

NEUERE ERFOLGE UND PROBLEME DER CHEMIE

Experimentalvortrag

gehalten in Anwesenheit S. M. des Kaisers
aus Anlaß der Konstituierung der Kaiser-
Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der
Wissenschaften am 11. Januar 1911 im
Kultusministerium zu Berlin

von

EMIL FISCHER



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1911

ISBN-13: 978-3-642-98689-5 e-ISBN-13: 978-3-642-99504-0
DOI: 10.1007/ 978-3-642-99504-0

Majestät!

Hochansehnliche Versammlung!

Mehr als irgend eine Periode der Vergangenheit ist unsere Zeit geneigt, auf allen Gebieten des Wissens die Grundlagen kritisch zu prüfen und, wenn nötig, tiefgehende Änderungen der Schlüsse vorzunehmen. Das gilt auch für die Naturwissenschaften. Durch neue Beobachtungsmethoden hat sich das tatsächliche Wissen in den letzten Jahrzehnten außerordentlich vermehrt, und gegenüber den neuen Erscheinungen erweisen sich die alten Theorien vielfach als zu eng. Selbst die Grundlagen unserer Erkenntnis scheinen bis zum gewissen Grade veränderungsbedürftig zu sein.

So drängen die Fortschritte der Physik zu Anschauungen, welche unvereinbar sind mit der alten Mechanik, obschon diese noch Denkern wie Hermann von Helmholtz, Heinrich Hertz und Lord Kelvin als unantastbar galt.

Ähnlich steht es mit den Elementen der Chemie. Durch die Entdeckung des Radiums und ähnlicher Stoffe ist man zu der Annahme genötigt, daß die chemischen Elemente nicht unveränderlich, daß also ihre Atome nicht unteilbar sind.

Noch lebhafter geht es in den biologischen Wissenschaften zu. Vergleichende Anatomie, Physiologie der Tiere und Pflanzen, Entwicklungslehre, Mikrobiologie und fast alle Zweige der Medizin befinden sich im raschen Fortschritt der Erfahrung, verbunden mit ebenso raschem Wechsel der Theorien. Auch die halb historischen Naturwissenschaften, die Geologie, Paläontologie, Anthropologie und die altehrwürdige Astronomie nehmen an dem allgemeinen Fortschritt regen Anteil.

In diese vielbewegte Zeit fällt die Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, die ihre nächste Aufgabe in der Errichtung und Unterhaltung von Forschungsinstituten erblickt.

Daß wir Naturforscher diese neue eigenartige Schöpfung mit großer Freude begrüßen, ist selbstverständlich, und ich rechne es mir als besondere Ehre an, unserem ehrfurchtvollen Dank dafür zuerst Ausdruck geben zu dürfen.

Daß die Experimentalforschung in Deutschland bisher ein Aschenbrödel gewesen sei, wird niemand behaupten können. Ein Rückblick auf die Geschichte der Wissenschaft im 19. Jahrhundert lehrt das Gegenteil. Er zeigt eine lange Reihe glänzender naturwissenschaftlicher Entdeckungen, die in unserem Lande gemacht wurden. Auch die mit der Wissenschaft eng verknüpften Industrien und Gewerbe, wie die chemische Industrie, Elektrotechnik, Feinmechanik, die Gewinnung der Metalle, das Gärungsgewerbe und last not least die Landwirtschaft haben bei uns eine Ent-

wicklung genommen, um die wir vielfach von anderen Nationen beneidet werden.

Will man einen äußeren Maßstab für die Erfolge der Naturforschung wählen, so kann man vielleicht die Verteilung der Nobelpreise als solchen gelten lassen; denn diese werden von ganz unabhängigen Korporationen in Schweden verliehen.

Vor vier Wochen ist der Nobelpreis für Chemie zum sechstenmal nach Deutschland gekommen; das sind 60% aller bisher vergebenen chemischen Preise. In dem gleichen Zeitraum fielen auf deutsche Physiker $2\frac{1}{2}$ und auf deutsche Mediziner $3\frac{1}{2}$ Preise. Für die übrigen Naturwissenschaften hat Herr Dr. Alfred Nobel leider nicht gesorgt.

Aber die durch jene Preise ausgezeichneten Untersuchungen gehören zum größten Teil dem 19. Jahrhundert an. Seitdem haben sich die Verhältnisse etwas verschoben. Bekanntlich sind die meisten deutschen Naturforscher gleichzeitig Lehrer an einer Hochschule. An unseren Hochschulen hat sich nun im Laufe der letzten Jahrzehnte ein praktischer Massenunterricht entwickelt, der allen Studierenden die Möglichkeit einer gründlichen experimentellen Bildung gibt, und der auch unsere Industrien mit einem Heer von wissenschaftlich geschulten Beamten versieht. Aber derselbe Massenunterricht verbraucht die Lehrer in hohem Maße, jedenfalls in viel höherem Grade, als für die schaffende Tätigkeit des Forschers nützlich oder auch nur erträglich wäre.

In den modernen Unterrichtslaboratorien herrscht ein Getriebe, wie in einer nicht allzu kleinen Fabrik oder einem kaufmännischen Geschäft, und in der zersplitternden Sorge des Tages verlieren die Dozenten gar zu leicht die Ruhe des Geistes und den weit ausschauenden Blick für die großen Probleme der Forschung. Diese Gefahr ist wohl am schärfsten von den Lehrern der Chemie, zu denen auch ich gehöre, empfunden worden. Es ist deshalb kein Zufall, daß in unserer Kreise während der letzten Jahre der Ruf nach neuen Arbeitsstätten am lautesten ertönte, nach Arbeitsstätten, die befreit von der Last des Unterrichts, die volle Ruhe für das Forschungsexperiment gewähren.

Aber alle unsere Bemühungen haben trotz der Unterstützung durch eine sehr opferbereite Industrie nicht zum Ziele geführt, und wir waren nahe daran, in trauriger Resignation den Plan fallen zu lassen, als der Gedanke Ew. Majestät, alle freigebigen Damen und Herren des Landes zur Unterstützung der Experimentalforschung aufzurufen, uns wie eine vom Himmel gefallene Hilfe erschien.

An Stelle der einen von uns geplanten chemischen Anstalt, deren Unterhaltung dem Reiche zugedacht war, darf die Chemie nun hoffen, bald in den Besitz von zwei Forschungsinstituten zu kommen, wo begabte Männer mit reichen Mitteln und frei von jeder anderen Verpflichtung ihren erfinderischen Sinn betätigen können. Besonderen Vorteil wird davon voraussicht-

lich die jüngere Generation der Chemiker haben. Ich denke dabei an die Männer, die jetzt als Assistenten oder Privatdozenten an den Hochschullaboratorien unter dem Frondienst des Unterrichts nur bei ungewöhnlicher Arbeitskraft den Forderungen des Forschungsexperimentes genügen können.

Was für die Chemie gilt, läßt sich mutatis mutandis für die anderen Naturwissenschaften wiederholen und gilt besonders für neu entstehende Wissensgebiete, für deren Versorgung die schwerfällige Organisation der Unterrichtslaboratorien keine Möglichkeit bietet.

Der Vorsprung, den das Ausland, insbesondere die Vereinigten Staaten von Nordamerika, durch den Besitz ähnlicher Institute in letzter Zeit gewonnen haben, dürfte auf diese Weise wieder eingeholt werden. Wenn die Hoffnungen, die wir alle an die neuen Institute knüpfen, in Erfüllung gehen, so wird es auch in Zukunft für Deutschland an Nobelpreisen nicht fehlen, und wir dürfen dann hoffen, die ehrenvolle Stellung, die wir bisher in der Naturforschung hatten, auch fürderhin zu behaupten.

Daß es sich dabei aber nicht allein um eine Ehrensache, sondern auch um hartklingende materielle Güter handelt, lehrt jeder Blick auf die engen Beziehungen zwischen den Fortschritten der Naturforschung und der modernen Volkswirtschaft. Es ist nicht meine Sache, diese Beziehungen im einzelnen mit Zahlen oder nationalökonomischen Betrachtungen darzulegen. Dagegen möchte ich Sie einladen zu einer

flüchtigen Wanderung durch meine eigene Wissenschaft. Sie wird Gelegenheit bieten, an den neuesten Errungenschaften die Mannigfaltigkeit der Probleme und ihre Fruchtbarkeit auf den verschiedensten Gebieten des Erwerbslebens anzudeuten.

Wie schon erwähnt, hat der Begriff des chemischen Elementes sich etwas geändert durch die Entdeckung des Radiums, des ersten Elementes, das von einer Frau gefunden wurde. Wir kennen jetzt mehr als zwei Dutzend ähnlicher Stoffe, die sogenannten radioaktiven Elemente, und wissen, daß sie spontan zerfallen, daß also elementare Verwandlungen möglich sind.

An diesen wichtigen Untersuchungen hat Deutschland anfangs nur geringen Anteil genommen, obschon die Anregung zur Entdeckung der Radioaktivität von den Röntgenstrahlen ausgegangen ist. Der Grund dafür war, daß Deutschland kein Rohmaterial für die Gewinnung des Radiums besitzt, und daß die meisten deutschen Forscher auch nicht die Mittel haben, das teure Element zu kaufen. Dieser Mangel wurde besonders fühlbar, als das Radium auch in der Heilkunde verschiedentlich nützliche Anwendung fand.

Um so erfreulicher ist eine Erfindung, die in jüngster Zeit von dem Privatdozenten Professor Otto Hahn im chemischen Institut der hiesigen Universität gemacht wurde. Er beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit den Umwandlungsprodukten des Thoriums, das in großer Menge für die Fabrikation der Gasglüh-

strümpfe gebraucht wird. Er hat dabei mehrere radioaktive Elemente entdeckt und das wichtigste davon Mesothorium genannt. Es ist ihm ferner gelungen, ein Verfahren auszubilden, dieses Mesothorium aus den wertlosen Rückständen der Thoriumfabrikation zu isolieren. Ich bin deshalb in der Lage, Ihnen eine Probe des Hahnschen Präparates zu zeigen. Es ist die Bromverbindung des Mesothoriums, ein weißes Salz, das dieselben durchdringenden Strahlen aussendet, wie das entsprechende Salz des Radiums. In bezug auf strahlende Kraft entspricht dieses Präparat 100 Milligramm reinem Radiumbromid, hat aber nur ein Drittel so viel gekostet. Trotzdem ist es nicht billig, denn für diese kleine Menge wurden 11000 Mark bezahlt. Dank einer Stiftung des Herrn Dr. von Böttinger zu Elberfeld wird die hiesige Akademie der Wissenschaften in einigen Monaten 250 Milligramm davon besitzen und an deutsche Forscher ausleihen. Von dem Hahnschen Präparat könnte in Deutschland alljährlich aus den wertlosen Rückständen der Thoriumfabrikation eine Menge gewonnen werden, die mehr als 10 Gramm reinem Radiumbromid entspricht. Das ist ungefähr so viel, wie der ganze Weltvorrat an Radiumsalzen bisher beträgt.

Durch diese Erfindung dürfte die Radiumnot, die bisher in Deutschland herrschte, beseitigt sein.

Der Bereich des chemischen Experiments ist in den letzten Jahrzehnten außerordentlich erweitert worden durch die Möglichkeit, sehr hohe und sehr niedere

Temperaturen bequem herzustellen. Das erste geschieht durch die elektrischen Öfen, wo man leicht bis 3000° kommt. Das zweite wird erreicht durch Kühlung mit flüssiger Luft. Diese kann man jetzt in Berlin kaufen zu dem Preise eines mittelguten Weines, d. h. zu 1.75 Mark das Liter. Das verdanken wir Ew. Majestät, die Herrn Professor von Linde in München veranlaßt haben, hier eine seiner großen Maschinen zur Verflüssigung der Luft aufzustellen. Wie unentbehrlich sie uns geworden ist, mag die Mitteilung beweisen, daß im hiesigen Universitätsinstitut täglich einige Liter für wissenschaftliche Zwecke gebraucht werden.

Noch viel wirksamer ist der flüssige Wasserstoff, dessen Temperatur ungefähr 60° niedriger liegt. Er kocht schon bei -252.6° , also nur 20.4° über dem absoluten Nullpunkt. Flüssigen Wasserstoff kann man in Berlin noch nicht kaufen. Er ist hier überhaupt nicht zu haben. Trotzdem bin ich in der Lage, ihn zu zeigen. Aber das Präparat kommt aus dem physikalischen Institut der Universität Leipzig, wo es heute morgen dargestellt und dann mit einiger Vorsicht hierhin transportiert wurde. Wir wollen aus dem eigentümlich konstruierten Aufbewahrungsgefäß eine Probe in ein durchsichtiges Glas umfüllen, und ich werde die niedere Temperatur durch Eintauchen eines unten geschlossenen Glasrohres beweisen. Beim Herausnehmen des Glasrohres zeigt es sich erfüllt mit einer weißen schneeähnlichen Masse; das ist gefrorene

Luft, die aber außerhalb der Kühlflüssigkeit schon nach wenigen Augenblicken wieder schmilzt.

Der Rest des flüssigen Wasserstoffes, der im Aufbewahrungsgefäß geblieben ist, soll heute noch in den Dienst der Wissenschaft treten. Er wird nämlich nach Beendigung meines Vortrages in das physikalisch-chemische Institut der Universität wandern, um dort heute abend und während der Nacht von Professor W. Nernst zu theoretisch wichtigen Untersuchungen über die spezifische Wärme der Elemente in der Nähe des absoluten Nullpunktes verbraucht zu werden.

Wenn die Kaiser-Wilhelm-Institute für Chemie in Betrieb sind, wird man hoffentlich nicht mehr nötig haben, nach Leipzig zu reisen, um flüssigen Wasserstoff zu bekommen.

Der flüssige Wasserstoff ist zuerst vor etwa zwölf Jahren von Professor Dewar in dem ehrwürdigen Laboratorium der Royal Institution zu London dargestellt worden. Aber die Ausführung des schwierigen Experimentes wurde ihm nur möglich durch die reichen Mittel, die ihm der große Donator der Chemie, Dr. Ludwig Mond, zur Verfügung stellte. Dr. Mond hat übrigens auch sein deutsches Vaterland und die deutsche Wissenschaft nicht vergessen. Die Universität Heidelberg, wo er studierte, erhielt von ihm durch Testament eine Million Mark für chemische und physikalische Forschung, und zu der von uns geplanten chemischen Reichsanstalt hat er ebenfalls schon vor mehreren Jahren 200 000 Mark beigesteuert.

Die anorganische Chemie, die man vor 30 Jahren fast für abgeschlossen hielt, hat durch die neuen Hilfsmittel, z. B. die hohen Temperaturen, die starken elektrischen Ströme usw. einen ungeahnten Aufschwung genommen. Ich will das hier nur zeigen an einigen technisch wichtigen Prozessen und beginne mit den Versuchen, den Stickstoff der Luft für die Bereitung von wertvollen Stickstoffverbindungen zu benutzen.

Die direkte Verwandlung der Luft in Salpetersäure durch starke elektrische Entladung ist in das Stadium der Großfabrikation eingetreten. Augenblicklich wird in Norwegen, in der Nähe eines mächtigen Wasserfalles, ein Riesenwerk errichtet von deutschen Fabriken in Verbindung mit norwegischen Ingenieuren, unterstützt durch deutsches und französisches Kapital.

Künstlicher Salpeter ist schon am Markte, und die deutschen Farbenfabriken decken einen erheblichen Teil ihres Bedarfes an salpetrigsauren Salzen aus derselben Quelle.

Noch etwas früher in Betrieb gekommen ist das sehr originelle Verfahren zur Bereitung des Kalkstickstoffs aus Kalziumkarbid und Luftstickstoff, das von Professor A. Frank und Dr. N. Caro in Charlottenburg gefunden wurde.

Und schon hat sich ein drittes Verfahren angekündigt, welches darauf hinausläuft, den atmosphärischen Stickstoff direkt mit Wasserstoff zu Ammoniak zu vereinigen. Durch sinnreiche Benutzung der physikalisch-chemischen Lehren ist es nämlich dem Professor

Haber in Karlsruhe gelungen, die Schwierigkeiten zu beseitigen, die der praktischen Ausnutzung der Synthese bisher im Wege standen.

Die bekannte Badische Anilin- und Sodafabrik zu Ludwigshafen a. Rh. hat seine Patente übernommen und das Verfahren technisch so weit vervollkommen, daß man wahrscheinlich das synthetische Ammoniak demnächst auch auf dem Markte sehen wird.

Je mehr solcher Verfahren entstehen und je schärferen Wettbewerb sie sich machen, um so besser ist es für den Verbrauch. Im vorliegenden Falle hat das eine besondere Bedeutung, weil die Hauptmasse der Stickstoffverbindungen von der Landwirtschaft als künstlicher Dünger verwendet wird.

Nach dem Urteil von Sachverständigen würde die deutsche Landwirtschaft leicht das doppelte, ja das dreifache des heutigen Verbrauches an Stickstoffverbindungen aufnehmen können, wenn der Preis entsprechend herabgeht. Vielleicht würde sie dadurch ihre Ernten so steigern können, daß Deutschland in Bezug auf Bodenprodukte vom Ausland unabhängig wäre. Der chemischen Industrie ist also hier eine Aufgabe von großer nationaler Bedeutung gestellt.

Das zuletzt erwähnte Verfahren, die Synthese des Ammoniaks, hat den Vorzug, daß es keine Elektrizität, sondern nur Wärme, mit anderen Worten nur Heizmaterial verlangt, das Deutschland in ausreichender Menge besitzt. Bemerkenswert ist ferner, daß seine Rentabilität von dem Preise des Wasserstoffs abhängt,

der neben dem billigen Stickstoff der Luft als Rohmaterial dient. Die Aufgabe, billigen Wasserstoff herzustellen, ist nun von der chemischen Industrie bereits gelöst infolge der Anregung, die von der Luftschiffahrt ausging. Dadurch wird die alte Erfahrung wieder bestätigt, daß alle gewerbliche Tätigkeit ineinander übergreift, und daß Verbesserungen an einem Punkte auf ganz entfernt liegenden Gebieten fruchtbar werden können.

Ein solches Verhältnis gegenseitiger Befruchtung besteht auch zwischen der wissenschaftlichen Chemie und der Bereitung der Metalle. Die Gewinnung von Gold, Silber, Kupfer hat durch die Anwendung elektrochemischer Methoden an Einfachheit außerordentlich gewonnen. Das Studium der Metallegierungen und die billige Bereitung früher schwer zugänglicher Metalle, wie Chrom, Wolfram, Mangan, Vanadin, Tantal, ist der Stahlindustrie und Elektrotechnik zugute gekommen.

Und um das Neueste auf diesem Gebiete nicht zu vergessen, präsentiere ich Ihnen hier eine neue Sorte von Eisen, sog. Elektrolyteisen. Es ist von den Langbein-Pfanhauser-Werken in Leipzig nach einem Verfahren, das der Privatdozent Professor Franz Fischer im hiesigen Universitätsinstitut gefunden hat, durch Abscheidung aus einer Lösung von Eisensalz mittels des elektrischen Stromes hergestellt. Außer festen, bis zu 5 mm dicken Platten, die sich leicht walzen und zu Draht ziehen lassen, sehen Sie ein hell-

glänzendes Blech, das nicht poliert ist, sondern direkt in diesem Zustande von der Elektrode abgelöst wurde, ferner ein schlangenförmig gewundenes Eisenrohr ohne Naht, das in der gleichen Weise auf einer Bleiform abgeschieden wurde.

Dieses Eisen unterscheidet sich von allen bekannten Sorten des Handels durch seine außerordentliche Reinheit. Infolgedessen besitzt es auch andere physikalische Eigenschaften. Insbesondere wird es viel rascher magnetisch und verliert auch den Magnetismus wieder schnell. Es liefert deshalb sehr wirksame Elektromagnete. Der hier vor Ihnen stehende Elektromotor von gewöhnlichem Typ hatte früher nur 0,5 PS. Nachdem die alten Elektromagnete durch Elektrolyteisen ersetzt sind, ist die Leistungsfähigkeit auf 1,25 PS. gestiegen. Für den Bau von Elektromotoren dürfte also dieses neue Eisen eine große Bedeutung gewinnen.

Unsere heutige materielle Kultur ist zum erheblichen Teil auf die Ausnutzung der fossilen Brennstoffe, Steinkohle und Braunkohle gegründet. Eine spätere Zeit wird uns aber nicht den Vorwurf ersparen, daß wir mit diesem kostbaren Material arge Verschwendung getrieben haben. Wird nämlich durch Heizung mit Kohle in der gewöhnlichen Weise Dampf erzeugt und dieser durch Dampfmaschinen in mechanische Bewegung umgesetzt, so gehen mehr als 85% der ursprünglichen, in der Kohle enthaltenen Energie verloren. Dieser Verlust läßt sich aber durch eine

zweckmäßige chemische Behandlung der Kohle erheblich vermindern. Verwandelt man nämlich erst die Kohle in brennbare Gase, sog. Kraftgas und verbrennt dieses in Gasmotoren, so kann die Ausbeute an nutzbarer Kraft gegenüber der Dampfmaschine auf das dreifache gesteigert werden. Als Nebenprodukte werden wertvolles Ammoniak und Teer gewonnen, und die für die Bereitung des Kraftgases bisher benutzten Verfahren sind zweifelsohne noch in mannigfacher Hinsicht veränderungs- und verbesserungsfähig. Ich kann mir deshalb denken, daß einmal in den Zentren der Kohlenindustrie besondere Institute — vielleicht im Rahmen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft — entstehen, wo mit allen Mitteln der Wissenschaft und im engsten Anschluß an die Praxis diese wichtigen Fragen bearbeitet werden.

Die fossilen Brennmaterialien, welche ursprünglich dem Pflanzenreich entstammen, bilden gleichsam eine Brücke zwischen den mineralischen und den organischen Stoffen. Die Chemie der letzteren übertrifft durch Mannigfaltigkeit der Methoden und der Erzeugnisse die Mineralchemie in hohem Maße. Das ist kein Wunder, denn sie umfaßt alle die komplizierten chemischen Stoffe, die im Pflanzen- und Tierkörper kursieren. Die Zahl der genau untersuchten organischen Verbindungen kann man heute auf 150 000 schätzen, und jedes Jahr kommen 8—9000 dazu. Es läßt sich deshalb ausrechnen, daß am Ende dieses Jahrhunderts die organische Chemie den Formenreichtum der Lebe-

welt, Pflanzen- und Tierreich zusammengenommen, erreicht haben wird.

Diese rapide Vermehrung ist das Werk der sog. organischen Synthese. Aus wenigen Elementen, unter denen der Kohlenstoff hervorragt, baut sie nach wunderbaren Methoden alle diese Kombinationen auf, ähnlich wie der Architekt aus demselben Backstein die verschiedenartigsten Gebilde erstehen läßt.

Die organische Synthese ist ein Berliner Kind. Sie begann hier in der Niederwallstraße vor 82 Jahren mit der künstlichen Herstellung des Harnstoffs durch Friedrich Wöhler. Sie ist auch in Deutschland am meisten gepflegt worden. Sie schreckt heute vor den kompliziertesten Bestandteilen des lebenden Organismus nicht mehr zurück. Ich will das zeigen an den drei Klassen von Stoffen, die an Masse in der Lebewelt überwiegen, den Fetten, Kohlenhydraten und Eiweißkörpern. Die Synthese der Fette ist schon vor zwei Menschenaltern von M. Berthelot in Paris verwirklicht worden. Die ersten künstlichen Kohlenhydrate, Traubenzucker, Fruchtzucker usw. haben vor 20 Jahren in Würzburg das Licht der Welt erblickt. Und die Methoden zum künstlichen Aufbau eiweißartiger Stoffe wurden im letzten Jahrzehnt im hiesigen Universitätsinstitut ausgearbeitet. Infolgedessen bin ich in der Lage, eins von diesen Produkten vorzuzeigen. Es ist der komplizierteste Stoff, den bisher die Synthese hervorbrachte, und hat einen so langen Namen (l-Leucyl-triglycyl-l-leucyl-triglycyl-l-leucyl-octaglycyl-glycin),

daß ich es nicht wage, ihn hier auszusprechen. Die Menge des Präparates ist recht gering, und wie Sie in der Folge noch sehen werden, unterscheiden sich die Gläser der Gelehrten allgemein durch bemerkenswerte Kleinheit von den Töpfen der Fabrikanten. Das entspricht in der Größenordnung ungefähr den Besitzverhältnissen dieser beiden Sorten von Menschen.

Trotzdem ist der künstliche eiweißartige Stoff, ebenso wie das Hahnsche Präparat, durchaus nicht billig. Die Rohmaterialien, die für seine Bereitung erforderlich waren, haben gegen 1000 Mark gekostet, und die darauf verwandte Arbeit kann man wohl noch höher veranschlagen. Zum Verfüttern eignet er sich also nicht. Er bildet überhaupt nur ein Kuriosum. Aber was heute nur Kuriosum ist, kann morgen schon nützlich werden. Beispiele dafür bietet die Chemie genug.

Durch solche Dinge, wie Eiweißstoffe, Kohlenhydrate, Fette usw. steht nun die organische Chemie in engster Fühlung mit den biologischen Wissenschaften; denn der ganze Stoffwechsel im lebenden Organismus ist eine Aufeinanderfolge chemischer Verwandlungen, die sich an diesen Stoffen vollziehen. Infolgedessen ist die Chemie berufen, mitzuarbeiten an der Lösung der großen Rätsel des Lebens, Ernährung, Wachstum, Befruchtung, Vererbung, Altern, und den mannigfaltigen krankhaften Störungen des normalen Zustandes. Man wird sich nicht wundern, daß auf diesem interessanten Gebiete regste Tätigkeit herrscht, und man darf wohl erwarten, daß auch in

den neuen Kaiser-Wilhelm-Instituten dem biologischen Zweige unserer Wissenschaft Rechnung getragen wird.

Wie fruchtbar das Zusammenwirken von Biologen und Chemikern auch für die Praxis werden kann, zeigt das Beispiel des hiesigen großartigen Institutes für Gärungsgewerbe, wo die Resultate der wissenschaftlichen Forschung auch gleichzeitig für die praktischen Bedürfnisse des Brauers und Brenners zurechtgestutzt werden.

Das Institut hat sich an der kleinen Ausstellung des heutigen Abends durch eine Reihe schöner Pilzkulturen und Hefepräparate beteiligt.

Aber auch die chemische Industrie und viele andere Gewerbe haben von der organischen Chemie reichen Nutzen gehabt. Einige Beispiele aus der neueren Zeit sollen es erläutern.

Unter den Kohlenhydraten ist die Zellulose (Zellstoff) durch ihr massenhaftes Vorkommen in der Pflanzenwelt ausgezeichnet. Sie bildet die Baumwolle und das Leinen und ist der Hauptbestandteil des Holzes, sowie aller anderen festen Gerüste der Pflanze. Was wird heutzutage nicht alles aus Zellulose gefertigt! Papier, Kollodium, Zelluloid, photographische Films, rauchloses Pulver, künstliche Seide, künstliche Haare, künstliches Leder.

Das Papier ist in unserer papierenen Zeit keine Sehenswürdigkeit, ebensowenig Zelluloid und Kollodium. Das rauchlose Pulver und die übrigen mannigfachen Sprengstoffe der organischen Chemie habe ich

auch nicht mitgebracht, weil mir das Kultusministerium dafür ein zu friedlicher Ort zu sein scheint. Aber künstliche Seide, Roßhaare und Films sehen Sie hier in mannigfaltiger und prächtiger Ausstattung. Sie stammen aus den Werken des Fürsten G. von Donnersmarck. Und um die Konkurrenz nicht zu vergessen, zeige ich hier noch photographische Films aus der hiesigen Anilinfabrik, die im Gegensatz zu der gewöhnlichen Ware äußerst schwer verbrennen. Alle diese Produkte sind durch sinnreiche Kombination von chemischen und mechanischen Verfahren hergestellt. Um Mißverständnissen vorzubeugen, muß ich übrigens betonen, daß künstliche Seide und Haare trotz der äußeren großen Ähnlichkeit eine ganz andere chemische Zusammensetzung haben als die Naturprodukte, die nicht aus Zellulose bestehen, sondern zu den Eiweißstoffen gezählt werden.

Die prächtigen Farben, die man auf den künstlichen Faserstoffen bewundern kann, entstammen selbstverständlich auch der Kunst des Chemikers. Sie gehören zu den synthetischen Teerfarbstoffen. Dieses Kapitel ist heute so groß, daß an den Hochschulen semesterlange Vorlesungen darüber gehalten werden. Hunderte solcher Farben sind im Handel zu haben, und der Wert der in Deutschland erzeugten Ware beläuft sich auf rund 300 Millionen Mark. Der größte Teil davon geht ins Ausland.

Von alledem will ich nur den synthetischen Indigo vorzeigen, weil er am meisten Mühe gemacht hat,

dafür aber auch einen schönen wirtschaftlichen Erfolg erzielte. Das prächtig kristallisierte Präparat ist durch Sublimation hergestellt und stammt aus der Badischen Anilin- und Sodafabrik. Außerdem wird es noch von den Farbwerken Höchst a. M. fabriziert.

Das synthetische Produkt ist nicht allein viel reiner und schöner, sondern auch erheblich billiger als der natürliche Farbstoff. Infolgedessen ist die Kultur der Indigopflanze in Indien schon auf ein Sechstel des früheren Umfanges zurückgegangen und wird voraussichtlich bald ganz verschwinden. Auch die Asiaten färben heute ihre Woll- und Baumwollstoffe mit deutschem Indigo, von dem im Jahre 1909 für 38 Millionen Mark exportiert wurden.

Hier ist wohl auch der Ort, der beiden wichtigsten Farbstoffe der Lebewelt zu gedenken, des Blattgrüns und des Blutfarbstoffs. Das erste spielt eine große Rolle bei dem fundamentalen chemischen Prozesse, auf dem die Existenz der ganzen Lebewelt beruht. Ich meine die Umwandlung der atmosphärischen Kohlensäure in Zucker, die unter Wirkung des Sonnenlichtes in den grünen Pflanzenblättern sich abspielt.

Der rote Blutfarbstoff aber hat in unserem eigenen Leibe die wichtige Aufgabe, den Sauerstoff aus den Lungen nach den Geweben zu transportieren und so den Verbrennungsprozeß zu ermöglichen, der die Quelle unserer körperlichen und geistigen Kraft ist.

Von dem Blattgrün kann ich zwei reine Proben vorzeigen, von denen eine kristallisiert ist. Ich ver-

danke die seltenen Präparate dem Professor R. Willstätter in Zürich, der während der letzten Jahre den Farbstoff mit besonders großem Erfolg studiert hat. Auch der Blutfarbstoff ist in neuerer Zeit in Stuttgart und München eingehend untersucht worden. Bei diesen Forschungen hat sich das merkwürdige Resultat ergeben, daß Blattgrün und Blutfarbstoff chemisch nahe verwandt sind. Das bedeutet also eine Art von Blutsverwandtschaft zwischen Tier- und Pflanzenreich. Sie dürfte aber sehr alt sein, d. h. bis in jene ferne Zeit zurückgehen, wo Tier- und Pflanzenreich noch nicht geschieden waren.

Größere wirtschaftliche Bedeutung als die Teerfarbstoffe hat der Kautschuk. Sein Verbrauch ist in fortwährendem Steigen begriffen und wird jetzt auf 70000 Tonnen im Jahre geschätzt. Berechnet man das Kilo zum Mittelpreise von 10 Mark, so entspricht das 700 Millionen. Es ist deshalb begreiflich, daß er die Aufmerksamkeit der synthetischen Chemiker erweckt hat, und seit $\frac{3}{4}$ Jahren hört man auch in der Öffentlichkeit von Versuchen, ihn künstlich herzustellen. In der Tat ist es schon im August 1909 den Chemikern der Elberfelder Farbenfabriken Dr. F. Hofmann und Dr. C. Coutelle gelungen, hierfür ein brauchbares Verfahren zu finden. Als Ausgangsmaterial benutzten sie das sogenannte Isopren, eine leicht bewegliche, dem Benzin ähnliche Flüssigkeit, die selbst ebenfalls aus noch einfacheren Materialien synthetisch hergestellt werden kann. Diese Flüssigkeit läßt sich durch

bloßes Erhitzen in geschlossenen Gefäßen zu Kautschuk umwandeln. Ich zeige hier ein geschlossenes Glasrohr, das ursprünglich mit dem leicht beweglichen flüssigen Isopren gefüllt war, jetzt aber nach dem Erhitzen eine Gallerte enthält. Das ist synthetischer Kautschuk. In größeren Mengen bereitet ist er, wie dieses Präparat hier zeigt, etwas konsistenter und schwach gelb gefärbt. Daß es sich hier um wirklichen Kautschuk handelt, hat der um die wissenschaftliche Erforschung des Kautschuks sehr verdiente Professor Harries in Kiel sicher nachgewiesen; er hat dann auch selbständig ein anderes Verfahren für diesen Zweck gefunden.

Wenn die Synthese ein solches Gebiet erobert hat, so ist sie nicht auf das einzelne in der Natur vorkommende Produkt beschränkt, sondern sie vermag auch eine große Anzahl ähnlicher Stoffe zu erzeugen. Sie werden deshalb kaum erstaunt sein, daß ich hier noch andere Kautschuksorten vorzeige, die nicht aus Isopren, sondern aus ähnlichen Flüssigkeiten, z. B. dem Dimethylbutadien, gewonnen sind. Wir nennen solche Produkte Homologe. Sie haben ganz ähnliche Eigenschaften wie der Kautschuk, aber eine etwas andere chemische Zusammensetzung. Welcher von diesen verschiedenen synthetischen Stoffen für die praktische Verwendung am meisten geeignet ist, läßt sich noch nicht sagen. Dasselbe gilt für die viel wichtigere Preisfrage. Bedenkt man aber das Schicksal des natürlichen Indigos, des Krappfarbstoffes und ähnlicher

Naturkörper, so kann man sich der Hoffnung nicht verschließen, daß auch der synthetische Kautschuk mit dem natürlichen allmählich in erfolgreichen Wettbewerb treten wird.

In dieselbe Gruppe wie Kautschuk gehört der Kampfer. Auch er wird jetzt im großen künstlich gewonnen. Die hiesige Chemische Fabrik auf Aktien (vorm. Schering) ist damit vorangegangen. Aber jetzt beteiligen sich auch andere Firmen an seiner Herstellung. Dadurch ist das Kampfermonopol der japanischen Regierung, das sie durch die Eroberung der Insel Formosa erwarb, durchbrochen worden.

Als Merkwürdigkeit lasse ich nun ein künstliches Harz folgen, das dem Bernstein in den äußeren Eigenschaften sehr ähnlich ist und, wie die Halsketten, Kämmen, Zigarrenspitzen usw. hier zeigen, als Ersatz dafür benutzt werden kann. Die Gegenstände sind mir von der hiesigen Bakelite-Gesellschaft zur Verfügung gestellt worden. Das Harz führt nämlich den Namen Bakelite. Es wird aus Bestandteilen des Steinkohlenteers nach einem Prozeß gewonnen, der im Prinzip schon lange bekannt ist. Aber seine technische Ausarbeitung und die praktische Verwertung des Präparats ist das Verdienst des amerikanischen Chemikers Baekeland.

Im engen Bunde mit der Medizin bemüht sich die synthetische Chemie eifrig um die Auffindung neuer Heilmittel. Ihre große Fülle zwingt mich wieder zu einer sehr bescheidenen Auslese.

In dieser Flasche sehen sie ein weißes Pulver, ein jetzt viel gebrauchtes Schlafmittel, Veronal genannt. Es hat mit den alten Schlafmitteln des Pflanzenreichs, dem Opium usw. gar nichts zu tun. Es ist vielmehr ein rein synthetisches Produkt. Der zehnte Teil dieser Menge würde genügen, die ganze Versammlung in einen sanften Schlummer zu versetzen. Sollte aber schon die bloße Demonstration des Mittels in Verbindung mit dem Vortrag bei einigen bevorzugten Personen eine solche Wirkung hervorrufen, so gibt es dafür kein besseres Gegenmittel, als eine Tasse Tee, wie sie uns ja in Aussicht gestellt ist. Denn der Tee enthält einen chemischen Stoff, der belebend auf das Nervensystem und die Herztätigkeit einwirkt. Er ist auch im Kaffee enthalten und wurde darin schon vor 90 Jahren hierzulande von Runge gefunden. Der humoristisch angelegte Entdecker gab ihm den Namen „Kaffeebase“, der aber später in das vornehmer klingende Kaffeein umgewandelt wurde. Es ist ein eigener Zufall, daß auch die Synthese des Kaffeeins hier im Universitätsinstitut vor 15 Jahren verwirklicht wurde. Daraus hat sich dann eine Fabrikation ergeben. Der Inhalt dieser Flasche hier ist synthetisches Kaffeein, hergestellt von der Firma C. F. Böhringer und Söhne in Mannheim. Es wird in großer Menge bereitet aus einem Bestandteil des Guanos, der sog. Harnsäure. Aber es hat eine so gründliche chemische Verwandlung und Reinigung durchgemacht, daß ihm von den unangenehmen Eigenschaften des Rohmaterials nichts mehr

anhaftet. Der Chemiker kann darum auf solche Stoffe dieselbe Redensart anwenden, die der Kaiser Vespasian für das Geld gebrauchte, das ihm als Steuer aus einer unsauberen Quelle zuging: „non olet“ (es riecht nicht).

Das reine Kaffein wird bisher nur als Medikament, allerdings in recht erheblichen Mengen gebraucht. Eine ungleich größere Bedeutung aber hat es als das belebende Prinzip von Kaffee, Tee, Kolanuß, Paraguaytee. Infolgedessen ist es nächst dem Alkohol sicher das am meisten gebrauchte Genußmittel. Sobald es gelingt, auch das Aroma von Kaffee und Tee synthetisch herzustellen — und das liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit — steht der künstlichen Bereitung dieser Getränke nichts mehr im Wege. Und wenn beim 50jährigen Jubiläum der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft der Herr Kultusminister wieder zum Tee einladet, so ist es hoffentlich synthetischer.

Die organische Synthese beschränkt sich nicht auf die Stoffe des Pflanzenreiches, sie geht mit derselben Kühnheit an die Produkte des Tierleibes heran.

Ein lehrreiches Beispiel dafür bietet ein merkwürdiger Stoff (Adrenalin), der in unserem eigenen Leibe von der Nebenniere bereitet wird und bei der Regelung des Blutdrucks stark beteiligt ist. Bald nachdem man ihn aus der Nebenniere in reiner Form abgeschieden hatte, gelang dem Chemiker der Höchster Farbwerke Dr. F. Stolz die künstliche Herstellung aus

Bestandteilen des Steinkohlenteers. Das synthetische Produkt wird jetzt von den Höchster Farbwerken unter dem Namen „Suprarenin“ in den Handel gebracht. Seine ganz verdünnte wäßrige Lösung bewirkt eine starke Kontraktion der Blutgefäße und infolgedessen Blutleere der Gewebe. Pinselt man z. B. auf eine blutreiche Hautfläche — sagen wir eine rote Nase — diese Flüssigkeit, so erblaßt sie nach einigen Minuten. Leider erfolgt die Bleichung wegen der verschiedenen Durchlässigkeit der Epidermis nicht gleichmäßig. Da die Wirkung des Mittels auch nach einiger Zeit aufhört und dann die alte Röte wiederkehrt, so ist es als Kosmetikum nicht zu gebrauchen. Dagegen findet es in der Chirurgie eine sehr nützliche Anwendung. Manche Eingriffe lassen sich bei Anwendung des Mittels ohne Blutung vollziehen. Das ist bei Operationen am Auge, in der Mundhöhle, der Nase sehr angenehm.

Die Farbwerke in Höchst, die mir das Präparat in der mannigfaltigen Aufbereitung, wie Sie es hier sehen, zur Verfügung stellten, haben auch noch verschiedene Proben des neuen arsenhaltigen Heilmittels „Ehrlich-Hata“ beigefügt. Es führt jetzt den Namen „Salvarsan“. Wer darüber Näheres wissen will, kann es aus berufenerem Munde erfahren, denn der Entdecker, Herr Professor Ehrlich, weilt in unserer Mitte.

Auch die lieblichsten Kinder der Flora, die wohlriechenden Blumen, müssen sich den Wettbewerb der

Synthese gefallen lassen. Die Riechstoffindustrie hat dadurch einen großen Aufschwung genommen und erzeugt allein in Deutschland Waren im Werte von 40—45 Millionen Mark. Von ihren zahlreichen Produkten kann ich hier nur einige Proben zeigen. Diese Flasche enthält künstlichen Veilchenduft, sog. Jonon, entdeckt im hiesigen Universitätsinstitut von dem verstorbenen Professor F. Tiemann und fabriziert von Haarmann & Reimer in Holzminden. Der Inhalt der Flasche würde genügen, nicht allein das Kultusministerium, sondern auch die ganze Straße „Unter den Linden“ in eine Wolke von Veilchenduft zu hüllen; denn die Riechkraft dieser Stoffe ist außerordentlich groß.

Im Gegensatz zu dem einheitlichen Jonon sind die meisten natürlichen Blumengerüche komplizierte Gemische von Riechstoffen. Trotzdem ist auch ihre Reproduktion mit Erfolg versucht worden. Unter den hier aufgestellten Blütendüften befinden sich Maiglöckchen, Jasmin, Flieder, Tuberose und endlich als größte Merkwürdigkeit das künstliche Rosenöl. Obschon das natürliche Öl mehr als $1\frac{1}{2}$ Dutzend verschiedene Aromatika enthält, ist es doch den Chemikern der Leipziger Riechstoffindustrie (Heine & Co., Schimmel & Co.) durch langwierige Untersuchungen gelungen, alle diese Bestandteile zu isolieren, sie einzeln künstlich herzustellen, oder aus anderen billigen Ölen zu gewinnen, und dann wieder im richtigen Mengenverhältnis zusammenzubringen. Es gehört jetzt schon eine feine

Nase dazu, um das künstliche Produkt vom natürlichen Rosenöl zu unterscheiden.

Ich will nur hoffen, daß die hohe Protektorin der Rosen Ihre Majestät die Kaiserin diesen Eingriff der chemischen Synthese in das bisherige Monopol ihrer Lieblinge nicht verübeln wird. Vielleicht ist sie milder gestimmt, wenn Ew. Majestät die Gnade haben wollen, eine Probe des künstlichen Produktes anzunehmen und Ihrer Majestät der Kaiserin als Huldigung der chemischen Industrie zu überbringen.

Diese Beispiele zeigen, wie erfolgreich die organische Synthese sich bemüht hat, der Natur ins Handwerk zu pfuschen. Das Gesagte wird aber auch genügen zum Beweise, daß die Chemie, und mit ihr, allgemein gesprochen, die gesamte Naturwissenschaft, das wahre Land der unbegrenzten Möglichkeiten ist. An der Erschließung dieses Landes und der Hebung der darin verborgenen Schätze sollen sich nun in Zukunft die Kaiser-Wilhelm-Institute beteiligen. Man darf nun allerdings nicht erwarten, daß sie gleich alles machen und die anderen wissenschaftlichen Anstalten ganz beiseite schieben werden. Wir Alten fühlen uns noch keineswegs so schwach, uns das gefallen zu lassen. Wir wollen uns im Gegenteil nach besten Kräften bemühen, den jungen Instituten tüchtigen Wettbewerb zu machen. Das wird beide Teile frisch erhalten.

Aber darüber kann doch kein Zweifel bestehen, daß die Patenkinder des deutschen Kaisers in der

frischen gesunden Luft des Grunewalds, und selbstverständlich bei reichlicher Ernährung durch die Herren Donatoren, sich bald kräftig entwickeln und zu rühmlichen Stätten der Forschung heranwachsen werden.

So darf man denn zuversichtlich hoffen, daß eine spätere Zeit die heutige Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft als einen Segen für die Pflege der Naturforschung im deutschen Lande preisen wird.
