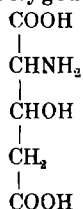


Aminosäuren durch Extraktion mit Butylalkohol oder Propylalkohol. Aus dem Kasein und der Gelatine hat er sämtliche Bausteine bis auf wenige Prozente erhalten. Ferner hat er in dem Kasein die Existenz einer neuen Aminosäure, der Oxyglutaminsäure



nachgewiesen, und in der Gelatine einen großen Gehalt an Prolin gefunden.

Noch einer weiteren Methode ist in diesem Zusammenhang zu gedenken, die gestattet, selbst die feinsten Unterschiede zwischen zwei Eiweißkörpern zu erkennen. Das Prinzip ist nicht neu, es beruht auf einer Beobachtung von Kossel, Dakin und Weiß, daß die Eiweißkörper durch Natronlauge racemisiert werden. Woodmann hat daraus eine Methode ausgearbeitet, die gestattet, den Vorgang der Racemisierung zeitlich zu verfolgen. Die Kurve, die man damit erhält, ist für jeden Eiweißkörper charakteristisch. Diese Methode soll noch feiner sein als die serologischen. Laktalbumin und Serumalbumin, die man auf Grund der serologischen Methoden als identisch ansah, erwiesen sich als verschiedene Eiweißkörper.

III.

Diese Zusammenstellung wäre nicht vollständig, wenn nicht ein Gebiet noch erwähnt würde, das zwar noch verhältnismäßig wenig bearbeitet worden ist, aber für die Physiologie doch eine große Bedeutung hat: der intermediäre Eiweißstoffwechsel. Wichtige Resultate verdanken wir darüber Thomas. Seine Untersuchungen haben ergeben, daß man annehmen muß, das Organeiwweiß werde ganz anders abgebaut als das Nahrungseiwweiß. Er hat es vor allem für das im Organeiwweiß gebundene Cystin und Arginin zeigen können. Er nimmt an, daß dem Abbau Organeiwweiß keine hydrolytische Spaltung vorangehen muß, sondern daß die Aminosäuren noch im gebundenen Zustand bereits die entsprechenden Veränderungen erleiden. Wahrscheinlich ist der Abbau Organeiwweiß ein oxydativer. Nun findet ein solcher oxydativer Eiweißabbau in großem Stil bei dem Rheinlachs statt. Durch die Untersuchungen von Miescher, Kossel und Weiß ist gezeigt worden, daß während seiner Wanderung im Rhein aus dem komplizierten Muskeleiweiß das Protamin der Spermatozoen entsteht, also aus einem Eiweiß, das verhältnismäßig arm an Basen, ein daran reiches gebildet wird. Die Monoaminosäuren werden dabei oxydiert. Es fragt sich nun, ob nicht überhaupt der oxydative Abbau des Organeiwweiß in diesem Sinne verläuft, daß die Diaminosäuren geschont werden und vorzugsweise nur die Monoaminosäuren zerstört werden, wobei dann auch Produkte entstehen müssen, die reich an Hexonbasen sind. Tatsächlich findet man nun in einer ganzen Reihe von Organen peptonartige Körper, die sich durch einen hohen Basengehalt auszeichnen. Der Gehalt an Basenstickstoff beträgt ungefähr 50–60% des Gesamtstickstoffs. Interessant ist noch, daß bei diesen Substanzen niemals Cystin oder Tyrosin gefunden wurde, gerade die Aminosäuren, die am leichtesten bei der Oxydation angegriffen werden. [A. 90.]

Technisches aus den Vereinigten Staaten.

Von Dr. FRANZ MEYER, Heidelberg.

Vorgetragen im Oberrheinischen Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker.

(Eingeg. am 4./4. 1922.)

Was hier über technische Neuerungen berichtet wird, beruht zum Teil auf eigener Beobachtung. Allerdings beschränkt sich diese auf die Besichtigung zweier amerikanischer Fabriken, da ich im übrigen trotz der vielen guten Beziehungen, die ich infolge meiner neunjährigen Tätigkeit in der chemischen und Metallhütten Industrie drüben habe, nicht aufgefordert wurde, mir Betriebe anzusehen, und die Zeit noch nicht gekommen ist, daß ein deutscher Techniker um die Erlaubnis hierfür bitten kann, ohne sich einer Ab-age auszusetzen. Im übrigen beruht mein Vortrag zum Teil auf zuverlässigen Mitteilungen, die ich drüben von befreundeten und bekannten Chemikern und Ingenieuren erhielt, zum Teil auf dem Studium der amerikanischen technischen Literatur, besonders der von der Zolltarifkommission in Washington herausgegebenen „Tarif Information Surveys“, die ich jedem empfehlen kann, der sich näher über den jetzigen Stand derjenigen amerikanischen chemischen Industrien unterrichten will, die besonders durch den in Vorbereitung befindlichen Einfuhrzolltarif beeinflusst werden.

Der Krieg ist für die amerikanische chemische Industrie, ebenso wie bei uns, ein strenger Lehrmeister gewesen, und wer bei einer Firma tätig ist, die, wie besonders die großen Farbenfabriken, vor dem Kriege hauptsächlich für den Export beschäftigt waren, der weiß, daß der Krieg uns auch drüben viel Wasser abgegraben hat, das früher die Mühlen der deutschen chemischen Industrie trieb. Von den Farbstoffen und ihren Zwischenprodukten, die vor dem Kriege zum größten Teil aus Deutschland und der Schweiz eingeführt wurden,

werden jetzt die leichter herzustellenden, wie z. B. die Azo- und die Schwefelfarben, drüben hergestellt, und zwar nicht nur in genügender Reinheit, sondern auch in Mengen, welche die Ausfuhr ermöglichen. Mit den Küpenfarben scheint es noch zu hupern, mit Ausnahme von Indigo, der schon von zwei oder drei Fabriken erzeugt wird, und einigen wenigen anderen. Es ist jedoch zu befürchten, daß auch auf diesem Gebiet die Amerikaner den vorläufig noch großen Vorsprung unserer Industrie, wenn auch nicht einholen, so doch stark verringern werden. Von den hierfür erforderlichen Bedingungen sind das Kapital, die Rohstoffe, die Arbeiter sowie die technischen und die kaufmännischen Organisationen vorhanden. Es fehlen aber noch die Forscher und die Organisation der wissenschaftlichen Arbeit.

Daß es der amerikanischen Farbenindustrie nicht an Kapital fehlt, ergibt sich z. B. daraus, daß die Allied Chemical and Dyes Company, die aus der Fusion der General Chemical Company, der Solvay Process Company und einiger Farbenfabriken, unter andern der Hartford, Hanna and Schoellkopf Aniline Company in Buffalo hervorgegangen ist, mit 350 Mill. Doll., also bei dem jetzigen Wechselkurse mit über 100 Milliarden M. kapitalisiert ist, und daß die Dupont Company während des Krieges an den von ihr früher ausschließlich hergestellten Sprengstoffen hunderte von Millionen Dollars verdient haben soll.

An Rohstoffen für die Farbenfabrikation mangelt es ebenfalls drüben nicht. Alle anorganischen Chemikalien wurden schon vor dem Kriege in ausreichender Menge erzeugt, und inzwischen sind auch viele Kokereien mit Gewinnung der Nebenprodukte gebaut worden.

Daß der amerikanische Arbeiter, besonders der eingewanderte deutsche und irische Arbeiter, intelligent und fleißig ist, und unsern deutschen Arbeiter an Leistung in keiner Beziehung nachsteht, ist mir aus jahrelanger eigener Erfahrung bekannt. Außerdem ist der amerikanische Unternehmer in seinen Entschlüssen nicht durch Arbeiter- und andere Räte gehindert, er braucht auch nicht, wie der deutsche Arbeitgeber, einen großen Teil seiner Zeit mit Verhandlungen und sonstiger unproduktiver Tätigkeit vergeuden, sondern er kann seine ganze Energie der Erzeugung und dem Absatz seiner Waren widmen. Er kann auch jeden überflüssigen Arbeiter und Argestellten kurzfristig entlassen, und hiervon, sowie von einem kräftigen Abbau aller Löhne und Gehälter wurde schon bei meiner Anwesenheit im vorigen Frühjahr wegen der sehr gedrückten Geschäftslage ausgiebig Gebrauch gemacht. Man hatte, wie man mir sagte, dabei die Erfahrung gemacht, daß die weiter Beschäftigten viel mehr als früher leisteten, da jeder befürchtete, bei dem nächsten Schub sonst seine Stelle zu verlieren. Die amerikanischen Löhne betrugen damals, am Goldstandard gemessen, noch immer etwa das Fünffache der deutschen, aber die Entwicklung ist seitdem so gewesen, daß die Löhne und die Kosten der Lebenshaltung drüben dauernd verringert worden sind, während sie bei uns in einem viel schnelleren Tempo gestiegen sind und noch weiter steigen.

Die Fähigkeit des Amerikaners, seine technischen und kaufmännischen Betriebe zu organisieren, ist bekannt, ich brauche nur auf die großen Organisationen der Standard Oil Company, der U. S. Steel Corporation, der American Smelting and Refining Company und vieler anderer Riesenunternehmen hinzuweisen. Auch der Krieg hat viele Beweise von dieser Gabe des Amerikaners gegeben.

Wenig Erfolg hatten die Amerikaner bisher mit der Ausbildung von Chemikern für Forschungsarbeiten und mit der Organisation der für diese Arbeiten mit großen Geldmitteln geschaffenen Institute. Was ich in dieser Beziehung auf der Überfahrt von einem deutschen Kollegen hörte, der schon seit fast 20 Jahren bei einer großen Farbenfabrik drüben tätig ist, klang für uns Deutsche ganz tröstlich. Der Herr erzählte mir, daß er, wenn er einen Laboratoriumsversuch machen will, zunächst der an einem andern Ort tätigen Generaldirektion einen genauen Voranschlag über seine voraussichtlichen Kosten unterbreiten muß. Genehmigt diese den Versuch, so hat er während seiner Dauer ängstlich darauf zu achten, daß nur nicht der Voranschlag überschritten wird. Daß sich bei dieser bürokratischen Behandlung keine Erfindungen von Bedeutung machen lassen, liegt auf der Hand, und der betreffende Herr sagte mir auch ganz offen, daß er und seine Kollegen häufig lieber ihre Ideen für sich behalten, als daß sie sich der für die Genehmigung von Versuchen erforderlichen vielen Arbeit unterziehen. Im allgemeinen liegt jede Arbeit, die wie die Forschung auf chemischem Gebiet erst nach längerer Zeit Früchte bringt, dem Amerikaner nicht, er will schnelle Erfolge sehen, und wo diese sich nicht einstellen, erlahmt sein Interesse bald.

Ich habe das Gebiet der organischen Farben und der Zwischenprodukte zuerst behandelt und mich dabei etwas länger aufgehalten, da es drüben, besonders wegen des in Vorbereitung befindlichen neuen Zolltarifs im Vordergrund des Interesses steht, und da es mir Gelegenheit gibt, im Zusammenhang damit auf den starken Einfluß hinzuweisen, den drüben die großen geschäftlichen Unternehmen auf den Zolltarif und auf andere wirtschaftspolitische Fragen ausüben.

Daß in der amerikanischen Presse die Bedeutung der Fabrikation der organischen Farbstoffe für die Vereinigten Staaten häufig stark überschätzt wird, ist unter andern auf Einflüsse der amerikanischen Farbstofffabrikanten zurückzuführen, die ihre Produkte durch einen möglichst hohen Einfuhrzoll gegen die fremden, besonders die deutschen Erzeugnisse geschützt sehen möchten. Ich erinnere mich, daß derselbe

Dr. Bernhard C. Hesse, der jetzt einer der eifrigsten Vorkämpfer für einen hohen Schutzzoll ist, zu Anfang des Krieges den Wert der gesamten jährlichen Einfuhr von Farben in die Vereinigten Staaten auf nur 10 Mill. Doll. schätzte, der sich auf etwa 1000 Farben verteilte. Damals warnte er seine Landsleute, die Fabrikation von Farben aufzuheben, von denen im Durchschnitt nur für je 10000 Doll. jährlich verbraucht würden. Heute, wo der neue Zolltarif vor der Tür steht, wollen die Hesses und Garvans ihre Landsleute glauben machen, daß ohne diese Industrie ihr Land dem Untergang geweiht sei. Besonders gern gebrauchen diese Leute folgendes Argument, das ein hübsches Beispiel dafür ist, wie man es in Ländern, die sich der Segnungen der Demokratie schon länger erfreuen als wir, versteht, Politik mit Geschäft zu verquicken.

Heer und Marine kosten den Vereinigten Staaten etwa 1 Milliarde Doll. jährlich. Den Leuten wird nun von den Interessenten vorgeredet, daß der nächste Krieg ein Krieg der „chemical warfare“ sein werde, also ein Krieg, in dem besonders mit giftigen Gasen und anderen Chemikalien gekämpft werden wird. Wenn man nun durch einen hohen Zoll auf Chemikalien der während des Krieges geschaffenen chemischen Industrie, besonders der organischen, die Gelegenheit geben würde, sich so zu entwickeln, daß sie allen Anforderungen während des nächsten Krieges gerecht werden kann, so könnte man Heer und Marine so weit verkleinern, daß man 400 Mill. Doll. jährlich hierfür sparen könnte. Die restlichen 600 Mill. Doll. würde man aus den erhöhten Zöllen herausholen.

Es ist zu befürchten, daß dies Argument seinen Einfluß auf die Mehrheit der Gesetzmacher nicht verfehlen wird, da die Verhältnisse dafür günstig sind, und da es von sehr großen und einflußreichen Firmen verbreitet wird.

Unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen zwei Vorschläge in dem Tarifentwurf, die anscheinend hauptsächlich gegen die deutsche Industrie gerichtet sind. Einmal die Bestimmung, daß Farben, die drüben in der erforderlichen Menge und Reinheit hergestellt werden, in den nächsten drei Jahren überhaupt nicht eingeführt werden dürfen, und zweitens der Vorschlag, daß alle Wertzölle nicht auf dem Wert der eingeführten Waren in ihrem Ursprungsland, sondern auf dem Großverkaufspreis in den Vereinigten Staaten basiert werden, und daß letzterer durch eine Kommission festgelegt werden soll.

Es gibt natürlich auch drüben einsichtige Fabrikanten, die sich der großen Gefahren bewußt sind, die hohe Einfuhrzölle zur Folge haben müssen, wie z. B. hohe Löhne und hohe Preise für alle Gegenstände des täglichen Gebrauchs, und daß letzten Endes dadurch die Exportfähigkeit der amerikanischen Industrie stark beeinträchtigt wird. Es wird aber auch wohl in diesem Falle, wie so häufig, die Unvernunft Sieger bleiben.

Es soll jetzt von einigen technischen Problemen, die drüben häufig erörtert werden, die Rede sein und zwar zuerst von der Brennstofffrage.

Ich erinnere mich, daß ich vor etwa 25 Jahren als Direktor einer halbwegs zwischen New York und Philadelphia gelegenen chemischen Fabrik Anthrazitkohlen in einer Größe, die man bei uns etwa als Nuß 4 bezeichnen würde, zum Preise von 60 Cents je Tonne, als zu etwa 2,50 M ab Grube in Pennsylvania, kaufte. Hierzu kam noch eine Fracht von 1,20 Dollar, so daß sich die Tonne Kohle frei Verbrauchsstelle auf 1,80 Dollar, also auf etwa 7,50 M stellte. Diese Zeiten sind infolge der erhöhten Löhne und Frachten auch in den Vereinigten Staaten dauernd vorüber, und heute kostet die Tonne bituminöser Kohle — die Anthrazitkohlen dürften nur noch für Hausbrand in Frage kommen — in New York etwa 7 Dollar. Man hat also inzwischen sich auch drüben mit brennstoffsparenden Einrichtungen befreunden müssen, besonders auch deshalb, weil das Heizöl, das früher als ein außerordentlich billiger und dabei bequemer Brennstoff, besonders im Westen, in großer Menge zur Verfügung stand, inzwischen auch knapp und infolgedessen teuer geworden ist.

Als Ersatz für das Öl heizt man in vielen Fällen die Industrieöfen mit Kohlenstaub, man ist sogar in einzelnen Fällen auch dazu übergegangen, Röhrenkessel mit Kohlenstaubfeuerung auszustatten. Der allgemeinen Einführung dieser ohne Frage wirtschaftlichen Feuerung, die zuerst für die Beheizung der langen Drehrohröfen in der Zementindustrie angewandt wurde, stehen die hohen Kosten für die Einrichtung, besonders für die erforderliche Mahl- und Trockenanlage und deren Betrieb, sowie das gelegentliche Auftreten von Kohlenstaubexplosionen entgegen. Es ist dann auch der Kohlenstaubfeuerung in letzter Zeit ein Wettbewerber entstanden, besonders für Kesselfeuerungen, und zwar die Unterschubfeuerung, bei der, wie ihr Name sagt, die Kohle mechanisch unter die glühende Kohlschicht geschoben wird. Diese Einrichtung bietet gegenüber der üblichen Feuerung den Vorteil, daß die beim Erwärmen der Kohle freiwerdenden Gase durch die glühende Kohlschicht hindurchstreichen und hierbei sicher entzündet werden, so daß sich auch bei dieser Feuerung eine rauchfreie Verbrennung ohne großen Luftüberschuß erzielen läßt.

Der auf einen Deutschen geradezu überwältigend wirkende außerordentlich starke Kraftwagenverkehr hat zu einer Knappheit von leichtsiedenden, für den Motorbetrieb geeigneten Kohlenwasserstoffen geführt. Diesem Mangel hat man in etwa durch den sogenannten „cracking process“ abgeholfen, wobei das Rohöl unter Druck destilliert wird. Das Verfahren ist wenig wirtschaftlich, da ein beträchtlicher Teil des Öls dabei zerstört wird, die Spannung

zwischen den Preisen für niedrig und höher siedende Öle ist aber so groß, daß man diesen Verlust in den Kauf nehmen kann.

Auch der Preis für Erdgas, dieses bequemsten aller Brennstoffe, hat sich in den letzten Jahren wesentlich erhöht. Ich erinnere mich noch der Zeit, als einer von mir erbauten Zinkhütte in Bartlesville, Oklahoma, die 1000 Kubikfuß dieses aus fast reinem Methan bestehenden Gases etwa 1 Cent kosteten. Auch diese Zeiten sind endgültig vorbei. Das Naturgas ist inzwischen knapp geworden, außerdem hat man es als eine wertvolle Rohstoffquelle für die Erzeugung von Ruß und von Benzin schätzen gelernt, so daß es als Brennstoff für metallurgische Zwecke wohl nur noch vereinzelt benutzt wird.

Wenden wir uns nunmehr der anorganischen Großindustrie zu, und zwar zunächst der Industrie der Säuren und Alkalien.

In der Schwefelsäurefabrikation hat sich während des Krieges insofern ein Umschwung vollzogen, als man, abgesehen von den Fällen, wo Röstgase von Zinkblende und kupferhaltigen Pyriten als Abfallprodukt zur Verfügung stehen, fast allgemein zum Verbrennen von Louisiana-Schwefel übergegangen ist. Dieser wird bekanntlich nach dem genialen Verfahren von Hermann A. Frash dadurch gewonnen, daß ein konzentrisches Rohrpaar von der Oberfläche in die Nester getrieben wird, in denen der Schwefel in Louisiana vorkommt, und daß man in den ringförmigen Raum zwischen den beiden Rohren hochgespannten überhitzten Dampf einläßt, der den Schwefel zunächst zum Schmelzen bringt. Der Dampfdruck treibt dann den geschmolzenen Schwefel durch das innere Rohr an die Oberfläche, wo er in Haufen erstarrt, denen durch Bretter, ähnlich wie Stampfbetonbau, die Form einer abgestumpften viereckigen Pyramide gegeben wird. Er wird dann nach Bedarf von den Haufen in Blöcken losgebrochen und versandt. Die Blöcke werden an der Verbrauchsstelle in Stücke gebrochen und in rotierenden Drehrohröfen mit einstellbarer Luftzuführung verbrannt. Gegenüber dem Abrösten von Schwefelkies bietet die Verwendung von Schwefel den Vorteil, daß die Schwefelöfen im Bau und im Betrieb billiger sind als die Kiesöfen, daß sich reichere Gase damit erzielen lassen, und daß der lästige Abtransport und das Lagern der Abbrände fortfällt. Der Louisiana-Schwefel ist sehr rein, er enthält über 99% S, so daß der Rückstand nur von Zeit zu Zeit aus den Öfen zu entfernen ist. Ein kleiner Gehalt an öligen Bestandteilen machte anfänglich Schwierigkeiten, da er die Oberfläche des geschmolzenen Schwefels bedeckte und daher den freien Zutritt der Verbrennungsluft beeinträchtigte. Durch die rotierenden Rohrofen, deren mit feuerfesten Steinen ausgekleideter Zylinder stets neue Mengen des geschmolzenen Schwefels aus dem Bade mitnehmen und mit der Luft in Berührung bringen, ist diese Schwierigkeit jedoch vollständig gehoben.

Diese Vorteile, wozu noch eine Ersparnis an Löhnen kommt, haben denn auch die Zellstofffabriken, die nach dem Mitscherlich-Verfahren arbeiten, veranlaßt, fast allgemein zum Schwefel überzugehen. Für diese ist die Verwendung schwefeldioxydreicher Gase von großem Vorteil, da sie, besonders bei heißem Wetter, Schwierigkeiten hatten, aus den Schwefelkiesröstgasen ihre Calciumbisulfatlauge in der gewünschten Zusammensetzung zu erhalten.

Bei den Kammer-Systemen hat man, anscheinend mit Erfolg, gemauerte Glover- und Gay-Lussac-Türme, ohne jeden Bleimantel versucht, und bei der Anaconda Copper Company in Butte, Montana, sollen Versuche mit einem Intensivsystem, bei dem die Kammern durch gemauerte Kästen mit Füllmaterial ersetzt sind, im Gange sein. Über die Haltbarkeit und die Wirtschaftlichkeit, besonders auch über den Salpeterverbrauch, habe ich leider nichts in Erfahrung bringen können.

Auch über Neuerungen in den Kontaktschwefelsäureanlagen habe ich nichts gehört. Versuchsweise hat man, angeblich mit Erfolg, Silicagel als Platinträger an Stelle von Asbest oder von wasserlöslichen Sulfaten benutzt. Das Produkt wird von einer chemischen Fabrik im Osten aus Wasserglas durch Fällen der Kieselsäure mit Schwefelsäure und darauf folgendes Trocknen hergestellt und besonders für die Adsorption von Gasen empfohlen, z. B. zum Adsorbieren von Schwefeldioxyd aus armen Röstgasen. Die Firma schlägt für diesen Zweck eine geschlossene Apparatur vor, in dem das Silicagel in Pulverform in den Gasstrom eingeblasen wird. Nachdem es das Schwefeldioxyd aus dem armen Gas adsorbiert hat, wird es in einem Zyklon von den Restgasen getrennt und beim Durchgang durch außen geheizte Rohre erwärmt, wobei es das adsorbierte Schwefeldioxyd in konzentrierter Form wieder abgibt. Nach dem Abkühlen in einem Röhrenkühler wird das Silicagel erneut in den Gasstrom eingeblasen. Ob das Verfahren für diesen Zweck und für andere Gasadsorptionen an Stelle von präparierter Holzkohle schon im großen benutzt wird, ist mir nicht bekannt.

Für die Herstellung von Sulfat und Salzsäure aus Kochsalz und Bisulfat, das drüben noch erhältlich ist, da fast die ganze Salpetersäure aus Chilesalpeter gewonnen wird, ist neuerdings von einem Herrn Laury, der früher bei der General Chemical Company angestellt war, ein Ofen gebaut worden, der sich anscheinend gut bewährt. Der Ofen ist eine Kombination von einer Kugelmühle und einem Drehrohr, die hintereinander geschaltet und miteinander starr verbunden zusammen in bekannter Weise sich um ihre Längsachse auf Rollen drehen. Das Salz und das Bisulfat werden in die Kugelmühle eingeführt, von der sie in das Drehrohr übertreten, während die Feuergase, die von der inneren Ölfeuerung der Öfen herrühren, den entgegengesetzten Weg machen. Das fertige Sulfat tritt also am

Feuerende aus, während das mit den Verbrennungsgasen verdünnte Salzsäuregas am Beschickungsende die Kugelmühle verläßt. Die dünnen Gase erfordern natürlich eine umfangreichere Kondensation als Muffelöfen, wie z. B. der bekannte Mannheimer Ofen, der einfache und kompensierte Apparat soll jedoch etwa 20 Tonnen Sulfat von guter Qualität in 24 Stunden liefern und wenig Bedienung sowie Reparaturen erfordern.

Zum Pumpen von Säuren und für Leitungen hat sich auch drüben das hochsiliciumhaltige Gußeisen unter dem Namen Duriron gut bewährt.

Für die Kochsalzelektrolyse sind während des Krieges mehrere Anlagen gebaut. Die größte Anlage, die mit Nelsonzellen ausgestattet ist, wurde von der Regierung in Muscle Shoals am Tennessee-River für eine tägliche Leistung von 100 short tons, also etwa 90 metrischen Tonnen Chlor für Kampfgase erbaut. Sie ist aber im Kriege nicht mehr in Betrieb gekommen, da sie beim Waffenstillstand eben erst fertig geworden war. Die von der Warner Chemical Company bei New York entwickelte Nelsonzelle hat senkrechte Diaphragmen und liefert infolge ihrer sorgfältigen Konstruktion ein besonders reines Chlorgas von etwa 99% Gehalt, das sich natürlich gut zum Verflüssigen eignet.

Die Fabrikation von Stickstoffverbindungen hat während des Krieges auch in den Vereinigten Staaten Fortschritte gemacht, wenn auch der mit einem Aufwand von 12–13 Millionen Dollar unternommene Versuch, eine Anlage nach dem Haber-Bosch-Verfahren zu bauen, selbst von der daran beteiligten General Chemical Company als ein Fehlschlag bezeichnet wird. Es ist daher drüben von „de Jahns improved Haber-Bosch-prozess“ ziemlich still geworden. Dagegen haben sich das schon vor dem Kriege auf der kanadischen Seite des Niagara-falls im Betrieb befindliche Cyanamidverfahren und einige Verfahren zur Herstellung von Cyannatrium und -kalium anscheinend gut entwickelt.

Cyannatrium, das für die Gewinnung von Gold aus goldhaltigem Gestein in den Vereinigten Staaten und in Südafrika von großer Bedeutung ist, wird drüben nach dem Castnerverfahren und nach dem Cyanamidverfahren hergestellt.

Ersteres beruht darauf, daß sich Natrium, das unter anderm in Niagara Falls von der Roessler & Hasslacher Chemical Company schon seit vielen Jahren hergestellt wird, mit Ammoniak bei Temperaturen zwischen 300 und 400° C zu Natriumamid verbindet. Dieses wird beim Leiten über glühende Kohle in Natriumcyanamid übergeführt, das sich sofort mit der Kohle zu Cyannatrium verbindet. Die rohe Schmelze wird in Wasser gelöst und zur Entfernung der darin vorhandenen geringen Unreinigkeiten filtriert. Das geschmolzene Salz, das 97–98% Cyannatrium enthält, wird in eiserne Formen gegossen, in denen es erstarrt.

Das von der American Cyanamid Company in Niagara Falls, Canada, ausgeübte Cyanamidverfahren geht von rohem Cyanamid und Kochsalz aus. Beim Zusammenschmelzen beider verbindet sich der in ersterem noch vorhandene Kohlenstoff und das Kochsalz mit dem Calciumcyanamid zu Cyannatrium. Das Produkt soll genügend rein für die Goldcyanidierung sein.

Das dritte Verfahren, das nach seinem Erfinder, einem Professor der Brown University, als Bucher-Verfahren bezeichnet wird, benutzt calcinierte Soda, gemahlene Koks, fein verteiltes Eisen und Stickstoff oder Luft als Rohstoffe. Die drei ersteren werden zusammen auf Rotglut erhitzt unter Durchleiten von Luft oder Stickstoff, wobei Cyannatrium entsteht. Eine Anlage zur Herstellung von 10 tons Cyannatrium täglich war im November 1918 von dem Bureau of Mines in Washington für das Kriegsministerium fertiggestellt, nachdem mit dem Verfahren in einer Versuchsanlage der Nitrogen Products Co. in Saltville, Va., schon längere Zeit experimentiert worden war. Die größere Anlage ist nie im Dauerbetrieb gewesen, da das Verfahren noch große technische Schwierigkeiten bieten soll. Dagegen soll die Überführung des nach den drei Verfahren gewonnenen Cyannatriums in Ammoniak, wobei ameisensaures Natrium als Nebenprodukt entsteht, mittels Dampf verhältnismäßig leicht sein.

Ich erwähnte vorhin schon kurz das Cyanamidverfahren und de Jahns sogenanntes „verbessertes“ Haber-Bosch-Verfahren. Über das Schicksal der beiden Verfahren während des Krieges machen die „Tariff Information Surveys“ ganz interessante Mitteilungen. Ich gebe daher im folgenden den Bericht in Übersetzung:

„Bis zum Eintritt der U. S. in den Krieg hatten die U. S. sich ausschließlich auf Chile betreffend Lieferung von Salpeter für Sprengstoffe, Chemikalien und Düngemittel verlassen. Ihr Eintritt in den Krieg änderte die Lage gründlich. Die Nachfrage nach Sprengstoffen wuchs unendlich, und der beunruhigende Erfolg der deutschen U-Boote während 1917 machte die Abhängigkeit von Chile für Nitrate zunehmend gefährlich. Der Möglichkeit, daß die deutschen U-Boote sich tatsächlich der Herrschaft über die Meere sichern würden, mußte man ins Auge sehen. Es war daher eine gesunde Politik, Schritte zu ergreifen, um eine angemessene Belieferung mit Nitraten aus Quellen außerhalb des Bereichs der U-Boote sicherzustellen. Das Nitratprogramm des Kriegsministeriums wurde ungeheuer vermehrt. Am 15. Oktober 1917 wurde der Bau der Nitratanlage Nr. 1 nahe Sheffield, Alabama, begonnen. Die Anlage sollte eine jährliche Leistung von etwa 10000 Tonnen Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff haben, die Pläne dafür waren von der General Chemical Company vorbereitet. Das Verfahren war in einer Anlage betriebs-

mäßiger Größe vorher nicht versucht worden, und das Kriegsministerium beschloß, sich nicht ausschließlich darauf zu verlassen. Gewißheit der Produktion zu einem früheren Termin war das Wichtigste, vergleichende Selbstkosten und die wahrscheinliche Wettbewerbsfähigkeit nach dem Kriege waren weniger wichtig. Das Cyanamidverfahren war in erfolgreichem Betriebe in Niagara Falls, Canada, und die technische Erfahrung der Betriebsleitung dieser Anlage stand der U. S.-Regierung zur Verfügung. Eine Cyanamidanlage konnte daher mit Sicherheit des Erfolgs errichtet werden, und ohne lange Verzögerungen zur Abhilfe von Fehlern beim Bau, die fast unvermeidlich sind, wenn der Entwurf nur auf Versuchen im kleinen basiert, geschritten werden.

Obgleich keine Großanlage für die Umwandlung von Ammoniak in Salpetersäure in den U. S. im Betrieb war, so war doch viel Versuchsarbeit auf dies Verfahren von der American Cyanamid Company, dem Bureau of Mines und der Semet Solvay Company verwandt worden. Diese Versuche waren hinreichend erfolgreich gewesen, um das Vertrauen in dies Verfahren im Zusammenhang mit dem Haber- und dem Cyanamidverfahren zu rechtfertigen und ihnen den Vorzug vor den Lichtbogenverfahren zu geben, die wegen ihres enormen Kraftbedarfs ausgeschlossen wurden. Demgemäß wurde Nitratanlage Nr. 2 nahe den Muscle Shoals am Tennessee River bei Sheffield, Alabama, in Angriff genommen. Sie war für eine Jahresleistung von 220000 Tonnen Calciumcyanamid, entsprechend 50000 tons Ammoniakgas geplant. Es soll schließlich Wasserkraft benutzt werden, aber da wenigstens drei Jahre für den Bau der Dämme und der Wasserkraftanlagen erforderlich waren, wurde eine Dampfkraftanlage errichtet, um die erforderliche Kraft sofort zu liefern.

Bevor der Bau von Anlage Nr. 2 sehr weit fortgeschritten war, wurde das Programm wieder erweitert und Aufträge für den Bau von Anlage Nr. 3 nahe Toledo, und von Anlage Nr. 4 nahe Cincinnati, die im Entwurf Nr. 2 ähnlich waren, gegeben.

Am Tage des Abschlusses des Waffenstillstandes waren Anlagen Nr. 1 und 2 zum Teil im Betrieb, obgleich alle ihre Einheiten noch nicht fertig waren. Für Anlage Nr. 3 und 4 waren nur die Fundamente gelegt, und der Weiterbau ist inzwischen aufgegeben worden.

Anlage Nr. 1, die synthetisches Ammoniak erzeugen sollte, war jedoch nicht ganz erfolgreich. Es waren Fehler im Entwurf gemacht worden, so daß die fertige Anlage nicht in einer ganz zufriedenstellenden Weise arbeitete. Dies ist nicht überraschend, da die Entwürfe auf Versuchen in einem viel kleineren Umfange beruhten, und niemand in Amerika irgendwelche Erfahrung in dem Betrieb einer großen betriebsmäßigen Anlage hatte. Gewöhnliche Geschäftsklugheit, die erfordert, daß jede Einzelheit des Entwurfs durch den Bau, den Betrieb und die Anpassung einer großen Einheit vervollkommen wird vor dem Bau einer aus vielen Einheiten bestehenden Großanlage, wurde in diesem Falle wegen der dringenden Notwendigkeit für Schnelligkeit absichtlich vernachlässigt. Viel von der Konstruktion ist von guter, gebrauchsfähiger Qualität einschließlich des Bahnanschlusses, der Arbeiterkolonie für die Arbeiter, der Kraftanlage, der Reparaturwerkstätten, der Bureaus, Fabrikgebäude und eines großen Teils der Betriebseinrichtung. Von dieser muß ein Teil neu entworfen und gebaut werden. Die Besitzrechte auf die Haber-Patente sind von dem Treuhänder für das feindliche Eigentum in Besitz genommen worden, und es wird daher die Notwendigkeit, die Verletzung der Patente zu vermeiden, nicht mehr den Umbau der Anlage beeinträchtigen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß sie durch die Ausgabe eines kleinen Bruchteils der ursprünglichen Kosten in einen guten betriebsfähigen Zustand gebracht werden kann. Die Cyanamidanlage (Nr. 2) ist gut gebaut und in gutem betriebsfähigen Zustande, da der Entwurf von Ingenieuren stammt, die im Betrieb einer erfolgreichen großen Anlage erfahren waren.“

Bei der Anlage Nr. 1 scheint also nach dem Bericht alles in schönster Ordnung zu sein, mit alleiniger Ausnahme der eigentlichen Betriebseinrichtung, die, soweit mir bekannt ist, überhaupt noch kein Ammoniak geliefert hat. Die Baukosten von 12–13 Mill. Doll. sind daher wohl als verloren anzusehen. Ein Direktor der General Chemical Company sagte mir jedoch im vorigen Sommer, daß sie trotzdem überzeugt seien, daß de Jahns' Verfahren, bei dem, wenn ich recht unterrichtet bin, Stickstoff und Wasserstoff bei einem Druck von nur 100 Atmosphären zu Ammoniak vereinigt werden sollen, gut sei, und daß seine Firma eine neue Anlage auf dem Werk der jetzt mit ihr vereinigten Solvay Process Company in Syracuse, New York, im Bau habe, die letzten Herbst in Betrieb kommen sollte. Über das Ergebnis habe ich nichts weiter erfahren.

Die durch den Krieg hervorgerufene mehrjährige Abschließung der Vereinigten Staaten von ihren alten Bezugsquellen hat natürlich dazu geführt, daß nicht nur viele Farbstoffe, sondern Chemikalien allgemein, die früher ausschließlich eingeführt wurden, besonders von Deutschland, jetzt im Lande hergestellt werden.

Ich erwähne nur das beim Färben von Indigo und anderen Küpenfarben benutzte Hydrosulfit und seine im Baumwolldruck gebrauchte Formaldehydverbindung, die jetzt von drei Firmen, den Merrimac Chemical Works in Boston, von Roehm & Haas in Philadelphia und von Jacques Wolfe in Passaic, New Jersey, erzeugt werden. Ferner Kaliumpermanganat, das heute von neun Firmen hergestellt wird, während es vor dem Kriege ausschließlich von Deutschland und England eingeführt wurde.

Die Erzeugung von Bariumsalzen war von 8500 Tonnen im Jahre 1915 auf 23000 Tonnen im Jahre 1918 gestiegen, hatte sich

also nahezu verdreifacht. Auch die Herstellung von Lithoponen, die bekanntlich große Mengen Schwefelbarium erfordert, hatte sich von 12500 Tonnen im Jahre 1910 auf 72500 Tonnen im Jahre 1919 gehoben, also fast versechsfacht.

Auch Natriumnitrit wird infolge der Anforderungen der amerikanischen Farbenfabriken und Färbereien jetzt von zwei Firmen hergestellt. Die Solvay Process Co. erzeugt es durch Oxydation von Ammoniak, die Dupont Company durch Reduktion von Salpeter mittels Blei.

Dasselbe gilt für Schwefelnatrium, das sowohl aus Sulfat durch Reduktion mit Kohle von mehreren Firmen hergestellt wird, als auch als Nebenprodukt bei der Umsetzung von Schwefelbarium zu anderen Bariumsulfaten mittels Natriumsalze. Ich hörte auch von einem angeblich erfolgreichen Versuch, Schwefelnatrium aus Sulfat und Kohle im Schachtofen herzustellen, während die Reduktion ja sonst allgemein im Flammofen ausgeführt wird.

Die Versuche der Amerikaner, sich von dem Bezug der Kalisalze von Deutschland unabhängig zu machen, sind weniger erfolgreich gewesen, so daß man nach Kriegsende wohl wieder allgemein zum Bezuge von Staßfurter und elsässischen Kali zurückgekehrt ist. Man hat versucht, aus dem mittels des Cottrell-Verfahrens niedergeschlagenen Staub von Zementöfen und Eisenhochöfen das Kali zu gewinnen, ferner aus Melasse und aus Meeresalgen an der kalifornischen Küste. Diese Verfahren sowie ein Versuch, den bei Marysval, Utah, vorkommenden Alunit, ein in Wasser unlösliches Kalium-Aluminium-Doppelsalz zur Erzeugung von Kalisalzen nutzbar zu machen, sind meines Wissens inzwischen als zu teuer aufgegeben worden, obgleich das letztere Verfahren einfach ist. Der Alunit zerfällt beim Erhitzen in ein lösliches Kalisalz und in unlösliche Tonerde. Das Ofenprodukt braucht daher nur gelaugt und die Lösung eingedampft zu werden. Das Alunitvorkommen ist sechs englische Meilen von der nächsten Eisenbahn entfernt, und vielleicht ist dies der Grund, daß das Verfahren gescheitert ist.

Wenn auch hüttenmännische Verfahren in diesem Kreise weniger interessieren dürften als chemische, möchte ich ganz kurz ein bei der American Smelting and Refining Company auf ihrem Werk in Perth Amboy ausgearbeitetes patentiertes Verfahren zur elektrolytischen Raffination von Zinn erwähnen, da ich Gelegenheit hatte, die Anlage, die leider zur Zeit meines Besuchs wegen Absatzmangel infolge der geschäftlichen Depression stillstand, zu besichtigen. Das Verfahren verwendet wie das Betts-Verfahren zur elektrolytischen Raffination von Blei Kieselfluornatrium als Elektrolyten, den etwa 60% Schwefelsäure zur Fällung des im Hüttenzinn enthaltenen Bleies zugesetzt werden. Betts fügt bekanntlich seinem Elektrolyten noch Leim hinzu, um ein dichtes, nicht schwammiges Kathodenblei zu erhalten. Nach einem Zusatzpatent scheinen auch dem Elektrolyten in der Zinnraffination organische Stoffe zugemischt zu werden.

Die Zinnhütte in Perth Amboy schickt ihr gesamtes Zinn durch die Elektrolyse, so daß sie mit nur einer Marke auf den Markt kommt, die den besten Marken von Straits- und Bancazinn an Reinheit mindestens gleichwertig ist. Wie ich von dem größten Zinnverbraucher, der U. S. Steel Corporation, erfuhr, ist das Zinn auch sehr gut für das Verzinnen von Eisenblechen geeignet, und das ist das Beste, was man von einer Zinnmarke sagen kann. Ob der Vorteil mit den Kosten der Elektrolyse von etwa 30 Dollar je Tonne nicht zu teuer bezahlt wird, erscheint mir allerdings fraglich, wenigstens für deutsche Verhältnisse.

Von den während des Krieges ausgearbeiteten Verfahren zur Herstellung organischer Produkte sind einige interessant, die sich mit Essigsäure, Butylalkohol und besonders mit Aceton beschäftigen, das während des Krieges als Lösungsmittel in der Pulverfabrikation sehr gesucht war. So baute die U. S.-Regierung in Terre Haute, Indiana eine Anlage, die jetzt der Commercial Solvents Corporation gehört, und die nach dem patentierten Weizmann-Verfahren arbeitet. Es besteht darin, daß geschälter Mais gründlich sterilisiert und dann mit *Bacillus butylicus* vergoren wird, wobei 10 tons Äthylalkohol, 60 tons Butylalkohol und 30 tons Aceton entstehen, die durch fraktionierte Destillation getrennt werden. Die Anlage soll Ende 1920 monatlich 500 Tonnen von diesen Gärungsprodukten hergestellt haben. Der Butylalkohol wurde dort als Lösungsmittel für Nitrocellulose benutzt, während er in der Anlage der British Acetone Company in Toronto, Canada, die monatlich 200 Tonnen Aceton und 400 Tonnen Butylalkohol erzeugt haben soll, während des Krieges in Äthyl-methyl-keton übergeführt wurde, das als Lösungsmittel für den englischen Sprengstoff Cordite diente.

Aceton wurde im Kriege auch durch trockene Destillation von Calciumacetat und durch Vergären von Melasse zunächst zu Alkohol und dann zu Essigsäure gewonnen. Diese wurde verdampft, und die Dämpfe wurden über rotglühenden Kalk als Katalysator geleitet. Nach diesem Verfahren sollen 30 Tonnen Aceton täglich hergestellt worden sein. Alle Verfahren, die über die Essigsäure gehen, sind aber als zu teuer wieder aufgegeben worden. Dagegen soll das Burton-Verfahren, das von Propylen ausgeht, das bei dem schon erwähnten Cracking von Erdöl entsteht, gute Aussichten auf Erfolg haben. Es besteht darin, daß das Propylen in konzentrierter Schwefelsäure gelöst wird. Beim Verdünnen der Lösung mit Wasser entsteht Isopropylalkohol, dessen Dämpfe beim Leiten über einen Katalysator zu Aceton oxydiert werden.

Essigsäure aus Calciumcarbid über den Weg Acetylen und Acetaldehyd mit Quecksilberkatalysator wird in Schawinigan Falls in Canada in einer Menge von monatlich 650 tons, als 100%ige Säure angegeben, hergestellt. Auch Monochloressigsäure, die für die Fabrikation von Indigo gebraucht wird, und Essigsäureanhydrid für die Herstellung von Acetylcellulose und von Aspirin werden jetzt in den Vereinigten Staaten fabriziert, diese sogar von vier Fabriken*). [A. 97.]

Die neuere Entwicklung der Motorkraftstoffe.

Von WA. OSTWALD, Tanndorf (Mulde).

(Eingeg. 22./4. 1922.)

Es ist merkwürdig, wie spät die Erkenntnis ausschlaggebender Bedeutung der Chemie für die Entwicklung des sogenannten Explosionsmotors gekommen ist. Der geniale Gedanke von Huygens¹⁾, das durch seine Plötzlichkeit besonders augenfällige und wertvolle Arbeitsvermögen der Explosion in einer Kolbenmaschine ähnlich dem sanften nachhaltigen Druckes des Dampfes oder erhitzter Luft in Dampfmaschine oder Heißluftmotor arbeiten und für Ludwig XIV. die Versailler Wasserkünste betreiben zu lassen, liegt zeitlich noch vor der Erfindung der Dampf- und Heißluftmaschine und bedurfte doch längerer Zeit als jene zur weiteren Entwicklung. Huygens selbst hatte Sorge, die Explosion (er benutzte Schießpulver) direkt arbeiten zu lassen. Bei seinem Schießpulvermotor schoß die Explosion nur den freien Kolben in die Höhe. Arbeit leistete erst der Luftdruck, indem er den Kolben wieder herabtrieb. Die gleiche Sorge vor dem gefährlichen Einsperren der Explosion beherrscht die weitere Entwicklung des Explosionsmotors. Auch der erste wirklich brauchbare Gasmotor von Otto und Langen²⁾ ist eine Flugkolbenmaschine. Es erschien offenbar den ersten Erfindern unmöglich, den zeitlichen Verlauf der Explosion zuverlässig und vorteilhaft dem Kolbenspiel anzupassen³⁾. Diese Aufgabe ist, mathematikfrei und phänomenologisch ausgedrückt, dasjenige, an dem man bei den Verbrennungsmaschinen mit Eifer seit jener Zeit und auch noch heute arbeitet. Leider ist aber diese Aufgabe meist hinter so viel Mathematik, Thermodynamik und Diagrammkunde versteckt worden, daß sie mehr gefühlsmäßig verfolgt, als in klarer Erkenntnis systematisch bearbeitet wurde.

Die in ihren Zielen von der Thermodynamik befruchtete, in der Ausführung aber trotzdem wesentlich empirische Entwicklung der Motoren hat zu zwei Haupttypen geführt, nämlich

1. dem Gemisch- oder Verpuffungsmotor, bei dem ein brennfertiges Gemisch von Luft und Kraftstoff verdichtet und abgebrannt wird, und

2. dem Diesel- oder Gleichdruckmotor, bei welchem Luft verdichtet und der Kraftstoff während der Verbrennung eingespritzt wird.

Im Lichte unserer Problemstellung ergibt sich sofort, daß der zweite Typ die prinzipiell einfachere Lösung der Aufgabe darstellt, den Druckverlauf der Verbrennung in dem durch das Kolbenspiel nach einem komplizierten Kosinusetz sich vergrößernden Arbeitsraume wunschgemäß zu gestalten, indem man die Zuführung des einen reagierenden Bestandteiles, nämlich des einfacheren als die Luft zu handhabenden Kraftstoffes, von dem gleichen Kosinusetz oder der Kurbelwelle beeinflussen läßt. Tatsächlich ist zwar Diesel nicht auf Grund dieser einfachen Überlegung, sondern durch die Absicht der Verwirklichung einer besonderen Kreisprozeßform⁴⁾ zu seiner Arbeitsweise gelangt, und tatsächlich ist auch meines Wissens die Variation der Einspritzkurve (nicht nur der Einspritzmenge oder -dauer) zur Regelung des Verbrennungsvorganges im Dieselmotor, den Glühkopfmotoren usw. noch nicht erprobt worden, obwohl viel von derartigen Versuchen zu erhoffen ist.

Praktisch ist auch der Dieselmotortyp die wirtschaftlichste Motorenart. Die grundsätzlich einfache Lösung der Aufgabe mußte aber mechanisch teuer erkauft werden. Die Verbrennungsreaktion läßt sich nur dann durch geregelte Zuführung des Kraftstoffes in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit wunschweise und vollständig bewirken, wenn die Reaktionsgeschwindigkeit im Effekt ausreichend groß ist, also Zerstäubung, Diffusion, Temperatur usw. derart zusammenwirken, daß der eingeführte Kraftstoff auch entsprechend der Geschwindigkeit der Einföhrung prompt verbrennt. Dies läßt sich nur durch Anwendung sehr hoher Drucke und Temperaturen erreichen (Dieselmotor besonders hohe Drucke, Glühkopfmotor besonders hohe Einführungstemperaturen des Kraftstoffes), ist aber bei den niedrigen Temperaturen (etwa 100° C Wandungstemperatur) und Verdichtungen (etwa 5 kg/qcm) der Gemischmotoren nicht durchführbar. Hohe Drucke bedingen aber schweren Bau der Maschine, — hohe Temperaturen Anlaß-Umständlichkeiten.

*) Der nun folgende rein wirtschaftliche Teil dieses Vortrages ist bereits in Nr. 49 und 50 der „Chemischen Industrie“ vom 5. und 12. Dezember 1921 abgedruckt.

¹⁾ Vgl. Gerland-Traumüller, Physikalische Experimentierkunst, Leipzig, 1899, S. 277.

²⁾ Gueldner, Verbrennungsmotoren, Berlin 1905, S. 19.

³⁾ Wa. Ostwald, Brennstoffchemie 1921, Heft 2.

⁴⁾ Vgl. z. B.: M. W. Gerhards, Ölmaschinen, Berlin 1921, S. 23.