

# Zeitschrift für angewandte Chemie

Band I, S. 257—264

Aufsatzteil

26. Oktober 1920

## Die chemische Industrie, Rückblicke und Ausblicke.

Von Prof. Dr. HANS GOLDSCHMIDT, Berlin-Grünwald.

(Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker zu Hannover 1920, in der I. Allgemeinen Sitzung.)

(Eingeg. am 13./9. 1920.)

Meine Damen und Herren!

Wenn ich hier die doppelte Aufgabe zu lösen versuche, einen kurzen Rückblick zu geben über einiges, was wir auf dem Gebiete der technischen Chemie in den letzten Jahren geleistet haben, und weiter versuche, Aussicht zu halten auf das Neuland, das vor uns liegt und der Beackerung harret, so folge ich hiermit einer lebenswürdigen Aufforderung des rührigen Bezirksvereins Hannover. Denn ich bin mir wohl bewußt, daß, wenn ich versuche, Ihnen in kurzen Zügen Bericht zu erstatten über das, was unsere nächste Zukunftsaufgabe sein wird, ich diesem Kreise Neues nicht sagen kann. Trotzdem sollen wir an Festtagen, wie die Kongreßwoche sie uns bedeutet, wo wir aus allen Gauen unseres Vaterlandes uns hier zusammenfanden, die Gelegenheit ergreifen, innezuhalten in der Arbeit, um zurück und vorwärts zu schauen auf den steinigen Weg, den wir durchmessen haben und noch beschreiten müssen.

Und wir können mit Stolz zurückblicken auf das, was wir geleistet haben, Dank der Arbeit und Tüchtigkeit unserer Chemiker. An Chemikern mangelt es in unserem Vaterlande wahrhaftig nicht. Es ist deswegen unsere Pflicht, nachzusinnen, wie wir dieses geistige Kapital beschäftigen, um eine Flucht des geistigen Kapitals zu verhindern, die schlimmer ist als die des Geldes. Wir gedenken des Jahres 1848, in welchem viele der begabtesten Söhne unser Vaterland verließen, um besonders in der Schweiz und Nordamerika Träger der Kultur zu werden.

Eine Hauptsorge bildet für uns die Brennstofffrage. Es erübrigt sich, an dieser Stelle nochmals zu wiederholen oder zahlenmäßig zu belegen, was in vielen Ausführungen bereits niedergelegt wurde: Daß der Raub unserer Kohlschätze im Saargebiet, die Bedingungen unserer Kohlenlieferungen an die Feindstaaten, die Entwicklung unserer chemischen Industrie schwer bedrohen; daß der Schornstein so mancher chemischen Fabrik seit den Tagen von Versailles und Spa stetig schwächer rauchte, während doch gerade die Entente an dem Gedeihen desjenigen Industriezweiges, den wir hier vertreten, ein Hauptinteresse bekunden sollte. Desto mehr begrüße ich es als ein Zeichen der Initiative unserer Technik, daß in dem Augenblick, wo die Kohle für uns knapp wurde, wir es verstanden, die ungeheuren Schätze unserer Moore, die der Torso unseres Vaterlandes uns übrig ließ, als Heiz- und Kraftquelle in Angriff zu nehmen. Die Moore Deutschlands umfassen eine Fläche von der Größe Württembergs, die wir, wie wir heute hörten, technisch nutzen und landwirtschaftlich kultivieren können. Hannover, die Stätte unserer Tagung mit dem hiesigen Moorforschungsinstitut unter der zielbewußten Leitung von Keppeler, bildet einen Vorort dieser wertvollen Bestrebungen. Es wäre zu wünschen, daß dem Institute die nötigen finanziellen Mittel zu Teil würden, ohne welche ein erfolgreiches wissenschaftliches Arbeiten nicht möglich ist.

Auf dem Gebiete der Entgasung, Vergasung, Verbrennung stehen wir an der Schwelle einer neuen Entwicklung, die ich mit den Worten „Tieftemperaturteer“ oder „Urteer“ und „Verflüssigung der Kohle“ andeuten möchte. Wie sich an den Namen Hannover die technische Moorforschung knüpft, so an den Namen Mülheim die Kohlenforschung. Auch hier unterrichtete uns der erste der heutigen Vorträge von dem Stande der Arbeiten. Das Kohlenforschungsinstitut in Mülheim, unter der erfolgreichen Leitung von Franz Fischer, die Brennkrafttechnische Gesellschaft und zahlreiche Firmen studieren die Bedingungen einer rationalen Auswertung der Kohle, die sich vielleicht noch in ganz anderen Bahnen bewegen wird, als wir sie bisher betraten. Immer dringlicher wird der Mangel an Treibmitteln, und zwar nicht nur bei uns. Die Gewinnung „künstlicher“ Benzine wird eines der wichtigsten Probleme der nächsten Jahre bleiben. Wie weit die „Verflüssigung der Kohlen“ nach dem bekannten Verfahren von Bergius gedeihen und in der Praxis ausgeführt ist, entzieht sich meiner Kenntnis.

Auch die Metallgewinnung sieht sich vor manche neue Aufgabe gestellt. In erster Linie ist es nötig, ärmere Eisenerze mehr zur Verwendung heranzuziehen. Auch hier sind bereits wichtige

Arbeiten im Gange, und zwar unter Anwendung des Flotationsverfahrens.

Auf zwei Metalle möchte ich besonders hinweisen, die immer noch in recht primitiver Weise hergestellt werden. Die Metallurgen sollten sich mit weit größerem Eifer einer verbesserten Herstellung dieser Metalle widmen. Zuerst sei das Aluminium genannt. Wir stellen es immer noch, wie vor einem Menschenalter, elektrolitisch her, in vielen einzelnen Apparaten in recht umständlicher und teurer Weise; es scheint die Möglichkeit vorzuliegen, es elektrophoretisch darzustellen, wobei sich neben Carbid auch reines Aluminium abscheidet. Ich weise auf die Arbeit von Askanius hin.

Aber noch weit rückständiger ist unsere Zinkdarstellung. Ich möchte den Ausdruck gebrauchen, daß sie dem heutigen Stande der Technik „unwürdig“ erscheint. In Retorten wird unter großen Verlusten (6—8%) das Zink abdestilliert. Die Anlagen erfordern ein Riesenterrain, die „Energiedichte“ der Apparate ist eine sehr kleine. Mit Erfolg ist die elektrothermische Zinkraffination — man kann aus unreinem Zink ein über 99,9% iges reines Zink destillieren — durchgeführt. Man wird auf Mittel und Wege sinnen müssen, auch hier die elektrothermische Gewinnung einzuführen. Eine große Patentliteratur beschäftigt sich mit diesem Problem, meines Wissens aber ist ein Dauerbetrieb noch nirgends eingeführt. Vielleicht gibt es aber noch andere Möglichkeiten, das Zink abzuscheiden, obgleich es wohl bekannt ist, welch außergewöhnliche Schwierigkeiten gerade die Eigenart dieses Metalles bietet.

Viel wurde während des Krieges daran gearbeitet, das Kupfer zu ersetzen. Diese Arbeiten bewiesen, daß ein Ersatz dieses Metalles in einigen Fällen möglich ist. So haben sich Zink und Aluminium für viele Zwecke in der Elektrotechnik als Ersatz bewährt. Durch Zinklegierungen mannigfaltiger Art strebte man, die Kupfer-Zinnlegierungen: Messing und Bronze zu ersetzen; nicht immer mit Erfolg. Zwar gelang es beispielsweise, die Lokomotiven unter dem Zwange der Not so zu bauen, daß zu einer Maschine nunmehr 1000 kg Sparmetall benutzt wurden. Allein zum Teil auf Kosten der Güte. Die Feuerbüchsen brauchen nicht aus Kupfer hergestellt zu werden. Man hat schon im Frieden dergleichen Versuche angestellt, die aber, weil wir nicht in Not waren, nicht weiter verfolgt wurden. Leider besteht bei sehr vielen Eisenbahnern ein Vorurteil gegen eiserne Feuerbüchsen, das aber nicht berechtigt erscheint.

Das Knallquecksilber, als Initialzündler früher unumgänglich, wurde durch Arbeiten von Curtius durch Azide ersetzt. Es gab eine Zeit im Kriege, in der es schien, als müßten auch die Thermometer auf dem Altar des Vaterlandes geopfert werden. Die praktische Einführung des Bleiazides in die Technik wurde zuerst durch Matter bewerkstelligt.

Es ist keine Frage, daß wir auf dem Gebiete des Sprengstoffwesens noch manches leisten können. Allerdings dürfen wir nach dem Verträge von Versailles nur Sprengstoffe herstellen für Bergwerke, also für Friedenszwecke. Aber die freie Forschung ist uns nicht untersagt. Es erscheint wohl möglich, an Stelle von Stickstoff, Argon oder Neon zu benutzen, die wahrscheinlich viel brisantere Wirkung haben werden.

Im Kriege hatten wir gehofft, von ausländischer Schwefeleinfuhr, besonders der Einfuhr ausländischer Kiese, durch Verarbeitung heimischen Gipses, zum Teil wenigstens unabhängig zu werden. Während des Krieges haben uns diese Anlagen eine Sorge genommen, für die Friedenszeit dürften sie nicht voll ausreichen. Vielleicht greift man in späteren Jahren auf diese Arbeiten zurück, da es ja gerade in der Chemie so häufig geschah, daß ein unwirtschaftliches Verfahren in späteren Jahren wirtschaftlich wurde.

Eine dankenswerte Aufgabe wäre für die Chemiker, nach neuen Verfahren zu suchen, bei denen Chlor angewandt werden kann. Vielleicht wird es auch möglich sein, Chlor an Stelle von Schwefelsäure in der Farbstoffherzeugung teilweise zu verwenden. Erfolgreiche Arbeiten sind hierüber bereits im Gange.

Unser Kalimonopol ist durch die Wegnahme des Elsaß durchbrochen. Soweit man ausländischen Berichten Glauben schenken kann auch dadurch, daß es den Amerikanern gelungen sein soll, zumal nach dem Cottrellverfahren, Kali aus dem Staub der Zementfabriken zu gewinnen. Es ist oft schwer, sich zu vergegenwärtigen, welche Millionen wir neben den Calorien bei der Verbrennung der Kohle durch unsere Schornsteine jagen in Form von Hüttenrauch aller Art. Auch hier muß in Verbindung mit der Technik die Wissenschaft nach dem Rechten sehen.

Bei Erwähnung der Zementfabriken sei auch daran erinnert, wie knapp wir an diesem Baumaterial sind. Der Chemiker sollte noch mehr wie bisher Mittel und Wege finden, im wahren Sinne des Wortes Bausteine zusammenzutragen zur Errichtung von Bauten aller Art. Hier liegt ein unendlich weites Feld der Betätigung offen. Ja, ich gehe weiter. Unsere Bauart ist eine unendlich primitive. Erst seit kurzer Zeit werden Häuser aus Beton hergestellt, es wird nicht mehr Stein auf Stein gesetzt. Aber auch dieses Pressen oder Stampfen der Häuser aus Beton erfordert sehr viel Handarbeit. Mittel und Wege müßten gefunden werden, leichtere und viel größere Steine zu bilden, um schneller und billiger zu bauen. Man ist schon daran gegangen, Steine mit dem nötigen Bindemittel aus Torf zu formen. Gute Resultate hat man bisher nicht erzielt. Aber der Weg steht offen. Auch Gips sollte weit mehr zum Bauen besonders von Arbeiterwohnungen verwendet werden. Die Gipsdiele allein hat zu geringe Tragkraft.

Einige Worte seien der Elektrolyse gewidmet. Ich behaupte wohl nicht zuviel, wenn ich sage, Deutschland ist das Land, das die meisten und besten elektrochemischen Verfahren erfunden und in die Praxis umgesetzt hat, obgleich es arm an Wasserkraften ist, ein Beweis dafür, daß Deutschland auch auf diesem Gebiet auf der Höhe stand. Die erste Elektrolyse mit einer Maschine von Siemens & Halske wurde im Jahre 1877 in Ocker im Harz betrieben und zwar für die elektrolytische Gewinnung von reinem Kupfer mit einer Hauptstrommaschine von 1000 Amp. und 3 Volt.

Auch die besten Verfahren zur Zersetzung des Kochsalzes und Chlorkaliums stammen von Deutschen. Ich erwähne an erster Stelle das Verfahren von Griesheim, ferner das Glockenverfahren und das neuerdings gut bewährte Verfahren von Billiter, das von Siemens & Halske eingeführt ist. Die Quecksilberverfahren stammen mehr von Ausländern. Sie haben theoretische Vorteile, geben konzentriertere Laugen. Auf die Dauer scheinen sie sich nicht zu bewähren.

Im allgemeinen haben die Chemiker zu große Hoffnungen auf die Anwendbarkeit der Elektrolyse gesetzt. Es gab eine Zeit, wo man mit diesem Agens viel zu viel ausführen wollte. Man darf nicht vergessen, daß der elektrische Strom ein recht teures Mittel ist, das man nur als ultima ratio anwenden darf, wenn alle anderen Mittel versagen. Diese Warnung ist heute berechtigter denn je, da jetzt der Strom erheblich teurer geworden ist als vor dem Kriege.

So erscheint es für uns in Deutschland jetzt wohl als ausgeschlossen, aus dem Calciumcarbid Alkohol zu gewinnen, wie es in der Schweiz geschieht. Selbst der Kalkstickstoff, der sich so gut in der Landwirtschaft bewährt, ist sehr teuer geworden und kostet den 10 bis 12 fachen Friedenspreis. Das große Gebiet der Düngerfragen will ich nicht näher berühren. Durch die Fortnahme wichtiger Provinzen sind wir arm an Phosphaten und Thomasmehl geworden. Wir müssen deshalb sehen, ärmere Phosphate, die uns geblieben sind, zu verwerten. Auch hier stehen wir vor neuen Aufgaben.

Ein noch viel zu wenig von den Chemikern bearbeitetes Gebiet bildet die Keramik. Wie verhältnismäßig wenig ist hier noch geleistet! Ein großer Teil der Betriebe besitzt Ingenieure, Feuerungstechniker, aber — ich gehe wohl nicht zu weit, wenn ich behaupte — die wenigsten einen Chemiker, der dieses Gebiet beherrscht. Hier fehlt es aber auch meistens an tüchtigen Lehrern, die das Gebiet theoretisch und wissenschaftlich kennen, und wenige Chemiker sind auf diesem Gebiet heimisch. Ein sehr großes Betätigungsfeld liegt hier brach. Auf Einzelheiten — Verbesserung des Gießverfahrens, bei Tonen und dergleichen mehr — kann ich hier nicht eingehen.

Das große Gebiet der organischen Chemie kann ich nur streifen. Auf dem Gebiet der künstlichen Farben, der Anilinfarbstoffe steht Deutschland voran, und so leicht wird uns kein Volk die Palme streitig machen. Die große Interessengemeinschaft mit ihren riesigen geistigen Reserven — ich spreche nicht von den geldlichen — ist ohne Konkurrenz. Sie wird auch weiter den Wettbewerb mit dem Auslande bestehen, wenn auch einzelne Farbstoffe und Chemikalien im Auslande hergestellt werden. Die schwierig herzustellenden Stoffe, zu denen eine besonders gute und sachgemäße Betriebsleitung gehört, werden dem Auslande noch lange verborgen bleiben.

Das Ausland soll sich keinen Täuschungen hingeben: Es ist nicht so leicht, einen komplizierten Betrieb — ich weise besonders auf die Haber-Bosch-Darstellung des Ammoniaks hin — einzurichten. Dazu gehört eine Betriebsorganisation, wie sie nur der Deutsche eingeführt hat, mit seinen tüchtigen Chemikern, Ingenieuren und nicht zu vergessen mit seinen zuverlässigen Meistern und Arbeitern. Dieses harmonische Zusammenwirken ist bei uns Regel gewesen, im Auslande, besonders in Frankreich, eine Ausnahme. Diese Technik müssen wir uns erhalten, in ihr liegt unsere Kraft.

Auf dem Gebiete der Pharmazie behaupteten wir Deutschen noch stets das Feld. Aus der großen Zahl der wertvollen Arzneimittel der letzten Zeit erwähne ich nur das von Martin Freund erfundene Eukodal als Morphiumersatz. Die verhältnismäßig hohe Giftigkeit des Cocains weist trotz Anästhesin, Novocain, Eukain, Orthoform und Ekkain die Forschung weiter nach einem idealen Cocainersatz hin. In den Morgenroth'schen Chininderivate lernten wir Körper von hoher spezifischer Giftigkeit kennen, wie sie die ältere Medizin der Carbolsäuredesinfektion nicht ahnen

ließ, und welche die unspezifischen äußerlichen Desinfizienzien, wie Sublimat, bei weitem übertreffen. Das Vuoin hat sich in der Wundbehandlung in Verdünnung von 1:10 000 noch vorzüglich bewährt.

Günstige Erfolge erzielte man besonders im Kriege mit der Anwendung von Anilinfarbstoffen in der Wundbehandlung. Malachitgrün, Brillantgrün, Trypaflavin und andere Farbstoffe mußten eitrige Wunden heilen.

Trotz Salvarsan und Mesothorium gibt es drei Geiseln der Menschheit, Syphilis, Krebs, dem sich als dritte Tuberkulose zugesellt, und für alle drei Volkskrankheiten besitzen wir noch kein zuverlässiges Mittel, wie wir es beispielsweise gegen Pocken und Typhus haben. Hier ist ein weites Neuland, und die Pharmazie bildet für den Chemiker das Feld unbegrenzter Möglichkeiten.

Im Anschluß an die Pharmakologie gestatten Sie mir, eine kurze Betrachtung anzustellen. Ein großer Teil unserer Heilstoffe ist alt, uralte, ich möchte sie als prähistorisch bezeichnen. Hippokrates, dessen Schriften jeder lesen sollte, der sich für die Ethik des klassischen Helenentums interessiert — es ist vielleicht das, was er von der Pflicht des Arztes sagt, mit das Schönste, das neben den Männerchören des Aeschylus uns überliefert worden ist —, sagt bereits, daß die Medizinen nicht von Fachmännern, also von nicht studierten Ärzten überliefert worden seien. Der griechische Ausdruck für die unstudierten Ärzte lautet *oi idōtatoi*, der mit „Laie“ zu übersetzen wäre. Da er aber im Gegensatz zu dem „Kunst-erfahrenen“ gesetzt wird, so ist er wohl mit Kurpfuschern am besten wiedergegeben. — Er fügt hinzu, nicht die Überlegung, sondern der Zufall habe uns die Arzneimittel in die Hand gegeben. In allen Büchern, die ich gelesen habe, in denen über Geschichte der Pharmakologie und Medizin geschrieben ist, findet sich dieselbe Auffassung. Ein Medicus, das ist unser phantasievollster Dichter, Schiller, spricht davon, daß die erste Menschengesellschaft von einem Instinkt geführt worden sei, wie das Kind von der wachsamten Amme. Allerdings sagt Schiller dies ganz allgemein, ohne von den Heilmitteln zu sprechen. Auch bei Jean Jacques Rousseau habe ich solchen Hinweis nicht finden können<sup>1)</sup>.

Was ist Instinkt? Wohl ein Dutzend Erklärungen geben uns die Philosophen und mit diesen Erörterungen wollen wir uns nicht beschäftigen. Häckel nennt ihn „die Gewohnheit der Seele“ und bringt uns damit nicht weiter. Vielleicht erklärt man ihn mit Eingebung; und der religiös Empfindende mag ihn mit Eingebung des Schöpfers aller Dinge deuten. Dieser Instinkt war dem Urmenschen, dem Höhlenbewohner eigen. Durch die Entfremdung von der Natur ist er verloren gegangen. Der Beweis kann nur indirekt geführt werden.

Tatsache ist, daß die Haustiere ihren Instinkt ganz oder teilweise verlieren. Der Stallhase, das Kaninchen, frißt wohl jedes giftige Kraut, das ihm vorgelegt wird. Ein Nachtschattengewächs tötet es. Das wilde Kaninchen rührt es nicht an. Kein in der Freiheit lebendes Geschöpf wird sich so den Magen überfüllen, daß es daran zugrunde geht. Das Pferd, das wir seit Jahrhunderten mit dem Kopf an die Wand stellen, frißt, wenn es sich zufällig losreißt und an die offene Haferkiste kommt, solange, daß es zumeist an Kolik zugrunde geht. Das vornehmste aller Tiere, der Homo sapiens, muß wohl die feinsten Instinkte besitzen haben, die jetzt aber zum großen Teil verloren gegangen sind. Das neugeborene Kind, an die Brust der Mutter gelegt, stillt seinen Hunger durch Saugen. Der Instinkt des Saugens scheint ihm fast allein geblieben zu sein. Die verloren gegangenen Instinkte muß nun die systematisch arbeitende Wissenschaft ersetzen.

Die ältesten Medikamente werden uns von den Ägyptern überliefert. Ich weise auf den Papyrus Ebers hin, der im 16. Jahrhundert vor Christi Geburt geschrieben ist, aber wahrscheinlich sehr viel ältere Vorschriften enthält. Das Ricinusöl ist ein uraltes Mittel. Man findet Ricinussamen in Mumiengräbern, die einige tausend Jahre alt sind. Wir wissen, daß nur das Öl wirksam ist, die Schale ist aber giftig. Hier muß also ein Instinkt den Menschen geleitet haben. Das Attribut des Schlafgottes ist der Mohn. Dies deutet also auf seine alte Verwendung hin. Das wirksame Mittel wird nicht dem Samen entnommen, sondern der Hülle. Interessant ist es auch, daß die Ägypter bereits kleine Dosen von Arsen gegen Wechselfieber gegeben haben. Die neuerdings von Mendel in Essen mit großem Erfolge auf neuer Grundlage wieder eingeführte Scilla, die Meerzwiebel, die gegen Wassersucht gegeben wird, hat auch der Ägypter zu gleichem Zweck verwendet. Die Liste ließe sich sehr verlängern. Interessant ist es auch, daß man im alten Wunderland der Pyramiden die Rezepte genau so anfertigte wie heutzutage. Maximaldosen waren bekannt, man drehte Pillen. Oft richteten sich die Dosen auch nach der Jahreszeit.

Noch weitere Beispiele sind anzuführen. Auf unserem Planeten gibt es nur ganz wenige Pflanzen, die Trimethylxanthin, das Coffein, enthalten. Der Mensch kann sie nur instinktiv herausgefunden haben.

<sup>1)</sup> Nachdem der Vortrag gehalten, werde ich von Dr. Hans Schmidt auf seinen Artikel in der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“ vom 5./6. 1914 aufmerksam gemacht: „Wie wurde die Heilkraft der Mineralgifte entdeckt?“ Der Verfasser spricht auch von einem instinktiven Auffinden der Arzneimittel.

Der Araber seinen Kaffee, der Chinese seinen Tee, der Südamerikaner den Paraguaytee, den Yerba Mathe, der Mexikaner den Theobroma Kakao, der besonders das Theobromin, das Dimethylxanthin, enthält. Diese Mittel sind auch Diuretica. Wer lehrte den Indianer die Chinarinde kauen, um sein Fieber los zu werden? Es ist nicht anzunehmen, daß er 100 Rinden versucht hat, um bei der 101. zu sagen, diese hilft mir. Denn das Experiment, der logisch angestellte Versuch ist erst recht neuen Datums, kaum 200 Jahre alt. Wir finden ihn wohl zuerst bei den letzten Anhängern der Phlogistontheorie. Wohl finden sich Anzeichen davon zur Zeit des Archimedes und auf medizinischem Gebiet in den Büchern, die unter dem Namen des Hippokrates gehen, und später bei den Alexandrinern. Der berühmte Satz, ich glaube, er ist bei Plinius angeführt, daß Asche keinen Raum einnimmt, da ein Topf gleichviel Wasser aufnimmt, ob er mit Asche gefüllt ist oder nicht, deutet darauf hin, wie wenig man in der Antike verstand, Experimente anzustellen. Dagegen ist streng bei den Antiken zu unterscheiden zwischen dem Mangel an Verständnis für Experimente und der Beobachtungsgabe. An Beobachten der Natur waren uns zweifellos die antiken Völker voraus.

Aber die Experimente im Altertum bewegten sich vornehmlich auf mechanisch-mathematischem Gebiete — ich erinnere an Heron und Philon mit seiner Berechnung der antiken Geschütze — wir finden wenig auf chemisch-pharmazeutischem Gebiet — allerdings scheuten sich die alexandrinischen Ärzte nicht, auch Vivisektionen bei Menschen vorzunehmen.

Ein besonderes Kapitel bilden die beiden ägyptischen Papyri, der in Leyden aufgefundenen und der neuerdings bekannt gewordene Papyrus Holmiensis. Sie geben eine große Zahl höchst interessanter chemischer, metallurgischer und Färbereizepte. Es würde zu weit führen, über diese zu sprechen.

Aber was ist die Nutzenanwendung dieser ganzen Betrachtung? In den Volksmedizinen anderer Völker schlummert sicher noch viel verborgene Kraft. Haben wir doch erst neuerdings ein Mittel, das Yohimbin, von einem Negerstamme kennen gelernt, das auch in der Viehzucht mit Erfolg angewendet wird. Es sollten die Medikamente der Inder, aber ganz besonders der Chinesen genau geprüft werden. Denn besonders die Chinesen liegen mit ihrer Kultur und ihren Urfängen uns völlig fern, und durch Untersuchung dieser Medikamente wird man sicher neue Mittel finden, die wir durch Reindarstellung verbessern können. Ich möchte nebenher bemerken, daß die chinesischen Ärzte in Peru eine außerordentlich große Praxis entwickelt haben; sie sind in diesem Staate gestattet. Ich habe in Peru lebende Deutsche gesprochen, die von diesen Medizinern und ihren Tränken, die der chinesischen Volksmedizin entstammen, voll des Lobes waren. Ein weites Betätigungsfeld liegt in dem Studium der fremdländischen Medikamente.

Was auf pharmazeutischem und chemotherapeutischem Gebiete noch zu leisten ist, brauche ich hier nicht zu erwähnen. Besonders das chemotherapeutische Gebiet, auf dem ein Ehrlich gearbeitet hat, ist unerschöpflich. Es sind gegen Infektionskrankheiten aller Art die richtigen Stoffe herauszufinden, die die Krankheitskeime töten, ohne den Menschen zu schädigen. Ehrlich nannte sich einen „Kammerjäger“, der die menschliche Kammer desinfizieren wollte.

Die Gesetze über chemische Konstitution und Wirkung auf den menschlichen Körper liegen noch sehr im Argen. Eine unendliche Arbeit wird es erfordern, um auch nur einige Grundgesetze mit Sicherheit aufzustellen. Ich weise auf das umfangreiche Werk von Frankel hin, das in vierter Auflage erschienen ist. Es gibt zahlreiche Erfahrungen, aber wenig Gesetzmäßiges.

Von der Pharmazie möchte ich mich zur Nahrungsmittelchemie wenden. Auch hier stehen wir wieder vor neuen Lehren. Ich möchte die Verdienste von Paul in München hervorheben, der neue Wege geht. — Die richtige Bereitung der Speisen ist bisher der Hausfrau, in den großen Hotels den Küchenchefs anheimgestellt. Nirgends findet sich eine wissenschaftliche Leitung. Die großen Hotels zahlen dem ersten Koch Gehälter, mit dem ein Betriebsleiter sehr beglückt wäre. Ich hoffe, daß die Zeiten kommen werden, wo die großen Restaurants sich noch, nachdem das Wesen der Zubereitung der Speisen mehr wissenschaftlich durchforscht und bearbeitet ist, besondere Chemiker halten werden. Aber dies ist nur ein Teil der Nahrungsmittelchemie. Auf weitere Einzelheiten möchte ich nicht hinweisen, weil auch hier das Thema zu groß ist.

Die Färberei gibt mir Veranlassung, ganz allgemein auf einen Mißstand der chemischen Industrie einzugehen, die sogenannte „Meisterwirtschaft“. Wir finden sie als typisch noch in einer großen Zahl von Werken, wie Lackfabrikation, Gerberei, Bierbrauerei, Glas- und Tonwaren, ja sogar in der Metallurgie, besonders in der Messing- und Kupferindustrie. Ich wäre der letzte, der etwas gegen unsere tüchtigen Meister sagen würde. Den deutschen Werkmeister macht uns kein anderes Volk nach. Aber diese Meister besitzen bei aller Praxis keine Theorie, sie sind Männer der Tat, reine Praktiker, die für keinen Betrieb zu entbehren sind. Der Werkmeister wird aber kaum „Neuerungen“ einführen können, ist an die vorhandenen alten Rohstoffe gebunden und wird in den meisten Fällen hilflos sein,

wenn Betriebsschwierigkeiten eintreten, die er rein auf Grund praktischer Kenntnisse nicht überblicken kann. Hier soll der Akademiker einsetzen. Eine Unzahl von Stellen öffnen sich hier dem Chemiker. Es soll nicht verkannt werden, wie außerordentlich schwierig es ist, diese Stellen zu besetzen, denn bei den meisten Leitern derartiger Werke, zumal wenn sie unter kaufmännischer Führung stehen, fehlt vielfach die Einsicht, wie nötig ein tüchtiger Chemiker dem Betrieb ist, zumal dann, wenn in diesem stets gut verdient worden ist.

Nun kommt noch ein zweites Moment hinzu — ich darf aus Erfahrung reden. Ich kenne manche Werke, die einen Chemiker engagiert haben, um ihn nach kurzer Zeit wieder zu entlassen. Den Grund hierzu bildete stets ein Zerwürfnis zwischen Praktiker und Theoretiker. Der junge Chemiker wollte dem älteren erfahrenen Meister etwas lehren, etwas beibringen, häufig in nicht ganz vorsichtiger Form. Natürlich mußte der Chemiker weichen, denn auf den Meister war man angewiesen. Soweit ich nachkommen kann, liegt hier der Hauptgrund, weswegen in einer großen Zahl von den obengenannten Werken ein Chemiker noch keinen gebührenden Platz gefunden hat. Es scheint mir deswegen notwendig zu sein, immer mehr, vielleicht auch gelegentlich in Tagesblättern, darauf hinzuweisen, wie nötig der Chemiker in diesen Betrieben ist, wie sehr der Praktiker den Theoretiker benötigt, wenn nicht eines Tages das gutgehende Geschäft, das die Meister durch ihre Tätigkeit und Tüchtigkeit hochgehalten haben, infolge irgend einer notwendigen Umstellung zum Darniederlegen kommt. Der Akademiker muß es aber auch verstehen, mit dem Meister Fühlung zu halten, denn beide ziehen am selben Strang. Der Erfolg des Zusammenarbeitens hängt also oft nicht weniger vom persönlichen Verhalten als von chemischen Kenntnissen ab, ist also zum großen Teil psychologisch begründet. Deswegen können Vorschriften nicht gegeben werden. Nicht oft genug ist Handfertigkeit mit theoretischen Kenntnissen vereinigt. Der Betriebsakademiker sollte weit mehr wie bisher darauf hinarbeiten, gegebenenfalls auch den Meister ersetzen zu können. Um so leichter wird er dann Stellung in den Betrieben erhalten, die jetzt noch einen Chemiker entbehren.

In der guten sentimental, allerdings künstlerisch hochstehenden Biedermeierzeit schieden sich noch streng die Theoretiker von den Praktikern. Die Universitätslehrer besonders hielten es meist für unter ihrer Würde, sich mit der Industrie zu befassen. Es ist wohl unser großer A. W. Hofmann einer der ersten gewesen, die diesen Bann gebrochen haben. Und wir alle wissen, daß unsere industrielle Macht und Größe der innigen Zusammenarbeit der Wissenschaft und Industrie zu danken ist.

Einige Worte über das Gebiet der Biochemie. Hier soll der Arzt, der Zoologe und Botaniker mit dem Chemiker zusammenarbeiten. Ohne medizinisches Vorwissen kann hier der Chemiker nicht zum Ziele gelangen. Gerade in neuester Zeit wird von Chemikern dieses umfangreiche Gebiet gewählt. Es ist ein besonders schwieriges und dornenreiches.

Kurz möchte ich das chemische Apparatewesen streifen. Sie wissen, daß sich eine besondere Fachgruppe in unserem Verein hierfür gebildet hat. Hier ist dasselbe zu erwähnen, wie bei der Keramik: es fehlt an geeigneten Lehrern. Es wäre zu erwägen, ob nicht Lehrstühle für die chemische Großapparatur einzurichten sind. Führend und anregend auf diesem so wichtigen Gebiete sind in erster Linie unser verehrter Max Buchner und Regierungsbaumeister Schäfer gewesen. Ich weise auf die Denkschrift von Max Buchner hin: „Über die Ziele und Aufgaben der Fachgruppe für chemisches Apparatewesen.“

Ich weiß, daß ich weder die Rückblicke, noch die vielen Ausblicke auch nur mit annähernder Vollständigkeit behandelt habe. Meine Aufgabe konnte es nur sein, gewisse Streiflichter auf einige Gebiete zu werfen. Diese zeigen aber, was wir Chemiker noch leisten sollen, welches ungeheure Gebiet unserer Arbeit noch harret.

Den großen Krieg haben wir verloren. Aber ungebrochen ist unsere Wissenschaft. Vor neuen Erkenntnissen steht die Welt. Einstein, der Gewaltige, hat ein neues Weltengesetz erkannt. Die Atomtheorie — ich weise auf die glänzenden Einleitungsvorträge der letzten Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft in Halle hin — führt uns zu neuen wissenschaftlichen Anschauungen, an denen die Gelehrten noch lange Jahre zu arbeiten haben. In erster Linie sind es wieder deutsche Gelehrte, die hier schaffen und wirken. Wiederholt hat man die Frage aufgeworfen: Was kann man mit Einstein verdienen? Wer so fragt — und ich habe von Herren die Frage vorgelegt erhalten, die mitten im schaffenden Leben stehen — hat kein Verständnis für die Erfolge unserer Wissenschaft. Denn wissenschaftliche Erkenntnis — auf welchem Gebiet sie auch liegen mag — bedeutet eine Macht, eine geistige Kraft, die wir ausnützen können. Allerdings Wissenschaft allein, ist unfruchtbar; sie bildet aber die Grundlage für jede industrielle Betätigung. Ein Röntgen und seine epochenmachende Erfindung der Röntgenstrahlen wäre ohne Hittorf unmöglich gewesen. Ich bin Optimist genug, zu glauben, ja ich habe das feste Vertrauen, daß infolge der allgemein verbreiteten Wissenschaft sich bald wieder in Deutschland die Industrie heben wird. Denn auch unsere Unternehmungslust hat nicht

gelitten. Überall regt es sich bei uns im Lande zum eifrigen Schaffen, besonders auf chemischem Gebiete. — Der deutsche Chemiker bleibe im Lande und nähre sich redlich. Es wird ihm nicht an Unterkunft fehlen, wenn er die Augen offen hält und Kenntnisse auf der Hochschule auf breiter Basis gesammelt hat. [A. 179.]

## Das Walther Feld - Verfahren.

Von Dr. F. RASCHIG, Ludwigshafen a. Rh.

(Eingeg. am 17./9. 1920.)

Im Jahre 1912 machte Walther Feld<sup>1)</sup> ein Verfahren bekannt, das — wie es schien — ein altes Problem der Gasfachleute und Kokereitechniker seiner Lösung zuführte. Er wollte den Schwefelwasserstoffgehalt der beim Verkoken der Kohle auftretenden Gase benutzen, um daraus auf nassem Wege direkt die Schwefelsäure zu gewinnen, die man gebrauchte, um den Ammoniakgehalt desselben Gases in Gestalt von Ammoniumsulfat zu binden. Ein indirektes, zum gleichen Ziel führendes Verfahren war aus der Leuchtgasindustrie längst bekannt; man entzog dem Leuchtgas seinen Schwefelwasserstoff durch aufgelockertes Eisenoxyd, die sogenannte Laminische Masse, röstete nachher das entstandene Schwefeleisen ab und benutzte das entweichende Schwefeldioxyd zur Schwefelsäureherstellung in der Bleikammer. Aber die hierfür geeigneten Apparate, die Reiner der Gasfabriken sind viel zu unförmig und teuer, als daß man sie in den Kokereibetrieb, der mit weitaus größeren Gas-mengen rechnet, übernehmen konnte. Die Kokereien zogen es vielmehr vor, ihren Gasen nur das Ammoniak zu entziehen; der Schwefelwasserstoff aber blieb im Gase und wurde mit ihm verbrannt, wodurch sein Schwefelgehalt für die Volkswirtschaft verloren ging. Und so ist der Zustand noch heute, trotzdem inzwischen der Schwefelpreis gewaltig gestiegen ist; auch heute noch kauft jede Kokerei die Schwefelsäure, welche sie braucht, um das Ammoniak den Kohlegasen zu entziehen, und schickt dagegen eine Unmenge von Schwefeldioxyd mit den Verbrennungsgasen ihrer Gasfeuerungen in die Luft.

Walther Feld schlug vor, den Gasen Ammoniak und Schwefelwasserstoff zugleich zu entziehen durch wässrige Lösungen von Ammoniumtrithionat und -tetrathionat. Dadurch sollten diese Polythionate in Ammoniumthiosulfat übergeführt werden, und dieses wurde dann wieder durch Einleiten von Schwefeldioxyd in Polythionat zurückverwandelt. Dabei entstand sogar die doppelte Menge des Polythionates, das in den Prozeß eingeführt war. Man konnte daher die neugebildete Polythionathälfte dauernd aus dem Kreislauf entfernen; ihre Lösung wurde durch einfaches Kochen zersetzt in Ammoniumsulfat, Schwefeldioxyd und Schwefel; letzterer wurde verbrannt, und das Schwefeldioxyd in den Prozeß zurückgeführt.

Die Gleichungen, welche den Prozeß darstellen, sind folgende, wobei der Einfachheit wegen ein Gemisch von 2 Mol. Ammoniak und 1 Mol. Schwefelwasserstoff zugrunde gelegt, und als Schwefelammonium,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , eingeführt ist:

- 1a)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_3\text{O}_6 + (\text{NH}_4)_2\text{S} = 2(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$   
Ammoniumtrithionat    Ammoniumthiosulfat
- 1b)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_4\text{O}_6 + (\text{NH}_4)_2\text{S} = 2(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{S}$   
Ammoniumtetrathionat    Ammoniumthiosulfat
- 2)  $4(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 = 2(\text{NH}_4)_2\text{S}_3\text{O}_6 + 2(\text{NH}_4)_2\text{S}_4\text{O}_6$   
Thiosulfat    Trithionat    Tetrathionat
- 3a)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_3\text{O}_6 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S}$   
Trithionat    Ammoniumsulfat
- 3b)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_4\text{O}_6 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{S}$   
Tetrathionat    Ammoniumsulfat
- 4)  $4\text{S} + 4\text{O}_2 = 4\text{SO}_2$ .

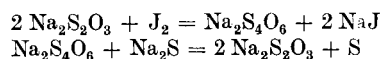
Die Summe ist:  $2(\text{NH}_4)_2\text{S} + 4\text{O}_2 = 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; das Schwefelammonium des Gases ist also durch den Sauerstoff der Luft zu Ammoniumsulfat oxydiert worden. Man sieht aus Gleichung 2, daß im Verlauf der Reaktionen 1a), 1b) und 2) in der Tat die anfangs vorhandenen Mengen von Tri- und Tetrathionat sich verdoppelt haben, so daß man das Mehr nach 3a) und 3b) zur Zersetzung bringen konnte.

Walther Feld hat die praktische Erprobung seines Verfahrens im Großbetrieb nicht mehr erlebt. Er starb am 15./3. 1914. Zwar hat er auf dem Gaswerk Königsberg nachweisen können, daß man nach seinen Vorschlägen Ammoniumsulfat bekommt; aber die Einrichtungen waren nicht so getroffen, daß man den Gang quantitativ verfolgen konnte und daß ein wirtschaftlicher Erfolg festzustellen war. Bei seinem Tode war eine große Anlage auf der Kokerei Sterkrade der Gutehoffnungshütte in Oberhausen im Bau; als sie fertiggestellt war, befanden wir uns im Kriege, und es stellte sich heraus, daß Feld dabei noch verschiedene unerprobte Neuerungen im Gasbetrieb der Kokerei eingeführt hatte, die sich nicht bewährten.

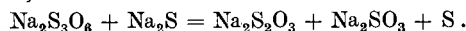
<sup>1)</sup> Angew. Chem. 25, 705 [1912].

E] mußten kostspielige Änderungen vorgenommen werden, über die sehr viel Zeit verloren ging, und schließlich traten dringendere Aufgaben an die Leitung der Gutehoffnungshütte heran, die es ihr angezeigt erscheinen ließen, die Versuche abubrechen. So ist bis heute noch keine Möglichkeit gewesen, im Großen festzustellen, ob das Walther Feld - Verfahren geht oder nicht.

Ich war nach dem Tode Felds zusammen mit Lepsius-Berlin, und Markel-London, damit betraut worden, die Einführung des Verfahrens zu betreiben und habe es mir angelegen sein lassen, vor allen Dingen einen Einblick in die einzelnen Reaktionen zu bekommen, die beim ersten Anblick außerordentlich undurchsichtig erschienen. Die Richtigkeit der Gleichungen 1a) und 1b) leuchtet allerdings bald ein; es handelt sich hier um eine einfache Reduktion der Polythionate, die genau der glatten Oxydation des Thiosulfats zu Tetrathionat durch Jod entspricht. Genau so wie bei dieser Oxydation aus zwei Molekülen Thiosulfat je ein Metallatom herausgelöst wird und die Reste zum Tetrathionat zusammentreten, genau so löst Schwefelnatrium das Tetrathionat wieder in seine Hälften auf, wobei Thiosulfat unter Eintritt von Natrium zurückgebildet wird, während der Schwefel sich abscheidet:

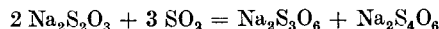


Schwefelammonium verhält sich, wie besondere Versuche lehrten, hier genau wie Schwefelnatrium, und Trithionat zerfällt, wie sich ebenfalls nachweisen ließ, unter dem Einfluß von Schwefelnatrium in Thiosulfat, Sulfat und Schwefel:



Der freie Schwefel schied sich sichtbar ab, löste sich aber in wenigen Sekunden wieder auf; offenbar war dann aus ihm und dem Sulfat ein zweites Molekül Thiosulfat entstanden.

Aber die Reaktion 2, bei der aus 2 Mol. Thiosulfat und 3 Mol. Schwefeldioxyd 1 Mol. Tri- und 1 Mol. Tetrathionat entstehen sollen, trotzten zunächst allen Erklärungsversuchen. Wie sollte man sich den inneren Mechanismus einer solchen Gleichung

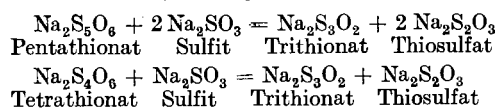


vorstellen? Sie ist rechnerisch natürlich vollkommen richtig; aber in ihren Sinn einzudringen und ein Verständnis dafür zu bekommen, welche Wege die Atome und Molekülgruppen einschlagen, um schließlich zu zwei verschiedenen Polythionaten zusammenzutreten, schien anfangs ganz ausgeschlossen. Dazu kam, daß die Richtigkeit dieser Gleichung zuerst durch Versuche gar nicht bestätigt werden konnte. Beim Einleiten von Schwefeldioxyd in verdünnte Natriumthiosulfatlösung (Ammoniumthiosulfat verhält sich ebenso) trat keineswegs eine schnell verlaufende Reaktion ein; vielmehr verschwand das Schwefeldioxyd sehr träge, und in der Flüssigkeit fand sich außer unzersetztem Thiosulfat und nur geringen Mengen von Polythionat viel Sulfat und Sulfat, die man nach der Feldschen Gleichung nicht zu erwarten hatte. Erwärmte man, um die Reaktion etwas zu beschleunigen, so traten die unerwarteten Substanzen in noch viel größerer Menge auf, und die Polythionate traten vollständig zurück. In der Tat gewann ich zunächst den Eindruck, daß die gedachte Reaktion keineswegs der Feldschen Gleichung entspreche, und war geneigt, die Mißerfolge, die Feld mit seinem Verfahren gehabt hatte, diesem Umstande zuzuschreiben.

Als ich aber zu weit konzentrierteren Lösungen von Thiosulfat überging, als sie Feld empfohlen hatte, wurde das Bild ein anderes; die Reaktion verlief weit schneller und lieferte größere Mengen des Polythionatgemisches. Und als schließlich auf jeden Wasserezusatz verzichtet wurde und das Natriumthiosulfat nur in seinem Krystallwasser gelöst zur Anwendung kam, stellte sich heraus, daß die Feldsche Gleichung glatt befolgt wurde; es entstand beim Einleiten von Schwefeldioxyd schnell halb Tetra- und halb Trithionat. Wenn also die Reaktion in verdünnter Lösung versagt hatte, so lag das offenbar daran, daß sie unter diesen Umständen sehr langsam verläuft und die sehr empfindlichen Polythionate sich inzwischen weiter verändern.

Die Feldsche Gleichung ist also zweifellos richtig; wie aber diese verblüffende Reaktion zustande kommt, das ließ sich erst nach umfangreichem Studium der ganzen Polythionatchemie nachweisen. Denn dabei wurde eine neue Reaktion aufgefunden und eine andere der Vergessenheit entrissen; mit ihrer Hilfe ließ sich dann schließlich die Erklärung geben.

Die neu aufgedeckte Reaktion besteht darin, daß Tetrathionat und Pentathionat alles, was sie an Schwefel mehr besitzen als Trithionat, beim Zusammentreffen mit Sulfat in wässriger Lösung augenblicklich an dieses abgeben, wobei Thiosulfat entsteht:



Diese Reaktion ist so scharf und verläuft so schnell, daß sie direkt benutzt werden kann, um titrimetrisch zu bestimmen, was an Poly-