftlich gearbeitet, wie an den Universitäten.

Die Wissenschaft hat aber nicht nur gegeben, sie hat auch in reichem Maße von der chemischen Technik empfangen.

Es muß rühmend hervorgehoben werden, daß gerade die deutsche chemische Industrie ihre reichen Hilfsmittel stets gern in den Dienst der Forschung gestellt hat. Die Zahl der wissenschaftlichen Untersuchungen, die technischen Kreisen entgegen, ist sehr groß und zahlreiche wichtige Beobachtungen sind in ihnen enthalten.

Die Technik hat eine Fülle von Stoffen im Fachen hergestellt, deren Darstellung mit den Hilfsmitteln des Laboratoriums außerordentlich schwierig und zeitraubend, manchmal sogar unmöglich wäre, und diese Stoffe haben nun ein reiches Material zu wissenschaftlicher Untersuchung. Die ganze neuere Entwicklung der organischen Chemie ist nur durch die Fülle an Material möglich geworden, welche die hochentwickelte Technik dargeboten hat.

Der außerordentliche Bedarf an wissenschaftlich durchgebildeten Kräften, hat die Zahl der Jünger der Chemie in ungeahnter Weise vermehrt und zahlreiche rüstige Hände tragen mit regem Fleiß Stein auf Stein hierbei zu dem stolzen Bau unserer Wissenschaft.

Sind schließlich noch eins, was vielleicht recht materialistisch klingt, aber trotzdem doch gesagt werden muß. Die Werkstätten der Chemie, die Laboratorien kosten Geld, sehr viel Geld, und für diese Summen muß im wesentlichen der Staat aufkommen. Ist es doch bei uns, von einigen rühmlichen Ausnahmen abgesehen, noch nicht Sitte, daß von privater Seite große Mittel für wissenschaftliche Zwecke beigegeben werden.

Bei uns in Deutschland wendet der Staat gerade für Chemie recht beträchtliche Summen auf. Der billige Notzettel, welchen kein geringerer als Liebig in seinem Aufsatz über den Zustand der Chemie in Preußen 1840 ausstieß, hat heute für ganz Deutschland nur noch historische Bedeutung.

Bei den großen Beträgen, die aus öffentlichen Mitteln für rein ideale Zwecke ausgegeben werden, ist wohl sicher, daß unsere Wissenschaft sich der materiellen Hilfe des Staates auch dann erfreuen würde, wenn ihre Ergebnisse keinerlei praktischen Wert hätten. Aber im Staat muß gar sehr mit materiellen Erwägungen gerechnet werden, und so wird es ihm als gutem Hausvater durch den Anteil, welchen die Chemie an dem wirtschaftlichen Wohlbefinden unseres Volkes hat, jedenfalls erleichtert, die notwendigen hohen Beträge aufzuwenden.

Produziert doch unsere chemische Industrie im engeren Sinne jährlich für reichlich eine Milliarde Mark und beschäftigt sie doch über 150000 Arbeiter.

Die großen Erfolge der Chemie legen nun die Frage nahe, ob es ihr nicht gelingen wird, so wie sie es in einigen Fällen ja schon getan hat, uns schließlich von den Produkten des Pflanzen- und Tierreiches ganz unabhängig zu

machen. Zur Zeit werden ja gerade die Stoffe, deren wir am meisten bedürfen, unsere Nahrungsmittel, durch die Pflanze und dem Tier entnommen. Werden wir lernen, sie im Laboratorium darzustellen und wird sich dann auf jedem Acker eine chemische Fabrik zur Herstellung von Nährstoffen erheben? Eine Aussicht, die an sich nichts sehr Berührendes hat.

Der erste Teil dieser Frage ist unbedingt zu bejahen. Zahllose Stoffe, die von lebenden Organismen abgebaut werden, sind auch schon auf rein chemischem Wege künstlich dargestellt worden, darunter Stoffe, die für uns von der größten Bedeutung sind, wie Weingeist, viele Fette, der Zucker des Traubenzuckers und andere. Zwischen diesen Laboratoriumsprodukten und den Naturerzeugnissen besteht keinerlei Unterschied, die einen wären so gut wie die anderen für uns verwendbar.

Zwar sind sehr viele Stoffe, die im Organismus gebildet werden, noch nicht in den Reaktionen des Chemikers hergestellt worden, aber ihre Zahl verringert sich täglich und wir haben keinen Grund anzunehmen, daß sie nicht schließlich auch bezogen werden. Vor 76 Jahren gelang Wöhler zum erstenmal der Aufbau eines Stoffes, der dem Organismus entstammt und heute ist schon die künstliche Darstellung eines erwachsenen Körpers in greifbare Nähe gerückt. Wir haben keinen Grund anzunehmen, daß uns nicht schließlich die Synthese aller in Frage kommenden Stoffe gelingen wird. Zwar ist der Weg dahin noch weit, aber indem wir ihn gehen, wird er uns erkaufen. Diese von der Materie im ungeduldeten Wege berechneten und dieser Zuwachs wird uns befähigen, diesen Weg zu vollenden.

Andererseits steht es mit der Frage, ob die synthetischen Produkte des Naturerzeugnisses uns endlich machen werden. Im Flugekühnen Phantasie ist sie auch schon bejaht worden. Wie aber der Fabrikzeitalters bis jetzt mit dem Produkt des Organismus im erforderlichen Wettbewerb geteilt ist, da handelt es sich, wie bei dem Indigo und Alizarin,

oder den künstlichen Riechstoffen immer um verhältnismäßig hoch bewertete Substanzen, deren chemischer Aufbau zudem noch ganz erheblich einfacher ist, als der des Zuckers, der Stärke oder gar der Eiweißstoffe.

Selbst bei chemisch so einfachen Substanzen wie dem Weingeist, der auf zahlreichen Wegen schon jetzt ohne Hilfe des Organismus darstellbar ist, können diese Darstellungsmethoden wirtschaftlich nicht mit dem viel billiger arbeitenden Hefepilz in Wettbewerb treten.

Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung sammelt die Pflanze in geheimnisvoller Weise die kleinen Mengen Kohlensäure der Luft, und indem sie den darin enthaltenen Sauerstoff der Atmosphäre zurückgibt, baut sie ein so kompliziertes Gebilde wie es die Stärke in chemischer Hinsicht ist, auf, unter Zuhilfenahme anorganischer Bodenbestandteile fügt sie die Atome zu dem überaus komplizierten Eiweiß zusammen, noch haben wir kaum eine Andeutung, wie der Chemismus dieser wunderbaren Vorgänge ist. Wenn wir im Laboratorium dieselben Stoffe darstellen, wie die Pflanze, so bedienen wir uns viel gröberer Mittel und können daher nicht vorhersagen, ob wir mit der Pflanze einst werden konkurrieren können. Mit unseren jetzigen Mitteln sicher nicht.

Es kommt noch hinzu, dass unsere Nahrungsmittel ja meist nicht einheitliche chemische Stoffe sind, sondern Gemenge und das Zusammensetzen solcher Gemenge ist nicht so einfach. Selbst in Fällen, wie bei dem Wein, der unseren heutigen Untersuchungsmethoden schon verhältnismäßig leicht zugänglich ist, kann man gerade die minimalen Quantitäten von Bestandteilen, welche den einzelnen Sorten ihren Charakter und Wert geben, noch nicht feststellen und zum Zweck der Untersuchung isolieren. Der Kunstwein hat sich daher selbst bei den Chemikern noch keine Anhänger erwerben können, nicht weil er ein Kunstprodukt ist, sondern weil er wirklich schlecht ist.

Ein Nahrungsmittel wird zwar im größten Maßstabe gerade in Deutschland industriell produziert, nämlich der Zucker. Soviel Millionen Zentner davon indessen auch aus den Fabriken hervorgehen, so wird doch nicht ein Gramm davon in denselben erzeugt. Der Zucker ist fertig gebildet in dem Produkt der Landwirtschaft, der Rübe, und die Tätigkeit des Chemikers besteht nur darin, ihn zu isolieren und nach Möglichkeit von fremden Beimengungen zu reinigen.

Alle die künstlichen Nahrungsmittel, die jetzt so viel Verwendung finden, haben einen ähnlichen Ursprung. Der Chemiker stellt sie nicht her, sondern er bringt nur Nahrungsstoff pflanzlichen oder tierischen Ursprungs aus einer uns nicht zusagenden oder für unseren Organismus nicht verwendbaren Form in eine solche, die uns bekönnlich, für uns verwendbar ist. Auf diesem Gebiete hat die angewandte Chemie noch eine große Zukunft.

In der Technik macht sich ganz allgemein eine Tendenz geltend, solche Naturprodukte die man nicht oder nur mit allzuhohen Kosten künstlich herstellen kann, durch Fabrikezeugnisse zu ersetzen, welche für bestimmte Verwendungsgebiete das gleiche oder mehr leisten, als das Naturprodukt. So tritt neben Holz und Stein als Baumaterial, sie teilweise verdrängend, der künstliche Stein, der gebrannte Ziegel, das Eisen. Auch in der chemischen Technik vollzieht sich dieser Prozeß.

So sind die Orseilleflechten, die Cochenille und zahlreiche Farbhölzer fast völlig durch künstliche Farbstoffe verdrängt worden, die chemisch von den Naturprodukten gänzlich verschieden sind, die aber schöner und dauerhafter sind als diese. Bei unseren Nahrungsmitteln ist ein deraußerer Prozeß ausgeschlossen, unser Körper wäre nicht befähigt, Stoffe zu verwerten, die chemisch von der Nahrung verschieden sind, für die er eingerichtet ist.

Auf den ersten Blick scheint in dem vorgenannten chemischen Süßstoff, dem Saccharin ein Kunstprodukt

vorzuliegen, das vielleicht geeignet sei, ein natürliches Nahrungsmittel, den Zucker zu ersetzen. Indessen wird das Saccharin vom Organismus nicht verarbeitet, es kann daher nur die Rolle eines in kleinsten Mengen zu genussbe-
den Gewürzes spielen. Es kann daher keinesfalls den Zucker, soweit er als Nahrungsmittel dient, überflüssig machen. Auf dem Gebiete der Nahrungsmittel wird also, soweit man voraussehen kann, der Chemiker sich darauf be-
schränken müssen, ihre Gewinnung aus dem Organismus, in dem Maße als unsere Kenntnisse wachsen, zu verbessern.

Trotz dieser Grenzen gibt es aber noch weite Gebiete, auf denen chemische Wissenschaft und chemische Technik zum Heile beider Hand in Hand Großes schaffen können. Gerade in unserem Vaterlande hat dieser Bund zum Segen unseres Volkes Erfolge gezeitigt, die vor wenigen Jahren noch nicht zu ahnen waren, und das letzte Menschenalter ist besonders reich daran gewesen. Erreuen wir uns doch seit mehr als dreißig Jahren in einem ge-
einten und starken Vaterlande der Segnungen des Friedens. Unermüdlich konnte auf allen Gebieten an dem Ausbau unserer Kenntnisse weiter gearbeitet werden, und das errungene Wissen konnte hinausströmen in das Leben und anregend und befruchtend wirken, auch außerhalb seines engeren Gebietes.

Bei all seinen anderen großen und schweren Auf-
gaben hat gerade unser Kaiser die Fortschritte der Wissen-
schaften, welchem Zweige sie auch angehören mögen, stets scharfen Blickes im Auge behalten und ist sich stets wohl bewußt gewesen, wie sehr das Wohlergehen weiler Volks-
kreise mit der Blüte der Wissenschaften zusammenhängt. Er ist der Schutzherr aller Bestrebungen, welche zum Besten unseres Volkes dienen können.

Gott segne und schütze den Kaiser!