

## Chemie, Technik und Weltgeschichte.

Von A. BINZ.

Vorgetragen zur Feier des 25jährigen Bestehens des Märkischen Bezirksvereines des Vereins deutscher Chemiker am 28. November 1926.

(Eingeg. 4. Dez. 1926.)

Der Einfluß der Technik auf die Weltgeschichte war in alten Zeiten ein ganz primitiver: Wer die beste Technik hatte, hatte die besten Waffen, siegte im Kriege und bestimmte den Lauf der Geschichte. So war es die Technik, mit welcher die Römer<sup>1)</sup> ihre Katapulte bauten und Wurfstücke schleuderten, denen gallische und germanische Siedlungen nicht standhielten. Es war die Technik und als ein Teil davon die Chemie, welche in byzantinischer Zeit zur Erfindung der Brandmischungen aus Pech, Schwefel, Erdöl und Harz führte, die man auf den Feind schleuderte. Dazu fügte man in arabischer Zeit den Salpeter; und damit war im Prinzip das Pulver fertig, das man ursprünglich auf Lanzen aus Bambusrohr befestigte<sup>2)</sup>, so daß es raketenartig auf den Feind schoß. Als man dann das Pulver<sup>3)</sup> in eiserne Rohre füllte, die man Büchsen nannte, hatten Chemie und Technik eine neue Phase der Kriegsführung und damit der Weltgeschichte eröffnet.

Im übrigen beeinflußten Chemie und Technik zunächst nur die Wirtschaftsgeschichte, nicht die Politik, also nicht in weiterem und vollem Sinne auch die Weltgeschichte, bis im 18. Jahrhundert durch Chemie und Technik sich diejenige weltgeschichtliche Erschütterung vorbereitete, deren vulkanischen Ausbruch wir 1914 erlebt haben.

Es begann durch den Kampf der Steinkohle mit dem Holz<sup>4)</sup>. Ursprünglich gab es soviel Bäume und so

<sup>1)</sup> E. Schramm, Die antiken Geschütze der Saalburg. Berlin 1918.

<sup>2)</sup> E. v. Lippmann, Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, 125 ff. Halle 1906. — G. Fester, Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie. Berlin 1923.

<sup>3)</sup> Hierzu schreibt mir Herr G. Lockemann: „Marcus Graecus bringt in seinem ‚liber ignium‘ vom Jahre 846 die Mischung von Schwefel, Kohle und Salpeter, und diese war auch Albertus Magnus und Roger Bacon im 13. Jahrhundert bekannt. Was den Ursprung der Feuerwaffen angeht, so hat Generalleutnant Bernhard Rathgen in den Jahren nach dem Kriege verschiedene Stadtarchive durchforscht, z. B. in Frankfurt a. M., Elbing usw. und dabei folgendes festgestellt: Im Jahre 1348 war in den deutschen Städten der Gebrauch der Pulverwaffen schon längere Zeit bekannt, wie aus den städtischen Rechnungen hervorgeht. Die erste sichere Nachricht über die Verwendung einer Pulverwaffe überhaupt stammt aus dem Jahre 1331, in dem die beiden deutschen Ritter v. Spangenberg und v. Kreuzberg aus dem österreichischen Friaul die oberitalienische Stadt Cividale, allerdings vergeblich, mit Feuerbüchsen berennen. In offener Feldschlacht soll das Schießpulver zum ersten Male in der Schlacht bei Crecy 1346 verwendet worden sein. In Deutschland stammt die erste Nachricht von einer ernsthaften Anwendung des Schießpulvers aus dem Jahre 1365, wo es zur Verteidigung der Heldenburg im heutigen Salzderhelden in Südniedersachsen an der Leine, nördlich Göttingen, für eine ‚Blybisse‘ (kleine Kanone mit Bleigeschoß) gebraucht wurde.“

<sup>4)</sup> W. Sombart, Der moderne Kapitalismus. 2. Aufl. 1, 483, 2, 748 [1916]. Siehe auch die vortreffliche Darstellung über die Entwicklung der Technik in Sombarts schönem Werke „Das Wirtschaftsleben im Zeitalter des Hochkapitalismus“, München u. Leipzig 1927, 1. Halbband, S. 97 ff.

wenige Menschen, daß diese Menschen vom Walde leben konnten. Wenn man in Hellas und Röm Holz für den Hausbrand oder Holzkohle zur Verhüttung von Erzen brauchte, so schlug man die Wälder herunter, bis die alte Kulturwelt entwaldet war, und die Steinwüsten entstanden, die man noch heute dort sieht, wo Griechen und Römer gehaust haben. Das war insofern noch tragbar, als scheinbar unendlich im Norden sich das ausdehnte, was die Alten den hercynischen Wald nannten, also die Urwälder Germaniens, die dann bis ins späte Mittelalter hinein den häuslichen und den technischen Bedarf deckten. Man kann heute noch sehen, wie die Industrie alter Zeiten sich in den Wald hineingefressen hat, wie z. B. im Riesengebirge, in Thüringen, wo die Glashütten an den Stätten der alten Holzfällung und Holzkohlegewinnung liegen.

Nun aber wurde durch die Erfindung der Schießwaffen und durch die hauptsächlich von Réaumur ausgehende Erfindung des Gußeisens der Bedarf an Eisen und damit an Holzkohle immer größer. Der Wohlstand und damit die Zahl der Menschen nahmen immer mehr zu, und so kam es, daß in England, dem ältesten Industrieland, die Holzbestände nicht mehr ausreichten, daß sich um das Holz zwei Industrien stritten: der Schiffbau einerseits, die Eisenindustrie anderseits, und damit die Förderung der Steinkohle zu einer Notwendigkeit wurde, der Steinkohle, welche die Alten gekannt aber nicht benutzt hatten. Damit begann, was man allgemein als den Fortschritt der Menschheit bezeichnet, was aber mindestens außerdem eine weltgeschichtliche Tragödie ist.

Als Fortschritt erschien diese Entwicklung, als man seit 1760 zum ersten Male in großem Maßstabe in den schottischen Carronwerken aus Steinkohle Koks machte, und damit der Streit zwischen Schiffbau und Hochofen endgültig erledigt war. Jetzt brauchte man keine Holzkohle mehr, man hatte nun Holz für die Schiffe, Koks für die Hochofen und bekam Eisen in ungeahnten Mengen.

Jetzt konnten 1765 Arkwrights Spinnmaschine sich auswirken, 1785 Cartwrights mechanischer Webstuhl, 1784 Corts Puddelstahl, 1785 Bells Zeugdruckmaschine; etwa 1790 war Watts Erfundung der Dampfmaschine ausgereift, 1791 erfand Whitney in Nordamerika die Egreniermaschine zur Baumwollgewinnung. Eine große Erfundung zog die andere nach sich: 1799 stellte Tenant Chlorkalk zum Bleichen der Baumwolle dar, 1802 Watt und Murdoch das Leuchtgas aus Steinkohle — alles in England oder für England, so daß dort mit Kohle, Eisen, Dampf und Kattun das gewaltige industrielle Jahrhundert aufstieg. Die Weltgeschichte bekam dadurch die Wendung, daß England in der Lage war, allen Ländern seinen industriellen Willen aufzuzwingen, und zu derjenigen gefährlichen Weltmachstellung aufrückte, die im Altertum die Römer gehabt hatten. England wurde „the desolating workshop of the world“. Die einheimische gewerbliche Tätigkeit verödete überall dort, wo die britische Massenware sich durchsetzte. An die Stelle der „Indiennes“, der indischen

Musseline, trat der in Manchester bedruckte Kattun; die Damascener Klinge wichen dem Sheffielder Stahl; die kleinasiatische Mohairwolle wurde durch Bradforder Schafwolle zurückgedrängt; die Einfuhr ägyptischer Baumwolle trug bei zu der Not des schlesischen Webers. Da somit in Großbritannien ein Schauer von Geld und Gold, von äußerer Kultur sich über die Stätten der Industrie ergoß, so erschien die Technik als eine Offenbarung, als ein Himmelsgeschenk — bis plötzlich ein Cassandrauf in die Welt hineingellte, ausgestoßen von einem Gelehrten, einem Idealisten, der nicht im praktischen Leben stand, der aber bis heute recht behalten hat und wahrscheinlich bis an das Ende aller Tage recht behalten wird: der englische Geistliche Thomas Robert Malthus, der im Jahre 1798 sein berühmtes Buch schrieb: „An essay on the principle of population; or a view of its past and present effects on human happiness; with an enquiry into our prospects respecting the future removal or mitigation of the evils which it occasions“. Also die Verknüpfung der Begriffe Bevölkerung und menschliches Glück, und zwar angeregt durch die Schrift eines gewissen Godwin, eines Schwärmers, der angesichts des durch die Industrie bewirkten Bevölkerungszuwachses sich beglückt über das neue Zeitalter geäußert hatte. Das reizte Malthus zu der Antwort: Eine allgemeine Glückseligkeit werde es niemals geben, denn die Nährstoffe ließen sich nur in arithmetischer Progression vervielfachen, die Menschen dagegen vermehrten sich in geometrischer Progression, also um vieles rascher. Es sei daher eine Notwendigkeit, daß stets ein Teil der Menschheit durch Hunger, Krieg, Seuchen und Elend zugrunde gehe<sup>5)</sup>.

Um aus dieser von der Natur geschaffenen Zwangslage einen Ausweg zu finden, schuf Malthus seinen utopischen Begriff des moral restraint, also die Herabsetzung der Geburtziffern durch eine dem Nahrungsmittelvorrat anzumessende Enthaltsantheit im Verkehr der Geschlechter. Welches Aufsehen Malthus erregte, ergibt sich daraus, daß sein Werk schon im Jahre 1807 in fünfter Auflage erschien.

Was sich nun in der Folgezeit ereignete, war nicht etwa durch das Buch von Malthus verursacht, denn solche papierene Anregungen sind meistens nur

<sup>5)</sup> In dem breitgeschriebenen, dreibändigen Werk (5. Aufl. London 1817) belegt der Verfasser seine These durch Untersuchung der Lebensbedingungen in den hauptsächlich in Betracht kommenden Ländern. Charakteristische Stellen sind folgende:

Bd. 1 S. 9: „Population, when unchecked, goes on doubling itself every twenty-five years, or increases in a geometrical ratio“.

S. 14: „It may be fairly pronounced that, considering the present average state of the earth, the means of subsistence, under circumstances the most favourable to human industry, could not possibly be made to increase faster than in an arithmetical ratio“.

S. 15: „No limits whatever are placed to the produce of the earth. It may increase for ever, and be greater than any assignable quantity; yet still the power of population being in every period so much superior, the increase of the human species can only be kept down to the level of subsistence by the constant operation of the strong law of necessity, acting as a check upon the greater power“.

S. 21: „The positive checks to population are extremely various, and include every cause, whether arising from vice or misery, which in any degree contributes to shorten the natural duration of human life. Under this head therefore, may be enumerated all unwholesome occupations, severe labour and exposure to the seasons, extreme poverty, bad nursing of children, great towns, excesses of all kind, the whole train of common diseases and epidemics, wars, plague, and famine“.

Symptome für bestimmte Zustände. Daß aber Malthus diese Zustände richtig gekennzeichnet hatte, ergibt sich daraus, daß in derselben Zeitepoche ein aufregender Wettkampf begann zwischen den rapid steigenden Bevölkerungsziffern und den Versuchen der Menschheit, den „Bodenkoeffizienten“ zu steigern, d. h. die landwirtschaftlich nutzbare Fläche, die auf den einzelnen Menschen entfällt, und den Ertrag dieser Fläche.

Was die Bevölkerungsziffer angeht, so stieg sie in Europa (einschließlich Rußland) von etwa 180 Millionen (1800) auf 450 Millionen (1914), wobei 30–35 Millionen Ausgewanderter nicht mit eingerechnet sind. In den Industrieländern Deutschland, England, Frankreich ist die Zunahme eine im Verhältnis noch größere, insofern sich die Bevölkerungsziffer in 100 Jahren rund vervierfacht hat.

Der Bodenkoeffizient hielt hiermit Schritt, weil das vorige Jahrhundert einen beispiellosen Inhalt an erforderlicher Energie hatte. Die erste der großen Erfindungen, welche der Menschheit zu essen gab, reifte wenige Jahre nach dem Erscheinen von Malthus' Buch aus, und zwar deshalb, weil zwei Helden der Weltgeschichte mit genialer Hand in Chemie und Technik eingegriffen hatten: Friedrich der Große und Napoleon.

Friedrich suchte bekanntlich systematisch Preußens Wohlstand zu heben<sup>6)</sup>: 1746 erließ er die erste Vorschrift zum Anbau der Kartoffel, deren Durchführung er in den folgenden Jahren trotz des Widerstandes der Bauern erzwang. Textil-, Papier-, Porzellanindustrie, Berg-, Hütten- und Salinenwesen fanden seine besondere Förderung. Kaffee, Kakao, Kolonialzucker waren dem König ein Greuel. Das Geld sollte im Lande bleiben. Er veranlaßte den Apotheker Marggraf zur Erforschung von Surrogaten, und Marggraf fand im Falle des Zuckers nicht nur ein Surrogat, sondern einen vollwertigen Ersatz im Zucker der Rübe. Aber im großen arbeiten konnte weder er, noch späterhin, trotz der Beihilfe Friedrich Wilhelms III., Marggrafs Schüler Achard. Erst Napoleon schuf die Grundlage zur tatsächlichen Herstellung des Rübenzuckers, und zwar in unmittelbarem Anschluß an eine seiner weltgeschichtlichen Taten. Er hatte 1806 von Berlin aus die Kontinentalsperre erlassen, aber er begnügte sich nicht mit dieser negativen Maßregel, sondern suchte für die Waren, deren Einfuhr aus England er verbot, Ersatz zu schaffen, vor allem für einen so wichtigen Nährstoff wie Zucker.

Auf Grund der Versuche von Achard, über die er sich berichten ließ, gab Napoleon den Befehl zur Anpflanzung von 32 000 ha mit Zuckerrüben. Als in der Folge von einigen Fabrikanten günstige Ergebnisse erzielt wurden, erließ Napoleon am 15. Januar 1812 ein Dekret, welches zur Grundlage für die Weiterentwicklung der Rübenzuckerindustrie wurde<sup>7)</sup>. Ebenso

<sup>6)</sup> C. Matschoß, Friedrich der Große als Beförderer des Gewerbesleßes. Berlin 1912 bei Leonhard Simion.

<sup>7)</sup> Der Wortlaut ist in seiner Klarheit und Durchdrachtheit ein so schöner, daß er hier wiedergegeben sei (nach G. Drotboom, Wirtschaftsgeographische Betrachtungen über die Wirkungen der Kontinentalsperre. Dissertation, Bonn 1906):

Titre premier.  
Ecole de fabrication pour le sucre de betterave.

1. La fabrique des sieurs Barruel et Chapelet, plaine des Vertus, et celles à Wachenheim, département du Mont-Tonnerre, à Douai, à Strasbourg et à Castelnau-d'Ardenne, sont établis comme Ecoles spéciales de chimie, pour la fabrication de sucre de betterave.

entstanden von dieser Zeit an aus Napoleons geschichtlichem Wirken andere Industriezweige: die Soda-industrie, welche der unglückliche Leblanc nicht zu entwickeln vermocht hatte, und vor allem die Textil-industrie. Preise zuerst von einigen tausend Franc und dann sogar bis zu einer Million Franc hat Napoleon aus-

2. Cent élèves seront attachés à ces Ecoles; savoir: 40 à celle des sieurs Baruel et Chapelet, 15 à celle de Wachenheim, 15 à celle de Douai, 15 à celle de Strasbourg, et 15 à celle de Castelnau-dary.

3. Ces élèves seront pris parmi les étudiants en pharmacie, en médecine et en chimie.

Il sera donné à chacun une indemnité de mille francs, lorsqu'ils auront suivi l'Ecole pendant plus de trois mois et qu'ils recevront de certificats constatant qu'ils connaissent parfaitement les procédés de la fabrication et qu'ils sont dans le cas de diriger une fabrique.

#### *Titre II.*

##### *Culture de betteraves.*

4. Notre ministre de l'intérieur prendra des mesures pour faire semer, dans l'étendue de l'Empire cent mille arpens métriques de betteraves. L'état de répartition sera imprimé et envoyé aux préfets avant le 15 fevrier.

#### *Titre III.*

##### *Fabrication.*

5. Il sera accordé dans tout l'Empire 500 licences pour la fabrication du sucre de betterave.

6. Ces licences seront accordées de préférence, 1.<sup>e</sup> à tous propriétaires de fabrique ou de raffinerie; 2.<sup>e</sup> à tous ceux qui ont fabriqué du sucre en 1811; 3.<sup>e</sup> à tous ceux qui auraient fait des dispositions et des dépenses pour établir des ateliers de fabrication pour 1812.

7. Sur ces 500 licences, il en est accordé de droit au moins une à chaque département.

8. Les préfets écriront à tous les propriétaires de raffineries, pour qu'ils aient à faire leur soumission pour l'établissement desdites fabriques pour la fin de 1812; à défaut, par les propriétaires de raffineries, d'avoir fait leur soumission au 15 mars, ou au plus tard au 15 avril, ils seront considérés comme ayant renoncé à la préférence qui était accordée.

9. Les licences porteront obligation pour celui qui les obtiendra, d'établir une fabrique capable de fabriquer au moins dix mille Kil. de sucre brut de 1812 à 1813.

10. Tout individu qui ayant reçu une licence, aura effectivement fabriqué au moins 10 000 Kil. de sucre brut provenant de la récolte de 1812 à 1813, aura le privilège et l'assurance, par forme d'encouragement, qu'il ne sera mis aucun octroi ni imposition quelconque sur le produit de sa fabrication pendant l'espace de quatre années.

11. Tout individu qui perfectionnerait la fabrication du sucre, de manière à en obtenir une plus grande quantité de la betterave, ou qui inventerait une mode de fabrication plus simple et plus économique, obtiendra une licence pour un plus long terme, avec l'assurance qu'il ne sera mis aucun octroi ni imposition quelconque pendant la durée de sa licence, sur le produit de sa fabrication.

#### *Titre IV.*

##### *Création de quatre fabriques impériales.*

12. Quatre fabriques impériales de sucre de betteraves seront établis en 1812, par les soins de notre ministre de l'intérieur.

13. Les fabriques seront disposées de manière à fabriquer avec le produit de la récolte de 1812 à 1813, deux millions de Kilogramme de sucre brut.

#### *Titre V.*

##### *Creation d'une fabrique dans la domaine de Rambouillet.*

14. L'intendant-général de notre Couronne fera établir dans notre domaine de Rambouillet, aux frais et au profit de la couronne, une fabrique de sucre de betterave, pouvant fabriquer 20 000 Kil. de sucre brut avec le produit de la récolte de 1812 à 1813.

gesetzt, um Spinn- und Webstühle erfinden zu lassen, welche den britischen gleichkamen. So entstanden die Girards mechanische Spinnerei und Jacquards Webstuhl. Für die Färber ließ Napoleon den bis dahin vernachlässigten und durch überseeische Cochenille zurückgedrängten Krappbau neu beleben. Diese Anregungen, zusammen mit dem Straßenbau Napoleons, waren so nachhaltig, daß sie nach seinem Sturz fortwirkten und die Grundlage einer Textilindustrie blieben, welche sich vom Elsaß und von Lyon bis nach Aachen und Krefeld, ja bis ins sächsische Vogtland hinein ausbreitete.

Auf die Taten Friedrichs des Großen und Napoleons zur Erhöhung der Nährstoffmengen folgten im Laufe der nächsten hundert Jahre zwei andere, in der Genialität des Erfindens und Organisierens ebenso große. Die eine war 1840 die Anregung zur Schaffung der Kunstdünger-industrie durch das berühmte Buch, in welchem Liebig den Nachweis führte, daß man die Äcker mit anorganischen Salzen fruchtbar halten müsse. Die zweite war die seit 1901 sich entwickelnde deutsche Stickstoff-industrie, Welch letztere fast den gleichen Zusammenhang mit der Weltgeschichte zeigt wie zu Napoleons Zeit die Zuckerindustrie. Wie denn überhaupt der Weltkrieg in bezug auf Chemie und Technik eine Wiederholung der Kontinentalsperre war: In beiden Fällen Länder des Festlandes, die von der Wareneinfuhr abgeschlossen waren. In beiden Fällen das Erfinden von Ersatzstoffen, wertvollen und wertlosen. Außer Rübenzucker, Krapp und Textilindustrie zeitigte die Napoleonische Zeit auch den Stärkezucker, ferner den Kruppschen Gußstahl; wertlos dagegen war die von Napoleon versuchte Wiederbelebung des mittelalterlichen Waidhandels an Stelle der Einfuhr indischen Indigos. Analog brachte uns die Kriegszeit an bleibenden Neuerungen außer dem Stickstoffdünger das in Deutschland gewonnene Aluminium, die Erzeugung von Treibölen aus Kohle. Als wertlose Erfindungen erinnern wir uns an andere Ersatzstoffe, die wir in der Zeit der Not verwenden mußten. Wie sehr die Ereignisse sich wiederholen, ergibt sich beim Vergleich der Leistungen der deutschen Industrie seit 1914 mit den französischen Zuständen, wie sie 1819 Chaptal schilderte<sup>8)</sup>:

„A cette époque récente où la France, exilée des mers, en guerre avec toute l'Europe, se vit réduite à ses propres ressources, son industrie se montra supérieure à tous les événements: et c'est à ces circonstances difficiles qu'on peut rapporter le développement des plus grands prodiges industriels qui se soient opérés depuis trente ans.“

Auch darin ähneln sich die beiden Epochen geschichtlicher Katastrophen, daß Deutschland in wertvollen Waren zum Exportland wurde. Denn ebenso wie mittelbar durch die Kontinentalsperre Deutschland in der Folgezeit ein rübenzuckererzeugendes Land wurde und seinen Überschuß ausführen konnte, so ist Deutschland seit 1923 ein Exportland für Stickstoffdünger geworden<sup>9)</sup>. Und ebenso wie ehemals das rohrzuckererzeugende Ausland vom rübenzuckererzeugenden Deutschland lernte, wie man rationell Zuckersäfte aufarbeitet, so suchen sich jetzt andere Länder die Verfahren der deutschen Stickstoffindustrie anzueignen.

Überblickt man die ganze bisher geschilderte Entwicklung, so zeigt sich: Chemie und Technik einerseits, Weltgeschichte anderseits haben sich insofern gegenseitig zum Guten beeinflußt, als es zu Erfindungen von großem bleibendem Werte kam. Im übrigen aber war die Wechselwirkung eine verhängnisvolle, weil sie zu

<sup>8)</sup> Chaptal, De l'industrie française 1, 155, Paris 1819.

<sup>9)</sup> J. Bueb, Chem. Ind. 49, 410 [1926].

furchtbaren Verwicklungen führte, und zwar aus folgenden Gründen: Im Jahre 1819 fuhr das erste transozeanische Dampfschiff, 1825 die erste Eisenbahn, 1856 erfand Bessemer sein Verfahren zur Massenerzeugung von Schienenstahl. Durch all das entstand eine Beschleunigung des Warenaustausches von Land zu Land, von Erdteil zu Erdteil und damit eine gegenseitige Abhängigkeit in bezug auf Rohstoffzufuhr, daß in jedem Land die Furcht erzeugt wurde: Was wird werden, wenn im Kriegsfall die Zufuhr aufhört? Daher zum Teil das Wettrüsten und daher zum Teil der Krieg.

Dazu kam eine zweite verhängnisvolle Abhängigkeit der Völker untereinander: Die im Jahre 1883 begründete internationale Vereinigung auf dem Gebiete des Patentrechtes. Wer in einem der Länder ein Patent anmeldet, hat auf 1 Jahr auch in allen anderen Industrieländern ein Monopol. So umzog allmählich, wie bei den Eisenbahnen, ein immer dichter werdendes Netz von geistigen Schienensträngen in Form industrieller Rechtsschutzbeziehungen den Erdball, und man war dadurch nicht nur in bezug auf die Rohstoffeinfuhr voneinander abhängig, sondern auch in bezug auf die Erfinderrechte, d. h. auf die Verarbeitung und Veredlung der Rohstoffe. Auch diese Bedingtheit von Volk zu Volk führte letzten Endes nicht zum Zusammenarbeiten, sondern wurde schließlich eine Ursache des Weltkrieges, weil die meisten Patente deutsche Patente waren, und man diese Ausfuhr geistiger Ware aus Deutschland in anderen Ländern nicht mehr ertragen wollte. So hat man den Eindruck, als habe sich um alle Länder unserer Erde ein Netz von Verbindungslien materieller und geistiger Art gelegt, das seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts immer dichter wurde, und in dem das Glück der Völker und die Möglichkeit der Verständigung erstickten.

Das alles wären, mit dem Auge des Chemikers gesehen, die Beziehungen zwischen Chemie, Technik und Weltgeschichte bis auf unsere Zeit, und es fragt sich, ob man daraus Wahrscheinlichkeitsschlüsse für die zukünftige Entwicklung ziehen kann. Man kann es insofern, als die Zukunft weitgehend durch naturwissenschaftliche Dinge bestimmt werden wird, und weil man diese bis zu einem gewissen Grade vorausberechnen kann.

Daß naturwissenschaftliche, der Chemie und der Technik zugordnete Faktoren die Weltgeschichte wesentlich beeinflussen, das war nicht immer so. Zur Zeit der Kreuzzüge, im Dreißigjährigen Krieg waren religiöse Kräfte die treibenden — nicht nur religiöse. Man kann z. B. die Kreuzzüge zum Teil auch für Kolonialkriege halten. Aber die religiösen Ideale standen doch im Vordergrund. Es waren auch Prestigefragen, welche eine Rolle spielten, insbesondere die Macht der Kirche, die sich durchsetzen wollte, und für die die Menschen sich begeisterten, ebenso wie im 30-jährigen Krieg die konfessionellen Gegensätze das Treibende waren. In den Erbfolgekriegen bekämpften sich die Menschen für dynastische Ideale. Im Siebenjährigen Krieg begeisterte man sich für die Machtstellung Preußens und die Person des Königs. Die Begeisterung — für was es auch sein mag — ist das Schönste im Leben, und insofern liegt über jenen harten und wilden Zeiten ein Schimmer, der aus der Welt vielleicht nicht verschwunden, der aber doch gedämpft ist. Denn man kann sich nicht vorstellen, daß man heute noch etwa wegen des heiligen Grabes, wegen eines religiösen Dogmas oder einer anderen von wirtschaftlichen Dingen losgelösten Idee einen Krieg nicht nur entfachte, sondern auch durchführte. Nach den Erfahrungen des letzten

Krieges in keinem Lande, jedenfalls in keinem christlichen Lande. In mohammedanischen Ländern mag es anders sein. Höchstens, daß als allgemeines Ideal noch die Idee des Imperiums, der Machtstellung des Vaterlandes übrigbleibt. Aber im allgemeinen steht die ganze Menschheit so sehr unter dem Fluch, den Malthus ausgesprochen hat, sie ist derart in Anspruch genommen durch den Wettkampf zwischen steigender Menschenzahl und gesteigerter Technik zur Ernährung und Kleidung dieser Menschen, daß für Begeisterung und weltgeschichtlich bestimmende Ideale im Gehirn des einzelnen bald ebensowenig Platz sein wird wie im Bureau eines mit den Realitäten des Geschäftslebens ringenden Kaufmannes. Das ist der große Unterschied gegen früher, das ist die geistige Wandlung, die schon vor dem Kriege eingesetzt hat — siehe den Rückgang des humanistischen Gymnasiums; wozu soll man Homer lesen? „Es nutzt ja zu nichts“ — eine Wandlung, die dann durch den Krieg noch verstärkt worden ist.

Man kann diese Wandlung beklagen, aber man hat kein Recht, von ihr im Tone des Vorwurfs zu sprechen, denn sie ist zwangsläufig, weil die Menschheit durch den Krieg zum technischen Denken erwacht, und weil allmählich ein Gespenst aufgetaucht ist, eine Art Altdruck, der die Menschheit quält, und zwar aus der Überlegung heraus: Wir haben seit 1914 erlebt, daß letzten Endes alles von gewissen Rohstoffen abhängt, ohne die es für Nation und Individuum keine Lebensmöglichkeit gibt. Wie sichern wir uns den Bezug dieser Rohstoffe, und zwar nicht nur für den Augenblick, sondern für alle Zukunft? Und wie lange werden diese Rohstoffe, die die Natur uns schenkt, überhaupt noch dauern?

Durch diese Fragen, deren letzte eine statistische ist und mit irgendwelchen Idealen gar nichts mehr zu tun hat, unterscheidet sich die Beziehung zwischen Chemie, Technik und Völkerschicksal in früherer Zeit und in der unsrigen. Mochte früher geschehen was da wollte, die Vorräte der Natur schienen theoretisch vielleicht begrenzt, aber praktisch doch unerschöpflich. Man war deshalb seit Beginn der neuen, der industriellen Zeit unheimlich stolz auf die großen Förderungsziffern von Kohle, Eisenerz, Erdöl, Kali, Salpeter. Das Aufblühen der Volkswirtschaft wurde ganz naiv danach beurteilt, wie viel Kohle, Eisen usw. man aus dem Bauche der Erde herauholte, ohne daß man sich die Frage vorlegte, wie lange die Vorräte reichen können. Mit derselben Gedankenlosigkeit freute man sich, nachdem der Dieselmotor erfunden war, über den durch die Automobile riesenhaft anwachsenden Verbrauch von Erdöl. Es war und ist eine Art Nomadisieren ins Erdinnere hinein und schlimmer als das: Denn wo der Nomade gehaust hat, kann neue Weide wachsen. Aber wo das Innere der Erde geplündert wurde, entsteht kein Ersatz.

Fast plötzlich erfolgte dann eine Neueinstellung zum Rohstoffproblem. Es begann im Jahre 1898 mit einem Vortrage<sup>10)</sup> von Crookes „the Wheat Problem“, in welchem er darbat, daß die Weizenernte der Welt von der Ergiebigkeit des Chilesalpeters abhänge, daß die Salpeterlager der Erschöpfung entgegengehen, und daß eine Welthungernot unvermeidlich sei, wenn es nicht gelinge, künstlich den Stickstoff der Luft in die Form von Dünger zu bannen.

<sup>10)</sup> The Wheat Problem, based on remarks made in the presidential address to the British Association at Bristol in 1898, revised with an answer to various critics by Sir William Crookes, F. R. S. London 1899. Charakteristische Stellen aus diesem Buche sind folgende (S. 43 ff.):

Crookes Vortrag fand keineswegs Zustimmung<sup>11)</sup>. So neu war damals diese Denkweise.

Ein Jahr nach dem Erscheinen des Buches von Crookes erhab ein zweiter bedeutender Chemiker seine warnende Stimme. Es war Clemens Winkler in seinem Vortrage<sup>12)</sup>: „Wann endet das Zeitalter der Verbrennung?“ Er kam auf Grund geologischer Schätzungen der Kohlevorräte bei weitem nicht zu einem so pessimistischen Urteil wie Crookes beim Salpeter, aber immerhin — und das ist bezeichnend — wandte er sich scharf gegen die Leichenverbrennung. Es sei ein Raubbau für die Toten auf Kosten der Lebenden. Viel ernster dagegen klang eine skandinavische Statistik aus dem Jahre 1906, wonach die Vorräte an Eisenerzen schon vor Ende dieses Jahrhunderts verbraucht sein werden, insbesondere die deutschen in 40—50 Jahren. Ebenso finster sieht es mit dem Erdöl aus: Infolge des ungeheuren Bedarfes für Motoren auf der Erde, dem Wasser und in der Luft gehen die nordamerikanischen Vorräte bis längstens etwa 1950 zu Ende, die russischen noch früher.

Diese Feststellungen, welche alle in die Zeit seit den neunziger Jahren fallen, sind eine Art Katzenjammer nach dem Übermut, der Hybris, von Chemie und Technik, welche dem vorigen Jahrhundert das Gepräge gaben, und das politische Denken der Menschen wird allmählich von der Überlegung beeinflußt, daß es für den Fortgang der Weltgeschichte erwünscht wäre, wenn die Menschen den Kampf nicht untereinander führten, sondern wenn sie sich zu gemeinsamem Kampf gegen die Spärlichkeit der Natur zusammenfänden.

Daß dieser Gedanke nicht etwa eine pazifistische Utopie ist, ergibt sich daraus, daß im Sommer 1924 die Weltkraftkonferenz in Wembley stattfand. 35 Länder waren vertreten, um sozusagen Inventur aufzunehmen über die Kraftquellen der Erde, über Kohle, Öl, Wasserkraft usw., über die Möglichkeit ihrer Verwendung und ihre voraussichtliche Dauer. Man hatte das Gefühl, als liege der Versammlung der Gedanke zugrunde: Was ist der Sinn der Kriege, wenn man nicht sicher ist, wie lange es noch Objekte geben wird, um die es sich lohnt, Krieg zu führen?

„The worlds demand for wheat — the leading bred-stuff — increases in a crescendo ratio year by year. Gradually all the wheat-bearing land on the globe is appropriated to wheat-growing, until we are within measurable distance of using the last available acre. We must then rely on nitrogenous manures to increase the fertility of the land under wheat, so as to raise the yield from the worlds low average — 12.7 bushels per acre — to a higher average. To do this efficiently, and feed the bread-eaters for a few years, will exhaust all the available store of nitrate of soda ... It means not only a catastrophe little short of starvation for the wheat-eaters, but indirectly, scarcity for those who exist on inferior grains, together with a lower standard of living for meat-eaters ... The fixation of atmospheric nitrogen therefore is one of the great discoveries awaiting the ingenuity of chemists ... The fixation of nitrogen is vital to the progress of civilised humanity ... Unless we can class it among certainties to come, the great Caucasian race will cease to be foremost in the world, and will be squeezed out of existence by races to whom wheaten bread is not the staff of life.“

<sup>11)</sup> Siehe Crookes bittere Bemerkung in der Vorrede zu seinem Buch: „I have been assailed with criticism — unfavourable, abusive, suggestive“, und seine sarkastische Schlußbemerkung: „I have no wish to be gloomy, and certainly no wish to consider myself infallible. If at the end of another generation of wasteful culture my forecast is invalidated by the unforeseen, I cheerfully invite friends and critics to stone me as a false prophet.“

<sup>12)</sup> Erschienen 1900 bei Craz & Gerlach, Freiberg i. Sa.

Dieselbe pazifistische Einstellung haben wir vor kurzem in dem internationalen Manifest der Industriellen erlebt. Auch hier eine aus der Technik geborene beginnende Sinnesänderung weiter, einflußreicher Kreise. Also eine Parallele zum Völkerbund, ausgehend von den Objekten der Industrie: den Rohstoffen und den Produkten ihrer Veredlung. Man will damit die Völker veranlassen, sich umzustellen, so wie das große Firmen tun. Zuerst befehlen sie sich aufs Blut, machen Kampfpreise und streiten miteinander vorm Patentamt, und dann auf einmal heißt es: Vertragen wir uns und schließen eine Interessengemeinschaft, damit wir überhaupt leben können!

Wenn dieser Gedanke bleibende internationale Gestalt annähme, so wäre es eine der neuen und starken Ideen, wie sie nur etwa alle 1000 Jahre auftreten. Denn es würde bedeuten, daß der Mensch, der bekanntlich ein gezähmtes Raubtier ist, den atavistisch tief in ihm sitzenden Instinkt des Krieges verleugnete. Nicht mehr sowohl voreinander würden sich die Völker fürchten als vor einem alle gemeinsam bedrohenden Schicksal, welches abzuwenden Sache der chemischen und technischen Intelligenz sein würde.

Damit aber wäre der Kampf der Zukunft nicht allen Völkern gleichmäßig aufgebürdet, sondern die größten welt- und wirtschaftsgeschichtlichen Umwälzungen würden von derjenigen Rasse zu tragen sein, deren klimatische und sonstige Lebensbedingungen Kohle, Erdöl und Erze verlangen, also Rohstoffe, die nicht neu wachsen; das ist die weiße Rasse. Im Gegensatz zu den farbigen Rassen im Tropengürtel, deren Existenz wesentlich auf Reisnahrung, Büffelzucht und ähnlichen Dingen gegründet ist, welche von Sonne und Boden stets neu gespendet werden.

Das Menschheitsschicksal der Zukunft ist also ein technisch bedingtes und in seinen Wechselfällen vorzugsweise mit der weißen Rasse verknüpftes. Wie lange wird die weiße Rasse unter Ausbeutung mineralischer Bodenschätze ihre historische Mission erfüllen, und wie wird sie sich helfen können, wenn diese Rohstoffe auf die Neige gehen?

Diese Fragen muß man zu beantworten suchen, wenn man zu einer geschichtlichen Prognose kommen will.

Was zunächst die wichtigste Grundlage unserer Existenz, die Steinkohle angeht, so gelten hierfür die bekannten Schätzungen<sup>13)</sup>, die verschieden ausfallen je nach der Schachtiefe, die man als erreichbar annimmt. Walden<sup>14)</sup> gibt an: In England werden die Kohlevorräte nach etwa 50 Jahren dem Erschöpfungszustande nahe sein, in Frankreich je nach der Lage in 100—300 Jahren, in Belgien nach 600—800, in Deutschland je nach der Lage der Gruben in 600—1000, in den Vereinigten Staaten nach mehr als 1500 Jahren.

Wenn nun die Kohle wirklich zu Ende geht. Was dann? Dann sind jetzt schon mehrere Auswege sichtbar: Die Kraft des Wassers in Form von Wasserläufen, von Ebbe und Flut, die Sonnenwärme, die Wärme des Erdinneren.

Alle diese Wege hat man schon zu gehen versucht, mit großem Erfolg bekanntlich den der Ausnutzung der Wasserläufe. Zahlen, inwieweit die Wasserkräfte die Kohlen schon ersetzen und bei weiterem Ausbau noch

<sup>13)</sup> Weltmontanstatistik, herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt. 1. Teil, bearbeitet von M. Meissner. Stuttgart 1925.

<sup>14)</sup> Ztschr. angew. Chem. 37, 610 [1924].

ersetzen könnten, lassen sich schwer angeben, weil die Schätzungen sehr auseinandergehen. Immerhin sind Berechnungen von Otto Wiener<sup>15)</sup> interessant:

„Schätzt man die gesamten Wasserkräfte der Erde in tohem Mittelwert aus verschiedenen Angaben zu 100 Mill. PS bei andauernder Leistung, so würden sie doppelt so groß sein wie der augenblickliche Bedarf an mechanischer Energie, dagegen den Gesamtbedarf an Energie überhaupt nur zu einem Drittel befriedigen können. Denn 1 : 6 ist etwa das Verhältnis des Bedarfs an mechanischer Energie zum Gesamtenergiebedarf (nach Schöll), wenn man die verschiedenen Nutzeffektzahlen der Kohlenverwendung für verschiedene Zwecke in Ansatz bringt. Danach würden schon jetzt die Wasserkräfte der Erde nicht ausreichen.“

Betreifs Ebbe und Flut kommt Wiener zu einer merkwürdigen Folgerung:

„Was man damit ausnutzt, ist die Energie der Erdumdrehung. Diese Energie berechnet sich auf 11 Trillionen Pferdekraft-Jahre, d. h. man würde den gegenwärtigen Energiebedarf damit decken können während eines Zeitraumes von etwa 40 Milliarden Jahren. Da nun der Bedarf bei wachsender Bevölkerungsdichte und wachsenden Ansprüchen leicht auf diesen Bedarf ansteigen kann, und die Bewohnbarkeit der Erde sich wahrscheinlich nach Milliarden von Jahren bemessen wird, so erkennt man, daß selbst dieser große Energievorrat nicht unerschöpflich ist und nicht ungestraft in dem zuletzt angenommenen Maße in Anspruch genommen werden dürfte. Denn wenn einmal die Erde dauernd dasselbe Gesicht der Sonne zuwenden würde, was freilich auch die Aufzehrung der Umlaufsenergie des Mondes zur Voraussetzung hätte, so würde ihre abgekehrte Seite sich unter den Verflüssigungspunkt der Luft abkühlen, und die Luft würde dorthin abdestillieren.“

Wir sehen also, was uns bevorsteht, wenn wir zu leichtsinnig mit den Naturkräften umgehen.

Viel günstiger, sagt Wiener weiter, sind die Aussichten zur Ausnutzung der Sonnenenergie. „Die Sonne strahlt dauernd jedem senkrecht getroffenen Quadratmeter an der Erdoberfläche 74 PS, der ganzen Erde rund 160 Billionen PS zu. Das ist ungefähr das 500 000-fache des gegenwärtig verbrauchten Betrages.“

Über die Nutzbarkeit dieser Sonnenwärme teilt mir Prof. A. Marcuse (Charlottenburg) folgendes mit:

„Es sind schon größere Sonnenkraftmaschinen, besonders in Ägypten, Algier und Kalifornien aufgestellt worden, die mit einem gewissen Erfolg Pumpen zur Landbewässerung trieben. Diese Sonnenmaschinen bestehen aus großen Hohlspiegeln, in deren Brennebene sich geschwärzte Wasserkessel befinden, die, von den Sonnenstrahlen erhitzt, Dampf abgeben. Die hauptsächlichen Nachteile dieser Einrichtung bestehen in folgendem: Ein sehr großer Teil der verfügbaren Wärme geht wieder durch Abstrahlung in die Luft verloren, und der ganze schwere Mechanismus muß stets mit der Sonne unter Verbrauch großer Energien bewegt werden. Von diesen Mängeln bleibt die neue, soeben fertiggestellte Sonnenkraftmaschine (Patent Marcuse) frei. Die Sonnenstrahlen werden mittels großer, aus Spiegelglas nach einem neuen Verfahren sehr billig herstellbare Hohllinsen mit geeigneter Füllung konzentriert. Den Brennpunkt der Linse, in dem eine weit über 1000° betragende Temperatur herrscht, fällt in die kleine Öffnung einer innen geschwärzten hohlen Kupferkugel („Wärmefalle“), die alle Strahlungsverluste ausschließt. In dem um die Wärmefalle liegenden Kessel wird eine Siedeflüssigkeit unter Druck erhitzt. Das Ganze, unter dem Winkel der Ortsbreite, also parallaktisch aufgestellt, ist fest und völlig isoliert im Erdboden gelagert. Nur ein verhältnismäßig leichter großer Planspiegel, der auch in parallaktischer Montierung die Sonnenstrahlen stets auf die Linse wirft, folgt mittels eines kleinen Federzuguhwerks der täglichen Sonnenbewegung. Diese neue Sonnenmaschine dürfte den dreifachen Nutzeffekt im Vergleich zu den bisherigen bringen. Für die Verwertung der englischen und der auf das englische Kolonialreich sich beziehenden Patente hat sich die Helio-Dynamo Co. Ltd. gebildet.“

<sup>15)</sup> Physik und Kulturentwicklung. S. 63, 1921 bei Teubner.

Nun schließlich das Erdinnere. Aus den Thermalquellen kommen ja schon die Calorien heraus, und man hat allen Ernstes erwogen, ob man nicht in tiefen Schächten Dampfmaschinen aufstellen kann, die durch die Hitze des Erdinneren getrieben werden<sup>16)</sup>.

Alles in allem sieht man: Selbst wenn nach etwa 1000 Jahren die Kohle aufhören sollte, wird man noch immer andere Quellen der Energie zur Verfügung haben.

Sind nun aber damit die Lebensbedingungen der Menschheit gewährleistet? Zwei Chemiker haben sich hierzu geäußert, Ostwald und Walden. Ostwald in seinem Buch „Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft“, 1909, S. 45 und 50, sagt, daß wir uns wegen der Erschöpfung der Steinkohle keine Sorgen zu machen brauchen. „Bedenkt man, daß die Naturwissenschaften seit dem Eintritt ihrer stetigen Entwicklung nur wenige Jahrhunderte alt geworden sind, und inzwischen bereits die vorhandenen enormen Fortschritte gemacht haben, so wird man von unbegrenztem Zutrauen in die Leistungsfähigkeit unserer Enkel und Urenkel erfüllt... Die spätere Menschheit wird eben die Mittel entwickeln, einen ihrem Bedarf entsprechenden größeren Anteil der jährlichen Energieeinnahmen nutzbar zu machen.“

Hier spricht Ostwald der Optimist und Energetiker. Viel skeptischer ist Walden<sup>17)</sup>, denn er weist auf eine Lücke in der Zukunftswirtschaft hin, die mit Sonnen- oder sonstiger Energie nicht zuzustopfen ist: Das Aufhören der Metalle. Das Ende des Eisens wird in 60 bis höchstens 140 Jahren erreicht sein. Zerstört wird es natürlich nicht, aber durch Verschleiß derartig fein zerstreut, daß es nur mit ungeheuren Kosten möglich sein wird, es wiederzugewinnen. Man schätzt allein bei den Eisenbahnschienen den jährlichen Verlust durch Verschleiß auf 270 000 t<sup>18)</sup>. Auch das Kupfer, Zinn, Zink und Blei werden zu Ende gehen und schließlich irgendwann einmal, wenn auch viel später, das Aluminium.

Wie wird man dann die Energie von Kohle, Wasser, Sonne nutzen, transportieren und verteilen -- ohne Eisen oder ohne einen vollwertigen Ersatz? Walden verweist bezüglich dieser Frage, ebenso wie in bezug auf die Energiebeschaffung, auf die Möglichkeit der technischen Ausnutzung von Atomzerfall und Elementenumwandlung. Man kann hierauf ebenso wie auf den Optimismus von Ostwald erwidern, daß zwar die Erfindungsphantasie des Menschen unbegrenzt ist, daß dagegen die Erfindungsmöglichkeiten ihre Grenze haben werden an den Eigenschaften der Elemente. Man kennt vielleicht noch nicht alle Eigenschaften, die sie bergen, aber mehr als in ihnen steckt, wird man nie herausholen können, und ob zu den Eigenschaften der Materie eine derartige ökonomische Umwandelbarkeit gehört, wie es für die schwindenden Metalle des täglichen Gebrauchs erforderlich sein wird, das ist ganz ungewiß. Und wenn es nicht der Fall sein sollte, wie wird sich dann das Menschheitsschicksal gestalten? Diese Frage läßt sich beantworten: Dann wird sich die Weltgeschichte dahin wenden, wohin sie die braunen, schwarzen und gelben Völker jetzt schon haben möchten, die einstweilen — trotz der Putsche in Marokko, in Java usw. -- vergeblich gegen die überlegene Technik der Weißen kämpfen. Dann wird man dort leben können, wo die Sonne scheint und kein Winterschnee fällt: in den Tropen und Subtropen. Aber nicht die weiße Rasse wird dort leben und kämpfen können, denn sie versagt

<sup>16)</sup> A. Lübke, Die sterbende Kohle. S. 435. Regensburg 1925.

<sup>17)</sup> Ztschr. angew. Chem. 37, 609 [1924].

<sup>18)</sup> Walden a. a. O. S. 610, Anm. 4.

dort bekanntlich schon in der ersten Generation, und der Europäer, der mit Tabak, Zucker und Zinn unter der Äquatorsonne sein Geld verdient, muß seine Kinder nach Europa schicken, weil sie dort unten das Klima nicht vertragen. Jene ungeheuerlichen technischen Probleme werden also von der weißen Rasse zu lösen sein, und zwar so zu lösen sein, daß die Tropenwärme nach den gemäßigten Zonen transportiert wird. Man kann sich vorstellen, daß man am Nil Sonnenkraftwerke baut. Soviel Eisen, wie man zu den Apparaten braucht, wird das gewöhnliche Erdreich elektro-thermisch hergeben, obzwär das Eisen so teuer sein wird wie heute das Platin. Man wird vielleicht das Nilwasser zersetzen und Wasserstoff gewinnen, der dann etwa in Quarzflaschen — denn Quarz wird man immer haben — auf Holzschiffen nach Europa gebracht werden wird, um damit die Häuser des Kurfürstendamms zu heizen. Es ist auch denkbar, daß man die Energie aus den Sonnenkraftwerken drahtlos verschickt. Derartige ungeheuerliche chemische und wirtschaftliche Probleme wird die weiße Rasse zu lösen haben, oder, falls sie es nicht kann, dürfte der Lauf der Weltgeschichte der werden, daß die weiße Rasse untergeht. Dann wird Spengler recht haben. Dann wird alles, was farbige Haut trägt und von Sonnenschein, Reis und Bananen leben kann, den Lauf der Weltgeschichte bestimmen und sich für die Unbill rächen, die mit den Kolonialzügen der Weißen verknüpft war. Die farbigen Menschen werden dann ihren Kindern von dem merkwürdigen Jahrtausend erzählen, in dem ihre tropische Heimat Gegenstand der Ausbeutung durch weiße Völker war, Völker, die nur deshalb leben und sich vermehren konnten, weil sich die Mineralschätze der Erde verminderten.

Anastasius Grün hat das Gedicht geschrieben, dessen erster Vers lautet:

Wann werdet ihr, Poeten,  
Des Dichtens einmal müd?  
Wann wird einst ausgesungen  
Das alte ew'ge Lied?

und gegen Ende heißt es:

Und singend eint und jubelnd  
Durchs alte Erdenhaus  
Zieht als der letzte Dichter  
Der letzte Mensch hinaus.

Dichter sind oft unbewußt die größten Realisten und sagen mit intuitiver Treffsicherheit kominende Dinge voraus. Aber für dieses Gedicht gilt das wohl kaum, insofern der letzte weiße Mensch in Betracht kommt. Der letzte weiße Mensch wird vielleicht ein Diplomingenieur sein oder ein Mitglied des Märkischen Bezirksvereins deutscher Chemiker, sicher aber kein Mann, dem es nach Dichten zumute ist oder der singend und jubelnd durchs alte Erdenhaus zieht, sondern ein Techniker, der als solcher verzweifelt um seine Existenz kämpfen wird.

Diese negative Jules Verneiadé, die ich mir erlaubt habe, hier vorzubringen, braucht in gegenwärtiger Zeit niemandem Sorge zu machen, denn einstweilen sieht es nicht danach aus, als sei der weiße Mann seiner Aufgabe nicht gewachsen. Man braucht sich nur zu vergewärtigen, was allein im letzten Vierteljahrhundert Chemie und Technik geleistet haben, um jener Götterdämmerung Europas vorzubeugen: Kaum hatte Crookes sein pessimistisches Buch geschrieben, als schon die Männer an der Arbeit waren, die mit Kalkstickstoff und bald darauf mit der Ammoniaksynthese die Stickstoff-industrie schufen und aus dem unendlichen Luftmeer Fruchtbarkeit über die Äcker der ganzen Welt gossen. Das Eisen geht zu Ende, aber die Leichtmetalle beginnen an seine Stelle zu treten. Das Erdöl schwindet, aber deutsche Chemiker schaffen vollwertigen Ersatz aus Kohle und beginnen einen Strich zu machen durch das geistlose angelsächsische Jagen nach etwa noch ergiebigen Erdölgebieten. Aus Quarz, den man früher nur zu kleinen Geräten schmolz, macht man große Platten und Geräte.

Daß derartige Werte an Wissen und Können in einer der schlimmsten Zeiten der Weltgeschichte geschaffen werden können, ist ein günstiges Omen für den Ausgang des großen Zukunftskampfes. [A. 331.]

## Fortschritte in der Chemie und Industrie des Kautschuks.

Von Dr.-Ing. FRIEDRICH EMDEN, Helsingborg.

(Eingeg. 12. Dez. 1926.)

(Fortsetzung v. S. 428.)

Auf dem Gebiete der Vulkanisation und Vulkanisationsbeschleunigung sind besonders die Arbeiten von H. Feuchter zu nennen, dessen neue „Orthothiozonattheorie“<sup>45)</sup> wohl den bisher bedeutendsten Versuch zur Erklärung jener verwickelten Vorgänge darstellt, die sich in der Kautschukmischung beim Erhitzen unter dem Einfluß des Schwefels und der verschiedenen Beschleuniger abspielen.

Während die „Polysulfidtheorie“ von Bedford und Scott zunächst die Bildung von Beschleuniger-polysulfiden annimmt, die aktiven Schwefel abspalten, der nun wieder mit dem Kautschuk unter Bildung von Thiozoniden reagiert, stellt Feuchter in seiner Theorie statt der drei aufeinanderfolgenden Reaktionen eine einzige „Vulkanisationsreaktion“ auf, die in einer durch chemische Valenzkräfte verursachten Bindung der kristalloiden festen Phase irgendeines Beschleuniger-systems mit der kolloiden Phase des Polyprens durch Vermittlung von thioziertem Schwefel besteht. Die Voraussetzung für den Vorgang der Vulkanisationsbeschleunigung (und damit für den Prozeß der Vulkanisation überhaupt) ist zunächst die Anwesenheit von zwei Stoffen, welche Feuchter die „Beschleunigungsbasis“

(mit saurer Funktion) und den Aktivator (als salzbildendes Oxyd oder Base) nennt. Beide zusammen bilden das „Beschleunigungssystem“. Als Beschleunigungsbasis können die verschiedensten organischen Stoffe dienen. Feuchter teilt sie in zwei große Klassen ein: die Carbosulhydrile und die Carbohydroxyle. Zu der erstgenannten Klasse gehören die meisten der heute bekannten Beschleuniger. Als Aktivator kommt für sie das Zinkoxyd in Betracht. Zu den Carbohydroxylen gehören die Alkohole, Aldehyde und Carbonsäuren. Die Aktivatoren dieser Klasse sind: Alkalihydroxyde, Magnesiumoxyd, Ammoniak und dessen Derivate und Bleioxyd. Hiernach ist die Beschleunigung der Kautschuk-vulkanisation durch Magnesiumoxyd oder Bleioxyd lediglich als ein Spezialfall der Carbohydroxylat-beschleunigung aufzufassen, wobei die natürliche Kautschukharzsäure als Basis dient. Feuchter unterscheidet weiter die einfache und die potenziert aktivierte Vulkanisationsbeschleunigung. Beim Vorgang der einfachen Vulkanisationsbeschleunigung erfolgt unter der Einwirkung der salzhählichen Verbindungen des einfachen Beschleunigungssystems auf Schwefel nach vorhergehender doppelter Dissoziation dieser Reaktionskomponenten die Bildung primärer Beschleuniger-

<sup>45)</sup> Kolloidchem. Beih. 20, 30 u. ff.